



HAL
open science

Une approche méthodologique et de modélisation des exploitations agricoles dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information

V. Abt

► **To cite this version:**

V. Abt. Une approche méthodologique et de modélisation des exploitations agricoles dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. Sciences de l'environnement. Doctorat en science de gestion, Université Paris Dauphine, 2010. Français. NNT : . tel-02595060

HAL Id: tel-02595060

<https://hal.inrae.fr/tel-02595060>

Submitted on 15 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**Une approche
méthodologique et de modélisation
des exploitations agricoles
dans une perspective d'ingénierie
d'entreprise et de système d'information**

THESE

Pour l'obtention du titre de

DOCTEUR EN SCIENCES DE GESTION

Ecole Doctorale "Décision Informatique Mathématique Organisation" (ED DIMO)

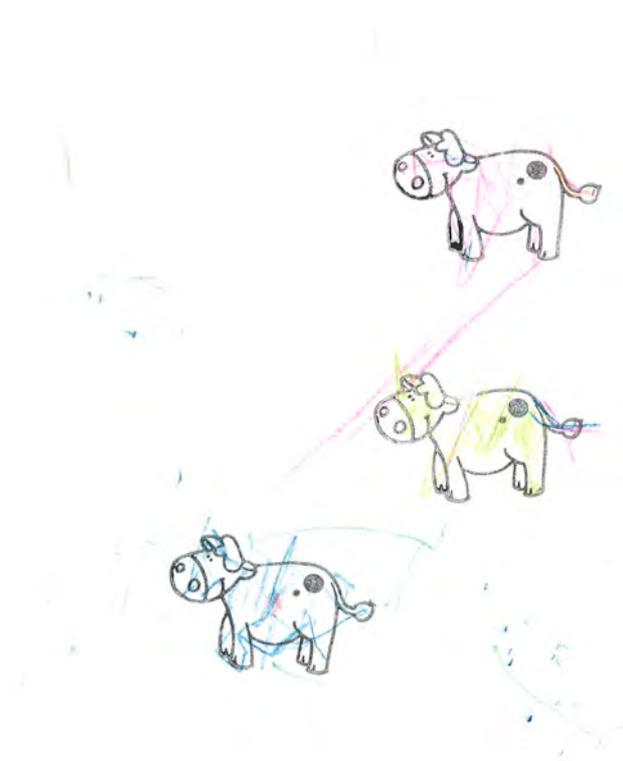
Présentée et soutenue publiquement le 14 décembre 2010 par

Vincent ABT

Devant le jury composé de

Michel NAKHLA	Directeur de Recherche, Mines ParisTech	Directeur de thèse
Henri PIERREVAL	Professeur, IFMA	Co-Directeur de thèse
Mohamed GAFSI	Professeur, ENFA	Rapporteur
Hervé PINGAUD	Professeur, Ecole des Mines d'Albi Carmaux	Rapporteur
Jean-Pierre CHANET	Ingénieur de recherche, Cemagref	Suffragant
Vincent GIARD	Professeur, Université Paris Dauphine	Suffragant
François VERNADAT	Professeur, Université Paul Verlaine de Metz	Suffragant
Philippe VISSAC	Directeur scientifique, technique et international, ACTA	Suffragant

L'Université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.



*A Caroline, Louise et Lazare
A Michelle*

Remerciements

Un mariage, une fille, un garçon, et quelques années plus tard... me voici enfin derrière mon ordinateur, de l'autre côté de l'Atlantique, à rédiger ces premières mais dernières lignes de mon manuscrit.

Mes premiers remerciements vont donc à Michel Nakhla et Henri Pierreval qui ont accepté de diriger cette thèse, sans savoir que ce projet nous lierait autant d'années. Je tiens particulièrement à vous remercier pour tout l'appui que vous m'avez apporté, à la fois méthodologique et scientifique, tant à travers un bref coup de téléphone ou de plus longues discussions conceptuelles!

Je tiens à remercier Mohamed Gafsi et Hervé Pingaud pour avoir accepté de rapporter cette thèse, sans savoir qu'elle pèserait aussi lourd dans un cartable! Un grand merci, M. Gafsi, pour la qualité des échanges que nous avons eus ces derniers mois. Un grand merci, Hervé, pour tes précieux conseils et la richesse de nos échanges durant toutes ces années à l'occasion des différents événements du GDR MACS et de la communauté EasyDIM qui nous ont réunis.

Je tiens à remercier François Vernadat pour avoir accepté de présider mon jury de thèse : j'en ai été très honoré. Je profite également de ces quelques lignes pour vous remercier du temps que vous avez consacré durant ma thèse pour échanger sur la Modélisation d'Entreprise, CIMOSA et les normes existantes. Je remercie également Vincent Giard et Philippe Vissac d'avoir accepté de participer à ce jury de thèse et de découvrir en détail ma proposition de cadre méthodologique CEMAgriM.

Mes remerciements vont ensuite à tous ceux qui m'ont encouragé à réaliser une thèse. Claude Millier, Agnès Bégué, Camille Lelong, je suis désormais bien loin d'une thèse portant sur la "caractérisation agronomique des plantations industrielles de palmiers à huile par télédétection à très haute résolution", mais je tenais à vous remercier pour l'appui que vous m'avez apporté et qui m'a permis de découvrir le domaine de la recherche.

Bien entendu, je tiens à remercier Frédéric Vigier pour avoir initié avec moi ce projet de thèse et avoir partagé l'ambition initiale de "décortiquer", en le modélisant, le fonctionnement des exploitations agricoles. Je retiendrai tout particulièrement nos longues discussions tardives et conceptuelles et ta passion pour l'Analyse Modulaire des Systèmes! Un grand merci par ailleurs à Jean-Pierre Chanet d'avoir assuré le relai de Frédéric à son départ. Durant cette dernière ligne droite, ton aide m'a été très précieuse!

Je tiens enfin à remercier tous ceux qui m'ont fait confiance au Cemagref durant toutes ces années, et tout particulièrement Pierrick Givonne, Gérard Chuzel, Philippe Duchène, Pascal Kosuth, Didier Méchineau et Anne Rizand. Par ces lignes, je tiens à m'excuser du retard dans la finalisation de ce manuscrit, mais j'espère que vous trouverez ce document à la hauteur de vos espérances. Bien entendu, je n'oublie pas Emmanuel Hugo qui m'a énormément soutenu durant ces trois dernières années. Je te remercie pour tout l'appui et les connaissances que tu m'as apportés ainsi que pour la qualité du travail que nous avons réalisé ensemble. Merci également pour ton amitié. J'espère que ce manuscrit sera suffisamment précis et complet pour définir et illustrer ce qu'est un "cadre conceptuel".

Je profite de ces remerciements pour remercier également tous ceux qui ont contribué à enrichir ces travaux de thèse :

- François Coléno, Sylvie Lardon, Catherine Macombe pour votre participation à mon comité de suivi de thèse;
- Les membres du GDR MACS et du groupe EasyDIM, et tout particulièrement Yves Ducq, Bruno Vallespir, Séverine Durieux, Jean-Luc Paris, Claude Pourcel, Aline Cauvin, Hervé Panetto, Xavier Boucher, Jean-Pierre Belaud pour votre intérêt sur le sujet et la richesse de nos discussions;
- Mes collègues du Cemagref (à Clermont-Ferrand, à Antony, à Montpellier ou ailleurs), et tout particulièrement Etienne Josien, Daniel Boffety, Géraldine André, Marilyns Pradel, Frédéric Chabot, Thomas Pacaud, Christiane Albaret, Eveline Bonamy, Irène Mingot pour vos contributions scientifiques, techniques, administratives et plus;
- Les partenaires du projet EnergéTIC et les différents exploitants agricoles que j'ai mobilisés durant ces années pour vous être tout particulièrement prêtés aux exercices de modélisation. Un grand merci notamment à Jean-Pierre Chaput, François Trignol, Jean-Pierre Latron, Guy Durand et François Ray pour le temps et la confiance que vous m'avez accordés;
- Cédric Vittoz, Cédric Durand, Jean-Baptiste Bigeon, Emeline Perrier, Elise Thomazo, Ibrahim Doutoum pour les travaux que vous avez réalisés durant vos études et qui m'ont aidé à avancer dans mes réflexions;
- Mes collègues et amis, et particulièrement Thomas Brun, Nathalie Hostiou, Julie Chataigner, Marie-Angelina Magne, Juliette Bonneau, Emilie Donnat, pour la richesse de nos discussions : vous n' imaginez pas à quel point vous avez contribué à ces résultats.

Je tiens également à remercier mes parents, ma famille, ma belle famille, mes amis qui m'ont soutenu durant toutes ces années, et bien plus encore, et m'ont permis de trouver la force d'aller jusqu'au bout de l'exercice! Merci particulièrement à tous ceux qui sont venus assister à ma soutenance : j'ai été très touché par votre présence et vos encouragements. Merci également à tous ceux, Auvergnats ou non, qui m'ont accompagné au quotidien : Benjamin, Anne, Laure, Jérôme, Géraldine, Bruno, Cécile, Nathalie, Philippe, Jean-François, Bérangère, Catherine, Mikael, Gwenaël, Pascal, Karine, Henri et tous ceux que j'oublie dans cette liste non exhaustive. Je profite de ces remerciements pour m'excuser de vous avoir peu vu ces derniers mois à cause de cette fin de thèse.

Je finirai ces remerciements par un remerciement tout spécial à toi, Caroline, pour ton amour, ton soutien, tes encouragements et toutes les concessions que tu as acceptées de faire pour que je puisse aller jusqu'au bout de cet exercice. Pardon enfin à Louise de ne pas avoir été aussi présent que je l'aurais souhaité pour tes sorties à la piscine ou à l'occasion de longs week-ends pour t'accompagner dans ta recherche d'œufs de Pâques ou ta découverte des régions françaises. Je promets de me rattraper ces prochaines années avec ton petit frère Lazare!

Sommaire général

Introduction générale	9
<hr/>	
Partie 1	11
Des enjeux de gestion actuels à la nécessité de disposer d'un cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole	
Contexte et enjeux de la recherche	
Chapitre 1.	15
Evolution du contexte et de l'entreprise agricoles : enjeux de gestion actuels et nécessaire maîtrise de l'information	
Chapitre 2.	27
Le système d'information : un outil de gestion indispensable, une nécessaire adaptation aux besoins de chaque entreprise agricole	
Chapitre 3.	45
De la nécessité de disposer d'un cadre méthodologique de représentation métier pour aider à identifier les besoins de chaque entreprise agricole	
<hr/>	
Partie 2	63
La représentation métier de l'entreprise agricole : intérêts et limites des cadres méthodologiques existants	
Etat de l'art, problématique et méthodologie	
Chapitre 4.	67
Intérêts et limites des cadres méthodologiques issus du secteur agricole	
Chapitre 5.	83
Intérêts et limites des cadres méthodologiques issus du secteur industriel manufacturier	
Chapitre 6.	103
Vers un nouveau cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole	

Partie 3	115
Proposition d'un cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole : le cadre CEMAgriM	
Résultats	
Chapitre 7.	119
Proposition d'une représentation systémique renouvelée de l'entreprise agricole et du cadre de modélisation CEMAgriM	
Chapitre 8.	141
Proposition du cadre conceptuel unifié CEMAgriM pour la représentation métier de l'entreprise agricole	
Chapitre 9.	185
Premières propositions de modèles, langage graphique et démarches pour le cadre méthodologique CEMAgriM	
Partie 4	207
Mise en application du cadre méthodologique CEMAgriM, contributions et recherches futures	
Discussion et perspectives	
Chapitre 10.	211
Mise en application du cadre méthodologique CEMAgriM et discussion autour des modèles obtenus	
Chapitre 11.	243
Originalité du cadre méthodologique CEMAgriM, contributions scientifiques et perspectives de recherche	
Conclusion générale	271
Bibliographie	273

Annexes I **303**
Présentation détaillée des cadres méthodologiques, des cadres de modélisation et des cadres conceptuels identifiés

Eléments de l'état de l'art

Annexe I.1.	307
Cadre méthodologique CIMOSA	
Annexe I.2.	317
Cadre méthodologique GIM	
Annexe I.3.	327
Cadre méthodologique ARIS	
Annexe I.4.	349
Cadre méthodologique IDEF	
Annexe I.5.	359
Cadre méthodologique E&P UML	
Annexe I.6.	375
Cadre méthodologique MECI	
Annexe I.7.	385
Cadre méthodologique AMS	
Annexe I.8.	391
Cadres de modélisation complémentaires et issus du secteur industriel	
Annexe I.9.	405
Cadres conceptuels complémentaires et issus du secteur industriel	
Annexe I.10.	447
Cadres conceptuels complémentaires et issus du secteur agricole	

Annexes II **463**
Présentation détaillée du cadre méthodologique CEMAgriM et de modèles réalisés

Précisions sur les résultats et leur mise en application

Annexe II.1.	467
Présentation détaillée du cadre méthodologique CEMAgriM	
Annexe II.2.	497
Présentation détaillée de modèles réalisés sur l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	

Tables et index	591
Une autre lecture de la thèse	
Acronymes, Paragraphes, Illustrations, et Mots-clés	
Table 1. Liste des acronymes et abréviations	595
Table 2. Table des matières	605
Table 3. Table des illustrations	619
Table 4. Index thématique	633
<hr/>	
Addenda	637
Un autre regard sur la thèse	
Conduite du projet de recherche et valorisation	
Addendum 1. Un nouveau chapitre de thèse	641
Addendum 2. Les publications de l'auteur durant la thèse	661

Introduction générale

Dans le contexte mondial actuel, les entreprises de production de biens et de services doivent améliorer leur performance dans chacune de leurs actions, afin de répondre à la complexification des marchés tout en atteignant leurs objectifs économiques. A l'heure où chaque entreprise doit être en mesure de maîtriser ses performances et ses informations et de disposer d'outils de gestion particulièrement adaptés à ses besoins, et notamment son système d'information, il semble ainsi pertinent de voir comment faire tomber les barrières sectorielles pour partager et mutualiser les recherches, les avancées et les retours d'expériences dans ses domaines, tout en intégrant les particularités des différents secteurs d'activités.

Les recherches en Modélisation d'Entreprise issue du Génie Industriel ont montré notamment l'intérêt de disposer de modèles et de méthodologies pour la représentation "métier" du fonctionnement et de l'organisation des entreprises industrielles afin de concevoir des outils de gestion adaptés aux attentes de ces dernières dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. Ces recherches ont fait l'objet d'une transposition au secteur tertiaire, mais n'ont, à notre connaissance, jamais été transposées au secteur agricole.

Sur la base de ces expériences réussies d'adaptation et de transfert des cadres méthodologiques issus du secteur industriel vers le secteur tertiaire, nous nous proposons ainsi d'investiguer dans cette thèse leur transposition au secteur agricole, en posant la problématique suivante : "En quoi la Modélisation d'Entreprise peut-elle contribuer à représenter le fonctionnement et l'organisation des entreprises agricoles et aider à identifier leurs besoins de gestion dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de Système d'information?".

Pour répondre à cette question, nous présenterons tout d'abord, dans la **Partie 1**, le contexte et les enjeux de notre recherche dans le domaine de la gestion des entreprises agricoles, en introduisant notamment les particularités de ces entreprises, et montrerons l'intérêt de disposer d'un cadre méthodologique pour la représentation, d'un point de vue gestionnaire (que nous appellerons "représentation métier"), du fonctionnement et de l'organisation des entreprises agricoles pour aider à identifier les besoins de gestion. Nous présenterons dans la **Partie 2**, complétée par les **Annexes I.1 à I.10**, un état de l'art des cadres méthodologiques existants tant dans les secteurs agricoles qu'industriels pour introduire notre problématique et notre approche méthodologique (Partie 2). Nous définissons ensuite, dans la **Partie 3**, les différentes composantes du cadre méthodologique CEMAgriM (Cemagref Entreprise Modelling in Agriculture Integrated Methodology) que nous proposons comme résultat de cette thèse et que nous présentons également de manière synthétique dans l'**Annexe II.1**. Nous proposons enfin dans la **Partie 4** une mise en application du cadre méthodologique sur une exploitation agricole, que nous complétons d'une présentation détaillée des modèles obtenus dans l'**Annexe II.2** et montrons en quoi ce cadre est notamment utile à la définition de systèmes d'acquisition, de tableaux de bords d'indicateurs ou d'outils d'aide à la décision. Nous discutons pour finir des perspectives de recherche autour de notre proposition.

Partie 1

Des enjeux de gestion
actuels à la nécessité
de disposer d'un cadre
méthodologique pour la
représentation métier
de l'entreprise agricole

Contexte et enjeux de la recherche

Résumé

Dans le contexte mondial actuel les entreprises industrielles de production de biens et de services doivent améliorer leur performance dans chacune de leurs actions, afin de répondre à la complexification des marchés tout en atteignant leurs objectifs économiques. Le secteur agricole, et plus particulièrement les exploitations agricoles, ne sont pas épargnés par la mondialisation des échanges et la nouvelle donne environnementale.

Nous montrerons dans cette partie que les exploitations agricoles, pour faire face à ces évolutions, doivent désormais être considérées comme de véritables entreprises de production de biens et de services, nécessitant, malgré certaines particularités que nous présenterons, de maîtriser leurs performances (techniques, économiques, environnementales) à travers la maîtrise de l'information (**Chapitre 1**). Nous montrerons ainsi que le système d'information s'impose aujourd'hui comme un outil de gestion indispensable pour les entreprises agricoles. Contrairement au mouvement d'informatisation opéré ces 20 dernières années dans le secteur industriel, l'adoption technologique reste cependant limitée dans le secteur agricole et de nombreux problèmes persistent encore aujourd'hui, empêchant par là même une gestion et une mobilisation pertinente de l'information à l'échelle de l'exploitation (**Chapitre 2**). L'expérience industrielle montre la nécessité de concevoir des systèmes d'information adaptés à l'organisation et au fonctionnement de l'entreprise. Disposer de modèles sur le système à concevoir, mais avant tout sur le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise concernée est aujourd'hui une priorité pour les entreprises soucieuses de concevoir des outils de gestion adaptés à leurs besoins métiers. A l'instar des cadres méthodologiques issus du secteur industriel et définis dans le domaine de la Modélisation d'Entreprise, disposer d'un cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole constitue ainsi un véritable enjeu pour le secteur agricole dans une perspective d'ingénierie des systèmes d'information mais aussi d'entreprise (**Chapitre 3**).

Chapitre 1

Evolution du contexte et de l'entreprise agricoles : enjeux de gestion actuels et nécessaire maîtrise de l'information

Résumé

L'évolution du contexte mondial (concurrence des pays en émergence, nouvelles normes environnementales, développement durable, réduction nécessaire du niveau d'utilisation des ressources, insuffisance de l'énergie fossile) qui affecte les entreprises industrielles de production de biens et de services n'épargne aujourd'hui pas le secteur agricole.

Nous montrerons dans ce chapitre, à partir de l'analyse des évolutions conjointes du contexte et des exploitations agricoles, en quoi l'exploitation agricole peut désormais être considérée comme une véritable entreprise de production de biens et de services, nécessitant, comme l'entreprise industrielle malgré certaines particularités que nous recensons, de maîtriser ses performances tout en maîtrisant ses informations.

Ce chapitre a fait l'objet, pour partie, d'un article à la conférence GI2007 (Abt et al., 2007b).

Sommaire

- 1 Du modèle "industriel" des années 1960-70 au modèle "familial" des années 1980-90**
 - 1.1 Le modèle "industriel" comme référence des années 1960-70
 - 1.2 Le système "famille-exploitation" comme référence des années 1980-90
- 2 L'exploitation agricole d'aujourd'hui : une véritable entreprise**
 - 2.1 Un contexte en pleine évolution
 - 2.2 L'affirmation de l'exploitation agricole comme entreprise de production de biens et de services
 - 2.3 Enjeux de gestion similaires à l'entreprise industrielle et particularités
- 3 De la nécessité de maîtriser l'information et les outils de gestion**

1. Du modèle "industriel" des années 1960-70 au modèle "familial" des années 1980-90

1.1. Le modèle "industriel" comme référence des années 1960-70

L'agriculture de l'après-guerre est avant tout paysanne et se caractérise par l'importance de l'autoconsommation au détriment de l'insertion dans l'économie marchande (Assens, 2002). Les exploitations sont en général de très petites tailles et fournissent tout juste de quoi nourrir la famille qui participait activement aux travaux des champs. Les choix politiques de l'après-guerre, et plus particulièrement la mise en place de la Politique Agricole Commune (PAC) en 1957 et les Lois d'Orientations Agricoles des années 1960 et 1962, vont bouleverser le paysage agricole en professionnalisant l'agriculture européenne et en orientant la production agricole vers un modèle résolument productiviste tout en garantissant les prix et les marchés. Cette époque est marquée par une spécialisation de l'activité agricole dans sa fonction de production. Les autres fonctions (commerciale, transformation, stratégie, etc.) sont externalisées. C'est à cette époque que se mettent en place les réseaux coopératifs et les organisations professionnelles (Coopératives d'approvisionnement et de distribution, Coopératives d'Utilisation de Matériel en Commun, Chambres d'Agriculture) et que se dessinent les contours sectoriels (industries agro-alimentaires).

Dynamisé par une mécanisation croissante, le modèle de l'exploitation familiale spécialisée (ex : production laitière intensive) connaît un grand succès et contribue largement à une augmentation sans précédent de la production. Le modèle théorique de l'"exploitation agricole familiale à 2 UTH" (2 travailleurs à temps complet) (Cotton *et al.*, 1997) privilégie la main d'œuvre familiale à la main d'œuvre salariée. "L'exploitation est une unité économique, organisationnelle et juridique autour de la famille avec la mission de développer et de perpétuer le patrimoine familial en assurant la sécurité économique de cette cellule" (Drouet *et al.*, 2005). Du "travail pour le travail", on passe au "travail pour de l'argent".

Dans ce contexte, le paysan devient un "producteur agricole", un "ouvrier agricole", un "technicien qui maîtrise les techniques agricoles" (Drouet *et al.*, 2005). Cette professionnalisation de l'activité agricole passe par la reconnaissance progressive de la compétence technique de l'agriculteur, sa capacité à maîtriser un ensemble de techniques « standardisées » aux fins de produire en quantité et à faible coût pour le consommateur.

A cette époque, les méthodes de gestion issues du secteur industriel se transfèrent sans trop d'adaptation : l'exploitation agricole est "une entreprise comme une autre qui combine les facteurs de production en vue de réaliser un profit et à laquelle il faut appliquer les mêmes méthodes que dans l'industrie" (Chombart De Lauwe *et al.*, 1963). On parle alors d'"industrie du sol", d'"industrie biologique". Rentabilité de la production, efficacité des

intrants et du travail sont les maîtres mots de cette ère d'industrialisation de l'agriculture où le seul objectif supposé de l'agriculteur est la maximisation de son revenu net et la rémunération de ses facteurs de production (terre, capital, travail) (Chombart De Lauwe *et al.*, 1963; Laurent *et al.*, 2003). Ces objectifs de production combinés à une politique de soutien des prix réduisent alors la "gestion des exploitations agricoles à leur plus strict minimum : la planification par les marges brutes" (Tirel, 1991).

La crise de surproduction du milieu des années 1970 va cependant changer les mentalités et remettre en cause cette agriculture du fordisme et la transposition de modèles industriels au secteur agricole. Les irrégularités annuelles des rendements liés aux aléas climatiques et le risque de ne pas conduire les successions culturales comme prévu sont des facteurs qui montrent les limites des méthodes de programmation linéaire et de maximisation du revenu net (Laurent *et al.*, 2003). La dimension familiale des exploitations agricoles s'affirme du reste comme une composante importante de la gestion des systèmes de productions agricoles.

1.2. Le système "famille-exploitation" comme référence des années 1980-90

La crise de surproduction du milieu des années 1970 entraîne un excès d'offre en agriculture et une baisse des prix due à la saturation des marchés communautaires. A cette baisse des prix s'ajoute une augmentation des charges énergétiques qui plonge le secteur agricole dans une période de troubles. La PAC impose des droits à produire comme les quotas laitiers en 1984. Des aides directes à la production sont proposées aux agriculteurs pour compenser la baisse des prix de vente des produits agricoles. A l'ère de la quantité succède l'ère de l'exigence de la qualité. C'est dans ce contexte économique et social qu'une mise à l'écart du modèle "industriel" s'opère et que s'affirment les particularités de gestion des exploitations agricoles.

Pour une fraction grandissante de ménages, l'espoir de vivre de ses propres revenus agricoles s'évanouit peu à peu. Les années 80 voient ainsi émerger plusieurs modèles d'exploitations agricoles (Laurent *et al.*, 2000). Diversification des activités du ménage (activité d'un conjoint en dehors de l'exploitation) et accroissement des structures invitent à distinguer plus nettement le patrimoine familial du capital de l'exploitation. Pour autant, l'exploitation agricole affirme son caractère familial et cherche à se distinguer des entreprises industrielles capitalistes. Les agronomes proposent alors de considérer l'exploitation agricole comme un système "famille-exploitation" où la famille est considérée soit comme "siège des décisions stratégiques et tactiques", soit comme "source de main d'œuvre" (Bonneviale *et al.*, 1989).

L'exploitation agricole, qui se définit par ses produits, se distingue progressivement de l'agriculteur, qui se définit par ses activités. La législation de 1988 propose une définition de l'activité agricole et consacre ses particularités : "Sont réputées agricoles toutes les activités correspondant à la maîtrise et à l'exploitation d'un cycle biologique de caractère végétal ou animal

et constituant une ou plusieurs étapes nécessaires au déroulement de ce cycle ainsi que les activités exercées par un exploitant agricole qui sont dans le prolongement de l'acte de production ou qui ont pour support l'exploitation".

D'une simple fonction de production, l'exploitation agricole passe à un système technique de production qu'il convient de gérer dans son ensemble (Laurent *et al.*, 2003; Osty, 1978). La dégradation des marges brutes milite pour une réhabilitation de la gestion technico-économique de l'exploitation, en remettant au centre des décisions stratégiques et tactiques le choix des productions (Tirel, 1991) : l'exploitant agricole s'affirme comme technicien-comptable. Cette gestion globale suppose une connaissance fine du fonctionnement de l'entreprise, des pratiques et des décisions quotidiennes (Tirel, 1991). Elle conduit les chercheurs en Sciences Biotechniques à proposer des méthodes d'analyse adaptées (Abt *et al.*, 2006b; Bonneville *et al.*, 1989) et à réfléchir à une nouvelle théorie de gestion des exploitations agricoles se distinguant du modèle industriel (Attonaty *et al.*, 1991a; Brossier *et al.*, 1990; Kay *et al.*, 2008) en intégrant les particularités des systèmes de production agricoles, parmi lesquelles :

- Cycles de productions longs et aléatoires : processus biophysiques calés sur le cycle des saisons (Aubry, 2000), recours à l'agent biologique : sol, végétal, animal
- Processus peu contrôlables en temps réel : action sur le milieu et le produit, résultats différés dans le temps (Bonneville *et al.*, 1989), dépendances à l'égard du milieu physique et des aléas climatiques
- Dimension spatiale forte : hétérogénéité spatiale des ressources naturelles et du milieu, déplacements des moyens de production
- Entreprise très souvent familiale et de petite taille : division spatiale et temporelle des tâches (vs division technique et sociale des tâches dans l'industrie (Aubry, 2000))
- Production contingentée : contrôle des structures, droits à produire, droits à prime

Les années 1980-1990 marquent une prise de recul avec le secteur industriel par l'affirmation d'un modèle familial de l'exploitation agricole et des particularités des systèmes de production agricoles. La mondialisation de l'économie, la diversification des activités de l'exploitation et la disparition progressive des références familiales bouleversent pourtant aujourd'hui cette prise de recul en promouvant un véritable modèle d'entreprise pour l'exploitation agricole.

2. L'exploitation agricole d'aujourd'hui : une véritable entreprise

2.1. Un contexte en pleine évolution

Depuis une quinzaine d'années, le contexte agricole subit d'importants bouleversements tant sur le plan économique que social, politique et juridique (Barthelemy, 1988; Drouet *et al.*, 2005; INRA *et al.*, 2009; Sabin, 1999). Ces bouleversements remettent en cause les approches de l'exploitation agricole établies jusqu'alors. D'un point de vue économique, la réforme de la PAC de 2003 impose une réduction progressive des subventions à la production, ce qui met fin à la gestion publique des risques liés aux marchés. Les aides à la production sont remplacées par des aides conditionnées aux respects de bonnes pratiques environnementales (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2003). La nouvelle réforme de la PAC, prévue en 2013, annonce même la fin de ces subventions (Guyomard *et al.*, 2008). Les exploitations sont désormais plus sensibles à la baisse des prix dans un contexte de mondialisation croissante des échanges. En 2009 par exemple, avec la baisse conjoncturelle des marchés, les revenus agricoles français ont ainsi plongé de 34% (Les Echos, 2010).

Par ailleurs, de nouvelles attentes des consommateurs et des citoyens s'expriment en termes de sécurité alimentaire et de qualité de l'environnement, mais également, et ce plus spécifiquement au secteur agricole, en termes de qualité des paysages, de disponibilité du territoire pour le tourisme, le loisir et l'habitat secondaire. La Loi d'Orientation Agricole de 1999 fait la promotion d'un modèle européen qui ne limite pas l'agriculture à sa fonction de production (denrées et énergie) comme le modèle californien d'industrialisation massive de la production (Drouet *et al.*, 2005), mais lui confère également une fonction environnementale (préservation des ressources naturelles, qualité du territoire et des paysages, allant jusqu'à imaginer une agriculture à haute valeur naturelle (Poux *et al.*, 2009)) et une fonction sociale (cohésion intra et inter-régional, maintien de l'emploi rural par une taille moyenne des exploitations). Le plan "Objectif Terres 2020" vise à construire un nouveau modèle agricole français afin de relever cet enjeu environnemental, mais aussi sociétal, à travers cinq défis majeurs : meilleure utilisation de l'eau, restauration de sa qualité, préservation des sols, de la biodiversité et des paysages, maîtrise énergétique (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2009b). Ce plan met en avant cinq voies d'évolution vers plus d'efficacité dans la relation avec l'environnement : réduction des produits phytosanitaires, certification environnementale des entreprises, développement des filières durables et de l'agriculture biologique, repositionnement de l'agronomie au cœur de l'agriculture, coordination de pratiques nouvelles à l'échelle des territoires. Ces propositions, qui font suite au Grenelle de l'Environnement en 2007 et visent à répondre aux attentes sociétales en inscrivant l'agriculture dans une logique "écologique et productive" (Ministère de l'Ecologie de l'Energie et du Développement durable et de la Mer, 2007), se déclinent en plusieurs programmes d'actions :

le Plan Ecophyto 2018 (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2008), le Plan de Performance Énergétique des exploitations agricoles 2009-2013 (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2009c), et la certification environnementale des exploitations agricoles (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2009a).

Enfin, les comportements familiaux et individuels évoluent jusque dans le secteur agricole : la famille disparaît derrière l'individu. La relation au travail se modifie et les exploitants agricoles exigent aujourd'hui les mêmes conditions de vies que les "employés salariés" des autres secteurs (congés, week-ends, loisirs), ce qui bouleverse le modèle familial prôné durant plus de 50 ans. Après la reconnaissance d'un statut des conjoints d'exploitants agricoles en 1980, l'apparition des premières formes sociétaires en 1984 (EARL, GAEC), la Loi d'Orientation Agricole de 2006 propose un véritable statut juridique d'entreprise à l'exploitation agricole. La mise en place de baux agricoles cessibles et d'un Fonds Agricole sur le modèle du Fonds de Commerce est une première réponse juridique à la perte du rapport entre valeur du foncier et des bâtiments ruraux et la valorisation économique de ceux-ci.

2.2. L'affirmation de l'exploitation agricole comme entreprise de production de biens et de services

Tous ces éléments de contexte imposent désormais une plus grande flexibilité (Séronie *et al.*, 2007) et une "diversification innovante" des exploitations agricoles de grandes cultures et d'élevage (Bonnaïfous *et al.*, 2004). Ce phénomène de diversification, étendu à l'échelle européenne, constitue une alternative à la spécialisation qui arrive à ses limites en permettant de répartir les risques financiers et de satisfaire les nouvelles demandes sociétales. Les activités des exploitations agricoles ne se limitent plus à la seule production de denrées alimentaires destinées aux industries agro-alimentaires. Chaque exploitation présente ainsi un véritable portefeuille d'activités (Séronie *et al.*, 2007) qui s'ouvrent d'une part à la production d'agro-ressources (agro-carburants, biocombustibles, éco-matériaux) destinées à l'agro-industrie, et d'autre part à de plus en plus d'activités non agricoles directement liées à l'exploitation : tourisme, hébergement et autres activités de loisirs ; artisanat ; transformation des produits à la ferme ; production d'énergie renouvelable (éolien, solaire, méthanisation) ; travaux à façon réalisés avec le matériel de l'exploitation dans un cadre agricole ou non (ex : déblayage neige, transport, entretien du paysage, services agricoles, appui à la recherche, services environnementaux) (Aznar, 2002; Bonnaïfous *et al.*, 2004; Candau *et al.*, 2004; Crevel, 2006).

Dans ce contexte de tertiarisation de l'agriculture, l'agriculteur n'est plus un simple apporteur de matières premières peu différenciées comme dans les années 1960-1970. C'est désormais un producteur de biens et de services de qualité destinés à un ou plusieurs clients ou parties prenantes (industriels, coopératives, acteurs territoriaux, administration) dans le cadre de contractualisations et de cahiers des charges exigeants (Aznar *et al.*, 2003; Barthélémy *et al.*, 2004; Gafsi, 2006).

La fonction commerciale est au cœur désormais des autres fonctions du système d'exploitation et confère à l'exploitation agricole une véritable activité d'entreprise (Baranger *et al.*, 1998). La réintégration progressive de ces fonctions (transformation, commercialisation) permet de dépasser les frontières établies par le mouvement de l'industrialisation (Lagrange, 1991). Le chef d'entreprise est en relation directe avec ses partenaires pour ses ventes et ses achats dans une perspective de satisfaction des marchés et des clients et avec le souci de rester concurrentiel (Drouet *et al.*, 2005). La Loi de Modernisation de l'Agriculture et de la Pêche (LMAP) de juillet 2010 prévoit notamment d'encourager les contrats commerciaux entre agriculteurs, industriels et distributeurs. Ces contrats préciseront par écrit les volumes et les prix de vente afin de stabiliser les revenus des exploitants agricoles (Le Maire, 2010; Premier Ministre, 2010).

L'augmentation de la taille des structures et l'évolution du contexte social imposent du reste une nouvelle organisation du travail et une gestion renouvelée des relations avec les partenaires de l'exploitation. Depuis 1990, la part de la main d'œuvre salariée augmente progressivement et le recours aux prestations de services et à la sous-traitance se généralise (Chevalier, 2007). Ces exploitations perdent de leur dimension familiale au profit d'une vision plus entrepreneuriale.

L'évolution du contexte et la transformation des activités agricoles confirment ainsi la nécessité d'un changement de perspectives : l'exploitation agricole est une entreprise (Clavero *et al.*, 2004; Cotton *et al.*, 1997). C'est une véritable "organisation complexe" (Laurent *et al.*, 2003), ouverte sur son environnement et dont l'objet est de coordonner un ensemble diversifié d'activités dans un souci de maîtrise de performances qui dépasse le cadre du système de production "famille-exploitation" des années 1980-1990.

Pour certains secteurs de productions agricoles spécialisées, historiquement peu subventionnés (horticulture, viticulture) et proches de la transformation, l'exploitation agricole est depuis longtemps considérée comme une entreprise (Bron *et al.*, 2004). Pour les autres secteurs de production, dans le domaine de la gestion, exploitation et entreprise agricoles sont des termes qui s'emploient bien souvent indifféremment sans pour autant les expliciter clairement (Bonneviale *et al.*, 1989; Brossier *et al.*, 1997). Pour C. Macombe, "à partir du moment où elle ne peut plus être considérée comme un collectif naturel, l'exploitation agricole devient une entreprise" (Macombe, 2003).

De nos jours, plusieurs points de vue concourent du reste à considérer l'exploitation agricole comme une véritable entreprise. D'un point de vue statistique, l'exploitation agricole est considérée comme une entreprise, "entité, indépendamment de sa forme juridique, exerçant une activité économique" (Laurent *et al.*, 1998; Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2006b). D'un point de vue juridique, les réformes de la Loi d'Orientation Agricole de 2006 visent à "encourager la démarche d'entreprise pour assurer la compétitivité et la pérennité des exploitations, favoriser les conditions d'emploi et améliorer les conditions de travail des exploitants" (Crevel, 2006).

2.3. Enjeux de gestion similaires à l'entreprise industrielle et particularités

L'évolution du contexte et de l'entreprise agricoles ne sont pas sans rappeler les évolutions du secteur industriel. La mondialisation des échanges, l'évolution des contraintes sociales et réglementaires, la diversification des produits (biens et services), la multiplicité des métiers et la complexité des structures d'opérations imposent aux entreprises agricoles, tout comme aux entreprises industrielles, de maîtriser leurs performances en termes de coûts, de délais, de stocks, d'en-cours, de qualité de service (satisfaction du client en fonction d'un cahier des charges, d'un contrat), ainsi que leurs performances énergétiques et environnementales (Brossier *et al.*, 1997; Cerf, 1997; Dolgui *et al.*, 2006; Gagnon *et al.*, 2000; Hatchuel, 1996; Nakhla, 2006; Vidal, 2003; Zahm, 2003).

Comme pour les entreprises industrielles, ces nouvelles contraintes imposent aux entreprises agricoles une gestion optimale des ressources matérielles (machines, équipements) (Blondel, 2005), une adaptation permanente dans la réalisation raisonnée des pratiques (technicité, traçabilité, diagnostic et aide à la décision, capitalisation des connaissances), une gestion des ressources humaines et de l'organisation du travail de plus en plus fines (efficacité, salariat, sous-traitance, délégation, responsabilité), une gestion et une valorisation raisonnée de l'énergie et des déchets, un engagement dans des démarches de qualité et de certification (Alternatech Agro-Transfert, 2004b; Aubry *et al.*, 2004; Mazé *et al.*, 2000; Wall *et al.*, 2001), une gestion des relations avec l'environnement (partenariat, échanges) dans un système d'entreprise de plus en plus difficile à cerner (Baptiste *et al.*, 2007).

L'entreprise agricole actuelle présente ainsi une dimension industrielle non négligeable. Elle n'en conserve pas moins certaines particularités, tant au niveau structurel que fonctionnel, qui font toute la spécificité de ces entreprises.

D'un point de vue structurel, la majorité de ces entreprises possède en outre certaines caractéristiques propres à la Très Petite Entreprise (TPE) (Ferrier, 2002; Marchesnay, 1991; Marchesnay, 2003) :

- une petite dimension humaine : main d'œuvre familiale, pas ou peu de salariés, un panel limité de compétences, concentration des centres de décisions sur quelques personnes (Papy, 2000)
- peu ou pas de niveaux organisationnels, une stratégie intuitive et peu formalisée portée par le chef d'entreprise
- un nombre de clients limité, un marché local ou régional
- une représentation par des instances professionnelles : Chambres d'Agriculture (équivalentes aux Chambres de Commerce et d'Industrie), syndicats, organisations professionnelles
- un réseau social et coopératif développé pour la gestion commerciale, l'approvisionnement et la gestion collective

d'équipements et de main d'œuvre (CUMA, Banque de travail, Réseaux d'entraide, Groupements d'Employeurs)

- un système d'information historiquement peu formalisé où le mode de communication privilégié est l'oral

D'un point de vue fonctionnel, l'entreprise agricole possède en outre des particularités liées à la gestion des systèmes de productions agricoles. Même si la tertiarisation de l'agriculture montre les limites d'une approche sectorielle et tend à réduire la part des activités exclusivement agricoles, le cœur de métier n'en demeure pas moins agricole :

- une maîtrise des délais et des en-cours limitée et conditionnée par les cycles biologiques et saisonniers
- un pilotage de la production et une exploitation des ressources naturelles au mieux des exigences client (et non pas une satisfaction exacte en terme de quantité et de qualité) et des quotas
- un pilotage par la réactivité, une gestion des risques et de l'incertitude forte, compte tenu des aléas climatiques et biologiques, des hétérogénéités spatiale et temporelle des ressources et des productions, des effets des pratiques différés dans le temps, de situations de gestion jamais parfaitement identiques
- une organisation spatiale et temporelle des tâches plus que technique et sociale (Aubry, 2000), une automatisation limitée des tâches
- une gestion de l'espace à fort enjeu social et environnemental : le territoire couvert par les activités des entreprises agricoles est aussi le siège d'autres d'activités d'acteurs ruraux (Bodiguel, 2003; Tirel, 1992). Il représente en France plus de 50% du territoire national (champs, chemins, bosquets, friches, cours d'eau, bâtiments)

Ces particularités confèrent à l'entreprise agricole des enjeux de gestion propres tout en insistant sur un véritable enjeu d'organisation et de maîtrise des performances de l'entreprise partagé avec le secteur industriel et relayé aujourd'hui, tant au niveau du Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche (Plan Ecophyto 2018, Plan de Performance Energétique, Certification à Haute Valeur Environnementale) que de la sphère scientifique et technique avec la création notamment en 2009 du Groupement d'Intérêt Scientifique "systèmes de production de Grande Culture à Hautes Performances Economiques et Environnementales" (GIS GC-HP2E).

3. De la nécessité de maîtriser l'information et les outils de gestion

Pour faire face à ces nouveaux enjeux d'organisation et de maîtrise des performances, les entreprises doivent désormais maîtriser les flux d'information (Braesch *et al.*, 1995) et se doter d'outils de gestion adaptés aux besoins de l'entreprise (Moison, 1997). Dans un contexte de mondialisation et de tertiarisation des activités, l'information occupe une place stratégique de plus en plus importante dans l'entreprise. Elle devient une nouvelle matière première pour l'entreprise et sa maîtrise est un avantage concurrentiel reconnu (réactivité, différenciation, maîtrise des coûts, alliances,...) (Braesch *et al.*, 1995).

D'une manière générale, la maîtrise et l'organisation de l'information par l'intermédiaire d'outils de gestion adaptés aux besoins de l'entreprise (indicateurs, tableaux de bord, planning, modèles de production, prévisions,...) (Moison, 1997) permet de relever ces nouveaux défis en améliorant notamment (Braesch, 2002; Joly, 2004) :

- la définition des stratégies et des objectifs de l'entreprise et le suivi de la gestion technique et opérationnelle en fonction des nouvelles contraintes économiques, environnementales et réglementaires
- la mise en œuvre et la coordination de l'ensemble des activités de l'entreprise dans le temps et l'espace : évaluation de la demande (besoins), planification de la production (ressources), maîtrise des situations de travail, mesure des performances, etc.
- le raisonnement pour la prise de décision et la prise de risque dans un environnement fluctuant et incertain
- la gestion des relations avec les clients et les autres parties prenantes (sous-traitants, prestataires de service, état et organismes de contrôle,...)
- la gestion des métiers et des compétences dans l'entreprise, la gestion des connaissances et de la traçabilité des pratiques

Dans le secteur agricole, la maîtrise de l'information est un enjeu d'autant plus important qu'historiquement, compte tenu de sa petite dimension humaine, celle-ci reposait avant tout sur la capacité de mémorisation et de réflexion du chef d'exploitation. Devant la complexification du contexte, des décisions, des échanges et des productions agricoles, la maîtrise de l'information dans l'entreprise agricole est aujourd'hui un facteur clé de succès, compte tenu de la multiplication des informations à prendre en compte, accompagnée de la montée en puissance des technologies embarquées sur les agroéquipements et des technologies de l'information et de la communication pour une agriculture plus "intensive en information" (Fountas *et al.*, 2006). Cette maîtrise de l'information ne peut aujourd'hui s'envisager sans disposer d'outils de gestion performants et adaptés à l'organisation de chaque entreprise, au premier rang desquels figure le système d'information.

Conclusion

Les évolutions du contexte politique, économique et social de ces soixante dernières années ont conduit l'exploitation agricole à s'affirmer aujourd'hui comme une véritable entreprise de production de biens et de services (Figure 1.1 et Tableau 1.1).

La diversification des activités, la multiplicité des métiers et la complexité des structures d'opérations confèrent aux entreprises agricoles une dimension industrielle non négligeable. L'entreprise conserve malgré tout certaines particularités liées notamment à la Très Petite Entreprise et à l'exploitation de cycles biologiques qui font toute la spécificité de ces entreprises.

A l'aube de la disparition des aides européennes à l'agriculture et à l'heure du plan de performance énergétique des exploitations agricoles, de la certification à Haute Valeur Environnementale et du plan de réduction des usages de pesticides, l'entreprise agricole doit désormais, tout comme l'entreprise industrielle, être en mesure de maîtriser ses performances à la fois techniques, économiques et environnementales.

Pour relever ce défi, elle doit mettre en place "un outillage gestionnaire en lien étroit avec le fonctionnement organisationnel" (Moisdon, 1997), des outils de gestion pour la maîtrise de l'information et la mesure des performances adaptés aux particularités de l'entreprise agricole, au premier rang desquels figure le système d'information que nous nous attacherons à décrire dans le chapitre suivant.

L'entreprise agricole est à la fois "rurale et multifonctionnelle" (Bodiguel, 2002). Elle doit devenir également aujourd'hui informationnelle et communicante.

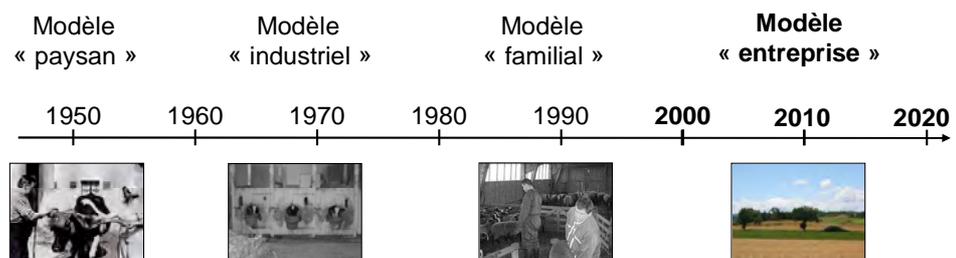


Figure 1.1 : Evolution des modèles de l'exploitation agricole

Modèle dominant de l'exploitation agricole	"INDUSTRIEL"	"FAMILIAL"	"ENTREPRISE"
Années	1960-70	1980-90	2000- 20
Nombre et dimension moyenne des EA françaises	2 280 000 Exploitations 14 ha	1 255 000 Exploitations 23 ha	545 000 Exploitations 50 ha
Contexte politique et économique	Garantie des prix et des marchés. Professionnalisation. Exploitation familiale à 2 UTH	Crise de surproduction et de l'énergie. Mise en place des quotas et des aides à la production. Exploitation familiale à 2 UTH	Mondialisation des échanges. Diminution prix. Aides conditionnées. Nécessité d'une vision d'entreprise
Type de relation avec acteurs principaux	Corporation / Etat	Corporation / Etat	Client / Fournisseur
Type de relation avec le territoire	Outil de travail	Outil de travail	Outil de travail + lieu de vie
Demande sociale	Quantité	Qualité	Qualité (Sécurité alimentaire), Environnement Multifonctionnalité
Productions / activités de l'exploitation agricole	Denrées agricoles	Denrées agricoles de qualité (terroir,...)	Denrées agricoles de qualité (contrat, cahiers des charges), Energie, Tourisme, Services
Exploitation agricole (EA) vue comme :	Fonction de production	Système famille – exploitation Système technique de production	Système entreprise
Métier agriculteur	Technicien (ouvrier agricole)	Technicien-comptable	Chef d'entreprise
Tendance Main d'œuvre	Familiale	Familiale	Salariée
Innovation technique	Mécanisation	Mécanisation	Informatisation – TIC
Modes de gestion innovants	Spécialisation. Planification par les marges brutes	Diversification. Gestion globale technico-comptable	Diversification. Maîtrise performances et SI. Gestion intégrée des activités (production, commercial, qualité, environnement)
Echanges scientifiques avec le secteur industriel / manufacturier	Importants. Particularités agricoles considérées comme peu déterminantes	Faibles. Affirmation des particularités : cycles biologiques, aléas climatiques, petites structures familiales	A favoriser. Enjeux communs. Exploitation agricole vue comme une entreprise avec dimension industrielle et particularités enrichissantes

Tableau 1.1 : Evolution conjointe du contexte, des modèles et des enjeux de gestion de l'exploitation agricole

Chapitre 2

Le système d'information : un outil de gestion indispensable, une nécessaire adaptation aux besoins de chaque entreprise agricole

Résumé

La maîtrise des performances économiques, techniques et environnementales des exploitations agricoles passe par la maîtrise de l'information et impose de disposer d'outils de gestion performants et adaptés à l'organisation de chaque entreprise. Le système d'information s'affirme aujourd'hui comme un outil de gestion indispensable à l'entreprise.

Nous montrerons dans ce chapitre, à travers une présentation du système d'information des entreprises industrielles et agricoles, en quoi, malgré les particularités sectorielles, le système d'information des entreprises agricoles présente des enjeux forts et des perspectives intéressantes d'évolution en termes d'adéquation aux besoins et d'aide à la décision, d'informatisation et d'automatisation, de rationalisation et d'intégration des outils de gestion.

Ce chapitre a fait l'objet, pour partie, d'un article à la conférence WCCA'06 (Abt et al., 2006a).

Sommaire

- 1 Le système d'information de l'entreprise industrielle**
 - 1.1 Définitions et rôles du système d'information
 - 1.2 Dimension technologique et évolutions récentes
 - 1.3 Etat des lieux du système d'information de l'entreprise industrielle

- 2 Le système d'information de l'entreprise agricole : état des lieux et problèmes actuels**
 - 2.1 Evolution du système d'information de l'entreprise agricole
 - 2.2 Une adoption technologique limitée
 - 2.3 Les problèmes actuels

- 3 Définition et enjeux pour le système d'information de l'entreprise agricole**
 - 3.1 Une proposition de définition
 - 3.2 Perspectives et enjeux pour le système d'information de l'entreprise agricole

1. Le système d'information de l'entreprise industrielle

1.1. Définitions et rôles du système d'information

Fruit de l'approche systémique (Le Moigne, 1973), le système d'information est destiné à la gestion des flux d'information et au support de la gestion de l'entreprise. Le concept de système d'information recouvre en fait deux notions (Tardieu *et al.*, 1994) :

- "la réalité de l'organisation se transformant, agissant, communiquant et mémorisant des informations, notion qui apparente le système d'information à un **objet naturel**,
- le système, **objet artificiel**, construit par l'homme pour représenter les actions, la communication et la mémorisation dans l'organisation".

Le système d'information, une fois conçu, fait ainsi partie intégrante de l'organisation et peut s'analyser comme un objet naturel, véritable outil de gestion de l'entreprise (Tardieu *et al.*, 1994). Robert Reix en 2002 propose pour le système d'information la définition suivante :

"un système composé d'entités diverses (employés, ordinateurs, réseaux, applications, bases de données, règles,...) chargées de stocker et de traiter les informations relatives au système opérant afin de les mettre à disposition du système de pilotage. Il peut recevoir des informations du système de pilotage. Il peut émettre vers le système opérant des informations"(Reix, 2002).

Cette définition du système d'information affirme sa dimension systémique et son lien étroit avec les autres systèmes de l'entreprise, tout en insistant sur ses éléments constitutifs. Le système d'information doit permettre l'accès "au bon moment à la bonne information" (Saadoun, 2000) et faciliter les échanges entre partenaires (internes ou externes) de l'entreprise. Selon R. Reix, le système d'information doit apporter un soutien aux processus de travail selon 3 modalités principales (Reix, 2004) :

- fournir de l'information
- assister le travail humain
- automatiser le travail

Les trois principales fonctions du système d'information d'une entreprise sont ainsi de (Lemaire, 2004; Reix, 2004) :

- opérer : collecter, mémoriser, traiter les données
- aider à la décision : fournir les indicateurs sur l'activité, les marchés, les clients; analyser et faire des simulations
- communiquer : gérer les échanges internes et externes

Ces fonctions permettent de garantir la traçabilité des opérations tout en assurant le contrôle des processus et la communication à l'intérieur ou à l'extérieur de l'entreprise. "De système de gestion de l'information, les systèmes d'information sont passés au statut de conduite de l'activité informationnelle" (Touzi *et al.*, 2006). Parmi les définitions plus récentes du Système d'Information, notons les définitions suivantes :

"un ensemble d'acteurs sociaux qui mémorisent et transforment les représentations via des technologies de l'information et des modes opératoires" (Reix et Rowe, 2002)

"un ensemble organisé de ressources (matériel, logiciel, personnel, données, procédures) permettant d'acquérir, de traiter, de stocker des informations (sous forme de données, textes, images, sons, etc.) dans et entre les organisations" (Reix, 2004)

"une partie du réel constituée d'informations organisées, d'événements ayant un effet sur ces informations et d'acteurs qui agissent sur ces informations ou à partir de ces informations, selon des processus visant une finalité de gestion et utilisant les technologies de l'information. Il s'appuie sur le Système informatique, ensemble organisé d'objets techniques (matériels, logiciels, bases de données) dont la mise en œuvre réalise l'infrastructure d'un système d'information" (Morley, 2004a)

Ces définitions visent notamment à matérialiser le système d'information et à l'isoler du système entreprise pour lequel il a été conçu. Le Système d'Information ne découle pas de la simple juxtaposition de ces différentes ressources : il est le résultat d'un travail de conception qui a pour but de répondre au mieux aux objectifs assignés au système par ses utilisateurs futurs (Reix, 2004).

Malgré ces tentatives de définitions, certaines confusions demeurent du fait de l'amalgame entre système d'information et traitement automatique de l'information (Roux, 2004). Les Sciences de Gestion ont l'habitude d'étudier le Système d'Information comme un outil de gestion, représentation formalisée d'un fonctionnement organisationnel, au service des décideurs (Moisdon, 1997). Certains auteurs parlent parfois de Système d'information de Gestion.

Pour faire référence à la dimension systémique du Système d'Information, d'autres auteurs introduisent la notion de "dispositif informationnel" (Roux, 2004). Le Système d'Information, en tant qu'objet naturel, recouvre alors la part formalisable du dispositif informationnel.

Selon nous, la définition la plus satisfaisante du Système d'Information permettant l'articulation entre la vision "système" (objet artificiel) et la vision "outil de gestion" (objet naturel) est celle proposée par G. B. Davis et traduite de l'anglais en ces termes :

"un système utilisateur-machine intégré qui fournit de l'information pour assister les opérations, la gestion et la prise de décision dans une organisation. Le système utilise des équipements informatiques, des logiciels, des bases de données, des procédures manuelles, des modèles pour l'analyse, la planification, le contrôle et la prise de décision". (Davis et al., 1974)

Cette définition permet d'identifier plusieurs "réalités" :

- la "réalité systémique" de l'entreprise / organisation, siège des opérations, de la gestion et de la prise de décision
- la "réalité systémique" du système d'information, système "utilisateur-machine intégré" difficilement dissociable du système et des métiers de l'entreprise
- la "réalité fonctionnelle" du système d'information qui a pour but d'acquérir, de mémoriser et de traiter les informations tout en aidant à la décision et en servant à la communication (Darras, 2004; Reix, 2004)
- la réalité structurelle du Système d'information qui se compose d'équipements informatiques, de logiciels, de procédures manuelles.

En complément de cette définition, G.B. Davis définit plusieurs niveaux de gestion de l'information et de l'entreprise qui se caractérisent par des besoins en information différents. La Figure 1.2 présente ces niveaux de gestion dans le cadre de la gestion comptable et financière d'une entreprise (Davis et al., 1985) .

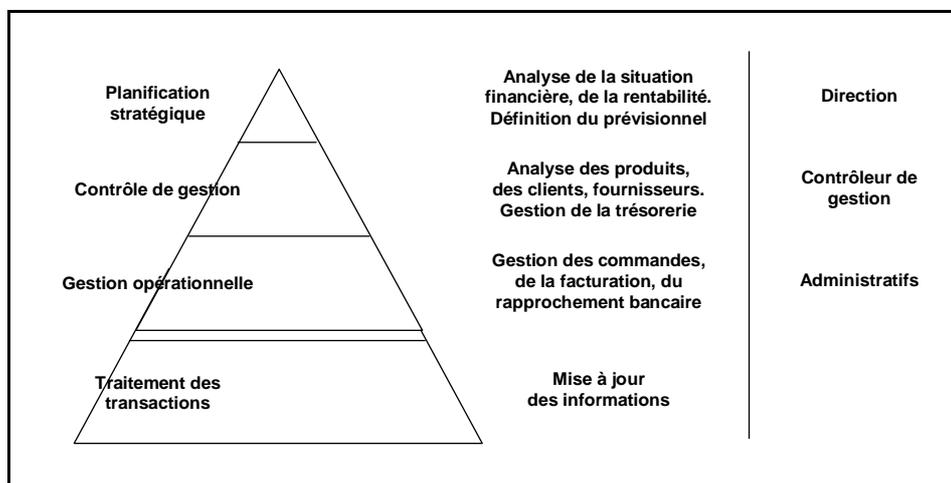


Figure 1.2 : Niveaux de gestion et besoins en information

Certains auteurs considèrent ainsi que le système d'information peut se décomposer en plusieurs sous-systèmes d'information, correspondant chacun à des niveaux d'organisation / décision et des exigences informationnelles différents. Nous retiendrons particulièrement les deux décompositions suivantes :

Une décomposition du système d'information en quatre sous-systèmes (Laudon *et al.*, 2006; Schiefer, 2006) :

- le **système d'information opérationnel** qui gère les activités élémentaires et les transactions de l'organisation
- le **système d'information de gestion des connaissances** qui supporte la connaissance et les données des acteurs de l'organisation
- le **système d'information de gestion** qui supporte les activités de gestion, de contrôle, de prise de décision, d'administration des "middle-managers"
- le **système d'information stratégique** qui supporte les activités de planification à long terme des "top-managers".

Une décomposition du système d'information en deux sous-systèmes (Bussenault *et al.*, 2006) :

- le **système d'information opérationnel** orienté vers la gestion courante des procédures répétitives automatisables. Pour remplir pleinement son rôle, il doit satisfaire à certains impératifs : fiabilité, actualité, utilité, rapidité, sécurité de l'information
- le **système d'information stratégique** orienté vers la prise de décision stratégique. Il correspond à la mise en place d'une fonction veille dans l'entreprise dont l'objectif est de capter toute information externe ou interne, technique, financière, commerciale, susceptible de conduire l'entreprise à modifier ses choix stratégiques.

1.2. Dimension technologique et évolutions récentes

La montée en puissance de l'informatique dans les années 1960 a permis la matérialisation du système d'information de l'entreprise (Darras, 2004). Si une grande majorité des auteurs s'entendent à ne pas réduire aujourd'hui le système d'information aux systèmes informatique et applicatif de l'entreprise (Le Moigne, 1973; Saadoun, 2000; Vacher, 1997), elle s'accorde en revanche, et bien souvent de manière implicite, sur le fait que le système d'information de l'entreprise, très lié à la technologie informatique, correspond au système d'information informatisé (Peaucelle, 1999; Reix, 2004; Roux, 2004).

Dans les années 1960, l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) a permis d'automatiser les traitements répétitifs comme la comptabilité, la paie, le traitement des commandes des clients (Peaucelle, 1999). Dans les années 1980, l'informatisation des systèmes d'information s'est poursuivie avec l'automatisation grandissante des systèmes de production de l'ère du CIM "Computer Integrated Manufacturing" (Doumeings *et al.*, 1995; Pourcel, 1986). Depuis les années 1990, les évolutions des TIC (échanges de données informatisés (EDI), entrepôts de don-

nées, réseaux, internet et intranet, technologies mobiles et sans fil, etc.) concourent à considérer, avant tout, le système d'information comme un domaine technologique en permanente interaction avec les aspects organisationnels et humains (Peaucelle, 1999).

1.3. Etat des lieux du système d'information de l'entreprise industrielle

Historiquement, les premiers systèmes d'information informatisés de gestion industrielle, en complément des systèmes d'information comptables, étaient centrés sur la gestion de production et la planification (Darras, 2004; Lecomte *et al.*, 1999). Destinés avant tout aux entreprises industrielles manufacturières, leur couverture fonctionnelle était limitée à la fabrication et au stockage de produits manufacturés. La portée des décisions ne dépassait pas le moyen terme. Progressivement, la couverture fonctionnelle s'est élargie aux fonctions commerciales (achat, vente) et aux fonctions support (gestion des ressources matérielles, humaines et financière). Plus récemment, ces outils informatisés se sont développés et adaptés, non sans problèmes, à d'autres secteurs comme celui des services (Botta-Genoulaz *et al.*, 2006).

La mise en place d'un système d'information informatisé dans une entreprise industrielle s'effectue désormais grâce à l'intégration et l'implémentation, en fonction de chaque entreprise, d'outils standards, paramétrables et modulaires, destinés à couvrir certains aspects de l'entreprise (Reix, 2004; Rowe, 2002). Ces outils standards intègrent aujourd'hui de nombreux outils de gestion tels que des modèles statistiques et des modèles d'aide à la décision, des plans de prévisions, des indicateurs et des outils d'évaluation (Moison, 1997).

Du plus haut au plus bas niveaux décisionnels, de nombreuses solutions sont désormais disponibles pour couvrir l'ensemble des besoins de l'entreprise (Baptiste *et al.*, 2001; Botta-Genoulaz *et al.*, 2005a; Courtois, 2001; Davenport, 1998; Frebourg, 2001; Grabot *et al.*, 2005; Laudon *et al.*, 2006; Perrier, 2006; Zhao *et al.*, 2007) :

- les ERP - Enterprise Resource Planning sont des outils de gestion permettant aux entreprises de couvrir l'ensemble des opérations de planification, de gestion et de suivi. Leur cœur de fonctionnalités est constitué de modules applicatifs standards : gestion comptable, contrôle de gestion, gestion de la production, achats et stocks, management de la qualité, maintenance, administration des ventes, gestion du personnel, gestion de projets. Leur objectif est d'automatiser les processus horizontaux ou transverses de l'entreprise, gérer des workflows, collecter et agréger des données de natures diverses, standardiser des tâches et permettre l'évaluation des performances de l'entreprise. La mise en place d'un ERP permet en outre de bénéficier d'une intégration informationnelle, d'uniformiser le support informatique et les processus associés aux activités informatisées.

- les APS - Advanced Planning System sont des outils de gestion permettant l'agrégation de données pour l'optimisation de la planification et la synchronisation des exécutions de la chaîne logistique, en intégrant les contraintes des principaux partenaires de l'entreprise. Ils correspondent à une intégration spatiale (multi-sites, multi-atelier) des fonctions décisionnelles.
- les MES - Manufacturing Execution System sont des outils d'aide, à très court terme ou temps réel, pour la gestion de production au niveau de l'atelier (maintenance, suivi, gestion des heures, etc).
- les SCE - Supply Chain Execution sont des outils d'aide, à très court terme ou temps réel, pour la gestion des stocks et des livraisons.

La Figure 1.3 positionne, selon les niveaux de décision et les fonctions de l'entreprise (hors fonctions d'administration), les principaux outils informatiques disponibles pour supporter la gestion de la chaîne de valeur de l'entreprise industrielle.

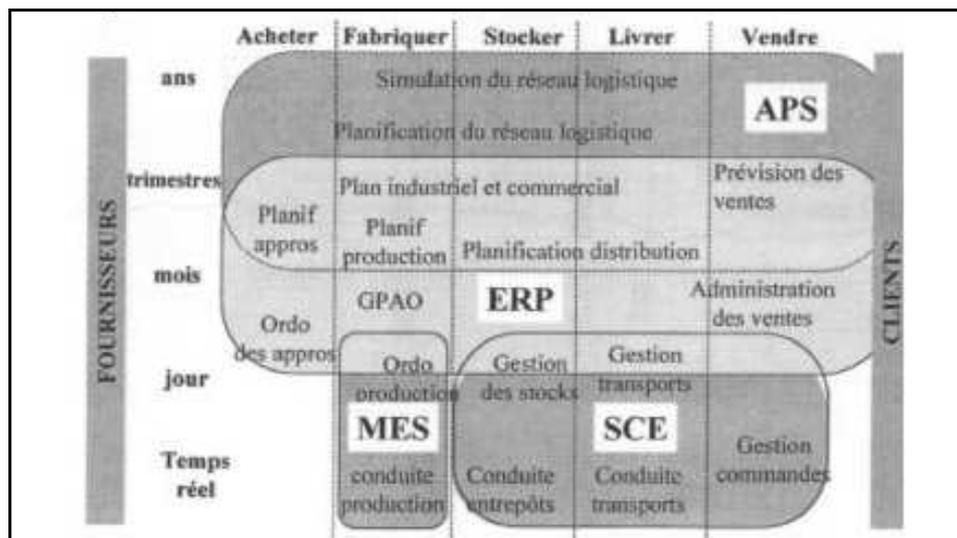


Figure 1.3 : Système d'information et couverture des fonctions et des niveaux décisionnels de la chaîne de valeur de l'entreprise industrielle

D'une manière générale, ces différents outils et technologies permettent aujourd'hui à l'entreprise industrielle d'améliorer sa productivité, ses relations avec ses partenaires et la qualité de son système d'information, notamment à travers l'automatisation de certaines tâches (acquisition, traitement et transmission automatique d'information), l'aide à la décision (intelligence artificielle) et la communication (circulation et restitution de l'information) (Bussenault *et al.*, 2006).

Ces outils informatiques sont aujourd'hui des vecteurs importants de l'organisation et de la gestion de l'entreprise industrielle pour la maîtrise de ses performances et la création de valeur ajoutée (Baptiste *et al.*, 2007; Morley, 2000). Un des enjeux principaux réside désormais dans l'informatisation cohérente de ces entreprises pour concevoir et implémenter le système d'information au plus près de l'organisation et des besoins des utilisateurs-gestionnaires (Botta-Genoulaz *et al.*, 2005b; Davenport, 1998; Millet *et al.*, 2006a; Peaucelle, 1999).

2. Le système d'information de l'entreprise agricole : état des lieux et problèmes actuels

2.1. Evolution du système d'information de l'entreprise agricole

Comme dans le secteur industriel, les premiers systèmes d'information à avoir été formalisés et informatisés pour l'exploitation agricole ont été les systèmes d'information comptables (Steffe, 1994; Steffe, 1999a). Dans les années 1980, le pilotage de l'entreprise se basant essentiellement sur le calcul des marges brutes, celui-ci trouvait toute sa place dans la gestion de l'exploitation agricole.

C'est avec la montée en force du concept de traçabilité (conséquence notamment de la crise de l'ESB) et des TIC que de nouveaux outils se sont développés dans les années 1990 (Vigier, 2003) : outils d'enregistrement et de raisonnement des pratiques (Chatelin *et al.*, 2005; Lefebvre, 2006; Martin, 2001; Martin, 2002; Mazé *et al.*, 2004; Ognov, 2000), outils d'acquisition (capteurs embarqués, GPS, tensiomètres, etc) (Boffety *et al.*, 2006; Neményi *et al.*, 2003), outils de diagnostic d'exploitation (Cerf *et al.*, 2006; Papy, 2000). Tony Lewis distingue notamment (Lewis, 1998) :

- les "**FRS** – Farm Record System" : systèmes d'acquisition de données permettant la gestion opérationnelle des données de traçabilité
- les "**FMIS** – Farm Management Information System" : systèmes d'information et d'aide à la décision pour le pilotage de l'entreprise

Des solutions informatiques, souvent à composante géographique, sont aujourd'hui proposées pour chaque grand type de production (grandes cultures, viticulture, élevage bovin, élevage porcin, etc) (Martin, 2002). L'adoption technologique y est différente d'une filière de production à l'autre.

2.2. Une adoption technologique limitée

Ces vingt dernières années, compte tenu de la dimension des entreprises agricoles et de compétences informatiques avant tout externes aux entreprises, les systèmes d'information informatisés ne se sont mis en place que timidement. Aujourd'hui, alors que l'intérêt de l'informatisation des exploitations agricoles ne fait plus débat¹, c'est avant tout sur les modalités de cette informatisation que la discussion porte (Havet *et al.*, 2005; Joly, 2004; Mazé *et al.*, 2004). Alors que de nombreuses solutions d'acquisition et de gestion des données sont aujourd'hui disponibles grâce aux nouvelles technologies (PDA GPS, RFID, réseaux sans fils, capteurs bas-coûts) (Banhazi, 2009; Boffety, 2009; Kitchen, 2008; Li *et al.*, 2010; Voulodimos *et al.*, 2010), leur mise en œuvre bute sur l'adoption timide de ces technologies au sein des entreprises agricoles (Waksman *et al.*, 2007).

L'adoption technologique est en effet très différente d'une entreprise agricole à l'autre (Havet *et al.*, 2005; Joly, 2004; Lewis, 1998; Reichardt *et al.*, 2006). Certaines exploitations n'utilisent pas du tout l'informatique : elles possèdent un FRS bien souvent manuel et peu formalisé, qui se base sur des agendas et divers documents papier de traçabilité, sans pour autant nuire à la performance de l'entreprise (Nuthall, 2004). D'autres utilisent un FRS informatisé, bien souvent doublé d'un FRS manuel, et se contentent d'un FMIS se basant sur des méthodes manuelles pour l'analyse et la prise de décision. D'autres enfin disposent à la fois d'un FRS et d'un FMIS informatisés, ouverts sur internet, mais utilisant encore pour certaines activités la "technologie papier".

Certains facteurs limitant l'adoption technologique peuvent directement être liés au chef d'entreprise et à son entourage : âge, formation, expérience, implication de l'épouse (Lewis, 1998). D'autres facteurs sont liés aux spécificités agricoles et à la dimension de l'entreprise. D'autres enfin sont directement liés aux limites des solutions technologiques proposées.

2.3. Les problèmes actuels

Devant l'évolution du contexte agricole et la multiplication des demandes des partenaires de l'entreprise, le système d'information de l'exploitation agricole se structure avant tout aujourd'hui autour de demandes externes, ce qui conduit à une dispersion des informations sur les pratiques (Abt *et al.*, 2006c; Alternattech Agro-Transfert, 2004a; Dufy *et al.*, 2006; Poyet *et al.*, 2003). De nombreux documents utilisés au sein des exploitations agricoles sont ainsi des documents réglementaires pour la traçabilité des pratiques, mais peu destinés à un usage d'aide à la décision et de pilotage (Abt *et al.*,

¹ Selon une étude réalisée en France en 2006 par l'éditeur ISAGRI, et parue dans le n°252 de l'Internet Agricole, 72% des exploitations agricoles seraient dotées d'un ordinateur, 75% des équipements en logiciel de gestion parcellaire seraient accompagnés d'une cartographie, 80% des agriculteurs clients d'ISAGRI seraient équipés d'un Pocket PC et 20% utiliseraient un GPS.

2007c; ACTA, 2007). Pourtant, la multiplication des informations et des contraintes à intégrer pour la prise de décision (engagements contractuels, contraintes environnementales et réglementaires), ainsi que la nécessité de maîtriser les performances de l'entreprise, devraient naturellement structurer le système d'information autour d'une véritable perspective de management global de l'exploitation (Abt *et al.*, 2010; Martin *et al.*, 2002). Alors que le système d'information de l'exploitation agricole doit aujourd'hui répondre aux trois fonctions d'un système d'information d'entreprise (acquisition, aide à la décision et communication – externe et interne), les solutions technologiques proposées se limitent bien souvent aux informations de traçabilité pour un domaine de production donné, sans se soucier de leur intégration afin de supporter la gestion globale de l'entreprise agricole (Del'homme *et al.*, 2004; Steffe, 1999b).

En outre, que l'adoption technologique soit totale ou très partielle, les solutions de gestion des informations proposées aujourd'hui ne permettent pas de couvrir et d'intégrer l'ensemble des fonctions de l'entreprise (Abt *et al.*, 2006a). Parmi les fonctions de production actuellement couvertes, la planification, la conception et l'intégration des processus de production, la gestion des performances gagneraient à être davantage investiguées. Parmi les fonctions peu couvertes actuellement, la gestion de la qualité et de l'environnement, la gestion des activités de services, la gestion des projets et des contrats, la gestion des transports et la gestion des ressources humaines gagneraient à être approfondies pour s'adapter aux besoins de gestion actuels des entreprises agricoles (Abt *et al.*, 2006a). Alors que l'informatisation est un avantage concurrentiel en ce qui concerne la productivité, la fiabilité, la durabilité, l'accessibilité des données (Martin *et al.*, 2002), celle-ci doit aujourd'hui, bon gré ou mal gré, s'articuler avec les "technologies papier" pour assurer la maîtrise de l'information et s'adapter aux besoins de chaque entreprise agricole.

Compte tenu de ces éléments et en nous appuyant sur différentes références bibliographiques (Abt *et al.*, 2006a; Alvarez *et al.*, 2006; Batte, 2005; Cerf *et al.*, 2006; Del'homme *et al.*, 2004; Eastwood, 2006; Nuthall, 2004; Papy, 2000; Schulze *et al.*, 2007; Steffe, 1997; Steffe, 1999b), nous dressons ainsi les constats suivants sur les limites actuelles des systèmes d'information des entreprises agricoles :

- **Insuffisante adaptation à tous les besoins de gestion** de l'entreprise agricole. Les outils se limitent à la gestion de production, afin d'assurer avant tout la traçabilité des opérations. Ils ne sont pas particulièrement adaptés aux nouvelles fonctions de l'entreprise agricole, aux activités de service, au suivi des performances, à la gestion des processus et de la supply chain, etc. En outre, les données acquises et restituées ne correspondent pas toujours aux véritables besoins de gestion des exploitants, ce qui se traduit par une insatisfaction vis-à-vis des solutions proposées. Enfin, les données acquises mériteraient d'être davantage exploitées et valorisées pour l'aide à la décision, la définition d'indicateurs et l'élaboration de références, notamment à travers la conception d'entrepôts de données.

- **Insuffisante adaptation à l'organisation du travail et des décisions** dans l'entreprise agricole. Malgré la mise en place de solutions mobiles, les solutions proposées sont très monolithiques, peu paramétrables et peu personnalisables en fonction des contraintes d'organisation de chaque entreprise. En outre, ces solutions n'intègrent pas suffisamment les différents acteurs de l'entreprise agricole étendue, les différentes entités de gestion, les différentes échelles spatiales et temporelles de collecte et de traitement de l'information.
- **Mauvaise intégration des solutions informatiques.** Alors que les différentes fonctions sont en général intégrées dans l'esprit de l'exploitant agricole, les solutions proposées n'intègrent pas suffisamment ces fonctions dans un véritable souci de management global des entreprises. Ce manque d'intégration se traduit par des saisies multiples, des outils d'aide à la décision déconnectés et difficile à mettre en œuvre, des fonctionnalités manquantes ou gérées par de nombreuses solutions indépendantes. Il se traduit également par un manque de lisibilité de l'intérêt de solutions proposées, et le choix, bien souvent, de ne pas mettre en place telle ou telle solution technologique.
- **Insuffisante intégration des outils d'acquisition automatique** (capteurs embarqués pour l'"agriculture de précision"). Alors que l'électronique embarquée se généralise en agriculture (Steinberger *et al.*, 2009), peu de données sont finalement acquises de manière automatique (gage de traçabilité et de qualité de la donnée, de gain de temps) et intégrées directement dans le système d'information de l'entreprise agricole (sans avoir recours à d'autres modes d'acquisition comme la saisie manuelle sur papier ou informatique).
- **Mauvaise ergonomie des solutions informatiques.** Enfin, malgré l'apparition de la cartographie dans les solutions proposées, l'ergonomie des outils informatiques ne facilite pas leur adoption par des utilisateurs n'ayant pas toujours beaucoup d'affinités avec la technologie informatique.

3. Définition et enjeux pour le système d'information de l'entreprise agricole

3.1. Une proposition de définition

Comme nous l'avons vu en début de chapitre, le concept de système d'information est porteur d'ambiguïtés. A l'heure de l'entreprise de production de biens et de services, de la dématérialisation des flux de production, et de l'informatisation-automatisation de processus et tâches opérationnels et décisionnels, le système d'information est désormais, plus que jamais, intégré au système entreprise.

Le Système d'Information dans sa réalité structurelle et fonctionnelle est un véritable outil de gestion, correspondant à la partie formalisée du Système d'Information d'une entreprise. Ce système d'information formalisé (SIF) peut se voir comme la composition d'un système d'information informatisé (SII) – siège des procédures informatisées voire automatisées, s'appuyant sur l'informatique – et d'un système d'information non informatisé (SInI) – siège des procédures manuelles, s'appuyant sur des documents "papier", qu'il convient de distinguer dans le cadre de l'étude du système d'information des entreprises agricoles. Dans tous les cas, l'utilisateur humain joue un rôle important et indispensable en assurant le lien avec les métiers de l'entreprise.

Compte tenu de ces éléments et en nous basant sur différentes références bibliographiques (Braesch, 2004; Doumeingts *et al.*, 2004; Mèlèse, 1984; Sunier, 2003a; Sunier, 2003b), nous proposons la représentation suivante pour le système d'information de l'entreprise agricole (Figure 1.4).

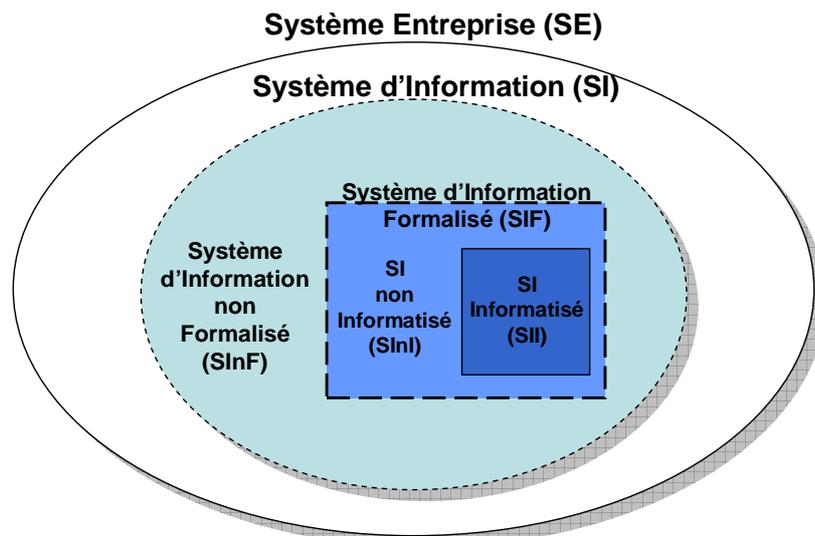


Figure 1.4 : Proposition de représentation pour le système d'information de l'entreprise agricole

La représentation du système d'information de l'entreprise agricole proposée à la Figure 1.4, fractionne ce dernier en 2 parties distinctes :

- le Système d'Information non Formalisé – SInF : partie des informations informelles ou non maîtrisables
- le Système d'Information Formalisé – SIF : partie des informations formelles ou maîtrisables, qui se décompose lui-même en Système d'Information non Informatisé (SInI) et Informatisé (SII)

Notons que le système d'information opérationnel (Bussenault *et al.*, 2006) – siège des processus opérationnels et décisionnels routiniers – fait ainsi essentiellement partie du système d'information formalisé (SIF), alors que le système d'information stratégique – compte tenu des démarches stratégiques par essence créatives et innovantes qu'il supporte – fait davantage partie du système d'information non formalisé (SInF). Le Système d'Information Formalisé peut ainsi être vu comme un outil de gestion majeur de l'entreprise, mobilisant systèmes d'information informatisés (SII) et autres outils de gestion dans l'entreprise.

Compte tenu des enjeux portant sur le système d'information des entreprises agricoles, il est important de rappeler la distinction proposée par Lewis (Lewis, 1998), et reprise depuis par de nombreux auteurs (Fountas *et al.*, 2009; Nikkilä *et al.*, 2010; Sørensen *et al.*, 2009), entre le système d'information pour l'acquisition de données (ou Farm Record System – FRS) et le système d'information pour la gestion de l'entreprise (ou Farm Management Information System – FMIS). Nous pourrions noter respectivement SIFa et SIFg ces deux sous-systèmes et proposer la représentation suivante (Figure 1.5).

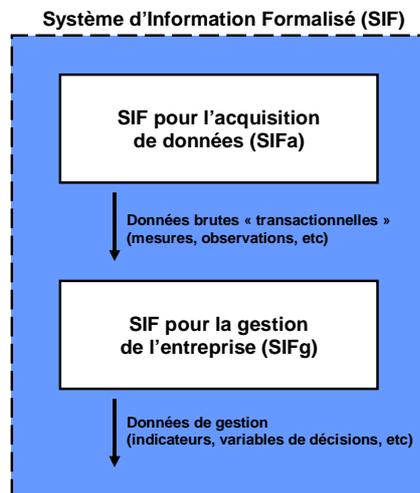


Figure 1.5 : Distinction entre le Système d'Information Formalisé pour l'acquisition de données (SIFa) et le SIF pour la gestion de l'entreprise (SIFg)

En nous inspirant de la définition de G. B. Davis, nous proposons ainsi la définition suivante pour le **Système d'Information Formalisé (SIF)** de l'entreprise agricole :

*"Un système utilisateur-machine intégré qui **acquiert et gère** de l'information pour assister les opérations, la gestion et la prise de décision des êtres humains dans l'entreprise agricole. Le système utilise des outils de gestion (logiciels, bases de données, supports d'information type, tableaux de bord d'indicateurs, procédures manuelles, modèles pour l'analyse, la planification, le contrôle et la prise de décision) pour la gestion (acquisition, stockage, traitement et communication), informatisée ou non, des flux d'information. Il s'appuie sur une infrastructure technologique (équipements informatiques, capteurs, réseaux)."*

Cette définition permet de concilier 3 visions différentes du système d'information : une vision systémique, outillée et technologique.

3.2. Perspectives et enjeux pour le système d'information de l'entreprise agricole

A l'instar des entreprises industrielles ayant mis en place une véritable gestion intégrée, basées sur des outils de gestion complémentaires et adaptés aux besoins de chaque entreprise, les entreprises agricoles font face aujourd'hui aux mêmes enjeux pour maîtriser leurs informations et leurs performances. De nombreuses perspectives d'évolution s'offrent désormais aux systèmes d'information des entreprises agricoles tant au niveau de l'organisation globale de la gestion de l'information dans l'entreprise (formalisation), qu'au niveau de l'informatisation et de l'adoption de nouvelles technologies (informatisation). La représentation du système d'information de l'entreprise agricole que nous avons proposée, nous permet de situer ces deux perspectives d'évolution dans la Figure 1.6.

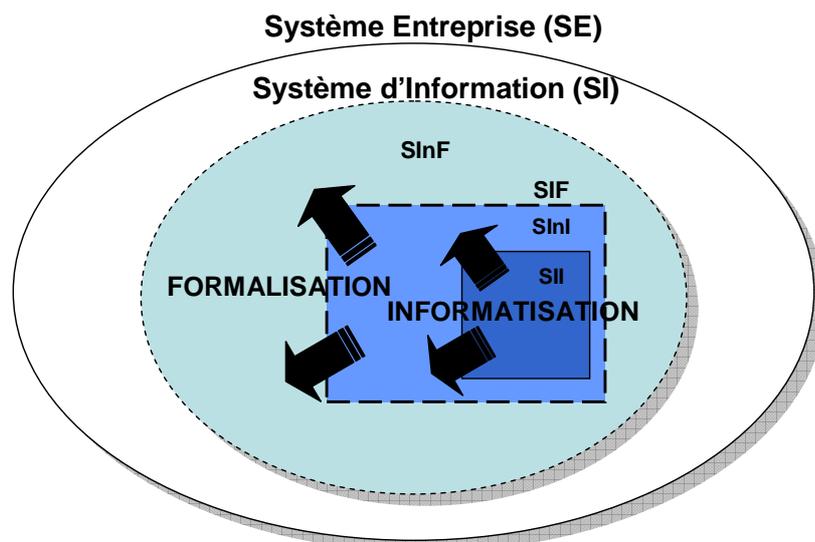


Figure 1.6 : Perspectives d'évolution pour le Système d'Information de l'entreprise agricole : formalisation et informatisation

Si les outils informatiques du secteur industriel ne semblent pas pouvoir se transposer directement aux entreprises agricoles (Schneider, 2003), il n'est pas moins intéressant de s'inspirer de l'expérience industrielle, aujourd'hui transposée au secteur des services, pour relever ce véritable enjeu d'informatisation du système d'information des entreprises agricoles, par la conception et l'intégration d'outils informatisés adaptés et à adopter. L'informatisation/automatisation est l'un des facteurs d'évolution les plus importants du système d'information et sa principale garantie de qualité (Bussenault *et al.*, 2006) :

D'une manière générale, les principaux enjeux identifiés pour les systèmes d'information des entreprises agricoles se situent tant au niveau organisationnel que technologique et rejoignent, de près ou de loin, les enjeux industriels actuels (Botta-Genoulaz *et al.*, 2005b) :

- l'analyse des véritables besoins de gestion des entreprises agricoles, en formalisant une part croissante de leur système d'information non encore formalisé (SInF), pour concevoir et promouvoir de nouveaux outils de gestion adaptés à la dimension humaine, financière et technologique des entreprises agricoles et permettant de dépasser le cadre de la gestion transactionnelle pour optimiser et rationaliser la communication et la prise de décision dans l'entreprise.
- la véritable adéquation entre le système d'information formalisé (SIF), informatisé ou non (SII ou SInI), et le fonctionnement et l'organisation de chaque entreprise agricole (fonctions et processus couverts par l'entreprise, produits et services à gérer, technologies adoptées) pour améliorer l'efficacité des outils dans la gestion tactique et opérationnelle de l'entreprise. Cet enjeu nécessite la conception d'outils informatiques flexibles et implémentables selon chaque entreprise.
- une automatisation, réfléchie mais accrue, du système d'acquisition des données (SIFa), et une informatisation croissante du système de gestion (SIFg) à travers le déploiement et la définition d'outils informatiques (de type ERP, MES, SCE) pour simplifier le travail, automatiser un certain nombre de processus et faciliter la communication et la remobilisation de l'information (Li *et al.*, 2009). Cet enjeu nécessite une amélioration de l'architecture et de l'ergonomie des outils informatiques existants pour faciliter l'adoption des technologies informatiques (Sørensen *et al.*, 2010a).
- une rationalisation et une intégration des différents outils de gestion proposés pour faciliter l'adoption et l'utilisation de nouveaux outils de gestion et des TIC (réseau de capteurs, systèmes de communication, outils de diagnostic et d'aide à la décision). Cet enjeu nécessite la conception d'outils informatiques modulaires et interopérables, compatibles avec les dispositifs d'acquisition de données (dispositifs embarqués sur les agro-équipements, systèmes nomades) qui per-

mettront une adhésion massive des agriculteurs à l'informatisation par la simplification de la saisie (Martin *et al.*, 2002).

Notons que certains enjeux sont davantage liés aux particularités des entreprises agricoles et à leurs systèmes d'information, sans pour autant leur être spécifiques, parmi lesquels figurent :

- la prise en compte d'une nécessaire mobilité spatiale et temporelle – compte tenu de la nature des activités agricoles – pour acquérir, stocker et communiquer la bonne information au bon moment et au bon endroit.
- la prise en compte des particularités liées au suivi et au contrôle de processus biophysiques, divers et aléatoires, nécessitant des indicateurs appropriés et une gestion du risque approfondie. Il s'agit de promouvoir une véritable Biologie Assistée par Ordinateur (BAO) (Séronie *et al.*, 2007).
- la prise en compte de la petite dimension humaine des entreprises agricoles. D'une part, le système d'information de l'entreprise agricole est plus limité dans sa fonction de communication interne que ne l'est celui de l'entreprise industrielle. D'autre part, il est généralement destiné à un nombre plus réduit d'utilisateurs.
- la prise en compte des différents partenaires en lien direct avec l'entreprise agricole, ces partenaires pouvant à leur tour participer à la prise de décisions, la gestion et la réalisation des activités de l'entreprise agricole étendue.
- la prise en compte de compétences informatiques limitées au sein de l'entreprise agricole pour la mise en place et la maintenance de systèmes d'information automatisés évolués. Dans certains cas, seront ainsi préférées des solutions non automatisés (papier), plus facilement contrôlables.
- la prise en compte du coût d'implémentation de solutions automatisées en lien avec le gain de productivité apporté par la mise en place de nouveaux outils de gestion.

Pour répondre aux enjeux de maîtrise des performances et de l'information, le système d'information des entreprises agricoles doit désormais être soumis à une formalisation accrue et à une informatisation/automatisation choisie et réfléchie en fonction de l'organisation et des besoins de chaque entreprise agricole. Une organisation entre les "technologies papier" et les "technologies informatiques" est ainsi à définir pour chaque entreprise. L'enjeu est alors avant tout organisationnel et nécessite une analyse approfondie des véritables besoins des entreprises agricoles pour d'une part, intégrer les outils de gestion existants, mais avant tout d'autre part, concevoir de nouveaux outils de gestion performants, informatisés ou non, facilitant l'adoption des TIC, structurant le système d'information et véhiculant des bonnes pratiques de gestion, tout en garantissant un fonctionnement optimal du système (Bussenault *et al.*, 2006; Peaucelle, 1999) :

- la formalisation des procédures de saisie et de traitement de l'information afin de réduire les délais et les coûts et d'assurer la fiabilité et la régularité des flux d'information
- l'acquisition et le traitement de l'information au plus proche possible de l'exécution
- la remontée dans la hiérarchie décisionnelle des seules informations importantes, exceptionnelles ou anormales
- l'élaboration périodique de tableaux de bord mis à la disposition des décideurs
- l'élimination des informations surabondantes, que les centres de décisions ne peuvent pas assimiler, par tri et agrégation des informations ascendantes.

Conclusion

Dans le contexte actuel, la nécessité de maîtriser les performances (économique, technique, environnementale, etc) passe par la maîtrise de l'information au sein de l'entreprise et impose de disposer d'outils de gestion performants, au premier rang desquels figure le système d'information. Étudié avant tout à travers sa dimension informatisée, il a pour principales fonctions l'acquisition, l'aide à la décision et la communication (interne ou externe) d'information.

Alors que dans l'entreprise industrielle, de nombreux outils informatisés (ERP, MES, SCE) sont conçus pour permettre une véritable gestion intégrée des entreprises, et sont implémentés, non sans difficultés notamment dans les Petites et Moyennes Entreprises, en fonction des besoins et de l'organisation de chaque entreprise, peu d'outils de ce type existent pour l'entreprise agricole. Confrontés à des problèmes d'adoption technologique, mais également limités en termes d'intégration et de fonctionnalités, les outils informatisés, proposés aujourd'hui aux entreprises agricoles, ne permettent pas une véritable gestion globale de ces dernières.

Conciliant à la fois les "technologies papier", les "technologies informatiques" et les échanges informels, le système d'information de l'entreprise agricole ne se limite pas aux outils de gestion informatisés. Pour tenir compte de ces caractéristiques et aider les concepteurs de système d'information à raisonner, à l'échelle de l'entreprise, l'organisation de la gestion de l'information, le système d'information peut être vu comme une composition d'un Système d'Information non Formalisé (SInF) et d'un Système d'Information Formalisé (SIF), le SIF pouvant lui-même se décomposer en un Système d'Information non Informatisé (SInI) et un Système d'Information automatisé (SII).

Afin de pouvoir mesurer et améliorer les performances des entreprises agricoles, les principaux enjeux liés à leur système d'information résident ainsi dans une plus grande formalisation du système d'information non encore formalisé, une plus grande informatisation, réfléchie et choisie, du système d'information formalisé, une rationalisation et une meilleure intégration du système d'information informatisé.

L'expérience industrielle fournit en outre le constat que pour être adopté, le système d'information doit émerger du système entreprise. Ceci constitue un enjeu organisationnel mais aussi méthodologique pour pouvoir analyser de manière approfondie les véritables besoins des entreprises agricoles.

Chapitre 3

De la nécessité de disposer d'un cadre méthodologique de représentation métier pour aider à identifier les besoins de chaque entreprise agricole

Résumé

La nécessité de maîtriser les performances des entreprises agricoles et de mettre en place des systèmes d'information plus performants dans ces entreprises impose de réfléchir et de concevoir de nouveaux outils de gestion de l'information, automatisés ou non, mieux adaptés aux besoins et à l'organisation de chaque entreprise agricole.

Nous montrerons dans ce chapitre, à partir de l'expérience industrielle, qu'il est nécessaire de disposer d'un véritable langage de représentation métier et graphique pour aider à identifier les besoins de gestion de ces entreprises. Nous montrerons que de nombreux aspects doivent ainsi être formalisés, et que, plus qu'une simple représentation métier de l'entreprise agricole, c'est un véritable cadre méthodologique qu'il convient de définir.

Ce chapitre a fait l'objet, pour partie, d'un article aux Journées de la Modélisation au Cemagref (Abt et al., 2007a) et d'un chapitre d'ouvrage chez Springer-Verlag (Abt et al., 2009)

Sommaire

- 1 Modéliser pour comprendre, communiquer et agir**
 - 1.1 Une nécessaire abstraction : modèle et langage de représentation
 - 1.2 Modèle et système : la démarche systémique

- 2 Modéliser le système d'information pour le concevoir**
 - 2.1 Modèles du système d'information et niveaux de modélisation
 - 2.2 Modèles du système d'information et langages
 - 2.3 Intérêts et limites des modèles et langages issus de l'ingénierie des systèmes d'information

- 3 Modéliser le système entreprise pour aider à identifier les besoins métier**
 - 3.1 Modélisation d'Entreprise, modèles et langages métiers
 - 3.2 Des cadres méthodologiques pour des approches structurées
 - 3.3 Un cadre méthodologique pour l'entreprise agricole : un véritable enjeu

1. Modéliser pour comprendre, communiquer et agir

1.1. Une nécessaire abstraction : modèle et langage de représentation

Pour agir, le concepteur doit se constituer une "image la plus représentative possible des propriétés de l'objet auquel il s'intéresse" (Braesch *et al.*, 1995). Le concepteur a tendance à simplifier la réalité : par abstraction, il fait ressortir les caractéristiques de la réalité selon un archétype : le modèle. La réalité est ainsi décrite à travers des modèles, les plus fidèles possibles.

Un modèle est une abstraction, extrait du contexte par un observateur. Un modèle est "une représentation simplifiée de la réalité qui agit comme un filtre sur une partie du monde réel qu'elle représente, ne conservant que l'information essentielle pour l'étude et supprimant les détails inutiles". Chaque modèle est partiel, orienté, daté. Au sens large "toute représentation dans un but de connaissance" peut être considéré comme un modèle (David, 2001). Le Moigne propose la définition suivante :

"un modèle est une représentation artificielle que l'on construit dans sa tête. Un modèle est un agencement de symboles : des signes qui sont à la fois signifiés (ils ont un sens pour qui les émet) et signifiant (ils ont un sens pour qui les reçoit)" (Le Moigne, 1990)

Nous noterons par cette définition que les principaux objectifs de la modélisation sont avant tout d'aider à comprendre, d'analyser et de communiquer. Nous modélisons pour améliorer et transmettre la connaissance du système étudié. Nous modélisons également pour agir : analyser, diagnostiquer et spécifier un nouveau système (Pierreval, 1990). L'abstraction de la réalité (de la réalité au modèle) permet de comprendre ; la concrétisation du modèle (du modèle à la réalité) permet quant à elle d'agir (David, 2001).

Parmi les nombreuses définitions de modèles, nous citerons celle proposée par l'AFNOR et retiendrons, pour la suite de nos travaux, la définition proposée par F. Vernadat :

"un modèle est une description abstraite de la réalité en présentant sous une forme quelconque (y compris mathématique, physique, symbolique, graphique ou descriptive) un certain aspect de la réalité"(AFNOR, 2002)

"un modèle est une représentation d'une abstraction d'une partie du monde réel, exprimée dans un langage de représentation" (Vernadat, 1999)

Nous noterons que le **langage de représentation** est un concept clé de la modélisation telle qu'abordée dans cette thèse. Ce langage de représentation, cette "symbolisation", ce "code de modélisation", permet de décrire la représentation abstraite du monde réel. Il peut être "mathématique, physique, symbolique, graphique ou descriptif". Il peut ainsi être "**formel** (c'est-à-dire ayant une syntaxe et une sémantique bien définies comme la logique du premier ordre ou un langage informatique), **semi-formel** (notation graphique normalisée), ou **informel** (description en langage naturel)" (Vernadat, 1999). Ce langage véhicule des concepts (sémantique) et des formalismes (syntaxe).

1.2. Modèle et système : la démarche systémique

L'objet à modéliser est un objet artificiel synthétisé par l'homme. Il "peut imiter les apparences de l'objet naturel, bien qu'il lui manque, sous un ou plusieurs aspects, la réalité de l'objet naturel" (Simon, 1974). L'objet à modéliser peut être vu comme un système complexe dont il convient de construire une représentation pour comprendre son fonctionnement. **La notion de modèle est ainsi étroitement liée à celle de système.**

La démarche systémique a pour objet la compréhension des phénomènes perçus comme complexes. Elle "admet la complexité, la réduit pour la rendre intelligible tout en lui conservant ses caractéristiques essentielles, locales et globales, partielles et totales" (Le Moigne, 1990).

Un système complexe peut être vu comme "un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but" (De Rosnay, 1975). Il peut être décrit comme "un enchevêtrement d'actions, qui est identifiable par ses finalités, qui évolue dans un environnement actif au sein duquel il s'organise et se transforme sans perdre son identité" (Le Moigne, 1990).

Le Moigne et Tardieu proposent de définir un système complexe comme (Le Moigne, 1977; Tardieu *et al.*, 1994):

- quelque chose (n'importe quoi, identifiable)
- qui fait quelque chose (activité, fonction)
- qui est doté d'une structure
- qui évolue dans le temps
- dans quelque chose (environnement)
- pour quelque chose (finalité)

A ce titre, l'entreprise et le système d'information peuvent être vus comme des systèmes (Le Moigne, 1987; Le Moigne, 1990).

La démarche systémique donne la priorité à la compréhension en mobilisant, explicitant et organisant les connaissances d'un système complexe. Trois outils sont à la base de la démarche systémique :

- **l'analyse systémique** consiste à définir "les limites du système à modéliser, à identifier les éléments importants et les

types d'interactions entre ces éléments, puis à déterminer les liaisons qui les intègrent en un tout organisé" (De Rosnay, 1975). L'analyse systémique est capitale car elle clarifie les distinctions toujours simplificatrices entre le système et son environnement (Foulard, 1994).

- **la modélisation systémique** consiste à construire, à partir des données de l'analyse systémique, "un schéma complet des relations causales entre les éléments des différents sous-systèmes" (De Rosnay, 1975). "La modélisation systémique est une représentation fonctionnelle (...). Elle n'est donc pas organique. (...) Il reste que pour le thérapeute, comme pour l'ingénieur ou le compositeur, doit venir le moment où le modèle s'incarne, physiquement, tangiblement, dans la chair et le sang et l'artifice des machines et des logiciels" (Le Moigne, 1987).
- **la simulation** consiste à étudier le comportement dans le temps d'un système complexe (De Rosnay, 1975)

Nous retiendrons que l'analyse systémique est intimement liée à la modélisation systémique. "Ce n'est pas le système que l'on borne, mais la représentation que le modélisateur en construit" (Le Moigne, 1990). Par ailleurs, pour un même langage de représentation, il n'existe pas un, mais plusieurs modèles pour représenter les différents aspects du système à modéliser et appréhender sa complexité (Le Moigne, 1977) (Figure 1.7). Nous noterons enfin que trois hypothèses principales structurent la modélisation des systèmes (Le Moigne, 1990; Tardieu *et al.*, 1994):

- l'objet à modéliser est doté d'au moins un projet identifiable,
- l'objet à modéliser doit être décrit dans sa totalité, fonctionnant et évoluant,
- l'objet à modéliser est ouvert sur l'environnement. Cet environnement doit être représenté même s'il n'est pas exhaustivement descriptible.

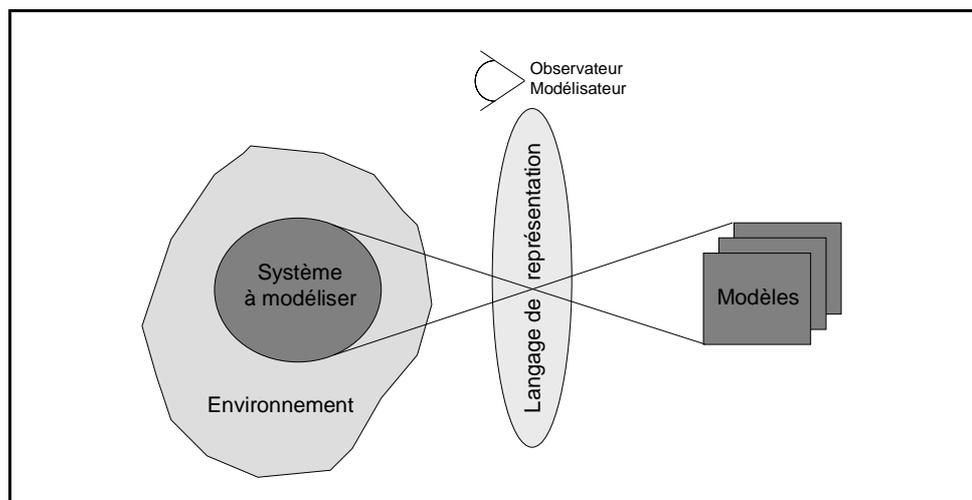


Figure 1.7 : La modélisation systémique (d'après (Le Moigne, 1977))

2. Modéliser le système d'information pour le concevoir

2.1. Modèles du système d'information et niveaux de modélisation

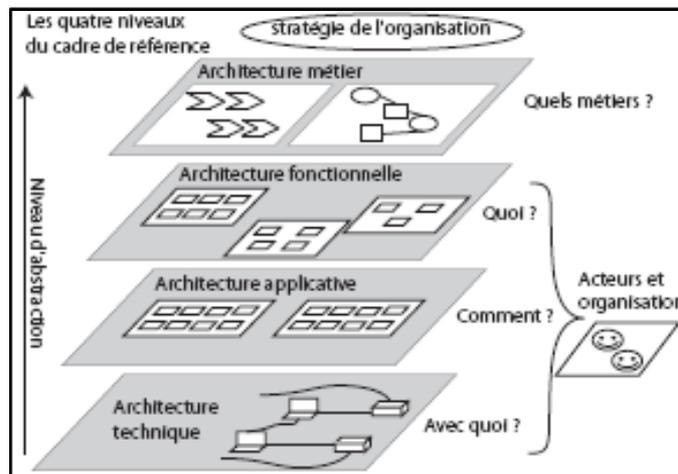
Nous venons de le voir : pour agir, pour concevoir, nous modélisons. Le Système d'information est une réalité complexe, un système complexe, que le concepteur (que nous pourrions appeler "maître d'œuvre" ou MOE), ainsi que le gestionnaire-utilisateur (que nous pourrions appeler "maître d'ouvrage" ou MOA) doivent appréhender. Pour le rendre intelligible et l'analyser, pour comprendre, communiquer et agir, il est nécessaire de le modéliser, de le représenter (Braesch *et al.*, 1995; Le Moigne, 1990). "De la même manière que la construction d'un bâtiment, d'un pont s'appuie sur des plans, des dessins, la construction d'un SI s'appuie sur différents modèles pour mieux comprendre le problème en réalisant une représentation simplifiée sur laquelle on peut agir pour la modifier et pour communiquer sur le projet pour faire comprendre ce que sera le système d'information cible (Reix, 2004). L'utilisation de modèles permet ainsi d'identifier les manques de l'analyse préalable en contraignant l'analyste à décrire l'implicite et à produire une certaine exhaustivité" (Desfray, 2004).

L'ingénierie des systèmes d'information s'inscrit ainsi dans une approche dirigée par les modèles (Favre *et al.*, 2006; Finkelstein, 2002). Selon les auteurs, le nombre de niveaux nécessaires à la modélisation du système d'information et de son cycle de vie diffère : Debauche propose ainsi trois niveaux de modélisation (métier, fonctionnel, technique) qui rejoignent ceux proposés par Saadoun (organisationnel, applicatif, informatique) et Tardieu (conceptuel, organisationnel, physique/opérationnel) (Debauche *et al.*, 2004; Saadoun, 2000; Tardieu *et al.*, 1994). Longépé propose quant à lui quatre niveaux de modélisation (ou "architectures" : métier, fonctionnelle, applicative, technique) qui rejoignent ceux proposés par Zachman (contextuel, conceptuel, logique et technologique) (Longépé, 2004; Zachman, 1987) (Figure 1.8). Ces quatre niveaux se retrouvent également dans l'approche MDA (Model Driven Architecture), démarche de réalisation logiciel qui favorise l'interopérabilité entre modèles et se développe énormément aujourd'hui : le niveau CIM (Computer Independent Model), le niveau PIM (Platform Independent Model), le niveau PSM (Platform Specific Model) et le niveau ESA (Enterprise Software Application) (Baïna *et al.*, 2006; OMG, 2003).

Nous noterons que toutes ces approches s'accordent à disposer d'un niveau de représentation virtuelle du système d'information qui utilise, autant que faire se peut, le vocabulaire du gestionnaire-utilisateur, du praticien du domaine considéré (MOA) (Millet *et al.*, 2006b). Que ces modèles revêtent l'appellation de "métier", d'"organisationnel", ou de "PIM", ils ont pour objectif de faire le pont entre les experts du domaine (MOA) et les experts de la conception et de la construction du système d'information informatisé (MOE). Le système d'information étant très fortement imbriqué dans la

structure et le fonctionnement de l'entreprise, la **modélisation des processus métiers** de gestion, est désormais reconnue comme une étape indispensable à la conception de système d'information (Decourbe, 2001; Scheer, 2002).

Les concepteurs de système d'information informatisé (éditeurs, concepteurs, intégrateurs – en quelque sorte la maîtrise d'œuvre), sont ainsi chargés de l'informatisation des processus métier, de la conception et de l'implémentation du futur système d'information (Business Process Integration – BPI) (Debauche *et al.*, 2004; Decourbe, 2001). Qu'il s'agisse d'intégration de solutions existantes ou de conception de nouvelles solutions, l'élaboration du système d'information par la maîtrise d'œuvre nécessite, là encore, de disposer de nombreux modèles qui permettent notamment de maintenir un même niveau d'information entre les différents acteurs tout au long du cycle de vie du projet (Darras *et al.*, 2003; Reix, 2004).



Architecture métier	Niveau le plus abstrait et le plus proche de la stratégie de l'entreprise. Il doit répondre à la question : quels sont les métiers de l'entreprise? Une manière d'y répondre est de modéliser les processus
Architecture fonctionnelle	Il doit répondre à la question : "que va-t-on faire pour être capable de faire ces métiers?". Il s'agit de l'étape de spécification du système informatique en termes d'applications.
Architecture applicative	Il a pour rôle de donner les clés permettant de réaliser les spécifications définies au niveau de l'architecture fonctionnelle.
Architecture technique	Niveau le moins abstrait. Il doit répondre à la question « avec quels composants va-t-on réaliser les applications définies au niveau de l'architecture applicative ».

Figure 1.8 : Les quatre niveaux de modélisation du système d'information selon (Longépé, 2004)

2.2. Modèles du système d'information et langages

En fonction de la syntaxe et de la sémantique du langage de modélisation dans lequel est exprimé un modèle, l'utilisation et le pouvoir d'expression ne seront pas les mêmes. Les modèles de spécification/conception du système d'information sont ainsi davantage semi-formels, et se distinguent des modèles de développement/implémentation beaucoup plus formels (Bernus *et al.*, 2002). Dans tous les cas, compte tenu de la composante très informatique des systèmes d'information mis en place, les langages de représentation utilisés font appel à des concepts très génériques, que nous qualifierons d'"informatiques" par opposition à "métier", dont la sémantique est davantage adaptée à l'informaticien-concepteur qu'au gestionnaire-utilisateur. Ils permettent de représenter l'évolution de l'objet construit aux différents stades de la construction (conception/implémentation) avec le souci actuel d'une interprétation des modèles par ordinateur (Reix, 2004).

Parmi la diversité des modèles semi-formels utilisés pour la spécification et la conception des systèmes d'information, deux principaux types de modèles du système d'information s'avèrent très complémentaires (Reix, 2004) :

- les **modèles de structure de données** représentent les données du système d'information
- les **modèles de description des processus** (ou fonctionnels) représentent la dynamique des traitements des données du système d'information.

La **modélisation des processus métier**, plus récente, s'inspire des modèles de description des processus utilisés par les concepteurs de système d'information en faisant appel aux mêmes langages de modélisation (Aguilar-Savén, 2004; Ulmer, 2007). Ces langages permettent la description des processus métier tels qu'ils sont exécutés dans l'organisation et dans le système d'information (**modèle descriptif**). Ils permettent également la conception des processus métier de façon à satisfaire les objectifs de l'organisation par l'évolution des processus existants et la spécification de nouveaux processus (**modèle prescriptif**). Aujourd'hui, ces modèles jouent un rôle capital dans la définition des dimensions fonctionnelles et applicatives des systèmes d'information (Vernadat, 1999). Le Tableau 1.2 présente les principaux langages de représentation et les principaux modèles pour l'analyse des besoins, la spécification et la conception des systèmes d'information (informatisé/automatisé) (Aguilar-Savén, 2004; Fowler, 2004; I.G.L.Technology, 1989; Tardieu *et al.*, 1994; Touzi, 2005; Wieringa, 1998).

Parmi ces langages, nous noterons que le **langage UML** (Universal Modeling Language) a rapidement été adopté comme standard pour modéliser les phases de spécification et de conception de systèmes d'information informatisés (Letters, 2002). En tout juste dix ans, ce langage s'est imposé pour faire face à la diversité des langages existants : il constitue le langage privilégié de l'approche MDA (modèles CIM et PIM) et a même inspiré le langage SysML destiné à modéliser tout système générique (OMG, 2006). Le langage UML propose un jeu de modèles complémentaires en se basant sur

une syntaxe graphique et une sémantique issue des approches orientées objet. Le langage UML est cependant limité pour la modélisation des processus métiers, où seuls les modèles du type "cas d'utilisation", "diagramme d'activité" et "diagramme de package" peuvent être utilisés à cette fin (Decourbe, 2001; Desfray, 2004; Noran, 2000; Sparks, 2000).

Nous noterons par ailleurs que le **langage BPMN** (Business Process Management Notation) a récemment été défini pour servir de standard à la modélisation des processus métier utilisé en ingénierie des systèmes d'information (Debauche *et al.*, 2004; OMG, 2009). Plus ergonomique que les autres langages pour les acteurs de la gestion d'entreprise, ce langage est inspiré des Flow Chart et permet avant tout de spécifier des workflows (gestion électronique des processus métier) dans le cadre de processus très structurés (Rajsiri *et al.*, 2010; Touzi *et al.*, 2005; Touzi *et al.*, 2006).

Langage de représentation	Principaux concepts	Modèles proposés	Type de modèles
BPMN (OMG, 2009)	Couloir, bande, activité, événement, flux de contrôle séquentiel, flux de message, association	Processus de collaboration	Processus
DFD (Yourdon, 1993)	Entité externe, flux de données, fonction, stockage de données	Diagramme de flux de données	Processus
Flow Chart (Danforth, 1998)	Opération, donnée, flux équipement	Diagramme de flux / Organigramme	Processus
MERISE (Tardieu <i>et al.</i> , 1994)	Entité, association, propriété, enregistrement	Modèle conceptuel de données (MCD) Modèle logique de données (MLD)	Données
	Flux, acteur, événement, traitement, synchronisation, règle de gestion, poste de travail	Matrice et graphe des flux Diagramme de flux conceptuel Modèle conceptuel de traitement (MCT) Modèle organisationnel de traitement (MOT)	Processus
OSSAD (Dumas <i>et al.</i> , 1990)	Fonction, activité, procédure, opération, paquet, rôle, ressource, outil	Modèle abstrait de processus Modèle descriptif de processus	Processus
Réseau de Pétri (Van der Aalst <i>et al.</i> , 2000)	Place, arc, transition	Réseau de Pétri (RdP)	Processus
SADT (I.G.L.Technology, 1989)	Donnée, contrôle, entrée, sortie, mécanisme	Datagramme	Données
	Activité, contrôle, entrée, sortie, mécanisme	Actigramme	Processus
UML (Fowler, 2004)	Classe, package, interface, agrégation, association, composition, généralisation, usage, partie, port, connecteur, attribut	Diagramme de classe Diagramme de composant Diagramme d'objet Diagramme de structure composite Diagramme de déploiement Diagramme de package	Données
	Action, nœud, début, fin, signal, point d'entrée, point de sortie, état, objet, flux, cadre, acteur, cas d'utilisation	Diagramme d'activité Diagramme de séquence Diagramme de collaboration Diagramme d'interaction globale Diagramme de temps Diagramme de cas d'utilisation Diagramme d'état-transition	Processus

Tableau 1.2 : Principaux langages de représentation pour la spécification et la conception du système d'information

2.3. Intérêts et limites des modèles et langages issus de l'ingénierie des systèmes d'information

Les différents modèles et langages utilisés dans le cadre de l'ingénierie des systèmes d'information sont aujourd'hui bien adaptés aux attentes des concepteurs de système d'information, illustré notamment par l'engouement pour le langage UML. Au niveau de la modélisation des processus métiers, les modèles et langages utilisés permettent aux utilisateurs métier opérationnels (en quelque sorte à la maîtrise d'ouvrage), qui sont au cœur de l'exécution de la chaîne de valeur, de prendre conscience et connaissance des processus métier de l'entreprise à informatiser (Business Process Analysis - BPA) (Debauche *et al.*, 2004; Lichtner, 2004; Mougin, 2004). A partir de modèles de processus métier, cette étape d'aide à l'identification des besoins permet à la maîtrise d'ouvrage et à la maîtrise d'œuvre d'échanger et de s'accorder pour :

- Définir les spécifications du système d'information à concevoir (opportunités, schéma directeur, étude préalable) (Foulard, 1994; Tardieu *et al.*, 1994)
- Choisir les solutions techniques et organisationnelles à mettre en place et faciliter l'alignement du système d'information sur les métiers de l'entreprise (Darras *et al.*, 2003)
- Rendre "visible les choix d'organisations sous-jacents aux modèles proposés" par les progiciels mis en place (ERP notamment) (Millet, 2000) et analyser l'impact du système d'information dans l'entreprise avant de se lancer dans un projet de conception (Davenport, 1998)
- Conduire l'inévitable changement des processus métier de l'entreprise suite à l'implémentation du système d'information (Reix, 2004)

Ces langages et modèles issus de l'ingénierie des systèmes d'information présentent cependant certaines limites vis-à-vis notamment de deux aspects qui ont leur importance en ingénierie des systèmes d'information des entreprises agricoles :

- **Une modélisation avant tout destinée à la conception de systèmes d'information informatisés.** Nous noterons en effet que les modèles proposés en ingénierie des systèmes d'information concernent avant tout la conception de système d'information informatisé (SII). Par défaut, ce sont avant tout des processus métier très structurés, permettant la mise en place de workflows informatisés, qui sont modélisés. La démarche du BPM (Business Process Management) est en effet "efficace lorsque les processus possèdent une structure clairement définie et peuvent être décrits sous la forme d'une chaîne d'évènements. Il n'est pas suffisant face à des processus peu structurés dont la séquence et les acteurs chargés de

leur exécution sont déterminés *ad hoc* par l'équipe en cours de l'exécution" (Soulier *et al.*, 2006). Ces approches ne peuvent ainsi pas s'utiliser en l'état pour la conception de système d'information des entreprises agricoles, où nous notons que les processus métier ne sont pas autant structurés et que l'informatisation n'est pas toujours évidente ou adéquate.

- **Des langages de modélisation avant tout destinés aux concepteurs de systèmes d'information.** Nous noterons en effet que les langages de modélisation utilisés en ingénierie des systèmes d'information sont avant tout issus de la communauté informatique. Ils véhiculent, même pour la modélisation des processus métier, des concepts génériques, "informatiques", manipulés par les concepteurs de systèmes d'information (MOE), qui ne correspondent pas forcément aux concepts métier, manipulés par les gestionnaires-utilisateurs du système d'information (MOA). Ces langages font l'hypothèse que la MOA doit "maîtriser la lecture des modèles obtenus à partir de ces langages pour garantir la créativité et l'efficacité d'un projet de système d'information" (Reix, 2004). Ces langages ne font donc pas l'hypothèse inverse qui serait que la MOE doive maîtriser la lecture des modèles proposés par la MOA dans un langage métier formalisé.

En ingénierie des systèmes d'information, les gestionnaires-utilisateurs (que nous qualifions de MOA) correspondent ainsi davantage à un panel d'utilisateurs du système d'information informatisé qui ont déjà une première idée du système d'information informatisé à concevoir, qu'à un panel de gestionnaires – "exploitants agricoles" n'ayant aucune idée *a priori* du système d'information à mettre en place pour satisfaire leurs besoins de gestion qu'ils peuvent avoir du mal à exprimer. Or, pour une meilleure adéquation du système d'information aux besoins de gestion, ce sont véritablement les gestionnaires - "exploitants agricoles" qu'il convient de mobiliser en premier lieu.

Plus qu'un langage pour aider à identifier les besoins en système d'information, utilisant la modélisation des processus métier de gestion de l'information ("Technical Business Process Modeling" – "Technical BPM") (Soulier *et al.*, 2006), c'est un véritable langage pour aider à identifier les besoins de gestion métier ("Business BPM") qu'il convient d'utiliser. Dans le cadre de l'approche MDA par exemple, les difficultés rencontrées avec le langage UML au niveau CIM, ont poussé à distinguer les niveaux "CIM-Bas" et "CIM-Haut" au sein de l'approche MDI (Model Driven Interoperability) (Bourey *et al.*, 2007; Grangel *et al.*, 2007) :

- **Niveau "CIM-Bas" :** ce niveau modélise l'organisation avec un langage standard, utilisant le langage (type UML) des concepteurs de systèmes d'information (MOE), et préparant les futures transformations en vue d'une implémentation informatique. Ce niveau permet d'identifier les besoins sans préjuger de la technologie utilisée pour l'implémentation.

- **Niveau "CIM-Haut"** : ce niveau représente l'entreprise d'un point de vue holistique (domaine, métier, stratégie, etc) à un haut niveau d'abstraction. Ce niveau permet d'identifier les besoins de gestion de l'entreprise sans prendre en compte le système d'information ni les applications informatiques qui devront être mises en place. Les modèles établis sont exprimés dans un langage métier utilisant le vocabulaire des gestionnaires (MOA) : **ces modèles et langages sont issus de la modélisation d'entreprise.**

3. Modéliser le système entreprise pour aider à identifier les besoins métier

3.1. Modélisation d'Entreprise, modèles et langages métiers

Apparue dans les années 1980 avec la naissance du CIM (Computer Integrated Manufacturing), la Modélisation d'Entreprise est une discipline qui vise à développer et promouvoir des méthodes, des techniques, des modèles et des outils permettant de décrire la complexité du monde industriel et économique (CNRS, 2003) dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information.

La Modélisation d'Entreprise "a pour objet la construction de modèles d'une partie déterminée d'une entreprise pour en expliquer la structure et le fonctionnement ou pour en analyser le comportement" (Vernadat, 1999). Ces modèles permettent de comprendre, d'analyser, de spécifier, de concevoir, d'implémenter, de piloter de nouveaux systèmes d'entreprise (SEF) ou de système d'information (SIF et SII) (Vernadat, 1996). **La Modélisation d'Entreprise contribue ainsi à identifier les besoins métiers** (Botta-Genoulaz *et al.*, 2001; Darras, 2004). Elle permet de capitaliser et de structurer les connaissances sur l'entreprise.

La Modélisation d'Entreprise dépasse le cadre de la modélisation des processus métier pour recueillir diverses informations nécessaires à l'identification des besoins de gestion (Touzi, 2005; Vernadat, 1999). De nombreux aspects métier de l'entreprise ont été identifiés pour comprendre, modéliser et spécifier différents besoins des gestionnaires (Darras *et al.*, 2003; Eriksson *et al.*, 2000; Millet *et al.*, 2006a; Millet *et al.*, 2005) (Braesch *et al.*, 1995; Curtis *et al.*, 1992; David, 2004; Dorador *et al.*, 2000; Forrester, 1961; Fox *et al.*, 1998; Harmon, 2005; Huat Lim *et al.*, 1997; Megartsi, 1997; Pourcel *et al.*, 2005b; Trilling *et al.*, 2004a; Ushold *et al.*, 1997; Vernadat, 1996; Vernadat, 2002c).

Les travaux menés dans le domaine de la Modélisation d'Entreprise ont conduit à définir un grand nombre de modèles d'entreprise s'appuyant sur de nombreux langages de modélisation métier, avant tout semi-formels, qui mobilisent une grande variété de concepts et permettent de couvrir de nombreux aspects de l'entreprise. Chaque langage est construit sur une **syntaxe** qui fixe les éléments (grammaire) et les règles qui fixent l'emploi du lan-

gage; et une **sémantique** qui est directement liée au pouvoir d'expression et dicte l'interprétation qu'il faut faire du langage pour trouver tout le sens d'un modèle. La syntaxe et la sémantique des langages de modélisation font partie des bases de comparaison entre les différents modèles. Les principaux langages et modèles que l'on retrouve en Modélisation d'Entreprise sont présentés pour une grande majorité en **Annexes I**.

Le Tableau 1.3 présente les principaux aspects de l'entreprise qui peuvent être modélisés dans un environnement CIM (Computer Integrated Manufacturing) ainsi que des exemples de modèles permettant de couvrir ces différents aspects.

ASPECTS de l'entreprise à modéliser		EXEMPLES DE MODELES s'appuyant sur des langages de modélisation semi-formels
Fonctionnels	<i>Que doit-il être fait ?</i>	Modèle de domaines CIMOSA Décomposition fonctionnelle CIMOSA Diagramme d'activité IDEF0 Carte de processus MECI
Décisionnels	<i>Que doit-il être décidé ?</i>	Grille GRAI Réseau GRAI Arbre d'indicateurs ARIS
Stratégiques	<i>Dans quel but ?</i>	Diagramme d'objectifs ARIS Matrice TOWS Diagramme de but/problème E&P UML
Liés aux produits et aux services	<i>Pour produire quoi ?</i>	Arbre de prestations/produits ARIS Matrice de choix de produits ARIS
Liés aux ressources	<i>Avec qui ?</i>	Modèle de ressources techniques ARIS Sous-modèle d'équipements IDEF2
Environnementaux	<i>Pour qui et dans quel contexte / environnement ?</i>	Diagramme d'échange de prestations/produits ARIS
Informationnels	<i>Quelles informations produites et échangées ?</i>	Diagramme Entité/Relation GRAI Diagramme Entité/Relation IDEF1x Modèle de termes spécifiques ARIS
Liés aux flux	<i>Quels flux piloter ?</i>	Diagramme de description de flux de contrôle de processus IDEF3 Représentation modulaire/organique AMS
Organisationnels	<i>Qui doit faire quoi et où ?</i>	Organigramme ARIS Diagramme de réseau ARIS
Comportementaux	<i>Comment et quand ?</i>	Modèle de comportement CIMOSA Chaîne de Processus Événementiel ARIS

Tableau 1.3 : Aspects de l'entreprise à modéliser et exemples de modèles

Les modèles réalisés au travers de la Modélisation d'Entreprise sont exprimés dans des langages de modélisation utilisant avant tout le vocabulaire du gestionnaire, ce qui facilite ainsi la communication entre la MOA (gestionnaire-utilisateur) et la MOE (concepteur de système d'information au sens large : SIF et SII). Ils permettent de s'assurer que les parties intéressées partagent la même compréhension des aspects importants du fonctionnement et de l'organisation de l'entreprise (Ushold *et al.*, 1997). Idéalement, les objets présents dans les modèles d'entreprise devraient se traduire ou correspondre aux objets du système d'information. En général, il n'y a pas de correspondance directe, mais les premiers objets aident cependant à définir les seconds (Eriksson *et al.*, 2000).

La Modélisation d'Entreprise (ou Business Modelling) permet ainsi de dépasser le cadre de la modélisation des processus métier (ou Business Process Modelling) utilisée en ingénierie des systèmes d'information (Eriksson *et al.*, 2000; Vernadat, 2002c), en proposant à l'analyste des outils de description du système entreprise qui permettent de spécifier le Système d'Entreprise Formalisé (SEF) à partir des besoins ainsi identifiés et peuvent aider à spécifier le système d'information formalisé (SIF) avant de faire référence à des implémentations particulières et de mettre en œuvre des solutions technologiques pour concevoir et implémenter notamment des Systèmes d'Information Informatisés (SII). Nous proposons, en guise de synthèse, le schéma de la Figure 1.9.

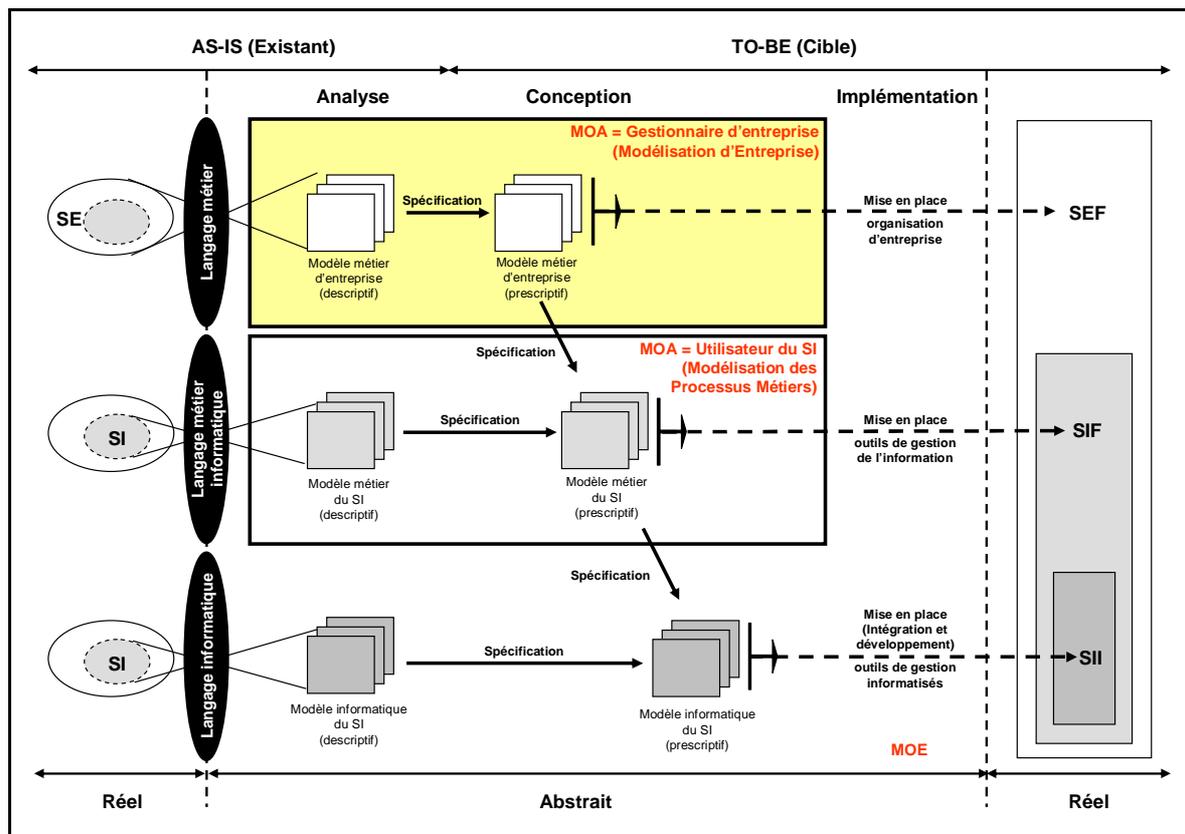


Figure 1.9 : La modélisation métier de l'entreprise pour aider à identifier les besoins de gestion et la conception de systèmes d'information

3.2. Des cadres méthodologiques pour des approches structurées

Plus qu'une combinaison de modèles et de langages, la Modélisation d'Entreprise définit des cadres méthodologiques pour répondre à ses différents objectifs d'analyse et de conception de système intégrés de production ou de système d'information. Ces cadres méthodologiques permettent de mobiliser et d'organiser les connaissances pour concevoir et maîtriser le système d'information de l'entreprise. Ils peuvent être de véritables architectures d'entreprise (Vernadat, 1999) ou, plus simplement, des méthodes de représentation (Kowalski, 2006). Un état de l'art de ces cadres méthodologiques est présenté en **Annexes I** et sera synthétisé dans le **Chapitre 5**.

En nous inspirant des travaux de standardisation menés à travers l'initiative GERAM (General Enterprise Reference Architecture and Methodologies) (Bernus *et al.*, 1997; IFIP-IFAC Task Force, 1999; Kosanke *et al.*, 1999a), et des travaux de normalisation menés avec les normes ISO 15704 (2000 et 2005) (AFNOR, 2000; AFNOR, 2005a) et le projet de norme ISO 19439 (AFNOR, 2002), complété d'une analyse bibliographique, nous dégagons que, pour la plupart des auteurs, un cadre méthodologique issu de la Modélisation d'Entreprise se définit par (Figure 1.10) :

- **un cadre de modélisation** qui structure la cohérence et gère la complexité des modèles d'entreprise selon trois dimensions : la dimension des **vues de modélisation** qui structure la représentation de différents aspects de l'entreprise; la dimension de généralité qui regroupe les modèles selon leur degré de généralité; la dimension des **phases de modélisation** qui identifie les phases du cycle de vie d'un modèle d'entreprise (expression des besoins métier, spécification de conception, implémentation, etc) bien souvent confondues avec les niveaux d'abstraction (conceptuel, réalisationnel, structurel) (Roboam, 1993).
- **un cadre conceptuel** unifié qui définit les concepts de base, les éléments de construction du langage de modélisation ou "constructs"
- **un langage de modélisation** qui mobilise les concepts définis dans le cadre conceptuel et des formalismes, graphiques avant tout (IFIP-IFAC Task Force, 1999), et partagé entre les différents participants de l'étude
- **un jeu de modèles** établis à partir du langage de modélisation et définis en fonction des trois dimensions du cadre de modélisation.
- **une ou plusieurs démarches structurées** de modélisation qui mettent en œuvre le cadre de modélisation, et mobilisent les langages de représentation pour guider l'analyste dans sa démarche, diagnostiquer les anomalies du système étudié et communiquer avec les acteurs concernés (Vernadat, 1999; Walliser, 1977). Ces démarches structurées doivent guider

pas à pas le déroulement de l'étude et la réalisation des modèles. Elles définissent les différentes étapes d'application de la méthode, les réalisations, ses participants et la gestion du travail en équipe (Roboam, 1993). Elles récapitulent "les points à examiner, les documents à fournir et les moyens à mettre en œuvre" en fonction d'un objectif précis de conception. L'assistance fournie peut aller du simple aide-mémoire (check-list), à une définition formelle et rigoureuse de la manière dont doivent se dérouler l'analyse et la conception" (Pierreval, 1990).

Un cadre méthodologique repose en outre sur :

- **une représentation systémique** du système étudié (système entreprise ou sous-système)

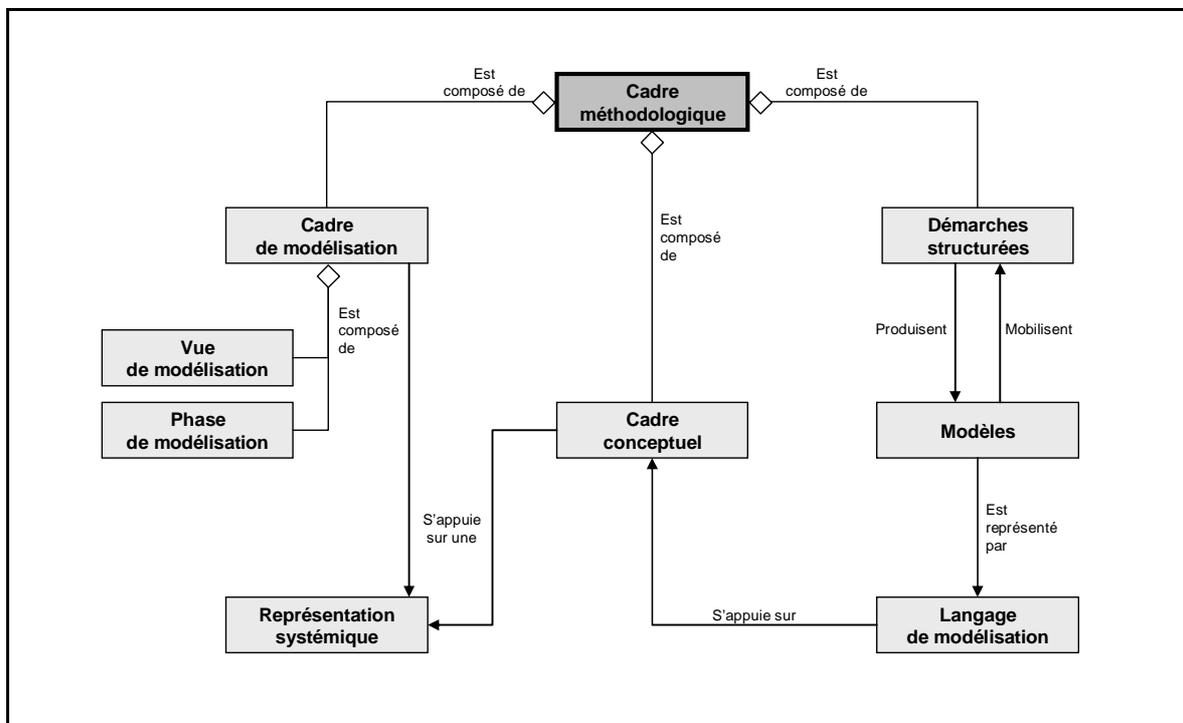


Figure 1.10 : Description d'un cadre méthodologique issu de la Modélisation d'Entreprise

Nous noterons ainsi que ces cadres méthodologiques, structurés autour de cadres de modélisation, proposent donc une représentation métier du système étudié au niveau des "phases amont" de modélisation (expression des besoins, spécification de conception métier, etc). Ces modèles couvrent en outre différents aspects de l'entreprise en fonction de la nature des vues définies dans le cadre de modélisation. Ces vues portent avant tout sur le contenu des modèles en présentant à l'utilisateur ou au développeur de modèles les divers aspects de l'entreprise décrits selon différents sous-ensembles ou "vues d'un modèle d'entreprise" (Fonction, Information, Ressource, Organisation, etc) (AFNOR, 2002).

Ces cadres méthodologiques visent ainsi à garantir la réutilisabilité de la démarche (et des modèles) et à favoriser l'obtention de modèles de qualité en proposant les propriétés suivantes (Fox *et al.*, 1998; Scheer, 2002) :

- **Complétude** fonctionnelle
- **Généralité** des métiers couverts (gestion commerciale, gestion de production, etc.)
- **Efficacité** et validité des modèles pour l'expression des besoins et l'aide à la conception
- **Niveau de Précision** satisfaisant des modèles obtenus
- **Lisibilité** (clarté) et facilité de compréhension de la démarche et d'utilisation des modèles par les utilisateurs
- **Simplicité** garantie par un nombre réduit de concepts assurant la compréhension métier du système entreprise

3.3. Un cadre méthodologique pour l'entreprise agricole : un véritable enjeu

En sciences de gestion, le langage naturel n'est en général pas suffisamment formalisé pour représenter le fonctionnement et l'organisation des entreprises et identifier les besoins de gestion (Moisdon, 1997). Il souffre du manque de clarté, de la complexité difficilement compréhensible des faits présentés, et d'éventuelles contradictions : "les descriptions verbales sont de ce fait peu appropriées pour la spécification des systèmes d'informations" (Scheer, 2002). En outre, les langages "véhiculaires" (comptable, juridique, financier, informatique, techniques) utilisés couramment pour parler de la gestion sont chacun, trop incomplets, trop spécialisés. Il est ainsi difficile d'en déduire un discours structuré et intelligible par tous les métiers de l'entreprise (Mélèse, 1984).

L'enjeu est ainsi grand de disposer d'un langage métier unifié permettant de comprendre, d'analyser et d'échanger sur le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise agricole. Disposer d'un langage métier structuré autour de concepts-clés permet de formaliser la connaissance sur l'entreprise et de faciliter la communication et la compréhension des modèles (Kalpic *et al.*, 2002).

L'emploi d'un langage de représentation semi-formel facilite cette communication et cette compréhension (Roboam, 1993). "Un schéma vaut parfois mieux qu'un long discours". "L'emploi de modèles graphiques permet de pallier certains inconvénients du langage naturel que nous utilisons quotidiennement. Ces modèles sont, en effet, plus lisibles et plus faciles à comprendre que des rapports rédigés de façon classique. Les spécifications gagnent en clarté et rigueur, et les cahiers des charges souffrent moins d'ambiguïtés, d'imprécisions et d'omissions" (Pierreval, 1990). Ces modèles graphiques (utilisant boîtes, cercles, flèches) sont très efficaces pour une compréhension commune et la communication entre personnes à cause de leur syntaxe (formalismes) plus expressive, plus informelle et plus facile à comprendre et à s'approprier (Vernadat, 1996).

Le langage métier établi doit ainsi pouvoir être **compris** par le gestionnaire de l'entreprise, l'analyste métier et l'analyste de système d'information (concepteur de système d'information automatisé ou non). En outre, il doit pouvoir être **utilisé** par l'**analyste métier**, chargé de l'élaboration des modèles.

Mais, plus qu'un langage métier, c'est un véritable cadre méthodologique pour la représentation métier dont il convient de disposer pour l'entreprise agricole dans une perspective d'ingénierie de système d'information, mais aussi d'ingénierie d'entreprise, à l'instar des cadres méthodologiques définis en Modélisation d'Entreprise. Nous venons de le voir, afin d'identifier les situations et les besoins de gestion (Girin, 1983) et de spécifier de nouveaux outils, de nombreux modèles de l'entreprise sont nécessaires pour rendre intelligible, dans un langage métier, différents aspects de l'entreprise. Ils doivent permettre de comprendre et d'analyser ce que fait le gestionnaire de l'entreprise, et de représenter, dans le langage du gestionnaire, l'organisation et le fonctionnement de l'entreprise. Plusieurs modèles sont ainsi nécessaires pour capturer toute l'information utile et représenter les différents aspects de l'entreprise. Ils doivent en outre permettre d'aider à formaliser, de définir le besoin détaillé et d'identifier les points intéressants du système d'information (automatisé ou non) à concevoir pour le gestionnaire.

Compte tenu des éléments précédemment décrits, ce cadre méthodologique, pour la représentation métier de l'entreprise agricole, doit notamment reposer sur :

- une ou plusieurs **démarches de modélisation**, adaptées à la petite dimension humaine des entreprises agricoles, permettant d'inscrire le projet de modélisation dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information.
- un **langage de représentation métier et graphique** mobilisant un cadre conceptuel métier, constituant les éléments de construction du langage métier ("constructs") et se basant sur des formalismes graphiques utilisables par l'analyste métier (conseiller agricole, chercheur, enseignant,...). Ce langage doit être compréhensible par le gestionnaire d'entreprise agricole, l'analyste et le concepteur de système d'information (informatisé ou non).
- des **modèles descriptifs** permettant de représenter graphiquement les différents aspects de l'entreprise agricole (et notamment ses particularités) pour comprendre le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise et aider à identifier ses besoins de gestion. Ces modèles doivent pouvoir représenter à la fois les systèmes existants (ou "AS-IS") et les systèmes futurs (ou "TO-BE"). Dans le cadre de l'entreprise agricole, ces modèles doivent à la fois permettre d'orienter les choix d'organisation de la gestion des informations dans l'entreprise (SIF) et les choix d'automatisation d'une partie du système d'information (SII), tout en proposant une nouvelle organisation de l'entreprise (SEF).

Conclusion

L'amélioration des performances du système d'information et plus globalement de l'entreprise agricole nécessite de concevoir de nouveaux outils de gestion, informatisés ou non, mieux adaptés à l'organisation et aux besoins de chaque entreprise agricole.

Pour aider à identifier les besoins des entreprises en termes d'outils de gestion, l'expérience industrielle montre la nécessité de disposer de modèles sur le système entreprise et le système d'information. Ces modèles, "abstractions du monde réel exprimées dans un langage de représentation", facilitent la compréhension et la communication d'une réalité perçue comme complexe (Bernus, 2003).

En ingénierie des systèmes d'information, avant tout informatisés, les modèles du système d'information ont montré leurs limites pour l'analyse et l'expression du besoin. La modélisation des processus métier a ainsi été introduite pour faciliter les échanges entre la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre en permettant d'exprimer les besoins en système d'information, indépendamment des solutions techniques retenues. Les langages de modélisation, principalement issus de la communauté informatique, se limitent cependant souvent à modéliser un aspect particulier de l'entreprise : les processus métier.

Pour aider à identifier les véritables besoins des entreprises, d'autres aspects de l'entreprise gagneraient à être modélisés et d'autres langages de modélisation à être utilisés. La Modélisation d'Entreprise dépasse le cadre de la modélisation des processus métier pour recueillir, à travers différents modèles de l'entreprise, davantage d'informations nécessaires à l'identification des besoins de gestion des entreprises. Les modèles obtenus permettent ainsi un véritable apprentissage de l'organisation (Hatchuel *et al.*, 1993) en représentant la structure, les activités, les processus, les informations, les ressources, les acteurs, les comportements, les buts et les contraintes d'une entreprise (Fox *et al.*, 1998). Ces modèles permettent alors d'analyser le système existant et de réfléchir aux systèmes à concevoir.

Pour obtenir ces modèles, il convient de disposer d'un véritable cadre méthodologique. Ce cadre doit s'appuyer sur un langage de représentation métier et graphique pour faciliter la communication entre acteurs. Il doit également s'appuyer sur une ou plusieurs démarches structurées pour élaborer les modèles descriptifs couvrant les principaux aspects de l'entreprise à modéliser. Ces modèles doivent à la fois permettre d'orienter les choix d'organisation de la gestion des informations dans l'entreprise (SIF) et les choix d'informatisation d'une partie du système d'information (SII), tout en proposant une nouvelle organisation de l'entreprise (SEF).

Dans une perspective d'ingénierie des systèmes d'information mais aussi d'entreprise, nous faisons l'hypothèse que les cadres méthodologiques issus de la Modélisation d'Entreprise, peuvent aider à formaliser un tel cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole, ce qui représente aujourd'hui un véritable enjeu pour le secteur agricole.

Partie 2

La représentation métier
de l'entreprise agricole :
intérêts et limites des
cadres méthodologiques
existants

Etat de l'art, problématique
et méthodologie

Résumé

Dans une perspective d'ingénierie de systèmes d'information, mais aussi d'entreprise, comme nous venons de le voir dans les chapitres précédents, la conception d'outils de gestion, et plus particulièrement de systèmes d'information adaptés au fonctionnement et à l'organisation des entreprises, pousse gestionnaires et concepteurs à communiquer sur la base de modèles de représentation métier. Nous faisons ainsi l'hypothèse que les cadres méthodologiques issus de la Modélisation d'Entreprise, peuvent aider à formaliser un tel cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole.

Dans cette partie, nous établirons ainsi un état de l'art des cadres méthodologiques existants dans le secteur agricole en analysant leurs atouts et limites pour aider à identifier les besoins de gestion à des fins notamment de conception de systèmes d'information (**Chapitre 4**). Nous établirons de la même manière un état de l'art des cadres méthodologiques existants dans le secteur industriel en analysant leurs atouts et limites vis-à-vis d'une modélisation possible du fonctionnement et de l'organisation de l'entreprise agricole et de leur capacité à identifier les besoins métiers à des fins notamment de conception de systèmes d'information (**Chapitre 5**). Nous présenterons enfin notre problématique de recherche et notre approche méthodologique pour proposer un cadre méthodologique, largement inspiré de la Modélisation d'Entreprise et adapté aux entreprises agricoles (**Chapitre 6**).

Chapitre 4

Intérêts et limites des cadres méthodologiques issus du secteur agricole

Résumé

Comme nous venons de le voir dans la partie 1, il est nécessaire de disposer d'un cadre méthodologique de représentation métier pour aider à identifier les besoins de chaque entreprise agricole.

Nous proposons dans ce chapitre de réaliser un état de l'art des cadres méthodologiques issus du secteur agricole. A travers une analyse bibliographique approfondie, l'élaboration de modèles et une grille d'analyse établie à partir des besoins en modélisation identifiés dans le chapitre 3, nous identifierons les principaux intérêts et limites de ces cadres méthodologiques issus du secteur agricole pour aider à l'expression des besoins métiers.

Ce chapitre a fait l'objet, pour partie, d'un article à la conférence MOSIM'06 (Abt et al., 2006b)

Sommaire

- 1 Présentation des cadres méthodologiques existants**
 - 1.1 L'Approche Globale de l'Exploitation Agricole (AGEA)
 - 1.2 L'Approche Spatiale de l'Exploitation Agricole (ASEA)
 - 1.3 Les autres cadres méthodologiques

- 2 Analyse des cadres méthodologiques existants**
 - 2.1 Grille d'analyse
 - 2.2 Intérêts et limites

1. Présentation des cadres méthodologiques existants

La recherche sur les systèmes agricoles utilise souvent la modélisation (Attonaty *et al.*, 1991b; Cheeroo-Nayamuth, 1999; Laurent *et al.*, 2003; Papy, 2000; Sinclair *et al.*, 1996; Zahm, 2003). Selon une typologie des méthodes de modélisation du secteur agricole, proposée par (Gras *et al.*, 1989), les cadres méthodologiques que nous recherchons pour la représentation métier de l'exploitation agricole correspondent aux méthodes d'"Analyse Par les Systèmes". Ces méthodes s'appuient sur l'analyse systémique et permettent de "mobiliser et d'organiser les connaissances d'un système complexe, comme celles concernant l'interdépendance des processus et des systèmes de culture dans l'exploitation agricole" (Papy, 2001). Ces méthodes d'"Analyse Par les Systèmes" se distinguent, selon (Gras *et al.*, 1989), des méthodes de diagnostic (Briquel *et al.*, 2001; Zahm, 2003), de simulation (Martin-Clouaire *et al.*, 2003b; Martin-Clouaire *et al.*, 2004; Romera *et al.*, 2004), d'expérimentation, d'enquête ou de suivi.

Une analyse bibliographique fouillée dans le secteur agricole nous amène au constat suivant : peu de cadres méthodologiques existent véritablement pour la représentation métier de l'exploitation agricole. En outre, aucun d'entre eux n'est dédié à l'expression des besoins et la spécification des systèmes d'information.

Nous recensons deux cadres méthodologiques principaux. Ils s'attachent avant tout à comprendre le fonctionnement et l'organisation de l'exploitation agricole : l'Approche Globale de l'Exploitation Agricole (**AGEA**) et l'Approche Spatiale de l'Exploitation Agricole (**ASEA**). Ces cadres méthodologiques sont complémentaires et sont aujourd'hui les plus utilisés dans le secteur agricole. Nous les étudierons plus en détail ici. Nous illustrerons ces cadres méthodologiques par les modèles que nous avons pu établir sur l'exploitation agricole de l'Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole (EPLFPA) de Marmilhat (Figure 1.1).

1.1. L'Approche Globale de l'Exploitation Agricole (AGEA)

La méthode **AGEA** "Approche Globale de l'Exploitation Agricole" s'appuie sur la démarche systémique (Brossier, 1987; Brossier *et al.*, 1990) pour comprendre et analyser le fonctionnement global de l'exploitation agricole. Elle vise à « étudier un complexe de décisions et d'actions qui sont le fait de personnes – individus ou groupes – agissant dans un environnement en vue de satisfaire les finalités fixées à cette exploitation ». Le système étudié est l'exploitation agricole familiale. Cette méthode est destinée avant tout aux enseignants, étudiants et conseillers agricoles et a été décrite dans 2 ouvrages pédagogiques (Bonneviale *et al.*, 1989; Marshall *et al.*, 1994). Bien que définie il y a plus de vingt ans, elle reste aujourd'hui la plus employée dans le secteur agricole. Elle a récemment été adaptée aux exploitations horticoles (Bron *et al.*, 2004) et a été complétée par l'ASEA.



Figure 2.1 : L'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Marmilhat

Le cadre méthodologique de l'AGEA propose une démarche d'enquête bien détaillée. Elle se déroule en plusieurs étapes : collecte et traitement des informations, modélisation et diagnostic, restitution et validation. La collecte des informations s'effectue lors de 2 visites d'entreprise, d'une journée maximum chacune. Les **6 domaines d'investigation** qui structurent les enquêtes sont : l'historique de l'exploitation, l'affectation du parcellaire et du bâti, les processus de productions végétales et animales, l'organisation du travail, les rapports de l'exploitation avec son environnement, la trésorerie et le revenu de l'exploitation (Marshall *et al.*, 1994). Ces domaines d'investigation font l'objet d'une collecte importante d'informations. Une faible quantité d'information est cependant restituée au final sous la forme de 3 types de modèles :

- des schémas de conduite de processus de production – processus opérationnels (Figure 2.2)
- un schéma de fonctionnement au niveau stratégique – processus décisionnels (Figure 2.3)
- un schéma de fonctionnement au niveau social – peu utilisé

La Figure 2.2 présente un "schéma de conduite de processus de production". Il propose de situer, sur un axe des temps, les principales opérations/interventions réalisées durant une campagne de production pour une culture donnée.

La Figure 2.3 présente le schéma "clé" de la méthode AGEA : le "schéma de fonctionnement au niveau stratégique". Ce modèle décline les principales finalités de l'entreprise en objectifs stratégiques. Chaque objectif stratégique sert de cadre aux principales décisions stratégiques dont l'impact sur le système opérant est symbolisé par un jeu de flèches.

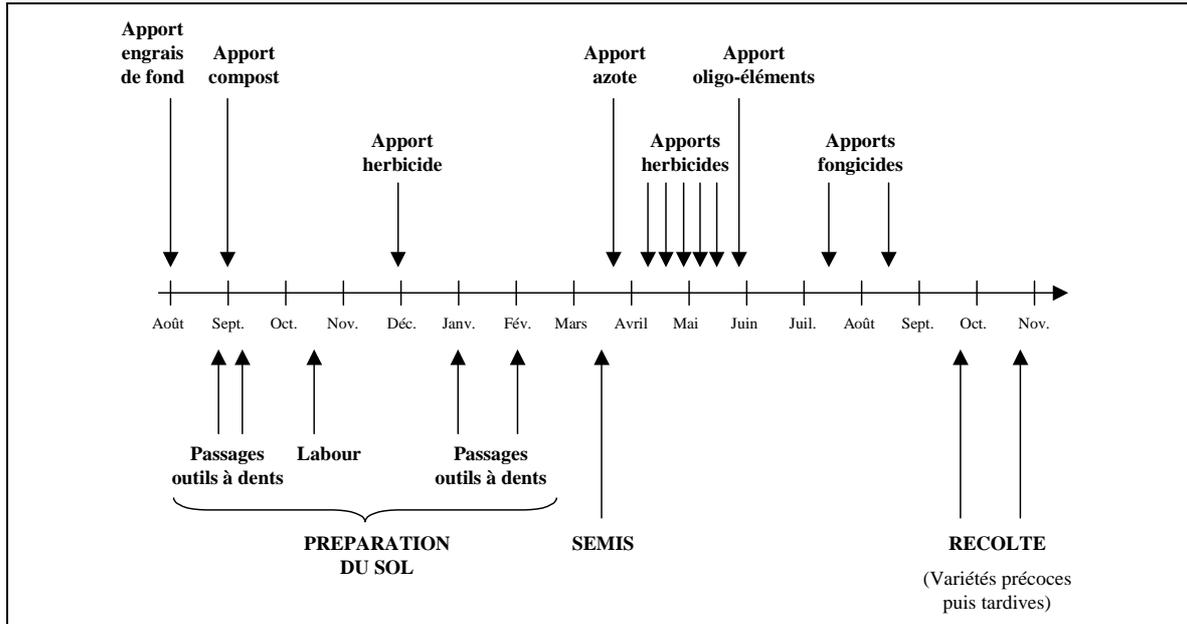


Figure 2.2 : Modélisation des processus opérationnels : Exemple de schéma de conduite du processus de production de la betterave à sucre (AGEA)

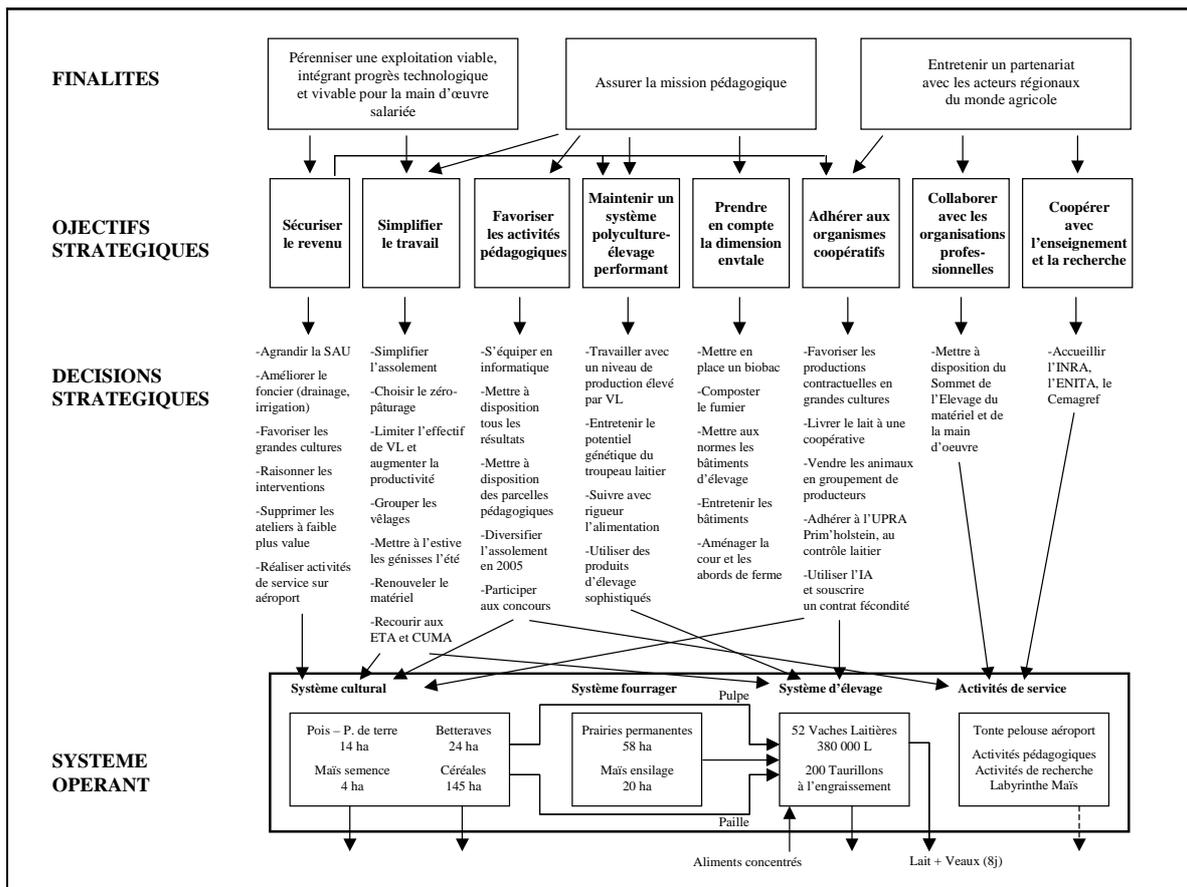


Figure 2.3 : Modélisation des processus décisionnels : Exemple de schéma de fonctionnement au niveau stratégique (AGEA)

Les modèles proposés font appel à différents concepts comme ceux d'opération, de calendrier, de finalité, d'objectif et de décision stratégiques, d'atout et de contrainte, mais ne font pas l'objet de formalismes rigoureux et bien établis. Ils rendent compte du fonctionnement global de l'entreprise mais ne permettent pas une formalisation précise de l'ensemble des informations collectées. Les représentations obtenues permettent une compréhension avant tout de la stratégie de l'entreprise, mais sont limitées quant à la description du fonctionnement tactique et opérationnel et inexistantes quant à la description des aspects informationnels.

1.2. L'Approche Spatiale de l'Exploitation Agricole (ASEA)

La méthode **ASEA** "Approche Spatiale de l'Exploitation Agricole" est issue d'une volonté d'approfondir les dimensions spatiales de la méthode AGEA (Naïtlho et al., 2003). Elle vise à « modéliser l'organisation du territoire de l'exploitation à partir de l'analyse des pratiques de l'exploitant et à identifier les caractéristiques du territoire de l'exploitation qui jouent comme atouts ou contraintes pour la production agricole ou le multi-usage de l'espace ». Le système étudié est l'exploitation agricole, mais la méthode a plus particulièrement été définie pour les exploitations d'élevage. Cette méthode est destinée avant tout aux enseignants, étudiants et conseillers agricoles.

Le cadre méthodologique de l'ASEA propose une démarche d'enquête bien détaillée. Elle se déroule en plusieurs étapes : collecte et traitement des informations, modélisation, restitution et validation. La collecte des informations s'effectue lors de 2 visites de l'exploitation, d'une demi-journée maximum chacune. Les 4 domaines d'investigation qui structurent les enquêtes sont : l'historique de l'exploitation, l'affectation du parcellaire et du bâti, les processus de productions végétales, les processus de production animales. Ces domaines d'investigation correspondent à ceux de l'AGEA présentés auparavant, mais la prise en compte de l'espace favorise la collecte d'informations sur les ressources et l'organisation de l'exploitation, tout en limitant celle concernant les processus de production. Comme pour l'AGEA, seule une faible quantité d'information est restituée au final sous la forme de 5 types de modèles :

- un calendrier d'allotement (répartition dans le temps des lots d'animaux) (Figure 2.4)
- un schéma de structure du territoire de l'exploitation
- des schémas d'utilisation du territoire (Figure 2.5)
- des schémas de configuration du territoire
- un schéma d'organisation du territoire (Figure 2.6)

La Figure 2.4 présente, à travers un calendrier d'allotement, la répartition des lots d'animaux selon la période de l'année. La Figure 2.5 présente, à travers un schéma de l'utilisation du territoire, l'organisation spatiale et temporelle des opérations liées aux cultures. Le modèle repose sur une repré-

sentation simplifiée du parcellaire de l'exploitation agricole (schéma de structure du territoire de l'exploitation). Par un jeu de coloris et de formalismes très libres, le schéma présente ici, selon les saisons et pour une année donnée, la répartition des opérations sur les cultures par lots de parcelles. La Figure 2.6 présente, à travers un schéma d'organisation du territoire, la répartition spatiale des principaux processus de production en lien avec les atouts et les contraintes du territoire de l'exploitation.

Ces modèles font appel à différents concepts comme ceux d'opération, de calendrier, de parcelle, d'animal, de lot, d'atout, de contrainte. Ils font appel à davantage de formalisme (graphes) que les modèles proposés par l'AGEA, sans être pour autant très bien établis. Les représentations obtenues permettent avant tout une compréhension au niveau stratégique de l'organisation de l'entreprise (organisation spatiale des ressources et des processus), qu'une description précise de son organisation aux niveaux tactique et opérationnel.

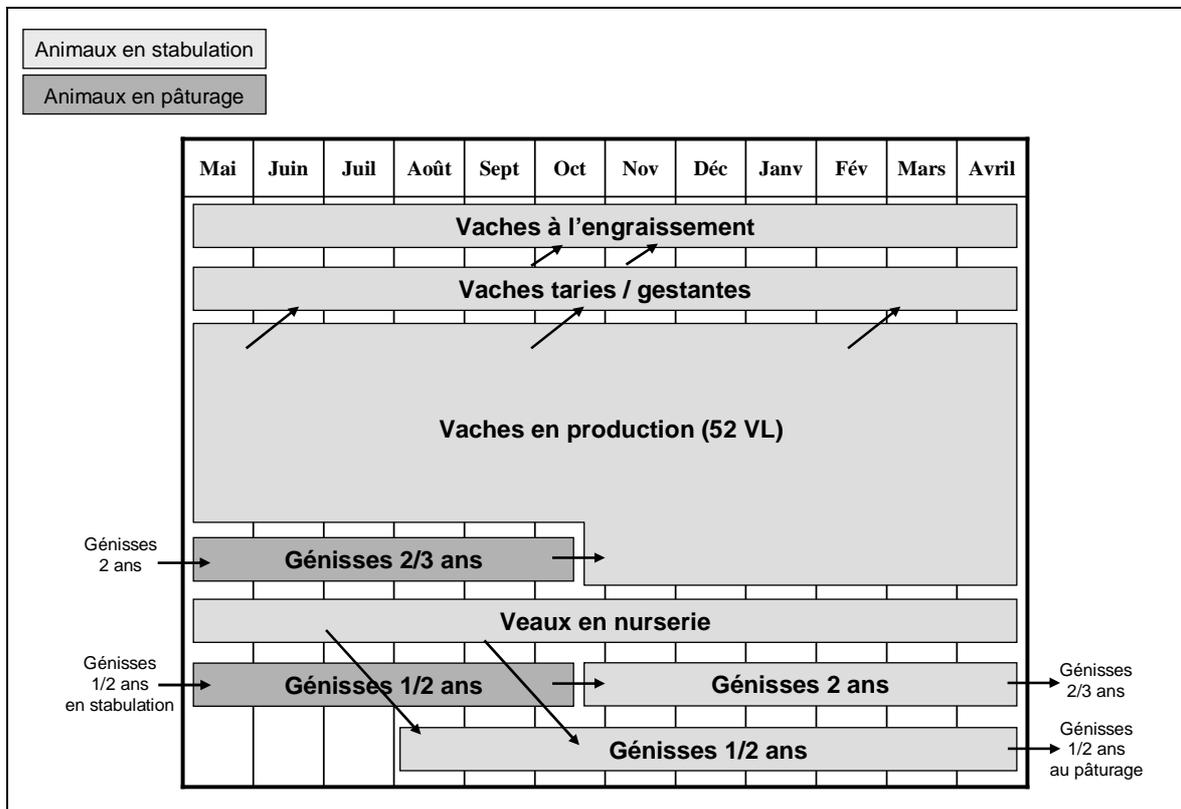


Figure 2.4 : Modélisation de l'organisation des ressources animales : Exemple de calendrier d'allotement pour un élevage de brebis (ASEA)

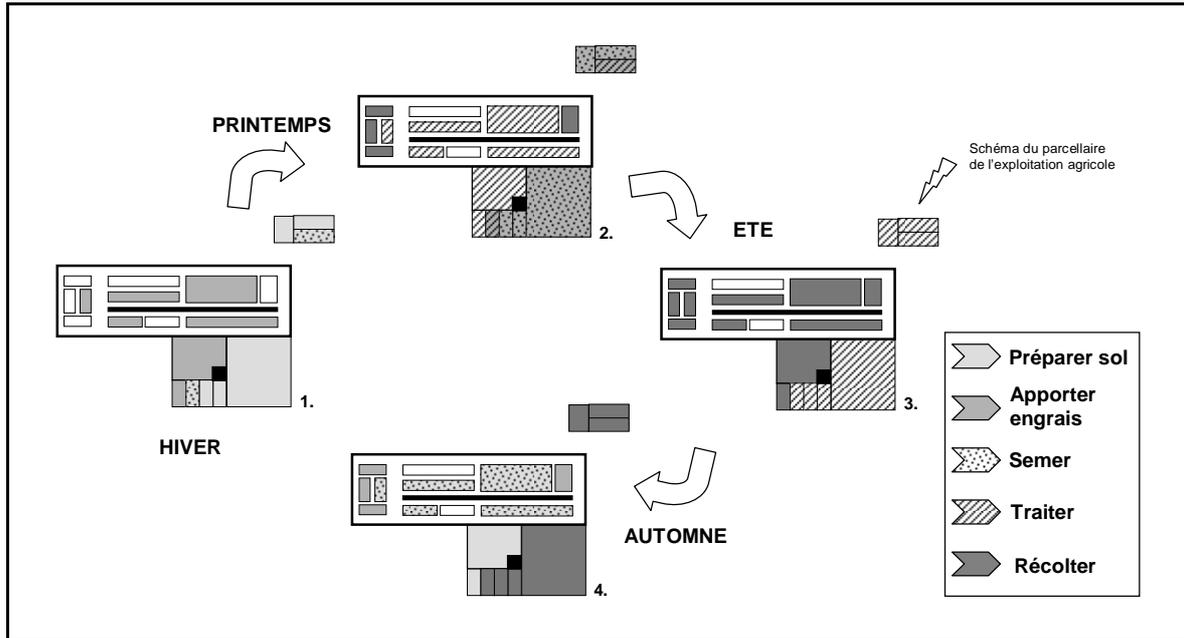


Figure 2.5 : Modélisation des processus opérationnels : Exemple d'organisation spatiale et temporelle des opérations liées aux cultures (ASEA)

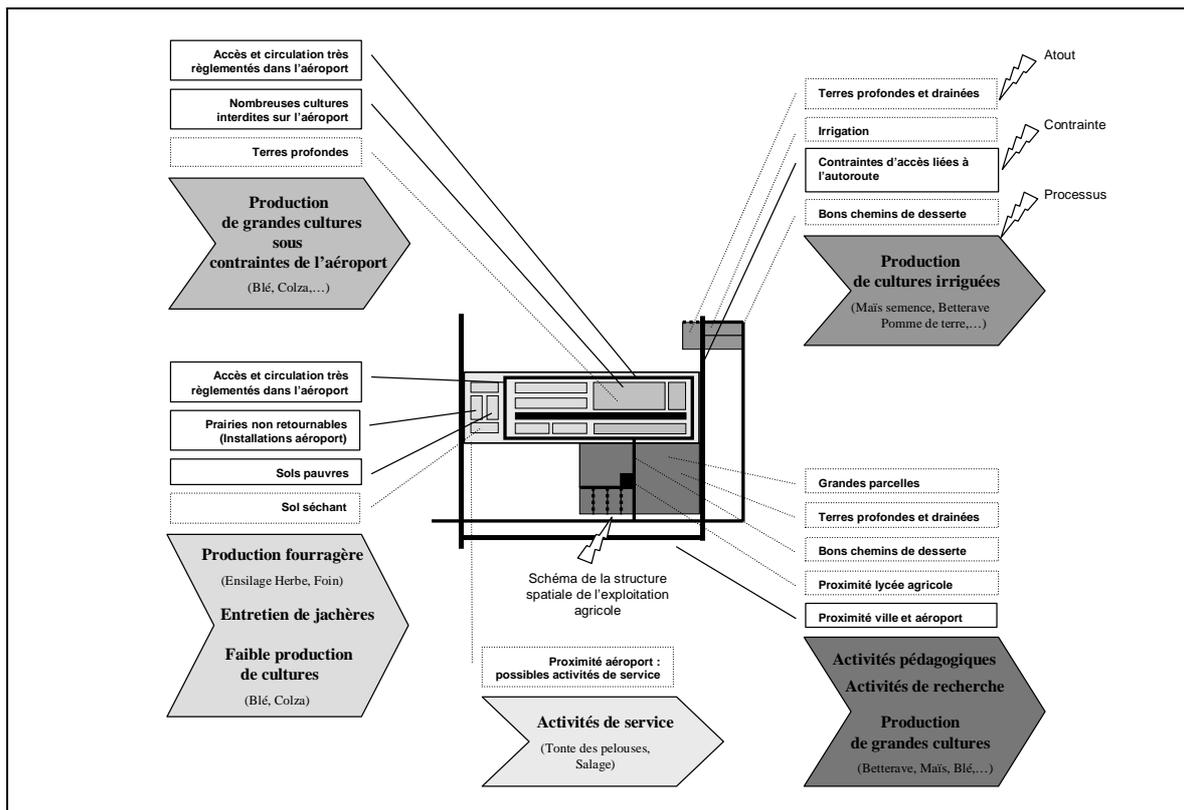


Figure 2.6 : Modélisation des processus: Exemple d'organisation spatiale des principaux processus en lien avec la répartition spatiale des atouts/contraintes du territoire de l'exploitation agricole (ASEA)

1.3. Les autres cadres méthodologiques

Les méthodes **AGEA** et **ASEA** sont les deux cadres méthodologiques les plus utilisés, les mieux décrits et les plus complets du secteur agricole. Nous avons pu cependant recenser d'autres approches pour la représentation métier de l'exploitation agricole.

La méthode **GEEA** (Guide d'Etude de l'Exploitation Agricole) propose sensiblement le même type de représentations que la méthode **AGEA**. D'une méthode à l'autre, seules la conduite des entretiens et la restitution schématique du fonctionnement de l'exploitation agricole diffèrent. Elle est décrite dans (Capillon *et al.*, 1988) et est destinée avant tout, elle aussi, à la pédagogie.

La méthode "Bilan Travail" (**BT**) propose une représentation de l'organisation du travail à l'échelle de l'exploitation agricole (Dedieu *et al.*, 2000). Elle se concentre sur les exploitations d'élevage, et vise à évaluer les temps passés à la mise en œuvre des pratiques d'élevage par l'ensemble des travailleurs. Elle est destinée au conseiller agricole pour élaborer un diagnostic de cette répartition du travail au cours de l'année et n'utilise que très peu de formalismes pour représenter l'organisation des processus de répartition du travail sur l'année.

Plusieurs approches, enfin, permettent de décrire des processus ou des aspects bien précis de l'exploitation agricole. Ainsi, certains auteurs proposent une modélisation des décisions stratégiques à l'échelle de l'exploitation agricole (**IPSEA**) (Hémidy *et al.*, 1993), une modélisation des opérations et des décisions de conduite des cultures (**MCC**) (Cerf *et al.*, 1990a), une modélisation des opérations et des décisions de conduite des troupeaux (**MCT**) (Ingrand *et al.*, 2003; Ingrand *et al.*, 1993), une modélisation des flux d'information pour la décision agricole (**MDFIA**) (Fountas *et al.*, 2006). A ces approches, pourraient s'ajouter les rares approches qui visent à mettre en place une démarche qualité dans l'entreprise agricole (selon les référentiels ISO 9001 et ISO 14001) (Alternatech Agro-Transfert, 2004b). Celles-ci n'utilisant pas de formalismes graphiques pour représenter le système entreprise, nous ne les avons donc pas intégrées dans notre état de l'art comparatif.

Ces différentes approches, ne disposant pas toujours d'une démarche et d'une formalisation très explicites, sont ainsi difficilement identifiables et identifiées parfois de manière subjective. Nous les distinguons cependant ici des travaux qui présentent avant tout des modèles (Aubry *et al.*, 1998a; Cros *et al.*, 2003; Hervé *et al.*, 2002), des ébauches de formalismes ou des réflexions conceptuelles¹ (Attonaty, 1980; Coléno, 2002; Dufy *et al.*, 2006; Goense *et al.*, 1994; Jeannequin *et al.*, 2003; Magne, 2006; Magne, 2007; Martin-Clouaire *et al.*, 2003b; Moulin *et al.*, 2004; Nash *et al.*, 2009; Sebillote *et al.*, 1990) et qui révèlent bien souvent une modélisation intéressante mais difficilement réutilisable et ne définissent pas pour autant un véritable cadre méthodologique tel que nous l'avons défini dans le **Chapitre 3**.

¹ Certaines de ces réflexions conceptuelles ont été décrites en Annexes I.10.

Ces approches et travaux peu formalisés peuvent du reste préfigurer la genèse de nouveaux cadres méthodologiques, à l'instar des méthodes aujourd'hui bien définies. En effet, la définition de la méthode AGEA, par exemple, fait suite à de nombreuses réflexions sur les démarches d'enquête (Lebrun, 1979) et les concepts agricoles (Brossier, 1987; Gras *et al.*, 1989). Elle s'inspire notamment de la méthode GEEA et a été enrichie progressivement (Marshall *et al.*, 1994) par de nouvelles réflexions (Hémidy *et al.*, 1993). De la même manière, la méthode ASEA s'inscrit dans la lignée des travaux de l'AGEA et des réflexions sur les concepts et les formalismes utiles à la compréhension de l'organisation spatiale des exploitations (Capitaine *et al.*, 2001; Deffontaines *et al.*, 1990; Lardon *et al.*, 2000a; Lardon *et al.*, 2000b; Morlon *et al.*, 1990; Naïtlho *et al.*, 1999).

Pour ces raisons, l'étude bibliographique présentée ici n'a pas la prétention d'être totalement exhaustive. Cependant, les cadres méthodologiques identifiés, et notamment ceux de l'AGEA et de l'ASEA, constituent les principaux cadres existants et utilisés dans le secteur agricole pour comprendre et représenter, dans leur globalité, les processus, l'organisation et le fonctionnement métier de l'exploitation agricole. Le Tableau 2.1 récapitule, en guise de synthèse, les cadres méthodologiques identifiés.

2. Analyse des cadres méthodologiques existants

2.1. Grille d'analyse

Afin d'analyser et de caractériser plus finement les cadres méthodologiques identifiés et présentés dans le Tableau 2.1, nous proposons une grille d'analyse établie à partir des caractéristiques identifiées dans le chapitre 3 et nécessaires pour définir un cadre méthodologique complet et pertinent pour la représentation métier de l'entreprise.

Parmi les critères d'évaluation de la grille, nous faisons figurer des renseignements sur les caractéristiques générales des méthodes : objectif principal du cadre méthodologique (analyse, conception), existence d'une démarche de modélisation structurée (oui; limitée, non), facilité d'apprentissage par un analyste métier (facile, abordable, difficile), convivialité des modèles obtenus pour un gestionnaire (oui, limitée, non).

Pour chaque cadre méthodologique, nous précisons le système étudié (exploitation agricole, exploitation d'élevage, système de culture ou d'élevage), le modèle dominant de l'exploitation agricole auquel se réfère le cadre méthodologique (cf. chapitre 1 : "modèle industriel", "modèle familial", "modèle entreprise"), le ou les sous-systèmes à comprendre (système de décision - SD, système d'opération - SO, système d'information - SI) et à concevoir (système d'entreprise formalisé - SEF, système d'information formalisé - SIF, système d'information informatisé ou non - SII ou SInI).

Sigle adopté	Méthode	Biblio	Démarche	Système étudié	Objectifs de modélisation	Public visé	Modèles proposés	Observations
AGEA	Approche Globale de l'Exploitation Agricole	(Bonneviale <i>et al.</i> , 1989; Marshall <i>et al.</i> , 1994)	Structurée en 7 étapes	Exploitation agricole	Comprendre le fonctionnement Proposer un diagnostic Bâtir une vision commune et partagée du système (pédagogie)	Etudiant Enseignant Conseiller (Exploitant)	Schémas de conduite des processus productifs Schéma de fonctionnement au niveau stratégique Schéma de fonctionnement au niveau social	Méthode la plus utilisée aujourd'hui. Evolution de la méthode avec (Marshall <i>et al.</i> , 1994)
ASEA	Approche Spatiale de l'Exploitation Agricole	(Naïthlo <i>et al.</i> , 2003)	Structurée en 5 étapes	Exploitation agricole	Comprendre l'organisation spatiale des activités agricoles Bâtir une vision commune et partagée du système (pédagogie) Comparer les exploitations entre elles	Etudiant Enseignant Conseiller (Exploitant)	Schéma et calendrier d'allotement (constitution des lots d'animaux) Schémas d'organisation spatiale	Méthode complémentaire à l'AGEA
GEEA	Guide d'Etude de l'Exploitation Agricole	(Capillon <i>et al.</i> , 1988)	Structurée en 3 étapes	Exploitation agricole	Comprendre le fonctionnement Proposer un diagnostic Bâtir une vision commune et partagée du système (pédagogie)	Etudiant Enseignant Conseiller (Exploitant)	Schéma des déterminants de la combinaison des productions Schéma de fonctionnement	Méthode « concurrente » de l'AGEA
BT	Bilan Travail	(Dedieu <i>et al.</i> , 2000)	Structurée en 2 étapes	Exploitation d'élevage	Comprendre l'organisation du travail agricole Proposer un diagnostic	Conseiller	Calendrier des temps de travaux	Méthode spécifique aux exploitations d'élevage (travail d'astreinte)
IPSEA	« Instrumentation et Pilotage Stratégique dans l'Entreprise Agricole »	(Hémidy <i>et al.</i> , 1993)	Pas de véritable démarche	Exploitation agricole	Comprendre les processus de décision stratégique	Chercheur Conseiller (Exploitant)	Schéma et calendrier du pilotage stratégique	Réflexions conceptuelles et ébauches de formalismes repris dans l'AGEA
MCC	« Modélisation de la Conduite des Cultures »	(Cerf <i>et al.</i> , 1990)	Pas de véritable démarche (3 étapes ?)	Système de culture	Comprendre les processus de décision tactique	Conseiller Chercheur	Schémas d'actions	Manque de précision sur la démarche et les outils de modélisation. Modèles non publiés
MCT	« Modélisation de la Conduite d'un Troupeau de vaches allaitantes »	(Ingrand <i>et al.</i> , 2003; Ingrand <i>et al.</i> , 1993)	Démarche d'ensemble à préciser	Système d'élevage	Comprendre et formaliser les processus de décision tactique et d'organisation des ressources en lots Simuler à terme les effets de changement de conduite du troupeau	Conseiller Chercheur (Exploitant)	Schéma et calendrier d'allotement (constitution des lots d'animaux) Schéma et calendrier de conduite du troupeau	Nous combinons ici 2 approches de modélisation proposées par Ingrand pour l'étude des troupeaux
MDFIA	« Modélisation des Décisions et des Flux d'Information en Agriculture »	(Fountas <i>et al.</i> , 2005)	Structurée en 3 étapes	Exploitation agricole	Comprendre et formaliser les processus de décision Bâtir une vision commune et partagée du système	Chercheur	Diagramme de flux de données pour chaque décision	...

Tableau 2.1 : Présentation des cadres méthodologiques identifiés et issus du secteur agricole

Nous précisons enfin la capacité du cadre méthodologique à couvrir chacun des aspects de l'entreprise à modéliser (cf aspects identifiés dans le chapitre 3). Nous distinguons, dans un souci de bien prendre en compte certaines particularités agricoles, les aspects liés à la représentation de l'espace et du temps (selon le calendrier annuel) des aspects purement organisationnels. Nous distinguons également plusieurs types de flux modélisés : matière, énergie/travail, contrôle/commande, information, argent. Pour chacun de ces aspects, nous précisons s'il fait directement l'objet d'une modélisation (oui), s'il est traité de manière indirecte (limité) ou s'il n'est pas du tout traité par la méthode (non).

Le Tableau 2.2 présente la grille d'analyse que nous avons complétée par une étude approfondie des cadres méthodologiques issus du secteur agricole.

2.2. Intérêts et limites

L'analyse bibliographique que nous avons conduite, les éléments de synthèse contenus dans le Tableau 2.2, et notre retour d'expérience sur la mise en œuvre de certains cadres méthodologiques, nous permettent de dresser les constats suivants :

Une démarche d'enquête précise et adaptée. Destinées avant tout à la pédagogie, les méthodes AGEA, GEEA, ASEA et BT proposent des démarches d'enquête et de modélisation bien structurées et détaillées. La collecte d'informations auprès des exploitants par l'analyste métier (conseiller, enseignant,...) à travers des enquêtes, des documents types et des tableaux, est relativement riche, et tout particulièrement pour la méthode AGEA, même si dans bien des cas elle n'est pas déroulée entièrement. Le déroulement d'une méthode nécessite entre 1 et 4 jours, ce qui s'avère adapté à la petite dimension humaine des exploitations. L'exploitant est ainsi sollicité le moins longtemps possible, ce qui constitue un point fort de ces méthodes mais limite l'approfondissement de la connaissance sur l'entreprise.

Une facilité de compréhension et d'utilisation. Dans la mesure où les méthodes de modélisation sont relativement bien décrites et les schémas de restitution simples et peu nombreux, la compréhension, l'utilisation, et l'appropriation des méthodes se réalisent facilement. L'apprentissage est ainsi aisé pour l'analyste métier et les schémas restitués relativement conviviaux pour les gestionnaires-exploitants.

Un objectif d'analyse stratégique. Les cadres méthodologiques identifiés sont avant tout destinés à l'analyse et au diagnostic stratégique des systèmes de production. Cet objectif limite ainsi les choix de modélisation qui s'orientent vers quelques modèles de représentation globale de l'exploitation agricole pour aider à la prise de décision stratégique. Cet objectif permet aux méthodes de collecter et de représenter des connaissances globales sur l'entreprise mais ne permet pas d'exprimer totalement les besoins de gestion et de spécifier de nouveaux systèmes d'entreprise ou d'information.

Cadres méthodologiques issus du secteur AGRICOLE	AGEA	ASEA	GEEA	BT	IPSEA	MCC	MCT	MDFIA
Caractéristiques générales								
Objectif général	analyse	analyse	analyse	analyse	analyse	analyse	analyse	analyse
Démarche structurée	oui	oui	oui	oui	limitée	oui	oui	oui
Apprentissage par analyste métier	facile	facile	facile	facile	abordable	facile	facile	facile
Convivialité pour gestionnaire	oui	oui	oui	limitée	limitée	limitée	oui	oui
Système								
Système étudié	exploitation agricole	exploitation agricole	exploitation agricole	exploitation d'élevage	exploitation agricole	système de culture	système d'élevage	exploitation agricole
Modèle dominant de l'exploitation agricole	"familial"	"familial"	"familial"	"familial"	"familial"	"familial"	"familial"	"entreprise"
Système à comprendre ¹ Analyse métier	SD/so	so	SD/so	so	sd/so	sd/so	sd/so	SD/si
Système à concevoir ² Spécification métier	-	-	-	-	-	-	-	-
Langages et modèles								
Formalismes utilisés	informel graphique	graphique informel	informel graphique	informel graphique limité	informel graphique	informel graphique	informel graphique	graphique
Concepts métier - définition	limitée	non	non	non	limitée	limitée	limitée	oui
Modèles métiers / schémas - nombre	3	3	2	1	2	1	4	1
Gestion complexité Cohérences des modèles	limitée	limitée	limitée	non	limitée	non	oui	limitée
Gestion complexité Décomposition systémique	limitée	limitée	non	non	limitée	non	limitée	limitée
Aspects modélisés								
Stratégie / Objectifs	oui	non	oui	non	non	oui	non	limité
Fonctions	limité	limité	limité	non	limité	limité	limité	non
Opérations Processus opérationnels	oui	limité	non	limité	limité	limité	limité	non
Décisions Processus décisionnels	oui (décision stratégique)	non	oui (décision stratégique)	non	oui (décision stratégique)	oui (décision tactique)	oui (décision tactique)	oui
Comportement	limité	non	non	non	limité	limité	limité	limité
Produits / Services	limité	limité	limité	non	non	non	non	non
Ressources	limité	oui	limité	oui	limité	non	oui	limité
Information	non	non	non	non	non	non	non	oui
Environnement	limité	limité	limité	non	non	non	non	non
Organisation	limité	oui	non	oui	limité	non	oui	non
Espace	limité	oui	non	non	non	non	non	non
Temps (Calendrier)	oui	oui	non	oui	oui	non	oui	non
Flux modélisés								
Matière	limité	non	non	non	non	non	non	non
Energie / Travail	non	non	non	non	non	non	non	non
Contrôle / Commande	non	non	non	non	limité	non	non	limité
Information	non	non	non	non	non	non	non	oui
Argent	non	non	non	non	non	non	non	non

1 SD : Système de Décision – SI : Système d'Information – SO : Système Opérant – 2 SEF : Système d'Entreprise Formalisé – SII : Système d'Information Informatisé

Tableau 2.2 : Grille d'analyse et caractérisation des cadres méthodologiques issus du secteur agricole

Un modèle limité à l'"exploitation agricole familiale". Les cadres méthodologiques étudient avant tout le système "exploitation agricole", même si certains se concentrent sur des exploitations d'élevage ou un système de production en particulier (culture, élevage). Le sous-système le plus formalisé est le système décisionnel, accompagné du système opérant. Le système d'information ne fait quant à lui l'objet ni de formalisation, ni d'analyse. Ces cadres méthodologiques ont pour modèle l'exploitation agricole de type "familiale". Ils n'intègrent ainsi pas suffisamment les récentes évolutions du contexte agricole qui imposent désormais le "modèle d'entreprise" comme référence pour l'exploitation agricole (cf **Chapitre 1**).

Des langages informels et des formalismes peu établis. L'étude approfondie des cadres méthodologiques révèle une absence marquée de langages de modélisation bien établis. Exceptions faites des méthodes ASEA et MDFIA qui s'appuient respectivement sur des schémas graphiques (Deffontaines *et al.*, 1990; Landais, 1992) et des diagrammes de flux de données (DFD), les autres méthodes ne disposent pas de formalismes graphiques très riches. Ainsi, nous pouvons constater une grande différence entre la grande quantité d'informations collectées au cours des enquêtes et l'infime quantité des informations réellement restituées dans les modèles. Si nous prenons le cas de l'AGEA, l'objectif de la méthode est avant tout de pouvoir proposer par l'étudiant, l'enseignant ou le conseiller agricole un diagnostic du fonctionnement stratégique de l'exploitation agricole à l'exploitant. Cet objectif ne favorise pas la communication entre gestionnaire et concepteur de système d'information, ce qui rend difficile toute ingénierie des systèmes d'information à partir de ces modèles. La représentation métier du fonctionnement de l'exploitation agricole s'effectue ainsi en des termes informels, plus que sur la base d'un langage graphique (concepts et formalismes) riche et établi, ce qui limite la portée de la modélisation à un conseil stratégique sur le devenir de l'exploitation agricole ou à un appui pédagogique.

Une gestion difficile de la complexité des modèles. L'absence de formalismes graphiques conduit par ailleurs à gérer difficilement la complexité des systèmes étudiés et la cohérence entre les peu de modèles établis. Il est ainsi difficile, par exemple, de replacer au sein du fonctionnement global de l'entreprise les processus d'allotement (constitution des lots d'animaux) (méthode MCT) ou de hiérarchiser les différents processus opérationnels (méthode AGEA). De la même manière, bien que la méthode MDFIA propose des formalisations intéressantes des informations nécessaires aux processus de décisions stratégiques, tactiques et opérationnelles, elle ne permet pas de gérer les liens existants entre ces différentes décisions et de s'assurer de la complétude des décisions étudiées.

Une modélisation partielle de nombreux aspects. Force est de constater que de nombreux aspects ne sont modélisés et formalisés que partiellement (fonction, processus opérationnels), voire très peu à pas du tout (flux de matière, flux de contrôle, flux d'information). Les cadres méthodologiques ne couvrent en général que peu d'aspects à la fois et concernent avant tout les processus de décision tactique (MCC, MCT) ou stratégique (AGEA, IP-SEA) dans le cadre de la gestion avant tout technique des entreprises agricoles. L'aspect « fonction » semble étonnamment peu couvert par ces mé-

thodes de modélisation qui se veulent comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles. Une explication est vraisemblablement à chercher dans la définition, limitante, que se fait le modélisateur du fonctionnement de l'exploitation agricole : « enchaînement des prises de décisions de l'agriculteur et de sa famille dans un ensemble de contraintes et d'atouts, en vue d'atteindre des objectifs qui leur sont propres et qui gouvernent les processus de production présents sur l'exploitation » (Capillon *et al.*, 1988). Les aspects relatifs aux « processus opérationnels » ne sont étudiés que dans leur globalité et formalisés en général que très sommairement (Figure 2.2). Ceci rejoint les observations déjà réalisées par (Jeannequin *et al.*, 2003) : contrairement au secteur industriel, la description des activités nécessaires à la réalisation d'un processus de production ne fait rarement l'objet de documents écrits dans le secteur agricole : ces processus sont peu définis a priori et sont considérés comme peu structurés, car très dépendants des activités de décision de l'exploitant : leur connaissance est avant tout tacite. L'aspect « information » semble quant à lui absent de ces méthodes de modélisation, ce qui empêche toute utilisation de ces méthodes à des fins d'ingénierie des systèmes d'information.

Des particularités agricoles prises en compte. Sans rentrer dans le détail, nous notons que les cadres méthodologiques issus du secteur agricole intègrent dans leur définition les particularités sectorielles. Les composantes « spatiale » et « temporelle » sont ainsi traitées par un certain nombre de cadres méthodologiques. L'organisation spatiale des activités agricoles est un facteur clé de la gestion des ressources naturelles : elle est traitée par la méthode ASEA. L'organisation temporelle des activités agricoles est quant à elle un facteur clé de gestion du cycle de production des productions agricoles. Le calendrier annuel est en effet un mode de représentation privilégié des activités agricoles (opérations culturales, allotement) et permet de tenir compte du cycle de production, annuel et saisonnier, caractéristique de ces processus de production : elle est traitée par les méthodes AGEA, ASEA, BT, IPSEA et MCT.

Conclusion

Dans une perspective d'ingénierie des systèmes d'information et d'entreprise, il est nécessaire de disposer d'un cadre méthodologique de représentation métier pour aider à identifier les besoins de chaque entreprise agricole. A travers une analyse bibliographique approfondie, nous avons ainsi identifié dans ce chapitre les principaux cadres méthodologiques issus du secteur agricole.

Nous dénombrons peu de cadres méthodologiques. Deux d'entre eux, destinés avant tout à la pédagogie – l'"approche globale de l'exploitation agricole" (AGEA) et l'"approche spatiale de l'exploitation agricole" (ASEA) – s'avèrent les plus complets et les plus utilisés.

A travers une analyse approfondie des cadres existants et l'élaboration d'une grille d'analyse basée sur les éléments présentés dans le chapitre 3, nous mettons en évidence les principaux intérêts et les principales limites de ces cadres méthodologiques pour la représentation métier de l'entreprise agricole :

- des cadres méthodologiques destinés avant tout à l'analyse et au diagnostic stratégique. Ces cadres sont ainsi limités en termes d'expression des besoins et de spécification de systèmes d'information
- beaucoup d'informations collectées dans le cadre de démarches structurées et bien adaptées aux exploitations agricoles, mais peu de modèles descriptifs véritablement élaborés
- un système étudié dérivé du modèle de l'"exploitation agricole familiale". Ces cadres méthodologiques ne sont adaptés au nouveau contexte et au nouveau modèle de l'exploitation agricole : le "modèle d'entreprise"
- un langage de représentation métier peu établi, basé sur un cadre conceptuel peu défini et des formalismes graphiques incomplets et peu formalisés compte tenu de l'objectif de modélisation.
- des modèles descriptifs, ne couvrant pas l'ensemble des aspects métier de l'entreprise à intégrer, peu cohérents entre eux et gérant difficilement la complexité des systèmes.

Ces cadres méthodologiques issus du secteur agricole présentent des atouts certains, mais ne permettent pas de répondre aux besoins de représentation métier de l'entreprise agricole dans une perspective d'ingénierie des systèmes d'information et d'entreprise.

Chapitre 5

Intérêts et limites des cadres méthodologiques issus du secteur industriel manufacturier

Résumé

Pour aider à identifier les besoins métier des entreprises, les recherches dans le secteur industriel ont conduit à proposer de nombreux cadres méthodologiques dans le domaine de la Modélisation d'Entreprise. Initialement conçues pour les entreprises manufacturières, ces cadres méthodologiques s'ouvrent désormais aux entreprises de services.

Nous proposons dans ce chapitre de réaliser un état de l'art structuré et homogène des cadres existants en Modélisation d'Entreprise. A travers une étude bibliographique et une analyse approfondies de ces cadres méthodologiques (cf Annexes I), l'élaboration de modèles de systèmes agricoles et une grille d'analyse sur la base de celle proposée dans le chapitre 4, nous identifierons les principaux intérêts et limites de ces cadres pour l'expression des besoins et la spécification des systèmes d'information, et leur utilisation possible dans le secteur agricole.

Ce chapitre a fait l'objet, pour partie, d'un article à la conférence GI'2005 (Abt et al., 2005a) et à la conférence EFITA'2005 (Abt et al., 2005b), d'un article aux Journées de la Modélisation au Cemagref (Abt et al., 2007a) et d'un chapitre d'ouvrage chez Springer-Verlag (Abt et al., 2009).

Sommaire

- 1 Présentation des cadres méthodologiques existants**
 - 1.1 CIMOSA
 - 1.2 GRAI/GIM
 - 1.3 ARIS
 - 1.4 IDEF
 - 1.5 "E&P UML"
 - 1.6 MECI
 - 1.7 AMS
 - 1.8 Les autres cadres méthodologiques

- 2 Analyse des cadres méthodologiques existants**
 - 2.1 Grille d'analyse
 - 2.2 Intérêts et limites

1. Présentation des cadres méthodologiques existants

De nombreux états de l'art existent dans la littérature pour identifier les différentes architectures de référence, les différents modèles et les différentes techniques, méthodes et méthodologies issus de la Modélisation d'Entreprise (Anastasiou *et al.*, 2003; Chalmers *et al.*, 2001; CNRS, 2003; Darras, 2004; Dassisi *et al.*, 2006; David *et al.*, 2003; Doumeingts *et al.*, 1995; Fox *et al.*, 1998; Kowalski, 2006; Lupan *et al.*, 2006; Mathieu, 2004; Megartsi, 1997; Mertins *et al.*, 2005; Petit *et al.*, 2002; Pourcel *et al.*, 2005b; Touzi, 2005; Trilling *et al.*, 2004a; Trilling *et al.*, 2004b; Vernadat, 1996; Vernadat, 1999; Vernadat, 2002c; Zelm, 2003).

En nous appuyant sur le cadre général GERAM (General Enterprise Reference Architecture and Methodologies) (IFIP-IFAC Task Force, 1999), et les normes ISO 15704 et ISO 19439 (AFNOR, 2000; AFNOR, 2006), nous proposons une présentation des principaux cadres méthodologiques existants (Tableau 2.3), selon une description structurée et identique en accord avec les éléments de description des cadres méthodologiques présentés en fin de **Chapitre 3**. Cette description structurée et identique permet de faciliter leur comparaison, même si elle peut paraître parfois un peu délicate et porteuse d'ambiguïté.

Pour chaque cadre méthodologique, nous précisons dans ce chapitre son origine, ses objectifs, la vision systémique de l'entreprise qu'il véhicule, les vues de modélisation et les principaux concepts qu'ils mobilisent, mais nous ne présentons pas les démarches de modélisation. Nous identifions enfin les initiatives existantes en termes d'application de ces cadres méthodologiques aux entreprises de services et agricoles. Nous illustrerons certains

Cadres méthodologiques	Principaux objectifs
CIMOSA Computer Integrated Manufacturing – Open System Architecture	Analyse et Conception de systèmes intégrés de production
GRAI/GIM GRAI Integrated Methodology	Analyse et Conception de systèmes intégrés de gestion de production
ARIS Architecture of Integrated Information Systems	Analyse et Conception de Systèmes informatisés
IDEF Integrated Computer Aided Manufacturing Definition Method	Analyse et Conception de systèmes intégrés de production et d'information
"E&P UML" Erikson & Penker Business Modeling UML extension	Analyse et conception métier de systèmes d'information
MECI Modélisation d'Entreprise pour la Conception intégrée	Analyse et conception de système de conduite de production
AMS Analyse Modulaire des Systèmes de Gestion	Analyse et Conception de systèmes de gestion de production

Tableau 2. 3 : Principaux cadres méthodologiques issus du secteur industriel

perspective, avant tout, d'automatisation et d'intégration des processus structurés de l'entreprise.

Le cadre méthodologique CIMOSA s'appuie sur des concepts métiers (*domaine, processus, activité, événement, objet d'entreprise, ressource, unité d'organisation,...*) et propose des modèles graphiques et formels. Plus de détails sur ce cadre méthodologique sont disponibles en **Annexe I.1**.

Le cadre méthodologique CIMOSA est avant tout destiné aux entreprises manufacturières. Nous ne recensons pas de travaux de modélisation dans le secteur agricole, même si certains concepts ont été repris dans le cadre du projet CIA (Computer Integrated Agriculture) pour initier la normalisation et l'automatisation de la communication entre équipements agricoles (Goense, 1994; Goense et al., 1994; Goense et al., 1996).

1.2. GRAI/GIM

Le cadre méthodologique **GIM** (GRAI Integrated Methodology) a été développé au début des années 1990 dans le cadre du programme européen ESPRIT pour les systèmes intégrés de production (CIM). Il est issu de la méthode GRAI (Graphe de Résultats et Activités Interreliés), développée par les professeurs Breuil et Doumeingts dans les années 1980 (Chen *et al.*, 1997; Doumeingts *et al.*, 2002; Roboam, 1993; Vallespir *et al.*, 2002).

Le but de la modélisation GRAI/GIM est de fournir un cadre pour l'analyse et la conception de systèmes de gestion de production pour les entreprises manufacturières.

Le système entreprise étudié (système de production) se décompose en 3 sous-systèmes : décision, information et physique. Le système de gestion de production regroupe les systèmes de décision et d'information de l'entreprise (Figure 2.8).

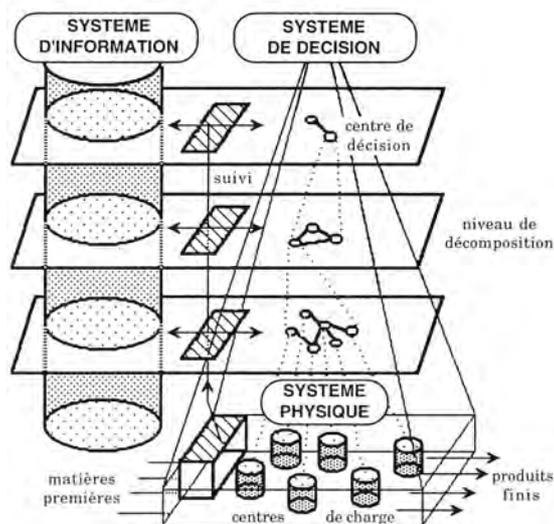


Figure 2. 8 : Représentation systémique de l'entreprise selon GRAI/GIM (Roboam, 1993)

Le cadre méthodologique GRAI/GIM s'appuie sur 4 vues de modélisation (information, décision, physique, fonction). Il permet avant tout d'exprimer les besoins de l'entreprise et de concevoir le SEF et plus particulièrement le système de gestion.

Le cadre méthodologique GRAI/GIM s'appuie sur des concepts métiers (*activité de décision, activité d'exécution, centre de décision, cadre de décision, niveau de décision, fonction, ressource, entité informationnelle, entité décisionnelle,...*) et propose avant tout des modèles graphiques, parmi lesquels figurent les grilles et les réseaux GRAI. Plus de détails sur ce cadre méthodologique sont disponibles en **Annexe I.2**.

Le cadre méthodologique GRAI/GIM est avant tout destiné aux entreprises manufacturières. De récents travaux utilisent ce cadre méthodologique pour la modélisation des systèmes de gestion des entreprises de production de services (Alix *et al.*, 2006; Ducq *et al.*, 2005a; Trilling *et al.*, 2004a). Outre nos travaux de modélisation, nous ne recensons pas d'initiatives d'emploi de ce cadre méthodologique pour la modélisation des entreprises agricoles. La Figure 2.9 présente un exemple de grille GRAI que nous avons élaborée pour un système d'élevage.

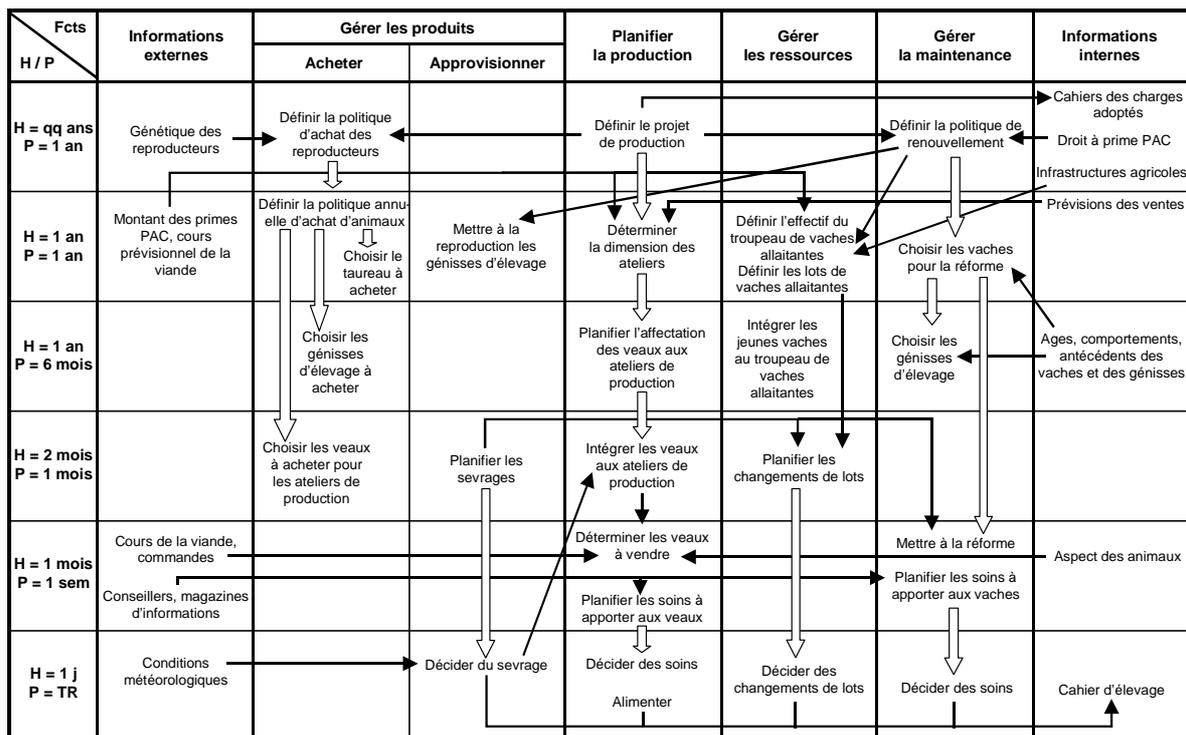


Figure 2.9 : Grille GRAI d'un système d'élevage (Abt *et al.*, 2005a)

1.3. ARIS

Le cadre méthodologique **ARIS** (Architecture of Integrated Information Systems) a été développé par le professeur Scheer (Scheer, 2002).

Le but de la modélisation d'ARIS est de proposer une approche d'analyse, de conception et d'implémentation des systèmes d'information intégrés (informatiques). Elle permet la mise en œuvre des systèmes d'information tout en étudiant les aspects métiers liés à la gestion et à l'organisation de l'entreprise (urbanisation des systèmes d'information, conduite du changement, pilotage des processus).

Le système entreprise étudié est constitué d'un ensemble de fonctions (processus de gestion) qui font appel à des entités exécutrices (entités d'organisation) pour fournir des produits et des objets d'information (Scheer, 2002).

Le cadre méthodologique ARIS s'appuie sur 5 vues de modélisation (fonction/application, données/information, organisation, prestation, gestion/processus). Il permet avant tout d'exprimer les besoins de l'entreprise et de concevoir le système d'information intégré et informatisé (SII).

Le cadre méthodologique ARIS s'appuie sur des concepts métiers (*fonction, événement, objectif, prestation, application, unité organisationnelle, personne, ressource technique/machine, composant, entité, support d'information, ...*) et propose de nombreux modèles graphiques. Plus de détails sur ce cadre méthodologique sont disponibles en **Annexe I.3**.

Le cadre méthodologique ARIS est destiné aux entreprises manufacturières et de services (Trilling *et al.*, 2004b). Nous ne recensons pas d'initiatives d'emploi de ce cadre méthodologique pour la modélisation des entreprises agricoles.

1.4. IDEF

Le cadre méthodologique **IDEF** (ICAM Definition Method) a été développé dans les années 1970 par l'US Air Force au sein du projet ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) (Mayer *et al.*, 1992).

Le but de la modélisation IDEF est de proposer des méthodes pour l'expression des besoins et la conception de **systèmes intégrés de production** et d'applications informatiques (Anastasiou *et al.*, 2003). Composé initialement d'une famille de 3 méthodes (IDEF0, IDEF1, IDEF2), la "suite" IDEF comporte aujourd'hui 16 méthodes utilisées ou en cours de développement (www.idef.org).

Le système étudié est vu comme un ensemble de fonctions concourantes. Contrairement aux autres cadres méthodologiques précédemment présentés, le cadre méthodologique IDEF est destiné à la modélisation d'un système en général, en utilisant avant tout des concepts génériques pouvant s'appli-

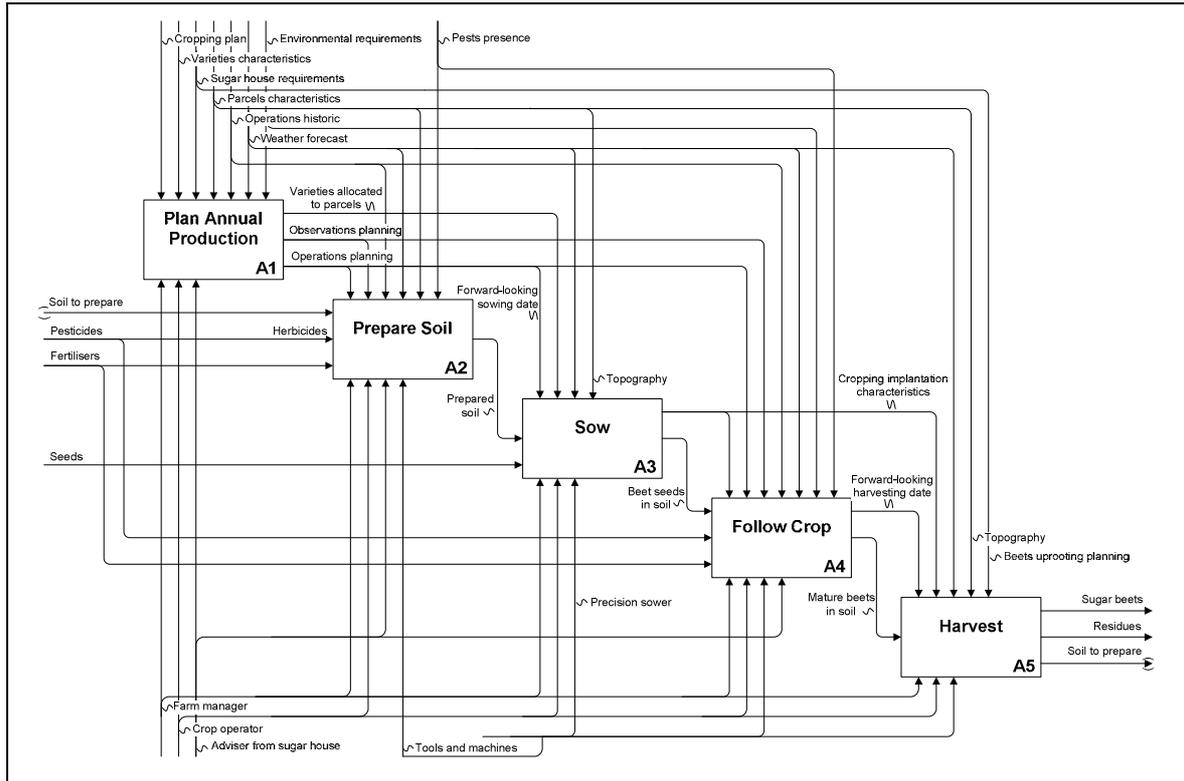


Figure 2.11 : Diagramme A0 – IDEF0 – "Produire des betteraves à sucre" (Vittoz, 2005)

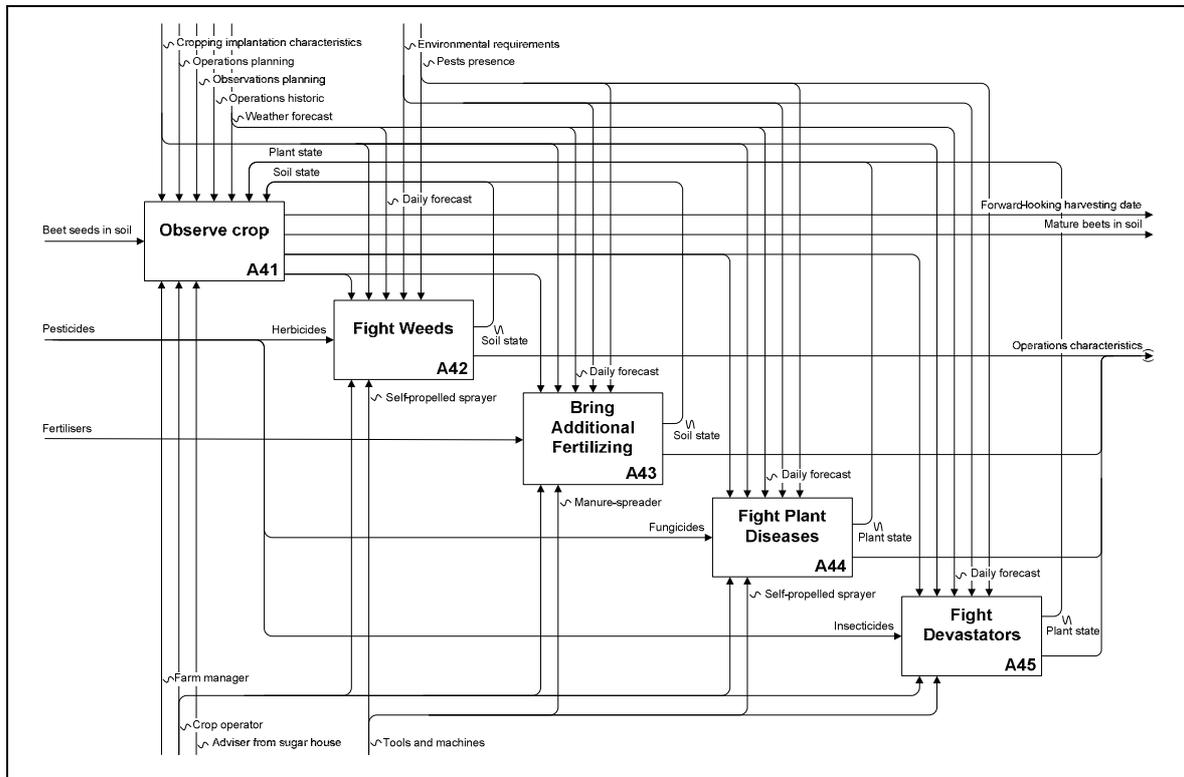


Figure 2.12 : Diagramme A4 – IDEF0 – "Suivre les cultures" (Vittoz, 2005)

1.5. "E&P UML"

Le cadre méthodologique "**E&P UML**" (Eriksson & Penker Business Modeling UML Extension) a été défini par Eriksson et Penker à partir du langage UML 1.4 (Eriksson *et al.*, 2000).

Le but de la modélisation "E&P UML" est de proposer une approche pour l'analyse et la conception métier des systèmes d'information (informatisés/automatisés), en amont du langage de conception UML. Elle permet ainsi l'étude des aspects métiers liés à la gestion et à l'organisation de l'entreprise.

Le système entreprise étudié est constitué d'un ensemble de processus métiers, constitués d'activités, finalisés par des objectifs et mobilisant des ressources (Eriksson *et al.*, 2000).

Le cadre méthodologique "E&P UML" s'appuie sur 4 vues de modélisation (vision, processus, structure, comportement). Il permet avant tout d'exprimer les besoins métier dans le cadre d'un projet de (re)conception de systèmes d'information (informatisés/automatisés).

Le cadre méthodologique "E&P UML" s'appuie sur des concepts métiers (*processus, événement, but, problème, ressource, information, chose abstraite, chose physique, personne,...*) et propose de nombreux modèles graphiques dont les formalismes sont dérivés des formalismes UML. Plus de détails sur ce cadre méthodologique sont disponibles en **Annexe I.5**.

Le cadre méthodologique "E&P UML" est destiné aux entreprises manufacturières et de services. Nous recensons quelques initiatives d'emploi de ce cadre méthodologique dans le secteur agricole à travers les travaux d'Ivana Rábová (Rabova, 2004; Rabova, 2005; Rabova, 2006). Ces travaux portent à la connaissance du secteur agricole les formalismes proposés par le cadre méthodologique "E&P UML" et tentent de montrer l'intérêt de tels modèles en ingénierie des systèmes d'information. L'article (Rabova, 2005) présente des premiers modèles de processus métier (vue processus) appliqués à une laiterie industrielle mais non pas à une entreprise agricole.

1.6. MECI

Le cadre méthodologique **MECI** (Modélisation d'Entreprise pour la Conception Intégrée) a été développé par au sein du projet AICOSCOP (Pourcel *et al.*, 2005b).

Le but de la modélisation MECI est de proposer une approche d'analyse et de conception de système de conduite de production.

Le système entreprise étudié est un système sociotechnique, système opératoire qui se compose d'un système opérant (ensemble des acteurs mis à disposition des activités pour la réalisation effective des tâches opérationnelles de transformation des objets), d'un système de pilotage et d'un système d'information (Pourcel *et al.*, 2005b) (Figure 2.13).

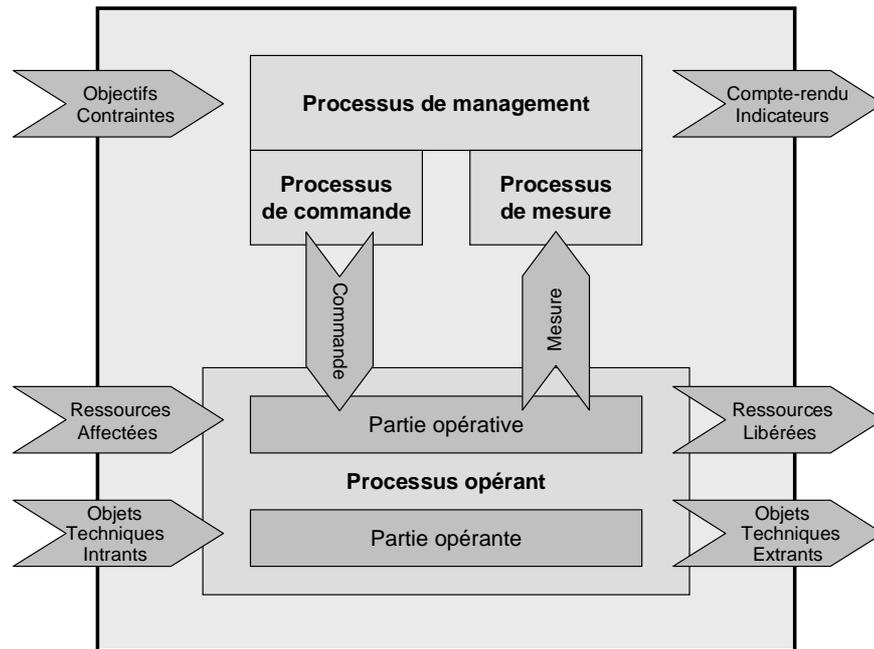


Figure 2.13 : Représentation systémique de l'entreprise selon MECI (d'après (Pourcel et al., 2005b))

Le cadre méthodologique MECI s'appuie sur 3 vues de modélisation (fonction et ressources, organisation, décision). Il permet avant tout d'exprimer les besoins de l'entreprise dans le cadre d'une réingénierie.

Le cadre méthodologique MECI s'appuie sur des concepts métiers (*objet technique, tâche, ressource, acteur, activité, processus, composant d'organisation, objectif, indicateur de performance,...*) et propose avant tout des modèles sous la forme de tableaux ("template") plus que des modèles graphiques. Plus de détails sur ce cadre méthodologique sont disponibles en **Annexe I.6**.

Le cadre méthodologique MECI est destiné aux entreprises manufacturières et de services (Bistorin *et al.*, 2006; Clémentz *et al.*, 2006; Clémentz *et al.*, 2007; Pourcel *et al.*, 2005a). Nous ne recensons cependant pas d'initiatives d'emploi de ce cadre méthodologique pour la modélisation des entreprises agricoles.

1.7. AMS

Le cadre méthodologique **AMS** (Analyse Modulaire des Systèmes de Gestion) a été développé par Jacques Mélése (Mélése, 1984). Il a inspiré notamment la définition du cadre méthodologique GRAI/GIM (Doumeings, 2006).

Le but de la modélisation AMS est de fournir un cadre d'analyse et une démarche participative d'action pour les acteurs concernés par l'introduction de nouvelles technologies et le changement de l'organisation.

Le système entreprise étudié est plongé dans un milieu socio-économique et divisé en 3 niveaux : le niveau stratégique en interaction étroite avec le milieu extérieur (niveau 1), le niveau de pilotage (système de gestion – niveau 2) et le niveau technologique représentant le système opérant (niveau 3) (Figure 2.14). La modélisation AMS vise à modéliser le système de gestion.

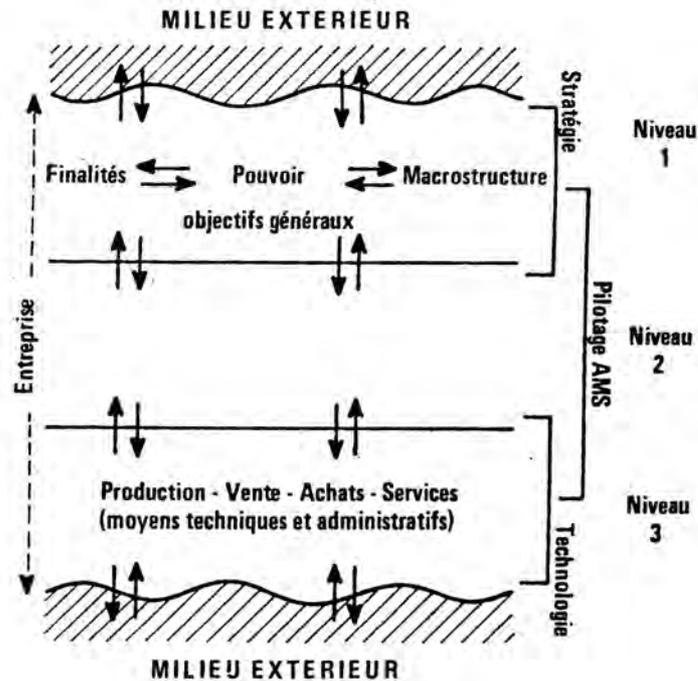


Figure 2. 14 : Représentation systémique de l'entreprise selon AMS

Le cadre méthodologique AMS s'appuie sur "une vue de modélisation" (organisation/décision). Il permet avant tout d'exprimer les besoins de l'entreprise dans le cadre de l'ingénierie et la réingénierie de systèmes de gestion.

Le cadre méthodologique AMS s'appuie sur des concepts métiers (*module de pilotage, module technologique, flux technologique, flux opératif, flux informatif, variable de contrôle, variable de réglage, variable essentielle,...*) et propose un type de modèle graphique qui permet de représenter de façon modulaire un système. Plus de détails sur ce cadre méthodologique sont disponibles en **Annexe I.7**.

Le cadre méthodologique AMS est destiné aux entreprises manufacturières, mais également de services (Mélèse, 1984). Outre nos travaux de modélisation, nous ne recensons pas d'initiatives d'emploi de ce cadre méthodologique pour la modélisation des entreprises agricoles. La Figure 2.15 présente un exemple de modèle AMS que nous avons élaborée pour un système d'élevage (Abt *et al.*, 2005a; Bigeon *et al.*, 2005).

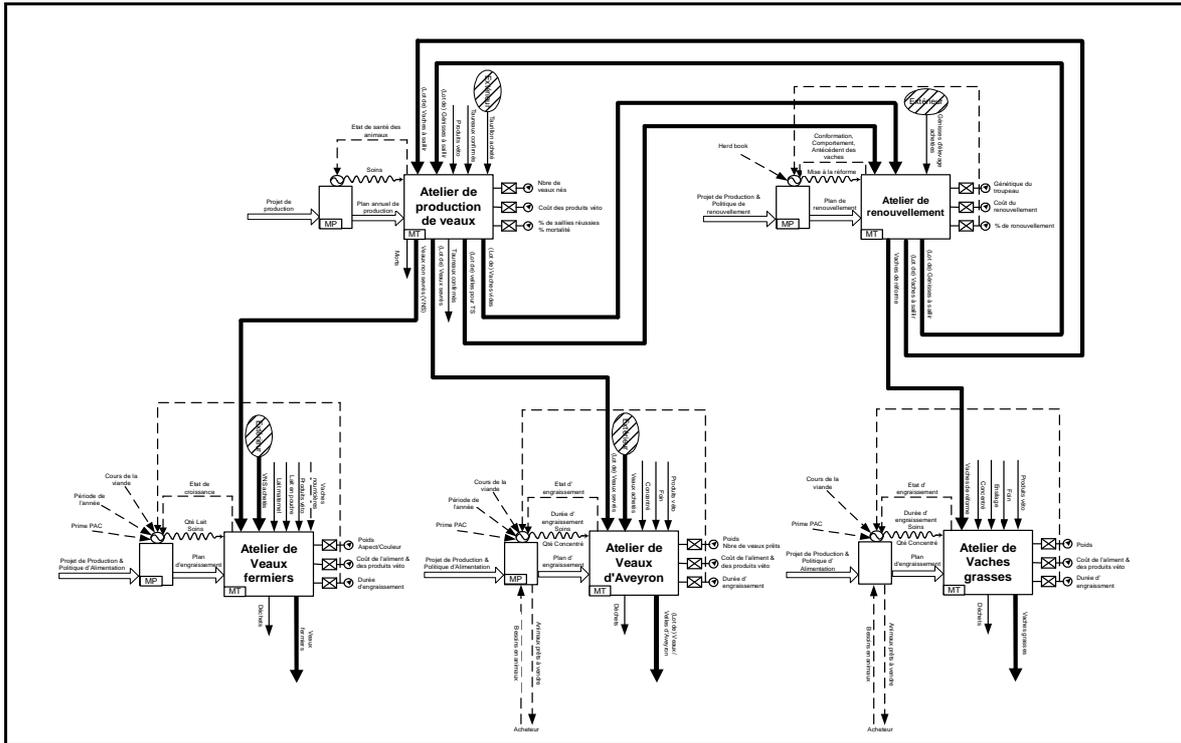


Figure 2.15 : Modèle AMS d'un système d'élevage (Abt *et al.*, 2005a; Bigeon *et al.*, 2005)

1.8. Les autres cadres méthodologiques

A ces principaux cadres méthodologiques, s'ajoutent, de manière non exhaustive, ceux d'OLYMPIOS, FIDO, IEM, EEML, ABC, etc (Braesch, 2002; Mertins *et al.*, 2005; Petit *et al.*, 2002; Popova *et al.*, 2008; Ravignon *et al.*, 2007; Shunk *et al.*, 2003; Vernadat, 1996). Ces cadres sont moins bien décrits ou structurés, ou constituent des approches se focalisant sur des points précis de modélisation tels que la représentation des processus métiers, l'analyse des coûts d'activité, etc. D'autres cadres méthodologiques correspondent avant tout à des architectures de système d'information et sortent ainsi de notre champ de prospection : DoDAF (ex C4ISF AF), TOGAF, MODAF, TEAF, MiiSD, etc (Dassisti *et al.*, 2006; Garcia *et al.*, 2004; Noran, 2005).

Nous recensons en outre des **cadres de modélisation** d'entreprise qui ne font pas l'objet d'un cadre méthodologique (absence de cadre conceptuel et de langages de représentation) : Zachman, PERA, GERA, SAGACE, ISO 19439 (AFNOR, 2006; Chen *et al.*, 2008; Frankel *et al.*, 2003; IFIP-IFAC Task Force, 1999; Penalva, 2004; Williams, 1998). Ces cadres de modélisation présentent notamment une structuration intéressante en vues de modélisation. Nous les présentons plus en détails en **Annexe I.8**.

Nous recensons enfin des **cadres conceptuels** qui ne font pas l'objet de véritables cadres méthodologiques : UEML, ATHEMA POP*, ISO 19440, etc (AFNOR, 2009; Anaya *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2008; Panetto *et al.*, 2004;

Vernadat, 2007). Ces cadres conceptuels sont issus de travaux de définition d'ontologies métiers, de normalisation et de standardisation pour l'interopérabilité des modèles et des langages de modélisation. D'autres travaux présentent par ailleurs des cadres conceptuels sur des aspects particuliers pour la définition de langages de modélisation ou dans le cadre de recherches spécifiques. Nous les présentons plus en détails en **Annexe I.9**.

2. Analyse des cadres méthodologiques existants

2.1. Grille d'analyse

Afin d'analyser et de caractériser plus finement les cadres méthodologiques issus du secteur industriel et présentés dans les paragraphes précédents, nous proposons une grille d'analyse, sur la base de la grille proposée pour l'analyse des cadres méthodologiques issus du secteur agricole. Nous cherchons ainsi à évaluer la faculté de ces cadres à proposer une représentation métier de l'entreprise, complète et cohérente.

Nous définissons les mêmes critères d'évaluation concernant les caractéristiques générales des méthodes : objectif général (analyse, conception), existence d'une démarche structurée (oui, limitée, non), facilité d'apprentissage par un analyste métier (facile, abordable, difficile), convivialité des modèles obtenus pour un gestionnaire (oui, limitée, non). Nous définissons un critère supplémentaire précisant si le cadre méthodologique a été initialement développé dans le cadre de l'automatisation des systèmes et du CIM (Computer Integrated Manufacturing) (oui, non).

Pour chaque cadre méthodologique, nous précisons, comme dans la grille du **Chapitre 4**, le système étudié, le ou les sous-systèmes à comprendre (système de décision – SD, système d'opération – SO, système d'information – SI) et à concevoir (système d'entreprise formalisé SEF, système d'information formalisé – SIF, système d'information informatisé ou non – SII ou SInI). Nous précisons en outre si nous avons recensé des expériences d'utilisation de ce cadre méthodologique pour la modélisation des entreprises de services (oui, non) et des entreprises agricoles (non, limité, oui²).

Nous indiquons ensuite, comme dans la grille du Chapitre 4 : le type de formalismes utilisés pour élaborer les modèles (informel, graphique, formel), le nombre de modèles établis et si les concepts utilisés pour construire les modèles font l'objet d'une définition précise (oui, limitée, non). En outre, comme pour la grille du Chapitre 4, nous précisons si les cadres méthodologiques établis permettent de gérer la complexité des modèles (cohérence entre modèles et méta-modèles, décomposition systémique). Nous y ajoutons une précision sur le nombre de concepts métiers (ordre de

² *non* : pas d'expérience de modélisation – *limité* : expérience de modélisation uniquement dans le cadre de nos travaux – *oui* : expérience de modélisation dans le cadre de nos travaux mais aussi d'autres travaux.

grandeur) et le nombre de vues de modélisation mobilisés pour définir les cadres conceptuel et de modélisation du cadre méthodologique étudié.

Nous précisons enfin la capacité du cadre méthodologique à couvrir chacun des aspects de l'entreprise et des flux à modéliser. Pour chacun de ces aspects, nous précisons s'il fait directement l'objet d'une modélisation (oui), s'il est traité de manière indirecte (limité) ou s'il n'est pas du tout traité par la méthode (non).

Le Tableau 2.4 présente la grille d'analyse que nous avons complétée par une étude approfondie des cadres méthodologiques issus du secteur industriel (**Annexes I.1 à I.7**) en nous appuyant sur des travaux d'analyse complémentaires (David, 2004; Kowalski, 2006; Megartsi, 1997; Pourcel *et al.*, 2005b; Trilling *et al.*, 2004a; Vernadat, 1996).

2.2. Intérêts et limites

L'analyse bibliographique que nous avons conduite, les éléments de synthèse contenus dans le Tableau 2.4, et notre retour d'expérience sur la mise en œuvre de certains cadres méthodologiques, nous permettent de dresser les constats suivants :

Des cadres méthodologiques pour l'analyse et la conception. L'ensemble des cadres méthodologiques identifiés est destiné à la fois à l'analyse des systèmes existants et à la conception de nouveaux systèmes intégrés. Pour certains cadres, le système cible est un système intégré d'entreprise (CIMOSA et GIM notamment) ou d'information (ARIS notamment) (Chalmers *et al.*, 2001). Les premiers portent ainsi davantage sur ce que nous appelons le système d'entreprise formalisé (SEF), les seconds sur le système d'information informatisé (SII).

Une représentation métier des entreprises. Les cadres méthodologiques proposent une représentation métier de l'entreprise industrielle en formalisant son fonctionnement et son organisation du point de vue du gestionnaire (niveau d'expression des besoins). Ils proposent en outre une spécification des systèmes à concevoir (d'entreprise ou d'information) dans un langage métier compréhensible par le gestionnaire, futur utilisateur du système (niveau de spécification de conception).

Des langages graphiques bien établis et conviviaux. L'étude approfondie des cadres méthodologiques confirme l'existence de langages graphiques basés sur un cadre conceptuel bien défini et des formalismes graphiques bien établis contrairement à ceux proposés pour les cadres méthodologiques issus du secteur agricole. Ces langages proposent de nombreux modèles graphiques conviviaux pour les gestionnaires et les analystes "métier". Ils portent en particulier sur la modélisation des aspects fonctionnels et décisionnels. Ces langages facilitent ainsi une communication de qualité entre maîtrise d'ouvrage (MOA) et maîtrise d'œuvre (MOE).

Une couverture de nombreux aspects. Contrairement aux cadres méthodologiques issus du secteur agricole, chaque cadre méthodologique identifié ici propose une couverture de nombreux aspects de l'entreprise. Aucun

Cadres méthodologiques issus du secteur INDUSTRIEL	CIMOSA	GIM	ARIS	IDEF ³	E&P UML	MECI	AMS
Caractéristiques générales							
Objectif général	analyse conception	analyse conception	analyse conception	analyse conception	analyse conception	analyse conception	analyse conception
Contexte CIM - Automatisation	oui	oui	oui	oui	oui	non	oui
Démarche structurée	oui	oui	limitée	oui	limitée	oui	oui
Apprentissage par analyste métier	difficile	facile	abordable	facile (IDEF0) à difficile	difficile	abordable	abordable
Convivialité pour gestionnaire	non	oui	oui	limitée (oui pour IDEF0)	non	limitée	limitée
Système							
Système étudié	entreprise manufacturière	système de production manufacturier	entreprise	système (manufacturier, informatique)	entreprise	entreprise (système socio-technique)	entreprise
Système à comprendre ¹ Analyse métier	SO/SI/sd	SD/so/si	SI/so	SO/SI	SO/SI	SO/sd	SD/so/si
Système à concevoir ² Spécification métier	SEF SII	SEF	SEF SII	SEF SII	SEF SII	SEF	SEF
Expérience de modélisation Entreprise de services	?	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Expérience de modélisation Entreprise agricole	non	limitée	non	oui (IDEF0)	non	non	limitée
Langages et modèles							
Formalismes utilisés	formel graphique	graphique	graphique	graphique	graphique	formel graphique	graphique
Concepts métier - définition	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Concepts métier - nombre	~13	~21	~18	> 8	~13	~26	~14
Modèles métiers - nombre	~6	~5	> 60	> 10	~16	~2	~1
Vues de modélisation - nombre	4	4	5	> 4	4	3	~1
Gestion complexité Cohérences des modèles / vues	oui	limitée	oui	oui	oui	limitée	oui
Gestion complexité Décomposition systémique	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Aspects modélisés							
Stratégie / Objectifs	limité	oui	oui	non	oui	limité	limité
Fonctions	oui	oui	oui	oui	limité	limité	limité
Opérations Processus opérationnels	oui	limité	oui	oui	oui	oui	non
Décisions Processus décisionnels	limité	oui	limité	non	non	oui	oui
Comportement	oui	limité	oui	oui	oui	oui	non
Produits / Services	oui	limité	oui	limité	limité	oui	limité
Ressources	oui	limité	oui	limité	oui	limité	limité
Information	oui	oui	oui	oui	oui	limité	limité
Environnement	limité	non	limité	non	non	limité	non
Organisation	oui	oui	oui	limité	oui	oui	oui
Espace	non	non	limité	non	non	non	non
Temps (Calendrier)	limité	limité	limité	limité	non	non	non
Flux modélisés							
Matière	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Energie / Travail	limité	non	limité	non	limité	non	non
Contrôle / Commande	oui	limité	oui	oui	limité	oui	oui
Information	oui	limité	oui	oui	oui	limité	oui
Argent	non	non	limité	non	limité	non	limité

¹ SD : Système de Décision – SI : Système d'Information – SO : Système Opérant – ² SEF : Système d'Entreprise Formalisé – SII : Système d'Information Informatisé
³ Pour IDEF, méthodes considérées : IDEF0, IDEF1, IDEF1x, IDEF2, IDEF3, IDEF4, IDEF5

Tableau 2.4 : Grille d'analyse et caractérisation des cadres méthodologiques issus du secteur industriel manufacturier

d'entre eux ne couvre cependant l'ensemble des aspects identifiés, mais nous noterons par exemple la pertinence du cadre GRAI/GIM pour la représentation des aspects décisionnels, du cadre CIMOSA pour la représentation des fonctions et processus, du cadre AMS pour la représentation de l'organisation du pilotage, etc. Cette somme d'apports proposée historiquement par les différents cadres méthodologiques a du reste évolué aujourd'hui pour véhiculer des concepts et des relations semblables rendus interoperables par les travaux de normalisation et d'interopérabilité sur les langages. Les aspects liés à l'environnement de l'entreprise, à l'organisation spatiale et annuelle des activités, aux flux financiers, aux flux d'énergie et de travail sont cependant relativement peu représentés.

Une structuration en vues de modélisation. L'étude approfondie des cadres méthodologiques confirment par ailleurs l'existence de cadres de modélisation permettant de gérer la complexité des modèles. La définition de vues de modélisation (entre 3 et 5 par cadre) permet d'organiser les différents aspects de l'entreprise à modéliser. Cette définition s'accompagne en général d'un cadre conceptuel cohérent (méta-modèle) permettant d'articuler entre eux les différents modèles des différentes vues. La définition de phases de modélisation permet de gérer les différents niveaux de détails et d'abstraction pour l'obtention des modèles. Cette définition maintient cependant un certain flou entre les niveaux "métier" (SEF), "système d'information" (SIF) et "système informatique" (SII) tels que présentés dans le **Chapitre 3**. Cette définition pose question vis à vis de la différence entre les étapes du cycle de vie d'un projet de conception et les niveaux d'abstraction d'un modèle (conceptuel, structurel, réalisationnel) (Roboam, 1993).

Des démarches structurées mais difficilement abordables. Les démarches proposées pour les différents cadres méthodologiques identifiés sont en général bien structurées. Cependant, celles-ci sont souvent d'un apprentissage pas très aisé. Ces démarches sont du reste souvent longues à mettre en œuvre et mobilisent de nombreux acteurs tout au long du projet.

Aucun cadre méthodologique n'est complet. L'étude approfondie des cadres méthodologiques révèle qu'aucun d'entre eux n'est totalement complet ni parfait (Chatha *et al.*, 2007). Bien qu'adapté au contexte dans lequel il est utilisé, chaque cadre méthodologique présente ses propres atouts et limites. Nous présentons dans le Tableau 2.5 une synthèse des principaux intérêts et limites des cadres méthodologiques identifiés, en insistant bien entendu sur les limites que nous avons pu recenser.

Une utilisation souvent limitée aux systèmes CIM de production manufacturière. Initialement conçus pour les entreprises industrielles de production manufacturière, les cadres méthodologiques s'ouvrent progressivement aux entreprises de production de services non sans poser quelques interrogations conceptuelles (Alix *et al.*, 2005; Alix *et al.*, 2006; Pourcel, 2007; Pourcel *et al.*, 2005a; Trilling *et al.*, 2004a). Malgré cette ouverture, la Modélisation d'Entreprise s'inscrit dans "le cadre encore très implicite du secteur manufacturier" (Baptiste *et al.*, 2007) et plus particulièrement des systèmes de production CIM. Nous notons en outre une absence d'ouverture de ces cadres méthodologiques au secteur agricole. Hormis dans le cadre de nos travaux (Abt *et al.*, 2005a; Abt *et al.*, 2005b; Bigeon *et al.*, 2005; Vittoz, 2005), et si ce n'est pour le langage IDEF0 (Cunha *et al.*, 2006), nous

ne recensons pas d'initiative d'emploi de ces cadres méthodologiques pour la modélisation des entreprises agricoles.

Des langages non directement transposables à l'entreprise agricole. A travers les premiers modèles que nous avons établis (AMS, GRAI, IDEF0), nous identifions une pertinence de l'utilisation des cadres méthodologiques issus du secteur industriel pour représenter le fonctionnement et l'organisation des entreprises agricoles (Abt *et al.*, 2005b; Abt *et al.*, 2009) mais révélons leurs limites quant à la modélisation de certains aspects de l'entreprise (Abt *et al.*, 2005a; Abt *et al.*, 2009). Une ressource (vache par exemple), au cours de son cycle de vie, peut à la fois être ressource et produit ce qui peut complexifier la représentation IDEF0. Pour ce qui concerne l'utilisation du cadre GRAI/GIM, nous remarquons, par exemple, qu'un couple Horizon/Période n'est pas toujours très identifiable compte tenu du caractère événementiel des décisions de pilotage en réponse aux aléas environnementaux. En outre, la saisonnalité des activités agricoles couplée à la durée longue des cycles de production (plus d'un an pour les grandes cultures) rend également difficile l'utilisation de ces concepts d'Horizon et de Période, sans aborder la saisonnalité, passant ainsi rapidement d'un horizon annuel (tactique) à un horizon hebdomadaire (opérationnel) dans la mise en œuvre d'une pratique culturale. Au vu de ces quelques exemples que nous complèterons dans les **Chapitres 8 et 9**, nous notons que les langages métier ne sont pas toujours directement transposables au secteur agricole. Une adaptation des cadres méthodologiques existants s'avère ainsi souhaitable pour répondre aux particularités des entreprises agricoles.

Cadres méthodologiques	Principaux intérêts	Principales limites
CIMOSA	<ul style="list-style-type: none"> • Distinction claire entre fonctionnalité (activité) et comportement (processus) de l'entreprise (Vernadat, 1996) • Cadre conceptuel cohérent et intégration des vues de modélisation • Conception dédiée aux systèmes CIM 	<ul style="list-style-type: none"> • Formalismes avant tout formels • Peu ou pas de représentation dédiée aux aspects liés aux décisions, et à l'environnement de l'entreprise • Difficulté à capturer les dépendances temporelles entre éléments (Chatha <i>et al.</i>, 2007) • Utilisation limitée au monde scientifique
GIM	<ul style="list-style-type: none"> • Représentation schématique et macroscopique de l'entreprise • Représentation structurée des aspects décisionnels • Langages graphiques et conviviaux pour le gestionnaire • Démarche structurée et participative tout au long du projet de conception 	<ul style="list-style-type: none"> • Représentation essentiellement limitée au système de production (avant tout manufacturier) • Difficulté à gérer la cohérence entre vues et entre niveaux de détails des modèles. Difficulté à gérer et représenter plusieurs activités à la fois "multi-grille" (Trilling <i>et al.</i>, 2004a) • Peu ou pas de représentation dédiée aux aspects liés aux produits, aux ressources, à l'environnement de l'entreprise. • Définition ambiguë des processus et fonctions de l'entreprise. Description limitée des flux d'information qui circulent entre les centres de décisions
ARIS	<ul style="list-style-type: none"> • Représentation de l'entreprise orientée processus • Langages graphiques et conviviaux pour le gestionnaire. Nombreux modèles proposés • Cadre conceptuel riche. Quelques concepts pertinents pour la spécification du SI (applications, supports d'information) • Utilisation rendue opérationnelle avec l'outil ARIS Business Architecture 	<ul style="list-style-type: none"> • Peu ou pas de représentation dédiée aux aspects liés aux décisions, et à l'environnement de l'entreprise. • Conception avant tout du SII • Pas de distinction entre les fonctions, les activités et les processus de l'entreprise • Cadre conceptuel plus informatique que métier, désormais étendu et difficilement accessible et compréhensible • Absence d'une démarche très formalisée de conception. Difficulté à choisir parmi la diversité des modèles proposés.
IDEF	<ul style="list-style-type: none"> • Convivialité pour le gestionnaire des modèles IDEF0 et facilité d'apprentissage pour l'analyste métier • Représentation des aspects liés aux fonctions, aux processus, aux informations de l'entreprise • Cohérence du cadre conceptuel • Langages graphiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficulté d'apprentissage et convivialité limitée pour les modèles autres qu'IDEF0 • Positionnement difficile et redondance de certains modèles • Cadre conceptuel très générique (appliqué aux systèmes en général). Peu de définition de concepts métier. • Pas ou peu de représentation dédiée aux aspects liés aux décisions, aux objectifs, aux ressources, à l'organisation, et à l'environnement de l'entreprise • Confusion possible aux niveaux des flux représentés (informations, matières, commande), de l'organisation séquentielle des activités
"E&P UML"	<ul style="list-style-type: none"> • Langages graphiques en lien avec le langage de conception de système d'information UML • Cohérence du cadre conceptuel 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de véritable démarche de modélisation • Langages difficiles d'apprentissage pour l'analyste métier et peu conviviaux pour le gestionnaire • Conception avant tout du SII • Cadre conceptuel plus informatique que métier. Pas de distinction entre les fonctions, les activités et les processus de l'entreprise • Pas ou peu de représentation dédiée aux aspects liés aux décisions, aux produits, à l'environnement de l'entreprise.
MECI	<ul style="list-style-type: none"> • Langages graphiques pour la représentation des processus • Cohérence du cadre conceptuel au niveau fonctionnel • Cartographie et distinction conceptuelle de plusieurs types de processus métier 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas ou peu de représentation dédiée aux aspects liés aux fonctions, aux ressources, aux informations, à l'environnement de l'entreprise • Cohérence initiale du cadre conceptuel, des modèles et langages graphiques aujourd'hui dépassée par l'utilisation de l'outil ADONIS
AMS	<ul style="list-style-type: none"> • Richesse des concepts métiers définis • Représentation approfondie des aspects liés aux décisions et à l'organisation • Distinction entre flux d'informations, flux physiques et flux de pilotage • Langage graphique complet mais complexe pour la représentation des ateliers 	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de définition d'un véritable cadre de modélisation. Un seul type de modèle proposé : une seule vue de modélisation, navigation difficile entre modèles • Apprentissage et convivialité limités de premier abord • Difficulté à nommer les modules et les sous-modules définis dans les modèles • Pas ou peu de représentation dédiée aux aspects liés aux fonctions, aux ressources, aux informations (structuration), à l'environnement de l'entreprise

Tableau 2.5 : Synthèse des intérêts et limites des cadres méthodologiques pour la représentation métier d'une entreprise industrielle manufacturière

Conclusion

La nécessité de disposer d'un cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole et les limites observées des cadres issus du secteur agricole nous ont conduits dans ce chapitre à recenser les cadres méthodologiques existants et issus du secteur industriel.

Nous dénombrons de nombreux cadres méthodologiques destinés à l'analyse et la conception des systèmes de production industriels au sein d'une discipline : la Modélisation d'Entreprise. Parmi les cadres identifiés, notons les cadres très complets de CIMOSA, GRAI/GIM, ARIS, IDEF, "E&P UML", MECI, AMS.

A partir d'une analyse bibliographique approfondie, d'une description structurée de chacun de ces cadres présentée en **Annexes I**, l'élaboration d'une grille d'analyse basée sur celle proposée dans le chapitre précédent, et la mise en œuvre de certains d'entre eux, nous mettons en évidence les principaux intérêts et limites de ces cadres méthodologiques :

- des cadres méthodologiques destinés à l'analyse et à la conception de système d'entreprise et d'information, proposant une représentation métier des entreprises industrielles, une capitalisation et un partage de connaissances.
- une structuration autour de cadres de modélisation permettant de gérer la complexité des modèles en assurant leur complétude et leur cohérence. Ces cadres de modélisation s'organisent en vues de modélisation qui permettent de structurer la couverture de nombreux aspects de l'entreprise.
- des langages avant tout graphiques, construits à partir d'un cadre conceptuel bien défini. Ces langages, conviviaux pour le gestionnaire, sont aussi pertinents pour le concepteur.
- une utilisation encore implicite pour les systèmes CIM de production manufacturière : le système de production automatisable est le système analysé, et le système d'information informatisé (SII), le système à concevoir.
- malgré une ouverture récente aux entreprises de services, ces cadres n'ont été utilisés, pour l'entreprise agricole, que dans le cadre de nos travaux en montrant du reste certaines limites compte tenu des particularités métier du secteur.
- aucun cadre n'est malheureusement parfait : que ce soit au niveau des aspects modélisés, de la convivialité des formalismes, de la cohérence du cadre conceptuel, de la difficulté d'approche des démarches, etc.

Ces cadres méthodologiques issus du secteur industriel présentent ainsi de nombreux atouts, mais leurs limites semblent démontrer la nécessaire adaptation de ces cadres aux particularités du secteur agricole.

Chapitre 6

Vers un nouveau cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole

Résumé

Comme nous venons de le voir dans les chapitres précédents, l'analyse des cadres méthodologiques issus des secteurs agricole et industriel révèle intérêts et limites de chacun de ces cadres pour la représentation métier des entreprises. Aucun cadre existant ne s'avère pour autant parfaitement adapté à la représentation métier des entreprises agricoles.

Nous proposons dans ce chapitre de présenter notre problématique de recherche et notre approche méthodologique tout en précisant le contenu de notre proposition de cadre méthodologique pour la représentation métier des entreprises agricoles, adapté de la Modélisation d'Entreprise.

Sommaire

- 1 Notre problématique : quel apport de la Modélisation d'Entreprise pour la représentation métier des entreprises agricoles ?**
 - 1.1 Intérêts et limites des approches sectorielles
 - 1.2 Contributions possibles de la Modélisation d'Entreprise : exemple hospitalier et problématique agricole

- 2 Notre approche méthodologique : pluridisciplinaire et multi-sectorielle**
 - 2.1 Présentation générale de notre approche
 - 2.2 L'entreprise agricole de production de biens et de service comme objet d'étude
 - 2.3 Le cadre CEMAgriM comme proposition de cadre méthodologique issu du Génie Industriel, des Sciences de Gestion et des Sciences Biotechniques
 - 2.4 L'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont comme cas d'illustration

1. Notre problématique : quel apport de la Modélisation d'Entreprise pour la représentation métier des entreprises agricoles ?

1.1. Intérêts et limites des approches sectorielles

Les recherches en Génie Industriel et en Ingénierie des Systèmes d'Information montrent l'intérêt de disposer de modèles de représentation métier du fonctionnement et de l'organisation des entreprises et de cadres méthodologiques pour l'expression des besoins et la conception d'outils de gestion adaptés aux attentes des entreprises.

Comme nous venons de le voir dans les deux précédents chapitres, peu de cadres méthodologiques peuvent être identifiés dans le secteur agricole alors que de nombreux cadres méthodologiques sont recensés dans le secteur industriel.

Dans le secteur agricole, ces cadres méthodologiques sont limités en termes d'aide à l'expression des besoins de gestion et de spécification de systèmes d'information. Ils font du reste référence au "modèle de l'exploitation agricole familiale" remplacé aujourd'hui progressivement par le "modèle d'entreprise". Peu d'information collectée, à travers des démarches d'enquête pertinentes et bien structurées, n'est finalement restituée sous la forme de modèles descriptifs qui ne permettent pas de gérer la complexité des systèmes et de communiquer facilement. Ce constat est à relier à l'absence de définition de langages de représentation métier, basés sur des cadres conceptuels et des formalismes établis pour l'entreprise agricole.

Dans le secteur industriel, ces cadres méthodologiques sont issus de la Modélisation d'Entreprise. Ils proposent une représentation métier des entreprises industrielles et facilitent ainsi l'expression des besoins dans une démarche d'analyse et de conception de systèmes d'entreprise et d'information. Structurés autour de cadres de modélisation qui permettent de gérer la complexité des modèles à travers la définition de vues de modélisation, ces cadres méthodologiques regroupent des langages avant tout graphiques, pour la plupart conviviaux pour le gestionnaire et pertinents pour le concepteur. Aucun cadre n'est malheureusement parfait : que ce soit au niveau des aspects modélisés, de la convivialité des formalismes, de la cohérence du cadre conceptuel, ou de la difficile approche des démarches.

Ces cadres méthodologiques issus de la Modélisation d'Entreprise n'ont jusqu'à présent fait l'objet d'application à l'entreprise agricole que dans le cadre de nos travaux (Abt et al., 2005a; Abt et al., 2005b; Abt et al., 2009; Bignon et al., 2005; Vittoz, 2005), à l'exception d'un article recensé à ce jour portant sur le langage IDEF0 (Cunha et al., 2006). Les premiers modèles élaborés, et présentés pour certains dans le Chapitre 5, confirment l'intérêt de ces cadres et langages pour la représentation métier des entreprises agricoles. Ils révèlent cependant certaines limites quant à leur transposition immédiate et en l'état au secteur agricole. Ces limites sont à relier à la di-

versité des cadres méthodologiques existants (aucun cadre n'apparaît complet et parfait au regard des autres cadres existants), mais aussi aux particularités de l'entreprise agricole (présentées dans le Chapitre 1), parmi lesquelles figurent :

- le recours à l'agent biologique (sol, animal, végétal) et le pilotage de cycles biologiques qu'il est difficile de représenter avec les langages existants (absence des concepts dédiés)
- des cycles de production longs et aléatoires, calés sur le cycle des saisons, qu'il est difficile de représenter avec les seuls concepts d'horizon et de période
- la petite dimension humaine et la concentration des centres de décisions qui posent question tant au niveau des concepts à mobiliser pour la représentation métier de l'entreprise qu'au niveau des démarches de modélisation et de la mobilisation des personnes ressources.

Devant la multitude de langages et modèles existants, aucun cadre méthodologique ne semble ainsi proposer de solution satisfaisante pour l'expression des besoins et la représentation métier de l'entreprise agricole.

1.2. Contributions possibles de la Modélisation d'Entreprise : exemple hospitalier et problématique agricole

Si aucun cadre méthodologique ne semble pouvoir être directement transposable du secteur industriel au secteur agricole ou suffisant pour comprendre la complexité de l'entreprise agricole, il n'en est pas moins possible d'envisager leur adaptation pour intégrer les particularités et les besoins propres aux entreprises agricoles, à l'instar des travaux menés dans le secteur tertiaire des entreprises de production de services (Alix *et al.*, 2005; Alix *et al.*, 2006; Bistorin *et al.*, 2006; Clémentz *et al.*, 2006; Pourcel, 2007; Pourcel *et al.*, 2005a).

Les travaux de recherche en cours et menés au sein du groupe "Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers" (GISEH) du GdR MACS³ (Aloui *et al.*, 2007; Baboli *et al.*, 2005; Balaidi *et al.*, 2006; Besombes *et al.*, 2004; Briquet *et al.*, 2005; Di Martinelli *et al.*, 2005; Ducq *et al.*, 2005a; Hassan *et al.*, 2005; Lamine *et al.*, 2007; Rakotondranaivo *et al.*, 2005; Trilling *et al.*, 2004a; Trilling *et al.*, 2004b) visent notamment à étudier l'adaptabilité et le transfert des méthodes et outils de la gestion industrielle pour la gestion hospitalière en tentant de lever les verrous spécifiques au domaine hospitalier tels que la difficulté de conception de la gamme de production des soins, la variabilité des durées des activités constituant la gamme de soins, la nécessité de réaliser sur un même site de production des soins prévus dans la journée (ambulatoire), durant un séjour (hospitalisation) et immédiatement (urgence). Un cadre méthodologique pour la représentation métier des plateaux médicaux techniques a notamment été élaboré à partir

³ GdR MACS : Groupe de Recherche "Modélisation, Analyse et Conduite des Systèmes Dynamiques" (www.univ-valenciennes.fr/GDR-MACS)

des travaux de Modélisation d'Entreprise, des cadres méthodologiques et des langages existants. Dans sa première version, ce cadre s'appuie sur une démarche dédiée de questionnement des acteurs, cinq vues de modélisation (processus de prise en charge du patient, système physique, système d'information, décisions, organisation) et des langages de modélisation issus des cadres ARIS et GIM (Albert, 2007; Besombes *et al.*, 2004). Plus récemment, les travaux de thèse d'Amadou Sienou ont permis de proposer un cadre méthodologique pour le management intégré des risques et des processus d'entreprise (Sienou, 2009). Ces travaux s'appuient sur le cadre ARIS, intègrent de nouveaux concepts liés au risque, et sont notamment appliqués au secteur hospitalier pour la gestion des circuits médicamenteux.

Sur la base de ces expériences réussies d'adaptation et de transfert des cadres méthodologiques issus du secteur industriel vers le secteur hospitalier, nous nous proposons d'investiguer cette transposition au secteur agricole, qui n'a, pour l'heure, jamais été encore réalisée :

"En quoi la Modélisation d'Entreprise peut-elle contribuer à représenter le fonctionnement et l'organisation des entreprises agricoles et aider à identifier leurs besoins de gestion dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de Système d'information?"

C'est autour de cette question cruciale que s'articulent nos travaux de recherche. A cette fin, nous proposons de définir un cadre méthodologique adapté aux entreprises agricoles et largement inspiré de la Modélisation d'Entreprise, en faisant l'hypothèse que cette dernière peut contribuer à :

- aider à structurer la description du système "entreprise agricole" à travers la définition d'un cadre conceptuel unifié
- aider à formaliser le système "entreprise agricole" sous une forme intelligible et communicable à travers la définition de langages de modélisation avant tout graphiques
- aider à représenter les différents aspects de l'entreprise agricole à travers la définition d'un jeu de modèles pertinent
- aider à mieux gérer la complexité des modèles à travers la définition d'un cadre de modélisation, construit autour de vues et de phases de modélisation et s'appuyant sur une représentation systémique stable de l'entreprise agricole
- aider à recenser les informations auprès des acteurs, à travers la définition d'une ou plusieurs démarches structurées en fonction des objectifs précis de modélisation

2. Notre approche méthodologique : pluridisciplinaire et multisectorielle

2.1. Présentation générale de notre approche

Afin de proposer un cadre méthodologique adapté aux entreprises agricoles et de répondre à la question de l'apport de la Modélisation d'Entreprise pour la représentation métier et l'aide à l'expression des besoins de gestion des entreprises agricoles dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information, nous proposons une approche méthodologique à la fois pluridisciplinaire, en mobilisant le Génie Industriel (dont est issue la Modélisation d'Entreprise), les Sciences de Gestion et les Sciences Biotechniques, et multisectorielle, en rapprochant les secteurs agricole et industriel.

Soucieux de garantir la pertinence du cadre méthodologique, nous nous attacherons à étudier les entreprises agricoles à caractère professionnel s'inscrivant dans une dynamique de production de biens et de services. Dans le cadre de ces travaux, nous nous concentrerons sur les productions diversifiées de type grandes cultures et élevage de polygastriques (herbivores).

En nous appuyant sur les travaux menés en Modélisation d'Entreprise, nous construirons un cadre méthodologique enrichi de l'intégration des cadres existants dans le secteur agricole et d'emprunts conceptuels notamment aux Sciences de Gestion et aux Sciences Biotechniques.

Pour l'adaptation du cadre méthodologique aux entreprises agricoles, nous nous appuyerons sur notre connaissance des systèmes de production agricole tout en l'enrichissant d'une lecture d'articles scientifiques et techniques et d'une proximité avec le "terrain" à travers le suivi régulier de plusieurs exploitations agricoles. Nous illustrerons enfin l'utilisation du cadre méthodologique à travers l'élaboration de modèles sur une exploitation agricole de polyculture élevage.

2.2. L'entreprise agricole de production de biens et de services comme objet d'étude

Nous choisissons l'exploitation agricole comme objet d'étude. L'exploitation agricole est ainsi vue comme une "unité économique de production qui participe à la production agricole, dispose d'une gestion courante indépendante et atteint un certain seuil en superficie, en production ou en nombre d'animaux" (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2006a). Tous les acteurs en lien avec l'exploitation (administration, filière, sous-traitant, autres exploitations) seront considérés comme extérieurs au système étudié, mais devront être identifiés comme participant à l'activité des exploitations agricoles.

Nous nous intéresserons plus particulièrement aux exploitations agricoles professionnelles⁴, représentatives de l'activité agricole en France : plus de 326 000 exploitations (Agreste, 2008) sont ainsi dénombrées en 2007, ce qui représente 64% du nombre total d'exploitations et couvrent plus de 92% de la Surface Agricole Utile (SAU) en France métropolitaine, en représentant la très grande majorité de l'activité économique du secteur⁵.

Parmi ces exploitations professionnelles, nous nous intéresserons à la diversité des productions de biens et de services. Nous nous concentrerons cependant, dans le cadre de ces travaux, sur les exploitations ayant des productions diversifiées de type grandes cultures et élevage de poly-gastriques (herbivores), pour les raisons suivantes :

- la durée longue, de l'ordre de l'année, des cycles de production qu'elles pilotent ;
- la diversité et la complexité des modes de gestion qu'elles mobilisent ;
- l'interaction existante entre ateliers de production animale et végétale ;
- leur prise avec le milieu naturel (sol, climat) (Figure 2.16) ;
- le couplage d'activités agricoles avec des activités non-agricoles directement liées à l'exploitation dans ce type de systèmes de production ;
- la représentativité statistique des systèmes de production ainsi considérés qui représentent plus de 75% des exploitations agricoles professionnelles (Figure 2.17).
- la difficulté de construire, a priori, un cadre méthodologique générique à l'ensemble des productions agricoles

Dans le cadre de ces travaux, nous ne nous intéresserons donc pas aux productions végétales pluriannuelles (arboriculture fruitière, viticulture). Nous ne nous intéresserons pas non plus aux cultures maraîchères, à l'horticulture et à l'élevage de monogastriques (porcs, volailles, poissons), souvent "hors-sol", dont les cycles de production sont plus courts, de quelques mois à un jour. L'organisation et le fonctionnement des exploitations hors-sol (serres, élevages hors-sol) s'apparentant davantage aux entreprises industrielles : nous préférons ainsi concentrer nos réflexions sur les productions de grandes cultures et d'élevage de poly-gastriques.

⁴ Une exploitation agricole professionnelle dispose d'une "unité économique supérieure à 8 Unités de Dimension Economique Européenne (UDE), soit l'équivalent de 12 ha de blé et utilise un minimum de 75% de travail fourni par une personne occupée à plein temps pendant une année" (Source INSEE Agreste, arrêté du 24 janvier 2000)

⁵ Données Agreste 2007 – <http://agreste.agriculture.gouv.fr>

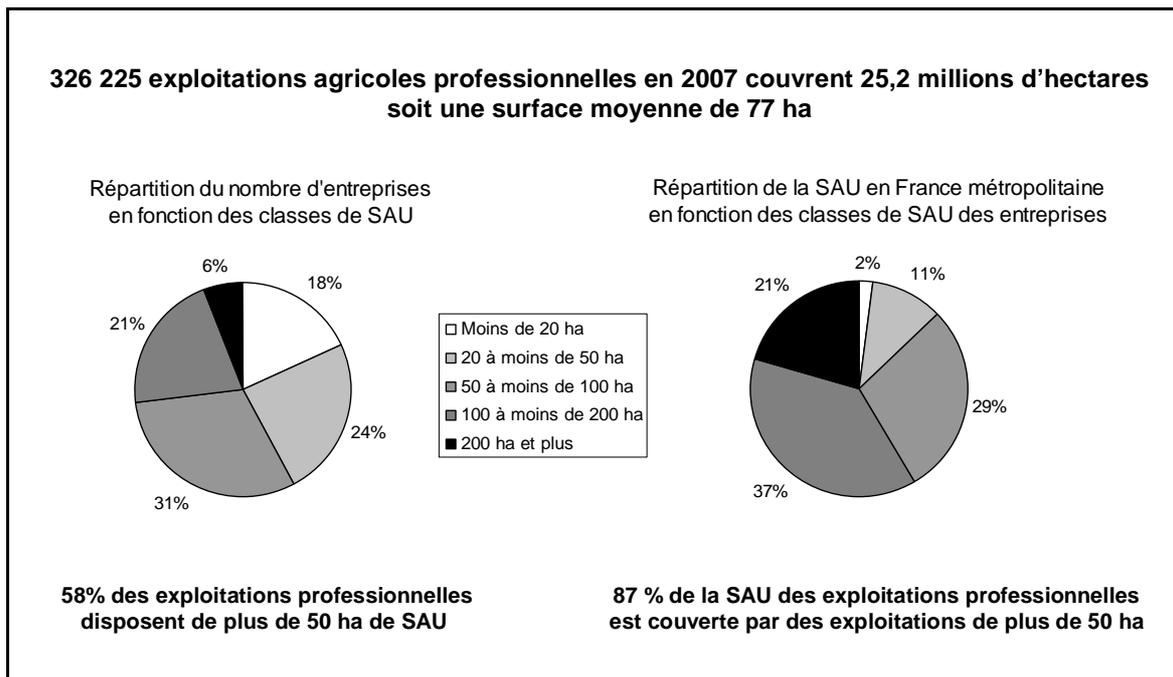


Figure 2.16 : Surface Agricole Utile (SAU) des exploitations agricoles professionnelles (Données Agreste 2007)

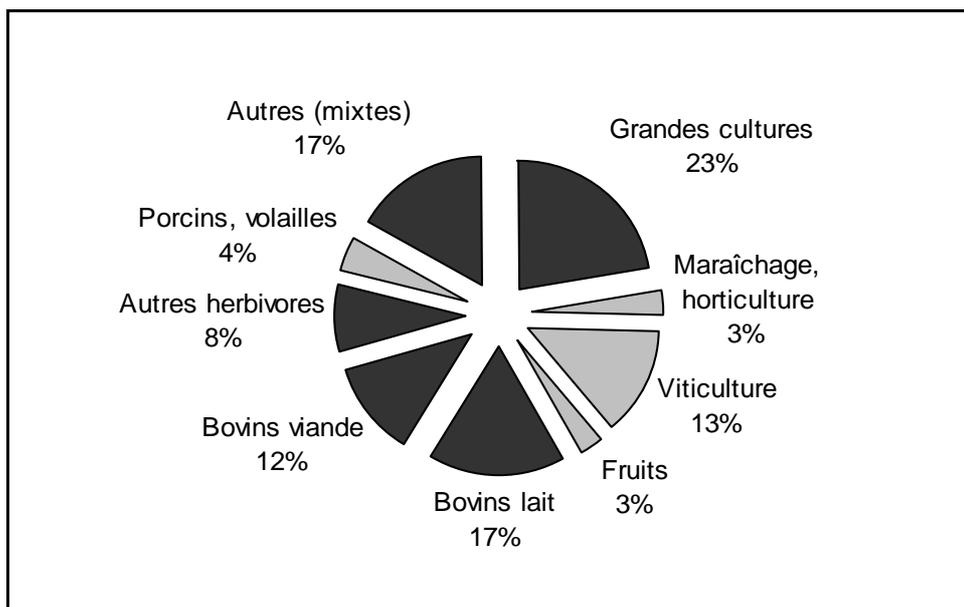


Figure 2.17 : Répartition des exploitations agricoles professionnelles par type de production (Données Agreste 2007)

Pour construire un cadre méthodologique adapté aux besoins des exploitations agricoles correspondant aux systèmes de production identifiés, nous nous appuyerons sur notre connaissance de ces systèmes de production tout en l'enrichissant d'une lecture d'articles scientifiques et techniques et d'une proximité avec le "terrain" à travers le suivi régulier de plusieurs exploitations agricoles. Cette proximité avec le "terrain" permet d'apprécier la diversité des situations et d'enrichir les réflexions conceptuelles afin d'attein-

dre un certain niveau de généricité dans les propositions formulées. Plusieurs exploitations de grandes cultures, de polyculture et d'élevage de poly-gastriques ont ainsi été suivies dans le cadre de ces travaux et permettent aujourd'hui d'enrichir notre connaissance de ces systèmes de productions agricoles (Figure 2.18).

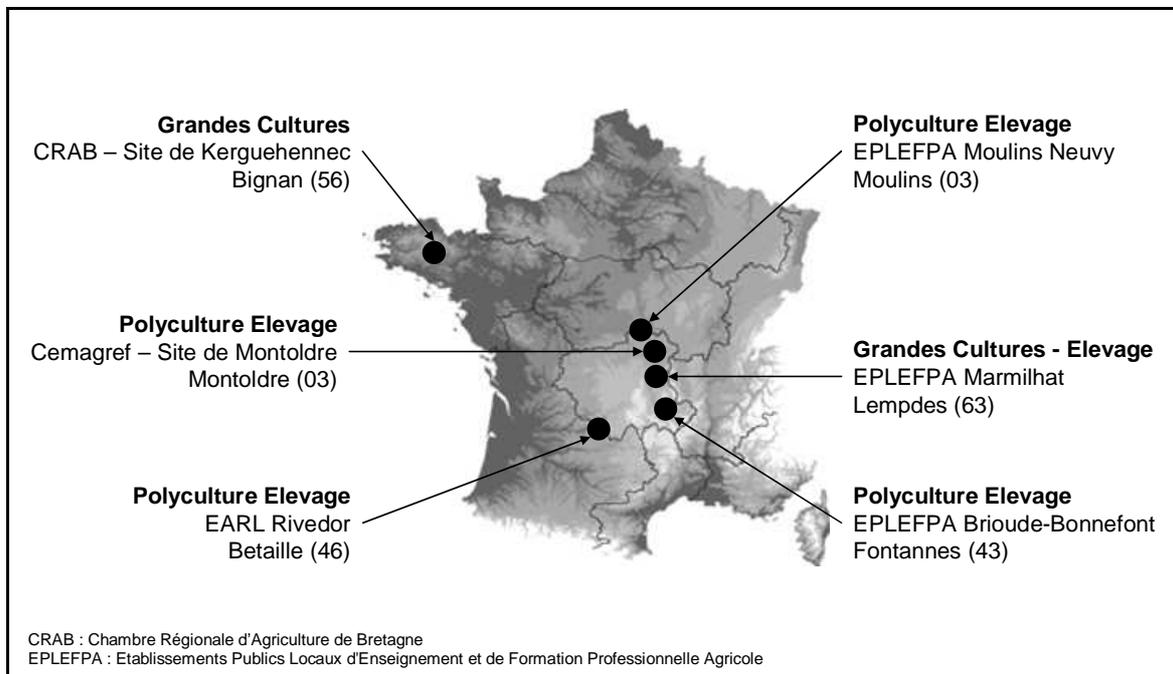


Figure 2.18 : Exploitations agricoles suivies dans le cadre de nos travaux

2.3. Le cadre CEMAgriM comme proposition de cadre méthodologique issu du Génie Industriel, des Sciences de Gestion et des Sciences Biotechniques

En nous appuyant sur les travaux menés en Modélisation d'Entreprise, nous visons la proposition d'un cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole dans une démarche d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. **Nous visons la définition d'un cadre méthodologique, cohérent et capable de décrire le maximum d'aspects de l'entreprise agricole.** Nous baptiserons ce cadre CEMAgriM pour "Cemagref Entreprise Modeling in Agriculture Integrated Methodology" (Figure 2.19).

En nous inscrivant dans une dynamique d'ingénierie méthodologique, à partir d'une bibliographie issue des travaux menés en Modélisation d'Entreprise sur les cadres méthodologiques (**Annexes I.1 à I.7**), les cadres de modélisation (**Annexe I.8**), l'interopérabilité des modèles et des langages (**Annexe I.9 §1**), complétée des travaux sur les cadres méthodologiques issus du secteur agricole (**Chapitre 4**) et d'une bibliographie en Sciences de Gestion (**Annexe I.9 §2** notamment) et en Sciences Biotechniques (**Annexe I.10** notamment), nous proposons de définir les différentes composantes du cadre méthodologique CEMAgriM (Figure 2.20).

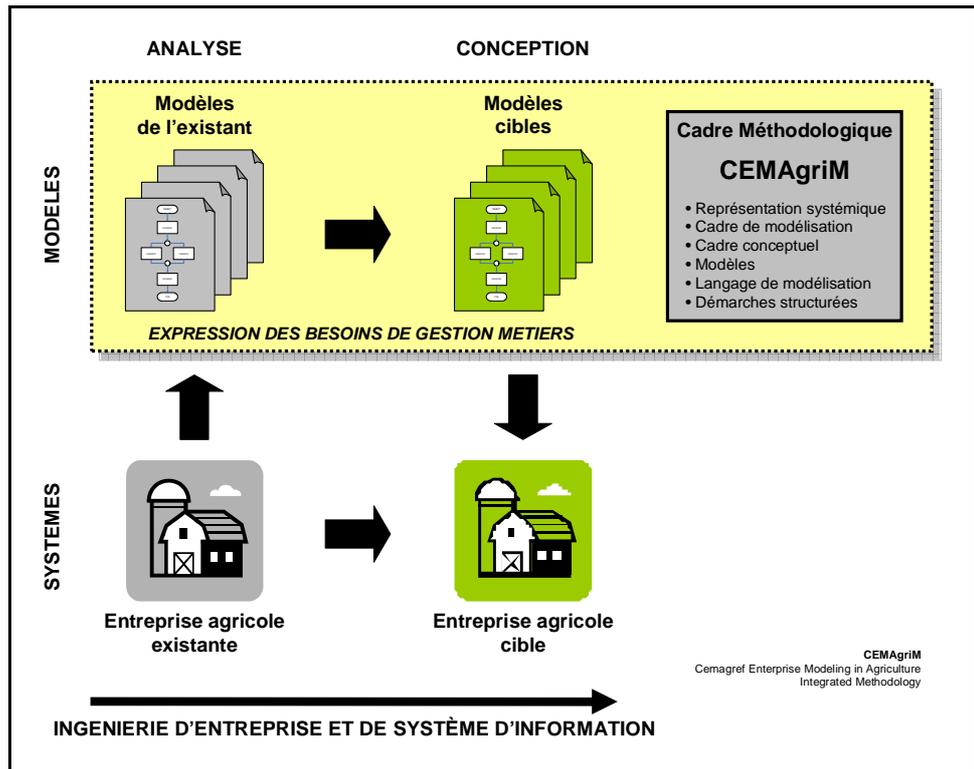


Figure 2.19 : Le cadre méthodologique CEMAgriM pour la représentation métier des entreprises agricoles dans une démarche d'ingénierie d'entreprise et de système d'information

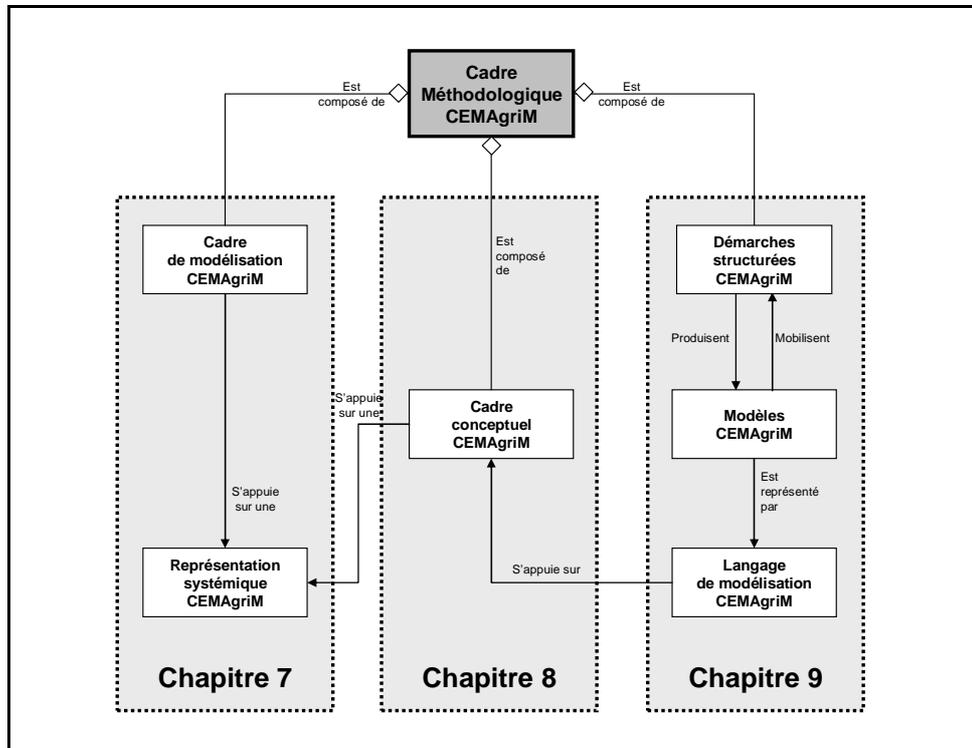


Figure 2.20 : Les composantes du cadre méthodologique CEMAgriM

Chaque composante du cadre méthodologique CEMAgriM constitue un enjeu en termes de définition et d'adaptation au secteur agricole. La représentation systémique et le cadre de modélisation CEMAgriM seront proposés dans le **Chapitre 7**. Le cadre conceptuel unifié CEMAgriM fera l'objet du **Chapitre 8** et une première proposition de langage de modélisation et de modèles CEMAgriM sera présentée dans le **Chapitre 9**.

Les démarches de modélisation ne seront que rapidement abordées dans le **Chapitre 9**, en nous limitant à proposer une démarche générique de modélisation, précisant l'ordre dans la réalisation de l'ensemble des modèles. Cette proposition de démarche restera ainsi générique pour tout type de projet d'ingénierie d'entreprise ou de système d'information, qui pourrait mobiliser concepteurs de systèmes d'information, mais aussi conseillers et exploitants agricoles. Nos travaux ne spécifieront donc pas, par exemple, une démarche particulièrement adaptée à la définition d'un système d'acquisition de données, à la définition d'un tableau de bord pour le pilotage des performances des processus, ou à la définition d'outils d'aide à la décision, etc. qui pourrait spécifier la mobilisation de tels ou tels modèles. Nous y reviendrons dans le **Chapitre 11**.

2.4. L'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont comme cas d'illustration

Nous nous proposerons enfin d'illustrer notre proposition à l'aide d'un cas d'application dont l'objectif sera d'établir des modèles selon la méthodologie définie et de montrer la faisabilité et la pertinence d'un tel cadre méthodologique pour aider à identifier les besoins de gestion d'une entreprise agricole.

Parmi l'ensemble des exploitations professionnelles diversifiées qui correspondent à notre objet d'étude (cf §2.2), les exploitations agricoles des Etablissements Publics Locaux d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole (EPLEFPA) ont retenu toute notre attention. Ces exploitations sont des "unités de production à vocation pédagogique" (Article R. 811-9 du Code Rural) : leur orientation, leur conduite et leur gestion, qui se réfèrent aux usages et pratiques commerciales des professions concernées, sont utilisées comme moyens de formation, d'expérimentation, de démonstration et de développement. Pour tenir leur rôle de premiers supports pédagogiques, ce sont donc des unités de production ou de transformation dont les modes de fonctionnement sont comparables à ceux des autres exploitations sur les plans techniques et économiques et qui se doivent en outre exemplaires dans la mise en œuvre de la Loi d'Orientation Agricole : développement durable et gestion du territoire, qualité et sécurité sanitaire des aliments, etc.

Compte tenu de la pertinence de ces objets d'étude et de nos besoins applicatifs, nous avons ainsi choisi l'exploitation de polyculture-élevage de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont (Figure 2.21) pour de multiples raisons :

- la diversité et la contractualisation des productions de biens et de services, conformes au modèle "entreprise" actuel ;
- la dimension humaine et la taille des ateliers de production ;
- la complexité des systèmes de production de cette exploitation, à la fois conduits en production conventionnelle et biologique
- l'exemplarité des modes de gestion vis-à-vis des exigences réglementaires et environnementales ;
- sa proximité géographique (Haute-Loire) ;
- la disponibilité, la connaissance experte, l'ouverture et la pédagogie du directeur d'exploitation ;
- l'intérêt de l'EPLEFPA à disposer de modèles descriptifs de l'exploitation à des fins pédagogiques et à améliorer la gestion des informations (données et indicateurs)



Figure 2.21 : L'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont

Conclusion

L'analyse des cadres méthodologiques issus des secteurs agricole et industriel identifie intérêts et limites de chacun d'entre eux pour la représentation métier des entreprises. Cette analyse révèle en outre que les cadres méthodologiques issus du secteur industriel n'ont jusqu'à présent fait l'objet, à notre connaissance, d'application à l'entreprise agricole que dans le cadre de nos travaux, ce qui invite à dépasser les barrières sectorielles.

A l'instar des travaux de recherche en cours sur la transposition des cadres méthodologiques existants du secteur industriel au secteur tertiaire, et plus particulièrement au secteur hospitalier, nous identifions plusieurs contributions possibles de la Modélisation d'Entreprise pour le secteur agricole. Nous construisons ainsi notre problématique autour de la question suivante :

"En quoi la Modélisation d'Entreprise peut-elle contribuer à représenter le fonctionnement et l'organisation des entreprises agricoles et aider à identifier leurs besoins de gestion dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de Système d'information?"

A l'heure où l'exploitation agricole s'affiche comme une véritable entreprise de production de biens et de services, nous proposons une approche méthodologique pluridisciplinaire (Génie industriel, Sciences de Gestion, Sciences Biotechniques) et multisectorielle (Agriculture, Industrie) pour répondre à cette problématique. Dans le cadre de ce travail, nous nous concentrons sur les entreprises agricoles ayant des productions diversifiées de type grandes cultures et élevage de polygastriques (herbivores).

A partir d'un travail bibliographique présenté en **Annexes I**, et d'une connaissance approfondie des systèmes de production agricoles, nous visons la proposition d'un cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole dans une démarche d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. Nous visons la définition d'un cadre méthodologique, cohérent, complet et capable de décrire le maximum d'aspects de l'entreprise agricole que nous baptiserons CEMAgriM pour "Cemagref Enterprise Modeling in Agriculture Integrated Methodology"

Ce cadre méthodologique, défini pour aider à identifier les besoins de gestion des entreprises agricoles, est construit autour des 6 composantes identifiées dans le **Chapitre 3** : une représentation systémique, un cadre de modélisation, un cadre conceptuel unifié, un langage de modélisation, un jeu de modèles et une démarche générique de modélisation.

Ces propositions seront présentées dans les trois prochains chapitres de la **Partie 3**. Elles seront illustrées à l'aide d'un cas d'application, l'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont, et discutées dans les chapitres de la **Partie 4**.

Partie 3

Proposition d'un cadre
méthodologique pour la
représentation métier
de l'entreprise agricole :
le cadre CEMAgriM

Résultats

Résumé

L'analyse des cadres méthodologiques issus des secteurs agricole et industriel nous a permis d'identifier intérêts et limites de chacun d'entre eux pour la représentation métier des entreprises agricoles. A l'instar des travaux de recherche sur la transposition des cadres méthodologiques existants du secteur industriel au secteur tertiaire, nous construisons notre problématique de recherche autour de l'apport de la Modélisation d'Entreprise pour aider à identifier les besoins de gestion des entreprises agricoles. A l'heure où l'exploitation agricole s'affiche comme une véritable entreprise de production de biens et de services, nous proposons de définir un cadre méthodologique pour la représentation métier des entreprises agricoles largement inspiré de la Modélisation d'Entreprise et adapté aux systèmes de production agricoles.

Nous présenterons dans cette partie, à partir d'un travail bibliographique présenté en partie en **Annexes I**, les différentes composantes du cadre méthodologique CEMAgriM (Cemagref Enterprise Modeling in Agriculture Integrated Methodology) que nous voulons cohérent et capable de décrire le maximum d'aspects de l'entreprise agricole. Nous présenterons tout d'abord une proposition de représentation systémique de l'entreprise agricole tenant, compte des évolutions récentes du contexte agricole et des représentations systémiques déjà existantes, et un cadre de modélisation structurant pour la représentation métier des différents aspects de l'entreprise agricole et s'inscrivant dans une démarche d'ingénierie d'entreprise et de système d'information (**Chapitre 7**). Nous présenterons ensuite un cadre conceptuel unifié, cohérent avec cette nouvelle représentation systémique, mobilisant les cadres conceptuels issus de la Modélisation d'Entreprise tout en les adaptant aux systèmes de productions agricoles et en visant la spécification de systèmes d'information (**Chapitre 8**). Enfin, nous proposerons un premier jeu de modèles, langage graphique et démarches, établis à partir du cadre conceptuel proposé et de formalismes graphiques existants pour enrichir le cadre méthodologique CEMAgriM (**Chapitre 9**). Une synthèse des éléments composant ce cadre est présenté par ailleurs en **Annexe II.1**.

Chapitre 7

Proposition d'une représentation systémique renouvelée de l'entreprise agricole et du cadre de modélisation CEMAgriM

Résumé

Le cadre méthodologique CEMAgriM que nous cherchons à définir se structure en plusieurs composantes. Afin de jeter les bases de ce cadre méthodologique, il est important de définir le système que nous souhaitons modéliser, mais aussi de fournir un cadre structurant pour conduire la démarche d'ingénierie d'entreprise et de système d'information.

Nous proposons ainsi, dans ce chapitre, d'identifier les différentes représentations systémiques existantes de l'entreprise agricole et de proposer, au regard des évolutions récentes du contexte agricole et de nos besoins, une représentation systémique renouvelée pour l'entreprise agricole. A partir de cette représentation, nous proposons de construire un cadre de modélisation, inspiré de la Modélisation d'Entreprise, structurant pour la représentation métier des différents aspects de l'entreprise agricole et s'inscrivant dans une démarche d'ingénierie d'entreprise et de système d'information.

Ce chapitre n'a pas encore fait l'objet de publication, mais certains résultats ont été présentés lors des 12^{èmes} Journées du GDR MACS (Abt, 2009).

Sommaire

- 1 Une représentation systémique renouvelée pour l'entreprise agricole**
 - 1.1 L'entreprise agricole et ses sous-systèmes
 - 1.2 L'entreprise agricole et son environnement
 - 1.3 Proposition d'une représentation systémique de l'entreprise agricole pour le cadre CEMAgriM

- 2 Un cadre de modélisation structurant pour la représentation métier des différents aspects de l'entreprise agricole**
 - 2.1 Aspects de l'entreprise à modéliser et choix des vues de modélisation
 - 2.2 Cycle de vie des modèles d'entreprise et choix des phases de modélisation
 - 2.3 Proposition d'un cadre de modélisation pour le cadre CEMAgriM

1. Une représentation systémique renouvelée pour l'entreprise agricole

Comme nous avons pu le voir dans le **Chapitre 3**, la démarche systémique s'appuie sur l'analyse systémique pour définir les "limites du système à modéliser", pour "identifier les éléments importants et les types d'interactions entre ces éléments", et pour "déterminer les liaisons qui les intègrent en un tout organisé" (De Rosnay, 1975). L'entreprise, et a fortiori l'entreprise agricole, peut être vue comme un système (Le Moigne, 1987) dont la "variété des représentations systémiques tient au choix que font les concepteurs de modèles de raisonner sur la base des composants du système ou en se référant aux fonctions qu'il remplit, et de proposer des inventaires plus ou moins détaillés des uns et des autres" (Desreumaux, 1998).

Dans la littérature, plusieurs travaux font référence à l'approche systémique pour définir une représentation du système "exploitation agricole". Les premiers travaux ont été menés par Osty à la fin des années 70 (Osty, 1978). Ces travaux visaient à renouveler l'approche du fonctionnement des exploitations en considérant qu'une "exploitation n'est pas l'addition de moyens et de techniques de production ni la juxtaposition de modes d'utilisation du sol, etc. (...) Etudier l'exploitation comme un système, c'est considérer d'abord l'ensemble avant d'étudier à fond les parties que l'on sait aborder ; il s'agit de prendre en compte, même qualitativement, les relations internes essentielles et notamment leur articulation dans le temps".

Nous proposons, dans les paragraphes qui suivent, de présenter les principales représentations systémiques de l'entreprise agricole que nous avons pu recenser en les classant selon les modalités de définition des sous-systèmes ou leur relation avec l'environnement. Ces représentations ne sont pas contradictoires mais complémentaires en fonction des regards portés sur le système "exploitation agricole".

1.1. L'entreprise agricole et ses sous-systèmes

Un premier type de représentations systémiques de l'exploitation agricole s'appuie sur une décomposition fonctionnelle de l'exploitation vue comme un système de production. Attonaty propose ainsi une décomposition en 3 sous-systèmes : un ou plusieurs **systèmes de cultures** (définis pour une surface de terrain traitée de manière homogène, par les cultures avec leur ordre de succession et les itinéraires techniques), un ou plusieurs **systèmes d'élevage** (constitué des animaux et de leur mode d'élevage) et un **système fourrager** qui assure le lien entre les deux systèmes (récolte, transformation et stockage des fourrages sur pied pour les transformer en aliments consommables par les animaux) (Attonaty, 1980) (Figure 3.1). Hénin propose quant à lui une décomposition en 4 sous-systèmes : **cultural, fourrager, d'alimentation et d'élevage** (Brossier, 1987; Hénin, 1980) qui sera repris par Coudrieau comme décomposition du système de production et de transformation du système-exploitation (Coudrieau, 1988) (Figure 3.1).

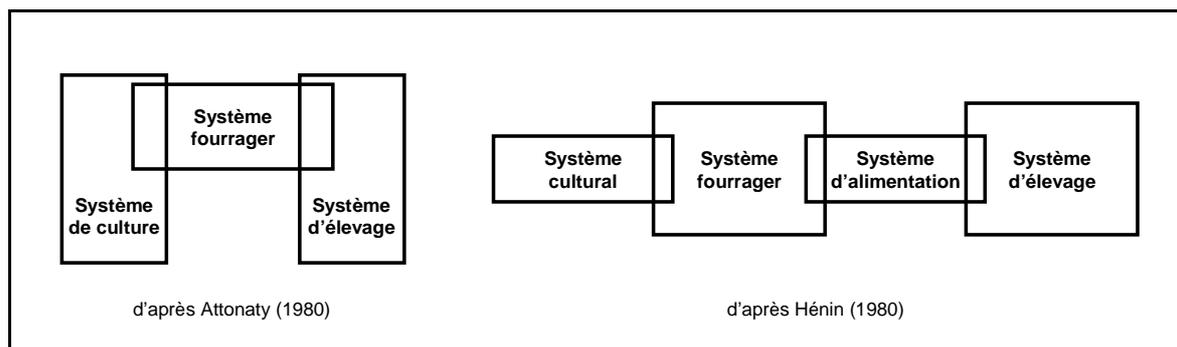


Figure 3.1 : L'exploitation agricole vue comme un système de production et sa décomposition en plusieurs sous-systèmes fonctionnels (Attonaty, 1980; Héning, 1980)

Un deuxième type de représentations systémiques de l'exploitation agricole s'appuie sur une décomposition en sous-systèmes selon le modèle Opération-Information-Décision (OID). Ce modèle est un produit familier de la systémographie de l'entreprise et est notamment utilisé en modélisation d'entreprise pour le cadre méthodologique GIM. A priori, toute entreprise peut être articulée en 3 sous-systèmes fonctionnels, autonomes et différenciables (Le Moigne, 1987) : le **système d'opération** dont la fonction est d'assurer les opérations physiques du système entreprise dans ses environnements (traitement des flux de matières et matériaux, d'énergie et d'équipements, de monnaies, écritures et documents), le **système de décision** dont la fonction est d'élaborer les décisions de modification du comportement physique du système d'opération (en référence aux finalités ou projets qu'il élabore, explicite et maintient), le **système d'information** dont la vocation est d'assurer le couplage entre le système d'opération et le système de décision (en instrumentant notamment la production d'information générique ou primaire). Landais et Deffontaines proposent une représentation systémique de l'exploitation agricole basée sur ces 3 sous-systèmes. Ils ne parlent pas de système d'information mais de **système de mémorisation** alimenté par les informations ("indicateurs") émanant de l'environnement ou du système opérant et du système de décision (Landais *et al.*, 1990) (Figure 3.2). Le cadre méthodologique AGEA s'appuie également sur une décomposition systémique de l'exploitation agricole selon le modèle OID. Proposée initialement par Osty, cette représentation systémique du système "famille-exploitation" décline le système de décision en un **système de pilotage** et un **système de finalités**, pour distinguer ce qui relève du pilotage par l'exploitant de ce qui relève de l'expression de finalités sur l'exploitation par la famille de l'exploitant (enfants, frères, sœurs, grand père, etc.) (Bonneviale *et al.*, 1989; Osty, 1978) (Figure 3.3).

Un troisième type de représentations systémiques de l'exploitation agricole s'appuie sur une décomposition en un **système de production** et un **système de gestion**. Ces représentations rejoignent la décomposition selon le modèle OID, mais "fusionnent" en quelque sorte le système de décision et le système d'information pour définir un système regroupant la globalité de l'interactivité des constituants essentiels de la démarche gestionnaire (ensemble des ressources matérielles et humaines et des procédures organisées sous la forme de système qui ont pour objectif d'assurer l'exercice des acti-

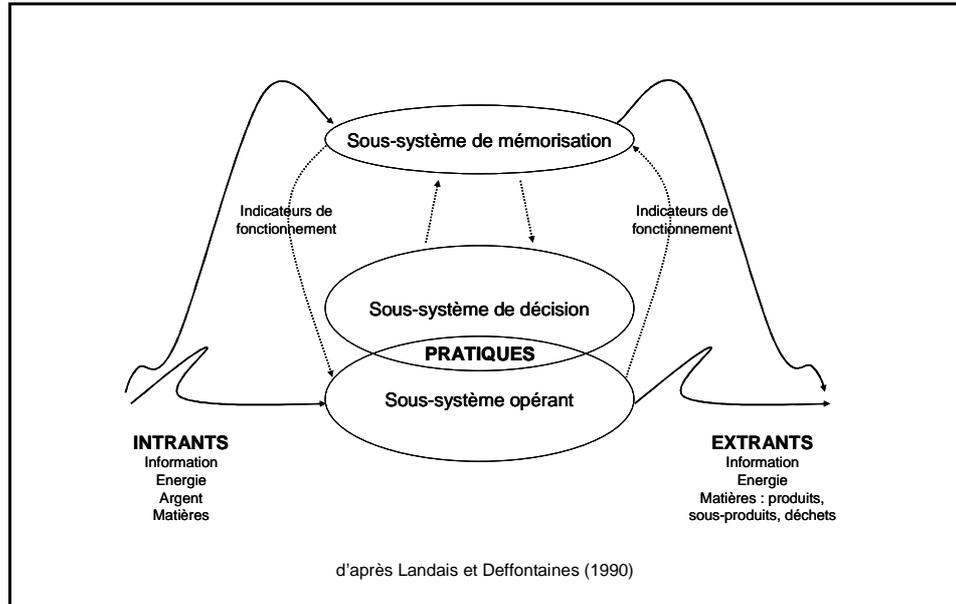


Figure 3.2 : Le système "exploitation agricole" et sa décomposition à travers le modèle Opération-Information-Décision (OID) (Landais *et al.*, 1990)

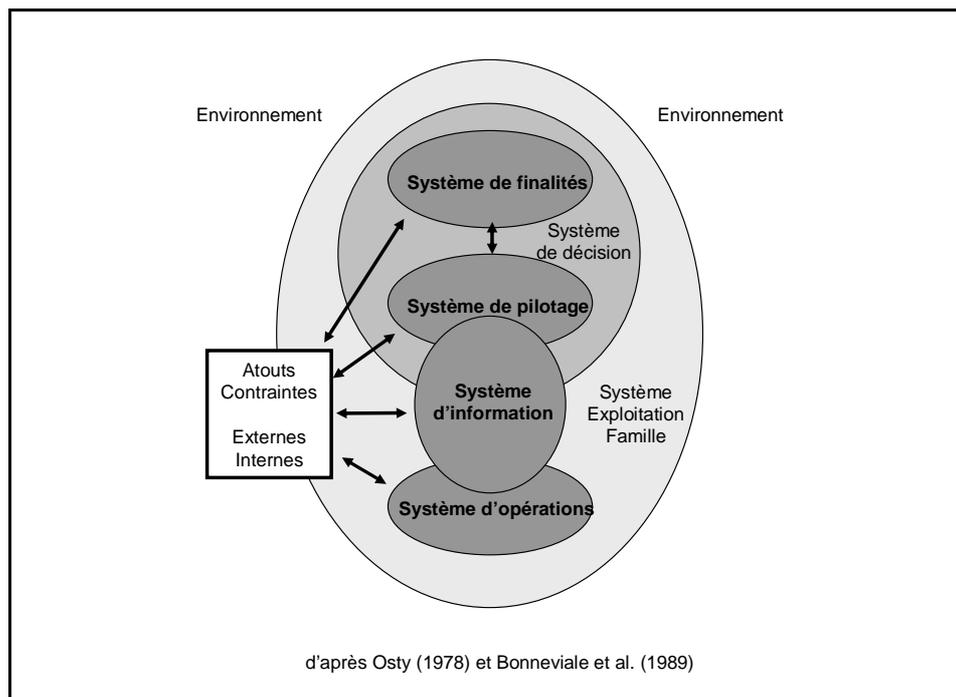


Figure 3.3 : Le système "famille-exploitation" et sa décomposition à travers le modèle Opération-Information-Décision (OID) (Bonneville *et al.*, 1989; Osty, 1978)

vités de l'entreprise) (Marchesnay, 1997; Martins Dos Santos, 2002; Tabatoni *et al.*, 1975). Cette décomposition est notamment proposée par Sørensen et Kristensen, et reprise par Keating et McCown, pour penser l'intervention auprès des agriculteurs (Keating *et al.*, 2001; Sørensen *et al.*, 1992) (Figure 3.4). La compréhension du système de gestion de l'agriculteur, en

lien avec son système de production, est ainsi présentée comme un préalable indispensable dans une démarche d'accompagnement des agriculteurs (Magne, 2007). Cette décomposition est également utilisée par Coudrieau qui propose de voir le système "exploitation agricole" comme la composition d'un sous-système de production et de transformation et d'un système de gestion décomposé en un **sous-système de gestion technique, économique et financière**, un **sous-système de gestion du travail** et un **sous-système de pilotage** (Coudrieau, 1988) (Figure 3.8). Notons que ce type de représentations systémiques de l'entreprise rejoint celle proposée pour le cadre méthodologique CIMOSA en distinguant une partie opérative et une partie commande (AMICE, 1993), ou celle proposée pour le cadre méthodologique AMS en distinguant le module technologique et le module de pilotage (Mélèse, 1984).

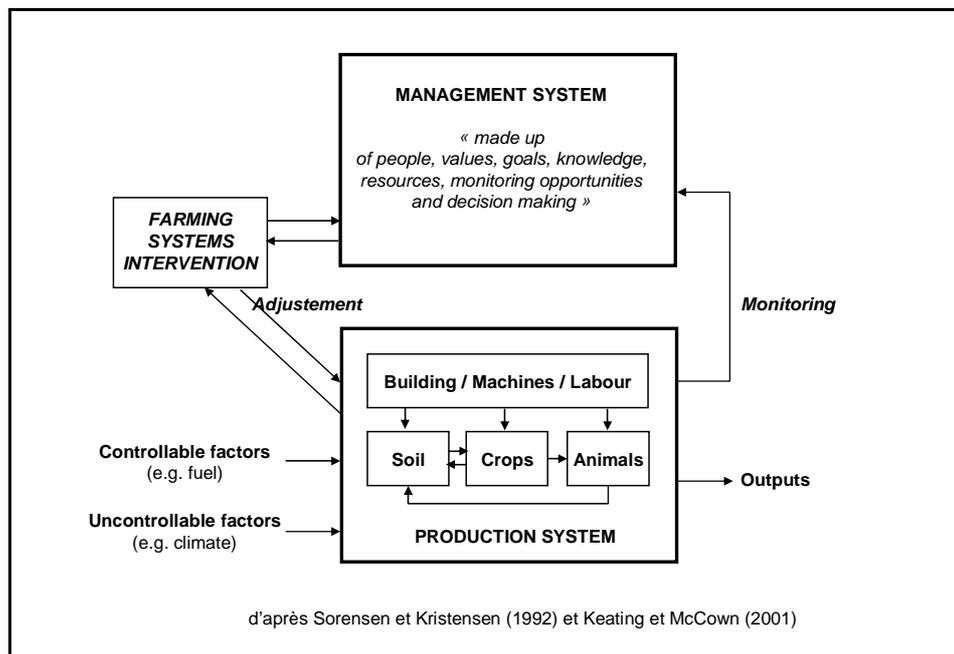


Figure 3.4 : Le système "exploitation agricole" et sa décomposition en système de production et système de gestion (Keating *et al.*, 2001; Sørensen *et al.*, 1992)

Un quatrième type de représentations systémiques de l'exploitation agricole, tout en s'appuyant sur le type de représentations précédent, met en exergue le sous-système biophysique, propre aux systèmes de production agricole. Martin-Clouaire et Rellier proposent ainsi une décomposition du système de production agricole en 3 sous-systèmes : le **système pilote** (ou système de décision, responsable de la réalisation des objectifs de production), le **système opérant** (regroupant les ouvriers, les outils, les intrants, et qui est en charge de la transformation des jeux d'activités candidats fournies par le pilote en un jeu complètement déterminé d'activités exécutables) et l'**appareil producteur** (ou système biophysique composé d'entités biophysiques qui ont leurs propres processus – photosynthèse, dynamique du micro-climat) (Martin-Clouaire *et al.*, 2000; Martin-Clouaire *et al.*, 2003a; Martin-Clouaire *et al.*, 2003b) (Figure 3.5). De la même manière, Le Gal *et*

al. proposent une décomposition du système de production en un **système de décision** (qui représente comment les exploitants choisissent et implémentent les interventions techniques), un **système technique** (défini comme une combinaison dans l'espace et dans le temps de techniques réalisées séquentiellement par l'exploitant sur le système biophysique) et un **système biophysique** (défini par l'interaction entre des éléments physiques et biologiques comme l'eau, le sol, le climat, les produits phytosanitaires, la croissance et le développement des plantes et des animaux) (Le Gal *et al.*, 2010) (Figure 3.6.).

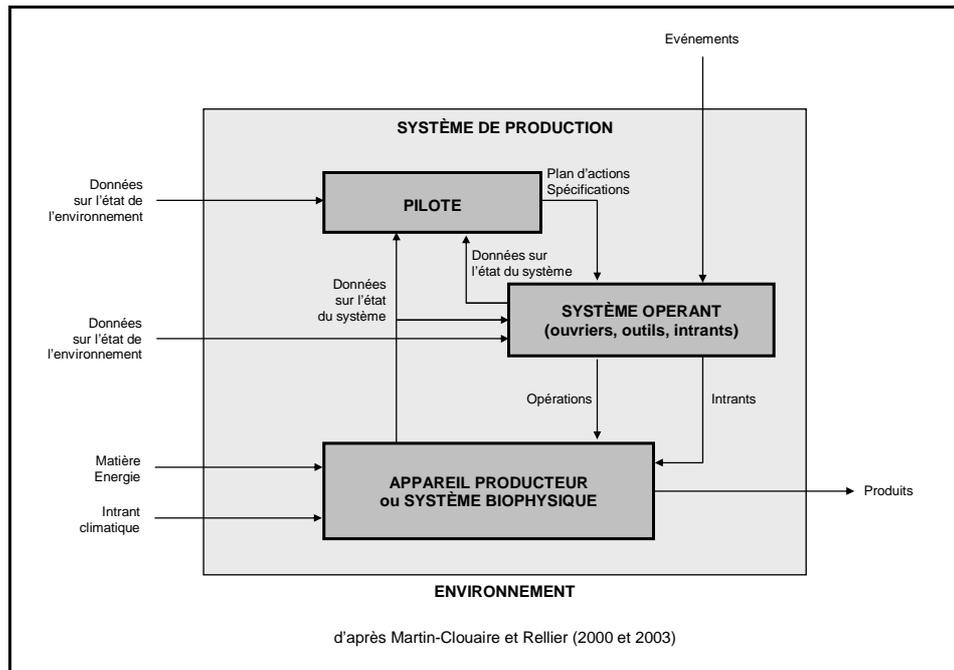


Figure 3.5 : Le système de production de l'exploitation agricole et sa décomposition en système pilote, système opérant et appareil producteur (Martin-Clouaire *et al.*, 2000; Martin-Clouaire *et al.*, 2003b)

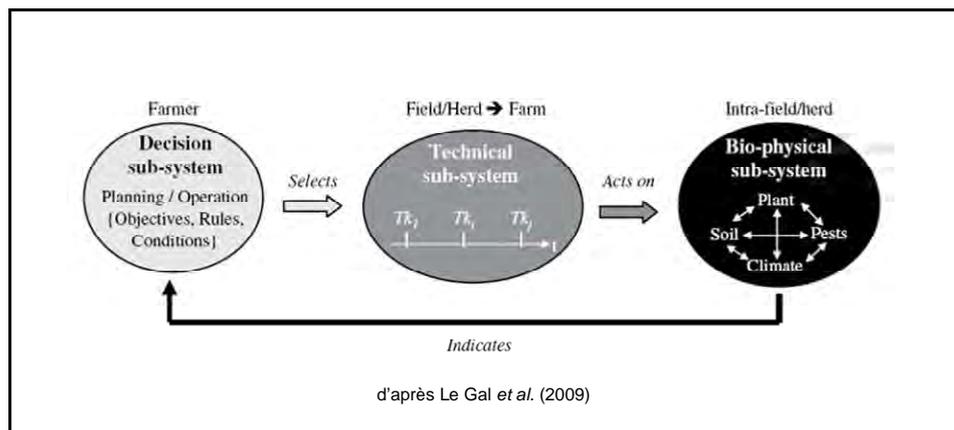


Figure 3.6 : Le système de production de l'exploitation agricole et sa décomposition en système de décision, système technique et système biophysique (Le Gal *et al.*, 2010)

1.2. L'entreprise agricole et son environnement

La notion même de système renvoie à celle d'environnement. L'entreprise peut être vue comme un "système ouvert inséré dans un environnement", voire comme un "système ouvert sur son environnement" (Huse, 1980; Katz *et al.*, 1978). L'entreprise est influencée par les multiples facteurs externes qui composent son environnement. Elle a des relations directes avec ses employés, fournisseurs, distributeurs, clients et concurrents (France-Lanord *et al.*, 1991), qui reçoivent de l'organisation des avantages ou des rémunérations en contrepartie des contributions qu'il lui apporte (salaire vs travail, produit/service vs prix, prix vs biens/services, capitaux vs dividendes) (Desreumaux, 1998) (Figure 3.7.). Mais l'entreprise interagit aussi avec un contexte économique, politique et social plus large (politique, société, contexte socio-culturel, évolution technologique, contexte économique, contexte juridique et réglementaire, démographie) (Dimitrijévic, 2005; France-Lanord *et al.*, 1991; Gagnon *et al.*, 2000; Rojot, 2003). Nous pouvons ainsi identifier des "acteurs qui relèvent d'un noyau productif de l'entreprise, et s'inscrivent dans ce qu'il est tenu d'appeler l'**environnement immédiat**, lequel se complète d'un **environnement plus large** composé d'acteurs qui n'entretiennent pas nécessairement des relations commerciales et contractuelles directes avec cette dernière" (Desreumaux, 1998). Martinet parle ainsi de **sphère transactionnelle** (actionnaires, clients, employés, banques) et de **sphère interactionnelle** (gouvernement, opinion publique, associations de protection) (Martinet *et al.*, 2004).

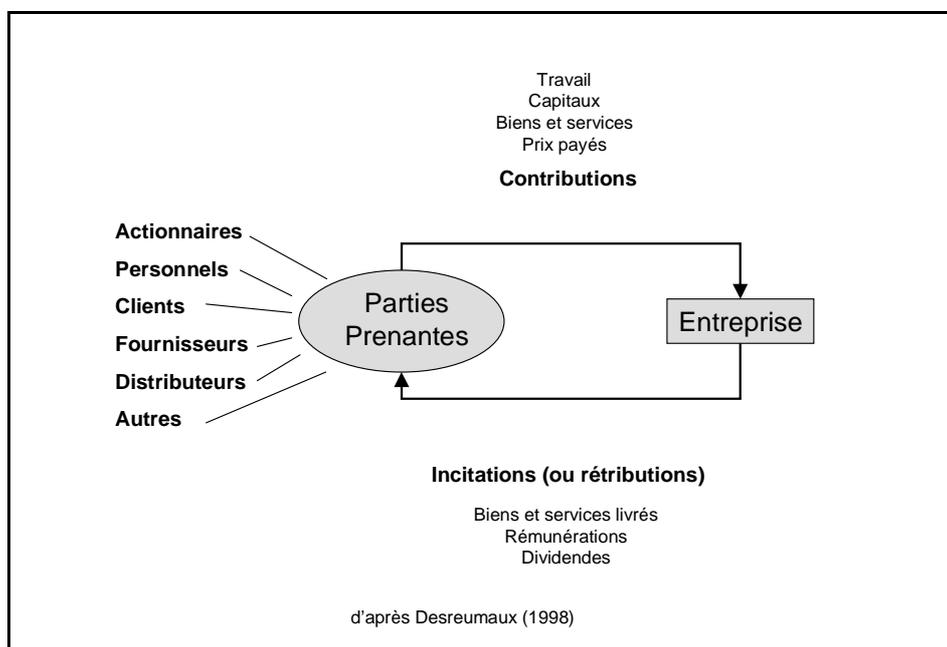


Figure 3. 7 : L'entreprise et son environnement immédiat (Desreumaux, 1998)

Dans la littérature du secteur agricole, nous retrouvons cette distinction entre environnement immédiat et environnement plus large, entre sphère transactionnelle et sphère interactionnelle, mais cette distinction n'est pas tou-

jours bien formalisée. Toutes les représentations systémiques de l'entreprise agricole présentées dans les paragraphes précédents font référence de près ou de loin à l'environnement, sans le définir en général explicitement.

Nous noterons cependant l'effort réalisé par Coudrieau pour recenser les principaux éléments constitutifs de l'environnement de l'entreprise agricole (Coudrieau, 1988) (Figure 3.8) :

- **l'environnement naturel** : il s'impose aux acteurs le plus souvent et comprend les aspects pédo-climatiques et biologiques. Il est instable dans le temps et l'espace. Il est très aléatoire et autonome ;
- **l'environnement technico-économique et financier** : il comprend les sous-environnements technique (recherche scientifique, technologique et bio-technologique, développement des techniques), économique (réseaux d'approvisionnement et de transformation, marchés locaux, européens et internationaux) et financier (flux monétaires, sources d'approvisionnement, placements). Cet environnement est le siège de la concurrence, de l'innovation, de l'instabilité conjoncturelle. Il est très évolutif ;
- **l'environnement politique et législatif** : il comprend les domaines de la législation et de la réglementation, la fiscalité, l'économie politique intérieure et extérieure et le soutien des marchés. Il se caractérise par son aspect évolutif et son influence de plus en plus grande sur les décisions prises au niveau des systèmes qui en dépendent ;
- **l'environnement social, psycho-social, culturel, symbolique** : il est fait des relations de voisinage, de famille, de pratiques professionnelles. Il est très lié à l'espace qui est le théâtre des enjeux sociaux et se transforme dans le temps par le changement des systèmes culturels ;

Nous noterons également les réflexions de Bonneville *et al.*, qui, tout en rappelant la place de l'environnement physique (milieu naturel, climat) et de l'environnement socio-économique (prix, marchés) pour l'exploitation agricole, souligne l'importance de l'environnement "immédiat", au sens spatial du terme (Bonneville *et al.*, 1989). Cet environnement regroupe tous les aspects liés à l'implantation territoriale de l'exploitation agricole (village, voisins, pression foncière, paysages, espaces ruraux, histoire). Ces éléments ont notamment été intégrés dans la définition du cadre méthodologique ASEA. Ils ont également été soulignés par les travaux de Gafsi qui s'appuient sur la théorie des ressources et la théorie des parties prenantes (Gafsi, 1996; Gafsi, 2006). Gafsi distingue les acteurs qui relèvent du contexte global de ceux qui relèvent du contexte local (Figure 3.9). Il intègre notamment dans l'environnement de l'entreprise, outre les acteurs traditionnels d'amont et d'aval, les différents acteurs ruraux (agriculteurs voisins, organisations professionnelles agricoles, administration et collectivités territoriales, etc).

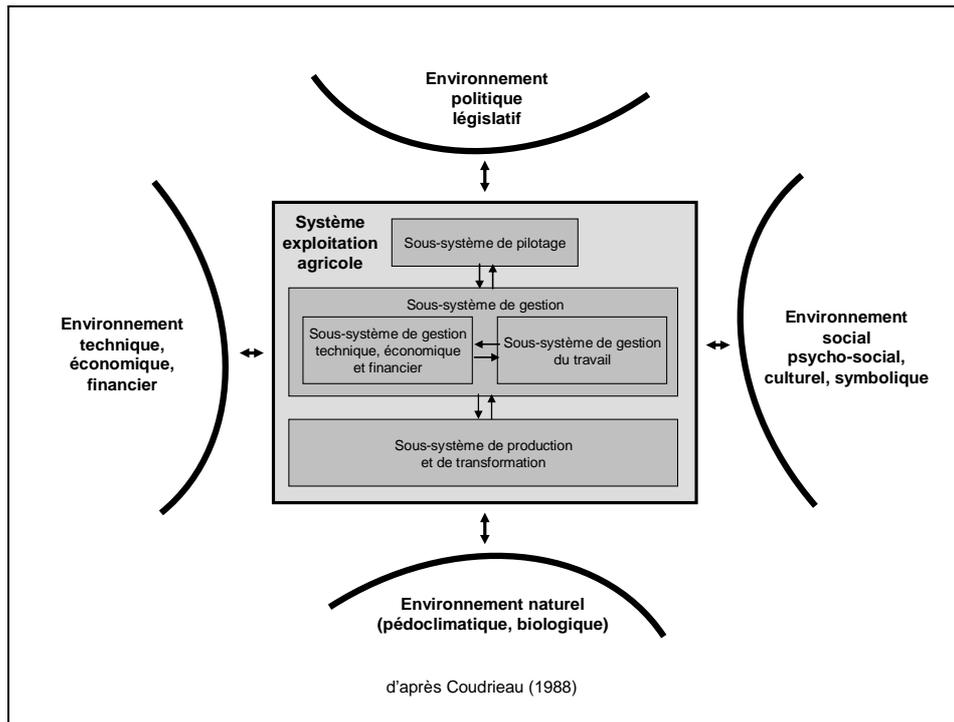


Figure 3.8 : Le système "exploitation agricole" et son ouverture sur l'environnement selon Coudrieau (Coudrieau, 1988)

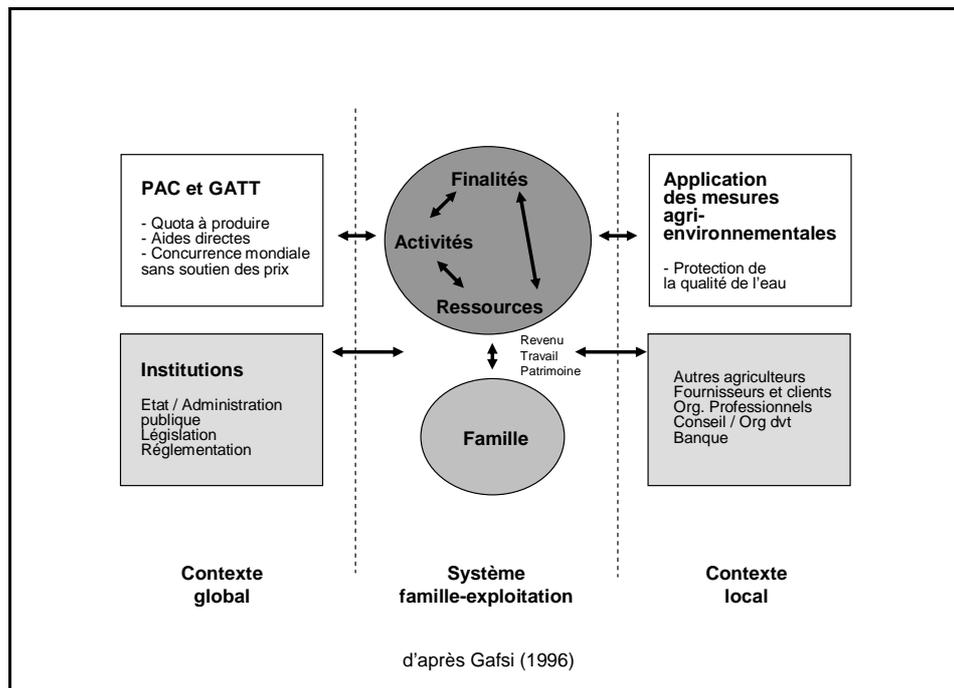


Figure 3.9 : Le système "famille-exploitation" et son ouverture sur l'environnement selon Gafsi (Gafsi, 1996)

1.3. Proposition d'une représentation systémique de l'entreprise agricole pour le cadre CEMAgriM

Au regard des différents éléments présentés dans les paragraphes précédents, tant au niveau de la décomposition systémique du système "entreprise agricole" que de la définition de son environnement, il est important de souligner la complémentarité de ces approches. A partir de ces éléments, nous nous proposons de définir une nouvelle représentation systémique de l'entreprise agricole pour supporter la démarche d'ingénierie d'entreprise et de système d'information du cadre CEMAgriM. Tout en veillant à correspondre au modèle "entreprise" décrit dans le chapitre 1, cette démarche nécessite de représenter le système "entreprise agricole" sous la forme d'une décomposition systémique mettant en avant les aspects informationnels, et en représentant un système ouvert sur son environnement, échangeant biens et services avec son environnement immédiat et s'insérant dans un environnement plus global, ce qu'aucune représentation existante ne permet de fournir aujourd'hui.

Devant la complexité des modes d'organisation actuels, le système "entreprise agricole" est de plus en plus difficile à délimiter (Séronie *et al.*, 2007). Nous pourrions restreindre notre domaine d'étude au "système de production", mais les approches des vingt dernières années ont montré la richesse apportée par l'étude des liaisons avec les autres domaines de l'entreprise (commercial, maintenance, amélioration continue, etc) et l'obligation de prendre en compte ces liaisons dans une organisation générale du système entreprise. Sans viser la matérialisation des frontières du système, nous délimiterons le **système "entreprise agricole"** par :

- un ensemble de finalités et d'objectifs porté par le chef d'entreprise, et notamment le choix des parties prenantes
- des activités, agricoles ou non, qui sont directement ou indirectement sous la responsabilité du chef d'entreprise et qui fournissent des biens et des services aux parties prenantes
- un ensemble de ressources (matérielles, humaines, naturelles) mobilisées pour réaliser ces activités
- un espace couvert par ses activités (ressources naturelles, éléments du paysage, support aux services)

Comme nous l'avons vu dans les exemples de représentation précédents, la décomposition de l'entreprise agricole en sous-systèmes est riche de sens, mais "il ne s'agit pas de décrire chacun des sous-systèmes de manière indépendante, mais de partager une vision commune de l'entreprise que l'on étudie" (Baranger *et al.*, 1998). Selon cette vision systémique, ce qui importe, ce sont les relations qui unissent les parties pour former un tout entre les composantes de l'entreprise, bien davantage que l'observation des composantes elles-mêmes (Baranger *et al.*, 1998; Lussato, 1977). Nous proposons ainsi plusieurs niveaux de décomposition du système "entreprise agricole", sans chercher à comprendre chacun des sous-systèmes précisément.

Tout d'abord, nous retenons la décomposition du système "entreprise agricole" selon le modèle Opération-Information-Décision tout en ne définissant que deux sous-systèmes (le système de gestion et le système opérant), chacun de ces deux sous-systèmes portant en lui une part du **système d'information**, véritable colonne vertébrale du système d'entreprise :

- le **système de gestion**, siège des décisions, des processus et des activités de l'entreprise Il couvre notamment l'ensemble des fonctions du chef d'entreprise telles que définies par Chombart de Lauwe et al. (fonctions technique, commerciale, financière, comptable, d'organisation, économique) (Chombart De Lauwe et al., 1963). Il regroupe la globalité de l'interactivité des constituants essentiels de la démarche gestionnaire (ressources humaines et matérielles, procédures) pour assurer l'exercice des activités de l'entreprise. Il gouverne la planification des opérations. Il déclenche et supervise la réalisation des opérations par le système opérant.
- le **système opérant** (ou système exécutant), siège de l'exécution des opérations ordonnées par le système de gestion. Il regroupe l'ensemble des ressources matérielles, humaines, animales et végétales qui contribuent à la transformation des flux physiques et à la réalisation de l'activité de l'entreprise.

En nous appuyant sur la théorie de la décision (Simon, 1974), nous proposons de retenir, pour décomposer le système de gestion de l'entreprise agricole, trois niveaux de décision (stratégique, tactique et opérationnel) couramment utilisés dans le secteur agricole (Bonneviale *et al.*, 1998; Fountas *et al.*, 2006; Hémidy *et al.*, 1993; Sebillotte *et al.*, 1990). Nous définissons alors une décomposition du système de gestion en deux sous-systèmes :

- le **système de gestion stratégique** à voir comme une décomposition du système de gestion de l'entreprise qui regroupe l'ensemble des décisions, d'horizon pluriannuel, qui concernent les projets de production à long terme, définissent les stratégies de vente et de modifications du système entreprise, identifient les parties prenantes avec lesquelles l'entreprise effectuera des transactions dans la durée.
- le **système de gestion tactique et opérationnel** à voir comme une décomposition du système de gestion de l'entreprise qui regroupe l'ensemble des décisions tactiques, d'horizon annuel, qui concernent les choix d'affectations des ressources dans les différents ateliers de production, les choix d'itinéraires techniques, la formulation des budgets, etc. Cette décomposition regroupe également l'ensemble des décisions opérationnelles, d'horizon plus court terme (mensuel à temps réel), qui concernent notamment le pilotage des processus biophysiques (gestion du calendrier, des animaux et des interventions), des opérations de maintenance, d'approvisionnement ou de vente.

Tout comme nous avons proposé une décomposition du système de gestion en deux sous-systèmes, nous proposons de faire ressortir une particularité du secteur agricole, qu'est la maîtrise des processus biophysiques, en décomposant le système opérant en deux sous-systèmes :

- le **système physique** peut ainsi être vu comme le siège des travaux réalisés par les ressources humaines et matérielles de l'entreprise, soit pour intervenir sur une production animale ou végétale de l'entreprise agricole, soit pour réaliser une prestation de service pour un tiers.
- le **système biophysique** peut quant à lui être vu comme le siège des processus biophysiques qu'il convient de piloter pour garantir la production agricole. Il regroupe l'ensemble des ressources biophysiques capables d'interagir avec des éléments physiques et biologiques pour se transformer (animal, plante, sol, fumier, compost, etc).

Nous proposons enfin de ne pas oublier le système d'information de cette représentation systémique de l'entreprise agricole. En reprenant les définitions proposées dans le **Chapitre 2**, nous proposons de voir le système d'information, dans sa dimension formalisée, selon une décomposition en deux sous-systèmes :

- le **système d'information formalisé pour l'acquisition de données** (SIFa), intimement lié au système opérant et permettant de fournir des données brutes (mesures, observations) au système physique lors de la réalisation d'un travail ou au système de gestion pour le pilotage des activités de l'entreprise.
- le **système d'information formalisé pour la gestion de l'entreprise** (SIFg), intimement lié au système de gestion de l'entreprise et permettant de fournir des données (indicateurs, variables de décision), issues notamment des données brutes, pour la gestion de l'entreprise. Ce système d'information accompagne le système de gestion pour tous les niveaux de gestion définis, tout en considérant que le SIFg stratégique représente une très petite part du SIFg total compte tenu de la difficulté à formaliser un système d'information au niveau stratégique.

Pour compléter la représentation systémique de l'entreprise agricole dont l'identité est fortement liée à son environnement, comme dans toute petite entreprise (Marchesnay, 1991), nous proposons de clarifier les relations qu'entretient l'entreprise agricole avec son environnement. En nous inspirant des travaux présentés dans les paragraphes précédents, nous proposons de définir 3 éléments constitutifs de l'environnement de l'entreprise agricole :

- **l'environnement global** qui regroupe l'ensemble des éléments du contexte juridique et législatif (PAC, lois, règlements européens), du contexte économique et financier (fiscalité, politiques économiques, croissance), du contexte

technique et technologique (innovations, obsolescence), et du contexte social et culturel (valeurs, opinions, comportement des consommateurs). Cet environnement global regroupe l'ensemble des acteurs avec lesquels l'entreprise n'a pas de relations directes (Union Européenne, Etat, consommateurs, citoyens, concurrents, associations, groupes de pression, etc). C'est avant tout le système de gestion stratégique qui est en interaction avec l'environnement global pour aider à définir les finalités et la politique stratégique de l'entreprise. Les échanges entre l'entreprise et cet environnement global sont difficilement formalisables contrairement à ceux réalisés avec l'environnement transactionnel. Les interactions avec cet environnement global s'expriment en général par un jeu de contraintes, en interne à l'entreprise, qui s'appliquent au système de gestion tactique et opérationnel.

- **l'environnement transactionnel** qui regroupe l'ensemble des acteurs qui ont des relations directes avec l'entreprise (Coopératives, ETA, CUMA, agriculteurs, clients, fournisseurs, banques, organisations professionnelles, voisins, services déconcentrés de l'Etat, collectivités locales, etc). Cet environnement transactionnel est en étroite interaction avec le système de gestion tactique et opérationnel de l'entreprise agricole mais aussi avec le système opérant avec lequel il échange régulièrement des flux physiques (matériels, hommes, produits) au cours d'un approvisionnement, d'une livraison, d'une prestation de service, etc.
- **le milieu** qui regroupe l'ensemble des aspects pédo-climatiques et biologiques qui s'imposent à l'entreprise (pluie, grêle, température, ensoleillement, bioagresseurs). Il est instable dans le temps et dans l'espace, très aléatoire et autonome. Il interagit avant tout avec le système biophysique qui évolue en permanence dans ce milieu.

La Figure 3.10 reprend l'ensemble des éléments définis dans les paragraphes précédents pour proposer une représentation systémique de l'entreprise agricole. Cette représentation constitue le fondement théorique du cadre méthodologique CEMAgriM.

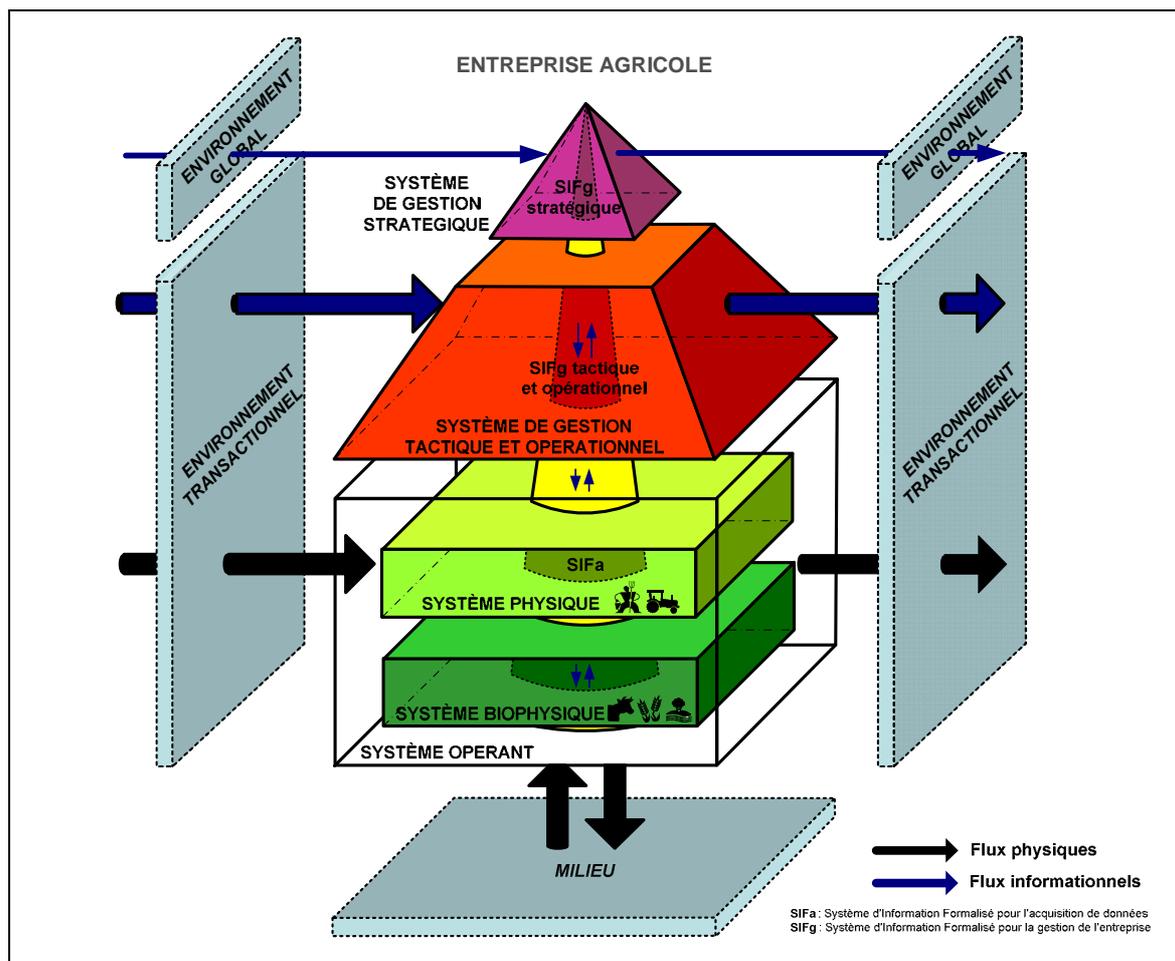


Figure 3.10 : Proposition de représentation systémique de l'entreprise agricole pour le cadre CEMAgriM

2. Un cadre de modélisation structurant pour la représentation métier des différents aspects de l'entreprise agricole

2.1. Aspects de l'entreprise à modéliser et choix des vues de modélisation

L'entreprise est un système qui peut être appréhendée dans sa réalité matérielle (machines, hommes, procédés, ressources, produits, services, environnement) et dans sa réalité immatérielle (données, processus, projets, savoir-faire, stratégies, décisions, organisations) (Braesch *et al.*, 1995). Modéliser le système entreprise, c'est ainsi préciser "ce que fait le système" (approche fonctionnelle), "ce qu'est le système" (approche organique) et "ce que décide le système" (approche comportementale) (Braesch *et al.*, 1995; Penalva, 1997; Rojot, 2003).

Comme nous l'avons vu dans le **Chapitre 3**, de nombreux aspects de l'entreprise peuvent être modélisés et sont pertinents à représenter dans une

perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information : aspects fonctionnels, décisionnels, stratégiques, environnementaux, informationnels organisationnels, comportementaux, liés aux produits et aux services, liés aux ressources, liés aux flux, etc. Ces aspects ne correspondent pas à la description d'un sous-système de l'entreprise en particulier, mais à la description du système entreprise dans son ensemble selon un point de vue et un but particuliers (Pierreval, 1990).

En Modélisation d'Entreprise, de nombreuses vues de modélisation ont ainsi été définies pour organiser les modèles selon les aspects de l'entreprise représentés. Ces vues sont appelées "vues selon le contenu des modèles" ou "Model content views" (AFNOR, 2000; IFIP-IFAC Task Force, 1999). Parmi la diversité des vues existantes, nous avons dénombré dans notre état de l'art présenté en **Annexes I** pas moins de 38 appellations de vues différentes (comportement, décision, données, économique, fonction, information, organisation, physique, prestation, processus, ressource, stratégie, structure, etc) pouvant correspondre, parfois, aux mêmes objectifs de description de l'entreprise. Les travaux de normalisation initiés dans le domaine ont conduit à définir 4 vues de modélisation principales (fonction, information, ressource, organisation) pouvant être complétées, selon les besoins, par des vues additionnelles (AFNOR, 2006) (Tableau 3.1).

Vues de modélisation	Description
Fonction	<p>La vue Fonction décrit l'ensemble des traitements élémentaires de l'entreprise comme une collection de processus (processus métiers et activités d'entreprise) structurée en réseau d'activités reflétant leur connexion logique et leurs interdépendances.</p> <p>La vue Fonction représente les processus métiers du domaine de l'entreprise, leurs fonctionnalités, leurs comportements, leurs entrées et sorties. Elle souligne la représentation du comportement du système, des dépendances mutuelles et des influences des différents éléments durant l'exécution des fonctions dans l'entreprise. Les activités relatives au management des opérations sont représentées tout comme les activités support et de transformation.</p> <p>La vue Fonction représente les relations qu'entretient l'entreprise avec son environnement, qui s'expriment tant en termes de contraintes que de flux échangés. Elle identifie également tous les objets de l'entreprise (matière, information, ressource, contrôle) nécessaires à l'exécution des fonctions.</p> <p>Notons que le concept de "matière" constitue les entrées/sorties de processus et est décrit dans cette vue et dans la vue information. Il se distingue du concept de "ressource" qui fournit les fonctionnalités requises par le système.</p>
Information	<p>La vue Information décrit les objets de l'entreprise (matière, information) utilisés et produits par les opérations de l'entreprise.</p>
Ressource	<p>La vue Ressource décrit les ressources de l'entreprise (hommes ou composants technologiques) mobilisés par les opérations de l'entreprise. Les entités ressources sont assignées aux activités d'entreprise en fonction des compétences et capacités requises.</p>
Organisation	<p>La vue Organisation décrit les responsabilités et les autorités dans l'entreprise. Elle permet de réunir et de structurer les différentes responsabilités (pour les processus, les matières, les informations, les ressources et les contrôles) dans l'entreprise. Elle propose une cartographie des responsabilités au sein des unités d'organisation ou des groupes organisationnels comme les départements, les divisions et les sections d'une entreprise. La vue Organisation permet également la représentation des responsabilités pour les activités décisionnelles dans une structure décisionnelle pour la vérification de leur pertinence et de leur complétude.</p>

Tableau 3.1 : Description des 4 vues de modélisation présentées dans la norme ISO 19439 (AFNOR, 2006)

Pour permettre la représentation métier de l'entreprise agricole dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information, il est important d'étudier le plus grand nombre d'aspects possibles de l'entreprise. Nous devons ainsi comprendre "ce qu'est le système", "ce que fait le système", "ce que décide le système", tout en n'oubliant pas, compte tenu des particularités observées de l'entreprise agricole, de mettre l'accent sur la réalité des systèmes physiques et biophysiques (source de pilotage et de nombreux échanges d'informations), la compréhension des échanges entre le système et son environnement transactionnel (nombreux flux physiques et d'informations échangés) mais aussi la compréhension du milieu dans lequel prennent place les activités de l'entreprise agricole. Compte tenu de la petite dimension humaine de ces entreprises, il est important de souligner également que la compréhension de l'organisation du système doit davantage porter sur la compréhension du système physique et biophysique de l'entreprise que sur la description des groupes organisationnels et des structures décisionnelles dans l'entreprise.

Dans les cadres méthodologiques issus du secteur agricole (AGEA et ASEA notamment), 6 domaines d'investigations ont été particulièrement identifiés et définis : historique de l'exploitation, affectation du parcellaire et du bâti, processus de productions végétales et animales, organisation du travail, rapport de l'exploitation avec son environnement, trésorerie et revenu de l'exploitation. Ce découpage en 6 domaines d'investigation a été obtenu de manière empirique, sans résulter "d'une théorie d'ensemble de l'exploitation qui apporterait la justification scientifique de ce découpage" (Bonneviale *et al.*, 1989). Ces domaines d'investigation, tout en approfondissant des aspects moins utiles, dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information, tels que l'historique de l'exploitation, la trésorerie et le revenu de l'exploitation, confirment le poids important qu'occupe la compréhension des ressources et de la structure et du fonctionnement des systèmes physiques et biophysiques dans une démarche de modélisation de l'entreprise agricole.

En nous appuyant sur ces derniers éléments et sur la description des 4 vues présentées dans la norme ISO 19439, nous proposons de définir 6 vues de modélisation, complétées d'une vue "transversale" pour la compréhension des aspects liés au pilotage du système. Nous proposons de retenir la vue "Information" de la norme ISO 19439 pour décrire l'ensemble des objets de l'entreprise qu'il s'agisse de matière et d'information mais aussi d'équipements, d'animaux et de végétaux, ces deux derniers pouvant être considérés à la fois comme des "ressources" au sens de la norme, mais aussi comme de la "matière", consommée ou produite par les opérations de l'entreprise. Par souci d'appropriation avec les gestionnaires du secteur agricole, nous renommons cette vue "**Ressource**" et préférons ce terme à celui de "Information" ou "Objet". Nous proposons de retenir également la vue "Fonction" de la norme ISO 19439 en la dissociant en deux vues : "**Environnement**" (pour la description des relations qu'entretient l'entreprise avec son environnement – vision "externe") et "**Processus**" (pour la description des processus et des procédures de l'entreprise – vision "interne"). Nous proposons en outre de retenir les vues "Ressource" et "Organisation" de la norme ISO 19439 tout en les regroupant, mais en distinguant une vue "**Physique**"

et une vue "**Biophysique**" pour décrire le fonctionnement et l'organisation des sous-systèmes physiques et biophysiques de l'entreprise agricole. Nous proposons enfin d'introduire une vue "**Organisation Spatiale**" pour décrire la représentation que se font les exploitants agricoles du milieu dans lequel évoluent les activités de l'entreprise agricole. Concernant les aspects décisionnels qui, dans la norme ISO 19439, sont avant tout décrits dans la vue "Fonction", nous proposons de définir une vue "transversale" aux 6 vues préalablement définies, considérant que les aspects liés au pilotage du système entreprise peuvent être approchés dans chacune de ces vues (notamment au travers d'indicateurs de performances, de contraintes, de variables de décisions, d'objectifs) à des niveaux de description fins. Cette proposition de vue "transversale" rejoint la notion de vues "selon le but" (Purpose View) introduite dans GERA et visant à distinguer les activités opérationnelles dans une vue "Produits et Services" des activités de management dans une vue "Gestion et Pilotage" (**Annexe I.8**).

La Figure 3.11 représente de manière schématique comment les vues de modélisation que nous avons définies abordent, selon 6 points de vues, les différents aspects du système "entreprise agricole" à modéliser.

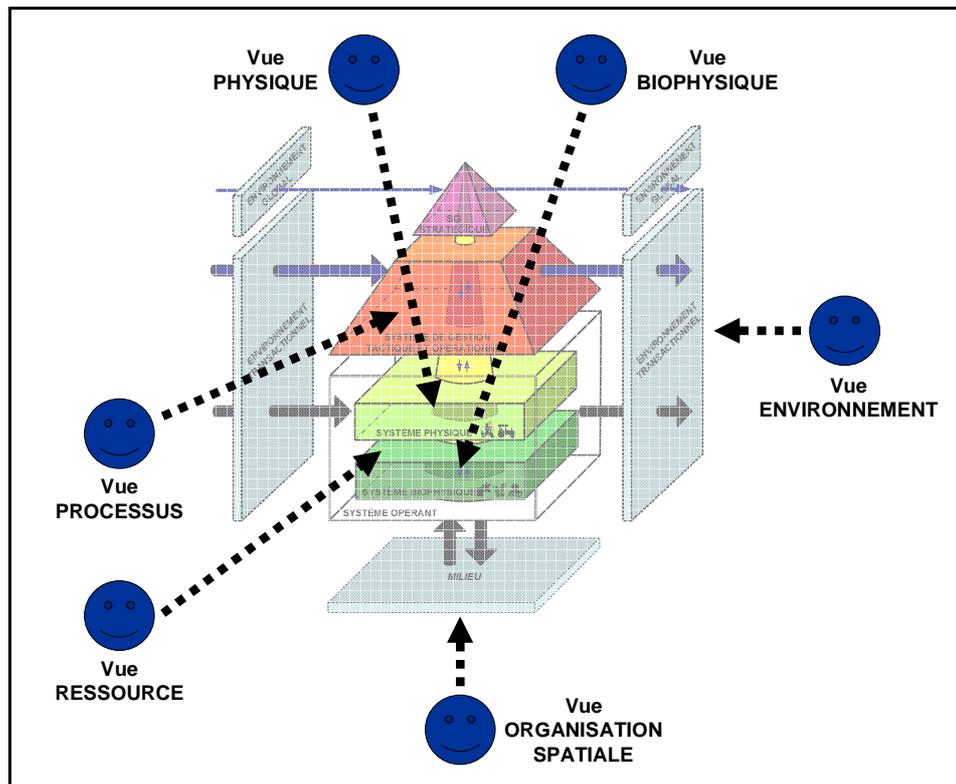


Figure 3.11 : Les 6 points de vue de modélisation du système "entreprise agricole" dans le cadre CEMAgriM

2.2. Cycle de vie des modèles d'entreprise et choix des phases de modélisation

Comme nous venons de le voir, la définition des vues de modélisation est un point d'entrée important pour comprendre les différents aspects de l'entreprise à modéliser dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. Pour accompagner la démarche de modélisation et d'ingénierie, une autre dimension du cadre de modélisation a été introduite en Modélisation d'Entreprise, celle des phases de modélisation.

La norme ISO 19439 reprend les 7 phases de modélisation définies dans le cadre de modélisation GERA : identification du domaine, définition des concepts, définition des prescriptions, spécification conceptuelle, description de l'implémentation, exploitation du domaine et définition du démantèlement (cf **Annexes I.8**) (AFNOR, 2006). En inscrivant notre démarche au niveau de la représentation métier et de l'expression des besoins de gestion des entreprises agricoles, nous nous situons dans les phases "identification du domaine", "définition des concepts", "définition des prescriptions" voire "spécification conceptuelle" qui renvoient à la notion de cycle de vie des modèles et de leur description de plus en plus détaillée.

En visant une présentation simplifiée du cadre de modélisation CEMAgriM, et en faisant le constat qu'il est parfois difficile de savoir si les modèles manipulés dans les différentes phases sont les modèles du système cible ou ceux du système existant, nous proposons de ne distinguer que deux phases de modélisation : une **phase d'analyse** (qui correspond aux modèles du système existant) et une **phase de conception** (qui correspond aux modèles du système cible).

Cependant, pour conserver la notion de description plus ou moins détaillée des modèles au cours des phases de modélisation, nous proposons d'introduire une nouvelle dimension au cadre de modélisation CEMAgriM : la dimension de "niveaux de description". Nous distinguons alors 3 niveaux : le niveau de "**description générale**" (qui correspond à une vue d'ensemble du système), le niveau de "**description opérative**" (qui vise à décrire en détail le système avec une vision opérationnelle) et le niveau de "**description pilotage**" (qui vise à décrire en détail le système avec une vision pilotage et qui rejoint la vue "transversale" définie dans les paragraphes précédents).

2.3. Proposition d'un cadre de modélisation pour le cadre CEMAgriM

L'ensemble de ces éléments permettent ainsi de proposer un cadre de modélisation pour le cadre méthodologique CEMAgriM construit autour de 3 dimensions : les vues de modélisation, les niveaux de description et les phases de modélisation.

Le Tableau 3.2 présente une description détaillée de chacune de ces dimensions. La Figure 3.12 présente quant à elle une représentation du cadre de modélisation CEMAgriM inspirée des représentations, sous la forme de cube, des cadres de modélisation CIMOSA et GERA.

DIMENSIONS du cadre de modélisation CEMAgriM		Description
VUES DE MODELISATION	Ressource	Description des objets de l'entreprise, leurs relations et leurs différents états possibles
	Environnement	Description des relations qu'entretient le système avec son environnement qui s'expriment au travers d'échanges de biens et de services et de flux d'information. Cette description correspond à une "vision externe" des fonctionnalités du système.
	Processus	Description des processus et de leur mise en œuvre au travers de procédures et d'opérations au sein de l'entreprise. Cette description correspond à une "vision interne" des fonctionnalités du système.
	Physique	Description du fonctionnement et de l'organisation des ressources humaines et matérielles pour réaliser les fonctionnalités de l'entreprise. Cette description s'attache notamment à comprendre l'organisation, les tâches, les flux et le pilotage du système physique.
	Biophysique	Description du fonctionnement et de l'organisation des ressources biophysiques (animal, végétal, matière) pour réaliser les fonctionnalités de l'entreprise. Cette description s'attache notamment à comprendre l'organisation, les flux et le pilotage du système biophysique.
	Organisation spatiale	Description de la représentation que se font les exploitants agricoles du milieu dans lequel évoluent les activités de l'entreprise. Cette description s'attache notamment à comprendre le découpage et l'organisation de l'espace géré par l'entreprise.
NIVEAUX DE DESCRIPTION	Description générale	Niveau de description qui présente des modèles d'ensemble du système étudié selon la vue considérée.
	Description opérative	Niveau de description qui présente des modèles détaillés du système étudié selon une vision opérationnelle décrivant, dans les différentes vues de modélisation, les entités considérées et les flux échangés sans préciser les modalités de contrôle de chacune de ces entités.
	Description pilotage	Niveau de description qui présente des modèles détaillés du système étudié selon une vision pilotage, décrivant les modalités de pilotage des entités identifiées dans chacune des vues de modélisation.
PHASES DE MODELISATION	Analyse	Regroupement de l'ensemble des modèles du système existant, correspondant ainsi à la phase d'analyse du système existant.
	Conception	Regroupement de l'ensemble des modèles du système cible, correspondant ainsi à la phase de conception d'un nouveau système.

Tableau 3.2 : Description des dimensions du cadre de modélisation CEMAgriM

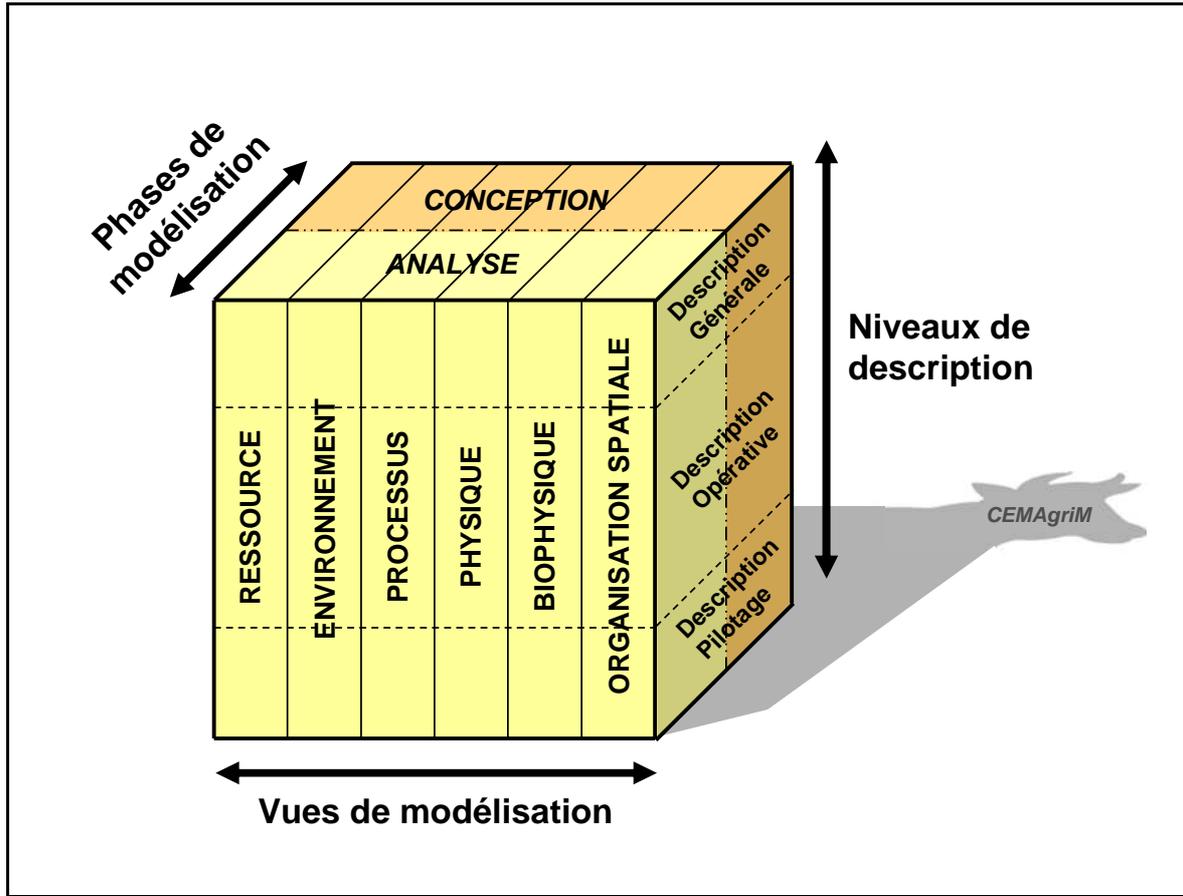


Figure 3.12 : Le cadre de modélisation CEMAgriM

Conclusion

Afin de jeter les bases du cadre méthodologique CEMAgriM, nous avons proposé dans ce chapitre, en nous appuyant sur un travail bibliographique, une représentation systémique renouvelée de l'entreprise agricole et un cadre de modélisation structurant pour la représentation métier des différents aspects de l'entreprise agricole.

La représentation systémique que nous proposons introduit une décomposition du système "entreprise agricole" en plusieurs sous-systèmes en interaction permanente avec les 3 composantes de son environnement (environnement global, environnement transactionnel, milieu) :

- un **système de gestion**, siège des décisions, des processus et des activités de l'entreprise. Il se décompose en un système de gestion stratégique et un système de gestion tactique et opérationnel.
- un **système opérant**, siège de l'exécution des opérations ordonnées par le système de gestion. Il se décompose en un système physique, siège des travaux réalisés par les ressources humaines et matérielles de l'entreprise, et un système biophysique, siège des processus biophysiques qu'il convient de piloter pour garantir la production agricole.
- un **système d'information formalisé** (SIF), intimement lié au système de gestion et au système opérant de l'entreprise que nous proposons de décomposer, comme défini dans le Chapitre 2, en un SIF pour l'acquisition de données et un SIF pour la gestion de l'entreprise.

En nous appuyant sur cette représentation systémique, et en nous inspirant des cadres de modélisation issus de la Modélisation d'Entreprise, nous définissons le cadre de modélisation CEMAgriM autour de 3 dimensions :

- les **vues de modélisation** (ressource, environnement, processus, physique, biophysique, organisation spatiale) qui permettent d'organiser les modèles selon les aspects de l'entreprise représentés.
- les **niveaux de description** (description globale, description opérative, description pilotage) qui permettent d'organiser les modèles selon le niveau de détail proposé.
- les **phases de modélisation** (analyse, conception) qui permettent de distinguer les modèles relevant du système existant et du système cible.

Nous nous appuyerons sur cette représentation systémique de l'entreprise agricole et les dimensions de ce cadre de modélisation pour construire, proposer et présenter les autres composantes du cadre méthodologiques CEMAgriM, et notamment pour introduire le cadre conceptuel unifié CEMAgriM dans le chapitre suivant.

Chapitre 8

Proposition du cadre conceptuel unifié CEMAgriM pour la représentation métier de l'entreprise agricole

Résumé

En nous appuyant sur la représentation systémique de l'entreprise agricole et le cadre de modélisation proposés dans le chapitre précédent, ce chapitre a pour objectif de jeter les bases conceptuelles du cadre méthodologique CEMAgriM sur lesquelles s'appuieront les modèles et formalismes graphiques pour la représentation métier de l'entreprise agricole s'inscrivant dans une démarche d'ingénierie d'entreprise et de système d'information.

Dans un premier temps, nous proposons ainsi dans ce chapitre, à partir d'un important travail bibliographique, de mobiliser les cadres conceptuels issus de la Modélisation d'Entreprise et de les discuter au regard des particularités de notre approche et des systèmes de production agricoles pour identifier, selon les différents aspects de l'entreprise à représenter, les concepts pertinents qu'il conviendrait de retenir. Dans un second temps, nous présentons le cadre conceptuel unifié CEMAgriM dans sa globalité et proposons une définition précise des différents concepts retenus.

Ce chapitre a fait l'objet, pour une petite partie, d'un article au 4^{ème} Workshop ECI (Abt, 2007). Certains résultats ont par ailleurs été présentés lors des 12^{èmes} Journées du GDR MACS (Abt, 2009).

Sommaire

- 1 Quels concepts définir pour le cadre conceptuel CEMAgriM ?**
 - 1.1 Quels concepts pour représenter les aspects "informationnels" ?
 - 1.2 Quels concepts pour représenter les aspects "fonctionnels" ?
 - 1.3 Quels concepts pour représenter les aspects "organisationnels" ?
 - 1.4 Quels concepts pour représenter les aspects "décisionnels" ?

- 2 Proposition du cadre conceptuel CEMAgriM**
 - 2.1 Définition des principaux concepts
 - 2.2 Définition des concepts complémentaires
 - 2.2 Proposition de méta-modèle conceptuel

1. Quels concepts définir pour le cadre conceptuel CEMAgriM ?

L'objectif du cadre conceptuel CEMAgriM est de proposer un jeu de concepts cohérents pour décrire l'ensemble des composantes du fonctionnement et de l'organisation du système "entreprise agricole" dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. Ce cadre conceptuel doit ainsi regrouper un ensemble de concepts "métiers" intelligibles par le gestionnaire et le concepteur. Il doit notamment permettre de structurer et de définir les modalités du pilotage des entreprises pour identifier leurs besoins de gestion (gestion technique des productions végétales et animales, gestion des ressources et des relations avec les clients, pilotage des chantiers de travaux, etc.) et leurs besoins en informations (indicateurs, données brutes, etc.). Il doit pouvoir en outre supporter les formalismes graphiques pour établir les modèles de l'entreprise agricole.

Pour proposer ce cadre conceptuel, nous nous appuyons sur les cadres conceptuels définis dans les cadres méthodologiques de Modélisation d'Entreprise et présentés dans les **Annexes I.1 à I.7**, et sur des cadres conceptuels complémentaires issus des secteurs industriels et agricoles et présentés dans les **Annexes I.9 et I.10**. Mais nous nous appuyons également sur d'autres travaux présentant des définitions de concepts et qui n'ont pas nécessairement fait l'objet d'une présentation en Annexes (Attonaty *et al.*, 1992; Aubry *et al.*, 1998a; Bonneviale *et al.*, 1989; Coléno, 2002; Gras *et al.*, 1989; Ingrand *et al.*, 2003; Martin-Clouaire *et al.*, 2003a; Papy, 2000), ce qui porte à plus de 600, le nombre de définitions de concepts identifiées.

Afin de présenter les différents concepts et de justifier nos choix, tout en évitant les redondances, nous avons choisi de structurer notre argumentation en 4 sous-parties correspondant à 4 aspects génériques de l'entreprise à représenter (informationnel, fonctionnel, organisationnel et décisionnel). Les concepts structurants de la vue Ressource, aux niveaux de description générale et opérative du cadre de modélisation CEMAgriM, seront ainsi introduits et discutés avec les aspects "informationnels" (§1.1) ; ceux des vues Environnement, Processus et Physique (pour partie), aux niveaux de description générale et opérative, avec les aspects "fonctionnels" (§1.2) ; et ceux des vues Physique (pour partie), Biophysique et Organisation spatiale, aux niveaux de description générale et opérative, avec les aspects "organisationnels" (§1.3). Les concepts structurants du niveau de description pilotage, toutes vues confondues, seront enfin introduits et discutés avec les aspects "décisionnels" (§1.4).

Pour chacune des 4 sous-parties, nous présentons la diversité des concepts identifiés dans le secteur industriel pour couvrir les différents aspects considérés. Nous les discutons au regard des particularités agricoles, de nos besoins de modélisation et des concepts identifiés dans le secteur agricole pour proposer un jeu de concepts permettant de couvrir ces différents aspects. A la fin de chaque sous-partie, nous présentons enfin, sous la forme d'un schéma de synthèse exprimé en langage UML, l'articulation des concepts identifiés (en gris les concepts relevant de la sous-partie considé-

rée et en blanc, ceux relevant d'une autre sous-partie). A travers ces différentes sous-parties, nous cherchons ainsi à **définir avant tout un cadre conceptuel cohérent et le plus complet possible** pour aider l'analyste à comprendre et représenter le fonctionnement et l'organisation des entreprises agricoles et à structurer les différentes modalités de leur pilotage.

1.1. Quels concepts pour représenter les aspects "informationnels" ?

A travers la compréhension des aspects "informationnels" de l'entreprise, nous cherchons à comprendre et décrire les objets utilisés, mobilisés et produits au sein de l'entreprise, leurs relations et leurs différents états possibles (AFNOR, 2006). D'une manière générale, les objets de l'entreprise sont l'ensemble des entités qui peuvent être transportées par des flux au sein de l'entreprise. Identifier ces objets permet notamment d'isoler le système de son environnement, de comprendre ses éléments constitutifs et la nature des flux dans l'entreprise, de recenser les objets qui seront décrits dans le système d'information. Le Tableau 3.3 présente quelques définitions issues de notre bibliographie du secteur industriel qui peuvent correspondre de près, ou d'un peu plus loin, au concept d'**Objet**.

Proposition de concept	Termes proches	Exemples de définitions
Objet	<p>Bien Chose Chose physique Entité Flux Objet de communauté Objet d'entreprise Objet géré Objet métier Ressource</p>	<p>Chose physique (E&P UML). "Entité qui dispose d'une réalité matérielle et occupe un volume dans l'espace. Elle peut être vue et touchée. Elle est souvent composée d'autres objets".</p> <p>Entité (Enterprise Ontology). "Chose fondamentale du domaine modélisé".</p> <p>Objet (EEML). "Objet matériel ou informationnel".</p> <p>Objet (IEM). "Objet de l'entreprise pouvant avoir différents états : à traiter ou traité".</p> <p>Objet (UEML). "Toute chose transportée par un flux. Toute chose nécessaire ou produite par une activité".</p> <p>Objet d'entreprise (CIMOSA). "Entité existante dans l'entreprise et intervenant dans les activités (matière, données ou entités physiques)".</p> <p>Objet d'entreprise (ENV 12204). "Entité de modélisation utilisée pour représenter des objets abstraits ou réels (physiques) dans l'entreprise manufacturière. L'objet d'entreprise est caractérisé par un identifiant unique".</p> <p>Objet d'entreprise (ISO 19440). "Entité de l'entreprise décrite selon ses caractéristiques. Elle peut être de type produit, ordre ou ressource".</p> <p>Objet métier (RB²PM). "Objet mobilisé, transformé, produit par une opération".</p> <p>Ressource (Lorino). "Une ressource est mobilisée par une activité. Elle peut être consommable (matière énergie) ou permanente (machine, personnel, information) faisant l'objet d'investissement et de maintenance".</p>

Tableau 3.3 : Termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur industriel pouvant se rapporter au concept d'Objet

Dans la norme ISO 19440, les "Objets d'entreprise" peuvent être du type "Produit", "Ordre" ou "Ressource" (AFNOR, 2009). Il est ainsi fait la distinction entre les objets qui constituent les entrées/sorties des activités de transformation (les produits), ceux qui contrôlent et gèrent les performances des activités de transformation (les ordres) et ceux qui fournissent des

aptitudes et sont mobilisés pour mener à bien les activités de transformation (les ressources). Un même objet pouvant être à la fois produit, ordre et/ou ressource selon les activités considérées, nous proposons de ne pas définir une typologie d'objets en fonction de leurs comportements vis-à-vis d'une activité. Par exemple, un plan de production peut être à la fois un ordre contrôlant les activités de production et le produit d'une activité de planification, tout comme une vache laitière peut être à la fois le produit d'une activité d'élevage (naissance, vente de cette vache) et une ressource permettant de produire du lait et des veaux. Nous proposons donc plutôt de définir une typologie des objets basée sur la nature des objets considérés, leurs qualités intrinsèques et leurs aptitudes générales. Selon les activités considérées, ces objets pourront jouer tour à tour le rôle de ressources (s'ils sont doués d'autonomie), d'ordres ou de produits (intrants ou extrants) vis-à-vis d'une activité. Au regard des concepts identifiés dans la bibliographie issue du secteur industriel, nous relevons 4 grands types d'objets (Tableau 3.4) :

- les objets de type **Equipement**, objets techniques conçus par l'homme, doués ou non d'autonomie, qui peuvent regrouper les machines, les matériels, les infrastructures, les ordinateurs, les applications informatiques, etc.
- les objets de type **Matière**, objets qui regroupent les matières premières et produits utiles à la réalisation d'équipements
- les objets de type **Document**, objets informationnels, abstraits ou réels, qui regroupent des informations (plan de production, formulaire, contrat, base de données)
- les objets de type **Personne**, être humain étant force de travail et doué d'autonomie

Proposition de concepts	Termes proches	Exemples de définitions
Equipement	Machine Matériel Objet matériel Objet technique Outil Outil manuel Entité fonctionnelle Flux de ressources Ressource machine Ressource technique Ressource matérielle Composant matériel Application informatique Outil informatique Système (support)	<p>Machine (Enterprise Ontology). "Entité non humaine qui a la capacité de supporter des fonctions ou de jouer plusieurs rôles d'acteur dans une entreprise. Certains rôles sont semblables à ceux joués par les personnes, cependant une machine ne peut pas être responsable d'une activité".</p> <p>Objet technique (MECI). "Entité du système durable dans sa spécificité. Tout objet, imaginé par l'homme et faisant l'objet de transformation, de maintenance ou de stockage dans un système".</p> <p>Outil (OSSAD). " Moyen (logiciel, matériel, etc) permettant d'effectuer le travail tertiaire".</p> <p>Outil manuel (EEML). "Type de ressource représentant un outil physique nécessaire à la réalisation d'une tâche".</p> <p>Entité fonctionnelle (CIMOSA). "Ressource active ou agent (hommes, machines, applications informatiques)".</p> <p>Entité fonctionnelle (ISO 19440). "Type spécial de ressource capable d'exécuter une à plusieurs opérations fonctionnelles et d'être autonome".</p> <p>Ressource machine (ARIS). "Ressource technique de l'entreprise qui peut être une installation d'entreposage, un moyen d'exploitation, un système de transport, ou un moyen auxiliaire technique".</p> <p>Ressource matérielle (UEML). "Ressource physique, de type matérielle".</p> <p>Outil informatique (EEML). "Type de ressource représentant les applications informatiques ou leurs composants nécessaires à la réalisation d'une tâche".</p>

<p>Matière</p>	<p>Matières (type de) Flux de matière(s) Produit</p>	<p>Matières (type de) (ARIS). "Un type de matières représente l'assimilation à un type de plusieurs matières présentant exactement les mêmes propriétés de matière. Il est possible de regrouper des types de matières similaires dans une classe de matières. La similarité peut être prise en compte pour différents aspects de classification".</p> <p>Flux de matières (ARIS). "Objet qui contient les informations sur des matériaux étant transféré entre deux fonctions dans le diagramme de flux de matière."</p>
<p>Document</p>	<p>Bon Chose abstraite Flux de message Information Objet informationnel Ordre Paquet Ressource (en information) Source d'information Support d'information</p>	<p>Chose abstraite (E&P UML). "Idée ou concept, souvent composé d'autres objets, qui n'a pas de réalité physique et ne peut être touché, mais qui est important pour l'entreprise".</p> <p>Flux de message (ARIS). "Objet qui contient les informations exactes transférées entre les types d'objets".</p> <p>Objet informationnel (EEML). "Type de ressource représentant une source d'information comme des documents, des livres, des fichiers, des bases de données. Beaucoup d'objets informationnels ont ainsi un aspect matériel ou physique".</p> <p>Objet informationnel (UEML). "Objet uniquement composé d'informations".</p> <p>Ordre (IEM). " Type d'objet représentant une information requise pour la planification et le contrôle dans l'entreprise. Un ordre stimule la ressource qui exécute l'activité".</p> <p>Ordre (ISO 19440). "Instruction d'une autorité à une autre pour gérer la performance d'une opération".</p> <p>Paquet (OSSAD). "Ensemble d'informations ayant une relation logique entre elles, échangées entre 2 fonctions, sous-fonctions ou activités. En entrée d'une fonction, le paquet permet d'activer un traitement d'informations. En sortie, le paquet représente le résultat d'une fonction".</p> <p>Ressource (en information) (OSSAD). "Regroupement d'informations échangées entre procédures, tâches et/ou opérations. La ressource est le pendant descriptif du concept abstrait de paquet. Elle est dite consultée lorsqu'elle n'est pas modifiée par l'opération".</p> <p>Support d'information (ARIS). "Média sur lequel il est possible de tenir (enregistrer) des informations".</p>
<p>Personne</p>	<p>Humain Personne (Travail humain) Ressource humaine Type de personne</p>	<p>Personne (ATHENA POP*). "Individu, être humain identifié".</p> <p>Personne (Enterprise Ontology). "Etre humaine, capable de jouer plusieurs rôles d'acteur dans une entreprise".</p> <p>Personne (E&P UML). "Etre humain, acteur dans le processus. Une personne est un type de ressource physique plus impré-visible que les autres types (ex: machines). Ce concept est défini pour distinguer l'homme de la machine, sans trop noter de différences conceptuelles".</p> <p>Personne (Travail humain) (ARIS). "Collaborateur de l'entreprise qui, en règle générale, est identifiable par un numéro de personnel. Les personnes peuvent être affectées aux unités organisationnelles dont elles font partie et aux fonctions qu'elles exécutent ou dont elles sont responsables".</p> <p>Ressource humaine (UEML). "Ressource de type humain".</p>

Tableau 3.4 : Termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur industriel pouvant se rapporter aux concepts d'Equipement, de Matière, de Document et de Personne.

Nous retrouvons ces 4 grands types d'objet dans le secteur agricole comme en témoignent les concepts utilisés dans le cadre conceptuel du projet GIEA et le cadre conceptuel proposé par Fountas *et al.* (**Annexe I.10**). Un objet de type **Equipement** peut ainsi être un matériel (tracteur, installation de traite, charrue), une fourniture (article, pièce de rechange), une infrastructure (bâtiment, voirie, réseau divers). Un Equipement peut être composé

durablement d'équipements si nous distinguons par exemple pour un tracteur, la cabine, le moteur, les pneus, la console de pilotage. Un objet de type **Matière** peut être un "inquant", défini dans le cadre GIEA comme "tout élément, matière ou substance destiné à être volontairement introduit de manière, connue et quantifiable dans le milieu pour un effet recherché, et non récupéré" (semence, produit phytosanitaire, fertilisant, amendement, eau, etc) ou un "exquant" défini comme un "produit extrait du milieu par un événement, de manière connue et quantifiable, alloté ou non" (grains de blé, paille, fumier, etc). Le sol, élément indispensable à la production végétale, peut également être vu comme un objet de type "Matière". Un objet de type **Document**, que nous pourrions également appeler "objet informationnel", peut recouvrir à la fois les notions d'agenda, de fiche de collecte, de plan de production, mais aussi celle de base de données, d'état de sortie informatique pour représenter tout type de regroupement d'informations. Un Document peut être vu comme une "localisation physique où l'information est stockée ou localisée" (publication, magazine, communication personnelle) telle que définie par Fountas *et al.* Enfin, Un objet de type **Personne** peut être vu comme un "travailleur", un "individu titulaire de droits et d'obligations caractérisé par une identité civile" (exploitant agricole, salarié, conseiller technique de coopérative). A ces quatre types d'objets, il convient cependant de rajouter deux autres types d'objets, non identifiés dans le secteur industriel et gérés dans les entreprises agricoles :

- les objets de type **Animal**, êtres vivants du règne animal, qui sont doués d'autonomie, sont capables de se déplacer, de croître et de produire différents objets de type matière ou animal.
- les objets de type **Végétal**, êtres vivants du règne végétal, qui sont doués d'autonomie, ne sont pas capables de se déplacer, mais de croître et de produire différents objets de type matière ou végétal. Il est parfois fait mention de "matériel végétal".

Nous noterons que d'autres types d'objets peuvent coexister dans l'entreprise agricole en tant qu'**Objets composites**. Ces objets composites peuvent être composés d'objets de même type, comme par exemple un **Lot identifié de matière** répondant aux exigences de traçabilité (lot de produits ou parcelle élémentaire de sol), ou comme un **Lot identifié d'animaux**, définis dans le cadre conceptuel du projet GIEA comme un "regroupement d'animaux de même espèce, identifiés individuellement ou non, ayant une ou des caractéristiques communes connues, de composition définie lors de sa constitution, et n'autorisant, pour des nécessités de traçabilité du lot, aucune intégration d'animaux postérieure à la création du lot". Ces objets composites peuvent également être composés d'objets de types différents, comme par exemple un ensemble "sol-plante" constitué d'objets de type Matière (les éléments constitutifs d'un sol) et d'objets de type Végétal (les différentes plantes concernées) qui définissent une "occupation d'une espèce" ou **Parcelle végétale** à un endroit donné pour une période donnée. Un **Attelage** composé d'un chauffeur, d'un tracteur et d'un outil de travail (charrue, épandeur, etc.) pour une durée plus ou moins longue peut également être vu comme un objet composite.

Ces réflexions concernant les objets composites soulignent tout l'intérêt de faire la distinction entre le concept d'Objet et le concept d'Entité. En effet, dans la bibliographie provenant du secteur industriel, il est rarement fait cette distinction entre l'objet et une instance de l'objet. Ainsi, un objet de type Personne peut correspondre à la fois à "M. Martin" et à un "Conseiller technique de coopérative", un objet de type Matériel à un "tracteur de plus de 120 CV" et au "tracteur John Deer XX n°YY", un objet de type Animal à un "Bovin femelle Prim'holstein" et à la vache "N° 4301060424", etc. Nous proposons de nous inspirer de la distinction proposée dans le cadre méthodologique ARIS entre un "type de personne" (Conseiller technique de coopérative) et une "personne" (M. Martin), ou un "type de moyen d'exploitation" (tracteur de plus de 120 CV) et un "moyen d'exploitation" (tracteur John Deer XX n°YY) pour faire la distinction entre le concept d'Objet et le concept d'Entité, véritable instance réelle de l'objet. Toutes les entités ne sont pas forcément identifiables (ex : Entités Matière et Végétale) ou ne présentent pas d'intérêt à être identifiées dans une démarche de modélisation d'entreprise (ex : Portion élémentaire de sol), ce qui serait différent dans une démarche de simulation. Dans le cas de l'entreprise agricole, il est cependant intéressant d'identifier certaines entités et leurs aptitudes comme les Entités Equipement (tracteurs et outils, propriétés ou non de l'entreprise) et les Entités Personne (salariés de l'entreprise ou intervenants extérieurs) pour identifier plus précisément les éléments de l'entreprise à décrire dans le système d'information, et notamment les différents contributeurs de l'exploitation agricole et les différents attelages possibles. Ceci est envisageable compte tenu de la "petite" dimension matérielle et humaine de ces entreprises.

Enfin, pour compléter les concepts relatifs à la description des aspects informationnels de l'entreprise agricole, nous proposons de retenir le concept d'**Etat d'Objet**, ou Vue d'objet, que nous trouvons notamment dans les cadres conceptuels CIMOSA, ENV 12204, et ISO 19440. Ce concept correspond à "un état ou une manifestation d'un objet d'entreprise à un instant donné de son cycle de vie". Il permet de décrire les différents états dans lequel un même Objet peut se trouver tout au long de son cycle de vie. Un tracteur peut ainsi se trouver par exemple dans les états "tracteur non utilisé", "tracteur en panne" ou "tracteur affecté". De la même manière, un "Bovin Prim'Holstein femelle" peut se trouver au cours de son cycle de vie dans les états "Velle", "Génisse", "Vache laitière en lactation", "Vache laitière tarie". Ce dernier exemple souligne en outre les liens existants entre les changements d'états d'objet et les processus biophysiques inhérents aux "objets vivants". Ces "objets vivants" sont à la fois des animaux, des végétaux, mais aussi des matières (compost, fumier, sol, etc), ces dernières étant douées de processus biophysiques assurant leur transformation par l'intermédiaire de micro-organismes non identifiés au niveau macroscopique. Pour bien comprendre le comportement de ces différents "objets vivants" de l'entreprise agricole et de décrire les composantes de leur pilotage à différentes étapes clé, nous proposons d'introduire les concepts suivants, issus de la littérature agronomique (Doré *et al.*, 1998) :

- le concept de **Processus Biophysique** qui pourrait correspondre au cycle biologique (vie, développement, reproduc-

tion, lactation, etc) d'un objet de type Animal, Végétal, ou Matière.

- le concept de **Phase** qui pourrait correspondre à une étape d'un processus biophysique (sevrage, montaison, maturité). Une phase serait alors comprise entre deux stades et renverrait à une **Saison** de l'année : une germination en milieu extérieur par exemple ne pouvant se réaliser à tout moment de l'année.
- le concept de **Stade** qui pourrait correspondre à un état précis par lequel passe un objet durant un cycle biologique. Un stade, comme une phase, pourraient décrire un état d'objet.

Ces derniers concepts ne sont pas définis dans les cadres identifiés dans la littérature industrielle, même si nous retrouvons le pilotage de processus biophysiques dans certains systèmes de production agroalimentaire en "batches longs" comme lors de l'étuvage-séchage du saucisson sec ou lors de l'affinage de fromages (Agioux, 2003; Bimbenet *et al.*, 1995; Dupuy, 2004).

La Figure 3.13 présente l'articulation des différents concepts proposés dans les paragraphes précédents pour représenter les aspects informationnels de l'entreprise agricole.

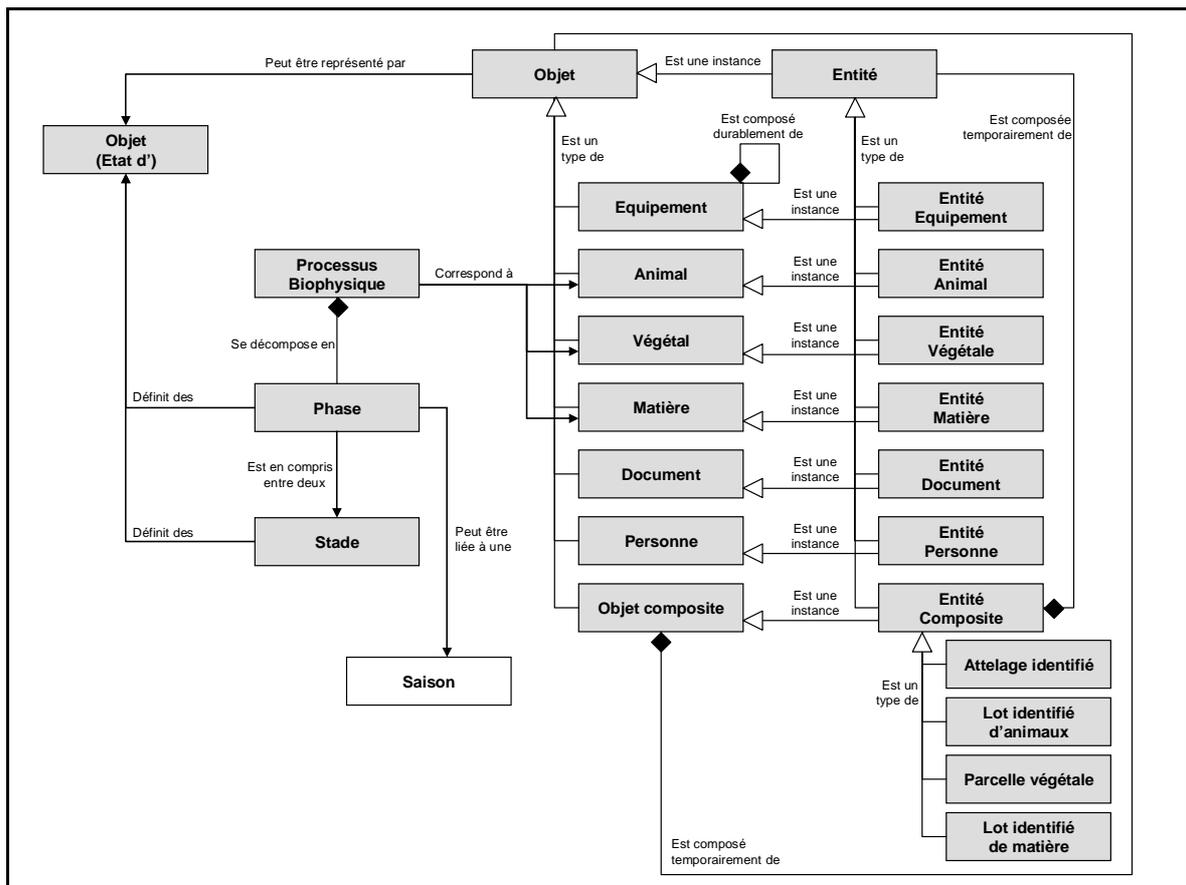


Figure 3.13 : Proposition de cadre conceptuel pour représenter les aspects "informationnels" de l'entreprise agricole

1.2. Quels concepts pour représenter les aspects "fonctionnels" ?

A travers la compréhension des aspects "fonctionnels" de l'entreprise, nous cherchons à décrire les fonctionnalités et le comportement de l'entreprise agricole. Nous cherchons à comprendre aussi bien les relations qu'elle entretient avec son environnement (en décrivant les flux échangés et les modalités d'interaction), que le fonctionnement interne de l'entreprise (en décrivant ses activités, leur organisation, leur pilotage et leur mise en œuvre) (AFNOR, 2006; Vernadat, 1999). Nous proposons ainsi de distinguer les concepts qui relèvent d'une "vision externe" de l'entreprise de ceux qui relèvent d'une "vision interne".

Pour décrire l'entreprise selon une "vision externe", nous cherchons donc à comprendre les flux que l'entreprise échange avec son environnement les interactions qu'elle a avec ce dernier, ce qui permet de décrire la raison d'être de l'entreprise et ses principales productions. Nous identifions, dans la bibliographie du secteur industriel, les concepts de "Produit", de "Service", de "Prestation", issus de la "Chaîne de valeur" de l'entreprise, mais aussi ceux d'"Organisation", de "Client", de "Fournisseurs" caractérisant l'environnement de l'entreprise. Nous proposons de retenir les concepts de **Prestation** et d'**Organisation** dans notre cadre conceptuel pour couvrir ces deux types de concepts (Tableau 3.5).

Proposition de concept	Termes proches	Exemples de définitions
Prestation	Produit Service	<p>Produit ou Service (Debauche). "Production de l'entreprise, produit de sa chaîne de valeur"</p> <p>Produit (Enterprise Ontology). "Bien, service ou quantité d'argent offerts par un vendeur et échangé avec un client. Il est intéressant de distinguer le terme de "Produit du marché" (Market Product) destiné à être vendu avec celui de "Produit manufacturé" (Manufactured Product) issu de la production manufacturière, même s'il peut y avoir correspondance".</p> <p>Produit (ISO 19440). "Produits et spécialisations d'une entreprise dont la fabrication et la vente constituent la finalité de l'entreprise. Un produit peut être subdivisé en produits intermédiaires selon les stades du cycle de production".</p> <p>Prestation (Lorino). "Service final de l'entreprise, apprécié et valorisé par les clients. Elle résulte de la chaîne de valeur de l'entreprise, combinaison de processus et d'activités".</p>
Organisation	Client Fournisseur	<p>Client (Mougin). "Celui qui, lorsqu'il n'est pas satisfait, peut avoir une incidence négative sur l'organisme. Celui qui déclenche l'activité, qui utilise, qui paie, qui subventionne, qui dirige. Un client peut ainsi être un donneur d'ordre ou un utilisateur. Il y a deux catégories d'attentes client. Celles exprimées lors de l'établissement d'un contrat pour une affaire (et transformée en exigences par le service commercial). Celles qui correspondent aux besoins plus généraux des clients et aux orientations futures souhaitées par les marchés (recueillies au niveau du service marketing)".</p> <p>Fournisseur (Mougin). "Fournisseur de données d'entrée à un organisme. Ce fournisseur est de type processus dans le cadre d'une relation interne à un organisme".</p> <p>Organisation (EEML). "Type de ressource représentant une organisation"</p>

Tableau 3.5 : Termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur industriel pouvant se rapporter aux concepts de Prestation et d'Organisation

Nous retenons le terme de "Prestation" car il apparaît pour les exploitants agricoles plus général que celui de "Produit" et permet de décrire à la fois une fourniture de produit (bien matériel, production végétale ou animale) et une fourniture de service (entretien de fossés, prêt de matériel et de main d'œuvre, prêt de parcelles avec interventions sur demande pour des besoins expérimentaux, etc) en adéquation avec notre besoin de représenter les différentes productions d'une entreprise de production de biens et de services. Qu'il s'agisse d'un produit ou d'un service, ce sont des flux d'objets qui sont échangés entre l'entreprise agricole et une ou plusieurs organisations qui composent son environnement (Coopérative céréalière, CUMA, Agriculteur). Pour une prestation de prêt de matériel, ce sont ainsi des flux d'objets de type "Equipement" et "Document" qui sont échangés entre l'entreprise et l'organisation concernée. Nous préférons en outre le terme "Organisation", que nous retrouvons dans le cadre conceptuel GIEA avec la définition "Unité organisationnelle représentant tout ou partie d'un organisme privé ou public, établie à des fins d'activités économiques, administratives, financières ou associatives", aux termes de "Client" ou de "Fournisseur" qui nous semblent trop spécifiques. Compte tenu notamment du réseau coopératif, une même organisation se trouve en effet bien souvent être à la fois client et fournisseur de l'entreprise agricole. Une coopérative céréalière est ainsi à la fois le client (achat de céréales) et le fournisseur (vente de semences, de produits phytosanitaires) d'une entreprise agricole, cette dernière étant du reste également adhérente (et donc en quelque sorte "actionnaire") de la coopérative. Nous proposons enfin, comme pour les objets et les entités de l'entreprise, de faire la distinction entre une Organisation et une **Entité Organisation** : l'Organisation étant par exemple une "coopérative céréalière" et l'Entité Organisation la Coopérative Limagrain.

Nous notons par ailleurs que la production des entreprises agricoles s'inscrit bien souvent dans le cadre de cahiers des charges exigeants. Ces derniers peuvent être définis par les clients directs de l'entreprise (coopératives, acheteurs) en termes de quantité et de qualité des produits vendus. Ils peuvent également être définis par des clients indirects (Union Européenne, Etat, Bailleurs) et spécifier par exemple le respect d'exigences environnementales. En respectant l'éco-conditionnalité des aides de la PAC, l'entreprise agricole perçoit ainsi une aide financière qui peut représenter une part non négligeable de son chiffre d'affaire et surtout de sa marge. Les travaux issus de la théorie des parties prenantes (Freeman, 1984) identifient les parties prenantes stricto sensu (clients, fournisseurs, actionnaires, administration fiscale, etc) (Martinet, 1994), aussi appelées parties prenantes contractuelles (Clarke, 1998) ou parties prenantes primaires (Caroll, 1989). Ces parties prenantes font partie de ce que nous avons appelé "l'environnement transactionnel de l'entreprise". Friedman et Miles qualifient ces relations de nécessaires, par opposition à contingentes, pour l'entreprise (Friedman *et al.*, 2002). Des contrats équitables (ou "fair contracts"), formalisés ou non, marchands ou non, spécifient les exigences de ces parties prenantes vis-à-vis de l'entreprise considérée et définissent un jeu de contraintes à intégrer dans la stratégie de l'entreprise et donc dans son système d'information (Damak-Ayadi *et al.*, 2003; Donaldson *et al.*, 1995; Freeman *et al.*, 1990; Gond *et al.*, 2005; Martinet, 1994; Martinet *et al.*, 2004; Mitchell *et al.*, 1997). Nous proposons ainsi de distinguer le concept d'**Engagement** de ce-

lui de Prestation pour faire la distinction entre ce qui relève de la chaîne de valeur de l'entreprise et est fourni à une organisation qui joue le rôle de client (Prestation) de ce qui relève de contrats au niveau stratégique, formalisés ou non, définis entre l'entreprise agricole et une organisation qui joue le rôle de partie prenante (Engagement). L'adhésion à une coopérative laitière, le choix de respecter le cahier des charges de l'Agriculture Biologique constituent ainsi des Engagements. Les engagements lient ainsi l'entreprise avec ses parties prenantes sur un horizon stratégique, contrairement aux Prestations qui la lient davantage sur un horizon tactique ou opérationnel dans une relation commande/livraison de produits ou de services. Les Engagements spécifient ainsi des jeux de contraintes à intégrer dans la conception et le pilotage du système de production de l'entreprise. Une même Organisation (comme par exemple une coopérative céréalière) peut ainsi jouer le rôle de client, de fournisseur et de partie prenante. Dans tous les cas, Prestations et Engagement sont le lieu de flux d'objets entre l'entreprise et les organisations (client, fournisseur, partie prenante) qui composent son environnement transactionnel (Figure 3.14). Ces concepts sont ainsi structurants pour identifier les principaux objets et leurs états.

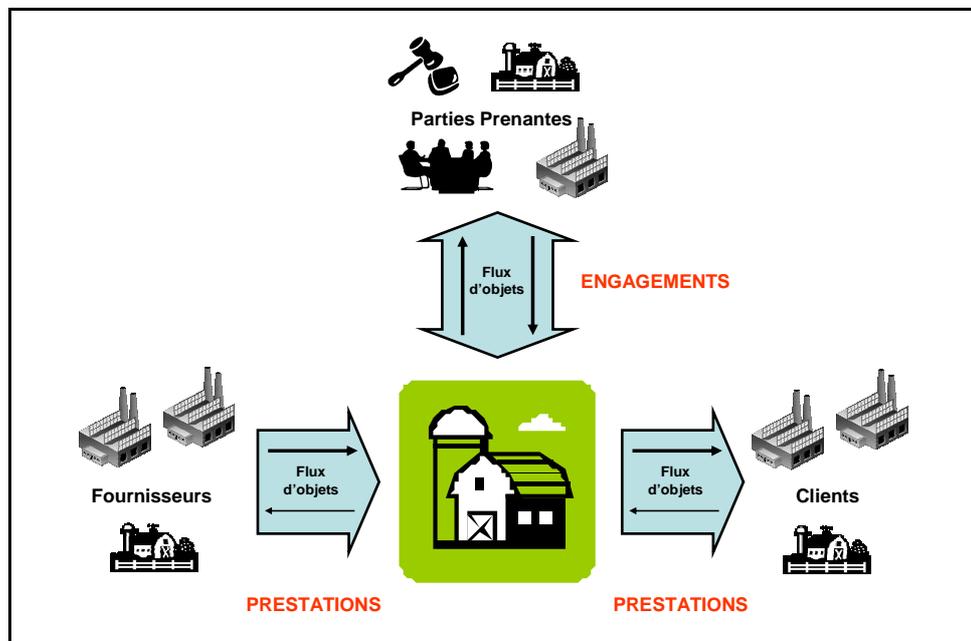


Figure 3.14 : Les relations de l'entreprise agricole avec son environnement transactionnel : Prestations et Engagements

Pour décrire l'entreprise selon une "vision interne", c'est-à-dire son fonctionnement interne en termes de fonctionnalité et de comportement, nous identifions, dans la bibliographie du secteur industriel (**Annexes I.1 à I.7 et I.9**), de très nombreux concepts tels que : "Action", "Activité", "Activité d'entreprise", "Activité de décision", "Activité d'exécution", "Chaîne de valeur", "Domaine", "Etape", "Fonction", "Métier", "Mission", "Opération", "Opération fonctionnelle", "Plan", "Procédure", "Processus", "Processus métier", "Processus domaine", "Processus fonctionnel", "Processus opérant", "Processus de réalisation", "Processus de management", "Processus support", "Projet", "Protocole", "Sous-Activité", "Sous-fonction", "Spécifi-

cation d'activité", "Spécification de processus", "Tâche", etc. Un même terme pouvant faire référence à plusieurs définitions, parfois même contradictoires, ceci rend difficile la compréhension des concepts et la comparaison des cadres identifiés. Le concept de "Processus" peut ainsi être défini selon Lorino comme un "ensemble d'activités reliées entre elles par des flux d'information ou de matière qui se combinent pour fournir un produit matériel ou immatériel" ou selon le cadre RM-ODP comme une "collection d'étapes qui se déroulent d'une manière prescrite et suivant un objectif", la seconde définition mettant en avant la dimension séquentielle que recouvre les processus. En outre, les aspects fonctionnels d'une entreprise sont en général décrits par une collection de concepts complémentaires. Parmi les cadres méthodologiques et les cadres conceptuels identifiés, nous recensons plusieurs types d'approches pour couvrir les aspects fonctionnels :

- les approches qui utilisent un ou deux concepts génériques pour exprimer les fonctionnalités et le comportement de l'entreprise. C'est le cas notamment des cadres ARIS, ATHENA POP*, EEML, E&P UML, IDEF, IEM, et UEML. Le cadre ARIS mobilise ainsi le seul concept de "fonction", le cadre UEML celui d'"activité".
- les approches qui mettent en avant la représentation du comportement de l'entreprise par rapport à celle des fonctionnalités. C'est le cas notamment des cadres CIMOSA, Darras, Canavasio, ENV 12204, MECI, ISO 19440, Morley, RM-ODP, et RT 10314. Le cadre ISO 19440 mobilise ainsi les concepts de "Domaine", "Processus métier", "Activité d'entreprise", "Opération fonctionnelle", le cadre RM-ODP les concepts de "Processus", "Etape", "Action".
- les approches qui distinguent explicitement ce qui relève des fonctionnalités et du comportement de l'entreprise en utilisant des concepts différents pour ces deux composantes. C'est le cas notamment des cadres GIM, Debauche, Lorino, MEGA, Mougin, OSSAD, RB2PM. Le cadre MEGA mobilise ainsi les concepts de "Procédure" et d'"Opération" pour représenter les aspects comportementaux, les concepts de "Métier" et d'"Activité" pour représenter les aspects fonctionnels et le concept de "Processus" pour faire la jonction entre les deux aspects. Le cadre GIM mobilise quant à lui les concepts de "Fonction", d'"Activité d'exécution" et d'"Activité de décision" pour représenter les aspects comportementaux et les concepts de "Processus" et d'"Activité étendue" pour représenter les aspects fonctionnels.
- les approches qui tentent de distinguer ce qui relève du système de gestion ou du système physique de l'entreprise. C'est le cas notamment des cadres GIM, Enterprise Ontology, Lorino, NF X50-310, CIMOSA, ENV 12204, ISO 19440, MECI. Le cadre GIM fait ainsi la distinction entre les "Activités de décision" relevant du système de gestion et les "Activités d'exécution" relevant du système physique. Le cadre CIMO-

SA introduit le concept d'"Opération fonctionnelle" qui relève avant tout du système physique en faisant référence aux "actions ou services que la ressource peut exécuter sur demande" et vient compléter les concepts de "Domaine", de "Processus domaine", de "Processus métier" et d'"Activité" qui relèvent avant tout du système de gestion.

Dans le secteur agricole, nous retrouvons cette diversité de termes pour décrire les aspects fonctionnels de l'entreprise agricole. Nous notons cependant que la terminologie couramment employée dans le secteur agricole ne correspond pas tout à fait à la terminologie employée dans le secteur industriel, mais des rapprochements peuvent être envisagés. Nous identifions par exemple les concepts de "Processus", "Programme prévisionnel", "Itinéraire technique", "Opération technique", "Séquence d'opérations techniques", "Fonction", "Fonction technique de production", "Pratique", "Pratique de gestion", "Pratique culturelle", "Opération", "Activité", "Acte", "Action technique", "Tâche", "Tâche élémentaire", "Tâche opérationnelle", "Travail", etc. Nous proposons de présenter ces principaux concepts identifiés, et leurs définitions parfois difficiles à expliciter, dans le Tableau 3.6.

Concernant le concept de "Processus", nous notons qu'il est peu utilisé dans le secteur agricole. Il a cependant été défini dans le cadre méthodologique de l'AGEA (Bonneviale *et al.*, 1989) et plus récemment dans les rares travaux visant la mise en place d'une démarche qualité dans les exploitations (Alternatech Agro-Transfert, 2004b). Le concept de "Processus" est avant tout utilisé dans le sens de "Processus de pilotage" pour décrire notamment les processus de décisions tactiques (conduite de cultures par exemple) (Attonaty *et al.*, 1992; Aubry, 2000; Dedieu *et al.*, 2004; Martin-Clouaire *et al.*, 2003b; Sebillotte *et al.*, 1990). Il n'est malheureusement très peu utilisé dans une perspective de structuration et de pilotage des performances de l'entreprise agricole comme nous pouvons le trouver dans les autres secteurs d'activité où sont proposées des cartographies de processus.

Concernant le concept d'"Itinéraire Technique", nous notons qu'il s'agit d'un concept central pour décrire la séquence d'"opérations techniques" permettant de réaliser la production végétale et animale. Décrit initialement par Sebillotte (Sebillotte, 1974), ce concept a été largement repris dans la bibliographie du secteur agricole mais aucune typologie ni aucune classification n'a été proposée à notre connaissance. En tenant compte du cycle annuel des saisons, ce concept s'adapte à la durée longue des cycles de production agricoles. Il couvre avant tout la fonction de production de l'entreprise et est principalement utilisé pour la conduite des productions végétales, même si "cette notion a été appliquée par extension à la conduite des prairies et à la conduite d'élevage en zootechnie" (Gras *et al.*, 1989). Le concept d'"Itinéraire technique" rejoint par ailleurs le concept de "Programme prévisionnel" défini dans le cadre de travaux sur les processus de décisions tactiques comme le processus de suivi d'une culture (Sebillotte *et al.*, 1990). D'une manière générale, le concept d'"Itinéraire Technique" rejoint le concept de "Procédure", utilisé notamment dans le secteur industriel, pour décrire un enchaînement d'opérations : nous admettons en effet qu'une même procédure puisse se dérouler sur plus d'une année correspondant à la durée des principaux cycles de production agricole.

Principaux concepts identifiés	Définitions
Processus	<p>"Un processus de production regroupe l'ensemble des activités agricoles mises en œuvre pour élaborer un produit fini" (Benoît, 1985).</p> <p>"Il existe des processus pilotés (ou processus de production) qui correspondent aux processus biotechniques et économiques (processus de production de biens et de services, processus de production d'organisation, processus de processus de ressource monétaire) et des processus de pilotage qui correspondent au processus de prise de décisions chez les agriculteurs" (Bonneviale <i>et al.</i>, 1989; Bonneviale <i>et al.</i>, 1998; Marshall <i>et al.</i>, 1994).</p> <p>"Suite cohérente d'activités aboutissant à un résultat (processus de production animale, processus de production végétale, processus achats, processus matériel et installation, processus ressources naturelles, processus ressources humaines)" (Alternatech Agro-Transfert, 2004b).</p>
Programme prévisionnel	<p>"Définition des actions à mener dans la conduite d'une production, en référence aux états-objectifs intermédiaires et aux moments-clés" (Sebillotte <i>et al.</i>, 1990).</p>
Itinéraire technique	<p>"Suite logique et ordonnée de techniques culturales appliquées à une espèce végétale cultivée" (Milleville, 1984; Sebillotte, 1974).</p> <p>"La détermination d'un itinéraire technique se fait à partir de la suite des opérations techniques observées" (Gras <i>et al.</i>, 1989).</p> <p>"Combinaison logique et ordonnée de techniques qui permettent de contrôler les états successifs d'un lot d'animaux et d'en tirer une production donnée (Itinéraire technique du blé, itinéraire technique du maïs)" (Gras <i>et al.</i>, 1989).</p>
Opération technique	<p>"Opération minimum qui fait passer l'écosystème cultivé d'une parcelle d'un état A à un état B (labour, semis, traitement phytosanitaire, pâturage, insémination, etc). Le changement d'état ne concerne souvent qu'une partie de l'écosystème : la couche supérieure du sol, les parties aériennes de la végétation, etc." (Gras <i>et al.</i>, 1989).</p> <p>"Opération (apport d'engrais azoté, changement de parcs du troupeau, fauche) constituée d'une succession d'actions techniques. Si plusieurs parcelles subissent dans un court laps de temps (de l'ordre du quotidien), la même opération technique, il est possible de parler de chantier (épandage de l'engrais azoté des 10 et 11 mars sur les parcelles 2 à 23)" (Benoît, 1985).</p>
Séquence d'opérations techniques	<p>"Succession d'opérations techniques qui s'enchaînent logiquement sur un temps plus ou moins long (ex : fenaison = fauche + fanages + bottelage + ramassage)" (Gras <i>et al.</i>, 1989).</p> <p>"Séquence technique" (Auricoste <i>et al.</i>, 1983; Gras <i>et al.</i>, 1989; Houdart, 1978).</p>
Fonction technique de production	<p>"Processus intermédiaire, résultat de flux de matières et d'information pour obtenir un produit fini. Les fonctions techniques (ex : assurer la conduite des peuplements prairiaux pour leur consommation par le troupeau laitier en période estivale) supposent la réalisation d'un certain nombre d'opérations techniques." (Benoît, 1985).</p>
Fonction	<p>"Catégorie de décisions prises par le chef d'exploitation". La fonction technique groupe les décisions concernant les opérations techniques. La fonction commerciale correspond aux décisions pour la vente des produits et l'achat des moyens de production. A ces fonctions s'ajoutent les fonctions financière, comptable, d'organisation et économique. (Chombart De Lauwe <i>et al.</i>, 1963).</p>
Pratique	<p>"Activités élémentaires, manières de faire réalisées dans optique de production" (Teissier, 1979).</p> <p>"La manière dont les techniques sont concrètement mises en œuvre dans le contexte de l'exploitation, mais aussi dans celui de la société locale, car caractérisée par son histoire, son territoire, son fonctionnement (pratiques d'organisation foncière, d'affectation des sols, de conduite des cultures, d'allotement, de gestion de pâturage, de renouvellement)." (Landais <i>et al.</i>, 1990).</p> <p>"Manières concrètes d'agir des agriculteurs. Les pratiques sont liées à l'opérateur et aux conditions dans lesquelles il exerce son métier." (Milleville, 1987).</p>
Pratique de gestion	<p>"Façon de gérer un groupe d'opérations techniques dans l'exploitation. Par exemple, si la fenaison n'est pas le seul moyen de constituer des réserves de fourrages (l'agriculteur faisant de l'ensilage ou du séchage en grange), on pourra parler d'une pratique de gestion de la constitution des réserves fourragères." (Gras <i>et al.</i>, 1989).</p>
Pratique culturale	<p>"Fonction qui doit être réalisée. Une pratique culturale (préparation du sol, fertilisation, contrôle des adventices, récolte) décrit ce qui doit être fait, mais pas comment cela doit être fait. Un exploitant choisit une à plusieurs opérations pour réaliser une pratique culturale." (Goense, 1994).</p>

Opération	"Une opération permet de réaliser l'objectif d'une pratique culturale. Elle est définie par le chef d'exploitation. Plusieurs opérations peuvent concourir à la réalisation d'une même pratique. Une opération est une combinaison technique cohérente de traitements à travers lesquels, à un certain moment, un changement des caractéristiques d'un objet (champ, bâtiment, équipement, culture) est observé, réalisé ou évité. Une opération est réalisée sur des objets comptables. Elle doit ou est réalisée selon une spécification. Elle ne couvre pas uniquement le domaine agricole mais porte aussi sur les activités de réparation, de maintenance, d'alimentation, etc." (Goense, 1994).
Activité	"Association entre une tâche et une équipe de travail avec une caractéristique temporelle, sur un intervalle de temps nommé plage d'activation. Ces activités peuvent s'organiser en blocs d'activités, ensemble d'activités reliées entre elles et indépendantes des autres activités de la forme d'organisation quotidienne (forme générique de combinaison d'activités). Un bloc d'activité peut être quotidien, non quotidien, mixte, etc." (Madelrieux, 2004; Madelrieux <i>et al.</i> , 2004).
Acte ou Action technique	"Action élémentaire définie par sa fonction, la nature des outils utilisés, les modalités et les conditions de leur réalisation. L'acte technique est donc l'élément de base avec lequel est construit la technique." (De Bonneval, 1993; Milleville, 1984). "Acte élémentaire de production (stockage de fumier, reprise de tas, dépôt intermédiaire, etc) qui décompose une opération technique." (Benoît, 1985).
Tâche élémentaire	"Plus petit niveau commun de découpage du travail. Une tâche élémentaire est définie par sa nature (traite, alimentation, curage, transport d'eau, déchaumage, labour, moisson, paille). Quatre grands ensembles de tâches élémentaires renvoyant aux domaines d'activité sont identifiés : agricole, de diversification agricole ou de service, de contrepartie, non agricole." (Madelrieux, 2004).
Tâche opérationnelle	"Élément unitaire à l'intersection entre l'opération et la tâche. Si un "ensemble de travail" permet de réaliser plusieurs opérations en une tâche, il est préférable de définir des tâches opérationnelles, correspondant chacune à une seule opération." (Goense, 1994).
Tâche	"Une tâche correspond à un agrégat de tâches élémentaires avec une caractéristique temporelle". Le contenu d'une tâche est défini par les tâches élémentaires qui le constituent. Il est donc à définir dans chaque cas. Par exemple, chez certains éleveurs, la tâche élémentaire "traite" est combinée avec les tâches élémentaires "alimentation", "curage", "paillage" pour composer la tâche "soins quotidiens aux vaches laitières et aux génisses" car c'est le couple qui réalise ensemble ces différentes tâches élémentaires. Si, par contre, l'un s'occupe des vaches et l'autre des génisses, nous avons alors deux tâches différentes composées des tâches élémentaires suivantes : pour les vaches : "traite", "alimentation", "curage", "paillage" ; pour les génisses : "alimentation", "curage", "paillage". Les caractéristiques temporelles des tâches sont définies à partir de différents critères temporels (occurrence annuelle, rythme, différenciation, impérativité, extension temporelle, prévisibilité du positionnement temporel, positionnement dans la journée, répétitivité, date/événement butoir) (Madelrieux, 2004; Madelrieux <i>et al.</i> , 2004). "Une tâche peut être régulière (alimentation, soins aux animaux, traite des vaches) ou irrégulières (traitement des végétaux, mise bas, construction, entretien de chemins). Elle peut être différéable ou non (semis, traitement sanitaires, récoltes)." (Bonneviale <i>et al.</i> , 1998). "Une tâche d'un exploitant agricole peut être régie par un cycle (végétal ou animal) ou non (tâche annexe, tâche à caractère extra-professionnel)" (Valax, 1989). "Combinaison d'opérations réalisées par un "ensemble de travail" pendant une période de temps. Elle se subdivise en tâches opérationnelles." (Goense, 1994).
Travail	"Le travail humain peut se traduire par la production de travail mécanique ou par l'élaboration d'idées et de solutions intellectuelles à certains problèmes. Le travail mécanique, comme celui produit par une machine, résulte d'une transformation d'énergie." (Piel Desruisseaux <i>et al.</i> , 1963). "Un travail est formulé durant la phase d'ordonnement et fait référence à un type d'objet comptable. Il regroupe plusieurs tâches." (Goense, 1994). "Un travail peut correspondre à plusieurs catégories de travail qui renvoient à leur configuration dans le temps (rythme, durée, différenciation, concentrabilité) : travail d'astreinte (travail à réaliser quotidiennement, répétitif d'un jour sur l'autre, peu différéable, peu concentrable, comme les soins journaliers aux animaux) ; travail de saison (différéable et/ou concentrable sur une période donnée, comme les travaux de saison "troupeau", de saison "surface", et de saison d'"entretien du territoire") ; travail rendu (journées passées à l'extérieur en contrepartie de l'entraide reçue)." (Dedieu, 1993; Dedieu <i>et al.</i> , 1998; Dedieu <i>et al.</i> , 2000).

Tableau 3.6 : Principaux concepts identifiés dans la littérature du secteur agricole et traitant des aspects "fonctionnels" de l'entreprise agricole

Concernant le concept d'"Activité", nous notons que ce dernier est peu utilisé en agriculture même s'il a fait l'objet d'un emprunt à l'ergonomie dans le cadre des travaux de thèse de Madelrieux (Madelrieux, 2004). Le concept d'"Opération Technique" est ainsi préféré à celui d'"Activité". Il est l'élément constitutif des "Itinéraires Techniques". Bien souvent, l'"Opération Technique" est appelée indifféremment "Opération" (Goense, 1994) et couvre avant tout la fonction technique de production. Ce vocabulaire ne permet ainsi pas de distinguer aisément ce qui est générique (une opération de pulvérisation) de ce qui est plus spécifique (une opération de pulvérisation d'herbicide sur du blé). Il existe plusieurs propositions de classification d'opérations techniques, proposées par des éditeurs de logiciels, mais aucune n'apparaît véritablement comme consensuelle.

Concernant le concept de "Fonction", nous notons que ce concept est également peu utilisé ou mal défini. Le concept de "Fonction technique de production" est vraisemblablement le plus fréquemment mobilisé en touchant à la fonction qui regroupe les décisions concernant les opérations techniques (Benoît, 1985; Chombart De Lauwe *et al.*, 1963). Le concept de "Pratique" est préféré à celui de "Fonction" pour regrouper les opérations techniques selon une logique de compétences et de savoir-faire (Goense, 1994; Gras *et al.*, 1989; Milleville, 1984). Nous recensons ainsi plusieurs "types de pratiques" (pratiques d'organisation foncière, d'affectation des sols, de conduite des cultures, de récolte et de stockage, de valorisation, d'allotement, de gestion de pâturage, de renouvellement, etc) (Landais *et al.*, 1990) qui rejoignent les fonctions définies par Lorino (Lorino, 2003).

Concernant le concept de "Tâche", bien que mal défini, nous notons qu'il relève avant tout du système physique et de l'exécution d'un travail et se définit par rapport à des caractéristiques temporelles plus que fonctionnelles. Comme le concept d'"Opération technique" est avant tout utilisé pour la production végétale, le concept de "Tâche" est avant tout utilisé pour la production animale. L'ambiguïté réside dans les mots utilisés pour décrire ces tâches et ces opérations techniques. La "traite" peut par exemple être utilisée indifféremment pour décrire un travail ou une opération technique sans avoir pour autant une signification tout à fait identique : dans le premier cas, il s'agit d'un regroupement de tâches élémentaires qui se succèdent dans le temps pour réaliser la traite de la vache, et dans l'autre, il s'agit d'une étape d'un itinéraire technique visant à réaliser la production animale. Notons en outre que le concept de "Tâche" est parfois utilisé de manière synonyme avec celui de "Travail". Ainsi nous trouvons à la fois dans la bibliographie les notions de tâches régulières et irrégulières et celles de travaux d'astreinte et de saison (Bonneviale *et al.*, 1998; Dedieu *et al.*, 2000). Dans d'autres cas, un travail est présenté comme le regroupement de tâches élémentaires, défini au niveau de la phase d'ordonnement relevant de l'organisation du travail (Goense, 1994). Certains auteurs préfèrent enfin le terme de "Chantier de travail" à celui de "Travail", notamment pour ce qui relève de la production végétale (Papy *et al.*, 1986).

Face à ces éléments issus de la bibliographie du secteur agricole, nous mesurons le besoin de clarification et de diversification des concepts à mobiliser pour représenter les aspects fonctionnels de l'entreprise agricole et structurer les besoins en information. Nous notons particulièrement l'oppo-

sition ou la cohabitation de deux approches de représentation des aspects fonctionnels : l'une relevant davantage du système de gestion de l'entreprise agricole en utilisant les concepts d'"Itinéraire technique" et d'"Opération technique", l'autre relevant davantage du système physique de l'entreprise en utilisant les concepts de "Travail" et de "Tâche". Il est notamment important de faire la distinction entre ce qui relève d'une vision gestionnaire de ce qui relève d'une vision exécutive pour permettre d'identifier les éléments mobilisés au niveau du système d'information pour la gestion de l'entreprise et ceux mobilisés au niveau du système d'information pour l'acquisition de données. Notons que cette distinction est relativement bien décrite dans le cadre proposé par Goense *et al.* à travers les concepts de "Pratique culturale" et d'"Opération" pour la vision gestionnaire et les concepts de "Travail" et de "Tâche" pour la vision exécutive, même si ce cadre ne concerne que la production végétale (Goense, 1994). Nous proposons de schématiser la distinction entre ces deux visions dans la Figure 3.15.

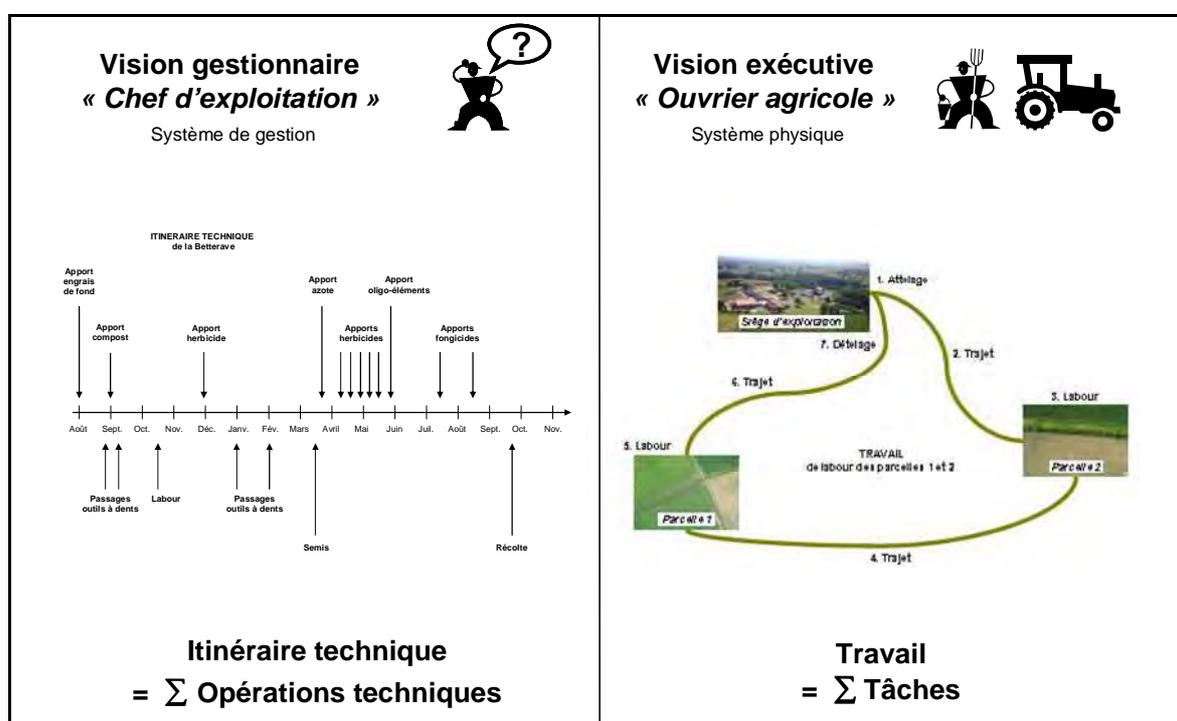


Figure 3.15 : Distinction entre la "vision gestionnaire" et la "vision exécutive" : les concepts d'Itinéraire technique et d'Opération technique vs les concepts de Travail et de Tâche

Afin de proposer un jeu de concepts pertinents pour décrire les aspects fonctionnels de l'entreprise agricole, nous proposons de garder autant que faire se peut les termes utilisés dans le secteur agricole. En nous appuyant sur le cadre proposé par Goense *et al.* qui fait notamment la distinction entre la vision gestionnaire et la vision exécutive, mais n'intègre pas une "approche processus" ni une généralisation des concepts pour couvrir l'ensemble du comportement et des fonctionnalités de l'entreprise, nous proposons de retenir les concepts de : **Processus** (au sens de la norme ISO 9001), de **Procédure** (intégrant le concept d'"Itinéraire technique"), de **Fonction** (comme "Type de pratique" générique), d'**Opération Technique** (comme activité fonctionnelle générique), d'**Opération** (comme spécification d'une

opération technique selon un objectif de production ou itinéraire technique), de **Tâche** (comme acte élémentaire exécutant les opérations) et de **Travail** (comme regroupement de tâches). Pour aider à définir ces concepts, le Tableau 3.7 présente les rapprochements qui pourraient être réalisés entre ces concepts et ceux identifiés dans le secteur industriel. La Figure 3.16 schématise l'articulation que nous proposons entre ces concepts.

Proposition de concepts	Termes proches	Exemples de définitions
Processus	<p>Domaine Fonction Processus domaine Processus fonctionnel Processus métier Processus de management, support, de réalisation Processus de projet, Processus récurrent Sous-Fonction</p>	<p>Domaine (CIMOSA). "Elément structurant permettant de regrouper un ensemble de processus en un module indépendant de manière à gérer la complexité du modèle entier".</p> <p>Domaine (ISO 19440) "Description des parties d'une entreprise à modéliser et des relations avec l'environnement externe. (entrées/sorties)".</p> <p>Fonction (OSSAD). "Sous-ensemble d'actions ayant un même objectif. Sous-ensemble de l'organisme fournissant un certain résultat ou une ensemble d'actions ayant un même objectif, indépendamment des moyens concrets utilisés pour les effectuer. La fonction correspond à un premier niveau de découpage de l'organisme".</p> <p>Processus (ISO 9001). "Système d'activités corrélées ou interactives qui utilise des ressources pour transformer des éléments d'entrée en éléments de sortie".</p> <p>Processus (Lorino). "Ensemble d'activités reliées entre elles par des flux d'information ou de matière (type particulier de flux d'infos car la matière est porteuse d'infos), qui se combinent pour fournir un produit (output) matériel ou immatériel important et bien défini. La description en termes de processus regroupe et agence les activités selon une logique de produits (outputs), donc selon une logique extravertie de clients internes et externes, et non selon une logique introvertie de métiers (la division du travail dans l'entreprise) ou de responsabilités. Un processus peut regrouper à la fois des activités génériques et différents projets".</p> <p>Processus (Mougin). "Ensemble de ressources et d'activités liées qui transforment des éléments entrants en éléments sortants. Boîte noire qui a une finalité (les données de sortie) et qui, pour atteindre cette finalité, utilise des éléments extérieurs (les données d'entrée) et les transforme (en leur donnant une valeur ajoutée) par du travail et des outils (activités et ressources). Un processus peut être de différents types : management, support, réalisation".</p> <p>Processus métier (Debauche). "Met en œuvre le métier de l'entreprise. Processus cross-fonctionnels".</p> <p>Processus métier (ISO 19440). "Ensemble de fonctionnalités d'un Domaine nécessaire à la production d'un résultat qui satisfait un à plusieurs objectifs. Le résultat final d'un processus métier doit être observable ou quantifiable : entités matérielles ou informationnelles".</p> <p>Processus métier (RB²PM). "Processus permettant de satisfaire un objectif métier. Un processus métier ne correspond pas, comme bien souvent, à un ensemble d'activités ou d'opérations dans un ordre préétabli".</p>
Procédure	<p>Macro-procédure Plan Processus Processus métier Projet Spécification de processus Stratégie</p>	<p>Plan (Canavasio). "Ensemble de tâches ordonnées qui doivent être exécutées pour satisfaire les objectifs du projet".</p> <p>Procédure (MEGA). "Une procédure est décrite par un enchaînement d'opérations, représentées dans un logigramme. C'est un regroupement d'opérations qui produit un résultat "contractuel". Elle est déclenchée par la réception d'un message ou par un temporisateur. Le résultat d'une procédure est sous la responsabilité d'un acteur de type "structure" (département, direction). Une procédure décrit la marche à suivre pour mettre en œuvre tout ou partie du processus d'élaboration d'un produit. Les procédures sont l'intersection entre processus et acteurs. C'est le comment?".</p> <p>Procédure (OSSAD). "Regroupement pertinent de tâches permettant d'avoir une vue d'ensemble d'une activité. Aspect descriptif d'une activité, mettant en jeu des rôles et nécessitant des opérations".</p>

		<p>Processus (GIM). "Ensemble logiquement ordonné d'activités étendues. Un processus, à un niveau plus global, peut lui-même être vu comme une activité étendue".</p> <p>Processus (MECI). "Ensemble d'activités totalement ou partiellement ordonnées dont la mission est de réaliser tout ou partie du programme ou du projet d'un système sociotechnique".</p> <p>Processus (RM-ODP). "Collection d'étapes qui se déroulent d'une manière prescrite et suivant un objectif. Un processus peut avoir plusieurs points de départ et de fin. La manière prescrite peut être une séquence partiellement ordonnée. Une spécification de processus peut être une spécification de Workflow".</p> <p>Processus métier (CIMOSA). "Processus (séquence partiellement ordonnée d'étapes) défini à l'intérieur des processus maître".</p> <p>Processus métier (ENV 12204). "Ensemble partiellement ordonné d'activités d'entreprise qui peut être exécuté pour réaliser un objectif donné, d'une entreprise ou d'une partie d'entreprise, et satisfaire un résultat final attendu. Combinaison d'un ensemble d'activités d'entreprise avec une structure décrivant leur ordre logique et leur dépendance".</p> <p>Spécification de processus (Enterprise Ontology). "Plan capable d'être exécuté plus d'une fois".</p> <p>Stratégie (Enterprise Ontology). "Plan qui permet de réaliser une "intention" stratégique".</p>
<p>Fonction</p>	<p>Finalité Mission Métier</p>	<p>Finalité (Mougin). "Raison d'être du processus. Mission essentielle du processus dans l'organisme".</p> <p>Fonction (Debauche). "Domaine de compétence et de responsabilité de l'entreprise. Une fonction prend en charge au moins un processus fonctionnel. Elle orchestre des activités".</p> <p>Fonction (GIM). "Groupe d'activités décisionnelles du même domaine d'entreprise. La fonction est porteuse d'un objectif dans lequel s'inscrit l'objectif de chaque centre de décision que la fonction regroupe".</p> <p>Fonction (Lorino). "Ensemble d'activités présentant un certain degré de similitude en matière de savoir-faire et de compétence requis. Ces activités font donc référence à un même corpus de métier et s'appuient souvent sur des normes et des méthodes professionnelles bien définies".</p> <p>Métier (MEGA). "Compétence ou regroupement de compétences d'intérêt pour l'entreprise. Le métier est différent de l'acteur".</p> <p>Mission (AMS). "Mission de l'activité, décrite par une fonction et des buts. Aussi appelée finalité, elle exprime la raison d'être d'un système".</p>
<p>Opération technique</p>	<p>Activité Activité d'entreprise Etape Opération Tâche</p>	<p>Activité (MEGA). "Etape d'un processus, unité de décomposition fonctionnelle d'un processus, contribution d'un métier (d'une fonction) à la chaîne de valeur du processus. Elle transforme des éléments d'entrée en résultats à valeur ajoutée. Elle fait appel à un savoir-faire spécifique et ne peut être réutilisée dans plusieurs processus. La définition de l'activité ne fait référence à aucune solution organisationnelle ou technologique. Les activités sont l'intersection entre processus et métiers. C'est le quoi?"</p> <p>Activité (OSSAD). "Subdivision la plus fine d'une fonction. Concept représentant le degré le plus fin de décomposition des fonctions".</p> <p>Activité d'entreprise (ENV 12204). "Représentation d'une partie des fonctionnalités de l'entreprise. Une activité décrit le changement (désiré) d'une chose de l'entreprise, cad l'objectif de l'activité, l'information nécessaire au contrôle du changement, la capacité et les aptitudes des ressources nécessaires</p> <p>Etape (RM-ODP). "Abstraction d'une action, utilisée dans un processus, qui peut ne pas spécifier des objets participants à l'action".</p> <p>Tâche (MECI). "Enoncé d'un objectif d'obtention d'un objet technique appelé objet technique produit par modification des caractéristiques d'un ou plusieurs objets techniques appelés objets techniques primaires ou intermédiaires".</p>

<p>Opération</p>	<p>Action Activité Activité de décision, d'exécution, d'évaluation, de sélection Activité d'entreprise Activité étendue Fonction Spécification d'activité Tâche</p>	<p>Activité (Lorino). "Ensemble de tâches élémentaires : réalisées par un individu ou un groupe ; faisant appel à un ensemble spécifique d'aptitude, un champ de compétences ; homogènes du point de vue de leur comportement de performance ; permettant de fournir, à un ou plusieurs clients identifiables, internes ou externes, soit un output précis (matériel ou immatériel), soit la résolution d'un certain type de problèmes ; (5) à partir d'un panier de ressources (temps de main d'œuvre, temps d'équipements, mètres carrés, énergie, données). Une activité est à la base du diagnostic et du pilotage, et le support naturel de la mesure du coût et de la performance".</p> <p>Activité (MECI). "Réalisation concrète d'une tâche par un acteur".</p> <p>Activité (Morley). "Une activité est spécifiée, de façon exclusive, soit par un but, soit par les tâches qui la composent. Si le processus est appréhendé comme une transformation, l'activité correspond à une partie de cette transformation et produit un résultat, souvent à partir d'éléments d'entrée".</p> <p>Activité d'entreprise (CIMOSA). "Etape élémentaire d'un processus. C'est le lieu de l'action et nécessite du temps et des ressources pour l'exécution de chacune de ses opérations fonctionnelles. Elle a pour mission de traiter les objets de l'entreprise".</p> <p>Activité d'entreprise (ISO 19440). "Part de fonctionnalité d'un processus métier nécessaire pour réaliser une tâche dans un processus métier".</p> <p>Opération (MEGA). "Une opération est un traitement élémentaire pris en charge par un acteur de type "fonction" ou "responsable" (poste de travail). Une opération est une étape d'une procédure correspondant à l'intervention d'un acteur de l'organisation dans le cadre d'une des activités de l'entreprise".</p> <p>Spécification d'activité (Enterprise Ontology). "Caractérisation de quelque chose à faire. Spécification d'une activité qui doit être exécutable. Spécification à un certain niveau de détail d'une à plusieurs activités possibles".</p> <p>Tâche (Canavasio). "Opération élémentaire d'un projet qui a une durée dans le temps, des sorties identifiées et des contraintes et utilise des ressources".</p>
<p>Tâche (et Travail)</p>	<p>Action Activité Opération Opération fonctionnelle Projet Sous-activité</p>	<p>Action (NF X30-310). "Evénement ou ensemble d'événements ayant pour but ou pour effet de modifier les caractéristiques d'un produit ou d'un en-cours (opération), de le déplacer (transfert), de laisser s'écouler du temps (stockage), ou de vérifier la bonne exécution des 3 autres actions (contrôle)".</p> <p>Action (RT 10314). "Description élémentaire d'un travail. Une action peut être de 4 types : transporter, transformer, vérifier, stocker".</p> <p>Opération (NF X50-310). "Action destinée à modifier les caractéristiques d'un article ou d'un en-cours, pour aboutir à un nouvel article ou un nouvel en-cours. Elle modifie également la variable "temps", et éventuellement la variable "localisation".</p> <p>Opération fonctionnelle (CIMOSA). "Granule de fonctionnalité offerte par une entité fonctionnelle. Actions ou services que la ressource peut exécuter sur demande. Une transaction sur une BD est une opération fonctionnelle".</p> <p>Projet (MEGA). "Un projet est un ensemble de tâches, unique et temporaire, confié à une équipe et qui transforme un système ou une partie d'un système. Il vise à atteindre un résultat donné dans le cadre de contraintes qui s'imposent. Il se déploie à travers différentes étapes".</p> <p>Tâche (Lorino). "Elément constitutif d'un projet, chaque tâche étant la réalisation datée et temporaire d'une activité précise, dont on peut mesurer le recours aux ressources métiers. Les tâches peuvent être successives ou simultanées".</p> <p>Tâche (Morley). "Plus petit travail à accomplir".</p> <p>Tâche (NF X50-310). "Processus le plus élémentaire, constitué d'un ensemble d'actions à accomplir dans des conditions fixées pour obtenir un résultat attendu et identifié en termes de performances, de coûts et de délais. L'accomplissement de la tâche résulte d'un ordre. Cette tâche est confiée à un acteur identifié et nécessite l'allocation de ressources".</p>

Tableau 3.7 : Termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur industriel pouvant se rapporter aux concepts de Processus, Procédure, Fonction, Opération technique, Opération et Tâche

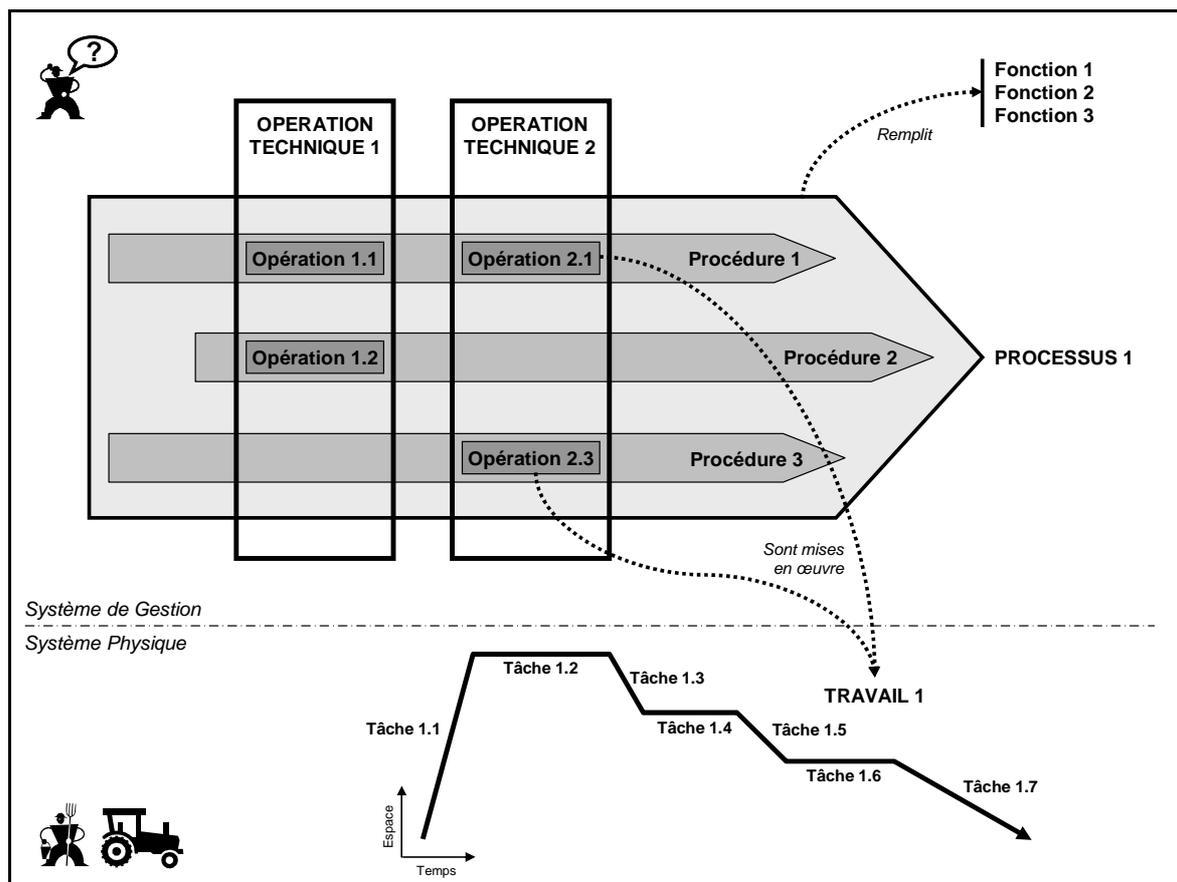


Figure 3.16 : Articulation des concepts de Processus, Procédure, Fonction, Opération Technique, Opération, Travail et Tâche pour décrire le fonctionnement de l'entreprise agricole

Sur la base des définitions existantes dans le secteur industriel, nous proposons d'identifier les Etats d'objet comme des entrées/sorties des concepts de "Processus", de "Procédure", d'"Opération Technique", d'"Opération", de "Travail" et de "Tâche". Les liens avec les concepts de "Prestation" et d'"Engagement" se font à travers les flux d'objets échangés. Ces liens sont également établis au niveau des Procédures, qui sont les mises en œuvre de Processus. Une Prestation ou un Engagement peut en effet nécessiter l'établissement d'une Procédure interne particulière. La procédure de livraison d'un animal peut ainsi être différente selon les prestations considérées. Nous ne définissons pas pour autant un nouveau processus ou une nouvelle procédure pour chaque nouvelle prestation. Notre volonté d'utiliser le concept de "Procédure", plus général que celui d'"Itinéraire Technique", nous impose également de préciser qu'une procédure peut être spécifiée sur une Unité de gestion (concept qui sera défini dans le §1.3 suivant). Si la procédure considérée est un itinéraire technique de production végétale, cette unité sera un "lot fonctionnel de parcelles végétales", si c'est un itinéraire technique de production animale, ce sera un "lot fonctionnel d'animaux", si c'est une procédure de maintenance préventive, ce sera une "unité de travail" ou "ensemble de travail", etc. Une procédure peut faire en outre référence à une Saison de l'année, c'est-à-dire à une période définie entre deux dates de l'année (Bellon et al., 1999; Dedieu et al., 2000; Madelrieux,

2004). Un itinéraire technique correspondant à la culture du blé pourra en effet être défini pour une campagne de production allant du mois de septembre de l'année N-1 au mois de juillet de l'année N+1. Enfin, pour une procédure donnée, nous considérons que l'"Opération" est la spécification d'une "Opération Technique". Cette spécification passe notamment par la définition de la "Saison" durant laquelle l'"Opération" pourrait être mise en œuvre. Elle passe également par la définition de la Période qui correspond à la fréquence possible de mise en œuvre de cette "Opération" durant cette "Saison". Une opération d'alimentation en stabulation de génisses est ainsi définie pour une saison allant de novembre à mai et une période d'un jour tout au long de cette saison.

La Figure 3.17 présente l'articulation des différents concepts proposés dans les paragraphes précédents pour représenter les aspects fonctionnels de l'entreprise agricole (visions externe et interne confondues).

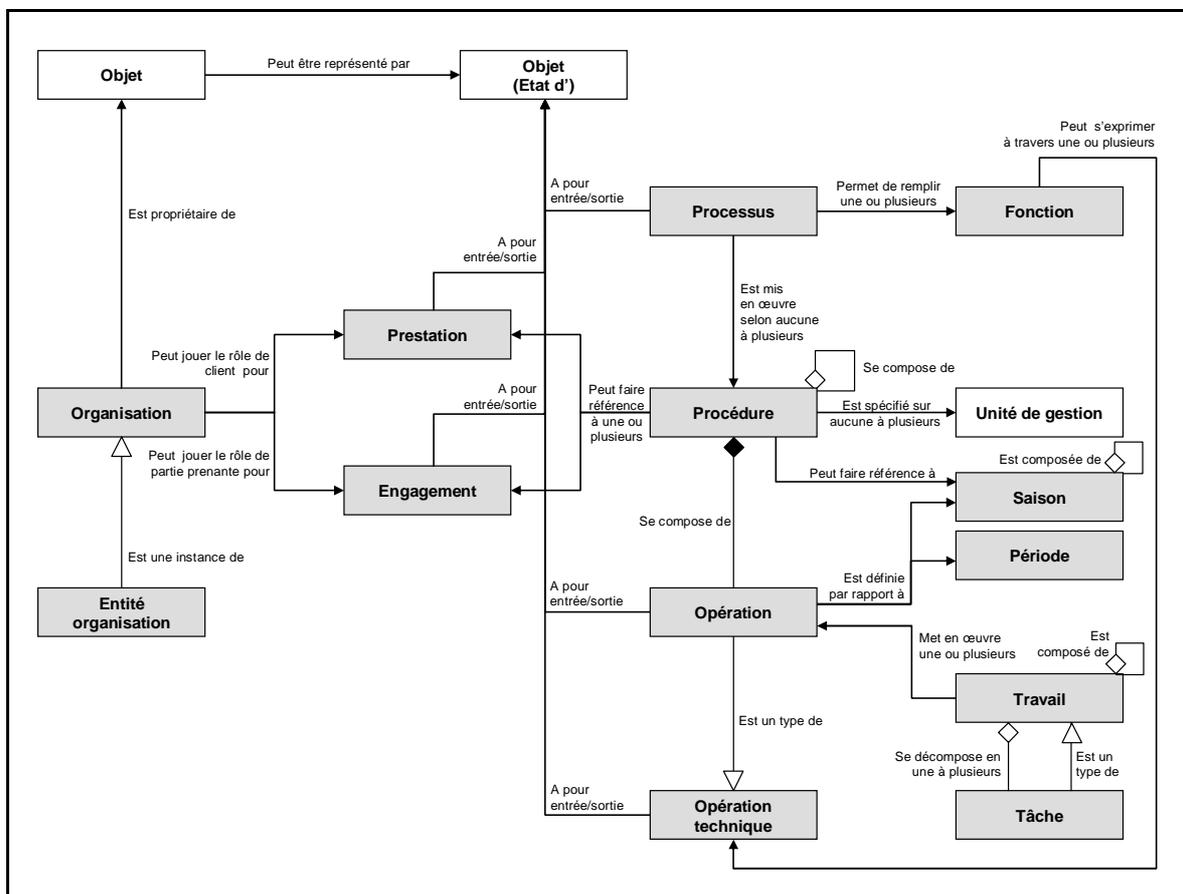


Figure 3.17 : Proposition de cadre conceptuel pour représenter les aspects "fonctionnels" de l'entreprise agricole

1.3. Quels concepts pour représenter les aspects "organisationnels" ?

A travers la compréhension des aspects "organisationnels", nous cherchons à comprendre la structure organisationnelle de l'entreprise agricole et le regroupement fonctionnel des différentes ressources gérées au sein de l'entreprise. Dans le secteur industriel, le concept d'"unité d'organisation" ou d'"unité organisationnelle" est un concept très utilisé et relativement consensuel dans les différents cadres conceptuels identifiés en **Annexes I**. Il vise à décrire la "structure formelle, hiérarchique, ou administrative" de l'entreprise (AFNOR, 2009). Il renvoie aux notions d'autorité et de responsabilité au sein de l'entreprise. Il porte avant tout sur l'organisation du système de gestion en structurant la hiérarchie décisionnelle de l'entreprise.

Comme dans les Très Petites Entreprises, cette organisation est peu formalisée dans les entreprises agricoles. La hiérarchie décisionnelle est simplifiée pouvant aller jusqu'à la centralisation des décisions chez le "dirigeant propriétaire" (Kalika, 1987; Marchesnay, 1991). Ces éléments poussent à voir l'organisation de l'entreprise agricole avant tout sous l'angle de l'organisation de son système opérant, système physique et biophysique. En outre, l'empreinte spatiale de l'activité agricole impose de décrire avec les aspects organisationnels, le découpage et l'organisation de l'espace géré par l'entreprise. Le concept d'"unité d'organisation" ou d'"unité organisationnelle" est alors ambigu pour décrire l'organisation de l'entreprise agricole dans les mêmes termes que dans le secteur industriel. Nous préférons le terme d'**Unité de Gestion**, utilisé notamment par Coléno (Coléno, 2002), pour décrire la structure du système physique et biophysique de l'entreprise. Ce concept peut se définir comme un regroupement fonctionnel d'objets vus comme des ressources (homme, équipements, végétaux, animaux, etc). Ce concept renvoie davantage à la notion d'objectifs et de performances qu'à la notion de domaine de responsabilités. Il rejoint les concepts de "centre de charge" et de "poste de charge" utilisés dans le secteur industriel et correspondant aux "entités que l'entreprise a décidé de gérer" (AFNOR, 1991). Dans une moindre mesure il rejoint le concept de "Ressource" défini comme un "ensemble d'aptitudes" (AFNOR, 2009). A ces unités de gestion sont affectés des objets/entités en fonction des objectifs de production. Ces unités de gestion sont le lieu de transformation d'objets dont les états constituent les entrées et sorties de ces unités.

Concernant le système physique de l'entreprise agricole, ce sont avant tout des objets/entités de type "Personne" et "Equipement" qui sont affectés aux unités de gestion. Dans la bibliographie du secteur industriel, nous identifions les concepts de "Poste de charge", d'"Acteur", de "Composant d'organisation", d'"Equipe", de "Groupe", de "Module technologique", de "Moyen de production", de "Rôle opérationnel", de "Ressource" pour décrire l'organisation du système physique d'une entreprise (Tableau 3.8). Dans la bibliographie du secteur agricole, nous identifions le concept d'"Ensemble de travail" défini comme un "Ensemble de ressources qui concourent à la réalisation d'une tâche" (Goense, 1994). L'intitulé de ce concept rappelle que dans bien des cas un travail agricole est réalisé par un ensemble composé d'une personne, d'un tracteur et d'un outil attelé. Nous identifions en outre

le concept de "Chantier", défini par certains auteurs comme l'"ensemble d'équipements et de travailleurs aux qualifications spécifiques pour réaliser une opération" (Papy, 2001). Ce concept est cependant ambigu car d'autres auteurs définissent le chantier comme le regroupement d'une ou plusieurs opérations. La "combinaison de moyens en main d'œuvre et matériels nécessaires pour réaliser l'opération considérée au champ" définit alors les "modalités de chantier" (Aubry, 2000).

Principaux concepts identifiés	Définitions
Poste de charge	"Unité opérationnelle de base que l'entreprise a décidé de gérer. Un poste de charge peut résulter de la combinaison de moyens de production élémentaires, associés dans le but de réaliser une opération de production déterminée. Un poste de charge résulte d'une décision d'organisation alors que le poste de travail est une unité physique" (NF-X-50-310).
Centre de charge	"Ensemble de postes de charge agrégés pour des besoins de gestion ou de simulation, pour des déterminations de coût, pour des raisons de rapidité de traitement, de simplicité, de facilité d'exploitation et d'interprétation" (NF-X-50-310).
Acteur	"Association de plusieurs ressources dont au moins une ressource humaine pour la réalisation d'une tâche" (MECI).
Composant d'organisation	"Organe du système sociotechnique. Un composant d'organisation a pour mission de transformer une collection d'objets techniques (tangibles ou symboliques) (intrants) en une collection d'objets techniques (extrants) transformés suivant un programme et dans le cadre d'objectifs et de contraintes fixés par son environnement. Cette transformation est réalisée par un ensemble de ressources qui lui sont affectés. Il doit émettre un compte-rendu d'activités à son environnement" (MECI).
Equipe	"Type d'objet d'un calendrier de roulement. Une équipe est un intervalle de temps, au cours de laquelle une ressource humaine travaille quotidiennement ou au cours de laquelle une ressource matérielle est à disposition pour l'exécution de fonctions" (ARIS).
Groupe	"Un groupe représente le regroupement de collaborateurs (personnes), qui par exemple travaillent ensemble (groupe de projet) afin de résoudre une tâche déterminée pendant une période limitée" (ARIS).
Module technologique	"Module qui effectue les transformations sur les flux d'entrées/sorties correspondant aux missions techniques ou administratives de l'organisme. Les MT peuvent être considérés comme des machines, ce sont des modules taciturnes (qui ne "parlent" pas à d'autres modules). Quand il s'agit d'opérations administratives, on peut le nommer module de traitement)" (AMS).
Moyen de production	"Moyen élémentaire défini par l'entreprise et dont elle dispose pour produire. Ce que l'entreprise aura décidé de ne pas considérer comme moyen de production devra faire l'objet d'une gestion spécifique (gestion des matières consommables, gestion des outils, gestion des moyens de maintenance, etc)" (NF X-50-310).
Rôle opérationnel	"Ensemble de compétences de responsabilités requises pour réaliser des tâches opérationnelles. Spécialisation d'un profil de personne pour quelques compétences et responsabilités en fonction des besoins" (ISO 19440).
Ressource	Ensemble ou partie des aptitudes fournies pour une activité d'entreprise selon ses besoins en aptitudes. Ces aptitudes sont celles d'un appareil, d'un outil ou d'un moyen (logiciel, jeu de données), mais pas d'une ressource humaine (cf. Profil de personne)" (ISO 19440).

Tableau 3.8 : Quelques concepts et définitions identifiés dans le secteur industriel pour décrire l'organisation du système physique d'une entreprise

Nous proposons de retenir le concept d'**Ensemble de travail** correspondant au plus petit ensemble fonctionnel où sont affectés des objets (reliés entre eux ou non) de type "Personne" et de type "Équipement" (voire dans le cas notamment d'une traction animale, des objets de type "Animal"). Nous proposons d'introduire également le concept d'"**Unité de travail**", proche du concept de "Chantier" mais non porteur d'ambiguïté, pour regrouper les ensembles de travail selon les besoins de gestion. Un "Ensemble d'épandage d'effluents solides" pourrait ainsi constituer un ensemble de travail de l'unité de travail "Fertilisation culture" qui regroupe les différents ensembles fonctionnels permettant de fertiliser les cultures. Une "Unité de travail" met ainsi en œuvre une ou plusieurs "Opérations techniques" (ex : épandage minéraux, épandage organique) et permet d'effectuer un ou plusieurs "Travaux" (ex : travail d'épandage de lisier, travail d'épandage de compost). Un "Travail" mobilise un ou plusieurs "Ensembles de travail" (ex : ensemble d'épandage, chargeur). Une "Tâche" (ex : chargement épandeur) se voit réalisée par un seul "Ensemble de travail" (ex : chargeur).

Concernant le système biophysique de l'entreprise agricole, ce sont avant tout des objets/entités de type "Animal", "Végétal" et "Matière" qui sont affectés aux "unités de gestion". Dans la bibliographie du secteur agricole, nous identifions plusieurs concepts pouvant spécifier ces "unités de gestion". Il est cependant difficile de distinguer dans cette bibliographie ce qui relève d'un élément constitutif d'un système ayant une réalité dans l'entreprise (et correspondant ainsi à un "objet composite" ou à une "entité composite"), de ce qui relève d'une unité de gestion, et donc d'un ensemble fonctionnel de l'entreprise. Nous proposons d'utiliser le terme générique d'**Unité biophysique** pour qualifier les unités de gestion qui relèvent du système biophysique et créer ainsi le pendant de l'"unité de travail" pour le système biophysique. Ces unités biophysiques se voient affecter des objets/entités qui possèdent, en eux-mêmes, la capacité de produire et de se transformer (animaux, végétaux, matières doués de processus biophysiques). Ce sont sur ces unités de gestion que porteront les décisions et les interventions sur les cultures ou les animaux. Le Tableau 3.9 présente les définitions de termes pouvant se rapporter au concept d'"unité biophysique" et identifiés dans la bibliographie du secteur agricole. En production animale, Ingrand *et al.* définit des "lots fonctionnels d'animaux" qui se distinguent des "lots physiques" (Ingrand *et al.*, 2003) ; le cadre conceptuel du projet GIEA définit le "groupe de conduite" qui se distingue du "lot d'animaux" (**Annexes I.10**). En production végétale, nous identifions les concepts de "lot de culture", d'"occupation culturelle", de "sole", d'"unité d'utilisation" pour décrire les ensembles fonctionnels correspondant à un même objectif de production végétale sans faire référence à une localisation géographique. Nous proposons ainsi d'introduire les concepts de **Lot fonctionnel d'animaux** (où sont affectés des objets/entités de type "Animal"), de **Lot fonctionnel de parcelles végétales** (où sont affectés des objets/entités de type "Végétal" et de type "Matière" comme le sol), et de **Lot fonctionnel de matières** (où sont affectés des objets/entités de type "Matière") comme spécification du concept d'"unité biophysique". Ce découpage rejoint les différents types d'objets de gestion mentionnés par Papy comme la "sole", le "lot d'animaux" et le "lot de produits" (Papy, 2001). Notons que ces différentes "unités biophysiques" n'ont pas nécessairement du sens à tout mo-

ment de l'année. Ainsi, un "lot de veaux gras" n'a pas d'existence durant les mois d'été si l'éleveur a fait le choix de ne pas produire ce type de production durant les mois de juin à septembre. Nous rattachons ainsi le concept de "saison" au concept d'"unité biophysique".

Concernant le découpage et l'organisation de l'espace géré par l'entreprise, nous proposons d'introduire le concept d'**Unité de milieu**, véritable unité de gestion de l'espace, qui permet de renvoyer au terme de "milieu" introduit dans notre proposition de représentation du système entreprise agricole. Du point de vue de l'agriculteur mettant en valeur son territoire, l'espace est ainsi découpé en unités fonctionnelles pour son activité que nous appelons "unité de milieu". Le Tableau 3.9 présente les définitions de termes pouvant se rapporter au concept d'"unité de milieu" et identifiés dans la bibliographie du secteur agricole. Parmi ces concepts figurent les concepts de "parcelle", d'"ilot", de "zone", d'"unité de gestion", ou de "bloc de culture" qui définissent un découpage du territoire selon différents critères et dépendant du point de vue adopté (type de sols, localisation géographique, rotation des cultures, etc). Le concept de "parcelle" est ambigu et pourrait à la fois représenter une entité composite (parcelle culturale annuelle), une unité biophysique (parcelle de culture) ou une unité de milieu. Nous avons donc décidé de ne pas employer le terme de "parcelle" pour décrire cet aspect. Le terme d'"unité de milieu" est en outre moins ambigu à utiliser que le terme de parcelle, souvent définie comme "une portion de terrain d'un seul tenant", pour représenter des regroupements d'"unités de milieu" non contiguës. Une "unité biophysique" (ou une "unité de travail") se superpose à une ou plusieurs "unités de milieu". Cette superposition rejoint la superposition proposée par Gras *et al.* de l'"unité d'utilisation" avec l'"unité de gestion" (Gras *et al.*, 1989). Mais les "unités de milieu" ne correspondent pas uniquement au découpage de l'espace cultivable. Ils doivent couvrir tout type d'espace, comme notamment une aire de circulation, une aire de couchage ou une aire d'exercice d'un bâtiment d'élevage que nous retrouvons par exemple comme spécification du concept de "logement pour animaux" dans le cadre conceptuel du projet GIEA.

Pour finir, notons que le concept d'"unité de milieu" renvoie à une localisation géographique. Une "unité de milieu" n'est pas délocalisable : elle fait référence à un lieu ou peut aider à le définir. Nous proposons ainsi de compléter le cadre conceptuel en introduisant le concept de **Lieu**. Ce concept sert en outre à préciser la localisation des "tâches" et des "entités organisation". Nous retrouvons ce concept sous l'appellation de "site" dans les cadres ARIS et MEGA, sous l'appellation de "localisation" dans le cadre ATHENA POP* et dans les travaux de Fountas *et al.* et de Madelrieux (Fountas *et al.*, 2006; Madelrieux, 2004), et sous l'appellation de "lieu d'action" dans les travaux de Benoît (Benoît, 1985).

La Figure 3.18 présente l'articulation des différents concepts proposés dans les paragraphes précédents pour représenter les aspects organisationnels de l'entreprise agricole.

Proposition de concept	Termes et définitions pouvant se rapporter au concept proposé
Unité biophysique	<p>Catégorie de production. "Catégorie correspondant à un stade de développement ou de la vie productive d'un animal (broutard, taurillon, mâle reproducteur, veau, etc)" (GIEA).</p> <p>Groupe de conduite. "Ensemble d'animaux identifiés individuellement ou non, d'effectif variable, constitué pour un objectif de conduite d'élevage" (GIEA).</p> <p>Lot fonctionnel d'animaux. "La caractérisation d'un lot fonctionnel d'animaux repose sur la fonction qu'il a dans l'organisation de la reproduction et du renouvellement. Il se définit par rapport à un cycle de production de lot. Les lots fonctionnels ne correspondent pas forcément aux lots physiques qui peuvent être plus nombreux à certaines périodes de l'année" (Ingrand <i>et al.</i>, 2003).</p> <p>Atelier de production. "Entité fonctionnelle non réductible à une réalité spatiale ou temporelle. Partie d'un process de fabrication d'un produit pour lequel on connaît les ressources nécessaires, les spécificités du produit à fabriquer et les délais de production visés. Conjonction de tâches et de savoirs mobilisés en vue de conduire un processus biotechnique spécifique" (Coléno <i>et al.</i>, 1998; Coléno <i>et al.</i>, 2005; Coléno, 2002).</p> <p>Occupation du sol. "Destination de tout ou partie d'une parcelle pour une fonction donnée. Terme proche de l'usage" (GIEA).</p> <p>Occupation culturale. "Présence d'un matériel végétal (spontané, semé ou implanté) localisé sur tout ou partie d'une parcelle entre deux dates" (GIEA).</p> <p>Lot de culture. "Ensemble de parcelles relevant d'un même itinéraire technique pour une culture donnée. Ensemble des parcelles d'une sole qui, tout au long du cycle cultural, reçoit le même itinéraire technique, dont les mêmes opérations culturales aux mêmes dates et selon les mêmes modalités. Un lot de culture englobe plusieurs lots de parcelles" (Aubry, 2000; Aubry <i>et al.</i>, 1998a).</p> <p>Sole. "Surface consacrée à une culture donnée dans une exploitation ou dans une région. Ensemble des parcelles dévolues à une culture dans une exploitation" (Mazoyer <i>et al.</i>, 2002). Une sole inclut un lot de cultures qui inclut un lot de parcelles.</p> <p>Unité d'utilisation. "L'unité d'utilisation pourrait, d'une façon générale, être dénommée "parcelle" (portion de terrain de même culture), où s'applique un itinéraire technique de manière homogène. Pour réduire l'ambiguïté due à d'autres emplois courant, on pourrait préciser systématiquement "parcelle de telle culture" par exemple "parcelle de maïs". L'unité n'est définie qu'avec la végétation qu'elle porte et la façon dont elle est conduite. Elle peut correspondre à la parcelle mais aussi à la sole. Découpage de l'exploitation en surfaces où s'applique de façon homogène un itinéraire technique. Quand l'espace est limitant, il s'appuie sur un découpage de gestion. Une unité d'utilisation et une unité de gestion sont interdépendantes et se superposent" (Gras <i>et al.</i>, 1989).</p>
Unité de milieu	<p>Parcelle. "Portion de terrain d'un seul tenant, d'une même exploitation, homogène au regard de l'agriculteur (état, destination, usage). Elle peut être cultivée ou non. Elle est liée à l'utilisation réelle de l'agriculteur et ne correspond donc pas à la parcelle cadastrale (cf zone)" (GIEA).</p> <p>Lot. " Portion de terrain d'un seul tenant, d'une même exploitation, stable dans le temps et limitée par des éléments facilement repérables et permanents (chemin, route, cours d'eau, etc)" (GIEA).</p> <p>Zone. "Surface soumise à un régime particulier et/ou possédant des caractéristiques particulières. On peut distinguer la zone naturelle (zones épandables, d'expansion des crues, d'alimentation de captage) de la zone administrative (ZAC, cadastre)" (GIEA).</p> <p>Bloc de culture. "Ensemble de parcelles culturales sur lesquelles est pratiquée une rotation-cadre, cad un ensemble de successions de cultures construites autour des mêmes cultures pivot" (Maxime <i>et al.</i>, 1995).</p> <p>Bloc de culture. "Ensemble de parcelles portant même succession de cultures"(Aubry <i>et al.</i>, 1998a)</p> <p>Unité de gestion. "Les unités de gestion résultent d'un compromis complexe entre des déterminants forts différents : limites de l'exploitation, systèmes de culture, localisation des éléments du territoire, types de sols, etc. L'unité de gestion pourrait être dénommée "pièce". Elle ne spécifie pas la présence d'une culture, mais un "espace cultivable". Les unités de gestion qui sont durables dans l'exploitation, sont identifiées. Elles peuvent porter des noms spécifiques qui font souvent référence à un lieu dit, à un système de culture ou à une particularité. Découpage de l'exploitation servant de support à l'utilisation annuelle. Il résulte d'un compromis entre les besoins des systèmes de culture et diverses contraintes structurelles ; il est stable dans le temps. Elle est établie pour une période de stabilité structurelle de l'exploitation (plusieurs années)" (Gras <i>et al.</i>, 1989).</p> <p>Logement pour animaux. "Utilisation faite d'un compartiment pour loger des animaux (Aire d'exercice, aire de couchage, aire de circulation)" (GIEA).</p>

Tableau 3.9 : Termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur agricole pouvant se rapporter aux concepts d'Unité biophysique et d'Unité de milieu.

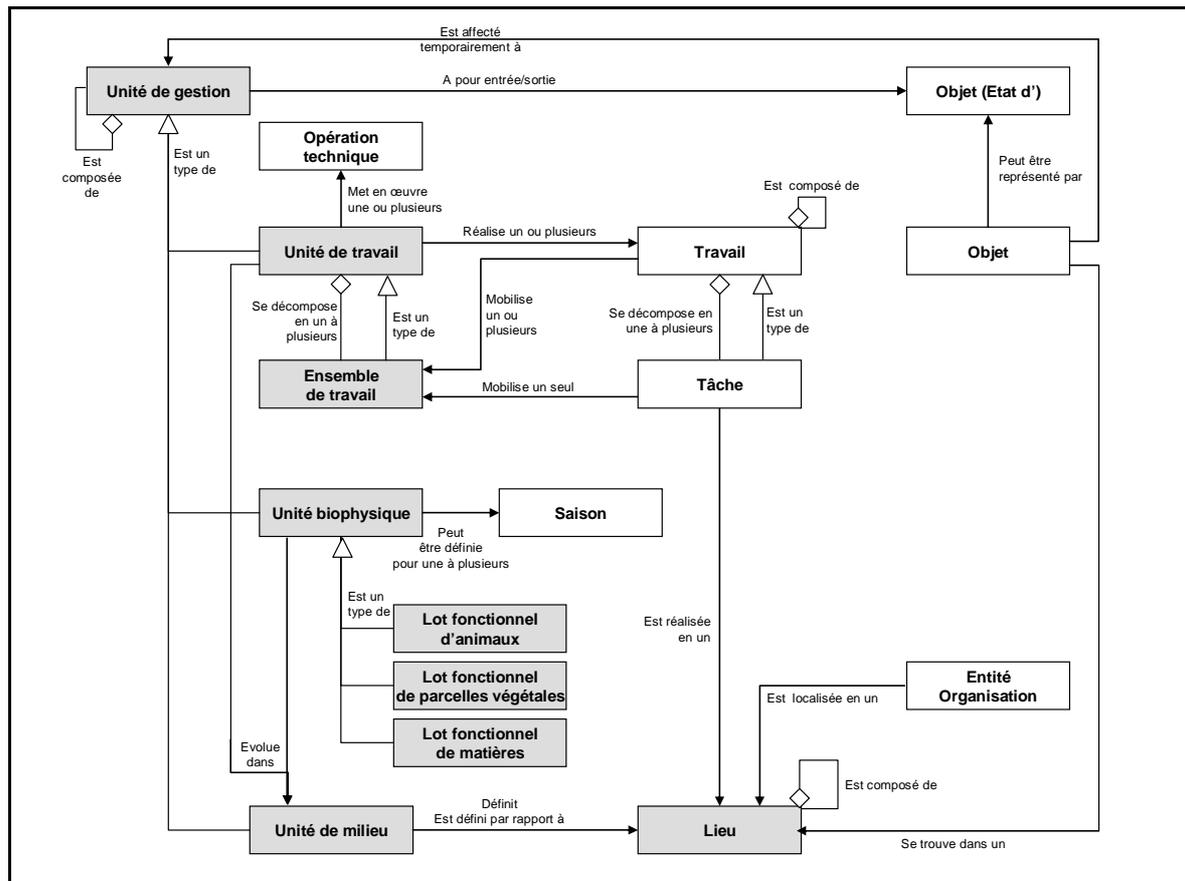


Figure 3.18 : Proposition de cadre conceptuel pour représenter les aspects "organisationnels" de l'entreprise agricole

1.4. Quels concepts pour représenter les aspects "décisionnels" ?

A travers la compréhension des aspects "décisionnels" de l'entreprise, nous cherchons à comprendre comment sont prises les décisions et quelles sont les modalités de pilotage de la performance au sein de l'entreprise agricole (AFNOR, 2005a). A travers cette compréhension, nous cherchons à identifier les informations pertinentes à mobiliser dans le système d'information et les besoins en termes d'outils de gestion.

Dans le secteur industriel, les aspects décisionnels font en général l'objet d'une modélisation partielle. Les cadres méthodologiques GRAI/GIM et AMS proposent cependant une véritable distinction entre les concepts de décision et d'exécution (cf **Annexes I.2 et I.7**) (Doumeingts *et al.*, 2002; Mèlèse, 1984). Le cadre méthodologique GRAI/GIM propose une vue de modélisation dédiée aux aspects décisionnels. Il définit l'activité d'exécution comme "une activité déterministe, qui donne la même valeur au résultat pour les mêmes valeurs des entités convergentes" et l'activité de décision comme "une activité pouvant donner plusieurs valeurs au résultat pour les mêmes valeurs des entités convergentes". Le cadre méthodologique AMS ne définit pas des activités de décision mais des modules de pilotage.

Activités de décision ou Modules de pilotage présentent sensiblement les mêmes composantes de pilotage ("objectif", "variable de décision" ou "de réglage", "indicateur de performance" ou "variable essentielle", etc.). Dans les autres cadres identifiés, les aspects décisionnels sont abordés de manière indirecte, notamment au travers des concepts de "flux de contrôle", d'"événements", de "processus semi-structuré", de "rôle organisationnel" ou des relations entre concepts du type "décide de", "est responsable de", "participe à". "Décider, c'est identifier et résoudre les problèmes que rencontre toute organisation" (Simon, 1974), c'est une caractéristique première de la gestion, c'est définir "quoi faire" ou "comment faire" (Vallespir, 2006). "La décision, c'est le moment où cesse l'hésitation : on renonce à la recherche d'information ou à l'inventaire des solutions qui pourraient être adoptées pour faire un choix qui deviendra le principe d'orientation (du projet ou du programme) pour une période de temps fixée" (Pourcel *et al.*, 2002). La décision présuppose la présence d'un acteur humain. Pour pouvoir décider, il faut notamment connaître les performances attendues de cette décision (objectifs), les éléments sur lesquels on peut jouer (variables de décision), les limites du potentiel des variables de décisions (contraintes), les résultats des décisions passées (indicateur de performance) et avoir une aide au choix parmi les actions possibles (critères ou règles de décisions) (Vallespir, 2006). A ces concepts s'ajoutent celui de "déclencheur" (qui initie notamment la prise de décision) et celui d'"information" (qui correspond à toute donnée ou entité informationnelle utile à la prise de décision).

Nous proposons de retenir pour le cadre conceptuel CEMAgriM les concepts de **Décision**, d'**Objectif**, de **Variable de décision**, de **Règle de décision**, d'**Information**, d'**Indicateur de performance** et de **Déclencheur** pour décrire les composantes décisionnelles de l'entreprise agricole. Le Tableau 3.10 présente les termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur industriel pouvant se rapporter à ces concepts. Dans le secteur agricole, où nous notons de nombreux travaux portant sur la décision (Attonaty *et al.*, 1992; Aubry, 2000; Cerf *et al.*, 1997; Chatelin *et al.*, 1993; Cros *et al.*, 2003; Fountas *et al.*, 2006; Hémidy *et al.*, 1993; Martin-Clouaire *et al.*, 2003b; Papy, 2000; Sebillotte *et al.*, 1990; Sebillotte *et al.*, 1988), nous retrouvons l'ensemble de ces concepts se rattachant au concept de "décision". Parmi ces travaux, nous relèverons notamment la représentation des "cadres de décisions stratégiques" appelée "pilotage stratégique" proposée par Hémidy *et al.* (Hémidy *et al.*, 1993) ; la représentation des "cadres de décisions tactiques" appelée "modèle d'action" proposée par Sebillotte *et al.* et présentée en **Annexe I.10** (Sebillotte *et al.*, 1990; Sebillotte *et al.*, 1988) ; et la représentation des décisions stratégique, tactique et opérationnelle et des flux d'information pour l'agriculture de précision proposée par Fountas *et al.* et présentée en **Annexe I.10** (Fountas *et al.*, 2006).

Compte tenu de l'importance des décisions événementielles dans le pilotage de la production agricole – liée aux aléas climatiques et biologiques, aux effets des pratiques différés dans le temps – nous identifions dans la bibliographie et proposons de retenir la distinction entre un "déclencheur" de type **Événement** (fait instantané lié à un changement d'état d'un objet) et un déclencheur" de type **Moment-clé** (moment de l'année défini lors de la planification, temporisateur). Notons que ces "déclencheurs" peuvent être à

Proposition de concepts	Termes proches	Exemples de définitions
Décision	<p>Activité de décision Activité de gestion Décision de conduite, d'ingénierie Module de pilotage Point de décision Prise de décision</p>	<p>Activité de décision (ATHENA POP*). "Spécialisation de processus ayant pour but de réaliser des choix. Le résultat d'une activité de décision est une décision qui agit comme un contrôle sur d'autres processus ou activités".</p> <p>Activité de décision (GIM). "Activité de choix entre plusieurs possibilités. Activité pouvant donner plusieurs valeurs au résultat pour les mêmes valeurs des entités convergente".</p> <p>Décision (MECI). "Moment fort où cesse l'hésitation. On renonce à la recherche de solutions au problème posé et on choisit, parmi l'ensemble des solutions, celle qui paraît comme la plus opportune".</p> <p>Module de pilotage (AMS). "Module qui a pour mission de contrôler et de réguler les transformations opérées par les modules de transformation. Les modules de pilotage sont des modules parlants qui communiquent des informations et des directives à d'autres modules. Ils effectuent eux-mêmes des transformations entre des variables de contrôles entrantes et sortantes."</p> <p>Point de décision (EEML). "Décision manuelle dans le cadre d'un processus intégrant les différents flux convergents".</p>
Objectif	<p>But But métier But organisationnel Mission Objectif d'amélioration Vision</p>	<p>But (E&P UML). "Objectif de l'entreprise, sortie d'un processus. Les buts peuvent se décomposer en sous-buts".</p> <p>Objectif (AMS). "Valeur visée des variables essentielles. Les objectifs précisent les buts par des critères d'évaluation assortis d'un niveau à atteindre".</p> <p>Objectif (GIM). "Elément qui permet d'orienter la prise de décision. Niveau de performance à atteindre par le système physique contrôlé par le centre de décision".</p> <p>Objectif (Lorino). "Un objectif permet de traduire la stratégie d'une entreprise. Un indicateur doit correspondre à un objectif".</p> <p>Objectif (MECI). "Finalité d'un composant d'organisation. Eléments permettant d'orienter la réalisation des tâches d'un composant d'organisation".</p> <p>Objectif d'amélioration (Mougin). "Objectif d'amélioration régulier des processus dans un contexte de changement et d'amélioration permanente. Les objectifs d'amélioration s'appliquent directement sur les indicateurs".</p> <p>Objectif (Enterprise Ontology). "Type d'intention. Un objectif est une intention qui peut se mesurer. Un objectif, un but, une mission, une vision sont dans cet ordre de moins en moins mesurables et court-terme".</p>
Variable de décision	Variable de réglage	<p>Variable de décision (GIM). "Elément sur lequel le décideur peut agir pour atteindre les objectifs. Actions possibles qui, par voie de conséquence, participe à l'atteinte des objectifs".</p> <p>Variable de réglage (AMS). "Possibilité d'action sur le module de transformation à la discrétion du pilote dans limite des latitudes décisionnelles".</p>
Contrainte	<p>Contrôle Exigence Flux de contraintes Flux de contrôle Flux de décisions Ordre</p>	<p>Contrainte (GIM). "Limite d'utilisation possible des variables de décision".</p> <p>Contrainte (MECI). "Caractéristique fixée par l'environnement et considérée comme non relaxable par le système opératoire considéré".</p> <p>Contrôle (IDEF). "Informations qui gouvernent, orientent, contraignent l'exécution de l'activité mais qui ne sont pas modifiées par elle".</p> <p>Exigence (MEGA). "Contraintes qui pèsent sur un processus ou un projet".</p> <p>Flux de contraintes (UEML). "Flux de contrôle représentant un ensemble de contraintes pour une activité".</p> <p>Ordre (ISO 19440). "Instruction d'une autorité à une autre pour gérer la performance d'une opération".</p>
Règle de décision	<p>Règle Critère</p>	<p>Critère (GIM). "Elément permettant de choisir parmi les actions possibles et les variables de décision"</p> <p>Règle (E&P UML). "Etats qui définissent ou contraignent certains aspects des processus et représente la connaissance métier. Les règles définissent comment le processus doit être exécuté".</p> <p>Règle (GIM). "Règle de comportement d'une activité".</p>

<p>Information</p>	<p>Entité informationnelle Flux d'information Flux informatif Flux opératif</p>	<p>Flux d'information (NF-X50-310). "Flux servant à assurer la régulation du système et à mesurer sa performance".</p> <p>Flux informatif (AMS). "Information utile à un module. Entrée/sortie des modules de pilotage et de transformation. En entrée d'un module de pilotage, les flux informatifs internes véhiculent des infos sur le fonctionnement de l'activité qui transportent des éléments de contrôle interne au module de transformation et les valeurs des variables essentielles. Les flux informatifs externes véhiculent des infos utiles mais non nécessaires".</p> <p>Flux opératif (AMS). "Information nécessaire à la réalisation d'un module. Entrée/sortie des modules de pilotage et de transformation".</p> <p>Information (E&P UML). "Représentation d'un concept, d'une chose ou d'une autre information. L'objet d'information supporte de l'information sur des ressources ou des travaux (faits, connaissance) et peut être contenu dans un système d'information".</p> <p>Information (GIM). "Entité de nature informationnelle non spécifiée".</p>
<p>Indicateur de performance</p>	<p>Indicateur Indicateur d'activité Indicateur de résultat Instance d'indicateur Variable essentielle</p>	<p>Indicateur (NF-X50-310). "Information choisie pour rendre compte, avec une certaine périodicité, de l'exécution d'une mission. Un indicateur de performance est une donnée quantifiée qui mesure l'efficacité de tout ou partie d'un processus ou s'un système par rapport à une norme, un plan ou un objectif déterminé et accepté dans le cadre d'une stratégie d'entreprise"</p> <p>Indicateur de performance (MECI). "Elément permettant d'évaluer la performance d'un composant d'organisation".</p> <p>Indicateur de performance (GIM). "Résultat des décisions passées. Historique des performances passées du système physique contrôlé par le centre de décision".</p> <p>Indicateur de performance (Lorino). "Information devant aider un acteur, individuel ou plus généralement collectif, à conduire le cours d'une action vers l'atteinte d'un objectif ou devant lui permettre d'en évaluer le résultat".</p> <p>Indicateur de résultat (Lorino). "Indicateur de performance permettant d'évaluer le résultat final d'une action achevée. Par définition, l'indicateur de résultat arrive trop tard pour infléchir l'action, puisqu'il permet de constater que l'on a atteint ou non les objectifs : c'est un outil pour formaliser et contrôler des objectifs, donc des engagements".</p> <p>Instance d'indicateur (ARIS). "Indicateur ou mesure pour mesurer le degré d'atteinte de l'objectif. L'instance d'indicateur peut contenir une valeur prévue, une valeur réelle et une valeur cible".</p> <p>Variable essentielle (AMS). "Variable qui repère la réalisation de la mission du module de transformation vis-à-vis de l'extérieur".</p>
<p>Déclencheur</p>	<p>Événement</p>	<p>Événement (CIMOSA). "Fait instantané qui signale un changement d'état dans le système et nécessitant une action. On peut distinguer les événements sollicités (requêtes, ordres, commandes) et les événements non sollicités (pannes, ruptures de stocks,..)"</p> <p>Événement (Entreprise Ontology). "Type d'activité de durée instantanée"</p> <p>Événement (ENV 12204). "Fait d'un changement dans l'entreprise (ou dans son environnement) indiquant que quelque chose de significatif s'est produit. Un événement peut porter de l'information; déclencher une activité ou un processus. Un changement peut être instantané (panne) ou continu (refroidissement). Le début et la fin d'un changement peuvent être considérés comme des événements".</p> <p>Événement (ISO 19440). "Initiation d'un changement d'état dans une entreprise ou dans son environnement, utilisé pour initier l'exécution d'un ou plusieurs processus ou activités".</p> <p>Événement (Morley). "Quelque chose qui arrive et qui provoque le déclenchement d'une activité. L'acteur responsable de l'activité doit être informé que l'événement s'est produit, c'est pourquoi l'événement est souvent matérialisé par une information".</p>

Tableau 3.10 : Termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur industriel pouvant correspondre aux concepts de Décision, d'Objectif, de Variable de décision, de Contrainte, de Règle de décision, d'Information, d'Indicateur de performance, et de Déclencheur.

l'origine d'une décision, mais aussi d'une opération et d'une procédure, mais pas d'un processus compte tenu de la définition que nous avons adoptée pour le processus (vision fonctionnelle plus que comportementale). Un événement peut être généré par un changement d'état d'un objet et est donc étroitement lié aux flux échangés dans l'entreprise. Nous identifions également, compte tenu de la petite dimension humaine des entreprises agricoles et de l'importance des réseaux sociaux et coopératifs, la nécessité de bien identifier la "Personne" qui décide et est responsable de la décision (souvent l'exploitant agricole), mais aussi les "Personnes" qui participent à la prise de décision (conseillers, salariés, membres de la famille, etc.) (Fountas *et al.*, 2006). Nous noterons également la forte similitude entre le concept de "cadre de décision" défini pour le cadre GRAI/GIM, et repris dans la norme ISO 19440, comme un "ensemble d'objectifs, de variables et de contraintes" transmis d'un centre de décision à un autre et celui de "modèle d'action" défini par Sebillotte *et al.* comme "un ou plusieurs objectifs généraux, un programme prévisionnel, des états-objectifs intermédiaires et un corps de règles" qui permet de fixer les actions à entreprendre pour atteindre les objectifs retenus dans l'entreprise agricole (Sebillotte *et al.*, 1990). Nous proposons de ne pas introduire de tels concepts considérant qu'ils correspondent au concept de "Document". Un "Document" que nous avons défini dans notre cadre comme le regroupement de différentes informations, peut notamment représenter un "cadre de décision" ou un "modèle d'action" en regroupant des informations de type "objectif", "contrainte", "variable de décision", ou "règle de décision", sans pour autant le spécifier en tant que tel. Précisons d'ailleurs ici que les différents concepts introduits en lien avec le concept de "Décision" peuvent être considérés de manière générique comme des "Informations" et regroupés dans des objets de type "Document". Les "Informations" constituent les entrées/sorties des "Décisions" et des "Tâches", alors que les "Documents" constituent les entrées/sorties des "Opérations" et des "Travaux".

Dans le secteur industriel, les décisions sont regroupées au sein de centres de décision. Dans le cadre GRAI/GIM, ces centres de décisions sont définis à l'intersection entre une fonction et un niveau de décision défini par un couple horizon/période, l'horizon, représentant la portée de la décision, et la période, l'intervalle de temps au bout duquel il est nécessaire de remettre en cause les décisions élaborées sur l'horizon considéré. Ce regroupement, défini initialement pour des systèmes de production manufacturiers très planifiés et mobilisant des cycles de production courts, montre cependant certaines limites pour traiter des cycles de production longs et du pilotage de processus biophysiques dans le secteur agricole en ne permettant pas d'exprimer facilement la saisonnalité des décisions. Nous notons en outre la difficulté d'identifier la fonction (gérer les produits, planifier la production, gérer les ressources, etc) à laquelle peut appartenir une décision. Même si nous retrouvons ce concept dans la littérature du secteur agricole à travers les concepts de "champs de décision" ou de "domaine" (Hémidy *et al.*, 1993; Sebillotte *et al.*, 1990), il est en effet difficile d'attribuer précisément une fonction à une décision. Une même décision peut en effet remplir plusieurs fonctions à la fois comme par exemple, pour une décision de gestion des animaux qui peuvent être vus simultanément comme des ressources (des moyens de production) ou des produits (une production), ou comme

par exemple, pour une décision d'apport d'engrais qui concerne à la fois la gestion de production à court terme (garantir la quantité et la qualité de produits attendus) et la gestion des ressources à moyen terme (éviter l'épuisement des sols pour les cycles de production futurs). Comme dans l'industrie, nous notons par ailleurs la difficulté de définir des horizons décisionnels précis. La durée longue des cycles de production (en général de plus d'un an) et le fait qu'une "ressource" naturelle (animal, végétal, sol) est à la fois gérée comme une ressource et un produit (cad pour une même décision, des horizons sensiblement différents) pose le problème de la définition de l'horizon des décisions. En nous appuyant sur les niveaux de décision définis dans la littérature du secteur agricole (Fountas *et al.*, 2006; Goense, 1994; Sebillotte *et al.*, 1990), nous proposons de retenir 4 horizons décisionnels : stratégique (horizon pluri-annuel et décisions concernant les projets de production), tactique (horizon annuel de la campagne de production et décisions d'affectation des entités "matières" comme le sol, "végétales" et "animales" aux différentes unités biophysiques), opérationnel (horizon mensuel à temps réel et décisions de pilotage des processus biophysiques comme la gestion du calendrier, des animaux et des interventions), et d'exécution (horizon journalier à temps réel et décisions de conduite des travaux et des tâches). Nous notons enfin la nécessité de définir une "Période" de remise en cause des décisions, à l'instar de ce qui est défini dans le secteur industriel, et du concept de "Saison". Les concepts de "Période" et de "Saison" rejoignent les concepts déjà définis avec les aspects fonctionnels pour qualifier les "Opérations". Compte tenu des cycles de production longs à piloter dans le secteur agricole, l'espace temporel annuel se décompose en effet en "Saisons" au cours desquelles les décisions prises peuvent être très différentes (décisions de semis à l'automne et au printemps, décisions de récolte en été et à l'automne, etc.). Ces décisions saisonnières peuvent être remises en cause selon une "Période" définie au sein de la "Saison" considérée. Une décision opérationnelle comme la définition de la date de récolte du blé, pourra ainsi être prise une fois par an durant le mois de juillet, sans pour autant être d'un horizon stratégique.

Les éléments présentés dans le paragraphe précédent montrent la difficulté d'introduire le concept de "centre de décision", défini comme l'intersection entre une fonction et un couple horizon/période, pour la gestion des systèmes de production agricole. Nous n'introduisons donc pas ce concept ici, mais rattachons le concept de "Décision" à ceux d'"Opération" (pour les décisions stratégiques, tactiques et opérationnelles) et de "Travail" (pour les décisions d'exécution). Chaque "Opération" (mais aussi chaque "opération technique") peut en effet contenir une part de décision selon les niveaux de détail que l'on cherche à obtenir. Une opération d'"observation des adventices" peut ainsi ne pas faire appel à une décision inhérente à l'opération, cette dernière pouvant être considérée comme déterministe et rejoindre ainsi l'appellation d'"activité d'exécution" du cadre GRAI/GIM. Une opération d'"apport d'herbicides sur blé" peut par contre faire appel à une ou plusieurs décisions de "choix de l'herbicide, de date du traitement ou de modalités de l'apport" inhérentes à l'opération, cette dernière pouvant alors être considérée comme non déterministe et rejoindre l'appellation d'"activité de décision" du cadre GRAI/GIM. Cette proposition de considérer l'"Opération" comme le siège d'une ou plusieurs décisions est encouragée par le fait que,

compte tenu de la petite dimension humaine des entreprises agricoles, le décideur est proche de l'opération et est bien souvent l'opérateur (Papy, 2000). Nous cherchons avant tout à comprendre comment une décision est prise (et quelles sont les différentes informations mobilisées) plutôt que par qui elle est prise (bien souvent la même personne) afin d'identifier précisément les informations mobilisées et à quelle fréquence. Notons enfin que par cette proposition, une "décision" se retrouve liée, par l'intermédiaire de la procédure contenant l'opération concernée, aux "unités de gestion", ce qui est cohérent par rapport à la définition de ce concept.

Comme nous venons de le voir, le concept de "Décision" est central dans la compréhension des aspects décisionnels de l'entreprise. Cependant, pour comprendre les modalités de pilotage de la performance au sein d'une entreprise, d'autres approches sont complémentaires, comme celles du management de la performance par les processus (AFNOR, 2005b; Debauche *et al.*, 2004; Lorino, 2003; Nakhla, 2006). Ainsi, les concepts d'"objectif", de "contrainte", d'"indicateur de performance" ne sont pas exclusivement rattachés au concept de "Décision". Dans la littérature industrielle, nous identifions notamment un lien existant entre ces concepts et ceux de "Domaine", de "Processus métier", d'"Activité", d'"Objet", de "Composant d'organisation", d'"Unité d'organisation", etc. Nous proposons ainsi d'associer les concepts d'"objectif", de "contrainte", d'"indicateur de performance" dans le cadre conceptuel CEMAgriM aux concepts d'"Objet", d'"Entité", de "Prestation", d'"Engagement", de "Processus", de "Procédure", d'"Opération technique", d'"Opération", de "Travail", de "Tâche", et d'"Unité de gestion". Ces éléments permettront de compléter la description du pilotage de l'entreprise agricole proposée par la représentation des décisions et d'identifier les tableaux de bord pertinents à établir. En nous appuyant sur la littérature du secteur agricole, et la nécessité notamment de suivre en continu l'état des objets animés par des processus biophysiques et des cycles longs de production, nous introduisons le concept d'**Indicateur d'état** pour rendre compte de l'état d'un système, en complément du concept d'"Indicateur de performance" portant davantage sur l'évaluation des performances à l'issue d'une transformation. Comme en témoignent la richesse des définitions présentées dans le Tableau 3.10, nous proposons en outre de voir ces deux types d'indicateurs comme des informations, mises à jour selon une fréquence définie, et pour lesquelles nous disposons d'une valeur cible qui peut être une valeur moyenne de l'indicateur ou un objectif d'amélioration. Un indicateur se voit ainsi défini non seulement par son nom mais aussi par une unité de mesure, une fréquence de mise à jour et une valeur cible. Nous proposons enfin d'introduire le concept d'**Atout**, à mettre en regard du concept de "Contrainte", pour qualifier les qualités intrinsèques et les éléments facilitateurs d'un "Objet", d'une "Entité", d'une "Unité de gestion", voire d'une "Prestation" et d'un "Engagement" au sein d'une entreprise agricole. Ce concept s'inspire du concept d'"Atout" utilisé dans le cadre méthodologique de l'AGEA et défini comme "tout élément de situation qui, en augmentant le champ des décisions possibles, favorise l'atteinte des finalités du système d'exploitation. Les atouts résultent de l'environnement ainsi que de l'histoire de l'exploitation et de la famille ; ils n'ont de sens que mis en relation avec ces finalités" (Bonneviale *et al.*, 1989).

Le Tableau 3.11 récapitule l'ensemble des concepts retenus pour décrire le pilotage des "Objets", des "Entités", des "Prestations", des "Engagements", des "Processus", des "Procédures", des "Opérations techniques", des "Opérations", des "Travaux" (et donc des "Tâches"), et des "Unité de gestion" au sein de l'entreprise agricole. La Figure 3.19 présente l'articulation des différents concepts proposés dans les paragraphes précédents pour représenter les aspects décisionnels de l'entreprise agricole.

Concepts décrivant le pilotage	Objectif	Contrainte	Atout	Déclencheur	Indicateur de performance	Indicateur d'état	Personne responsable
	Objectif	Contrainte	Atout	Déclencheur	Indicateur de performance	Indicateur d'état	Personne responsable
Concepts de base							
Objet / Entité (Personne, Equipement, Animal, Végétal, Matière, Document)	X	X	X		X	X	
Prestation / Engagement	X	X	X		X	X	X
Processus	X	X			X	X	X
Procédure	X	X		X	X	X	X
Opération technique	X	X		X	X		X
Opération	X	X		X	X	X	X
Travail (et Tâche)	X	X		X	X	X	
Unité de gestion (Unité et Ensemble de travail ; Unité biophysique, ; Unité de milieu)	X	X	X		X	X	X

Tableau 3.11 : Concepts retenus pour décrire le pilotage des concepts de base du cadre conceptuel CEMAgriM

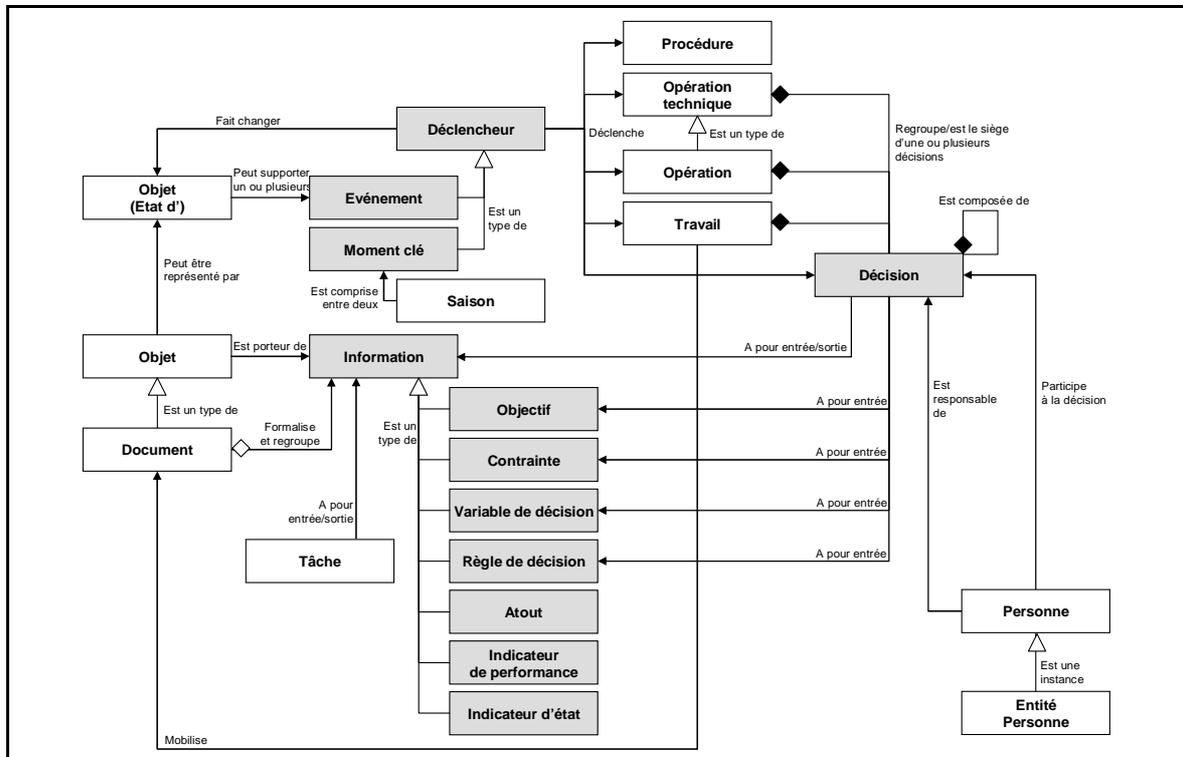


Figure 3.19 : Proposition de cadre conceptuel pour représenter les aspects "décisionnels" de l'entreprise agricole

2. Proposition du cadre conceptuel CEMAgriM

A partir des différentes réflexions présentées précédemment, nous proposons un cadre conceptuel unifié pour le cadre méthodologique CEMAgriM. Pour les besoins de la modélisation, ces concepts serviront de base à l'élaboration du langage de modélisation. Certains concepts, identifiés dans les paragraphes précédents, seront qualifiés de principaux. D'autres, qualifiés de complémentaires, seront avant tout mobilisés comme attributs des concepts principaux. Tous les concepts identifiés précédemment ne sont cependant pas repris dans la proposition de ce cadre conceptuel : c'est le cas des typologies d'"entités" et des "entités composites" que nous avons présentées comme d'un intérêt limité à identifier dans une perspective de modélisation.

Les tableaux suivants présentent l'ensemble des concepts retenus. Sur la base des éléments recensés dans la littérature, nous proposons pour chacun de ces concepts, une définition, un jeu d'attributs, et quelques exemples correspondant au concept concerné. Nous terminerons ce chapitre par la présentation du méta-modèle simplifié du cadre conceptuel CEMAgriM.

2.1. Définition des principaux concepts

Le Tableau 3.12 récapitule les principaux concepts définis pour le cadre conceptuel CEMAgriM, et présente leur description.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Objet	Objet physique ou informationnel de l'entreprise porté par les flux qui circulent au sein de l'entreprise. Un objet est utilisé, mobilisé et produit au sein de l'entreprise. Il est décrit selon ses caractéristiques. Il est porteur d'informations et peut être affecté dans une ou plusieurs unités de gestion. Un objet peut être représenté par différents états d'objets qui constituent les entrées/sorties des processus, procédures, opérations, unités de gestion, prestations et engagements. Un objet peut être de type "Equipement", "Animal", "Végétal", "Matière", "Document", "Personne" ou composite. Il peut être "intérieur" ou "extérieur" au système considéré. Les entités constituent les instances concrètes des objets.	Nom Description Nature (physique/informationnelle) Type d'objet Objectif Atout, Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Extérieur/Intérieur Propriétaire	Bâtiment, Maïs, Document de traçabilité, Outil informatique
Entité	Instance concrète d'un objet qui a une existence dans le temps et dans l'espace. Une entité est identifiée par un identifiant unique et localisable. Il y a autant de type d'entités possibles que de type d'objets, cependant les entités équipement et les entités personne sont préférentiellement identifiées. Une entité équipement est notamment identifiée par une marque, un numéro de série, etc. Une entité personne est identifiée par un nom, un prénom, des coordonnées, etc. Elle est la propriété d'une organisation ou entité organisation.	Idem attributs "Objet" Identifiant unique Objet de référence Type d'entité Lieux Coordonnées géographiques	M. Durand Tracteur MF X N°Y Vache N°YY Plan de production 2009

Equipement	Type d'objet. Objet technique conçu par l'homme, doué ou non d'autonomie. Un objet technique peut être une infrastructure, une machine, une fourniture technique, une application informatique. Il peut être composé durablement de plusieurs équipements (ex : tracteur avec console d'acquisition et pneumatiques larges)	Idem attributs "Objet" Autonome (oui/non) Mobile/Fixe Aptitudes	Tracteur, Installation de traite, Charue, Epandeur, Article, Batterie, Pièce, Bâtiment, Voirie, Réseau de drainage, Outil informatique
Animal	Type d'objet. Etre vivant du règne animal, doué d'autonomie, capable de se déplacer, de se développer, de se reproduire et de produire différents objets de type matière ou animal. Un animal est doué d'un ou plusieurs processus biophysiques	Idem attributs "Objet" Sexe Espèce Race Aptitudes - Génétique	Femelle Prim'Holstein, Mâle ovin charolais, Mâle bovin charolais
Végétal	Type d'objet. Etre vivant du règne végétal, doué d'autonomie, incapable de se déplacer, capable de se développer, de se reproduire et de produire différents objets de type matière ou végétal. Un végétal est doué d'un ou plusieurs processus biophysiques. Il peut être composé d'une ou plusieurs espèces ou variétés botaniques.	Idem attributs "Objet" Sexe Espèce Variété Aptitudes - Génétique	Blé, Maïs, Betterave, Pommier, Vigne, Herbe
Matière	Type d'objet, dénombrable ou non, qui constitue la matière première, les intrants et les extrants des productions animales et végétales. Une Matière est douée d'aucun à plusieurs processus biophysiques. Un animal ou un végétal "mort" est notamment considéré comme de la Matière.	Idem attributs "Objet" Inerte (oui/non) Dénombrable (oui/non) Caractéristiques	Semences, Produit phytosanitaire, Eau, Fertilisant, Amendement, Grains de blé, Paille, Fumier, Animal mort
Document	Type d'objet. Objet informationnel, abstrait ou réel, qui regroupe et supporte des informations.	Idem attributs "Objet" Sous-type (abstrait/réel) Support (informatique, mémoire, papier)	Agenda, Fiche de collecte, Base de données, Plan de production, Contrat, Tableau de bord
Personne	Type d'objet. Etre humain étant force de travail, capable de décisions et doué d'autonomie. Une Personne peut être employée par une Organisation ou une Entité Organisation.	Idem attributs "Objets" Employeur Compétences	Exploitant agricole, Salarié, Conseiller technique
Objet (Etat d')	Etat ou manifestation d'un objet d'entreprise à un instant donné de son cycle de vie. Cet état peut notamment être lié à un état physiologique ou à un état de santé.	Objet Evénements Stade Saison	Vache en chaleur, Vache en gestation, Tracteur affecté, Blé à maturité
Processus biophysique	Cycle biologique d'un objet de type Animal, Végétal, ou Matière.	Nom Description Phases	Vie, Reproduction Développement
Phase	Etape d'un processus biophysique. Une phase est comprise entre deux stades et peut renvoyer à une saison. Une phase peut décrire un état d'objet	Nom Stades initial / final Saison Durée	Sevrage, Montaison, Maturité
Organisation	Unité organisationnelle représentée selon ses caractéristiques et son domaine d'activités économiques, administratives, financières ou associatives. Une organisation fait partie de l'environnement transactionnel de l'entreprise considérée. Elle est susceptible de jouer le rôle de client (demandeur de prestations), de fournisseur (fournisseur de prestations) ou de partie prenante (liée par des engagements) vis-à-vis de l'entreprise considérée.	Nom Domaine d'activité Rôles (Client, Partie Prenante, Fournisseur)	Coopérative céréalière, CUMA, Exploitant agricole, Service de l'Etat
Entité Organisation	Instance concrète d'une Organisation représentant tout ou partie d'un organisme privé ou public. Une Entité Organisation est identifiée par un identifiant unique. Elle peut jouer le rôle de client, de fournisseur ou de partie prenante vis à vis de l'entreprise considérée.	Identifiant unique Nom Organisation de référence Domaine d'activité Lieu	Coopérative Richements, CUMA du Fond-Lieu, Direction Départementale des Territoires du Puy de Dôme

Prestation	Production de l'entreprise, destinée à être valorisée par les clients, qui constitue la finalité de l'entreprise et résulte de sa chaîne de valeur. Elle est fournie par la mise en œuvre d'une combinaison de processus, de procédures et d'opérations. Elle est le fruit d'échange de flux d'objets entre l'entreprise et les organisations concernées, jouant le rôle de clients. Une prestation lie l'entreprise agricole avec un client sur un horizon tactique ou opérationnel dans une relation commande/livraison de produits ou de services.	Nom Objets échangés Objectif Atout, Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable	Fourniture de lait de vache, Fourniture d'ovins reproducteurs, Fourniture de produits végétaux, Prêt de ressources matérielles, Prestation d'entretien de l'espace
Engagement	Contrat, formalisé ou non, défini entre l'entreprise et certaines organisations jouant le rôle de parties prenantes. Un engagement lie l'entreprise agricole avec une partie prenante sur un horizon stratégique et spécifie un jeu de contraintes à intégrer dans la conception et le pilotage du système de production de l'entreprise agricole. Elle est le lieu d'échange de flux d'objets entre l'entreprise et les organisations concernées, jouant le rôle de parties prenantes.	Nom Objets échangés Objectif, Atout, Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable	Engagement quantité production, Engagement qualité biologique
Processus	Ensemble d'opérations corrélées ou interactives qui permettent de satisfaire une ou plusieurs fonctions/finalités de l'entreprise. Un processus transforme des objets entrants en objets sortants. La description en termes de processus regroupe et agence les opérations selon une logique de résultat (outputs, résultats observables ou quantifiables), donc selon une logique extravertie de clients internes et externes. Un processus peut être de différent type (pilotage, réalisation, support). Il est structurant et pertinent pour piloter l'amélioration continue des performances internes de l'entreprise. Un processus est mis en œuvre par des procédures qui spécifient l'ordre dans lesquels les opérations doivent être réalisées.	Nom Type (pilotage, réalisation, support) Fonction Objectif Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable	Processus de production animale, Processus de production végétale, Processus de pilotage stratégique, Processus de conception de la production animale, Processus achat, Processus commercial
Procédure	Ensemble logiquement ordonné d'opérations dont la mission est de mettre en œuvre un Processus. Elle est initiée par un déclencheur et dispose d'entrées/sorties qui constituent les états d'objet. Le résultat d'une Procédure est sous la responsabilité d'une Personne ou Entité Personne. Une procédure peut faire référence à une Saison et être mise en œuvre sur plusieurs mois. Elle peut être spécifiée pour une ou plusieurs Unité de Gestion. Un projet ou un itinéraire technique peuvent être vus comme des procédures. Prestation ou Engagement peuvent nécessiter l'établissement d'une ou plusieurs Procédures en interne.	Nom Description Prestations Engagements Unité de gestion Objectif Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Saison	Procédure de suivi du Maïs précoce Itinéraire technique du Blé Procédure de livraison à la coopérative Procédure de commandes fournitures
Opération technique	Représentation d'une partie des fonctionnalités de l'entreprise. Une opération technique décrit le changement désiré des caractéristiques d'un ou plusieurs objets de l'entreprise. Abstraction d'une opération, utilisée dans une procédure, qui peut ne pas spécifier des objets participants à l'opération. Une opération technique peut faire référence à une plusieurs fonctions de l'entreprise. Elle fait appel à un savoir faire spécifique et est mise en œuvre par des unités de travail. Elle peut regrouper des décisions d'un seul horizon décisionnel (stratégique, tactique, opérationnel)	Nom Fonctions Objectif Contrainte Indicateur de perf. Responsable Décision Horizon décisionnel	Labour, Semis, Identification, Observation, Distribution aliment, Insémination, Moisson

<p>Opération</p>	<p>Elément constitutif d'une procédure. Une opération est la spécification d'une opération technique pour une procédure donnée et pour un couple Saison/Période donné. Elle est donc unique et s'inscrit à l'intersection entre l'Opération technique et la Procédure. Elle a pour mission de traiter les objets de l'entreprise et fait appel ainsi à un ensemble spécifique d'aptitudes. Elle est mise en œuvre par des travaux ou des tâches. L'opération est le siège de décisions d'un même horizon décisionnel (stratégique, tactique, opérationnel).</p>	<p>Nom Identifiant unique Opération technique Objectif Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Période Saison Nombre occurrences Horizon décisionnel</p>	<p>Observer les adventices du maïs, Apporter de la paille Implanter la culture de blé, Apporter un herbicide sur blé</p>
<p>Travail</p>	<p>Un travail est formulé durant la phase d'ordonancement et est un élément de description du système physique. Il peut être composé de travaux élémentaires et regroupe plusieurs tâches selon une logique temporelle et spatiale. Il est réalisé par un ou plusieurs Ensembles de travail. Un Travail peut correspondre à plusieurs catégories de Travail qui renvoient à leur configuration dans le temps (rythme, durée, différenciation, concentrabilité). Il est déclenché par un moment clé ou par un événement correspondant à un "ordre de fabrication lancé". Il met en œuvre une ou plusieurs opérations. Il peut regrouper un certain nombre de décisions d'exécution et mobilise des documents pour son exécution.</p>	<p>Nom Description Catégorie Opérations Objectif Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Déclencheur</p>	<p>Gestion du DAC, Transport eau, Traite des Vaches laitières, Paillage des logettes, Chantier d'épandage de compost, Chantier d'ensilage d'herbe</p>
<p>Tâche</p>	<p>Acte élémentaire de production, réalisé par un seul Ensemble de travail pendant un intervalle de temps. Une tâche est réalisée en un Lieu et peut être de 4 types (transport, transformation, vérification, stockage/attente). Elle résulte d'une transformation d'énergie et modifie ainsi les caractéristiques d'un ou plusieurs objets, leur variable temporelle, et éventuellement leur variable spatiale. Les tâches sont regroupées de manière séquentielle au sein d'un "Travail". Elle peut faire référence à une ou plusieurs opérations. Elle mobilise et fournit des informations.</p>	<p>Idem attributs "Travail" Type (transport, transformation, vérification, attente) Lieu</p>	<p>Préparation du chargeur, Attelage de l'épandeur, Remplissage du réservoir, Nettoyage du distributeur d'engrais</p>
<p>Décision</p>	<p>Acte de prise de décision ayant pour but de réaliser des choix, d'identifier et de résoudre des problèmes. Une décision peut être multiple et prise à partir d'un élément "Déclencheur" selon les objectifs fixés, les variables de décision et les contraintes définies, et les résultats des décisions passées (indicateurs de performance). Elle est prise par une "Personne", assistée de "Personnes" participant à la décision, en se basant sur des règles de décision. Une Décision d'ordre stratégique, tactique ou opérationnelle est prise dans le cadre d'une Opération (ou Opération technique), une Décision d'exécution dans le cadre d'un Travail. Son résultat est composé d'informations. Une décision se définit par une question.</p>	<p>Nom (question) Sous-décisions Objectif Contrainte Variable de décision Règle de décision Information Responsable Participant décision</p>	<p>Quelle ration distribuer et dans quelle quantité? Comment régler le semoir de précision? Quel herbicide apporter ? Quand épandre?</p>
<p>Déclencheur</p>	<p>Quelque chose qui arrive et qui provoque le déclenchement d'une procédure, d'une opération, d'une opération technique, d'un travail, d'une tâche ou d'une décision. Un déclencheur peut être un événement (fait instantané lié à un changement d'état d'un objet et donc étroitement lié aux flux échangés dans l'entreprise) ou un moment clé (déclencheur temporel pouvant être défini lors de la planification).</p>	<p>Type : Evénement, Moment clé</p>	<p>Sol ressuyé, Période de l'année, Etat de la culture, Produit livré</p>

<p>Unité de gestion</p>	<p>Unité opérationnelle que l'entreprise a décidé de gérer. Une unité de gestion constitue un regroupement fonctionnel d'objets et résulte d'une décision d'organisation. Elle est établie pour une période de stabilité structurelle de l'entreprise agricole (plusieurs années). Des objets/entités y sont affectés régulièrement (campagne, mois, jour, etc) en fonction des objectifs de production. Ces unités de gestion sont le lieu de transformation d'objets dans le cadre d'objectifs et de contraintes fixés par son environnement. Les états de ces objets constituent les entrées/sorties de ces unités. Ce concept renvoie davantage à la notion de domaine de responsabilités. Une unité de gestion peut se décomposer en plusieurs unités de gestion en fonction des besoins de gestion et d'évaluation des performances.</p>	<p>Nom Description Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Aptitudes, Capacités</p>	<p>Atelier Bovin lait, Service administratif, Ensemble de semis, Sole de cultures Bio Litière de bovins en accumulation Vaches laitières en production Agneaux à l'engraissement Zones bâties, Parcelles en rotation Maïs/Blé Parcelle "La Mine"</p>
<p>Unité de travail</p>	<p>Type d'unité de gestion. Une unité de travail est un ensemble fonctionnel, non réductible à une réalité spatiale ou temporelle, qui décrit la structure du système physique de l'entreprise agricole. Une unité de travail est un ensemble fonctionnel, constitué avant tout de personnes et d'équipements aux qualifications spécifiques, pour réaliser une ou plusieurs opérations techniques. Une unité de travail regroupe un ou plusieurs ensembles de travail agrégés pour des besoins de gestion et d'évaluation des performances. Une unité de travail met en œuvre les opérations techniques dans une ou plusieurs unités de milieu.</p>	<p>Nom Description Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Aptitudes, Capacités</p>	<p>Atelier Bovin lait, Service administratif, Unité de travail Curage Bovins, Unité de travail du sol</p>
<p>Ensemble de travail</p>	<p>Type d'unité de travail. Un ensemble de travail est le plus petit ensemble fonctionnel où sont affectés des objets reliés ou non entre eux pour réaliser une ou plusieurs tâches. Les ensembles de travail se regroupent au sein d'unité de travail.</p>	<p>Nom Description Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Aptitudes, Capacités</p>	<p>Ensemble de distribution de foin, Ensemble de chargement, Ensemble de semis, Ensemble de distribution automatique d'aliments</p>
<p>Unité biophysique</p>	<p>Type d'unité de gestion. Une unité biophysique est un ensemble fonctionnel, non réductible à une réalité spatiale ou temporelle, qui décrit la structure du système biophysique de l'entreprise agricole. Une unité biophysique est un ensemble fonctionnel, constitué avant tout d'animaux, de végétaux et de matières dans des états particuliers et aux propriétés spécifiques, pour réaliser une ou plusieurs transformations biophysiques en lien avec les processus biophysiques inhérents aux objets/entités considérés. Une unité biophysique peut avoir une existence limitée à une ou plusieurs saisons de l'année et est à ce titre positionnée par rapport à un calendrier annuel. La durée du cycle de production définit le temps de passage moyen des objets doués de processus biophysiques dans l'unité biophysique. Par ailleurs, une unité biophysique se superpose et échange des flux d'objets avec une ou plusieurs unités de milieu.</p>	<p>Nom Description Type Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Aptitudes, Capacités Durée du cycle de production Saison</p>	<p>Troupeau bovin laitier, Vaches laitières en production Sole de cultures Bio Parcelles de Maïs en pré-levée, Litière de bovins en accumulation,</p>
<p>Lot fonctionnel d'animaux</p>	<p>Un lot fonctionnel d'animaux est une unité biophysique pour laquelle ne sont affectés que des objets/entités de type Animal.</p>	<p>Idem attributs "Unité biophysique"</p>	<p>Troupeau bovin allaitant, Agneaux à l'engraissement, Vaches laitières en production, Vaches laitières tarées</p>

Lot fonctionnel de parcelles végétales	Un lot fonctionnel de parcelles végétales est une unité biophysique pour laquelle ne sont affectés que des objets/entités de type Végétal et Matière. Il est défini en fonction d'un objectif de production végétale sans référence à une localisation géographique. Il se définit avec la végétation qu'il porte, son état et la manière avec laquelle il est conduit. Le cycle de production considéré peut être celui d'une campagne mais aussi celui d'une phase de développement végétal.	Idem attributs "Unité biophysique"	Sole de cultures Bio, Sole de maïs, Parcelles de Maïs en pré-levée, Parcelles de maïs en développement végétatif, Sole d'herbe en prairie permanente
Lot fonctionnel de matières	Un lot fonctionnel de matières est une unité biophysique pour laquelle ne sont affectés que des objets/entités de type Matière. Un ensemble fonctionnel correspondant à un sol nu peut-être vu, selon les besoins de gestion, comme un lot fonctionnel de parcelles végétales ou comme un lot fonctionnel de matières.	Idem attributs "Unité biophysique"	Stock de matières organiques Litière de bovins en accumulation
Unité de milieu	Type d'unité de gestion. Une unité de milieu correspond à un découpage du milieu géré par l'entreprise agricole et renvoie à une réalité spatiale. L'espace dans lequel évoluent les activités de l'entreprise est ainsi découpé en unités fonctionnelles appelées unités de milieu. Ce découpage du territoire est effectué selon différents critères en fonction du point de vue adopté (type de sols, zonage géographique, type de rotation des cultures, types de gestion des activités de production animale ou végétale). Une unité de milieu porte sur tous les types d'espaces et ne se limite pas uniquement à l'espace cultivable (zone boisée, étang, compartiment d'un bâtiment, etc). Une unité de milieu renvoie à un lieu (ou permet de le définir) et n'est pas délocalisable. Elle porte ainsi un nom spécifique qui peut faire référence à un lieu-dit, à un système de culture ou à une particularité. Les unités de travail et les unités biophysiques se superposent aux unités de milieu. Cette dualité est importante car l'unité de milieu ne spécifie pas la présence par exemple d'un matériel végétal mais d'un espace végétalisé.	Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Surface Lieux Coordonnées géographiques	Zones agricoles, Zones bâties, Parcelles agricoles non Bio, Parcelles arables non irrigables Parcelles en rotation Maïs/Blé Parcelle "La Mine" Parcelle "1 PIQ" Stabulation Vache laitière, Box 1
Lieu	Localisation géographique, lieu où se trouve un objet/entité, une unité de milieu ou le siège d'une entité organisation. Un lieu rend également compte de l'endroit où se déroulent les tâches.	Nom Coordonnées géographiques	Site du Chariol Montoldre Le pré qui chante
Information	Donnée élémentaire regroupée au sein d'un Document ou portée par des Objets. Une information constitue les entrées/sorties des décisions et des tâches. Elle définit également le pilotage des Objets, des Entités, des Prestations, des Engagements, des Processus, des Procédures, des Opérations techniques, des Opérations, des Travaux, des Tâches, des Unités de gestion de l'entreprise. Elle peut notamment être de type : objectif, contrainte, atout, variable de décision, règle de décision, indicateur de performance, indicateur d'état. Si une information correspond à un indicateur de performance ou d'état, sa description regroupe une unité de mesure, une fréquence de mise à jour et une valeur cible).	Nom Description Type (objectif, contrainte, atout, variable de décision, règle de décision, indicateur de perf., indicateur d'état, divers)	%age d'ensilage dans ration, Etat des stocks, Quantité d'aliments distribués Choix de réglage d'outil, Densité de semis, Quantité de carburant, "Si x=0, alors Y=2"

Tableau 3.12 : Principaux concepts du cadre méthodologique CEMAgriM

2.2. Définition des concepts complémentaires

Le Tableau 3.13 suivant décrit les concepts complémentaires, identifiés dans les paragraphes précédents et repris principalement comme attributs des concepts principaux du cadre méthodologique CEMAgriM.

Autres Concepts	Définition	Exemples
Fonction	Mission ou finalité essentielle d'un processus dans l'entreprise, regroupement de savoir-faire et de compétences d'intérêt pour l'entreprise. Une fonction peut être technique, commerciale, financière, comptable, économique, d'organisation, etc. Elle peut regrouper des opérations techniques selon les types de décisions prises. Une fonction peut correspondre à un type de pratiques agricoles.	Analyser les demandes, Assurer la production végétale, Gérer le pâturage, Assurer la pérennité du milieu
Saison	Décomposition de l'espace temporel annuel en périodes de l'année. Une Saison peut être très courte (quelques jours) ou très longue (quelques mois). Elle est comprise entre deux moments-clés.	Juin, Avril-Mai Été, 1 ^{er} semestre 15 au 30 mai
Période	Intervalle de temps au bout duquel il est nécessaire de remettre en cause une opération (ou une décision) sur la saison considérée. Une période peut aller de quelques heures à plusieurs mois". Elle peut également être de type "événementielle" s'il est difficile de définir une période régulière et si la prise de décision est avant tout événementielle.	6 heures, 1 jour, 1 semaine, 3 mois, "Evt= événementiel"
Horizon décisionnel	Niveau de décision permettant de regrouper les différentes opérations ou tâches à réaliser. Quatre horizons décisionnels sont définis : stratégique (horizon pluriannuel et opérations/décisions concernant les projets de production), tactique (horizon annuel de la campagne de production et opérations/décisions d'affectation des entités "matières" comme le sol, "végétales" et "animales" aux différentes unités biophysiques), opérationnel (horizon mensuel à temps réel et opérations/décisions de pilotage des processus biophysiques comme la gestion du calendrier, des animaux et des interventions), et d'exécution (horizon journalier à temps réel et décisions de conduite des travaux et des tâches)	Stratégique (H.S.) Tactique (H.T.) Opérationnel (H.O.) Exécution (H.E.)
Événement	Type de déclencheur. Fait instantané lié à un changement d'état d'un objet et donc étroitement lié aux flux échangés dans l'entreprise. On peut distinguer les événements sollicités (requêtes, ordres, commandes) et les événements non sollicités (pannes, ruptures de stocks,...).	Sol ressuyé, Etat de la culture, Produit livré
Moment clé	Type de déclencheur. Déclencheur temporel pouvant être défini lors de la planification. Deux moments-clés successifs encadrent une Saison.	Période de l'année, Midi, 15 mars
Stade	Etat précis par lequel passe un objet durant un cycle biologique. Un stade peut décrire un état d'objet. Deux stades successifs encadrent une Phase d'un Processus biophysique.	Sevrage, Ovulation, Mort, Tarnissement, Stade 3 feuilles, Stade Grain formé
Objectif	Type d'information. But qu'une entreprise cherche à atteindre, traduction de la stratégie d'une entreprise. Un objectif s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue des performances. Il permet d'orienter la prise de décision et représente le niveau de performance à atteindre. L'atteinte des objectifs est évaluée au travers des indicateurs de performances.	Assurer production 90q/ha, Ne pas dégrader les sols, Limiter traitements
Contrainte	Type d'information qui oriente et contraint l'exécution de l'activité d'une entreprise. Une contrainte limite le champ des décisions possibles et le potentiel des variables de décisions. Elle est considérée comme non relaxable et freine l'atteinte des finalités de l'entreprise.	Pas traitement véto pour les agneaux, Temps disponible, Présence adventices
Atout	Type d'information qui augmente le champ des décisions possibles et favorise l'atteinte des finalités du système d'exploitation. Un atout résulte des propriétés des objets manipulés et de l'histoire de l'entreprise.	Tracteur neuf, Sols séchant, Points d'eau accessibles
Variable de décision	Type d'information. Élément sur lequel le décideur peut agir pour atteindre les objectifs dans la limite des latitudes décisionnelles (contraintes).	Période d'intervention, Produit apporté

Règle de décision	Type d'information. Elément permettant de choisir parmi les actions envisagées et possibles et les variables de décision	Respecter préconisations véto, Traiter si risque adventices
Indicateur de performance	Type d'information choisie pour rendre compte, avec une certaine périodicité, des performances d'un objet, d'une entité, d'une prestation, d'un engagement, d'un processus, d'une procédure, d'une opération technique, d'une opération, d'un travail, d'une tâche, ou d'une unité de gestion. Un indicateur de performance permet de mesurer le degré d'atteinte d'un objectif. Un indicateur de performance est une donnée quantifiée, mise à jour selon une fréquence définie, et pour laquelle nous disposons d'une valeur cible qui peut être une valeur moyenne de l'indicateur ou présentant un objectif d'amélioration. Les indicateurs sont regroupés en Document de type "tableau de bord", qui en assure une présentation lisible et interprétable, avec une périodicité régulière adaptée aux besoins du pilotage.	Quantité de fuel consommée /ha Nombre de jours travaillés/agent Temps total consacré à la traite /an
Indicateur d'état	Type d'information choisie pour rendre compte, avec une certaine périodicité, de l'état d'un objet, d'une entité, d'une prestation, d'un engagement, d'un processus, d'une procédure, d'une opération, d'un travail, d'une tâche, ou d'une unité de gestion. Un indicateur d'état est une donnée qualitative ou quantitative, mise à jour selon une fréquence définie, et pour laquelle nous disposons d'une valeur cible.	Nbre de jours depuis dernier traitement Présence parasite Charges en intrants déjà dépensées / prévisions

Tableau 3.13 : Concepts complémentaires pour le cadre méthodologique CEMAgriM

2.3. Proposition de méta-modèle conceptuel

Nous proposons dans la Figure 3.20 une représentation du méta-modèle conceptuel simplifié pour le cadre méthodologique CEMAgriM. Cette figure présente l'articulation des concepts de base selon le langage UML.

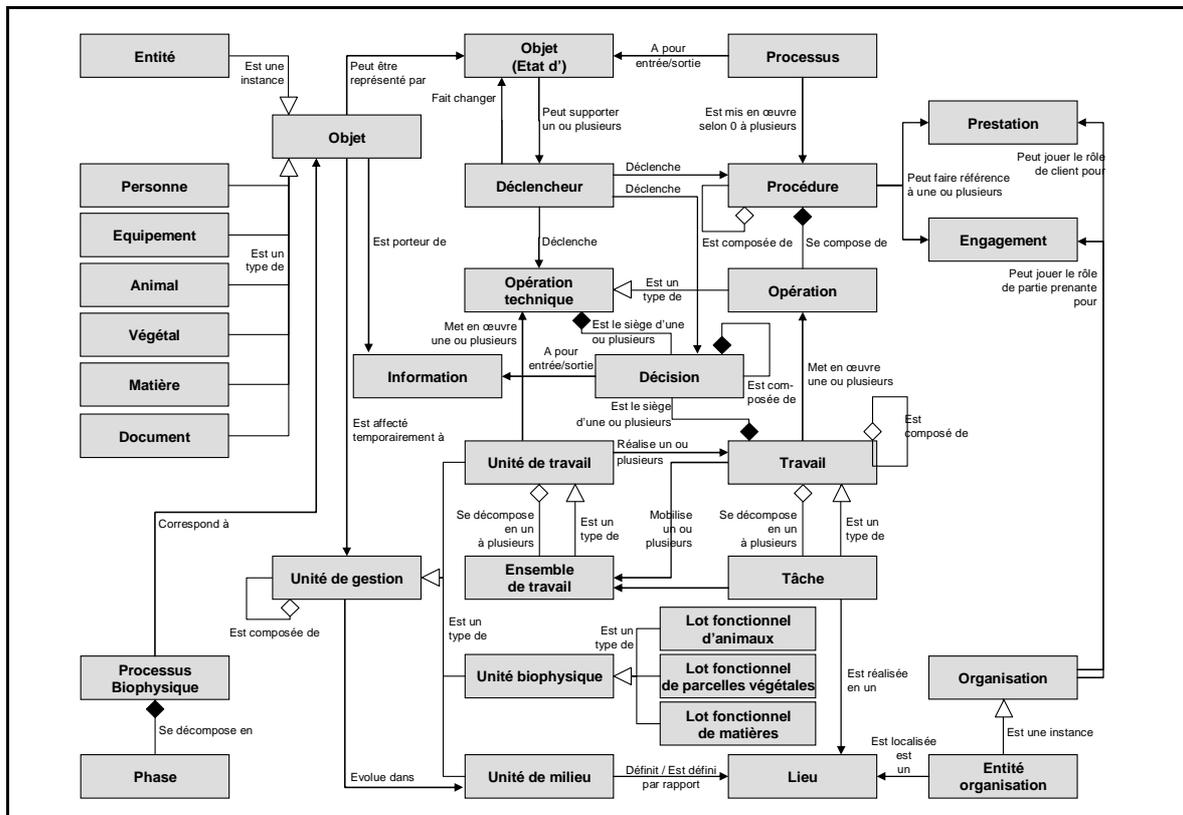


Figure 3.20 : Méta-modèle conceptuel simplifié du cadre méthodologique CEMAgriM

Conclusion

En nous appuyant sur la représentation systémique de l'entreprise agricole et le cadre de modélisation proposés dans le chapitre précédent et un important travail bibliographique, nous avons, dans ce chapitre, défini les bases conceptuelles du cadre méthodologique CEMAgriM.

Ce cadre conceptuel a pour objectif de proposer un jeu de concepts cohérents pour décrire l'ensemble des composantes du fonctionnement et de l'organisation du système "entreprise agricole" dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. Il vise notamment à structurer et à définir le pilotage des entreprises agricoles pour identifier les besoins de gestion et d'information. Le cadre conceptuel que nous proposons s'appuie sur une articulation de 33 concepts principaux. Parmi ces concepts figurent notamment les concepts d'Objet et d'Entité, de Prestation et d'Engagement, d'Organisation, de Processus, de Procédure, d'Opération technique et d'Opération, de Travail et de Tâche, de Décision, d'Unité de gestion, d'Unité de travail et d'Unité biophysique, d'Unité de milieu et de Lieu. 14 concepts viennent en outre compléter ce cadre conceptuel.

A travers ce cadre conceptuel, l'entreprise agricole est ainsi vue comme un ensemble d'Objets (Equipements, Animaux, Végétaux, Matières, Documents, Personnes) mobilisés, produits et portés par les flux circulant au sein de l'entreprise. L'entreprise agricole propose des Prestations à des Organisations jouant le rôle de clients et définit des Engagements vis-à-vis d'Organisations jouant le rôle de parties prenantes. Pour y parvenir, elle pilote des Processus qui sont mis en œuvre par des Procédures mobilisant une succession d'Opérations, spécifications d'Opérations techniques. Ces Opérations sont exécutées dans le cadre de Travaux qui regroupent un certain nombre de Tâches élémentaires. Opérations et Travaux sont le lieu de prises de Décisions qui mobilisent et produisent des informations regroupées au sein de Document. Le système physique, le système biophysique et le milieu dans lequel évoluent les activités de l'entreprise agricole, sont par ailleurs structurés en Unités de gestion. Ces Unités de gestion, véritables unités opérationnelles que l'entreprise a décidé de gérer et dont il est possible de piloter les performances, sont le lieu de transformation d'Objets. Elles sont appelées, selon les cas, Unité de travail, Unité biophysique ou Unité de milieu.

Nous nous appuyerons sur ce cadre conceptuel unifié pour proposer et présenter, dans le chapitre suivant, un premier jeu de modèles, langage graphique et démarches pour compléter le cadre méthodologique CEMAgriM à partir du cadre de modélisation déjà établi.

Chapitre 9

Premières propositions de modèles, langage graphique et démarches pour le cadre méthodologique CEMAgriM

Résumé

En nous appuyant sur le cadre de modélisation et le cadre conceptuel proposés dans les chapitres précédents, ce chapitre a pour objectif de proposer un premier jeu de modèles, langage graphique et démarches pour compléter et rendre opérationnel le cadre méthodologique CEMAgriM.

Dans un premier temps, nous proposons, pour chacune des vues de modélisation et des niveaux de description, des modèles adaptés aux besoins de modélisation et inspirés des modèles existants dans d'autres cadres méthodologiques. Dans un deuxième temps, nous proposons un langage graphique, inspiré des formalismes existants, pour représenter chacun des aspects identifiés à travers les modèles. Dans un troisième temps, nous faisons une première proposition de démarches de modélisation à travers la définition d'une démarche générique pour accompagner l'utilisation du cadre méthodologique dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information.

Ce chapitre n'a pas encore fait l'objet de publication, mais certains résultats ont été présentés lors des 12^{èmes} Journées du GDR MACS (Abt, 2009).

Sommaire

- 1 Proposition de modèles par vue de modélisation**
 - 1.1 Modèles de la vue Ressource
 - 1.2 Modèles de la vue Environnement
 - 1.3 Modèles de la vue Processus
 - 1.4 Modèles de la vue Physique
 - 1.5 Modèles de la vue Biophysique
 - 1.6 Modèles de la vue Organisation spatiale

- 2 Proposition de langage graphique**
 - 2.1 Proposition de symboles graphiques pour les principaux concepts
 - 2.2 Proposition de langage graphique pour les différents modèles

- 3 Proposition de démarches**
 - 3.1 Démarches issues des secteurs agricole et industriel
 - 3.2 Une première proposition de démarche générique

1. Proposition de modèles par vue de modélisation

Afin de modéliser les différents aspects de l'entreprise agricole, il est important de définir un jeu de modèles cohérents. Chaque modèle ne pouvant mobiliser qu'un nombre réduit de concepts et de formalismes graphiques pour satisfaire les besoins de modélisation, nous proposons de jouer sur la complémentarité des modèles pour disposer d'une représentation la plus complète possible du système "entreprise agricole".

A partir des cadres méthodologiques issus des secteurs industriel et agricole présentés dans les **Chapitres 4 et 5** et dans les **Annexes I.1 à I.7**, complétés de langages notamment présentés dans le **Chapitre 3**, nous identifions des modèles et des formalismes intéressants à mobiliser pour le cadre CEMAgriM. Compte tenu des concepts et des vues définis dans le cadre CEMAgriM, il est difficile de reprendre, sans modification, les modèles ou les formalismes existants. Le Tableau 3.14 présente de manière synthétique les modèles que nous mobilisons pour définir les modèles du cadre CEMAgriM en fonction des vues de modélisation. Nous retenons ces différents modèles pour les aspects qu'ils permettent de couvrir, les jeux de concepts mobilisés, et/ou l'ergonomie des représentations graphiques proposées. Nous proposons dans les paragraphes suivants de présenter vue par vue l'ensemble des modèles définis pour le cadre CEMAgriM. Certains modèles seront davantage remobilisés en fonction des besoins de modélisation.

1.1. Modèles de la vue Ressource

Les modèles de la vue Ressource ont pour objectif de décrire les objets de l'entreprise, leurs relations et leurs différents états possibles. Au niveau de description générale, nous proposons d'identifier les principaux objets manipulés au sein de l'entreprise. Au niveau de description opérative, nous proposons de détailler les différents objets portés par les différents flux au sein de l'entreprise pour parcourir la diversité des objets et des entités que nous remobilisons dans les différents modèles établis dans les autres vues. Une attention particulière sera portée aux personnes, aux équipements et aux documents qui seront mobilisés par les unités de travail. A travers la description des objets de type animal, végétal ou matière, nous proposons de comprendre les différents processus biophysiques inhérents à ces objets et pilotés au sein de l'entreprise agricole pour faciliter la description des différents changements d'états d'objet. Cette description permettra notamment de mieux identifier les unités biophysiques gérées au sein de l'entreprise à décrire dans la vue Biophysique. Au niveau de description pilotage, nous proposons enfin de représenter, dans un même modèle, les différents éléments de pilotage des principaux objets ou entités de l'entreprise pour aider à la définition de tableaux de bord pour leur suivi.

La Figure 3.21 représente les différents concepts, et leurs relations, que nous proposons de mobiliser pour établir les 5 modèles définis pour la vue Ressource et présentés dans le Tableau 3.15.

Cadres méthodologiques ou Langages de représentation	Modèles identifiés	Vues de modélisation						Références
		Ressource	Environnement	Processus	Physique	Biophysique	Org. n spatiale	
AGEA	Schéma de fonctionnement					X		Chapitre 4
ASEA	Calendrier d'allotement					X	X	Chapitre 4
AMS	Représentation modulaire	X	X	X	X	X	X	Annexe I.7
ARIS	Arbre de fonctions			X	X	X	X	Annexe I.3
	Arbre de produits		X					
	Arbre de prestations produits		X					
	Chaîne de Processus Événementiel			X	X			
	Diagramme d'échange de prestation/produit					X		
	Diagramme de chaîne de plus value			X				
	Diagramme de chaîne de processus			X	X			
	Diagramme de matière					X		
	Diagramme de rattachement de fonction			X	X			
	Hiérarchisation des sites						X	
	Matrice de choix de produit		X					
	Modèle des ressources techniques	X					X	
Organigramme				X	X	X		
BPML	Processus de collaboration			X				Chapitre 3
CIMOSA	Diagramme d'activité	X	X	X	X	X	X	Annexe I.1
	Grille des fonctions et des opérations			X	X			
	Modèle de comportement			X		X		
Debauche	Contrat d'interfaces			X				Annexe I.9
E&P UML	Diagramme d'état-transition de ressources	X						Annexe I.5
	Diagramme de ligne d'assemblage		X		X			
	Diagramme de topologie système					X		
	Diagramme métier de séquence				X			
GIM	Modèle de processus			X				Annexe I.2
	Modèle de système physique					X		
	Réseau GRAI	X	X	X	X	X	X	
MECI	Modèle détaillé de processus	X		X				Annexe I.6
	Carte de processus			X				
MEGA	Arbre des métiers				X	X	X	Annexe I.9
	Diagramme d'environnement de processus		X					
	Diagramme de mise en œuvre de processus			X				
	Diagramme fonctionnel de processus			X				
	Logigramme de procédure			X				
	Organigramme				X	X	X	
	Organigramme - Procédure				X			
Vue ensemble de processus		X						
IDEF	Diagramme d'activité	X	X	X	X	X	X	Annexe I.4
	Diagramme de description des flux de contrôle de processus			X	X			
	Sous-modèle d'équipements					X		
UML	Diagramme de classe	X						Chapitre 3
	Diagramme d'état-transition	X						
	Diagramme d'objet	X						
	Diagramme de séquence		X		X			

Tableau 3.14 : Modèles, issus de la bibliographie, mobilisés pour définir les modèles (et les formalismes graphiques) par vue de modélisation du cadre CEMAgriM.

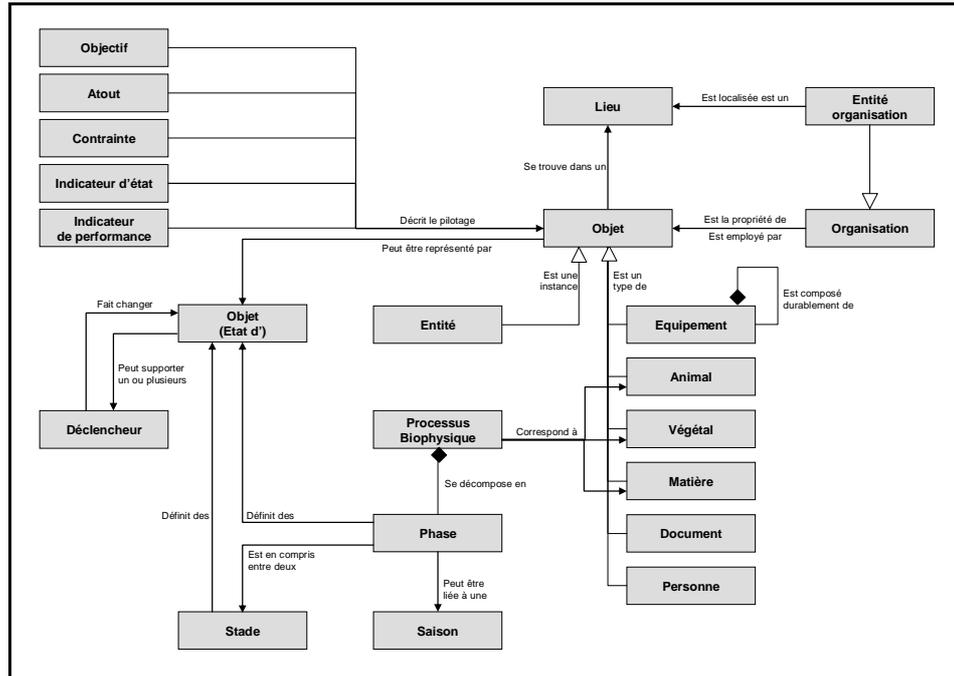


Figure 3.21 : Concepts mobilisés par les modèles de la vue Ressource

Modèle	Objectif	Niveau	Concepts	Diagramme de base
Inventaire des principaux objets	Identification des principaux objets mobilisés par l'entreprise étudiée.	DG	Objet (Animal, Végétal, Equipement, Personne, Matière Document)	-
Inventaire détaillé des objets	Représentation, par catégorie, des différents objets mobilisés par l'entreprise, et des entités correspondantes. Précision autant que possible des lieux et organisations de rattachement, notamment pour les objets et entités externes.	DO	Objet, Entité Organisation Entité Organisation Lieu	ARIS – Modèle des ressources techniques UML – Diagramme de classe UML – Diagramme d'objet
Description des processus biophysiques d'objet	Représentation des processus biophysiques pertinents et mis en œuvre par les objets de type animal, végétal, ou matière. Description de leur décomposition en phases, des stades, durées et saisons de référence.	DO	Objet (Animal, Végétal, Matière) Processus biophysique Phase, Stade, Saison	-
Cycle de vie	Représentation des principaux états possibles du comportement d'un objet tout au long de son cycle de vie.	DO	Objet Objet (Etat d') Déclencheur	E&P UML – Diagramme d'état-transition de ressources MECI – Modèle détaillé de processus UML – Diagramme d'état-transition
Diagramme de pilotage d'objet	Description des éléments de pilotage d'un objet ou d'une entité.	DP	Objet, Entité Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf.	GIM – Réseau GRAI AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Diagramme d'activité IDEF – Diagramme d'activité

DG : Description Générale – DO : Description Opérative – DP : Description Pilotage

Tableau 3.15 : Présentation des modèles de la vue Ressource

1.2. Modèles de la vue Environnement

Les modèles de la vue Environnement ont pour objectif de décrire les relations qu'entretient le système avec son environnement qui s'expriment au travers d'échanges de biens et de services et de flux d'information. Au niveau de description générale, nous proposons ainsi d'identifier les principales prestations proposées par l'entreprise et les clients cibles, ainsi que les engagements pris par l'entreprise vis-à-vis de ses parties prenantes. Au niveau de description opérative, nous proposons de décomposer chaque prestation ou chaque engagement au niveau le plus élémentaire pour identifier les flux d'objets échangés entre l'entreprise et les différentes organisations concernées dans le cadre de ces prestations ou de ces engagements. Ces modèles permettront d'identifier les principaux flux pilotés au sein de l'entreprise et constituant les principales entrées et sorties des processus de l'entreprise. Au niveau de description pilotage, nous proposons de décrire finement le pilotage des différentes prestations et des différents engagements pour aider à la définition de tableaux de bord pour leur suivi.

La Figure 3.22 représente les différents concepts, et leurs relations, que nous proposons de mobiliser pour établir les 8 modèles définis pour la vue Environnement et présentés dans le Tableau 3.16.

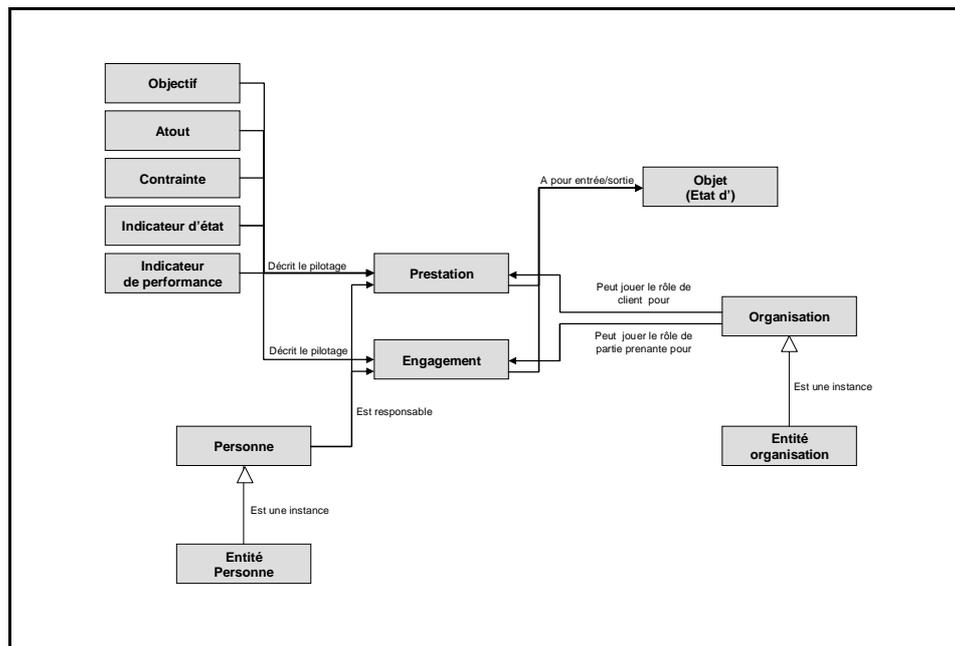


Figure 3.22 : Concepts mobilisés par les modèles de la vue Environnement

Modèle	Objectif	Niveau	Concepts	Diagramme de base
Vue générale des prestations	Description générale des prestations proposées par l'entreprise et des clients cibles. Ces prestations résultent de la chaîne de valeur de l'entreprise.	DG	Prestation Organisation	ARIS – Arbre de produits ARIS – Arbre de prestations produits ARIS – Matrice de choix de produit MEGA – Vue ensemble de processus
Vue générale des engagements	Description générale des engagements pris par l'entreprise vis-à-vis de ses parties prenantes.	DG	Engagement Organisation	ARIS – Arbre de produits ARIS – Arbre de prestations produits ARIS – Matrice de choix de produit MEGA – Vue ensemble de processus
Vue détaillée des prestations	Description détaillée des prestations proposées par l'entreprise et des clients cibles. Identification des prestations élémentaires et des organisations concernées.	DO	Prestation Organisation Entité Organisation	ARIS – Arbre de produits ARIS – Arbre de prestations produits ARIS – Matrice de choix de produit MEGA – Vue ensemble de processus
Diagramme d'environnement de prestations	Représentation, pour chaque prestation identifiée, des flux d'objets échangés entre l'entreprise étudiée et ses clients.	DO	Prestation Organisation Entité Organisation Objet (Etat d')	ARIS – Matrice de choix de produits E&P UML – Diagramme de ligne d'assemblage UML – diagramme de séquence MEGA – Diagramme d'environnement de processus
Vue détaillée des engagements	Description détaillée des engagements pris par l'entreprise vis-à-vis de ses parties prenantes. Identification des engagements élémentaires et des organisations concernées.	DO	Engagement Organisation Entité Organisation	ARIS – Arbre de produits ARIS – Arbre de prestations produits ARIS – Matrice de choix de produit MEGA – Vue ensemble de processus
Diagramme d'environnement d'engagements	Représentation, pour chaque engagement identifié, des flux d'objets échangés entre l'entreprise étudiée et ses parties prenantes.	DO	Engagement Organisation Entité Organisation Objet (Etat d')	ARIS – Matrice de choix de produits E&P UML – Diagramme de ligne d'assemblage UML – diagramme de séquence MEGA – Diagramme d'environnement de processus
Diagramme de pilotage de prestation	Description des éléments de pilotage d'une prestation.	DP	Prestation Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Personne (ou Entité)	GIM – Réseau GRAI AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Diagramme d'activité IDEF – Diagramme d'activité
Diagramme de pilotage d'engagement	Description des éléments de pilotage d'un engagement.	DP	Engagement Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Personne (ou Entité)	GIM – Réseau GRAI AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Diagramme d'activité IDEF – Diagramme d'activité

DG : Description Générale – DO : Description Opérative – DP : Description Pilotage

Tableau 3.16 : Présentation des modèles de la vue Environnement

1.3. Modèles de la vue Processus

Les modèles de la vue Processus ont pour objectif de décrire les processus et leur mise en œuvre au travers de procédures et d'opérations au sein de l'entreprise. Au niveau de description générale, nous proposons ainsi de réaliser une cartographie des différents processus pilotés au sein de l'entreprise, en distinguant les processus de pilotage, les processus de réalisation et les processus support. Au niveau de description opérative, nous proposons tout d'abord de décrire en détail chacun des processus en identifiant les objets entrants et sortants, les principales fonctions qu'ils remplissent et les différentes procédures qui les mettent en œuvre. Nous proposons ensuite

de décrire de manière approfondie les principales procédures en identifiant les opérations techniques mobilisées et en modélisant l'enchaînement des opérations. Cette modélisation doit permettre de préciser notamment les aspects temporels (saison/période) de chaque opération et de structurer les besoins en information. Nous proposons enfin de faire le lien avec le système physique de l'entreprise en précisant comment chaque procédure et chaque opération sont mises en œuvre à travers les différents travaux. Au niveau de description pilotage, nous proposons, à partir du recensement réalisé des processus, des procédures, des opérations techniques et des opérations, de décrire finement le pilotage de chacun de ces éléments en identifiant notamment, pour les opérations et les opérations techniques, les flux d'objets transformés. Nous précisons à ce niveau les décisions de pilotage des opérations techniques et des opérations et décrivons les différents éléments décisionnels pour identifier la richesse des informations échangées.

La Figure 3.23 représente les différents concepts, et leurs relations, que nous proposons de mobiliser pour établir les 9 modèles définis pour la vue Processus et présentés dans le Tableau 3.17.

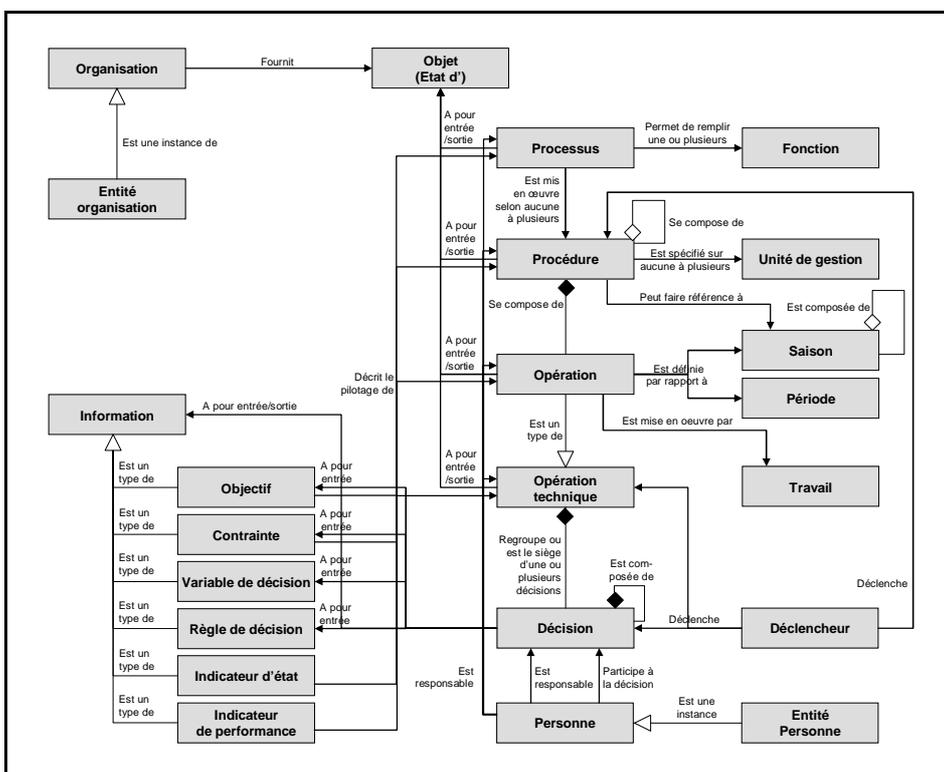


Figure 3.23 : Concepts mobilisés par les modèles de la vue Processus

Modèle	Objectif	Niveau	Concepts	Diagramme de base
Cartographie de processus	Représentation, selon la typologie "piloteage, réalisation, support", de l'ensemble des processus pilotés au sein de l'entreprise étudiée.	DG	Processus	ARIS – Diagramme de chaîne de plus value MECI – Carte de processus
Description détaillée de processus	Représentation, pour chaque processus, des principaux flux d'objets entrants et sortants. Précision sur la provenance des objets (processus interne ou organisation externe). Identification des principales fonctions couvertes par le processus et des procédures qui le mettent en œuvre.	DO	Processus Objet (Etat d') Fonction Procédure Organisation Entité d'organisation	MEGA – Diagramme de mise en œuvre de processus MEGA – Diagramme fonctionnel de processus Debauche – Contrat d'interfaces ARIS – Diagramme de rattachement de fonction ARIS – Arbre de fonctions
Tableau de correspondance entre procédures et opérations techniques	Représentation des opérations techniques mobilisées par les différentes procédures. Identification des unités de gestion sur lesquelles portent ces procédures.	DO	Processus Procédure Opération technique Unité de gestion	CIMOSA – Grille des fonctions et des opérations
Logigramme de procédure	Représentation de l'enchaînement des opérations d'une procédure. Positionnement des opérations selon les saisons et les périodes concernées. Précision, par opération, du nombre maximal d'occurrences et des unités de gestion concernées.	DO	Opération Opération technique Période Saison Unité de gestion	MEGA – Logigramme de procédure MEGA – Diag. mise en œuvre proc. CIMOSA – Modèle de comportement GIM – Grille GRAI BPML – Processus de collaboration MECI – Modèle détaillé de processus IDEF – Diagramme de description des flux de contrôle de processus ARIS – Chaîne de Proc Événementiel GIM – Modèle de processus
Diagramme de mise en œuvre de procédure	Représentation, par procédure, des différents travaux pouvant mettre en œuvre chaque opération identifiée.	DO	Procédure Travail, Opération Opération technique Unité de gestion	ARIS – Diagramme de rattachement de fonction ARIS – Diagramme de chaîne de processus
Diagramme de pilotage de processus	Description des éléments de pilotage d'un processus.	DP	Processus Objectif, Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Personne (ou Entité)	GIM – Réseau GRAI AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Diagramme d'activité IDEF – Diagramme d'activité
Diagramme de pilotage de procédure	Description des éléments de pilotage d'une procédure et notamment des éléments déclencheurs.	DP	Procédure Objectif, Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Personne (ou Entité)	GIM – Réseau GRAI AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Diagramme d'activité IDEF – Diagramme d'activité
Diagramme de pilotage d'une opération technique	Description des éléments de pilotage d'une opération technique. Identification des principaux flux d'objets transformés par l'opération technique. Identification des principales décisions de pilotage de l'opération technique et description des éléments décisionnels.	DP	Opération technique, Décision Objectif, Contrainte Indicateur de perf. Personne (ou Entité) Déclencheur Variable de décision Règle de décision Info, Objet (Etat d')	GIM – Réseau GRAI AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Diagramme d'activité IDEF – Diagramme d'activité
Diagramme de pilotage d'une opération	Description des éléments de pilotage d'une opération. Identification des principaux flux d'objets transformés par l'opération. Identification des principales décisions de pilotage de l'opération et description des éléments décisionnels.	DP	Opération, Décision, Opération technique Objectif, Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Personne (ou Entité) Déclencheur Variable de décision Règle de décision Info, Objet (Etat d')	GIM – Réseau GRAI AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Diagramme d'activité IDEF – Diagramme d'activité

DG : Description Générale – DO : Description Opérative – DP : Description Pilotage

Tableau 3.17 : Présentation des modèles de la vue Processus

1.4. Modèles de la vue Physique

Les modèles de la vue Physique ont pour objectif de décrire l'organisation, les tâches, les flux et le pilotage du système physique. Au niveau de description générale, nous proposons ainsi d'identifier les principales unités de travail gérées au sein de l'entreprise. Au niveau de description opérative, nous proposons tout d'abord de décomposer les différentes unités de travail en unités de travail plus élémentaires et d'identifier les principaux travaux qu'elles permettent de réaliser. Nous proposons ensuite de décrire en détail chaque unité de travail, leur décomposition en ensembles de travail, les objets et entités pouvant y être affectés, les flux d'objets entrants et sortants, et les opérations techniques mises en œuvre. Nous proposons enfin de décrire chaque travail identifié, les ensembles de travail et les documents mobilisés, les combinaisons d'objets/entités possibles pour les ensembles de travail et les opérations techniques mises en œuvre. Nous complétons cette description d'une représentation de l'enchaînement des tâches d'un même travail en précisant les lieux de mise en œuvre et les informations mobilisées et produites. Au niveau de description pilotage, nous proposons de décrire le pilotage des unités de travail et des travaux identifiés. Nous identifions également les flux d'objets transformés par les différents travaux, les décisions d'exécution et les éléments décisionnels correspondants, pour compléter la compréhension des flux et des informations échangés au sein du système physique de l'entreprise.

La Figure 3.24 représente les différents concepts, et leurs relations, que nous proposons de mobiliser pour établir les 10 modèles définis pour la vue Physique et présentés dans le Tableau 3.18.

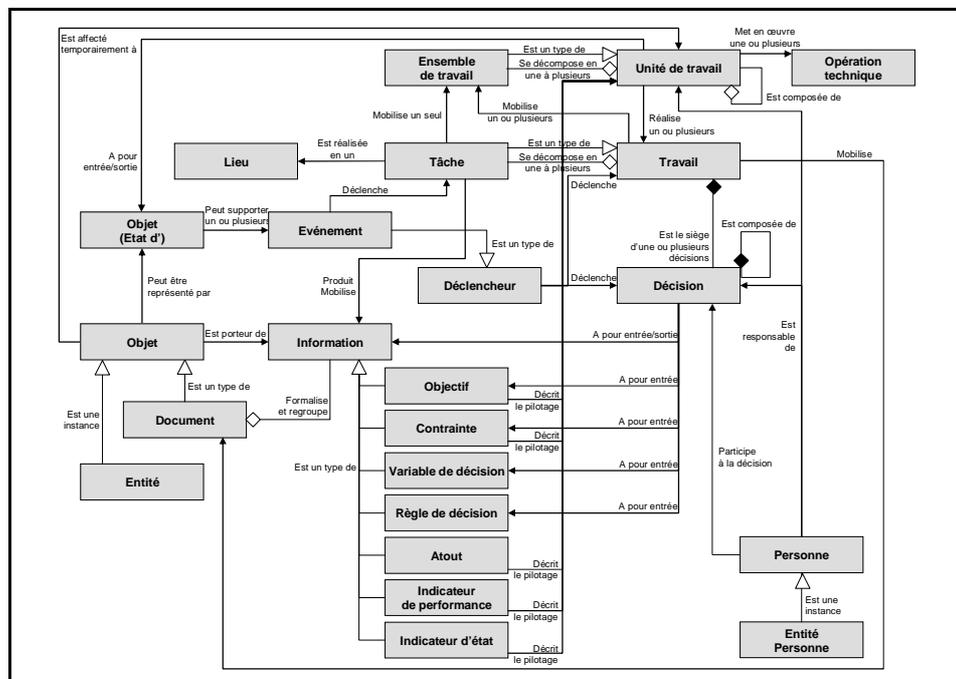


Figure 3.24 : Concepts mobilisés par les modèles de la vue Physique

Modèle	Objectif	Niveau	Concepts	Diagramme de base
Organigramme général des unités de travail	Identification des principales unités de travail gérées au sein de l'entreprise étudiée.	DG	Unité de travail	ARIS – Organigramme ARIS – Arbre de fonctions MEGA – Organigramme MEGA – Arbre des métiers
Organigramme détaillé des unités de travail	Description de la décomposition des différentes unités de travail au sein de l'entreprise étudiée.	DO	Unité de travail	ARIS – Organigramme ARIS – Arbre de fonctions MEGA – Organigramme MEGA – Arbre des métiers
Organigramme des travaux	Représentation des unités de travail et des travaux qu'ils réalisent.	DO	Unité de travail Travail	MEGA – Organigramme - Procédure ARIS – Organigramme
Description détaillée d'une unité de travail	Représentation, par unité de travail au niveau le plus fin, de la décomposition en ensembles de travail. Identification des objets et entités qui peuvent être affectés à l'unité de travail. Précision des flux d'objets entrants et sortants de l'unité de travail.	DO	Unité de travail Ensemble de travail Objet, Entité Objet (Etat d')	ARIS – Diagramme de rattachement de fonctions ARIS – Organigramme
Description détaillée d'un travail	Représentation, pour chaque travail identifié, des ensembles de travail mobilisés et des documents mobilisés. Précision sur les combinaisons d'objets/entités possibles pour les différents ensembles de travail.	DO	Unité de travail Ensemble de travail Objet, Entité	ARIS – Diagramme de rattachement de fonctions ARIS – Organigramme
Logigramme des tâches d'un travail	Représentation des enchaînements temporels logiques entre tâches d'un même travail. Précision, pour chaque tâche, de l'ensemble de travail mobilisé, du lieu de réalisation et des informations mobilisées et produites, en précisant le document de rattachement.	DO	Tâche Événement Ensemble de travail Lieu Information Document	ARIS – Chaîne de processus événementiel ARIS – Diagramme de chaîne de processus IDEF – Diagramme de description des flux de contrôle de processus E&P UML – Diagramme de ligne d'assemblage E&P UML – Diagramme métier de séquence UML – Diagramme de séquence
Tableau de correspondance entre unités de travail et opérations techniques	Représentation des opérations techniques mises en œuvre par les différentes unités de travail.	DO	Unité de travail Opération technique	CIMOSA – Grille des fonctions et des opérations
Tableau de correspondance entre travaux et opérations techniques	Représentation des opérations techniques mises en œuvre par les différents travaux d'une même unité de travail.	DO	Travail Opération technique	CIMOSA – Grille des fonctions et des opérations
Diagramme de pilotage d'une unité de travail	Description des éléments de pilotage d'une unité de travail.	DP	Unité de travail Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Personne (ou Entité)	GIM – Réseau GRAI AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Diagramme d'activité IDEF – Diagramme d'activité
Diagramme de pilotage d'un travail	Description des éléments de pilotage d'un travail. Identification des principaux flux d'objets transformés par le travail. Identification des principales décisions d'exécution du travail et description des éléments décisionnels.	DP	Travail Décision Objectif, Contrainte Variable de décision Règle de décision Information Indicateur d'état Indicateur de perf. Personne (ou Entité) Déclencheur	GIM – Réseau GRAI AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Diagramme d'activité IDEF – Diagramme d'activité

DG : Description Générale – DO : Description Opérative – DP : Description Pilotage

Tableau 3.18 : Présentation des modèles de la vue Physique

1.5. Modèles de la vue Biophysique

Les modèles de la vue Biophysique ont pour objectif de décrire l'organisation, les flux et le pilotage du système biophysique. Au niveau de description générale, nous proposons ainsi d'identifier les principales unités biophysiques gérées au sein de l'entreprise (lots fonctionnels d'animaux, de parcelles végétales et de matières) ainsi que les principaux flux d'objets échangés entre ces unités et l'environnement de l'entreprise. Au niveau de description opérative, nous proposons de décomposer les différentes unités biophysiques en unités biophysiques élémentaires et d'identifier à chaque fois les différents flux entrants et sortants de ces unités, en lien notamment avec les unités de milieu qui les supportent. Nous proposons également d'identifier les saisons au cours desquelles ces unités biophysiques ont un sens pour savoir, à tout moment de l'année, quelles sont les unités à gérer au sein du système biophysique. Au niveau de description pilotage, nous proposons de décrire les composantes du pilotage des différentes unités biophysiques pour aider à la définition de tableaux de bord pour leur suivi.

La Figure 3.25 représente les différents concepts, et leurs relations, que nous proposons de mobiliser pour établir les 6 modèles définis pour la vue Biophysique et présentés dans le Tableau 3.19.

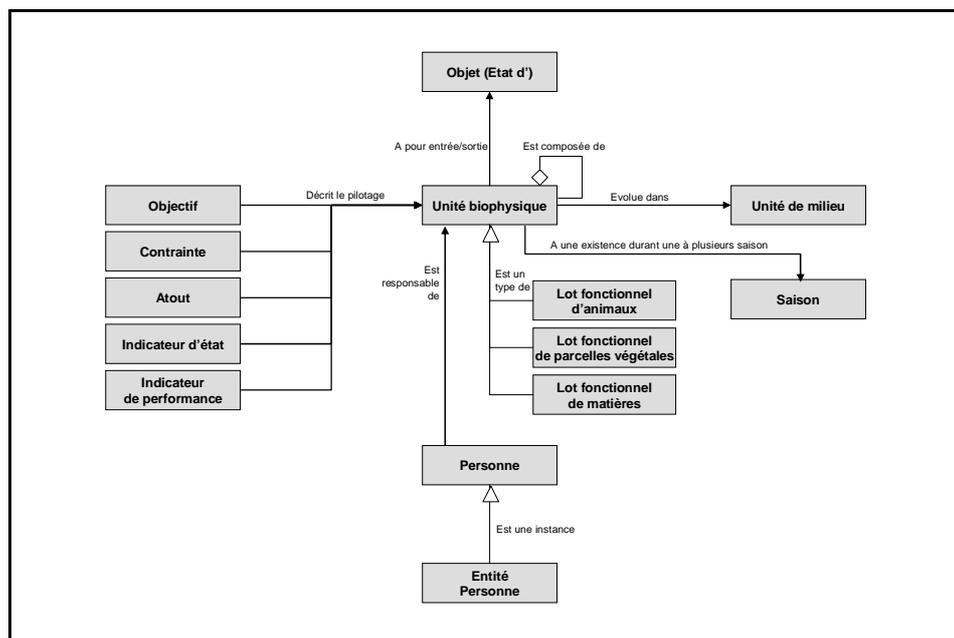


Figure 3.25 : Concepts mobilisés par les modèles de la vue Biophysique

Modèle	Objectif	Niveau	Concepts	Diagramme de base
Organigramme général des unités biophysiques	Identification des principales unités biophysiques gérées au sein de l'entreprise étudiée, selon les 3 types définis (lot fonctionnel d'animaux, de parcelles végétales, de matières).	DG	Unité biophysique (Lot fonctionnel d'animaux, lot fonctionnel de parcelles végétales, lot fonctionnel de matières)	ARIS – Organigramme ARIS – Arbre de fonctions MEGA – Organigramme MEGA – Arbre des métiers
Diagramme général de flux entre unités biophysiques	Identification des principaux flux d'objets échangés entre les principales unités biophysiques. Identification également des flux échangés avec l'environnement.	DG	Unité biophysique Objet (Etat d')	ARIS – Diagramme de matière ARIS – Diagramme d'échange de prestation/produit GIM – Modèle de système physique AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Modèle de comportement IDEF – Sous-modèle d'équipements E&P UML – Diagramme de topologie système AGEA – Schéma de fonctionnement
Organigramme détaillé des unités biophysiques	Description de la décomposition des différentes unités biophysiques au sein de l'entreprise étudiée.	DO	Unité biophysique	ARIS – Organigramme ARIS – Arbre de fonctions MEGA – Organigramme MEGA – Arbre des métiers
Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques	Représentation, au sein d'une à plusieurs unités de milieu, des flux d'objets entrants/sortants des unités biophysiques et échangés au sein de l'entreprise et avec son environnement.	DO	Unité biophysique Unité de milieu Objet (Etat d')	ARIS – Diagramme de matière ARIS – Diagramme d'échange de prestation/produit GIM – Modèle de système physique AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Modèle de comportement IDEF – Sous-modèle d'équipements E&P UML – Diagramme de topologie système AGEA – Schéma de fonctionnement
Calendrier des unités biophysiques	Positionnement des différentes unités biophysiques sur un calendrier temporel pour préciser les saisons pendant lesquelles ces unités biophysiques ont une existence.	DO	Unité biophysique Saison	ASEA – Calendrier d'allotement
Diagramme de pilotage des unités biophysiques	Description des éléments de pilotage d'une unité biophysique.	DP	Unité biophysique Objectif, Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Personne (ou Entité)	GIM – Réseau GRAI AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Diagramme d'activité IDEF – Diagramme d'activité

DG : Description Générale – DO : Description Opérative – DP : Description Pilotage

Tableau 3.19 : Présentation des modèles de la vue Biophysique

1.6. Modèles de la vue Organisation spatiale

Les modèles de la vue Organisation spatiale ont pour objectif de décrire la représentation que se font les exploitants agricoles du milieu dans lequel évoluent les activités de l'entreprise. Cette description doit notamment s'attacher à comprendre le découpage et l'organisation de l'espace géré par l'entreprise. Au niveau de description générale, nous proposons ainsi d'identifier les principaux lieux et les différentes unités de milieu qui ont du sens pour l'entreprise. Au niveau de description opérative, nous proposons d'une part de hiérarchiser les différents lieux de l'entreprise et de les géolocaliser les uns par rapport aux autres. Nous proposons d'autre part de décomposer les différentes unités de milieu en unités de milieu élémentaires, de schématiser leur emprise et leur organisation spatiale voire de les localiser précisément sur un fond cartographique de manière à couvrir l'ensemble de l'espace mobilisé par les activités de l'entreprise. Au niveau de description

pilotage, nous proposons de décrire les composantes du pilotage des différentes unités de milieu.

La Figure 3.26 représente les différents concepts, et leurs relations, que nous proposons de mobiliser pour établir les 7 modèles définis pour la vue Biophysique et présentés dans le Tableau 3.20.

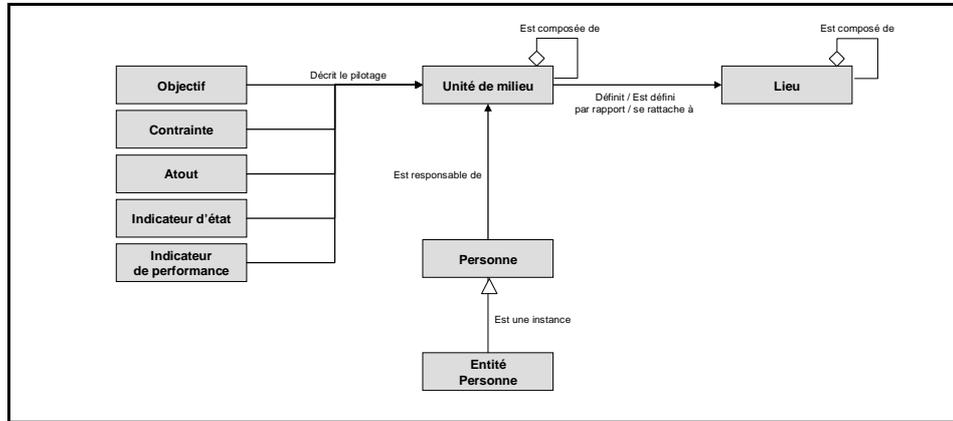


Figure 3.26 : Concepts mobilisés par les modèles de la vue Organisation spatiale

Modèle	Objectif	Niveau	Concepts	Diagramme de base
Organigramme général des lieux	Identification des principaux lieux qui ont du sens pour l'entreprise.	DG	Lieu	ARIS – Hiérarchisation des sites
Organigramme général des unités de milieu	Identification des principales unités de milieu gérées au sein de l'entreprise étudiée.	DG	Unité de milieu Lieu	ARIS – Organigramme ARIS – Arbre de fonctions MEGA – Organigramme MEGA – Arbre des métiers
Organigramme détaillé des lieux	Description de la hiérarchisation des lieux qui ont du sens pour l'entreprise étudiée.	DO	Lieu	ARIS – Hiérarchisation des sites
Cartographie des lieux	Positionnement, sur fond cartographique, des lieux qui ont du sens pour l'entreprise. Hiérarchisation et décomposition éventuelle des différents lieux.	DO	Lieu	ARIS – Hiérarchisation des sites
Organigramme détaillé des unités de milieu	Description de la décomposition des différentes unités de milieu au sein de l'entreprise étudiée.	DO	Unité de milieu Lieu	ARIS – Modèle des ressources techniques ARIS – Organigramme ARIS – Arbre de fonctions MEGA – Organigramme MEGA – Arbre des métiers
Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu	Représentation schématique de l'emprise et de l'organisation spatiale des différentes unités de milieu gérée au sein de l'entreprise. Hiérarchisation et décomposition éventuelle des différentes unités de milieu.	DO	Unité de milieu Lieu	ASEA – Schéma d'organisation spatiale
Diagramme de pilotage d'une unité de milieu	Description des éléments de pilotage d'une unité de milieu.	DP	Unité de milieu Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Personne (ou Entité)	GIM – Réseau GRAI AMS – Représentation modulaire CIMOSA – Diagramme d'activité IDEF – Diagramme d'activité IDEF0

DG : Description Générale – DO : Description Opérative – DP : Description Pilotage

Tableau 3.20 : Présentation des modèles de la vue Organisation spatiale

Le Tableau 3.21 récapitule, par vue de modélisation et niveaux de description, l'ensemble des modèles proposés pour le cadre CEMAgriM, les modèles utilisés pour les deux phases de modélisation étant identiques.

Vues de modélisation Niveaux de description	Ressource	Environnement	Processus	Physique	Biophysique	Organisation spatiale
Description générale	Inventaire des principaux objets	Vue générale des prestations Vue générale des engagements	Cartographie des processus	Organigramme général des unités de travail	Organigramme général des unités biophysiques Diagramme général de flux entre unités biophysiques	Organigramme général des lieux Organigramme général des unités de milieu
Description opérative	Inventaire détaillé des objets Description des processus biophysiques d'objet Cycle de vie d'objet	Vue détaillée des prestations Diagramme d'environnement de prestations Vue détaillée des engagements Diagramme d'environnement d'engagements	Description détaillée de processus Tableau de correspondance entre procédures et opérations techniques Logigramme de procédure Diagramme de mise en œuvre de procédure	Organigramme détaillé des unités de travail Organigramme des travaux Description détaillée d'une unité de travail Description détaillée d'un travail Logigramme des tâches d'un travail Tableau de correspondance entre unités de travail et opérations techniques Tableau de correspondance entre travaux et opérations techniques	Organigramme détaillé des unités biophysiques Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques Calendrier des unités biophysiques	Organigramme détaillé des lieux Cartographie des lieux Organigramme détaillé des unités de milieu Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu
Description pilotage	Diagramme de pilotage d'objet	Diagramme de pilotage de prestation Diagramme de pilotage d'engagement	Diagramme de pilotage de processus Diagramme de pilotage de procédure Diagramme de pilotage d'une opération technique Diagramme de pilotage d'une opération	Diagramme de pilotage d'une unité de travail Diagramme de pilotage d'un travail	Diagramme de pilotage d'une unité biophysique	Diagramme de pilotage d'une unité de milieu

Tableau 3.21 : Répartition des modèles selon les vues de modélisation et les niveaux de description du cadre de modélisation CEMAgriM

2. Proposition de langage graphique

L'utilisation de langages semi-formels, construits autour d'une syntaxe graphique et d'une sémantique établie, facilite la communication entre acteurs et permet de véhiculer une vision commune et partagée du système étudié. En nous basant sur la sémantique établie à travers le cadre conceptuel CEMAgriM, nous proposons de construire un langage graphique qui s'appuie sur un jeu de symboles pour représenter graphiquement les différents concepts identifiés et supporte la richesse sémantique désirée pour établir les différents modèles définis dans les paragraphes précédents.

2.1. Proposition de symboles graphiques pour les principaux concepts

Tout en nous inspirant des différents langages recensés dans la bibliographie, nous proposons de nous appuyer avant tout sur les symboles graphiques utilisés dans le cadre méthodologique ARIS pour construire le langage CEMAgriM. Nous proposons soit de reprendre directement des symboles du cadre ARIS, soit de les adapter quelque peu, soit de les créer intégralement. La Figure 3.27 illustre quelques exemples de transposition de symboles du cadre ARIS au cadre CEMAgriM. Le Figure 3.28 propose un jeu complet de symboles pour représenter graphiquement les différents concepts manipulés dans le cadre CEMAgriM.

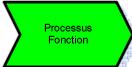
Symboles définis pour le cadre ARIS								
Symboles proposés pour le cadre CEMAgriM	 		 		 	 		

Figure 3.27 : Exemples de transposition de symboles du cadre ARIS au cadre CEMAgriM

2.2. Proposition de langage graphique pour les différents modèles

Bien que nous ne souhaitions pas spécialement réinventer de nouveaux langages de représentation, les besoins de modélisation exprimés dans les paragraphes précédents et les concepts mobilisés par le cadre CEMAgriM imposent de combiner plusieurs modes de représentation. Nous proposons ainsi une première version de langage de modélisation pour le cadre CEMAgriM, mobilisant les symboles graphiques définis ci-avant et s'inspirant des nombreux formalismes permettant d'établir les modèles présentés dans le Tableau 3.14.

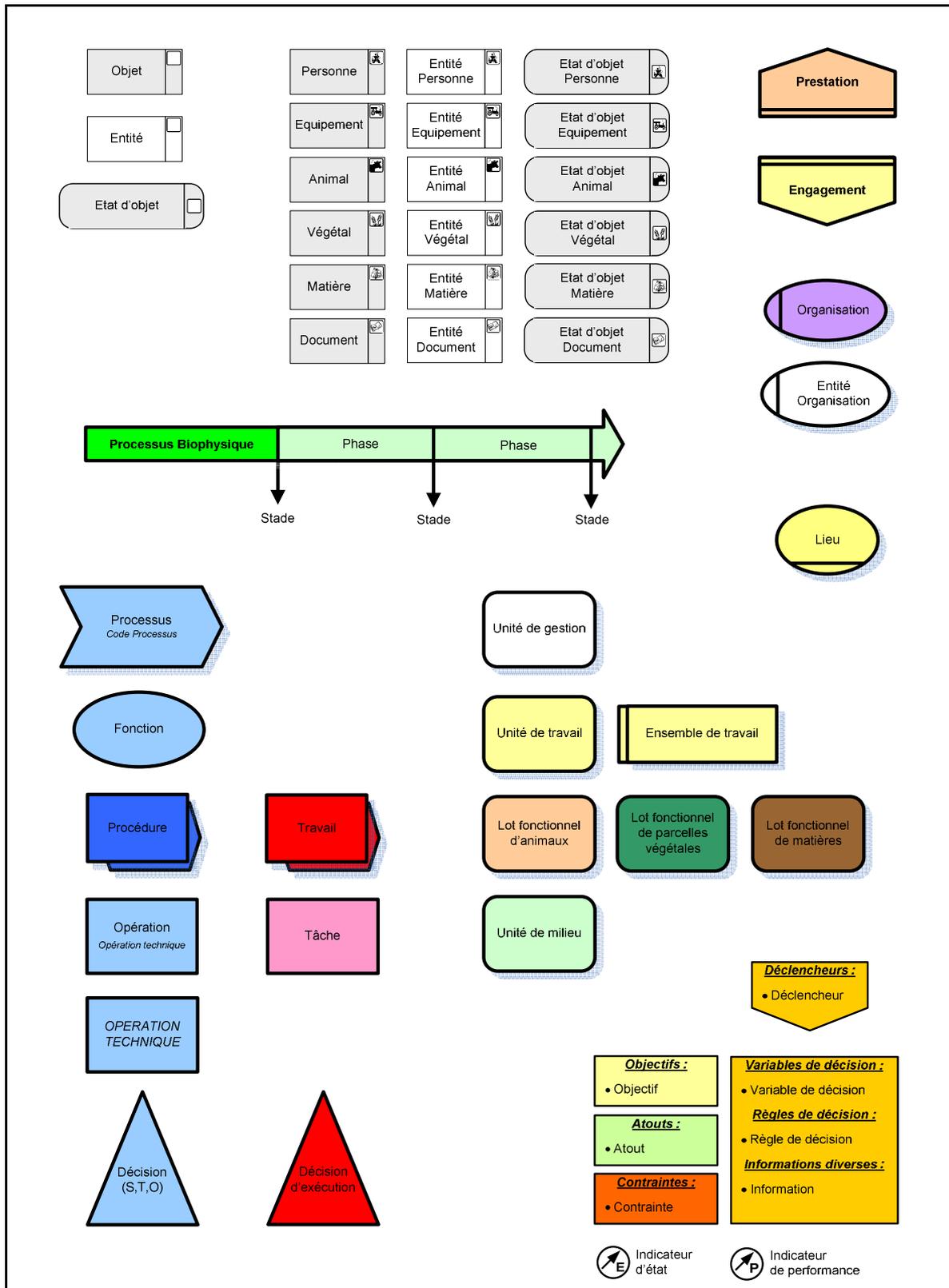


Figure 3.28 : Symboles graphiques adoptés pour représenter les principaux concepts du cadre CEMAgriM

L'ensemble des formalismes proposés pour élaborer les différents modèles identifiés à ce jour pour le cadre méthodologique CEMAgriM sont présentés en **Annexe II.1** par vue de modélisation. Ils sont accompagnés de quelques annotations pour aider à la réalisation des modèles.

Certains formalismes sont repris à l'identique, en modifiant éventuellement le symbole mobilisé. C'est le cas, par exemple, de l'"organigramme général des lieux" qui reprend les formalismes graphiques du modèle ARIS de "hiérarchisation des sites". C'est le cas également de la "description détaillée de processus" qui reprend les formalismes du modèle ARIS de "diagramme de rattachement de fonction". Ces exemples de formalismes sont présentés dans la Figure 3.29 (diagrammes 1 et 2).

D'autres formalismes ont fait l'objet d'une combinaison entre plusieurs formalismes. C'est le cas, par exemple, du "diagramme d'environnement de prestation" qui s'appuie notamment sur le modèle ARIS d'"arbre de produits" et le modèle UML de "diagramme de séquence". Cette combinaison permet ainsi de représenter dans un même modèle une décomposition hiérarchique de prestations et les différents flux échangés entre l'entreprise et les organisations jouant le rôle de clients. C'est le cas également du "logigramme de procédure" qui s'appuie sur la grille GRAI et le modèle BPMN de "processus de collaboration" pour représenter, dans un même modèle, une succession d'opérations qui ne sont pas réalisées au cours des mêmes saisons et avec les mêmes périodicités. Ces exemples de formalismes sont présentés dans la Figure 3.29 (diagrammes 3 et 4).

Enfin, certains formalismes ont fait l'objet d'une construction ex-nihilo ou presque. C'est le cas, par exemple, du modèle de "description des processus biophysiques d'objet" qui tente de représenter les processus biophysiques, leur décomposition en phases, les stades et les saisons de référence, ce que nous retrouvons dans aucun langage de modélisation existants. C'est le cas également du "diagramme de pilotage d'un travail" qui, bien que s'inspirant des concepts et des formalismes des "réseaux" GRAI et des "représentations modulaires" AMS, a été construit en fonction des besoins de représentation des aspects décisionnels. Ces exemples de formalismes sont présentés dans la Figure 3.29 (diagrammes 5 et 6).

D'une manière générale, nous adoptons les propriétés des langages de modélisation d'entreprise en proposant une organisation ou décomposition hiérarchique des diagrammes qui permet de gérer la complexité des modèles. Au niveau de description générale, un objet identifié dans le diagramme d'"inventaire des principaux objets" peut ainsi se décomposer en objets élémentaires que nous décrivons dans un diagramme d'"inventaire des objets" au niveau de description opérative. Il peut également renvoyer à d'autres diagrammes concernant l'objet considéré comme les modèles de "description des processus biophysiques d'objet", de "cycle de vie d'objet", ou les "diagrammes de pilotage d'objet".

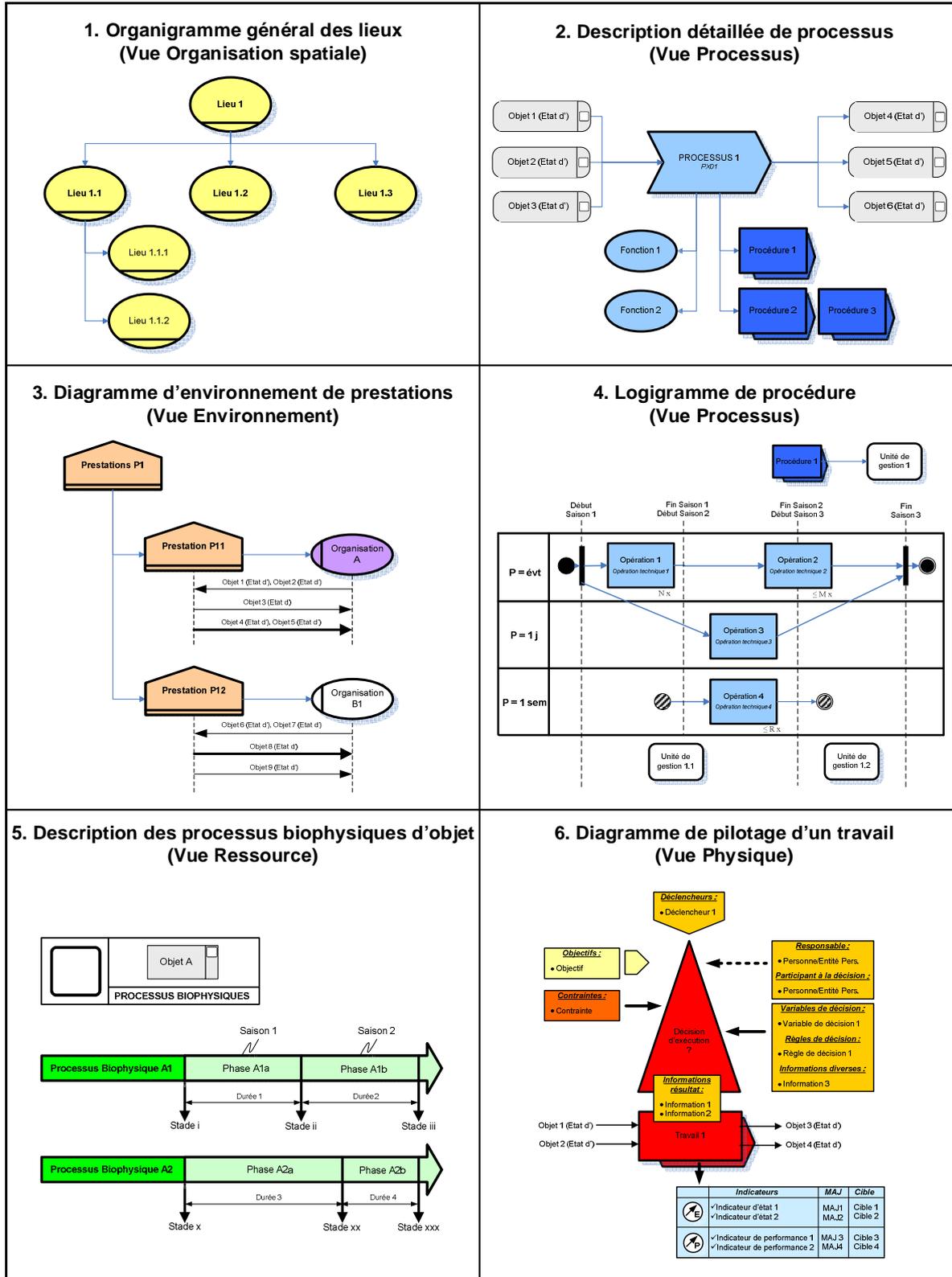


Figure 3.29 : Exemples de formalismes graphiques définis pour le cadre CEMAgriM

3. Proposition de démarches

La 6^{ème} et dernière composante du cadre méthodologique CEMAgriM porte sur les démarches de modélisation. Ces démarches ont pour objectif de mettre en œuvre le cadre de modélisation et de guider pas à pas le déroulement de l'étude et la réalisation des modèles. Chaque démarche spécifie ainsi, en fonction d'un objectif de modélisation précis (IFIP-IFAC Task Force, 1999; Pierreval, 1990; Vernadat, 1999) :

- l'identification et la succession des modèles à réaliser à partir du cadre de modélisation et des langages établis
- les modalités d'élaboration de ces modèles en impliquant les différentes personnes travaillant dans l'entreprise et les différentes parties prenantes
- la gestion du projet d'analyse/conception (principales étapes, principales échéances, moyens à mobiliser)

3.1. Démarches issues des secteurs agricole et industriel

Comme nous l'avons vu dans le **Chapitre 4**, les cadres méthodologiques issus du secteur agricole décrivent précisément les démarches d'enquête et la gestion du projet d'analyse. Ces démarches (AGEA, GEEA, ASEA et BT) sont structurées et bien adaptées à la petite dimension humaine des entreprises agricoles. La collecte des informations est réalisée par l'analyste métier (conseiller, enseignant, etc.) à travers des enquêtes, des documents types et des tableaux. Le projet d'analyse se déroule en plusieurs étapes alternant collecte et traitement des informations, modélisation, restitution et validation. Ces démarches ne permettent cependant pas de mobiliser des langages graphiques de modélisation et de réaliser plusieurs types de modèles comme nous souhaitons le réaliser avec le cadre CEMAgriM.

Comme nous l'avons vu dans le **Chapitre 5**, les cadres méthodologiques issus du secteur industriel décrivent des démarches de modélisation mobilisant une succession de modèles en fonction des phases du cycle de vie du projet d'analyse/conception. Ces démarches sont souvent longues de mise en œuvre et d'un apprentissage difficile. Compte tenu des modèles que nous souhaitons établir et des vues de modélisation que nous avons définies, il n'est pas possible de remobiliser à l'identique de telles démarches dans le cadre méthodologique CEMAgriM.

3.2. Une première proposition de démarche générique

Compte tenu de ces derniers éléments, nous nous proposons de n'aborder que très rapidement la composante "démarches" du cadre méthodologique CEMAgriM. Une nouvelle démarche pouvant être définie pour chaque objectif précis de modélisation (conception de système d'acquisition, de ta-

bleaux de bord de pilotage, d'outils d'aide à la décision, etc.) et pour différents types de systèmes étudiés, nous proposons de définir une démarche générique de modélisation qui ne limite pas le nombre et le type de modèles à établir, ne précise pas les modalités d'implication des partenaires, mais décrit le cycle de vie générique d'un projet d'analyse/conception mobilisant le cadre CEMAgriM et l'ordre générique dans lequel doivent être établis l'ensemble des modèles définis préalablement.

La Figure 3.30 illustre notre proposition de cycle de vie générique d'un projet d'ingénierie d'entreprise et de système d'information mobilisant le cadre CEMAgriM. Six étapes sont identifiées correspondant aux 3 niveaux de description de la phase d'analyse et aux 3 niveaux de description de la phase de conception. Dans le meilleur des cas, ces 6 étapes se succéderont dans le temps, tout en permettant d'améliorer en continu les modèles réalisés aux étapes précédentes. Dans d'autres cas, certaines étapes pourront être supprimées pour réaliser directement les modèles du système cible. Nous pourrions ainsi avoir les successions suivantes : 1-4-5-6 ou 1-2-4-5-6.

La Figure 3.31 illustre à titre d'exemple notre proposition d'ordre d'élaboration des modèles du cadre CEMAgriM. Sur la base des concepts mobilisés par chacun des modèles, il est important de noter que les modèles définis dans chaque vue de modélisation sont relativement indépendants tout en présentant des interactions qui peut conditionner l'ordre d'élaboration des modèles. Ainsi par exemple, les modèles de la vue "Environnement" sont à établir avant les modèles de la vue "Processus", mais nous pourrions tout à fait envisager un projet de modélisation ne visant qu'à définir les modèles de la vue "Environnement" ou du niveau de "Description Générale".

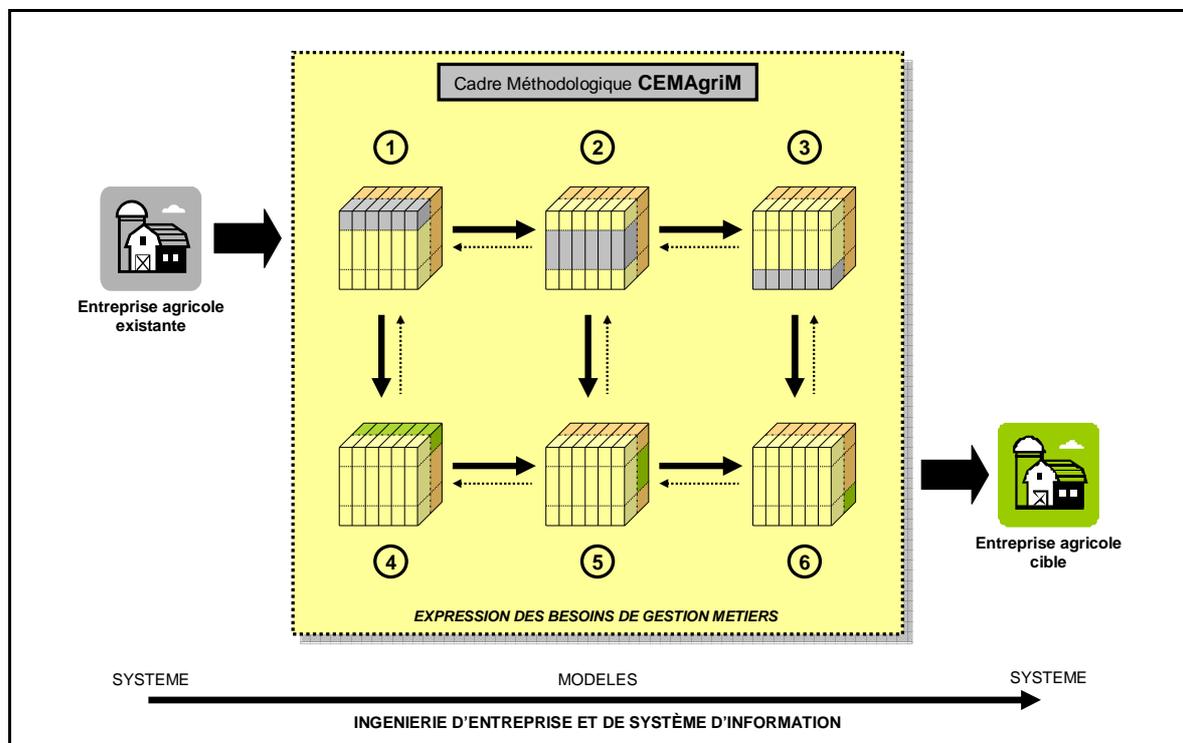


Figure 3.30 : Proposition de démarche générique de modélisation pour le cadre CEMAGRIM : cycle de vie d'un projet d'ingénierie d'entreprise et de système d'information

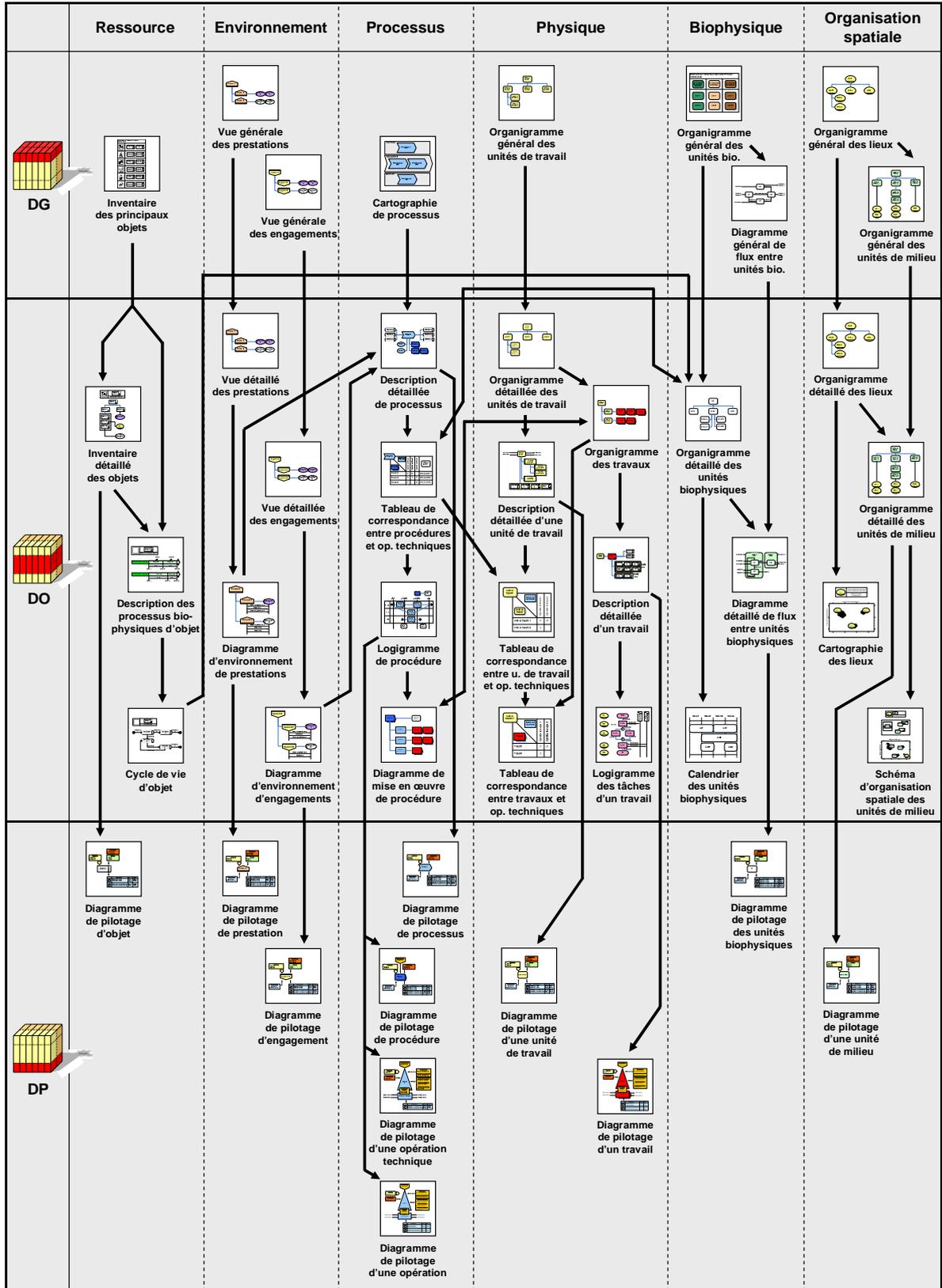


Figure 3.31 : Proposition de démarche générique de modélisation pour le cadre CEMAGriM : ordre d'élaboration des différents modèles

Conclusion

En nous appuyant sur le cadre de modélisation et le cadre conceptuel proposés dans les chapitres précédents, nous avons, dans ce chapitre, proposé un premier jeu de modèles, langage graphique et démarches pour compléter et rendre opérationnel le cadre méthodologique CEMAgriM.

Afin de modéliser les différents aspects de l'entreprise agricole, nous jouons sur la complémentarité des modèles pour disposer d'une représentation la plus complète possible du système "entreprise agricole". A ce stade, le cadre méthodologique CEMAgriM s'appuie ainsi sur 45 modèles définis pour les 6 vues de modélisation et les 3 niveaux de description, les modèles utilisés pour les deux phases de modélisation (analyse, conception) étant identiques.

Pour établir ces 45 modèles, un langage graphique a été défini à partir des formalismes graphiques recensés dans les cadres méthodologiques issus des secteurs industriel et agricole, et notamment à partir de ceux proposés par le cadre méthodologique ARIS. Il s'appuie sur 39 formalismes graphiques différents.

Enfin, pour accompagner tout projet d'ingénierie d'entreprise et de système d'information mobilisant le cadre méthodologique CEMAgriM, nous proposons une démarche générique de modélisation décrivant le cycle de vie générique d'un projet d'analyse/conception et l'ordre générique dans lequel doivent être établis les différents modèles. Chaque démarche spécifique de modélisation pourrait ainsi être vue comme une spécification de cette démarche générique, en précisant notamment les modalités d'interaction entre le gestionnaire et l'analyste et en ne mobilisant que les modèles utiles aux objectifs plus précis de modélisation.

Sur la base des différents éléments présentés dans les **Chapitres 7 à 9**, nous présentons dans l'**Annexe II.1** le cadre méthodologique CEMAgriM dans sa globalité. Nous présentons dans le Chapitre suivant une mise en application de ce cadre sur une exploitation agricole avant de discuter plus en détail nos différentes propositions.

Partie 4

Mise en application
du cadre méthodologique
CEMAgriM, contributions
et recherches futures

Discussion et perspectives

Résumé

A partir d'un important travail bibliographique, nous avons proposé, dans les 3 chapitres de la partie précédente les différentes composantes du cadre méthodologique CEMAgriM (Cemagref Enterprise Modeling in Agriculture Integrated Methodology). Ce cadre méthodologique a pour vocation de venir en appui à la représentation métier des entreprises agricoles dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. Une synthèse de ce cadre est présentée en **Annexe II.1**.

Nous présenterons dans cette partie une mise en application de ce cadre méthodologique à l'aide d'un cas d'illustration. Nous discuterons de la qualité des modèles obtenus, mais aussi de l'apport de nos recherches aux différentes disciplines mobilisées dans le cadre de ces travaux tout en réfléchissant aux perspectives de recherche envisageables. Dans un premier temps, nous présenterons l'entreprise agricole servant de cas d'illustration, l'approche adoptée pour l'élaboration des modèles et une synthèse des principaux modèles obtenus que nous discuterons au regard des objectifs définis en termes de représentation de l'entreprise et d'identification des besoins de gestion (**Chapitre 10**). L'**Annexe II.2** présente en outre, de manière beaucoup plus complète, de nombreux modèles réalisés à partir de l'étude du cas d'illustration. Dans un second temps, nous présenterons notre positionnement et nos contributions scientifiques au vu des résultats présentés au sein du cadre méthodologique CEMAgriM et de leur première mise en application. Nous compléterons cette présentation d'une mise en perspective de nos travaux de recherche (**Chapitre 11**).

Chapitre 10

Mise en application du cadre méthodologique CEMAgriM et discussion autour des modèles obtenus

Résumé

Le cadre méthodologique CEMAgriM s'appuie sur une représentation systémique de l'entreprise agricole, un cadre de modélisation, un cadre conceptuel, un jeu de modèles, un langage graphique et une démarche générique de modélisation. Bien que ce cadre méthodologique se base sur de nombreuses références bibliographiques et une connaissance importante des systèmes de production agricoles, il est important de le mettre en application pour tester sa pertinence et son utilisation dans le secteur agricole.

Nous proposons ainsi, dans ce chapitre, de présenter le cas d'illustration que nous avons choisi ainsi que l'approche que nous avons adoptée pour l'élaboration des modèles de l'entreprise agricole. Nous présentons ensuite les modèles élaborés dans le cadre de cette étude et discutons de l'intérêt et des limites du cadre méthodologique CEMAgriM à représenter le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise agricole et à identifier ses besoins de gestion dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information.

Ce chapitre n'a pas encore fait l'objet de publication, mais certains résultats ont été présentés lors des 12^{èmes} Journées du GDR MACS (Abt, 2009)

Sommaire

- 1 Présentation du cas d'illustration et de l'approche adoptée pour l'élaboration des modèles**
 - 1.1 L'entreprise agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont
 - 1.2 Une approche conforme à la démarche générique du cadre CEMAgriM
- 2 Présentation des modèles obtenus**
 - 2.1 Au niveau de description générale
 - 2.2 Au niveau de description opérative
 - 2.3 Au niveau de description pilotage
- 3 Discussion autour des modèles obtenus et plus généralement sur le cadre méthodologique CEMAgriM**
 - 3.1 Discussion autour des modèles obtenus
 - 3.2 Discussion sur le cadre méthodologique CEMAgriM

1. Présentation du cas d'illustration et de l'approche adoptée pour l'élaboration des modèles

1.1. L'entreprise agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont

Comme nous l'avons indiqué dans le **Chapitre 6**, nous avons choisi d'illustrer notre proposition de cadre méthodologique CEMAgriM par sa mise en application sur l'exploitation agricole d'un Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Agricole (EPLEFPA), celle de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont. Cette exploitation constitue un objet d'étude et un cas d'illustration intéressant compte tenu de la diversité et de la contractualisation des productions de biens et de services, de la dimension humaine et de la taille des ateliers de production, de la complexité des systèmes de production de cette exploitation, à la fois conduits en production conventionnelle et biologique, du souhait de développer la collecte et le traitement des informations sur l'exploitation, ainsi que de la disponibilité, de la connaissance experte, de l'ouverture et de la pédagogie du directeur d'exploitation.

L'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont est une exploitation agricole de polyculture-élevage située en Haute-Loire (43). La Figure 4.1 présente de manière synthétique les principales caractéristiques de cette exploitation agricole qui compte 135 hectares, 45 vaches laitières, et 420 brebis allaitantes. Les modèles que nous allons présenter dans les prochains paragraphes permettront de découvrir et de comprendre plus en détail le fonctionnement et l'organisation de cette entreprise agricole.

1.2. Une approche conforme à la démarche générique du cadre CEMAgriM

A travers ce cas d'illustration, nous cherchons à illustrer la mise en œuvre du cadre méthodologique CEMAgriM, et sa pertinence tant au niveau du cadre conceptuel, des modèles et des formalismes graphiques proposés, que de la démarche générique établie.

Pour ce cas d'illustration, nous inscrivons ainsi notre approche de modélisation dans cette dynamique d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. Nous visons avant tout de tester les modalités d'élaboration des différents modèles de représentation de l'entreprise agricole établis pour le cadre méthodologique CEMAgriM. Nous veillerons à vérifier l'intérêt de ces modèles pour aider à identifier les besoins de gestion et notamment pour aider à expliciter les indicateurs et les besoins en tableaux de bord pour le pilotage des performances de l'entreprise, mais aussi les besoins en nouveaux systèmes d'acquisition et en outils d'aide à la décision adaptés aux besoins. Nous simplifions cependant l'approche de modélisation en établissant au niveau de description générale uniquement les modèles du système existant que nous considérerons comme proche du système cible, au niveau de

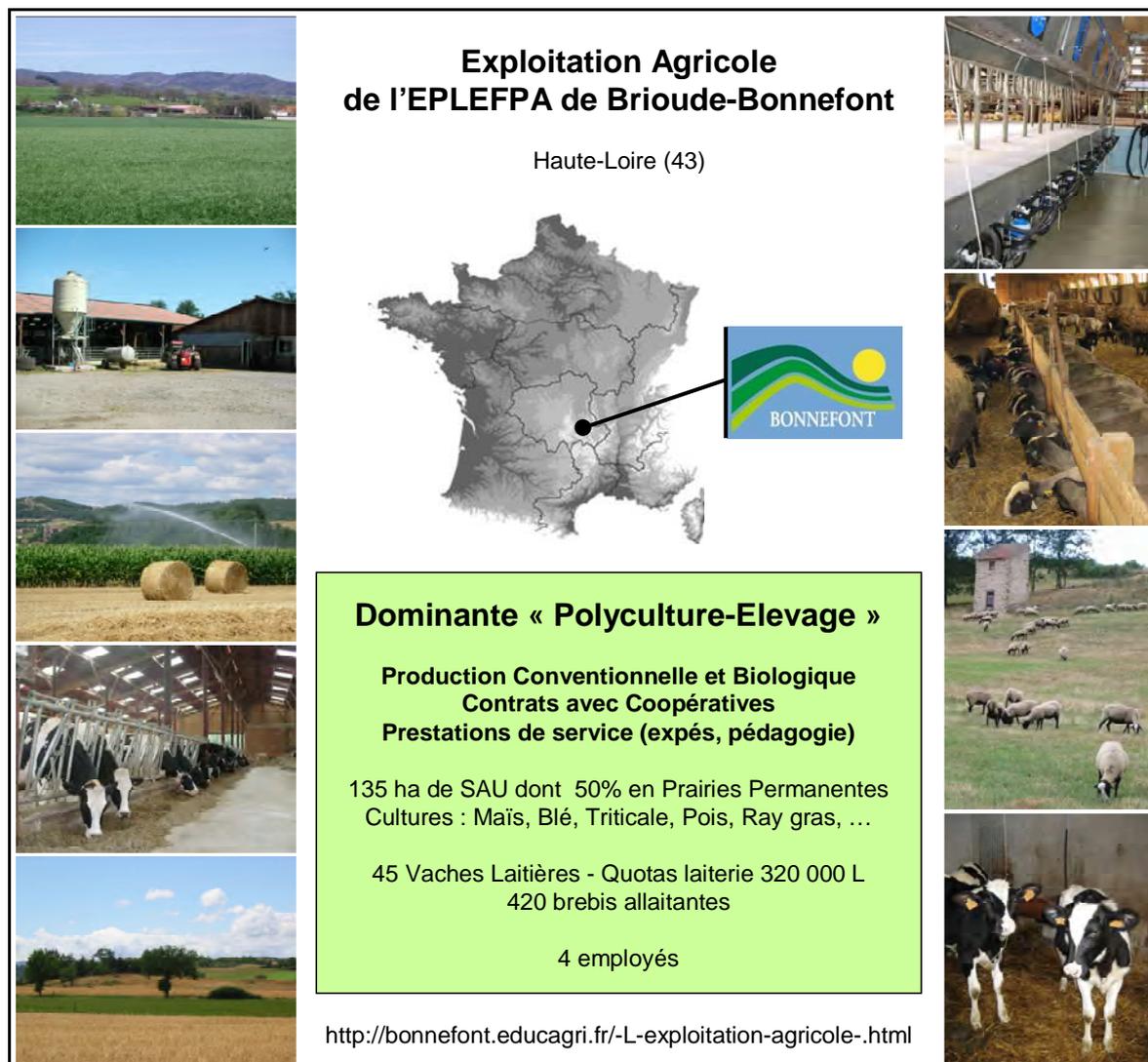


Figure 4.1 : Présentation du cas d'illustration : l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont

description opérative les deux types de modèles, et au niveau de description pilotage uniquement les modèles du système cible, compte tenu du peu de modalités de pilotage mises en place à ce jour. La démarche adoptée dans le cadre de cette étude mobilise ainsi les étapes 1-2-5-6 du cadre générique CEMAgriM (Figure 4.2).

Pour élaborer les différents modèles et mener à bien ce projet de modélisation, nous avons réalisé un important travail de collecte d'information, à travers la conduite d'entretiens, sur site ou téléphonique, avec le directeur d'exploitation mais aussi avec les différents salariés. Cette collecte d'information s'est effectuée au fil des besoins pour obtenir les différents modèles de l'exploitation agricole et s'est accompagnée d'un important travail de validation avec les différents acteurs de terrain. Elle a été complétée par la réunion et l'analyse de nombreux documents présents sur l'exploitation : rapports annuels d'activités, contrats de production et contrats territoriaux d'exploitation, déclarations PAC, projets stratégiques, assolements et itiné-

raires techniques, plans prévisionnels de fumure, cahiers de pâturage et carnets d'agnelage, données issues des logiciels de gestion et des différents documents d'acquisition, agendas des salariés, etc.

Les différents modèles obtenus ont été réalisés dans l'ordre préconisés par le cadre méthodologique CEMAgriM et ont été présentés au directeur d'exploitation pour correction et validation. L'objectif de cette approche n'étant pas d'aller jusqu'au bout de la conception d'un nouveau système mais d'illustrer avant tout la mise en application du cadre méthodologique CEMAgriM, certains modèles obtenus sont ainsi encore perfectibles.

Les paragraphes qui suivent présentent, par niveaux de description, les modèles obtenus et leur intérêt vis-à-vis de l'analyse et de la conception du système étudié. En guise d'illustration, quelques modèles figurent dans le corps du texte de ce chapitre, mais de nombreux modèles sont présentés en **Annexe II.2**. Nous invitons le lecteur à consulter ces annexes tout en lisant les éléments présentés dans ce chapitre.

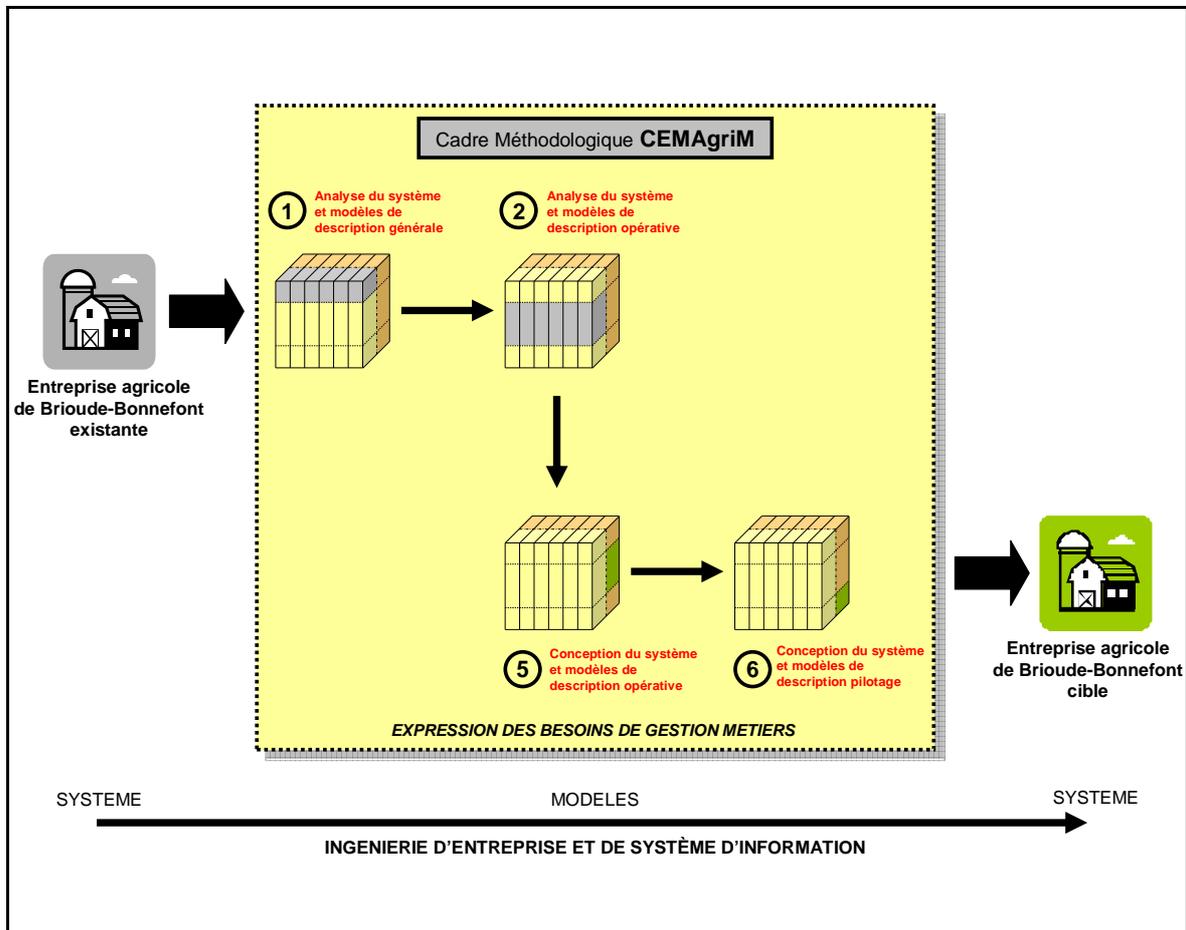


Figure 4.2 : Démarche de modélisation adoptée pour la réalisation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont

2. Présentation des modèles obtenus

2.1. Au niveau de description générale

Au niveau de description générale, les 9 types de modèles proposés, pour les 6 vues de modélisation, contribuent à comprendre et à décrire dans les grandes lignes le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise agricole considérée. Si l'élaboration du modèle d'inventaire des principaux objets, des organigrammes généraux des unités de travail, des unités biophysiques, des lieux et des unités de milieu, et du diagramme général de flux entre unités biophysiques, s'est révélé être un exercice de description du système existant relativement facile, l'élaboration des vues générales des prestations et des engagements et de la cartographie des processus s'est avéré être un exercice plus difficile revêtant une part de conception compte tenu de l'aspect innovant de ce type de représentation vis-à-vis du système étudié.

L'inventaire des principaux objets de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont a permis ainsi de recenser 33 types d'objets gérés au sein de l'entreprise dans les 6 catégories identifiées (équipement, personne, animal, végétal, matière; document) (Figure 4.3). Cette représentation a permis notamment d'identifier les différents types d'animaux gérés sur l'exploitation (Bovin femelle Prim'Holstein, Bovin mâle Prim'Holstein, Bovin croisé Charolais, Ovin femelle Bizet, Ovin mâle Bizet, Ovin mâle Charolais, Ovin mâle croisé, Ovin femelle croisée) et pour lesquels il sera important d'identifier les processus biophysiques et les cycles de vie. Elle a également permis d'identifier les principaux végétaux gérés sur l'exploitation (Maïs, Blé, Triticale, Triticale-Pois, Herbe, Pomme de terre) et pour lesquels il conviendra d'identifier les processus biophysiques et de définir les procédures de production (ou itinéraires techniques). Ce premier inventaire s'avère ainsi pertinent pour se rendre compte de nature des activités de l'exploitation agricole étudiée.

La vue générale des prestations de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont a permis de structurer et de décrire les principales prestations proposées par l'entreprise considérée tout en précisant les différents clients. Deux grandes catégories de prestations ont ainsi été identifiées pour cette exploitation : la fourniture de produits agricoles (ovins viande, ovins reproducteurs, lait de vache, bovins laitiers, bovins laitiers reproducteurs, produits végétaux) et la fourniture de services (mise à disposition de ressources pour la formation ou pour la recherche, prêt de ressources, prestation d'entretien de l'espace) (Figure 4.4). Ces prestations sont la raison d'être de l'entreprise et caractérisent les liens que cette entreprise entretient avec son environnement transactionnel. Cette représentation permettra d'identifier et de structurer les flux d'objets échangés entre l'entreprise et son environnement. La vue générale des engagements a permis quant à elle de spécifier les engagements pris par l'entreprise vis-à-vis de ses différentes parties prenantes et d'approcher le jeu de contraintes qui s'applique à l'en-

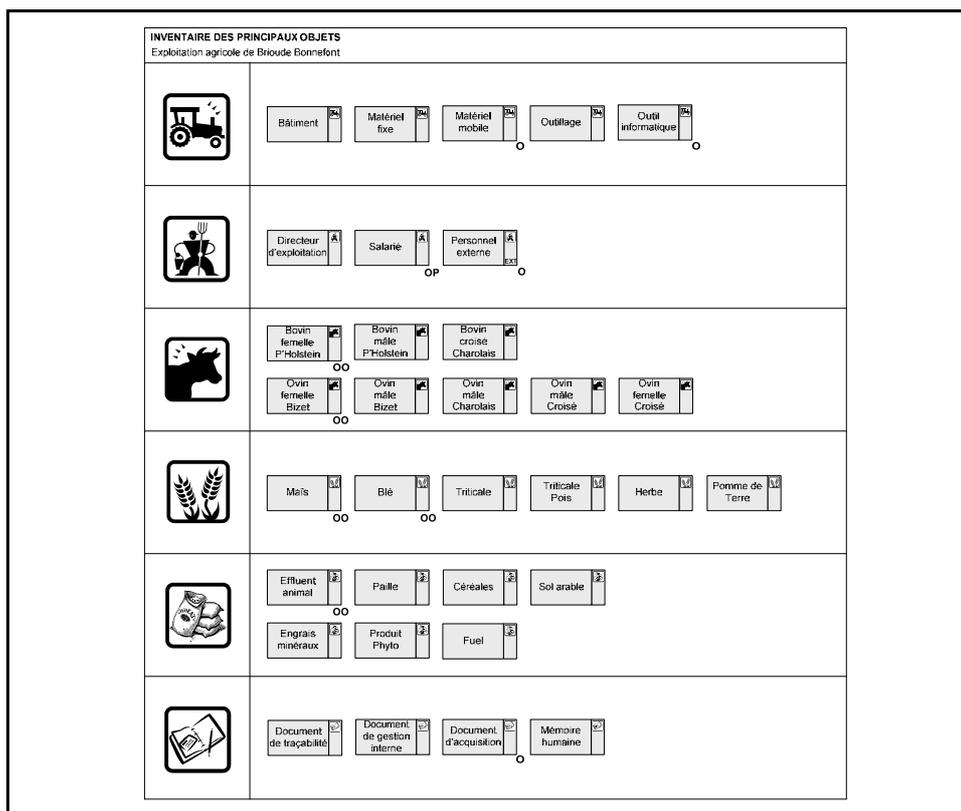


Figure 4.3 : Inventaire des principaux objets de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

treprise et qui doit être pris en compte dans l'analyse des performances de celle-ci. Pour l'entreprise considérée, nous avons identifié grâce cette représentation, 5 types d'engagements concernant la quantité de production, la qualité de production, l'environnement, les moyens de production et la réglementation.

La réalisation d'une cartographie des processus de l'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont, et présentée en annexes II.2, nous a permis par ailleurs d'identifier 24 processus à piloter au sein de l'entreprise : 3 pouvant être considérés comme des processus de pilotage, 15 comme des processus de réalisation, et 6 comme des processus support. A ce niveau, cette représentation ne vise qu'à recenser les processus qui seront décrits plus en détail aux niveaux de description opérative et pilotage et cet inventaire s'avère relativement générique pour de nombreuses exploitations.

L'organigramme des unités de travail de l'exploitation de Brioude-Bonnefont nous a permis en outre de spécifier une première décomposition de l'unité de travail "Exploitation agricole" en unités de travail plus élémentaires. Nous en définissons 5 au niveau de description générale : l'atelier bovin lait, l'atelier ovin viande, l'atelier cultures, l'atelier entretien et le service administratif. De la même manière, l'organigramme des unités biophysiques nous permet d'identifier 8 grands types d'unités biophysiques pour lesquelles il sera utile de piloter les performances au sein de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont : 2 lots fonctionnels de parcelles végétales (la sole de cultures et d'herbe Bio et la sole de cultures et d'herbe

non Bio), 2 lots fonctionnel d'animaux (le troupeau bovin laitier et le troupeau ovin viande) et 4 lots fonctionnels de matière (le stock de végétaux Bio, le stock de végétaux non Bio, le stock de matières organiques Bio et le stock de matières organiques non Bio). Le diagramme de flux entre unités biophysiques vient compléter cette représentation en précisant les principaux flux d'objets échangés au sein de l'entreprise entre ces unités biophysiques et qu'il convient de gérer au niveau d'un système de traçabilité (Figure 4.5). Nous retrouvons notamment les objets identifiés dans l'inventaire des principaux objets de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont.

Enfin, l'organigramme des lieux permet de préciser les principaux lieux de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. Trois sites de production sont recensés : le site de Bonnefont, le site du Chariol et le site de Champagnac. L'organigramme des unités de milieu précise en outre le découpage de l'espace géré par l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont (Figure 4.6). Nous identifions 4 types d'unités de milieu : les zones agricoles, les zones

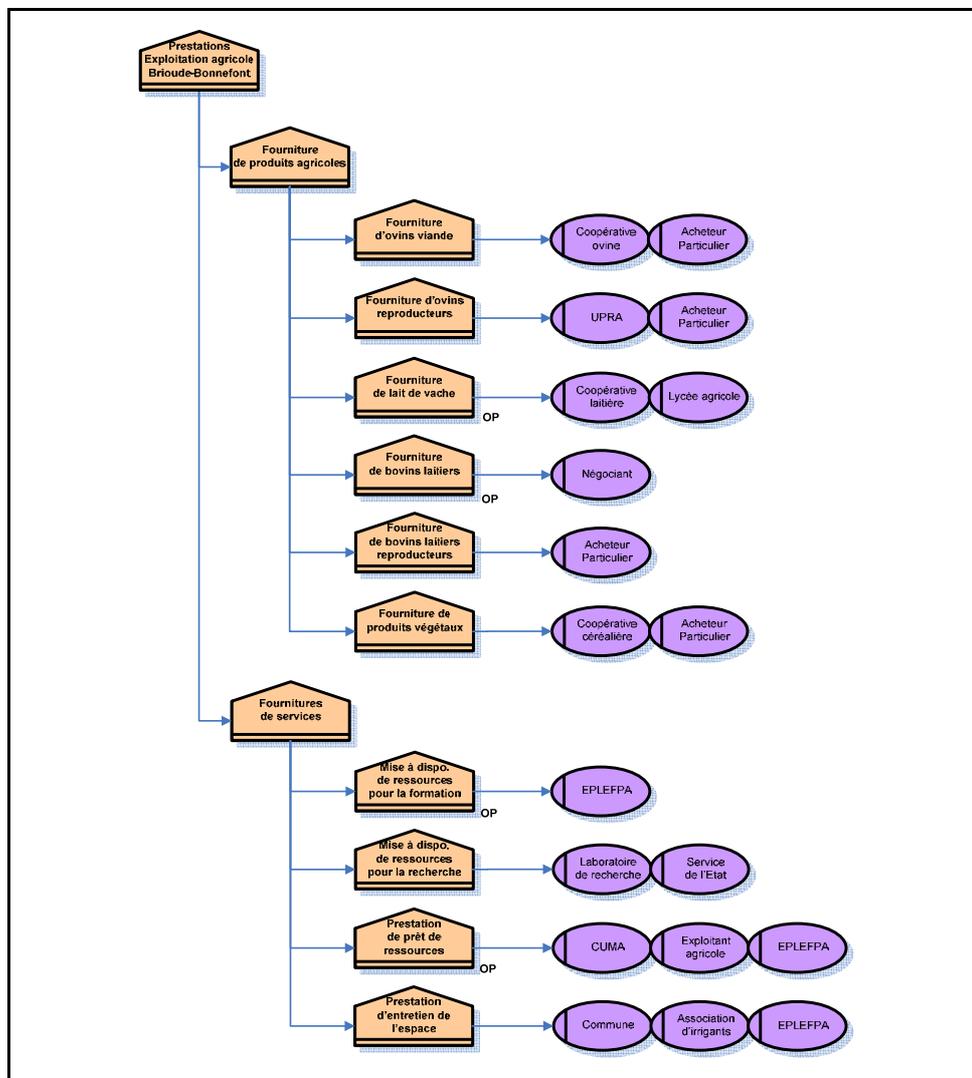


Figure 4.4 : Vue générale des prestations de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

boisées, les zones agricoles et non boisées végétalisées, les zones artificialisées bâties ou non. En élaborant cet organigramme, le directeur d'exploitation a pr la suite identifié un niveau de décomposition supplémentaire regroupant les parcelles agricoles Bio, les parcelles agricoles non Bio, ou les différents bâtiments des sièges de Bonnefont ou du Chariol et dont il sera pertinent de gérer les performances séparément.

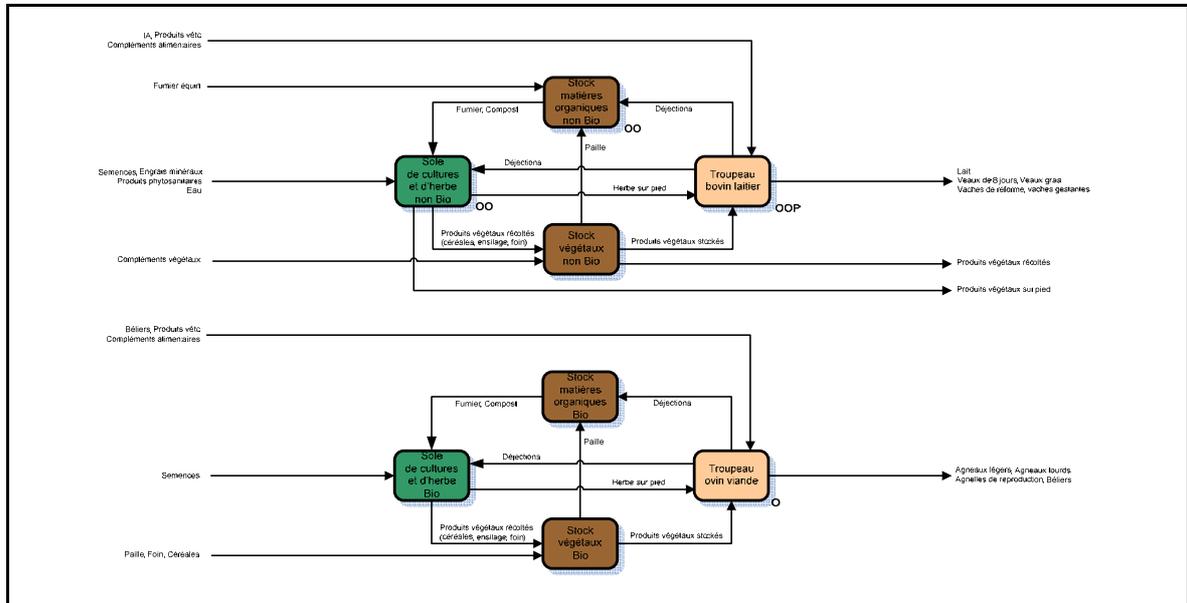


Figure 4.5 : Diagramme général de flux entre unités biophysiques de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

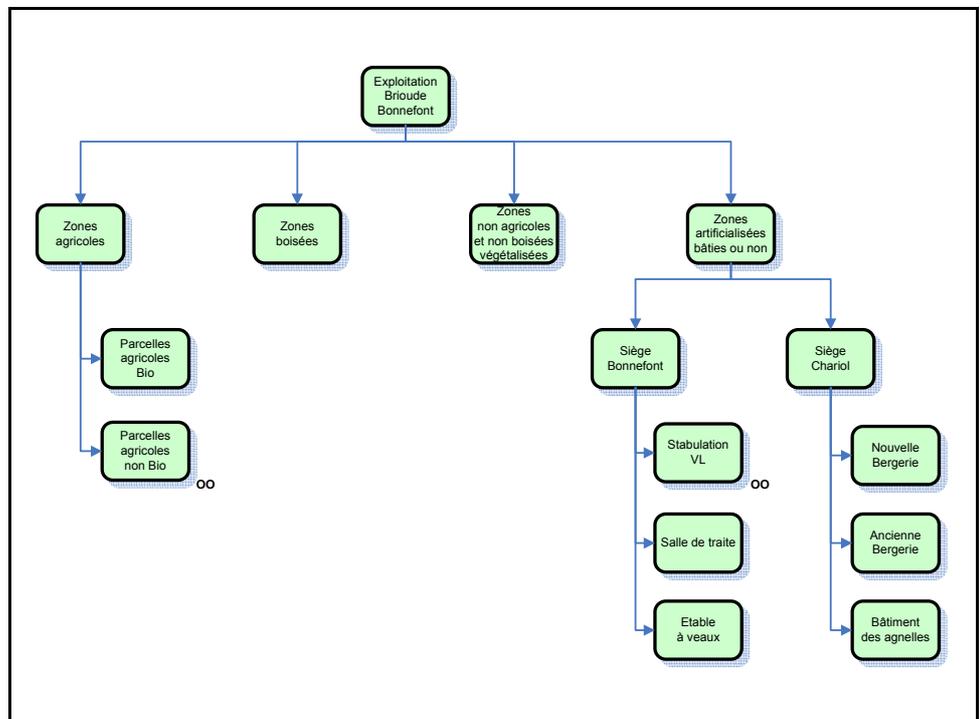


Figure 4.6 : Organigramme général des unités de milieu de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

2.2. Au niveau de description opérative

Au niveau de description opérative, les 25 types de modèles proposés, pour les 6 vues de modélisation, permettent d'approfondir la compréhension et la description du fonctionnement et de l'organisation de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont. Les modèles obtenus au niveau de description générale sont structurants pour faire le lien avec les modèles plus détaillés du niveau de description opérative présentés ci-après. Notons que dans bien des cas, les modèles du système existant (analyse) correspondent aux modèles du système cible (conception). Nous présenterons ainsi avant tout les modèles du système cible.

Les modèles de la vue Ressource, au niveau de description opérative, ont permis de détailler les principaux objets identifiés au niveau de description opérative. L'inventaire détaillé des objets a permis par exemple de lister les différents matériels mobiles utilisés par l'exploitation agricole de Brioude Bonnefont, qu'ils soient propriété de l'exploitation, d'une CUMA, ou d'une entreprise de service (Figure 4.7). Ces équipements sont mobilisés par les unités de travail dans la vue Physique. Leur inventaire a permis d'avoir une première idée des principales activités de l'entreprise agricole par les fonctionnalités intrinsèques de ces matériels. L'inventaire détaillé des objets a contribué également à identifier les premiers éléments du système d'information de l'entreprise à travers le recensement des outils informatiques et des documents d'acquisition utilisés pour les besoins de l'exploitation, ou à recenser les personnes mobilisées, qu'elles soient salariées de l'entreprise (3 au total, sans compter le directeur d'exploitation) ou externe au système (Figure 4.8). La description des processus biophysiques des objets de type animal, végétal ou matière a permis par ailleurs, avec le directeur d'exploitation, d'identifier et de décrire les phases et les stades qui ont de l'importance pour le pilotage de l'exploitation de Brioude-Bonnefont (Figure 4.9). Décrire, à partir de ces processus biophysiques, les principaux états qui constituent le cycle de vie d'un objet, nous a permis en outre de mieux identifier les unités biophysiques à gérer et les indicateurs d'état à définir pour le pilotage de l'entreprise agricole que nous verrons un peu plus loin.

Les modèles de la vue Environnement, au niveau de description opérative, nous ont permis de détailler, en accord avec l'exploitant agricole, les principales prestations et les principaux engagements identifiés au niveau de description opérative. Dans le cas de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont, il n'a pas été utile de définir les vues détaillées des prestations et des engagements, la décomposition élémentaire des prestations et des engagements étant présentée avec les diagrammes d'environnement de prestations et d'engagements. Ces diagrammes d'environnement spécifient les différents flux d'objets échangés entre l'exploitation de Brioude-Bonnefont et son environnement transactionnel. Ainsi, dans le cadre de la prestation "fourniture de lait de vache", nous avons pu distinguer la prestation de fourniture de lait à la coopérative de celle de fourniture de lait au lycée agricole. Ces deux prestations élémentaires ne font ainsi pas appel aux mêmes procédures internes tant au niveau de la planification qu'au niveau de la logistique ou du paiement. Pour la fourniture de lait à la coopérative,

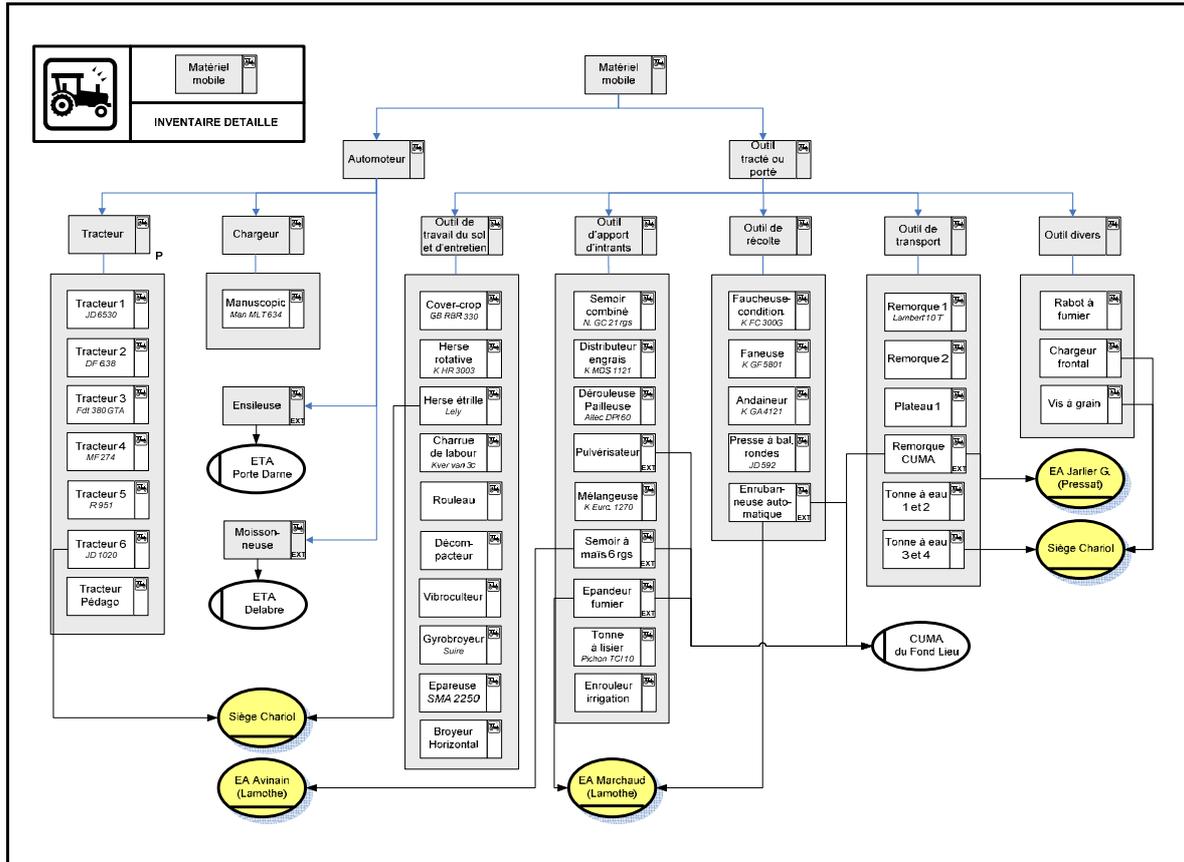


Figure 4.7 : Inventaire détaillé des objets "matériel mobile"

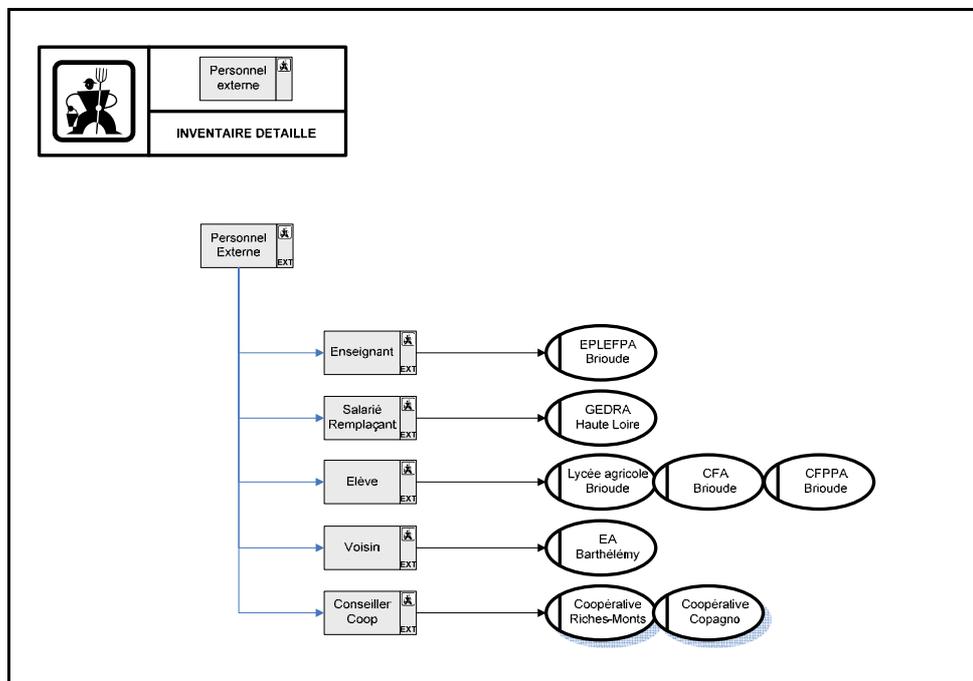


Figure 4.8 : Inventaire détaillé des objets "Personnel externe"

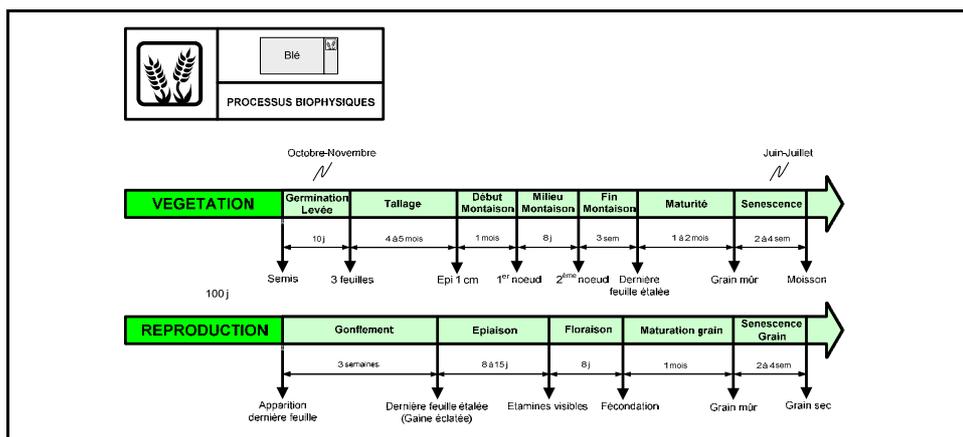


Figure 4.9 : Description des processus biophysiques d'objet "Blé"

les prévisions sont trimestrielles, le lait est rendu disponible dans le tank, et le paiement est directement réalisé par la coopérative. Pour la fourniture de lait au lycée agricole, les prévisions sont hebdomadaires, le lait est livré à la cantine et le paiement est réalisé sur facture (Figure 4.10). La description de ces différents flux a servi notamment à définir les entrées et sorties des processus "Commercial", "Logistique sortant" et "Comptabilité" représentées au niveau des descriptions détaillées de processus. Dans le cadre de l'engagement "qualité de production" de l'exploitation, nous avons identifié quatre types d'engagements en fonction des parties prenantes (Richemonts, Copagno, Pédagogie, Biologique). Ces engagements sont formalisés au sein de documents (contrats, conventions, cahiers des charges) qui contraignent l'activité de l'entreprise agricole considérée (Figure 4.11). La description de ces différents flux sert notamment à définir les entrées et les sorties des processus "Pilotage stratégique", "Conception production animale", "Conception production végétale", "Comptabilité".

Les modèles de la vue Processus, au niveau de description opérative, ont permis, à partir du recensement des processus réalisés au niveau de description générale, d'approfondir et de structurer la compréhension des processus et des procédures de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. Plusieurs descriptions détaillées de processus sont présentées en Annexes II.2. Elles permettent de décrire les principaux flux d'objets, sortants mais aussi entrants, de préciser les principales fonctions et les principales procédures qui mettent en œuvre ces processus. Ces éléments nous aident à définir les modalités du pilotage de ces processus au niveau de description pilotage.

Par ailleurs, en établissant les tableaux de correspondance entre procédures et opérations techniques, nous avons identifié avec le directeur d'exploitation les premiers éléments utiles à l'élaboration des logigrammes de procédures. Ces logigrammes nous ont permis de spécifier à la fois les opérations mobilisées mais aussi leur organisation séquentielle, ce qui contribue à identifier les besoins en termes de suivi de procédures. Cette description a été affinée à travers les diagrammes de mise en œuvre de procédure où sont spécifiés les travaux qui mettent en œuvre ces différentes opérations, ce qui permet de faire le lien avec les éléments du système d'information de gestion (SIFg) et ceux du système d'information pour l'acquisition de données (SIFa). Si nous prenons l'exemple du "processus de réalisation de la pro-

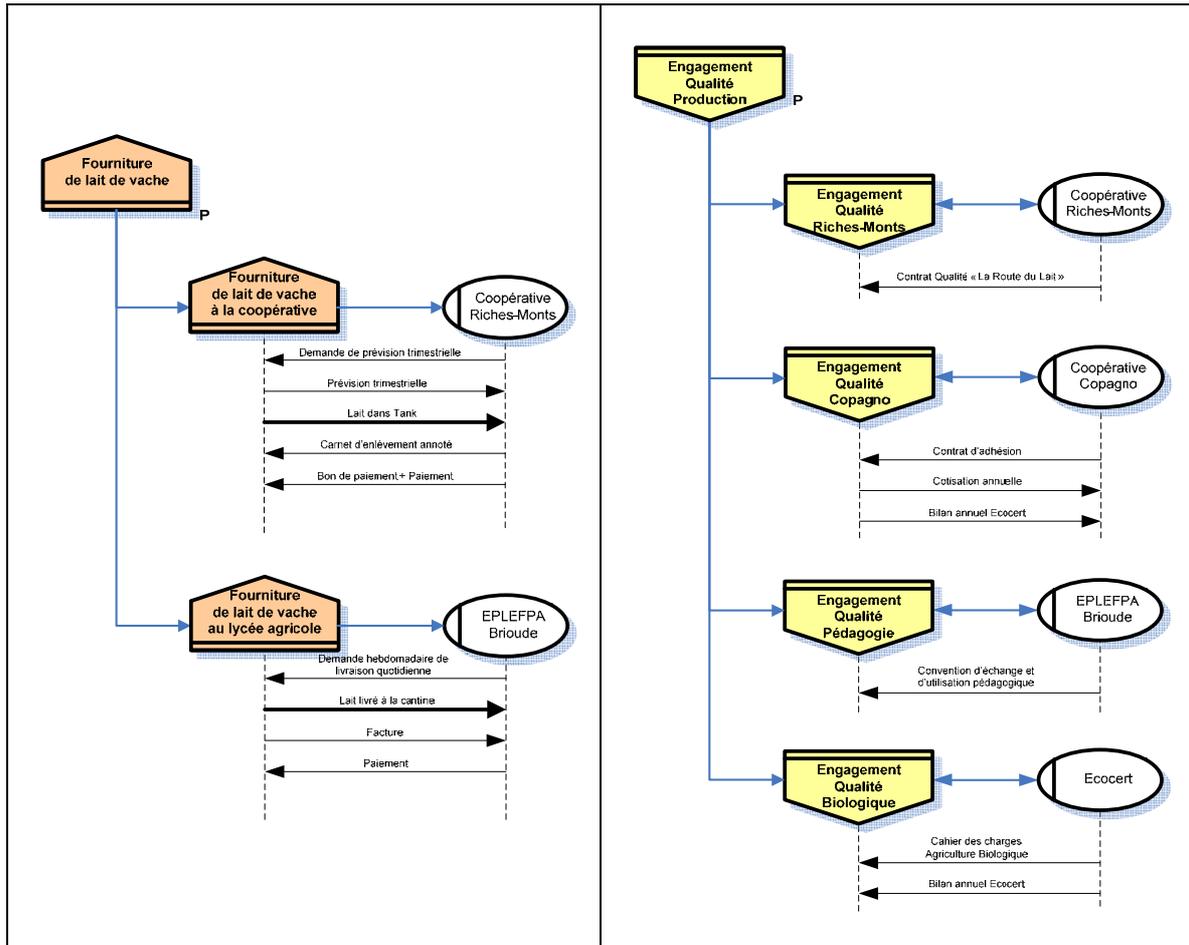


Figure 4.10 : Diagramme d'environnement de prestations "Fourniture de lait de vache"

Figure 4.11 : Diagramme d'environnement d'engagements "Qualité production"

duction végétale", une dizaine d'états d'objets constituent les sorties attendues de ce processus. Ce processus couvre deux fonctions principales : "assurer la production végétale" et "assurer la durabilité du milieu". Treize procédures ont été définies pour mettre en œuvre ce processus. Ces procédures correspondent aux différents itinéraires techniques de production végétale. L'itinéraire technique du blé non Bio fait appel à 7 opérations techniques (Epanchage organique, Labour, Semis, Epanchage minéraux, Protection végétaux, Moisson, Déchaumage) et mobilise 9 opérations qui sont réalisées soit de manière événementielle, soit de manière hebdomadaire selon les besoins (cas de l'opération "apporter un fongicide sur du blé"). Cet itinéraire technique est appliqué aux unités biophysiques "Sole de blé non Bio en rotation Maïs/Blé" et "Sole de Blé non Bio en rotation 2 Blés / 2 Prairies Temporaires". Ces différentes opérations sont mises en œuvre par 14 travaux que nous retrouverons dans la vue Physique. La Figure 4.12 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** reprend ces différentes représentations en précisant les articulations entre modèles. Notons que dans le cas de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont, il a été choisi de distinguer les processus de conception, de suivi et de réalisation de la production animale ou végétale. Cette distinction est intéressante et permet

de définir et de suivre des procédures pour chacun de ces processus et de contribuer ainsi à spécifier différents types d'outils de gestion. Dans le cas des productions animales et végétales, les procédures de suivi des différentes productions, au sein des processus de suivi, permettent de spécifier le rythme avec lequel les observations doivent être réalisées, ce qui conditionne nécessairement la périodicité des interventions réalisées sur les cultures ou les animaux dans le cadre des procédures des processus de réalisation.

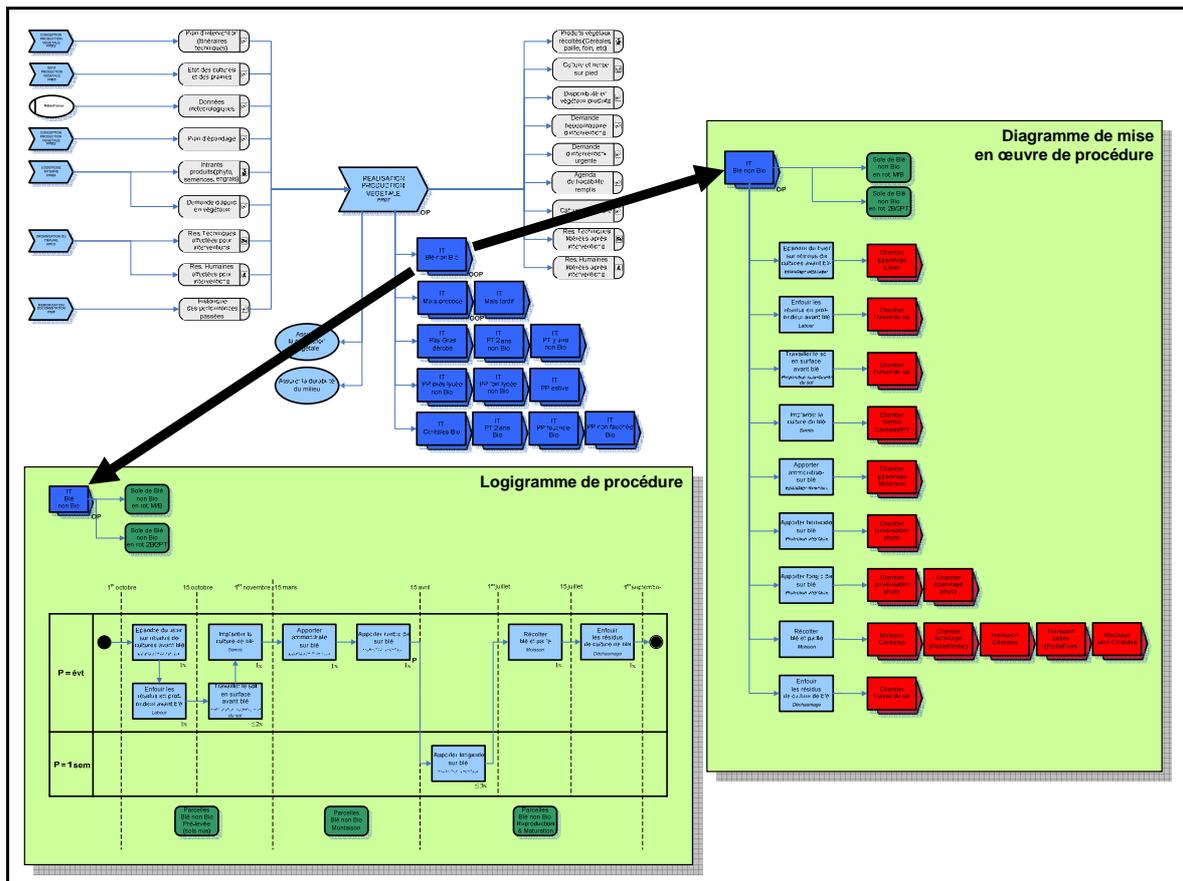


Figure 4.12 : Description détaillée du "Processus Réalisation production végétale" et de la procédure "Itinéraire technique du Blé non Bio"

Les modèles de la vue Physique, au niveau de description opérative, ont contribué à décrire en détail l'organisation et le fonctionnement du système physique de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. L'organigramme détaillé des unités de travail précise la décomposition des unités de travail identifiées au niveau de description générale. Pour l'atelier cultures par exemple, nous avons ainsi défini les unités de travail "implantation cultures" (travail du sol, semis), "fertilisation cultures" (épandage organique, fertilisation minérale), "conduite cultures" (surveillance cultures, désherbage mécanique, traitement phytosanitaire, irrigation) et "récolte cultures" (coupe, fenaison presse, transport, stockage), qui sont autant d'éléments à piloter dans l'entreprise agricole (Figure 4.13). L'organigramme des travaux spécifie pour chacune de ces unités de travail, les travaux qu'elles permettent de réaliser. L'unité de travail "Epannage organique" permet ainsi de ré-

aliser un chantier d'épandage de fumier, un chantier d'épandage de compost ou un chantier d'épandage de lisier. La description détaillée d'une unité de travail nous a permis de préciser les flux entrants et sortants de ces unités de travail, ce qui contribue à définir leur pilotage (Figure 4.13). Elle précise également les ensembles de travail nécessaires et les entités ou objets qui y sont affectés. Pour l'unité de travail "Epandage organique", deux types d'ensembles de travail ont été identifiés : un "ensemble d'épandage d'effluents organiques" et un "ensemble de chargement d'effluents organiques". Plusieurs entités contribuent à la réalisation des travaux proposés par cette unité de travail, que ce soit des personnes (Claude Masboeuf, François Trignol) ou des équipements (tracteur 1, tracteur 2, manuscopic, épandeur à fumier, tonne à lisier, barre de guidage, etc). La description détaillée d'un travail précise les objets ou entités affectées/affectables aux différents ensembles de travail et recense les documents mobilisés pour la réalisation du travail considéré. La Figure 4.13 présente ainsi à partir de l'organigramme détaillé des unités de travail la description détaillée du travail "Chantier Epandage Compost". Pour ce dernier, 4 combinaisons d'entités ont été identifiées pour fournir les aptitudes requises par l'"ensemble d'épandage d'effluents solides" : elles dépendent notamment des personnes et des tracteurs mobilisés. Trois documents ont par ailleurs été identifiés (agenda, fiche parcellaire, fiche de collecte) et contribuent à identifier les besoins en termes de définition de système d'acquisition pour ce type de travail. La fiche

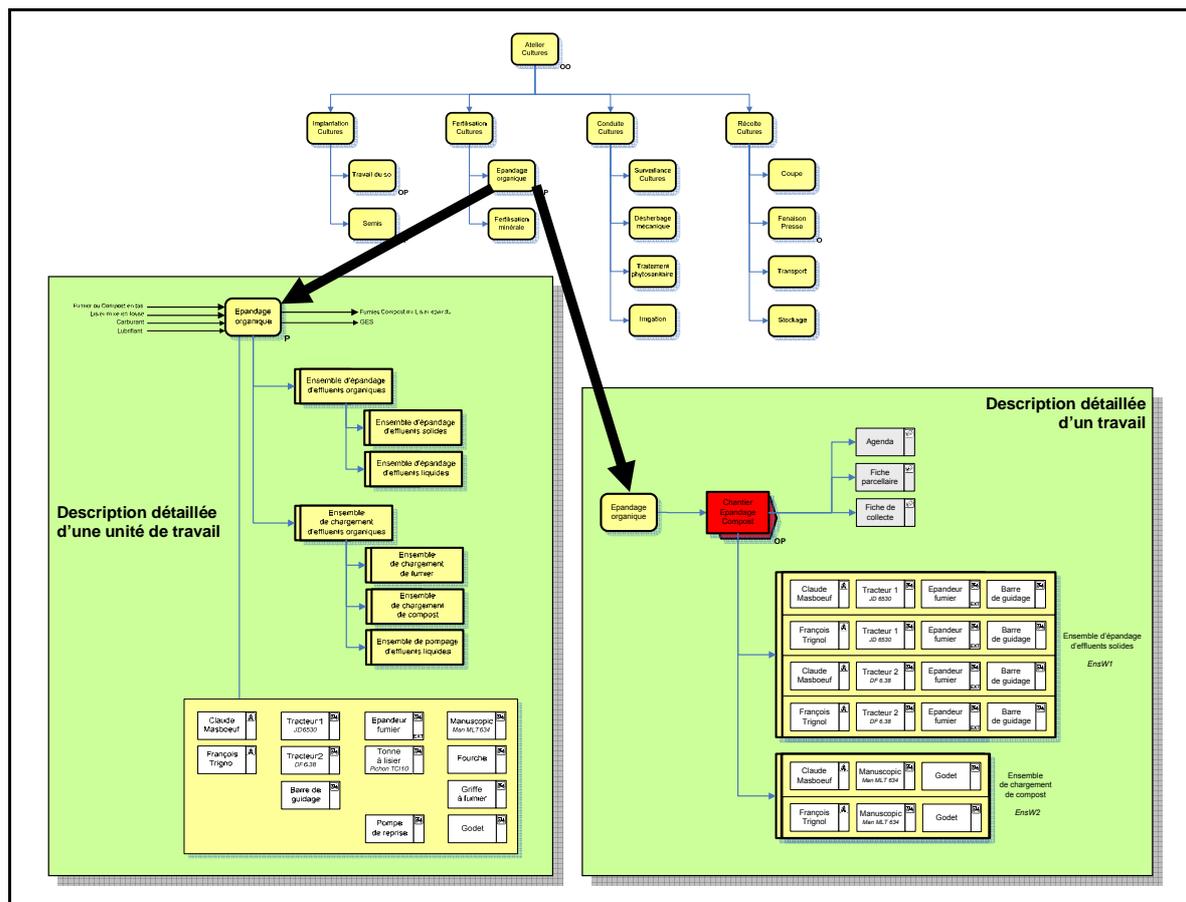


Figure 4.13 : Organigramme détaillé des unités de travail "Atelier Cultures" et description détaillée de l'unité de travail "Épandage organique" et du travail "Chantier Épandage Compost"

de collecte a été introduite dans le modèle du système cible pour garantir une plus grande traçabilité des données issues des travaux réalisés. La Figure 4.14 illustre l'intérêt de la modélisation proposée (logigramme d'un travail) pour spécifier un système d'acquisition de données cible, par rapport à un système d'acquisition existant : les changements proposés visent dans le cas présent à collecter davantage de données pour mieux évaluer les consommations de carburants. La réalisation du plein du réservoir en début et en fin de travail, et l'enregistrement sur support papier des données de chantier, permettent d'améliorer la connaissance des temps de travaux et des consommations de carburants spécifiques aux opérations d'épandage de compost, sans pour autant rajouter de nouveaux dispositifs technologiques d'acquisition.

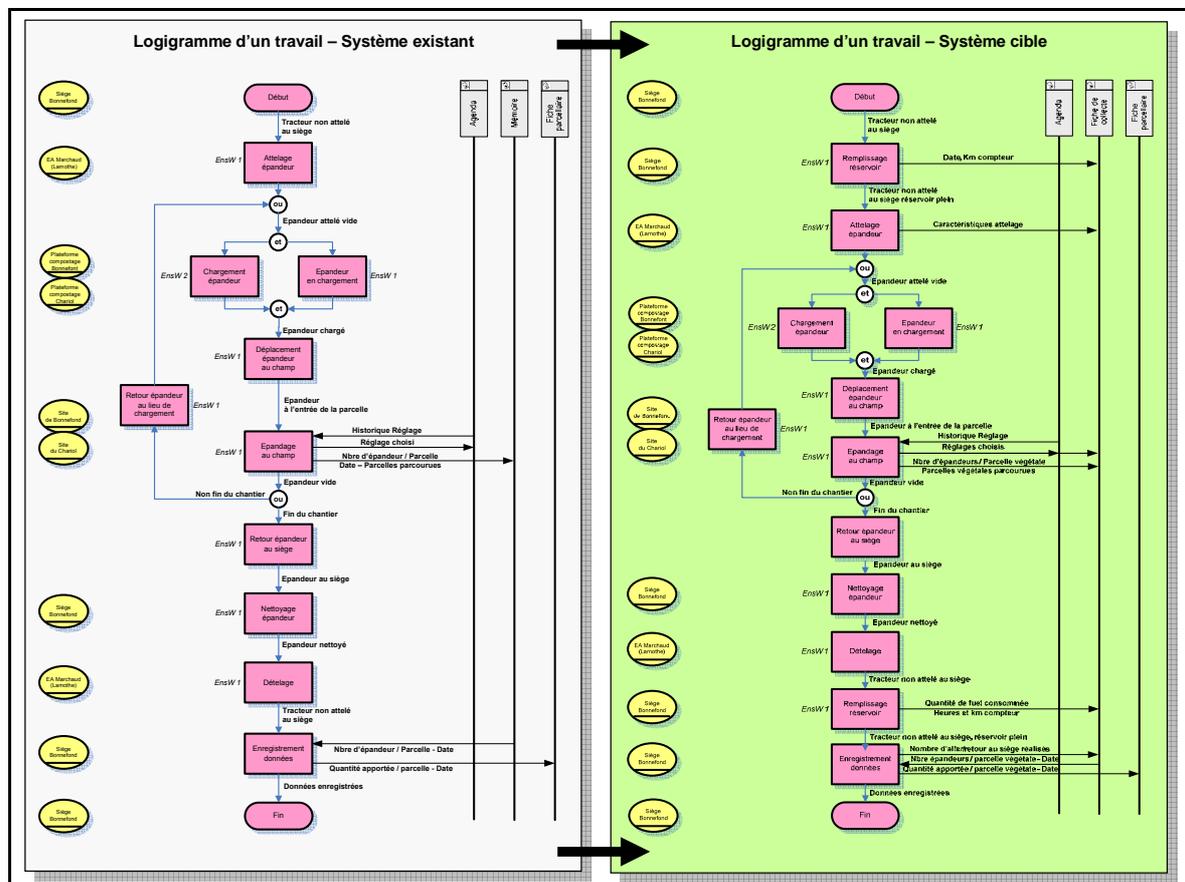


Figure 4.14 : Logigramme des tâches du travail "Chantier Épandage Compost" pour le système existant (Analyse) et le système cible (Conception)

Les modèles de la vue Biophysique, au niveau de description opérative, nous ont permis de décrire plus précisément les unités biophysiques identifiées par le directeur de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont au niveau de description générale. Les organigrammes détaillés des unités biophysiques ont permis de définir précisément les différentes unités biophysiques élémentaires gérées au sein de l'exploitation. La sole de cultu-

res et d'herbe non Bio se décompose ainsi en une sole de cultures non Bio (sole de maïs non Bio et sole de Blé non Bio) et une sole d'herbe non Bio. Le "troupeau bovin laitier" se décompose par ailleurs en 4 lots fonctionnels d'animaux (vaches laitières, vaches de réformes, veaux gras, génisses de renouvellement) qui se décomposent eux-mêmes en plusieurs lots fonctionnels élémentaires d'animaux (vaches laitières en production, vaches laitières tariées, génisses de moins de 4 mois, génisses de moins d'un an, génisses d'un an, génisses de 2 ans). Ces unités biophysiques élémentaires sont reliées entre elles par différents flux d'objets présentés dans les diagrammes détaillés de flux entre unités biophysiques. En superposant ces éléments avec les unités de milieu, nous explicitons et représentons les principales rotations de cultures de l'exploitation agricole (Figure 4.15) tout en précisant les flux entrants et sortants des unités biophysiques qu'il convient de mesurer et d'évaluer. La représentation adoptée permet en outre de faire la distinction entre les flux qui entrent et sortent des unités de milieu et ceux qui restent dans l'unité de milieu. C'est le cas par exemple de l'herbe sur pied qui est issue du lot fonctionnel végétal "Sole d'herbe en Prairie Temporaire non Bio en rotation Maïs/Prairie Temporaire" et qui sera consommée (flux entrants) dans la même unité de milieu par des lots fonctionnels d'animaux. Cette identification des unités biophysiques peut également se représenter sur un axe des temps à travers le calendrier des unités biophysiques. Pour le troupeau bovin laitier (Figure 4.16), ce calendrier montre l'existence en permanence d'un lot de vaches laitières en production, mais l'existence uniquement entre septembre et juin d'un lot de génisses de moins de 4 mois ou l'existence uniquement en décembre et janvier d'un lot de vaches de réformes. Ces informations sont précieuses pour savoir à quelles saisons il est pertinent de piloter tel lot d'animaux et structurer ainsi les tableaux de bord pour le suivi de l'état et des performances du système.

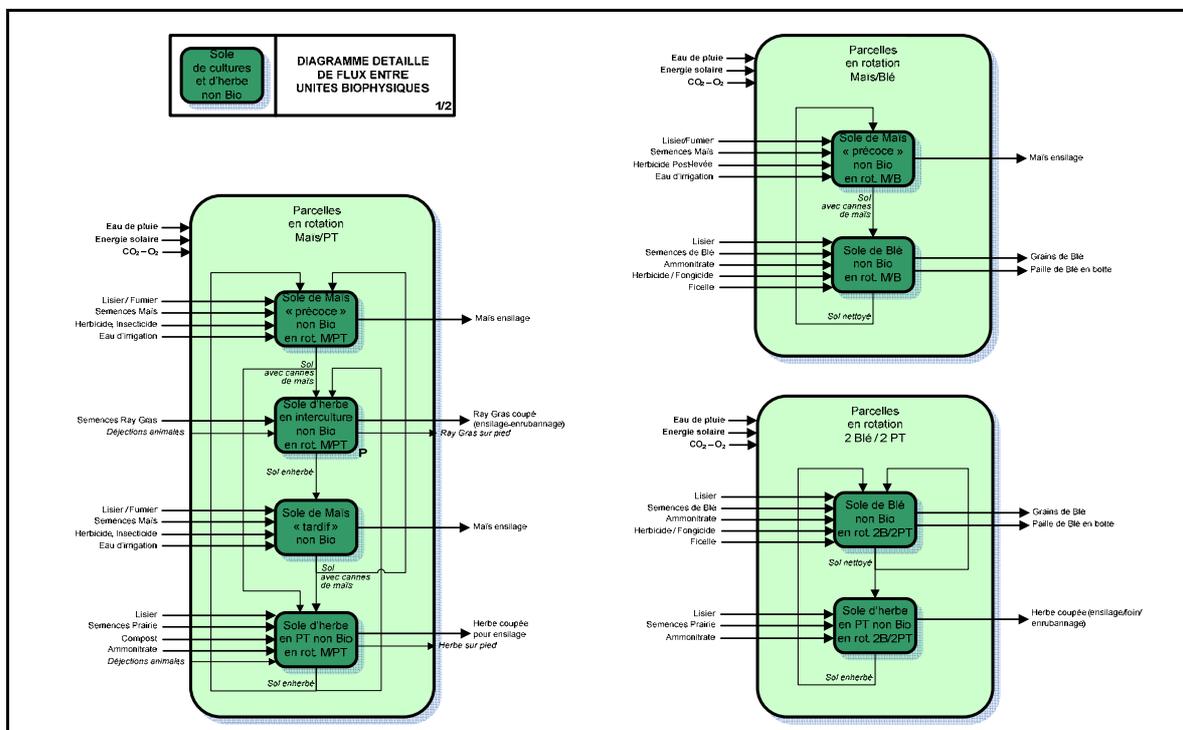


Figure 4.15 : Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques pour une partie de la "sole de cultures et d'herbe non Bio"

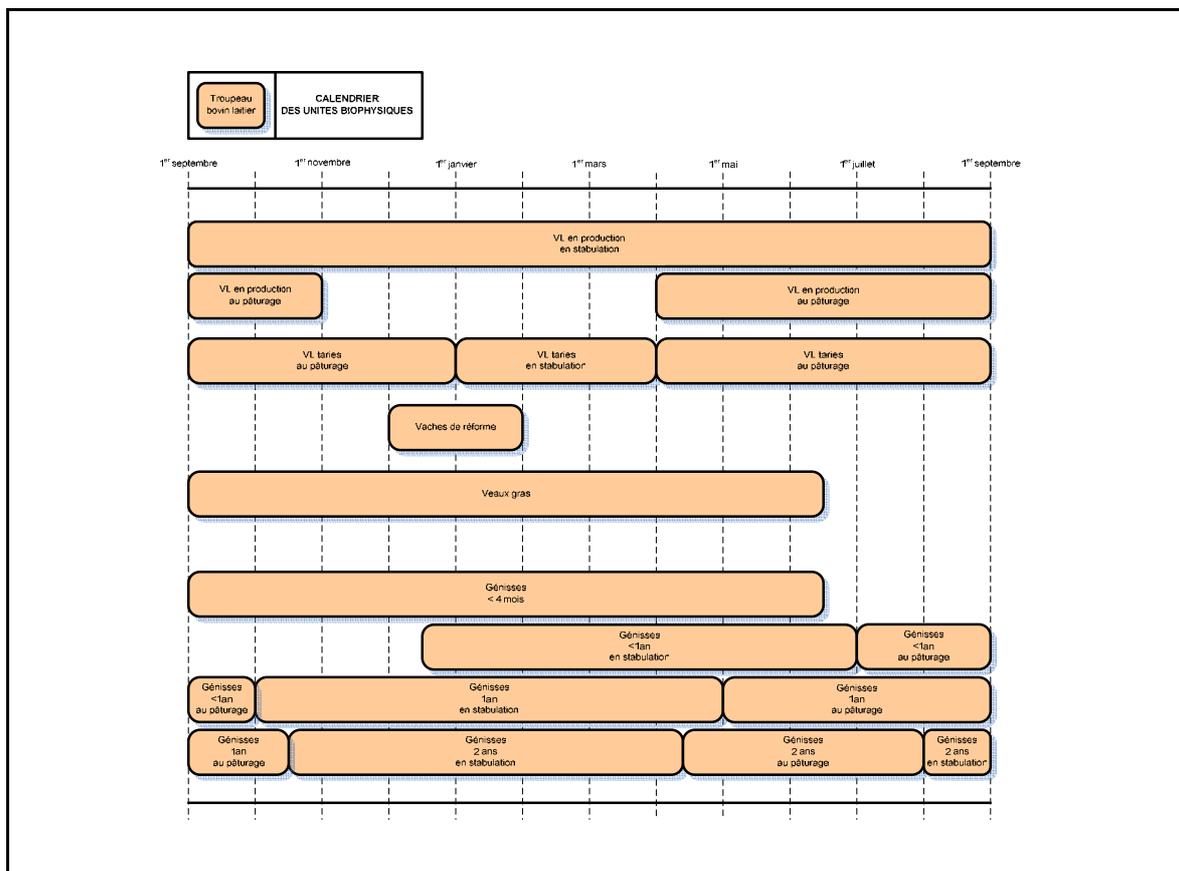


Figure 4.16 : Calendrier des unités biophysiques pour le "Troupeau bovin laitier"

Enfin, les modèles de la vue Organisation spatiale, au niveau de description opérative, nous ont permis de préciser les différents lieux identifiés au niveau de description générale pour l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. Il est important d'identifier et de hiérarchiser ces différents lieux où se déroule l'activité de l'exploitation considérée, notamment pour les reporter dans les logigrammes de tâches et identifier où les informations sont produites et mobilisées dans une perspective de mobilisation et d'enregistrement des données en temps réel pour les besoins traçabilité et de gestion. L'organigramme détaillé du lieu "Bonnefont-Siège" précise ainsi les différents lieux du siège de l'exploitation : 12 lieux différents peuvent ainsi être reportés sur une carte pour les situer les uns par rapport aux autres (Figure 4.17). Une cartographie précisant la localisation des différents partenaires de l'exploitation agricole (Figure 4.18) permet du reste d'apprécier l'éloignement de certaines ressources comme les équipements mobiles présentés en Figure 4.3. Par ailleurs, la représentation des unités de milieux permet de comprendre le découpage de l'espace géré par l'exploitation de Brioude-Bonnefont. L'organigramme détaillé des unités de gestion permet ainsi de représenter ce que l'exploitant appelle couramment parcelles ou îlots. Nous retrouvons des parcelles appelées "La Mine", "Tarlan", "Sous la

"Porcherie" en référence à leur localisation, mais cette représentation permet également de définir des regroupements et une hiérarchisation utiles à la gestion comme les unités de milieu "parcelles en rotation maïs/prairie temporaire" ou "parcelles en rotation maïs/blé" tels que le directeur d'exploitation se le représente. Enfin, en lien avec ces organigrammes, les schémas d'organisation spatiale permettent d'apprécier, à différents niveaux de précision, l'organisation spatiale des différentes unités de milieu (proximité, éloignement, juxtaposition, etc.) et donc, indirectement, la dispersion des activités, chaque unité de milieu servant de support aux activités agricoles (Figure 4.19).

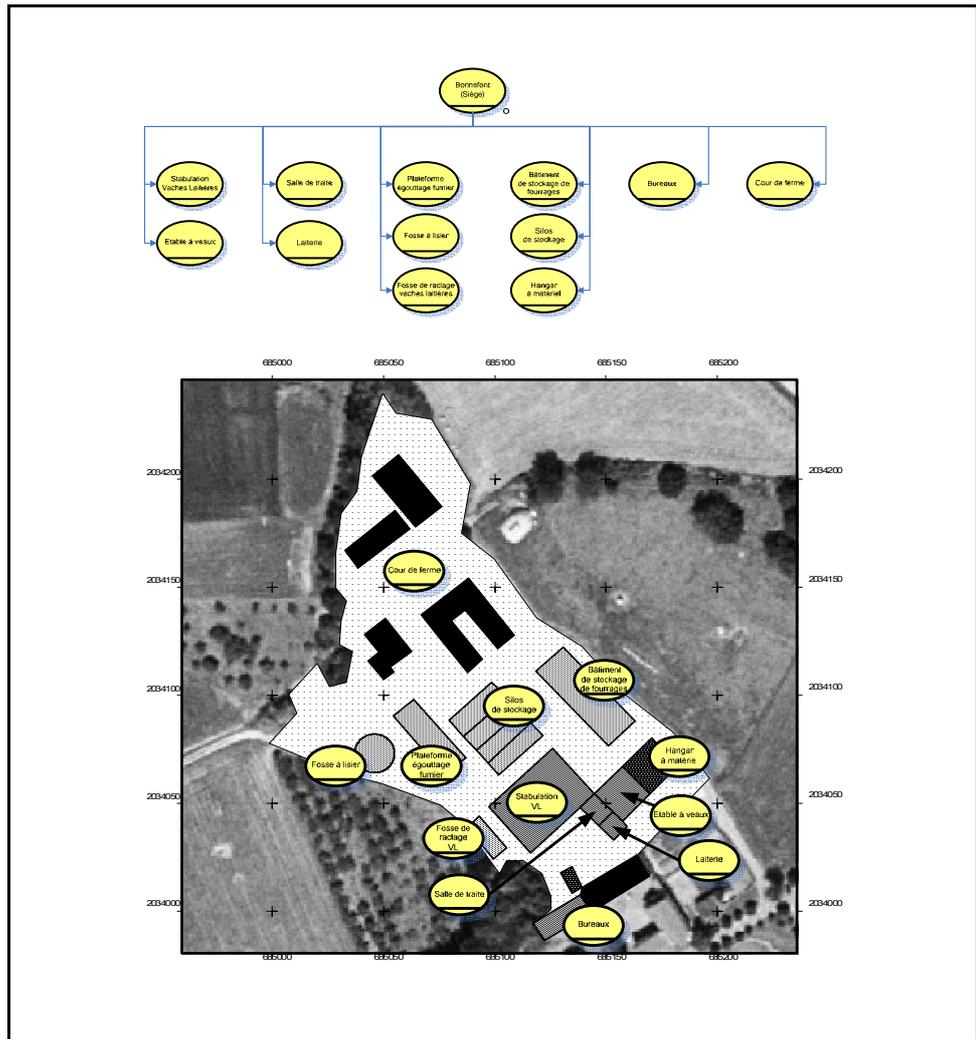


Figure 4.17 : Organigramme détaillé et cartographie des lieux du Siège de l'exploitation de Brioude-Bonnefont

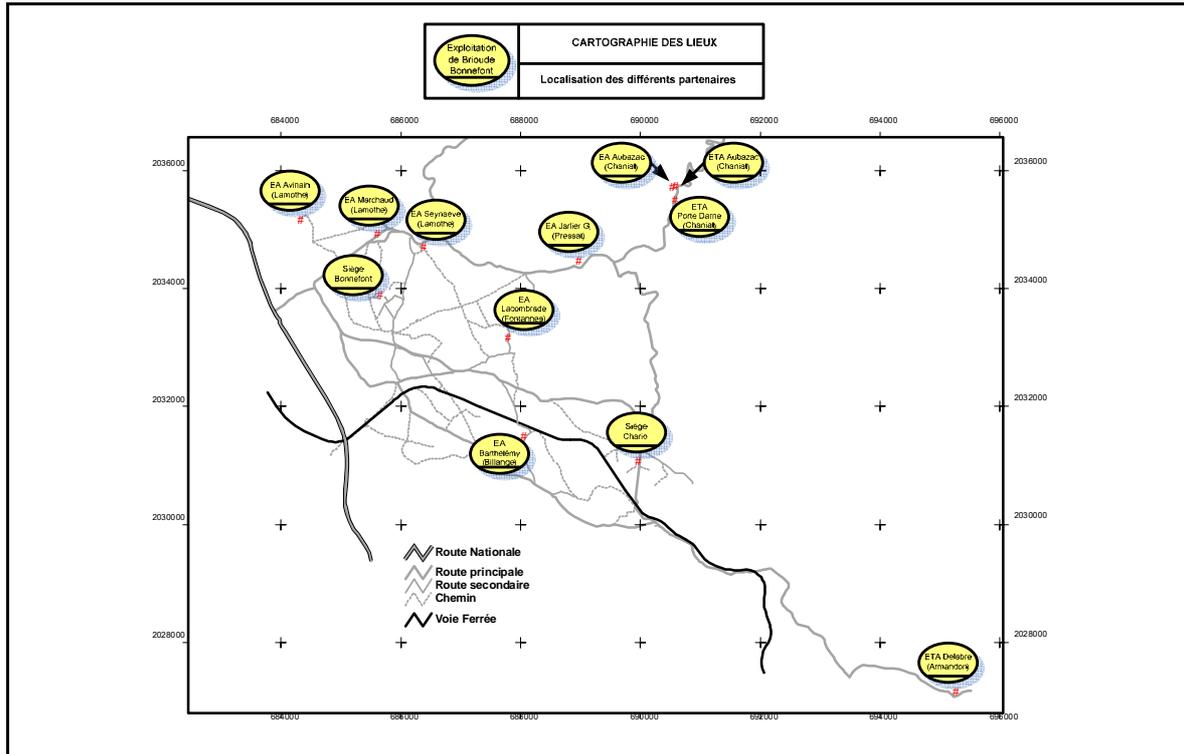


Figure 4.18 : Cartographie de localisation des principaux partenaires de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

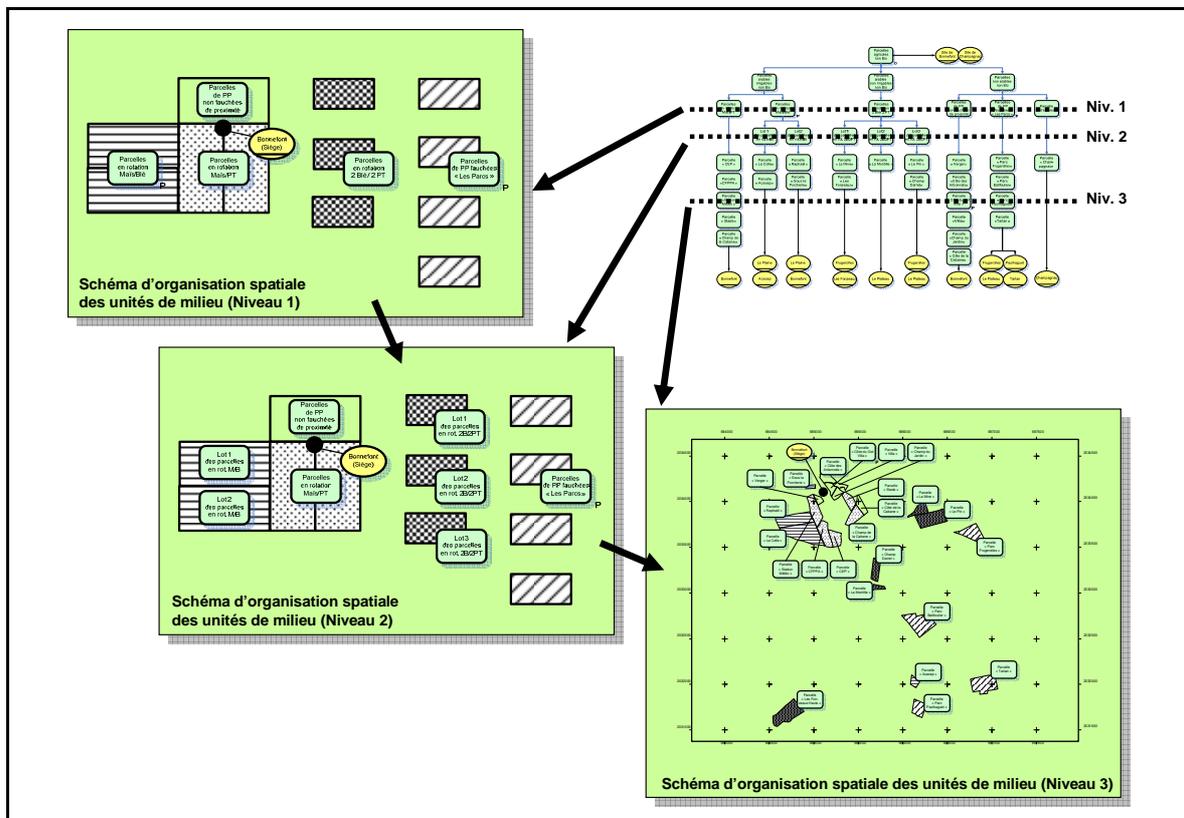


Figure 4.19 : Schémas d'organisation spatiale des unités de milieu "parcelles agricoles non Bio"

2.3. Au niveau de description pilotage

Au niveau de description pilotage enfin, les 11 types de modèles, dont les formalismes graphiques sont très proches quelque soit la vue de modélisation considérée, permettent de représenter de manière précise les besoins de gestion de l'entreprise agricole considérée. Ces modèles contribuent en effet à définir les modalités précises du pilotage des différents éléments de gestion (objet/entité, prestation, engagement, processus, procédure, opération technique, opération, unité de travail, travail, unité biophysique, unité de milieu) recensés aux niveaux de description globale et détaillée et donc les besoins en information. Ils permettent notamment d'identifier les besoins en tableaux de bord pour le pilotage des performances de l'entreprise et en information en contribuant à représenter les objectifs, les atouts/contraintes, les indicateurs d'état et de performances pour les différents éléments de gestion considérés. Pour les opérations techniques, les opérations et les travaux, ces informations sont complétées par une représentation des aspects décisionnels (variables de décision, règles de décision, déclencheur, etc), utile également à la spécification des outils d'aide à la décision. Ces éléments étant peu spécifiés dans le système existant, nous présentons les modèles du système cible pour identifier les informations décisionnelles à prendre en compte pour concevoir tableaux de bord et systèmes d'information. Ce travail a été réalisé en lien étroit avec le directeur d'exploitation : sur la base de ces modèles, analyste et gestionnaire ont ainsi travaillé à définir les besoins de gestion de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont.

Le diagramme de pilotage d'objet "tracteur" nous a permis de spécifier par exemple les objectifs attendus pour chaque entité de type "tracteur" (3 objectifs définis : réduire les consommations de carburant, réduire les frais d'entretien, répartir les utilisations par tracteur), d'identifier les contraintes et les atouts du parc tracteur pour l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. Il permet également de spécifier les indicateurs pertinents qu'il serait bon de définir pour le suivi de l'état du parc tracteur (3 indicateurs définis) ou l'évaluation des performances (5 indicateurs définis) au regard des objectifs fixés. En précisant pour chaque indicateur, sa fréquence de mise à jour et sa valeur cible, cette représentation permet par exemple de préciser, pour l'indicateur de suivi "nombre d'heures avant prochaine révision", sa fréquence mensuelle de mise à jour, et la cible de 200 heures entre deux révisions, ce qui peut aider à paramétrer de futurs tableaux de bord de pilotage (Figure 4.20).

Les diagrammes de pilotage de prestation et d'engagement sont construits selon le même modèle en précisant le nom de la personne responsable. Cette description nous a permis notamment d'identifier les informations dont l'exploitant souhaite disposer pour évaluer les performances et suivre la réalisation tout au long de l'année des prestations par rapport aux objectifs qu'il s'est fixés. Pour la prestation "fourniture de lait de vache", les quantités de lait produites sont suivies hebdomadairement en visant une production cumulée correspondant aux proratas annuels des quotas laitiers alloués. Concernant les indicateurs de performance, des indicateurs du type

"chiffre d'affaire par catégorie (laiterie ou vente directe)" "pourcentage d'atteinte des quotas et des rallonges", "taux butyrique et protéique annuel moyen du lait vendu" sont par exemple définis pour ce type de prestation (Figure 4.21).

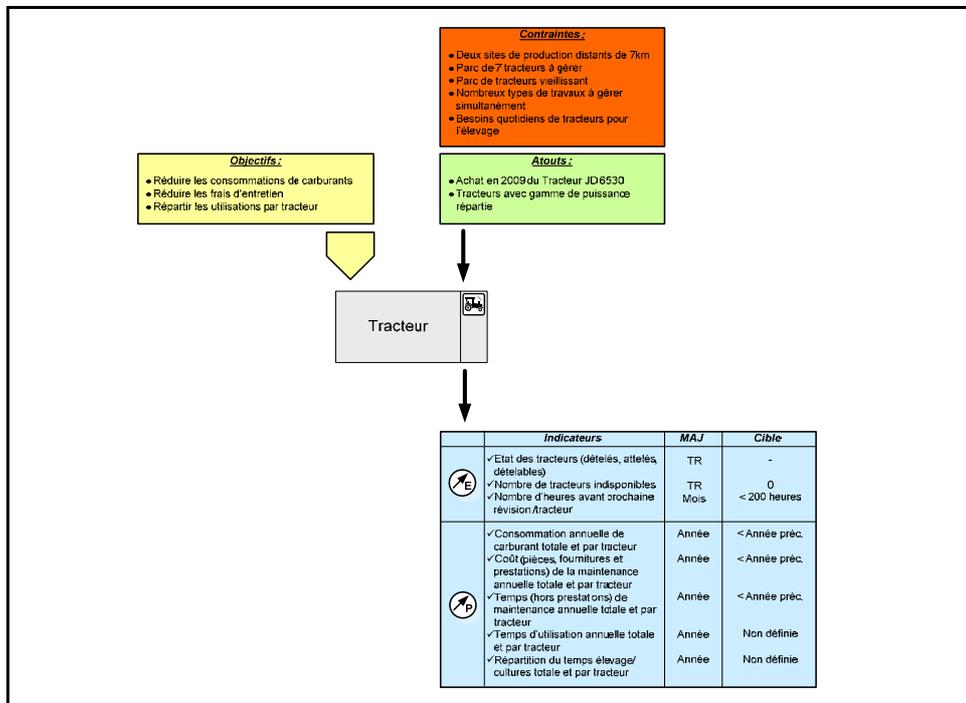


Figure 4.20 : Diagramme de pilotage d'objet "Tracteur"

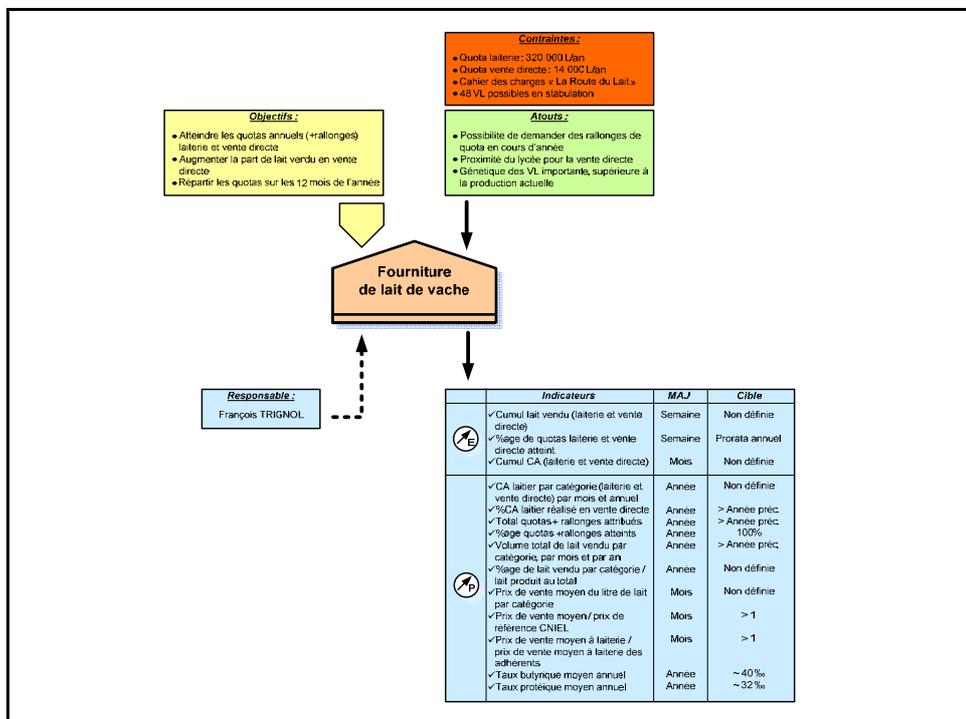


Figure 4.21 : Diagramme de pilotage de prestation "Fourniture de lait de vache"

Pour la vue Processus, plusieurs types de modèles ont été proposés au niveau de description pilotage en lien avec le directeur d'exploitation. Le diagramme de pilotage de processus a été construit selon le même modèle que les diagrammes de pilotage précédents. La représentation graphique facilite la spécification des informations de pilotage pour les processus de l'entreprise agricole et nous avons retrouvé des indicateurs de performances classiques dans les descriptions proposées, comme par exemple pour le processus "Commercial" : le "pourcentage de nouveaux clients dans le portefeuille de clients", le "nombre de conventions signées", le "pourcentage de devis satisfaits par rapport au nombre de devis émis", le temps passé aux relations commerciales", etc. (Figure 4.22). Le diagramme de pilotage de procédure propose également, sur le même modèle de représentation, une description intéressante du pilotage des procédures. L'identification du ou des déclencheurs permet en outre de préciser à quel moment est initiée une procédure. Pour la procédure "Itinéraire technique du Blé non Bio", par exemple, nous avons considéré l'affectation des parcelles végétales en blé comme l'élément déclencheur de cette procédure. Avec un objectif d'assurer un rendement de 70 quintaux de blé par hectare, il a été identifié avec le directeur d'exploitation le besoin de définir des indicateurs d'état pouvant être établis et suivis tout au long du cycle de production du blé non Bio comme la "dernière opération réalisée", "le nombre d'opérations réalisées sur le nombre d'opérations prévues", "le rendement prévisionnel", etc. La définition de plusieurs indicateurs de performance est également souhaitée par le directeur d'exploitation pour évaluer les performances de production en fin de campagne, comme par exemple la "quantité totale produite", le "rendement moyen à l'hectare", le "nombre d'opérations réalisées", le "bilan des flux entrants/sortants", etc.) (Figure 4.23). Cette représentation permet ainsi d'identifier et de spécifier les besoins de gestion de l'exploitant. Les diagrammes de pilotage d'opération technique et d'opération permettent quant à eux de représenter plus en détail les aspects décisionnels : décision(s) prise(s) pour chaque opération ou opération technique, éléments décisionnels, etc. En général, si le pilotage d'une opération (spécification d'une opération technique dans une procédure) est très générique, il est préférable de représenter le pilotage de l'opération technique pour ne pas multiplier les modèles. En revanche si le pilotage d'une opération technique est très spécifique, il sera préférable de définir un diagramme de pilotage de l'opération, la première représentation n'empêchant pas pour autant l'autre. Dans le cas de l'exploitation de Brioude-Bonnefont, pour l'opération technique "préparation superficielle du sol", nous avons notamment identifié avec l'exploitant la décision critique "avec quel outil travailler le sol et quand?" qui doit permettre de choisir l'outil de travail du sol et la période d'intervention en fonction des objectifs définis (proposer une structure du sol adéquat, limiter le développement des adventices) et des contraintes existantes (disponibilité des ressources, état et portance des sols, itinéraires techniques définis) (Figure 4.24). Ces caractéristiques définies en lien étroit avec l'exploitant agricole permettent de spécifier les besoins en termes d'information au moment de la prise de décision, mais aussi les besoins et les composantes d'un éventuel outil d'aide à la décision pour aider à prendre cette décision de choix d'outil et de période de travail du sol.

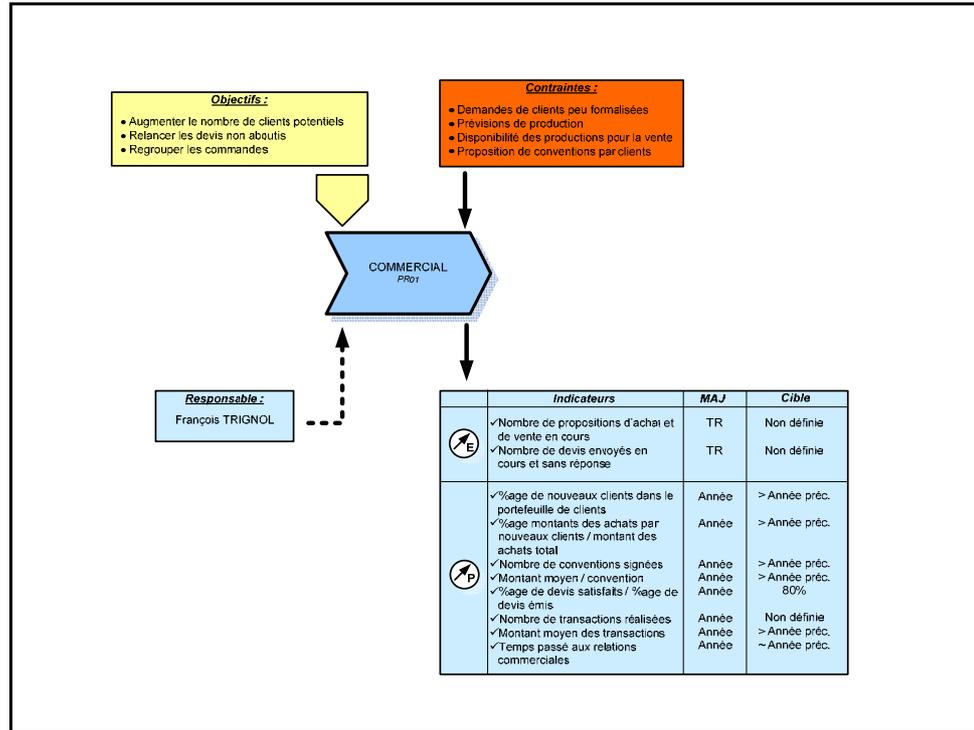


Figure 4.22 : Diagramme de pilotage du "Processus Commercial"

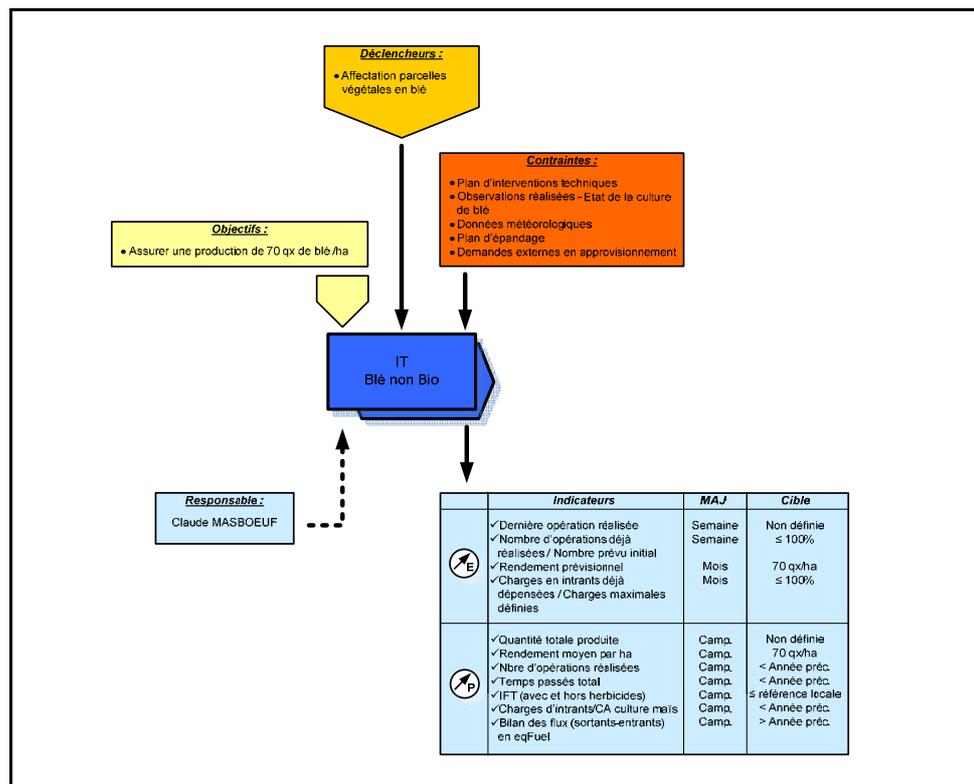


Figure 4.23 : Diagramme de pilotage de la procédure "IT Blé non Bio"

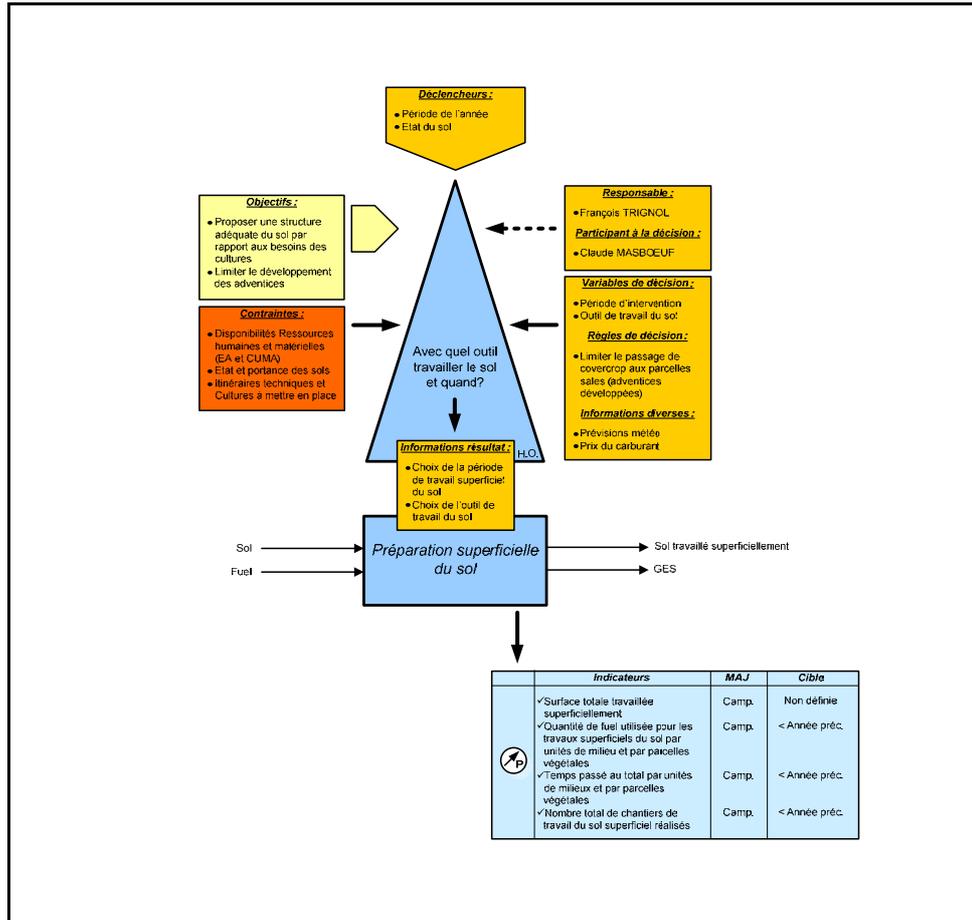


Figure 4.24 : Diagramme de pilotage de l'opération technique "Préparation superficielle du sol"

Pour la vue Physique, le diagramme de pilotage d'un travail est construit sur le même modèle que les diagrammes de pilotage d'opération et d'opérations techniques. Il permet de décrire les décisions et les éléments de pilotage au niveau du système physique. Ainsi, nous avons pu identifier dans le cas du travail "chantier de travail du sol", que les décisions prises au niveau de l'exécution du travail portaient avant tout sur le réglage de l'outil choisi (Figure 4.25). Les indicateurs de performance que l'exploitant souhaite par ailleurs définir portent en outre sur le nombre et la surface de parcelles parcourues, le pourcentage de temps passé dans la parcelle par rapport au temps total d'intervention, etc.

Pour les vues Physique, Biophysique et Organisation spatiale, les diagrammes de pilotage d'unité de travail, d'unité biophysiques et d'unité de milieu sont construits de la même manière, en représentant dans un même modèle les objectifs, les contraintes, les atouts, les personnes responsables, les indicateurs de suivi et de performances de ces unités de gestion de l'entreprise agricole. Ces éléments peuvent être décrits à différents niveaux de décomposition. L'exemple illustré dans la Figure 4.26 décrit le pilotage souhaité pour le "troupeau bovin laitier" mais aussi les "vaches laitières en production" et les "vaches laitières tarées" qui le composent. Ces éléments

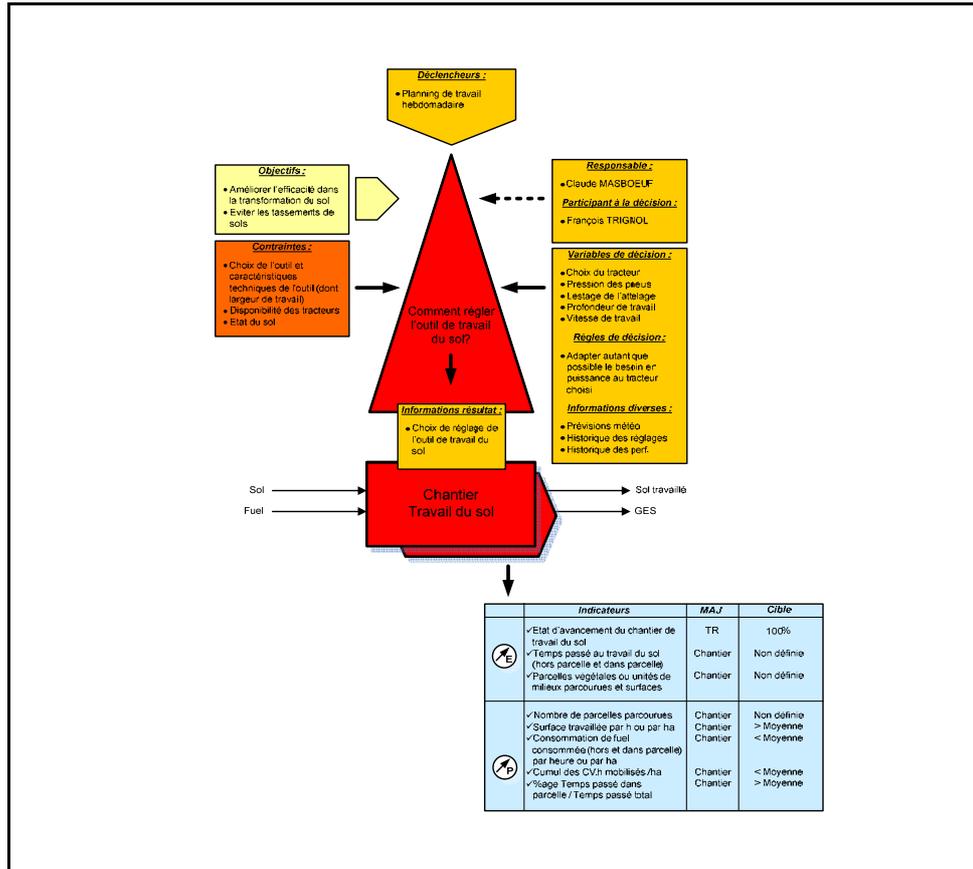


Figure 4.25 : Diagramme de pilotage du travail "Chantier Travail du sol"

de description de pilotage doivent être cohérents mais permettent d'approcher le pilotage de chaque unité de gestion en fonction du niveau de détail choisi. Ainsi, au niveau du "troupeau bovin laitier", les indicateurs de performances ont été définis par les indicateurs "chargement UGB bovin moyen", "taux de renouvellement", "nombre d'animaux produits par catégories" ; alors que ces indicateurs ont été définis par les indicateurs "nombre de vaches tarées par an", "durée moyenne de tarissement", nombre de jours vaches laitières cumulés de tarissement par an" pour les "vaches tarées" à un niveau de décomposition inférieure. L'exemple illustré Figure 4.27 montre le même type de pilotage pour les unités de milieu. Cette représentation permet de représenter les qualités du milieu telles que perçues par l'exploitant, à l'instar des représentations proposées dans l'ASEA, en indiquant les atouts et les contraintes des unités de milieu (présence de haies, bonnes terres limoneuses, réseau d'irrigation enterré, etc.) mais aussi de spécifier les objectifs et des indicateurs pour des unités de milieu s'inscrivant dans une même rotation (ici : parcelles en rotation Maïs/blé). Des indicateurs du type "pourcentage du temps où le sol est couvert", "quantité d'intrants apportés en moyenne par hectare et par an" ont ainsi été définis comme de véritables besoins pour piloter les performances de l'entreprise agricole.

3. Discussion autour des modèles obtenus et plus généralement sur le cadre méthodologique CEMAgriM

3.1. Discussion autour des modèles obtenus

Les modèles obtenus dans le cadre de cette première mise en application du cadre méthodologique CEMAgriM permettent de porter un premier jugement sur la qualité et la pertinence de cette modélisation et de montrer comment le cadre méthodologique CEMAgriM permet de représenter le fonctionnement et l'organisation des entreprises agricoles et contribue à identifier leurs besoins de gestion.

Nous noterons tout d'abord que la grande diversité des modèles établis contribue à proposer une compréhension et une formalisation globales du fonctionnement et de l'organisation de l'entreprise agricole de Brioude-Bonnefont. A travers les 6 vues de modélisation, les principaux aspects à modéliser dans une entreprise agricole semblent couverts : que ce soit sur les objets manipulés, les prestations réalisées, l'organisation interne de la production végétale et animale, l'organisation spatiale des activités. Par ailleurs, cette grande diversité des modèles a reçu un accueil favorable du directeur d'exploitation, compte tenu des différents aspects que ces modèles permettent de couvrir et des formalismes graphiques relativement intuitifs et similaires. Ces modèles ont pu rapidement être compris par le directeur d'exploitation et remobilisés pour analyser et proposer des évolutions du système étudié. En outre, l'élaboration de ces différents modèles se faisant de manière séquentielle et selon un cheminement intuitif, tout en permettant d'accompagner la réflexion (cas par exemple des tableaux de correspondance entre procédures et opérations techniques qui aident à identifier par procédure les opérations techniques mobilisées), il n'a pas été observé de problème particulier à ce niveau.

Nous noterons l'intérêt d'utiliser des concepts métiers, compréhensibles par les exploitants agricoles, pour définir les éléments de base du langage de représentation. Cet aspect permet d'associer l'exploitant agricole à la réalisation et à la validation des modèles de l'entreprise agricole comme en témoignent les échanges que nous avons pu avoir avec le directeur de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. Par ailleurs, l'utilisation de ces concepts métiers n'empêche pas la représentation de situations complexes à travers les formalismes proposés (cas par exemple de procédures mobilisant des opérations réalisées avec des pas de temps différents, au cours de saisons différentes), comme en témoigne le logigramme de la procédure "Génisses de moins de 4 mois" que nous aurions eu du mal à représenter avec des langages de modélisation issus des secteurs agricole et industriel.

La hiérarchisation entre les modèles apparaît comme un point positif de ce cadre méthodologique. D'une part cet aspect permet de gérer le niveau de détail que l'on souhaite avoir pour la compréhension du système étudié (dé-

composition d'un organigramme en différents sous-organigrammes, processus pour lesquels nous ne souhaitons pas définir de procédures, etc.). D'autre part, cet aspect permet d'entrer dans la complexité du système étudié en hiérarchisant les modèles obtenus de manière à identifier les éléments de gestion structurants pour recenser les flux à gérer au sein de l'entreprise et les indicateurs d'état et de performance à définir et donc, a fortiori, pour identifier les besoins en information et en gestion des entreprises agricoles.

L'articulation entre les modèles apparaît comme un autre point positif de ce cadre méthodologique. Que l'articulation se fasse entre modèles d'une même vue ou de vues différentes, cet aspect permet de structurer la compréhension du système étudié et d'en approcher sa complexité. Ainsi, l'articulation au sein de la vue Processus entre les concepts "Processus", "Procédure", "Opération technique", "Opération" et "Décision", et les modèles permettant de les représenter, mérite d'être soulignée car elle permet de représenter de manière cohérente certaines composantes fonctionnelles, comportementales et décisionnelles de l'entreprise tout comme l'articulation entre les vues Processus et Physique qui permet d'étudier de manière relativement disjointe, mais cohérente, le système de gestion et le système physique de l'entreprise agricole.

La diversité, la hiérarchisation et l'articulation des modèles proposés permet ainsi de représenter des éléments généraux de compréhension de l'entreprise agricole tout en allant jusqu'à un niveau fin d'identification des besoins de l'entreprise agricole. Ces besoins peuvent se décliner de plusieurs manières et, selon leur nature, ce ne sont pas les mêmes modèles qui seront mobilisés :

- **les besoins en indicateurs et en tableaux de bord pour le pilotage des performances de l'entreprise** sont tout particulièrement identifiés et explicités à travers les diagrammes de pilotage, au niveau de description pilotage, en spécifiant à la fois les besoins en indicateurs de performances et en indicateurs d'état. Ils nécessitent au préalable une structuration, aux niveaux de description générale et opérative, des différents éléments de gestion (objet/entité, prestation/engagement, processus, procédure, opération technique/opération, unité de gestion, etc.) et donc la majeure partie des modèles proposés par le cadre CEMAgriM.
- **les besoins en outils d'aide à la décision** sont par ailleurs identifiés au niveau de la description des décisions et des diagrammes de pilotage des opérations, des opérations techniques et des travaux qui permettent de spécifier les différentes composantes d'une prise de décision et donc d'aider à définir les paramètres d'entrée d'un outil d'aide à la décision.
- **les besoins en système d'acquisition de données** sont particulièrement identifiés et spécifiés par l'intermédiaire des logigrammes de travaux (exemple de la Figure 4.14) qui permettent de représenter les documents à mobiliser pour l'acquisition et la mémorisation de données, les données à collecter et les étapes de la collecte.

- **les besoins plus généraux en information** sont identifiés dans de nombreux modèles par la définition des différents objets, des informations et des flux dans l'entreprise. Les modèles permettant d'identifier certaines composantes temporelles et spatiales du fonctionnement de l'entreprise agricole (horizon, période, saison, lieu) contribuent à décrire plus précisément ces besoins dans une perspective de spécification de systèmes d'information pour la collecte et la mobilisation en temps réel et in situ de ces informations.

En première remarque concernant les modèles, nous noterons cependant qu'un temps important a été nécessaire pour la réalisation des différents modèles de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. Ce travail a notamment nécessité une grande disponibilité du directeur d'exploitation. Dans le cadre de cette étude, le temps nécessaire à la réalisation des modèles a vraisemblablement été très important car aucun modèle d'entreprise agricole n'avait été établi au préalable. A l'avenir, la mobilisation de modèles déjà établis et une meilleure maîtrise du langage de modélisation devraient permettre de gagner du temps dans l'élaboration des modèles, et ce d'autant plus que, pour des systèmes de productions proches, un certain nombre d'éléments (tels que les processus, les opérations techniques, les prestations) devraient être relativement semblables et génériques.

En seconde remarque concernant les modèles, nous noterons également la le besoin d'approfondir éventuellement la représentation de certains aspects de l'entreprise agricole :

- la représentation cartographique de l'entreprise agricole est aujourd'hui réalisée à travers la cartographie des lieux et le schéma d'organisation spatiale. Compte tenu de l'importance de l'organisation spatiale des activités agricoles, d'autres éléments pourraient être représentés de manière cartographique, tels que les flux d'objets ou la mobilité des unités de travail et des lots fonctionnels d'animaux. En outre, un langage plus formel, inspiré davantage des chorèmes et des graphes, pourrait être mobilisé pour enrichir les schémas d'organisation spatiale des unités de milieu (Capitaine *et al.*, 2001) ;
- la représentation des documents est aujourd'hui avant tout réalisée à travers l'inventaire détaillé des objets. Une description approfondie des documents, ou supports d'information, pourrait être envisagée pour mieux recenser les informations que ces objets contiennent et les fonctions qu'ils remplissent en s'inspirant de travaux déjà réalisés (Abt *et al.*, 2010) ;
- la représentation graphique des attributs des différents concepts du cadre CEMAgriM n'est pas aujourd'hui systématique, même si elle est plutôt généralisée. C'est ainsi le cas des attributs "Objectif", "Atout", "Contrainte", "Indicateurs d'état et de performance", "Période", "Saison", etc. D'autres attributs mériteraient cependant d'être représentés graphiquement (comme par exemple les attributs "Surface", "Apti-

tudes", "Capacités", etc.), soit directement en introduisant le formalisme adéquat (texte libre ou symbole), soit indirectement (comme par exemple l'attribut "Surface" d'une unité de milieu qui pourrait spécifier la taille de sa forme géographique dans un schéma d'organisation spatiale) ;

- la représentation des aspects temporels pourraient être approfondie, notamment à travers une plus grande utilisation de la représentation sous forme de calendriers (aspects saisonniers) ou à travers une représentation plus formelle des enchaînements entre opérations, entre tâches voire entre travaux (aspects séquentiels) en mobilisant d'autres langages ou symboles de jonction (Javaux, 1996; KBSI, 1995a; OMG, 2009) ;
- enfin, la représentation plus globale de certains aspects (objectifs, indicateurs, procédures) pourrait être encouragée pour fournir une vue d'ensemble plus synthétique de ces éléments de description du système : un diagramme d'ensemble des objectifs pour assurer la cohérence entre objectifs à différents niveaux de décomposition, un diagramme d'ensemble des indicateurs pour représenter sur un même diagramme le pilotage de plusieurs éléments de gestion, un diagramme de correspondance entre procédures et prestations pour assurer une vision d'ensemble et un meilleur recensement des procédures mises en œuvre sur l'exploitation.

3.2. Discussion sur le cadre méthodologique CEMAgriM

Dans les paragraphes précédents, nous avons centré notre discussion autour du langage de modélisation utilisé et des modèles obtenus pour ce cas d'illustration. Plus généralement, l'expérience de modélisation conduite sur l'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont permet de porter un premier jugement sur l'ensemble du cadre méthodologique et de ses constituants (représentation systémique, cadre de modélisation, cadre conceptuel, démarche, modèles, langage de modélisation).

A travers cet exemple, nous constatons globalement que le cadre méthodologique CEMAgriM contribue à dépasser les limites identifiées dans le **Chapitre 4** pour les cadres méthodologiques issues du secteur agricole. En effet, il permet d'inscrire tout projet de modélisation dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information, en proposant une phase d'analyse du système existant et de conception du système cible, et de dépasser ainsi le cadre implicite de l'analyse stratégique d'une exploitation agricole. Même si dans bien des cas les modèles d'analyse et de conception sont difficiles à distinguer, ce cadre permet avant tout d'identifier les besoins de gestion en aidant l'analyste à définir les propriétés du système cible. Le système analysé dans le cadre de cette étude montre en outre que le cadre méthodologique CEMAgriM, et a fortiori la représentation systémique de l'entreprise agricole et le cadre conceptuel proposés, ne se limitent pas à l'exploitation agricole familiale mais proposent une vérita-

ble modélisation de l'entreprise agricole de production de biens et de services. Enfin, le langage de modélisation propose des formalismes graphiques et un jeu de 45 modèles complémentaires pour restituer et formaliser le maximum d'information collectée au travers des enquêtes.

A travers cet exemple, nous constatons que le cadre méthodologique CEMAgriM permet de répondre au besoin d'adaptation des cadres méthodologiques issus du secteur industriel présentés dans le **Chapitre 5**. L'élaboration des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont a notamment montré que le cadre conceptuel permettait de décrire les différents aspects de l'entreprise agricole en intégrant les particularités identifiées dans le **Chapitre 1**, comme par exemple le recours à l'agent biologique, le pilotage de cycles biologiques, le pilotage de cycles de production longs et aléatoires. Ces aspects sont notamment représentés à travers les modèles de "description des processus biophysiques d'objet", de "cycle de vie d'objet", de "logigramme de procédure". La petite dimension humaine et la concentration des centres de décisions ont par ailleurs été prises en compte à travers l'absence de définition d'organigramme de l'entreprise et le choix de représenter, non pas les éléments de pilotage des centres de décision, mais le pilotage d'éléments de gestion tels que les objets/entités, les prestations, les engagements, les processus, les procédures, les opérations techniques, les opérations et les unités de gestion.

Enfin, au niveau de l'approche de modélisation, nous constatons le caractère structurant du cadre de modélisation à travers les 6 vues de modélisation, les 2 phases de modélisation, mais surtout les 3 niveaux de description. Cette dernière dimension du cadre de modélisation permet en effet de recenser les éléments de gestion pertinents de l'entreprise agricole (niveau de description générale) puis d'identifier les principaux flux d'objets reliant les différents éléments de gestion entre eux (niveau de description opérative) avant de préciser les modalités du pilotage de chacun d'entre eux (niveau de description pilotage), ce qui permet de proposer une architecture ou structuration des différents besoins de gestion au sein de l'entreprise. Cette approche permet ainsi une entrée dans la complexité de l'entreprise considérée et une identification, à différents niveaux de détails, des besoins de gestion au premier rang desquels figure l'explicitation des indicateurs nécessaires au pilotage de l'entreprise. En ce qui concerne la première proposition de démarche générique du cadre méthodologique CEMAgriM, celle-ci est bien entendue moins bien décrite que les démarches de modélisation proposées dans les cadres de l'AGEA ou de l'ASEA. Cependant, cette démarche générique, en s'appuyant sur le cadre de modélisation, s'est avérée suffisante pour mener à bien notre projet de modélisation de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont. Cette démarche ne permet pas de décrire comment et avec quels supports doivent interagir l'analyste/concepteur et l'exploitant agricole afin de guider la collecte d'information lors des entretiens, mais cet aspect constitue une perspective intéressante de travail. De la même manière, bien que cette démarche précise l'ordre dans lequel les modèles doivent être globalement établis, celle-ci ne décrit pas précisément comment améliorer en continu le contenu des différents modèles en pratiquant des allers/retours inévitables entre vues de modélisation, niveaux de description et phases de modélisation.

Conclusion

La mise en application du cadre méthodologique CEMAgriM, présentée dans ce chapitre et dans l'**Annexes II.2**, a porté sur l'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont. Ces premiers résultats sont encourageants et permettent d'apprécier la pertinence du cadre proposé dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information.

A travers cet exemple, nous constatons que la diversité, la hiérarchisation et l'articulation des modèles proposés permettent de représenter le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise agricole tout en proposant une structuration et une identification des différents éléments de gestion, des besoins de gestion et d'information de l'entreprise considérée qui s'expriment notamment à travers l'explicitation des besoins en indicateurs pour le pilotage des performances de l'entreprise. Nous constatons également que le cadre méthodologique CEMAgriM contribue à dépasser les limites identifiées dans le **Chapitre 4** pour les cadres méthodologiques issus du secteur agricole en proposant un cadre pour l'ingénierie d'entreprise et de système d'information, ne se limitant pas au cas de l'exploitation agricole familiale, et en proposant un jeu de modèles graphiques pour restituer et formaliser le maximum d'information collectée sur l'entreprise. Nous constatons en outre que ce cadre méthodologique permet de répondre au besoin d'adaptation des cadres méthodologiques issus du secteur industriel présentés dans le **Chapitre 5** en intégrant les particularités de l'entreprise agricole identifiées dans le **Chapitre 1**.

Nous noterons cependant que des travaux doivent encore être menés pour faciliter la mise en œuvre du cadre méthodologique notamment à travers les démarches de modélisation pour faciliter l'interaction analyste/concepteur et exploitant agricole ou à travers la modélisation avancée de certains aspects (organisation spatiale, dimension temporelle, supports d'information). Le chapitre suivant permettra d'aborder ces perspectives d'amélioration du cadre méthodologique tout en précisant les contributions scientifiques de nos travaux de recherche aux différentes disciplines abordées.

Chapitre 11

Originalité du cadre méthodologique CEMAgriM, contributions scientifiques et perspectives de recherche

Résumé

La mise en application, sur un cas d'illustration, du cadre méthodologique CEMAgriM a montré l'intérêt de notre proposition pour obtenir une représentation métier de l'entreprise agricole dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information.

Nous proposons, dans ce chapitre, de présenter l'originalité du cadre méthodologique CEMAgriM et les contributions scientifiques de nos travaux dans les différentes disciplines abordées (modélisation d'entreprise, ingénierie des systèmes d'information, sciences de gestion, sciences biotechniques). Nous montrerons que plusieurs perspectives de recherche sont envisageables tant notamment au niveau de l'opérationnalisation du cadre méthodologique CEMAgriM qu'au niveau d'une remobilisation de certaines de ses composantes.

Ce chapitre n'a pas encore fait l'objet de publication, mais s'appuie sur quelques travaux et publications auxquels a participé l'auteur (Abt et al., 2010; Abt et al., 2008; Chataigner et al., 2008; Roussey et al., 2010).

Sommaire

- 1 Originalité du cadre CEMAgriM et contributions scientifiques**
 - 1.1 En Modélisation d'Entreprise
 - 1.2 En Ingénierie des Systèmes d'Information
 - 1.3 En Sciences de Gestion
 - 1.4 En Sciences Biotechniques
- 2 Perspectives de recherche autour du cadre CEMAgriM**
 - 2.1 Une opérationnalisation du cadre méthodologique CEMAgriM pour aider à identifier les besoins de gestion des entreprises agricoles
 - 2.2 Une ouverture à d'autres systèmes d'étude pour le cadre CEMAgriM
 - 2.3 Du cadre CEMAgriM à la (ré)ingénierie des systèmes d'information
 - 2.4 Du cadre CEMAgriM à la (ré)ingénierie d'entreprise
 - 2.5 De l'utilisation du cadre CEMAgriM pour la structuration des données et la formalisation des connaissances du domaine agricole
 - 2.6 De l'utilisation du cadre CEMAgriM pour la pédagogie, l'évaluation et la simulation des systèmes de production agricoles

1. Originalité du cadre CEMAgriM et contributions scientifiques

Notre principale proposition réside dans la définition d'un cadre méthodologique adapté à la représentation métier des entreprises agricoles qui s'inscrit dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. L'originalité de notre proposition tient à l'utilisation de la Modélisation d'Entreprise dans un secteur d'activité encore très peu exploré pour aider à la définition d'un cadre méthodologique composé d'une représentation systémique de l'entreprise, d'un cadre de modélisation, d'un cadre conceptuel, d'un langage de modélisation, d'un jeu de modèles et de démarches structurées (Figure 4.28).

A travers cette proposition de cadre méthodologique et au vu des conclusions issues du cas d'illustration, nous répondons ainsi à la problématique exposée dans le **Chapitre 6**, en montrant que la Modélisation d'Entreprise permet de mobiliser des éléments structurants pour aider à identifier les besoins métiers des entreprises agricoles dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information, à travers notamment l'explicitation des modalités du pilotage des différents éléments gérés au sein de l'entreprise agricole. A travers ces propositions nous vérifions également la perti-

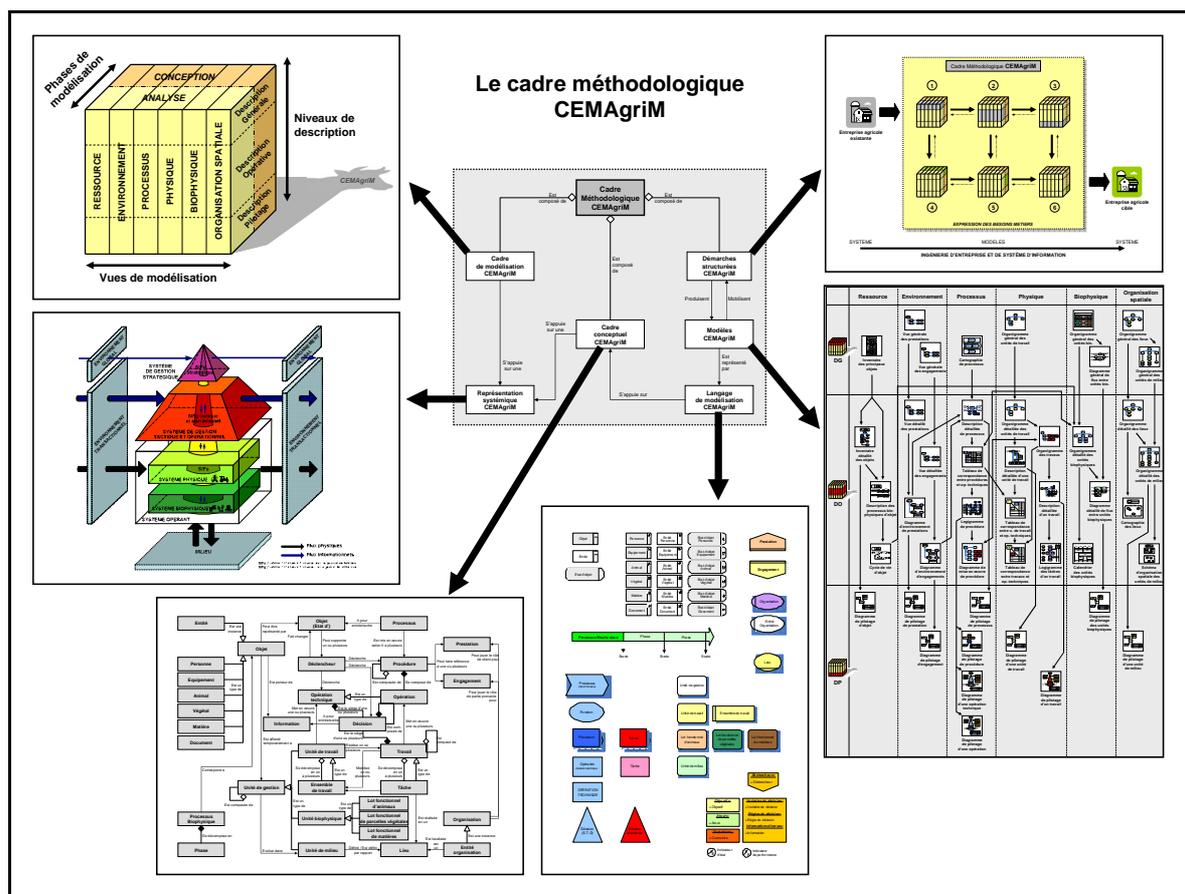


Figure 4.28 : Les différentes composantes du cadre méthodologique CEMAgriM

nence des hypothèses exposées dans le **Chapitre 6**, qui supposaient que la Modélisation d'Entreprise pouvait aider à structurer la description du système "entreprise agricole" à travers la définition d'un cadre conceptuel unifié, à formaliser le système "entreprise agricole" sous une forme intelligible et communicable à travers la définition de langages de modélisation graphiques, à représenter les différents aspects de l'entreprise agricole à travers la définition d'un jeu de modèles pertinent, à gérer la complexité des modèles à travers la définition d'un cadre de modélisation, et à recenser les informations auprès des acteurs à travers la définition d'une ou plusieurs démarches structurées.

Grâce à cette proposition de cadre méthodologique, qu'il conviendra encore de faire évoluer, et au vu de notre approche pluridisciplinaire et multisectorielle, nos apports sont à la fois méthodologiques, théoriques et pratiques, et touchent le secteur agricole comme les secteurs industriels et des services. Les paragraphes qui suivent visent à préciser nos contributions scientifiques tant dans le domaine de la Modélisation d'Entreprise (issue de la Productique et du Génie Industriel), que dans les domaines de l'Ingénierie des Systèmes d'Information, des Sciences de Gestion et des Sciences Biotechniques.

1.1. En Modélisation d'Entreprise

La première contribution de nos travaux réside dans l'application de la Modélisation d'Entreprise à un secteur d'activité non encore exploré par cette discipline : le secteur agricole. Nos travaux s'inscrivent ainsi dans cette volonté de dépasser le cadre, encore trop implicite en Modélisation d'Entreprise, de la production manufacturière, à l'instar de travaux récents menés dans le secteur des services (Baptiste *et al.*, 2007; Pingaud *et al.*, 2009). Les premiers modèles réalisés dans le secteur agricole et présentés notamment dans le **Chapitre 5**, ont permis de tester la généralité des cadres méthodologiques issus de la Modélisation d'Entreprise. Ces travaux ont mis en avant certaines limites des cadres méthodologiques existants (aspects modélisés, convivialité des formalismes, cohérence des cadres conceptuels, difficile approche des démarches) et souligné le besoin d'intégration de particularités propres à la fois aux systèmes de production agricoles mais aussi aux très petites entreprises. Ces constats nous ont conduits à proposer le cadre méthodologique CEMAgriM.

Notre proposition d'un nouveau cadre méthodologique adapté à la modélisation de l'entreprise agricole, constitue une contribution scientifique dans le domaine de la Modélisation d'Entreprise, même si la généralité du cadre proposé est encore à tester quant à sa transposition possible à d'autres systèmes de production ou des secteurs d'activité autres qu'agricoles. La mobilisation de la bibliographie dans le domaine de la Modélisation d'Entreprise, tant au niveau des normes existantes (AFNOR, 2000; AFNOR, 2005; AFNOR, 2006) que des cadres méthodologiques existants (**Annexes I.1 à I.9**) confirme l'ancrage de nos contributions dans cette discipline tout en alimentant, compte tenu de l'apport méthodologique que représente la Modélisation d'Entreprise, bien d'autres disciplines telles que l'Ingénierie des

Systèmes d'Information, les Sciences de Gestion, et les Sciences Biotechniques.

Nos travaux s'inscrivent dans la continuité des travaux menés autour de la la généralité et de la structuration des cadres méthodologiques issus de la Modélisation d'Entreprise (AFNOR, 2000; AFNOR, 2009; Chen *et al.*, 2008; IFIP-IFAC Task Force, 1999). Si nous ne remettons pas en cause la généralité de cette architecture, nos travaux de transposition des cadres méthodologiques existants au secteur agricole contribuent à proposer plusieurs déclinaisons nouvelles concernant les composantes du cadre GERAM : un cadre de modélisation ("GERA"), des démarches de modélisation ("EEM"), un cadre conceptuel ("GEMC"), un langage de modélisation ("EML") et des modèles d'entreprise ("EM") (Figure 4.29). Nos contributions dépassent le cadre générique des cadres méthodologiques existants en définissant de nouvelles dimensions de cadre de modélisation, de nouveaux concepts ou de nouveaux formalismes graphiques pour mieux s'adapter aux besoins d'ingénierie d'entreprise et de système d'information des entreprises agricoles.

Notre proposition de cadre méthodologique permet tout d'abord d'apporter à la Modélisation d'Entreprise un cadre méthodologique intégrant les particularités des entreprises agricoles. Ces particularités sont intégrées aux niveaux des différentes composantes du cadre méthodologique (représentation systémique, cadre de modélisation, modèles, langage de modélisation, démarches), mais c'est au niveau du cadre conceptuel que l'intégration des particularités des entreprises agricoles est la plus marquée. Même si certains concepts issus du secteur industriel semblent pouvoir être remobilisés,

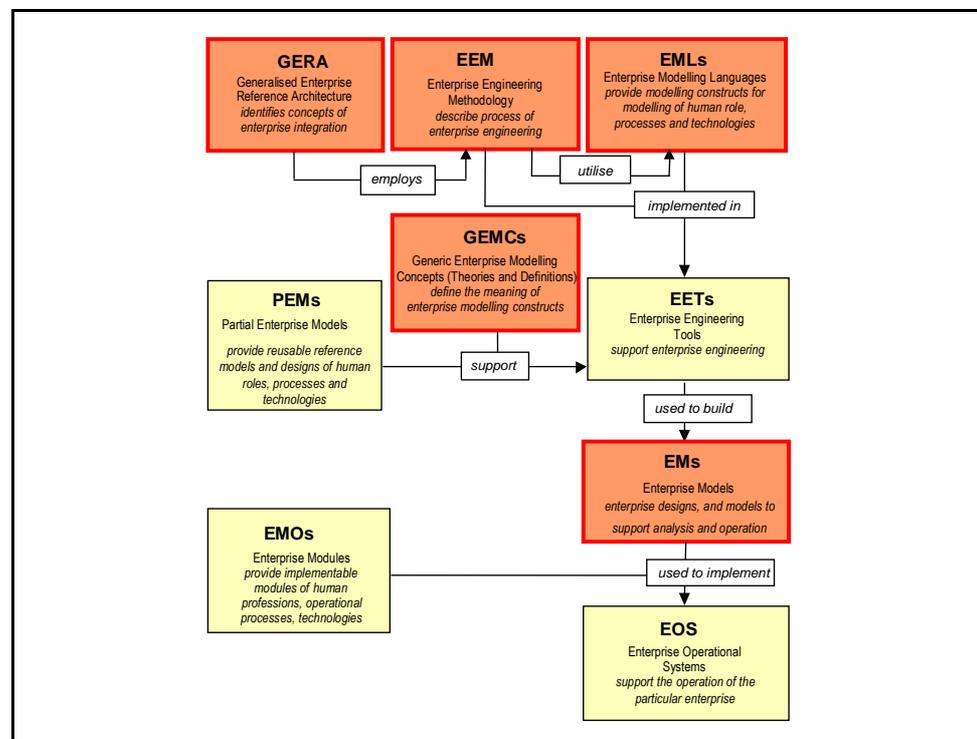


Figure 4.29 : Positionnement et contributions scientifiques vis-à-vis du cadre général GERAM (en rouge) (IFIP-IFAC Task Force, 1999)

dans le secteur agricole (Objet, Produit, Ordre, Domaine, Processus métier, Activité d'entreprise, Opération fonctionnelle, Événement, Unité organisationnelle, Centre de Décision, Ressource), nos travaux montrent que leur déclinaison dans le secteur agricole peut-être imaginée différemment. C'est ainsi le cas, par exemple, du concept de "Produit", dans le secteur industriel, que nous préférons nommer "Prestation" et ne pas définir comme un sous-type d'"Objet". C'est également le cas, par exemple, des concepts d'"Unité organisationnelle" et de "Centre de décision" que nous préférons mettre en regard d'un concept d'"Unité de gestion" pour intégrer à la fois des éléments d'organisation du système physique, du système biophysique et du milieu de l'entreprise agricole. Par ailleurs, d'autres concepts utiles à la description de l'entreprise agricole ont dû être introduits ou spécifiés pour décrire à la fois l'interaction de l'entreprise agricole avec son environnement (Organisation, Prestation, Engagement), le recours à l'agent biologique et le pilotage de cycles biologiques (Animal, Végétal, Matière, Processus Biophysique, Stade, Unité biophysique, Unité de milieu), la concentration des centres de décisions et la prédominance du système opérant dans l'entreprise (Unité de travail, Unité biophysique). En guise d'illustration de cette adaptation conceptuelle, le Tableau 4.1 présente une comparaison entre les concepts définis dans le cadre conceptuel CEMAgriM et la norme ISO 19440 visant la définition d'un noyau de concepts nécessaires à la modélisation d'entreprise (AFNOR, 2009). Cette comparaison met notamment en évidence qu'un certain nombre de concepts se trouvent définis dans le cadre CEMAgriM mais pas définis ("processus biophysique", "organisation", "unité biophysique", "unité de milieu") ou définis comme attributs de concepts ("lieu", "information") dans la norme ISO 19440. Cette comparaison met également en évidence que des rapprochements et une interopérabilité entre concepts de la norme ISO 19440 et du cadre CEMAgriM sont envisageables (c'est le cas notamment des concepts de "processus" et de "domaine", de "procédure" et de "processus métier", de "tâche" et d'"opération fonctionnelle", etc.)

Notre proposition de cadre méthodologique permet également d'apporter à la Modélisation d'Entreprise un cadre méthodologique permettant d'identifier les besoins métiers d'une entreprise dans une perspective d'ingénierie d'entreprise mais aussi de système d'information. Ce cadre porte à la fois sur le Système d'Entreprise Formalisé (SEF) et sur le Système d'Information Formalisé (SIF) et vise la formalisation croissante du SEF et du SIF tels que définis dans le **Chapitre 2**. D'une part, cette capacité du cadre à formaliser le SEF (à travers notamment la définition des décisions et des composantes du pilotage des éléments de gestion au sein de l'entreprise) et le SIF (à travers notamment la définition de tableaux de bord et de systèmes d'acquisition de données) est liée aux dimensions du cadre de modélisation. En visant essentiellement l'identification des besoins métiers de l'entreprise, la définition de 2 phases de modélisation (analyse et conception) et de 3 niveaux de description (générale, opérative et pilotage) permet de considérer différemment les phases de modélisation classiquement définies en Modélisation d'Entreprise (identification du domaine, définition des concepts, définition des prescriptions, spécification conceptuelle). Cette définition facilite la distinction entre ce qui relève du système existant (analyse) et ce qui relève du système cible (conception). Elle facilite également

la distinction entre ce qui relève davantage du SEF (description opérative) et ce qui relève du SIF (description pilotage). D'autre part, cette capacité du cadre à formaliser le SEnF et le SInF est liée aux concepts mobilisés dans le cadre conceptuel. Ces concepts sont exclusivement des concepts métiers qui permettent de décrire le système entreprise selon des termes utilisés par le gestionnaire. La description du système d'information se réalise de manière indirecte en contribuant à identifier les différentes informations véhiculées par les flux au sein de l'entreprise (Objectif, Contrainte, Variable de décision, Règle de décision, Atout, Indicateur de performance, Indicateur d'état) et les différents supports d'information (Document).

Notre proposition de cadre méthodologique permet de traiter de certains points limitant et identifiés dans le **Chapitre 5** pour les cadres méthodologiques issus de la Modélisation d'Entreprise. Nous avons notamment identifié pour le cadre CIMOSA, la difficulté de représenter les aspects décisionnels et les aspects liés à l'environnement de l'entreprise ainsi que le manque de formalismes graphiques. Pour le cadre méthodologique GIM, nous avons identifié la difficulté à étudier des systèmes autres que manufacturiers disposant de cycles courts de production, et le manque de cohérence entre les différentes vues de modélisation (décision, information, processus/fonction, physique) compte tenu du manque d'unification du cadre conceptuel. Pour le cadre méthodologique ARIS, nous avons notamment identifié les limites du seul concept de "fonction" pour représenter la fonctionnalité et le comportement de l'entreprise. En intégrant des éléments des différents cadres méthodologiques existants, le cadre méthodologique CEMAgriM permet de satisfaire ces différents points limitants grâce à :

- la définition d'un langage de modélisation exclusivement graphique basé sur 39 formalismes différents tout en étant très similaires.
- l'introduction d'une vue de modélisation dédiée à la description de l'environnement de l'entreprise, mais aussi de vues dédiées à la description du système physique, du système biophysique et de l'organisation spatiale de l'entreprise.
- la représentation des aspects décisionnels à travers la définition de nombreux concepts décisionnels (décision, objectifs, variables de décision, indicateurs, etc.) et la définition d'un niveau de description pilotage dédié à ces aspects transversaux. Le concept de décision, intimement lié au concept d'opération, permet de faire le lien entre les systèmes opérant et de gestion et d'unifier ainsi le cadre conceptuel.
- la prise en compte de la production de biens mais aussi de services à l'instar de travaux récents menés dans le domaine (Alix *et al.*, 2005; Alix *et al.*, 2006; Pourcel *et al.*, 2005a), en distinguant le concept de "Prestation" du concept d'"Objet" (Equipement, Animal, Végétal, Matière, Document, Personne) dont les flux et les états peuvent constituer les prestations de l'entreprise.

Concepts – CEMAgriM	Concepts – ISO 19440	Commentaire
Objet. Objet physique ou informationnel de l'entreprise porté par les flux qui circulent au sein de l'entreprise. Il peut être de type Equipement, Animal, Végétal, Matière, Personne, Document.	Objet d'entreprise. Entité de l'entreprise décrite selon ses caractéristiques. Elle peut être de type produit, ordre ou ressource.	Concepts semblables dans le cadre CEMAgriM et la norme ISO 19440, mais typologie différente. Dans le cadre CEMAgriM, la Personne est considérée comme un type d'Objet.
Entité. Instance concrète d'un objet qui a une existence dans le temps et dans l'espace.	Non défini comme concept.	Dans la norme ISO 19440, pas de distinction entre les Objets et les Entités
Objet (Etat d'). Etat ou manifestation d'un objet d'un instant donné de son cycle de vie.	Vue d'objet d'entreprise. Sous-ensemble d'attributs/caractéristiques d'un objet d'entreprise selon un domaine, un processus, une activité, un événement.	Concepts semblables dans le cadre CEMAgriM et la norme ISO 19440. Dans le cadre CEMAgriM, un état d'objet peut notamment être lié à un état physiologique ou un état de santé.
Processus Biophysique. Cycle biologique d'un objet de type Animal, Végétal ou Matière. Une Phase est une étape d'un processus biophysique.	Non défini dans la norme.	Concept non défini dans la norme ISO 19940 et nécessaire à la représentation d'objets biologiques et/ou animés de processus internes.
Organisation. Unité organisationnelle représentée selon ses caractéristiques et son domaine d'activité. Une organisation fait partie de l'environnement transactionnel de l'entreprise considérée. Une Entité Organisation est une instance concrète d'Organisation.	Non défini dans la norme.	Concept non défini dans la norme ISO 19440. Une organisation serait considérée comme un Objet d'entreprise dans cette norme.
Prestation. Production de l'entreprise, destinée à être valorisée par les clients, qui constitue la finalité de l'entreprise et résulte de sa chaîne de valeur.	Produit. Type d'objet d'entreprise. Produits et spécialisations d'une entreprise dont la fabrication et la vente constituent la finalité de l'entreprise.	Dans le cadre CEMAgriM, le concept de Prestation est structurant et est le fruit de flux d'objets entre l'entreprise et les organisations concernées. Il ne se limite pas à un objet de l'entreprise comme à travers le concept de Produit de la norme ISO 19440.
Engagement. Contrat, formalisé ou non, défini entre l'entreprise et certaines organisations jouant le rôle de parties prenantes.	Ordre. Instruction d'une autorité à une autre pour gérer la performance d'une opération.	Dans le cadre CEMAgriM, le concept d'Engagement est structurant et est le fruit de flux d'objets entre l'entreprise et les organisations concernées. Il ne se limite pas à un objet de l'entreprise comme à travers le concept d'Ordre de la norme ISO 19440.
Processus. Ensemble d'opérations corréées ou interactives qui permettent de satisfaire une ou plusieurs fonctions/finalités de l'entreprise. Procédure. Ensemble logiquement ordonné d'opérations dont la mission est de mettre en œuvre un processus.	Domaine. Description des parties d'une entreprise à modéliser et des relations avec l'environnement externe (entrées/sorties). Processus métier. Ensemble de fonctionnalités d'un domaine nécessaire à la production d'un résultat qui satisfait un ou plusieurs objectifs.	Dans le cadre CEMAgriM, la Procédure met en œuvre un Processus. Dans la norme ISO 19440, le Domaine se rapproche de la définition de Processus du cadre CEMAgriM. Cependant, le Processus métier est vu comme un ensemble de fonctionnalités et non pas explicitement comme une Procédure.
Opération technique. Représentation d'une partie des fonctionnalités de l'entreprise. Une opération technique décrit le changement désiré des caractéristiques d'un ou plusieurs objets. Opération. Élément constitutif d'une procédure. Une opération est la spécification d'une opération technique pour une procédure donnée et pour un couple Saison/Période donné.	Activité d'entreprise. Part de fonctionnalité d'un processus métier nécessaire pour réaliser une tâche dans un processus métier.	Dans la norme ISO 19440, le concept d'Activité propose une représentation des fonctionnalités de l'entreprise. Dans le cadre CEMAgriM, cette représentation est offerte par les concepts d'Opération technique et d'Opération, l'opération étant la spécification d'une opération technique. Cette distinction permet de relier ces concepts aux procédures et d'introduire les aspects temporels de saison et de période.

<p>Tâche. Acte élémentaire de production, réalisé par un seul ensemble de travail pendant un intervalle de temps. Les tâches sont regroupées de manière séquentielle au niveau d'un travail.</p>	<p>Opération fonctionnelle. Part de fonctionnalité d'une activité, qui a été décomposée en un nombre ordonné de fonctions de transformation.</p>	<p>La représentation du système physique n'est pas explicite dans la norme ISO 19440, mais un rapprochement entre les concepts de Tâche et d'Opération fonctionnelle semble envisageable.</p>
<p>Travail. Un travail est formulé durant la phase d'ordonnancement et est un élément de description du système physique.</p>	<p>Non défini dans la norme.</p>	<p>La représentation du système physique n'étant pas explicite dans la norme ISO 19440, le concept de Travail n'y est pas défini.</p>
<p>Déclencheur. Un déclencheur peut être un événement ou un moment-clé.</p>	<p>Événement. Initiation d'un changement d'état dans une entreprise ou dans son environnement, utilisé pour initier l'exécution d'un ou plusieurs processus ou activités.</p>	<p>Concepts semblables, même si le concept de Déclencheur du cadre CEMAgriM est plus général que celui d'Événement de la norme ISO 19440 en intégrant les moments-clés dans la définition.</p>
<p>Unité de gestion. Unité opérationnelle que l'entreprise a décidé de gérer. Une unité de gestion constitue un regroupement fonctionnel d'objets et résulte d'une décision d'organisation.</p>	<p>Unité organisationnelle. Représentation de la structure formelle, hiérarchique ou administrative d'une entreprise.</p> <p>Centre de décision. Ensemble d'activité de décision participant à la structure décisionnelle d'une entreprise.</p>	<p>La représentation des aspects organisationnels est très différente dans le cadre CEMAgriM et dans la norme ISO 19440. Cependant, le concept d'Unité de gestion du cadre CEMAgriM peut rejoindre le concept d'Unité organisationnelle de la norme ISO 19440 en visant la représentation de la structure formelle de l'entreprise. L'Unité de gestion peut également être vue comme un regroupement de Centres de décision, même si les décisions élémentaires sont décrites aux niveaux des opérations et des travaux dans le cadre CEMAgriM.</p>
<p>Unité de travail. Type d'unité de gestion. Une unité de travail est un ensemble fonctionnel, non réductible à une réalité spatiale ou temporelle, qui décrit la structure du système physique de l'entreprise agricole. Un Ensemble de travail est un type d'unité de travail.</p>	<p>Profil de personne (et Rôles opérationnel et organisationnel). Ensemble de compétences requises pour réaliser des tâches.</p> <p>Ressource (et Entité fonctionnelle). Type d'objet. Ensemble ou partie des aptitudes fournies pour une activité d'entreprise selon ses besoins.</p>	<p>Le concept d'unité de travail du cadre CEMAgriM porte sur la structure du système physique de l'entreprise. Il peut ainsi être rapproché des concepts de Profil de personne et de Ressource de la norme ISO 19440, proposant des ensembles de compétences et d'aptitudes nécessaires à l'activité.</p>
<p>Unité biophysique. Type d'unité de gestion. Une unité biophysique est un ensemble fonctionnel, non réductible à une réalité spatiale et temporelle, qui décrit la structure du système biophysique de l'entreprise agricole.</p>	<p>Non défini dans la norme.</p>	<p>Cet aspect n'est pas couvert par la norme ISO 19440.</p>
<p>Unité de milieu. Type d'unité de gestion. Une unité de milieu correspond à un découpage du milieu géré par l'entreprise agricole et renvoie à une réalité spatiale.</p>	<p>Non défini dans la norme.</p>	<p>Cet aspect n'est pas couvert par la norme ISO 19440.</p>
<p>Lieu. Localisation géographique, lieu où se trouve un Objet/Entité, une unité de milieu ou le siège d'une entité organisationnelle.</p>	<p>Non défini comme concept.</p>	<p>Le lieu est un concept du cadre CEMAgriM afin d'être réutilisés pour plusieurs éléments. C'est un attribut du concept de Ressource dans la norme ISO 19440.</p>
<p>Information. Donnée élémentaire regroupée au sein de Documents ou portée par des Objets/Entités.</p>	<p>Non défini comme concept.</p>	<p>Cet aspect est traité indirectement à travers les attributs des différents concepts de la norme ISO 19440.</p>

Tableau 4.1 : Comparaison entre les concepts définis dans le cadre conceptuel CEMAgriM et la norme ISO 19440

- la description des aspects fonctionnels de l'entreprise à l'aide de nombreux concepts, tant relevant de la description du système opérant (Processus, Procédure, Opération Technique, Opération) que de la description du système physique (Travail, Tâche).
- la description des aspects temporels de l'entreprise à l'aide des concepts de "Saison", de "Période" et d'"Horizon décisionnel", qui permettent de gérer à la fois des opérations périodiques et saisonnières.

En guise de synthèse, le Tableau 4.2 reprend les éléments d'analyse des cadres méthodologiques CIMOSA, GIM et ARIS, présentés dans le **Chapitre 5**, pour les comparer à ceux du cadre méthodologique CEMAgriM.

1.2. En Ingénierie des Systèmes d'Information

Notre cadre méthodologique étant dédié à l'identification des besoins métiers de gestion et d'information des entreprises agricoles, il s'inscrit également comme une contribution scientifique et méthodologique dans le domaine de l'ingénierie des systèmes d'information. Notre contribution permet de lever en partie certaines limites identifiées dans le **Chapitre 3** en proposant des outils pour modéliser le système d'entreprise, sans prise en compte du système d'information ou des applications informatiques à mettre en place, tel que les gestionnaires-utilisateurs (MOA) se le représentent (niveau CIM-Haut) (Bourey *et al.*, 2007; Grangel *et al.*, 2007; Shen *et al.*, 2004). Le cadre méthodologique CEMAgriM vient ainsi compléter un panel d'outils aujourd'hui disponibles pour modéliser le système d'entreprise et le système d'information tels que les concepteurs de système d'information (MOE) se le représentent (niveau CIM-Bas dans une approche MDA) (Finkelstein, 2002; OMG, 2003). Ces outils de modélisation permettent ainsi d'identifier les besoins métiers des entreprises en proposant plus que la seule modélisation des processus métier (Morley, 2004b). Le langage de modélisation CEMAgriM constitue ainsi à lui seul une contribution dans le domaine de l'Ingénierie des Systèmes d'Information. En proposant un langage de modélisation non avant tout destiné aux concepteurs de système d'information informatique, ce langage, sémantiquement plus riche que des langages plus informatiques tels que UML, vient compléter le panel des langages de modélisation métier utilisés en Ingénierie des Systèmes d'Information (Aguilar-Savén, 2004; Kim *et al.*, 2003; Letters, 2002; Mylopoulos *et al.*, 2002).

Le cadre méthodologique CEMAgriM permet également de se représenter le système d'information d'une entreprise en dépassant le cadre trop implicite du Système d'Information Informatisé (SII). En effet, les concepts utilisés dans le cadre CEMAgriM, tels que le concept de "Document" pouvant correspondre à la fois à un véritable document papier ou à un état/formulaire de saisie d'un outil informatique, permettent de s'intéresser à la fois au SIF et à son informatisation en SII tel que nous l'avons envisagé dans le **Chapitre 2**. Par construction, notamment compte tenu des niveaux

Cadres méthodologiques	CEMAgriM	Issus du secteur industriel			Issus du secteur agricole	
		CIMOSA	GIM	ARIS	AGEA	ASEA
Caractéristiques générales						
Objectif général	analyse conception	Analyse conception	analyse conception	analyse conception	Analyse	analyse
Démarche structurée	oui (à finaliser)	oui	oui	limitée	Oui	oui
Apprentissage par analyste métier	facile	difficile	facile	abordable	Facile	facile
Convivialité pour gestionnaire	oui	non	oui	oui	oui	oui
Système						
Système étudié	exploitation agricole	entreprise manufacturière	système de production manufacturier	entreprise	exploitation agricole	exploitation agricole
Modèle dominant de l'exploitation agricole	"entreprise"	-	-	-	"familial"	"familial"
Système à comprendre ¹ Analyse métier	SO/SD/si	SO/SI/sd	SD/so/si	SI/so	SD/so	so
Système à concevoir ² Spécification métier	SEF SIF	SEF SII	SEF	SEF SII	-	-
Langages et modèles						
Formalismes utilisés	graphique	formel graphique	graphique	graphique	informel graphique	graphique informel
Concepts métier – définition	oui	oui	oui	oui	limitée	non
Concepts métier – nombre	33	~13	~21	~18	-	-
Modèles métiers – nombre	45	~6	~5	> 60	3	3
Vues de modélisation - nombre	6	4	4	5	-	-
Gestion complexité Cohérences des modèles / vues	oui	oui	limitée	oui	limitée	limitée
Gestion complexité Décomposition systémique	oui	oui	oui	oui	limitée	limitée
Aspects modélisés						
Stratégie / Objectifs	limité	limité	oui	oui	oui	non
Fonctions	oui	oui	oui	oui	limité	limité
Opérations Processus opérationnels	oui	oui	limité	oui	oui	limité
Décisions Processus décisionnels	oui	limité	oui	limité	oui (décision stratégique)	non
Comportement	oui	oui	limité	oui	limité	non
Produits / Services	oui	oui	limité	oui	limité	limité
Ressources	oui	oui	limité	oui	limité	oui
Information	oui	oui	oui	oui	non	non
Environnement	oui	limité	non	limité	limité	limité
Organisation	oui	oui	oui	oui	limité	oui
Espace	oui	non	non	limité	limité	oui
Temps (Calendrier)	oui	limité	limité	limité	oui	oui
Flux modélisés						
Matière	oui	oui	oui	oui	limité	non
Energie / Travail	limité	limité	non	limité	non	non
Contrôle / Commande	oui	oui	limité	oui	non	non
Information	oui	oui	limité	oui	non	non
Argent	limité	non	non	limité	non	non

1 SD : Système de Décision – SI : Système d'Information – SO : Système Opérant – 2 SEF : Système d'Entreprise Formalisé – SII : Système d'Information Informatisé

Tableau 4.2 : Grille d'analyse et caractérisation du cadre méthodologique CEMAgriM au regard des cadres méthodologiques issus des secteurs industriels et agricole

de description opérative et pilotage, le cadre de modélisation CEMAgriM invite par ailleurs à distinguer les éléments relevant du SIF pour l'acquisition de données (SIFa) et du SIF pour la gestion de l'entreprise (SIFg). Le recueil de ces éléments permet ainsi d'envisager l'adaptation des systèmes d'informations agricoles aux différents besoins de gestion, à l'organisation du travail et des décisions. L'identification des besoins en données à collecter à travers un réseau de capteurs sans fils relève ainsi du SIFa, et concerne les flux d'informations, les travaux et les tâches, les lieux d'activité, les documents et les équipements. L'identification des besoins en informations décisionnelles à regrouper dans des outils d'aide à la décision ou des tableaux de pilotage relève quant à elle du SIFg et concerne les modèles proposés au niveau de description pilotage du cadre de modélisation CEMAgriM.

Enfin, dans le domaine restreint de l'Ingénierie des Systèmes d'Information agricoles, ce cadre méthodologique apporte des outils structurants pour formaliser le système d'information des exploitations agricoles. Ce cadre vient compléter les approches de modélisation issues des Sciences Biotechniques, de l'Ergonomie ou de la Gestion des connaissances (Cerf, 1997; Magne, 2007; Magne *et al.*, 2007) ou les approches davantage centrées sur l'information en elle-même (Magne *et al.*, 2005; Sørensen *et al.*, 2010b) utilisées dans le secteur agricole. Le cadre méthodologique offre enfin un cadre conceptuel mobilisable dans le cadre de l'interopérabilité des systèmes d'information agricoles, à l'instar du cadre conceptuel du projet GIEA présenté en **Annexe I.10** (Dufy *et al.*, 2006), mais nous reviendrons sur cet aspect en discutant des perspectives de recherche dans les paragraphes suivants.

1.3. En Sciences de Gestion

En considérant notamment que les cadres méthodologiques proposés dans le secteur agricole relèvent des Sciences de gestion, nos travaux s'inscrivent logiquement dans cette discipline. Notre proposition de cadre méthodologique permet ainsi d'apporter aux Sciences de Gestion des outils pour l'analyse et la conception de systèmes d'entreprise et d'information agricoles, en ne se limitant pas exclusivement au cadre de l'analyse stratégique des exploitations. Le cadre que nous proposons permet en outre de dépasser les limites des cadres méthodologiques existants dans le secteur agricole et identifiées dans le **Chapitre 4** pour plusieurs raisons : la référence au "modèle d'entreprise" et non pas au "modèle de l'exploitation agricole familiale", la restitution des informations collectées lors des enquêtes sous la forme de modèles descriptifs et graphiques, la proposition d'un langage de modélisation mobilisant des concepts métiers pouvant être compris par le gestionnaire de l'entreprise et l'analyste métier, et la définition d'un cadre de modélisation permettant de gérer la complexité des modèles établis à différents niveaux de description et pour plusieurs vues de modélisation. Le Tableau 4.2 permet d'illustrer notre contribution en reprenant les éléments d'analyse des cadres méthodologiques AGEA et ASEA, présentés dans le **Chapitre 4**, et en les comparant à ceux du cadre CEMAgriM.

De manière plus générale, les éléments du cadre méthodologique CEMAgriM permettent de structurer et de gérer la connaissance dans l'entreprise agricole (Grundstein, 2004; Kamsu Foguem *et al.*, 2008) en proposant une diversité de modèles contribuant à formaliser le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise agricole. Grâce au langage semi-formel utilisé dans le cadre CEMAgriM, nos travaux facilitent la capture et le partage de connaissances sur l'entreprise. Cette formalisation peut être utile en interne à l'entreprise pour expliciter les modes de fonctionnement et les rôles de chacun (Hatchuel *et al.*, 1993). Mais elle est surtout utile, en interne ou avec l'aide de partenaires externes, pour identifier les pistes de changement afin d'améliorer les actes de gestion, l'organisation et les performances de l'entreprise. En mobilisant le cadre CEMAgriM, c'est un véritable dialogue qui se noue entre le gestionnaire et l'analyste pour élaborer les différents modèles de représentation de l'entreprise. Le gestionnaire et l'analyste définissent ainsi des modèles du système existant qui permettent de discuter des évolutions possibles du système et de définir à l'aide des mêmes langages de représentation, les composantes d'un système cible, mieux organisé et plus performant. En outre, l'élaboration de modèles semi-formels peut faciliter la comparaison entre systèmes de production différents. Ils permettent ainsi d'apprécier la flexibilité des entreprises agricoles (Abt *et al.*, 2008; De Leeuw *et al.*, 1996; Séronie *et al.*, 2007) et pourraient stimuler l'innovation tant au niveau de la diversification des productions, des modes de production et de commercialisation, et de l'organisation générale de l'entreprise (Bonnafous *et al.*, 2004; Mazé *et al.*, 2002; Soullignac *et al.*, 2009). En mobilisant par exemple les modèles de la vue Environnement, et plus particulièrement la vue générale des prestations, il est en effet possible de réfléchir aux finalités de l'entreprise, ses principales productions et de définir pour l'entreprise de nouvelles prestations spécifiées par le biais des modèles du système cible.

Au niveau de la gestion des informations dans l'entreprise, ces travaux contribuent à expliciter les flux de données transactionnelles et de gestion en lien avec l'activité de l'entreprise. Comme nous l'avons évoqué dans le **Chapitre 1**, la gestion intégrée des informations au sein de l'entreprise est un préalable important à la gestion et à la maîtrise de ses performances. A travers nos travaux, nous proposons une approche pour aider à définir tant des Systèmes d'Information pour l'acquisition de données (SIFa), à travers notamment l'identification des besoins en système d'acquisition, que des Systèmes d'Information pour la gestion de l'entreprise (SIFg), à travers notamment l'explicitation des besoins en indicateurs et en tableaux de bord pour le pilotage de l'entreprise. Nos travaux montrent ainsi l'intérêt de disposer d'une vision systémique du fonctionnement et de l'organisation de chaque entreprise pour concevoir des outils adaptés à la gestion des informations et des performances de chacune d'entre elle. Notre proposition de conceptualisation de la décision au sein de l'entreprise agricole permet en outre de formaliser graphiquement chacune des décisions prises dans l'entreprise, dans la continuité des travaux déjà réalisés dans le domaine (Doumeingts *et al.*, 2002; Fountas *et al.*, 2006; Sebillotte *et al.*, 1988; Vallespir, 2006) et peuvent aider l'analyste à comprendre et expliciter les besoins en outils d'aide à la décision à travers la description des différentes composantes décisionnelles. Notre proposition de conceptualisation du pi-

lotage des différents éléments de gestion (Objet, Prestation, Engagement, Processus, Procédure, Unité de gestion, Travail, Opération Technique, Opération) contribue en outre, à travers les différents modèles du niveau de description pilotage, à décrire et à structurer le pilotage au sein de l'entreprise agricole dans une perspective de suivi des performances et de conception de tableaux de bord pour mieux identifier les besoins de gestion. Regroupés en tableaux de bord, les indicateurs assurent une présentation lisible et interprétable des performances de l'entreprise selon une périodicité définie et adaptée aux besoins de gestion (jour, mois, année, etc.) (Lorino, 2003; Moisdon, 1997; Pujo *et al.*, 2002) que contribue à définir et à structurer le cadre CEMAgriM.

Enfin, nous pouvons considérer que la proposition du cadre méthodologique CEMAgriM constitue un apport intéressant aux Sciences de gestion en jetant les bases d'une théorie moderne de la gestion de l'entreprise agricole, très conditionnée par la pensée "Système d'Information". Sans prétendre aller aussi loin que les travaux menés dans les années 90 sur la théorie de gestion des exploitations agricoles familiales (Brossier *et al.*, 1997; Brossier *et al.*, 1990), les composants du cadre méthodologique CEMAgriM peuvent apporter quelques éléments théoriques nouveaux. Afin de s'adapter au contexte actuel des entreprises agricoles, la représentation systémique proposée dans le cadre CEMAgriM intègre des aspects à la fois de la théorie des parties prenantes (relation de l'entreprise avec son environnement), de la théorie systémique (décomposition en sous-systèmes) et de la théorie de la décision (décomposition en niveaux décisionnels). Les vues de modélisation du cadre de modélisation CEMAgriM proposent de représenter l'entreprise agricole selon 6 facettes complémentaires (ressource, environnement, processus, physique, biophysique, organisation spatiale). Le cadre conceptuel CEMAgriM regroupe enfin 33 concepts principaux et 14 concepts complémentaires qui visent à conceptualiser le domaine de la gestion des entreprises agricoles tout en mettant en évidence certaines particularités propres à ces systèmes de production (pilotage de cycles biologiques et saisonniers, organisation spatiale et temporelle des activités, etc.) ou aux très petites entreprises (petite dimension humaine, peu ou pas de niveaux organisationnels, nombre de clients limités, etc.). Ce cadre conceptuel permet en outre de gérer la complexité des systèmes actuels de production de biens et de services et se veut générique quant aux exploitations agricoles de grandes cultures, de polyculture et d'élevage de poly-gastrique.

1.4. En Sciences Biotechniques

Les Sciences Biotechniques regroupent l'ensemble des sciences nécessaires à la compréhension de l'agriculture et de l'élevage, et des techniques utiles à leur pratique. Elles regroupent ainsi principalement l'Agronomie (étude des relations entre les plantes cultivées, le milieu et les techniques agricoles) et la Zootechnie (étude des relations entre les animaux domestiques et de rente et les techniques d'élevage) (Mazoyer *et al.*, 2002). Les Sciences Biotechniques s'inscrivent ainsi dans le prolongement des Sciences de Ges-

tion en se focalisant sur la gestion technique des systèmes de productions agricoles (animales et végétales) (Aubry, 2007; Keating *et al.*, 2001).

Notre proposition de cadre méthodologique pourrait permettre ainsi d'apporter aux Sciences Biotechniques des outils méthodologiques pour comprendre et représenter graphiquement le système de production agricole et son pilotage. Notre approche transversale contribue en outre à rapprocher les disciplines de l'Agronomie et de la Zootechnie en proposant des concepts communs aux deux disciplines (concept d'"unité biophysique" par exemple) tout en veillant aux particularités des productions animales et végétales : les concepts d'"Animal" et de "Végétal" sont ainsi des spécialisations du concept d'"Objet", et les concepts de "Lot fonctionnel d'animaux" et de "Lot fonctionnel de parcelles végétales" sont des spécialisations du concept d'"Unité biophysique".

La réflexion que nous avons menée dans le cadre de nos travaux, nous a ainsi conduits à clarifier ou revisiter certains concepts de l'Agronomie et de la Zootechnie. Les emprunts au secteur industriel et au domaine des systèmes d'information nous permettent de dépasser les clivages entre productions animales et végétales que nous retrouvons dans de nombreux travaux (Aubry, 2000; Aubry *et al.*, 1998b; Cerf *et al.*, 2006; Cerf *et al.*, 1990b; Chatelin *et al.*, 1993; Coléno, 1996; Coléno *et al.*, 2005; Dedieu *et al.*, 2004; Dedieu *et al.*, 2003; Ingrand *et al.*, 2003). Si nous reprenons l'exemple du concept d'"unité biophysique", nous considérons ainsi comme génériques les modalités de pilotage entre un "lot fonctionnel d'animaux" et un "lot fonctionnel de parcelles végétales". Cette considération permet par exemple de rapprocher les travaux menés dans le domaine de la zootechnie autour du pilotage des "lots fonctionnels d'animaux", tels que définis par Ingrand *et al.* (Ingrand *et al.*, 2003), et ceux menés dans le domaine de l'agronomie autour du pilotage des "lots de culture", tels que définis par Aubry (Aubry, 2000).

La réflexion que nous avons menée dans le cadre de nos travaux, nous a également permis de concilier une approche tournée vers la représentation du système de gestion de l'entreprise (les concepts d'"itinéraire technique" et d'"opération technique" sont bien souvent utilisés en Agronomie) et une approche tournée vers la représentation du système physique de l'entreprise (les concepts de "travail" et de "tâche" sont bien souvent utilisés en Zootechnie). En proposant un cadre conceptuel cohérent et mobilisant les concepts de "Processus", de "Procédure", d'"Opération technique", d'"Opération", de "Travail", de "Tâche" et d'"Unité de travail", nous veillons à ne pas inscrire exclusivement nos recherches dans le domaine des grandes cultures – cas par exemple des travaux de Goense (Goense, 1994) – ou dans le domaine de l'élevage – cas par exemple des travaux de Madelrieux *et al.* (Madelrieux *et al.*, 2006). A travers cette proposition, nous unissons une fois de plus les disciplines de l'Agronomie et de la Zootechnie, mais aussi les recherches menées dans le domaine des Sciences de gestion et celles menées dans le domaine de l'Organisation du travail.

2. Perspectives de recherche autour du cadre CEMAgriM

Notre proposition de cadre méthodologique constitue un premier travail d'adaptation de la Modélisation d'Entreprise au secteur agricole pour aider à identifier les besoins de gestion des entreprises agricoles dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. Au vu des conclusions issues du cas d'illustration et des contributions scientifiques identifiées tant dans le domaine de la Modélisation d'Entreprise que de l'Ingénierie des Systèmes d'Information, des Sciences de Gestion et des Sciences Biotechniques, de nombreuses perspectives de recherche peuvent être identifiées autour du cadre CEMAgriM. Ces perspectives concernent à la fois des travaux visant à faire évoluer le cadre existant, à mieux l'intégrer dans les approches d'ingénierie d'entreprise et de système d'information et à valoriser, dans d'autres projets, certaines de ses composantes.

2.1. Une opérationnalisation du cadre méthodologique CEMAgriM pour aider à identifier les besoins de gestion des entreprises agricoles

Au vu des premières utilisations du cadre CEMAgriM et compte tenu des quelques points d'amélioration identifiés dans le **Chapitre 10**, un premier travail pourrait être mené afin de rendre ce cadre plus opérationnel pour l'expression des besoins de gestion des entreprises agricoles.

A court terme, il serait donc intéressant de travailler sur la robustesse de notre proposition à travers 5 pistes d'actions :

- **Tester le cadre sur d'autres exploitations agricoles.** Pour confronter notre cadre méthodologique à davantage de situations de terrain, il est important d'envisager son utilisation sur d'autres exploitations agricoles. Des travaux ont dès à présent été initiés sur les exploitations agricoles de l'EPLEFPA de Marmilhat et du Cemagref, mais d'autres systèmes restent encore à étudier de manière approfondie.
- **Approfondir la définition des concepts.** A l'instar des "constructs" (aussi appelés "concepts" ou "primitives du langage de modélisation") définis dans la norme ISO 19 440, un travail doit être conduit pour approfondir la définition des concepts et des attributs du cadre CEMAgriM.
- **Approfondir la description du langage de modélisation.** Ce travail doit être conduit pour tester la robustesse des langages de modélisation proposés. Il doit notamment s'inspirer de formalismes existants (ARIS, BPMN, chorèmes et graphes, etc.) pour veiller à mieux formaliser les composantes spatiales et temporelles de certains modèles.

- **Définir des démarches de modélisation.** Ce travail est vraisemblablement le plus important à conduire aujourd'hui. Même si une démarche générique a été définie à ce stade, il est important d'aller plus loin dans la spécification des démarches d'analyse et de conception du système étudié pour établir les modèles métiers de l'entreprise agricole en lien avec les exploitants. En se basant notamment sur les démarches existantes issues des cadres AGEA, ASEA, GIM, IDEF, etc., ce travail doit permettre de faciliter l'interaction entre l'analyste/concepteur et l'exploitant agricole. Des outils pourraient être conçus dans ce but (guides d'entretien, supports de collecte, modèles incomplets, etc.). Ils devront aider à être plus performants au niveau de la collecte des données avec l'exploitant pour limiter la durée des enquêtes de terrain, mais ils devront également aider à choisir les modèles les pertinents à établir en fonction des objectifs poursuivis de modélisation, leurs modalités d'élaboration et de validation avec l'exploitation agricole. Un premier travail exploratoire, réalisé avec M.-A. Magne (Magne, 2008), a d'ailleurs montré l'intérêt de mobiliser les méthodologies issues de l'ingénierie des besoins ("Requirements Engineering") pour aider à structurer ces démarches de modélisation, en alternant notamment des phases de nature différente (élicitation, analyse, modélisation, documentation, validation) (Nuseibeh *et al.*, 2000; Voinov *et al.*, 2010).
- **Développer un outil informatique support à la modélisation.** Compte tenu de l'originalité du cadre proposé, aucun outil informatique de Modélisation d'Entreprise n'a pu être mobilisé dans le cadre de nos travaux. Les modèles ont ainsi été réalisés avec le logiciel Microsoft Visio. Un travail pourrait donc être mené sur le développement d'un outil adapté à l'élaboration des modèles du cadre méthodologique CEMAgriM. Ce travail pourrait s'envisager en personnalisant simplement la solution Microsoft Visio, ou, plus globalement, en personnalisant les solutions ARIS Business, ce qui pourrait nous amener à revoir quelque peu les formalismes proposés.

A plus long terme, il serait intéressant de travailler sur la complétude de notre proposition à travers 3 pistes d'action :

- **Intégrer de nouveaux concepts.** Le cadre conceptuel CEMAgriM définit actuellement un grand nombre de concepts. Après un retour d'expérience plus conséquent sur l'utilisation du cadre CEMAgriM dans les entreprises agricoles, il sera possible d'apprécier la pertinence de l'introduction de nouveaux concepts. Nous pensons par exemple aux concepts liés au risque et à sa gestion, importants dans le cadre de la production agricole (aléas climatiques, aléas des cycles biologiques, etc.), comme ceux récemment introduits pour le management intégré des risques et des processus (Sienou, 2009).

- **Intégrer de nouveaux modèles.** Comme nous avons pu l'identifier dans le chapitre précédent, de nouveaux modèles pourraient être introduits dans le cadre CEMAgriM pour mieux représenter certains aspects (documents et information, objectifs et indicateurs, procédures, unités de gestion et spatialisation, etc.). Un premier retour d'expérience devrait permettre d'évaluer ces nouveaux besoins de formalisation, mais aussi d'estimer si certaines formalisations aujourd'hui proposées s'avéraient finalement peu pertinentes. Quoiqu'il en soit, l'intégration éventuelle de nouveaux modèles devra se faire de manière raisonnée en veillant à la cohérence globale du cadre méthodologique CEMAgriM. C'est pour cette raison, par exemple, qu'une de nos propositions de représentation des documents dans l'entreprise agricole n'a pas été introduite à ce stade dans le cadre existant (Abt *et al.*, 2010). Cette dernière permet en effet de représenter pour différents documents les informations saisies et mobilisées, mais elle ne permet pas d'assurer le lien des modèles entre eux avec le souci d'une gestion globale de leur complexité et de leur cohérence (Figure 4.30).
- **Disposer de modèles partiels.** Afin de limiter la durée d'un projet de modélisation d'une entreprise agricole, et de limiter la mobilisation des exploitants lors des phases de collecte d'information, il est important de remobiliser le maximum de connaissances génériques issues des expériences de modélisation passées. Cette remobilisation se fera spontanément par un même analyste, mais elle pourrait se faire de manière structurée, comme à travers les modèles partiels définis en Modélisation d'Entreprise. Cette mobilisation de modèles génériques, porteurs d'une certaine genericité, constitue une perspective de recherche intéressante et partagée avec le secteur industriel en Modélisation d'Entreprise et en Ingénierie Dirigée par les Modèles (Baptiste *et al.*, 2007; Favre *et al.*, 2006; Pingaud *et al.*, 2009). Dans le cadre des entreprises agricoles, ce niveau de genericité devrait pouvoir être trouvé au niveau des prestations, des processus, des procédures (ou itinéraires techniques), des opérations, etc., ce qui devrait faciliter l'établissement des modèles d'entreprise et permettre de réduire énormément les durées des projets de modélisation. Reste à définir comment ces éléments devront être intégrés dans les démarches de modélisation du cadre CEMAgriM et identifiées au niveau du cadre de modélisation.

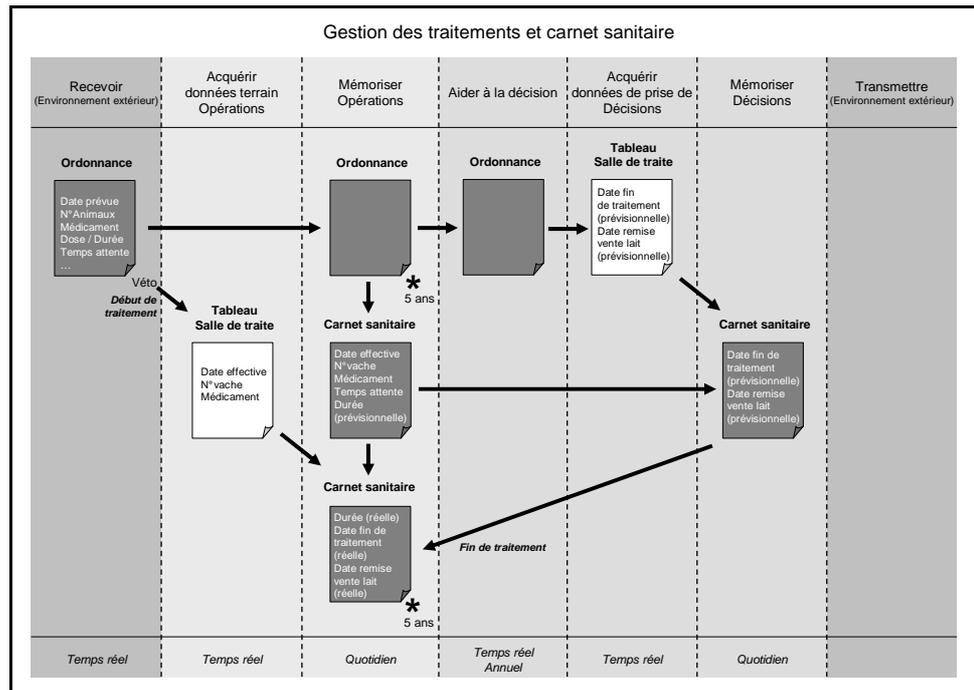


Figure 4.30 : Proposition de représentation des documents et des informations qu'ils permettent d'acquérir et de remobiliser (Abt *et al.*, 2010)

2.2. Une ouverture à d'autres systèmes d'étude pour le cadre CEMAgriM

Par hypothèse, notre proposition vise à couvrir les exploitations agricoles de grandes cultures, de polycultures et d'élevage de polygastriques. Cependant, compte tenu de la généricité de certains concepts définis dans le cadre CEMAgriM (Objet, Prestation, Processus, Procédure, Opération, Travail, Tâche, Unité de gestion, etc.), il est envisageable de tester et d'étendre l'utilisation du cadre méthodologique CEMAgriM à d'autres systèmes d'étude.

A court terme, il serait intéressant de tester la généricité du cadre méthodologique sur tous les types d'entreprises du secteur agricole :

- **Tous types d'exploitations agricoles.** Les productions végétales pluriannuelles (arboriculture, viticulture), les cultures maraîchères, l'horticulture et l'élevage de monogastriques (porcs, volailles, poissons) n'ont pas été intégrées à ce stade dans notre réflexion. Les éléments de définition du cadre CEMAgriM laissent cependant imaginer la transposition possible à ces types de productions et d'exploitations agricole. Il conviendra de le tester sur quelques cas d'illustration.
- **Autres types d'entreprises du secteur agricole.** Dans le secteur agricole, les exploitations agricoles ne sont pas les seules à être en lien étroit avec la production agricole. Les CUMA (Coopérative d'Utilisation de Matériel en Commun), les ETA (Entreprises de Travaux Agricoles), les Coopérati-

ves céréalières ou d'élevage, les entreprises de transformation sont autant de structures que nous pourrions envisager d'étudier et de modéliser avec le cadre CEMAgriM.

A plus long terme, il serait intéressant de tester la généricité du cadre CEMAgriM, voire de l'adapter à d'autres systèmes :

- **Les entreprises du secteur forestier.** De la même manière que les exploitants agricoles, les gestionnaires et les exploitants forestiers gèrent et exploitent les ressources naturelles pour produire durablement des biens (bois d'œuvre, bois de chauffe) mais aussi proposer des services en lien avec les usages de la forêt (tourisme, paysage, chasse, etc.). Un travail intéressant pourrait être mené pour étendre le cadre CEMAgriM à ce type d'entreprises du secteur primaire.
- **Les entreprises des autres secteurs d'activité (industrie, services, etc.).** Le cadre méthodologique CEMAgriM, bien que défini avant tout pour les entreprises agricoles, pourrait être testé au niveau de sa généricité sur les entreprises des autres secteurs d'activités (industrie, service), à l'inverse du travail que nous avons mené sur la transposition des méthodes du secteur industriel au secteur agricole. Ce cadre pourrait notamment être testé sur des Très Petites Entreprises, compte tenu des concepts et des langages que nous avons introduits pour l'entreprise agricole.
- **Les systèmes agri-environnementaux.** Les systèmes agri-environnementaux peuvent se définir comme des systèmes de production de biens et de services à différentes échelles territoriales (commune, bassin versant, département, etc.). Ils regroupent de nombreux acteurs (exploitants agricoles, gestionnaires, citoyens, administrations, entreprises diverses) dont les activités sont très liées au milieu naturel et à l'environnement. A l'instar de travaux menés dans le cadre de réseaux d'organisations (Canavesio *et al.*, 2007; Zaidat *et al.*, 2005), un travail pourrait être mené pour réfléchir à l'adaptation du cadre méthodologique CEMAgriM pour l'expression des besoins de gestion de ce type de systèmes en mobilisant notamment les concepts introduits pour représenter les particularités des entreprises agricoles et notamment la gestion des ressources naturelles. Une première modélisation que nous avons réalisée sur la gestion des ressources en eau et les pratiques d'irrigation à l'échelle d'un département présente en effet des perspectives intéressantes pour identifier les besoins en information des différents acteurs (Champomier *et al.*, 2007; Chataigner *et al.*, 2008).

2.3. Du cadre CEMAgriM à la (ré)ingénierie des systèmes d'information

Nous avons inscrit notre proposition de cadre méthodologique au niveau de la représentation métier de l'entreprise agricole et de l'identification des besoins de gestion des entreprises agricoles afin de mieux concevoir et de mieux mettre en place leurs systèmes d'information. Le cadre méthodologique permet ainsi d'aborder avec le gestionnaire (exploitant agricole notamment) certaines composantes du système d'information à mettre en place (documents, informations, indicateurs, équipements, etc.), mais il ne permet pas, et n'a pas vocation, à représenter précisément les limites et les fonctionnalités du système d'information à mettre en place (SIF et SII). En s'appuyant sur le cadre méthodologique CEMAgriM, il est donc important de définir une ou plusieurs approches d'ingénierie des systèmes d'information permettant, en s'appuyant sur la modélisation, de partir de l'identification des besoins de gestion pour aller jusqu'à la mise en place effective des systèmes d'information, informatiques ou non (Finkelstein, 2002; Mylopoulos *et al.*, 2002). Ce travail rejoint les travaux menés autour de l'approche MDA, en intégrant le niveau "CIM-Haut" d'expression des besoins de gestion des entreprises que nous avons identifié dans le **Chapitre 3** (Baïna *et al.*, 2006; Bourey *et al.*, 2007; OMG, 2003).

Pour proposer une ou plusieurs approches intégrées d'ingénierie des systèmes d'information, nous identifions trois principales perspectives de recherche. La Figure 4.31, qui reprend la représentation du cycle de vie d'un projet d'ingénierie proposée dans le **Chapitre 3**, repositionne ces différentes perspectives (Points 1 à 3) qui portent respectivement sur :

- **La spécification du Système d'information à mettre en place.** Il est important de définir à ce niveau les limites et les fonctionnalités du système d'information à mettre en place, qu'il soit informatique ou non. Pour cela, les modalités d'interaction entre les modèles métiers du système entreprise définis dans le cadre CEMAgriM et les modèles métiers du système d'information classiquement utilisés en ingénierie des systèmes d'information (processus de collaboration BMPN, diagrammes de cas d'utilisation UML, diagrammes d'activités UML, diagramme de package UML, modèles du cadre méthodologique E&P UML, etc.) (Desfray, 2004; Eriksson *et al.*, 2000; Wolfert *et al.*, 2010) doivent être définies tout en veillant à pouvoir représenter les particularités agricoles et la non informatisation systématique du système d'information. Une étude de l'automatisation possible pour le passage des modèles métiers aux modèles UML pourrait s'envisager à l'instar des travaux menés dans le domaine de l'interopérabilité et de la transformation des modèles (Ben Salem *et al.*, 2008), mais elle se fera avant tout par une nouvelle phase d'analyse menée par le concepteur de système d'information en lien avec les utilisateurs du système d'information (Goepf *et al.*, 2008; Nuseibeh *et al.*, 2000; Shen *et al.*, 2004).

- **La mise en place des outils de gestion de l'information.** A partir d'une représentation des fonctionnalités du système d'information à mettre en place, il est important de faire les bons choix de mise en œuvre (informatique ou non) et d'architecture du système d'information pour garantir l'efficacité mais surtout l'acceptabilité des outils mis en place (Joly, 2004; Nikkilä *et al.*, 2010; Ognov, 2000; Pradel *et al.*, 2009). Ces pistes de recherche sont à approfondir en lien avec les sciences sociales pour assurer un déploiement optimal de systèmes d'information dans les entreprises agricoles, et veiller à réaliser les bons choix de solutions technologiques à mettre en place pour garantir l'adoption finale du système de collecte et de gestion des informations mis en place.
- **La mise en place des outils de gestion informatisée.** En lien très étroit avec le point précédent, cette piste de recherche vise à développer de nouveaux systèmes d'information informatisés ou à implémenter des solutions informatiques modulaires et paramétrables (restant encore à imaginer dans le secteur agricole selon le modèle des ERP et des MES du secteur industriel) en fonction des besoins de gestion identifiés et des choix technologiques effectués (Botta-Genoulaz *et al.*, 2003; Darras *et al.*, 2003; Garcia *et al.*, 2004; Liu *et al.*, 2008; Quiescenti *et al.*, 2006; Rouillard *et al.*, 2007; Zhao *et al.*, 2007). En s'appuyant sur les travaux menés dans le cadre des entrepôts de données spatialisés (Alter, 1980; Bimonte, 2007; Immon, 1996), un travail pourrait être mené pour réfléchir à la définition semi-automatique d'entrepôts de données et de tableaux de bord pour aider à la décision dans les entreprises agricoles en fonction des éléments définis dans les différents diagrammes de pilotage du cadre CEMAgriM.

2.4. Du cadre CEMAgriM à la (ré)ingénierie d'entreprise

Comme nous venons de le voir, le cadre méthodologique CEMAgriM permet de représenter le fonctionnement et l'organisation des entreprises agricoles et d'identifier leurs besoins de gestion dans une perspective d'ingénierie de système d'information. Compte tenu de l'approche de modélisation mise en œuvre et des modèles établis, le cadre méthodologique permet également d'inscrire ces travaux dans une perspective d'ingénierie d'entreprise (ou plutôt de réingénierie d'entreprise) des exploitations agricoles (Point 4 de la Figure 4.31).

Pour mener à bien un projet de (ré)ingénierie d'entreprise, il convient de se doter d'outils méthodologiques complémentaires au cadre méthodologique établis pour accompagner le changement dans l'entreprise (organisation, processus, tâches, travaux, prestations, etc.) (Besombes *et al.*, 2004; Debauche *et al.*, 2004; Doumeingts *et al.*, 2000; Vosniakos *et al.*, 2006). A l'instar des outils définis à partir du cadre méthodologique GIM (comme

par exemple l'outil ECOGRAI pour "la conception et l'implantation de systèmes d'indicateurs de performance pour organisations industrielles" ou l'outil GRAI-Engineering) (Bitton, 1990; Ducq, 2008; Ducq *et al.*, 2005a; Ducq *et al.*, 2005b; Girard *et al.*, 2004), nous pourrions envisager de construire des outils similaires, définis à partir du cadre méthodologique CEMAgriM et spécifier des démarches de modélisation à mettre en œuvre mobilisant à la fois une connaissance experte des systèmes de production agricole et des règles de gestion permettant de garantir autant que faire un pilotage performant de l'entreprise.

Par ailleurs, les changements dans une entreprise étant continus, la réingénierie d'une entreprise peut également être vue comme un processus continu. Face à cette évolution constante des systèmes de production, l'élaboration de modèles du fonctionnement et de l'organisation de l'entreprise permettrait alors de disposer d'un référentiel métier pour apprécier, piloter et évaluer les évolutions du système d'entreprise. A partir du cadre méthodologique CEMAgriM, plusieurs perspectives de recherche pourraient être envisagées pour l'entreprise agricole dans ce domaine. L'élaboration et la mise à jour des modèles métiers de l'entreprise agricole devraient permettre de faciliter au gestionnaire la capitalisation de ses connaissances sur l'entreprise mais aussi la comparaison des modes d'organisation de son entreprise avec d'autres entreprises sur la base de ces modèles. Ces modèles pourraient également permettre de piloter et de visualiser l'amélioration continue au sein de l'entreprise s'ils étaient mis à jour en continu, et d'identifier les points de flexibilité pour mieux adapter l'entreprise à son environnement et innover quels que soient les horizons temporels considérés (stratégique, tactique, opérationnel) (Abt *et al.*, 2008; Séronie *et al.*, 2007).

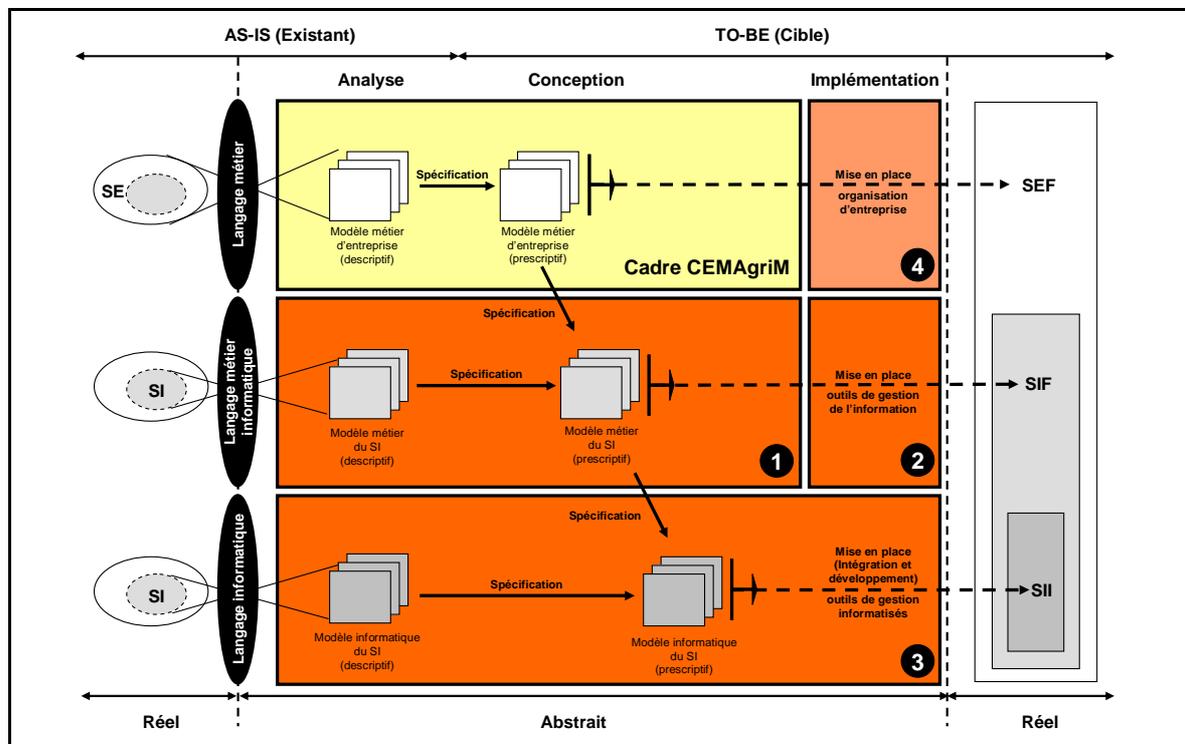


Figure 4.31 : Perspectives de recherche dans le domaine de l'ingénierie d'entreprise et des systèmes d'information à partir du cadre méthodologique CEMAgriM

2.5. De l'utilisation du cadre CEMAgriM pour la structuration des données et la formalisation des connaissances du domaine agricole

Outre les perspectives de recherche identifiées précédemment et visant à mobiliser le cadre méthodologique CEMAgriM dans sa globalité, il est possible d'envisager des perspectives de recherche ne mobilisant qu'une partie des éléments de ce cadre. C'est le cas par exemple des perspectives identifiées dans les domaines de la structuration des données et de la formalisation des connaissances où nous pourrions envisager l'utilisation avant tout du cadre conceptuel CEMAgriM (Figure 4.32).

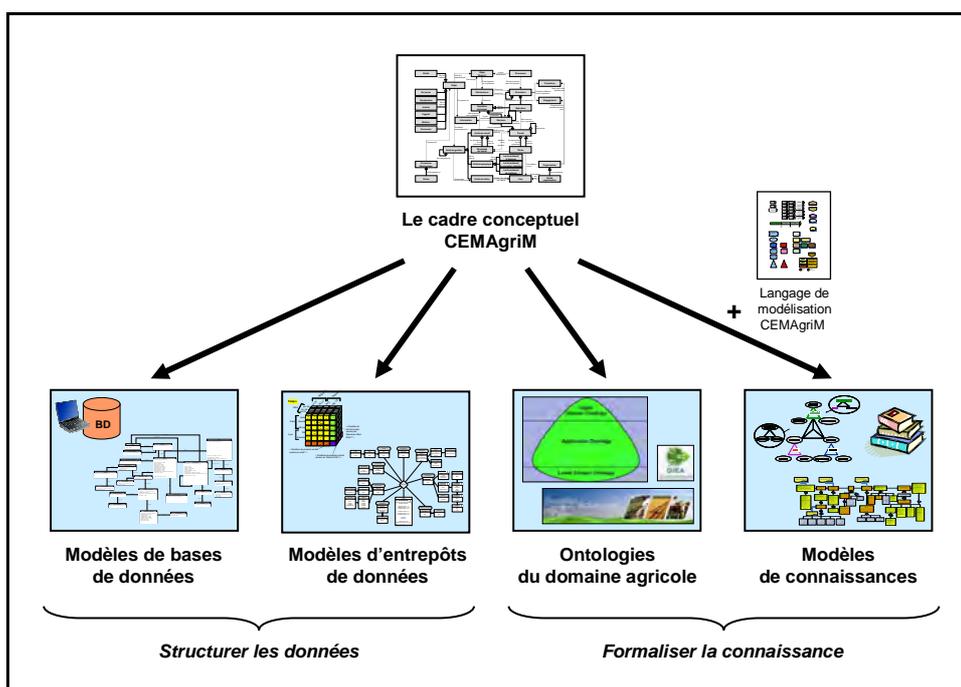


Figure 4.32 : Perspectives d'utilisation du cadre CEMAgriM pour la structuration des données et la formalisation des connaissances du domaine agricole

Le cadre conceptuel CEMAgriM regroupe des concepts génériques et complémentaires pour représenter les différents aspects du fonctionnement de l'organisation des entreprises agricoles. Pour cette raison, nous pouvons donc envisager de l'utiliser afin d'aider à structurer les données manipulées dans les systèmes d'information agricoles et définir ainsi de nouvelles solutions informatiques (bases de données ou entrepôts de données par exemple). Dans le cadre du projet EnergÉTIC "Evaluation fine des performances énergétiques des entreprises agricoles par l'Utilisation des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC)", financé par le CasDAR (Compte d'affectation spécial pour le Développement Agricole et Rural), nous avons ainsi utilisé le cadre conceptuel CEMAgriM pour aider à définir le modèle de la base de données pour recueillir l'ensemble des données de consommation d'énergie collectées sur le terrain (Figure 4.33) et le modèle de l'entrepôt de données pour définir les différents indicateurs de performances énergétiques (Figure 4.34). Le modèle de la base de don-

Le cadre conceptuel CEMAgriM peut également être utilisé pour aider à formaliser les connaissances du domaine agricole. En apportant une sémantique utile à la définition des langages de modélisation d'entreprise, ce cadre conceptuel pourrait permettre de définir une ontologie de haut niveau du domaine agricole en définissant les concepts de base d'une ontologie (Gruber, 1993; Martin-Clouaire *et al.*, 2006; Panetto, 2006). Les concepts définis au niveau applicatif et au bas-niveau de l'ontologie, pourraient alors se rattacher à ces différents concepts (De Nicola *et al.*, 2005). Des perspectives de recherche pourraient ainsi s'envisager en revisitant les concepts définis dans le cadre du projet GIEA, et présentés en **Annexe I.10**. Ce travail permettrait de tester la pertinence du cadre conceptuel CEMAgriM vis-à-vis de la définition d'une ontologie du domaine agricole pour la gestion des informations de l'entreprise agricole et l'interopérabilité des systèmes d'information (Dufy *et al.*, 2006; Pinet *et al.*, 2006; Roussey *et al.*, 2010).

Le cadre conceptuel, ainsi que le langage de modélisation CEMAgriM, pourraient par ailleurs être utilisés afin de définir les primitives d'un langage de formalisation des connaissances dans le domaine de l'ingénierie des connaissances. Les travaux de transposition au secteur agricole du modèle MASK, utilisé pour analyser et structurer les connaissances, sont confrontés par exemple aux mêmes particularités des entreprises agricoles que celles rencontrées avec le cadre méthodologique CEMAgriM (Soulignac *et al.*, 2009; Soulignac *et al.*, 2010a; Soulignac *et al.*, 2010b). La réutilisation de certains concepts ou de certains formalismes pourrait aider à lever certaines de ces difficultés. Notons que ce point rejoint notamment la définition de modèles partiels, porteurs de connaissance générique, évoquée précédemment.

2.6. De l'utilisation du cadre CEMAgriM pour la pédagogie, l'évaluation et la simulation des systèmes de production agricoles

Comme précédemment, ces perspectives visent à ne mobiliser qu'une partie des composantes du cadre méthodologique CEMAgriM. Le langage de modélisation et la représentation systémique proposés peuvent en effet être utilisés pour la pédagogie, l'évaluation et la simulation des systèmes de production agricoles. Enseignants, conseillers agricoles et chercheurs sont des utilisateurs potentiels de ces composantes mobilisables pour faciliter la communication, aider à comprendre et représenter le système étudié.

Au niveau de la pédagogie, une piste de travail pourrait être de mobiliser ces éléments pour définir un support pédagogique pour la représentation graphique du fonctionnement et de l'organisation des exploitations (Moulin *et al.*, 2004; Naïtlho, 2002). En revisitant les cadres méthodologiques de l'AGEA et de l'ASEA (Bonneviale *et al.*, 1989; Naïtlho *et al.*, 2003), destinés avant tout à la pédagogie et présentés dans le **Chapitre 4**, nous pourrions envisager une mobilisation de certains modèles pour restituer une part plus importante des informations collectées au cours des enquêtes.

Au niveau de l'évaluation des systèmes de production agricoles, la vision systémique véhiculée par le cadre CEMAgriM permet d'envisager son utili-

sation dans le cadre de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) des entreprises et systèmes de production agricoles. En effet, le langage de modélisation CEMAgriM pourrait aider à définir les objectifs et les limites du système, à identifier les processus unitaires, et à modéliser les flux à prendre en compte (énergie, matière, émissions, déchets – notamment grâce aux diagrammes détaillés de flux entre unités biophysiques) au cours de la première phase d'un projet d'Analyse de Cycle de Vie (AFNOR, 1996b; Jolliet *et al.*, 2005). Cette modélisation pourrait notamment être mobilisée dans le cadre de travaux récemment initiés sur l'utilisation de l'ACV pour évaluer un système "exploitation agricole" (De Gervillier *et al.*, 2009). Elle pourrait du reste permettre l'évaluation d'une entreprise en particulier en mobilisant un véritable jeu de données sur les flux de l'entreprise considérée.

Pour les mêmes raisons, le langage de modélisation et la représentation systémique du cadre CEMAgriM pourraient être mobilisés pour décrire, en amont d'un projet de simulation ou de définition d'outil d'aide à la décision, le système agricole, ses composantes et les flux considérés. Dans le secteur industriel, la Modélisation d'Entreprise peut servir à formaliser le fonctionnement et l'organisation d'un système en vue de simuler ses évolutions (Chatha *et al.*, 2005; Pierreval, 1990; Rahimifard *et al.*, 2007; Vernadat, 1996). Dans le secteur agricole, de telles perspectives de conceptualisation et de formalisation des systèmes agricoles ne manquent pas comme en témoignent la richesse et la diversité des projets identifiés dans le domaine de la simulation et de l'aide à la décision (Allain *et al.*, 1991; Andrieu, 2004; Attonaty *et al.*, 1999; Carberry *et al.*, 2002; Cheeroo-Nayamuth, 1999; Cros *et al.*, 2004; Cros *et al.*, 2001; Dedieu *et al.*, 2004; Giraud *et al.*, 2009; Ibrahim Doutoum, 2008; Jouven *et al.*, 2008; Keating *et al.*, 2003; Papy, 2000; Penot *et al.*, 2004; Rellier, 2005; Sogaard *et al.*, 2004)

Conclusion

A travers la proposition du cadre méthodologique CEMAgriM, nos travaux répondent à la problématique exposée dans le **Chapitre 6** en montrant que la Modélisation d'Entreprise permet de mobiliser des éléments structurants pour représenter le fonctionnement et l'organisation des entreprises agricoles et identifier leurs besoins de gestion dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information.

Ces travaux s'inscrivent ainsi naturellement dans le domaine de la Modélisation d'Entreprise en définissant un nouveau cadre méthodologique intégrant les particularités agricoles et permettant d'aider à identifier les besoins de gestion d'une entreprise dans une double perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. Ce cadre méthodologique permet en outre de dépasser certaines limites, identifiées dans le **Chapitre 5**, des cadres issus du secteur industriel. Ces travaux s'inscrivent par ailleurs dans le domaine de l'Ingénierie des Systèmes d'Information par l'apport méthodologique que représente ce cadre et les outils structurants qu'il propose pour aider à identifier les besoins métiers d'une entreprise et dépasser le cadre de la conception de systèmes d'information informatisés. Ces travaux s'inscrivent également dans le domaine des Sciences de Gestion en permettant de dépasser les limites des cadres méthodologiques issus du secteur agricole, de structurer et de gérer la connaissance dans l'entreprise agricole, d'explicitier les flux d'information dans l'entreprise et de jeter les bases théoriques d'un nouveau modèle de gestion de l'entreprise agricole. Ces travaux s'inscrivent enfin dans le domaine des Sciences Biotechniques en apportant des outils méthodologiques pour comprendre et représenter graphiquement le système de production et son pilotage, mais aussi en revisitant certains concepts de l'Agronomie et de la Zootechnie, ce qui contribue à dépasser les clivages entre les productions animales et végétales et à rapprocher le domaine de la gestion des entreprises avec celui de l'organisation du travail.

Au vu de ces contributions scientifiques, de nombreuses perspectives de recherche peuvent être identifiées autour du cadre méthodologique CEMAgriM. Ces perspectives concernent à la fois des travaux visant à faire évoluer le cadre existant, soit en le rendant plus opérationnel (validation sur d'autres exploitations agricoles, approfondissement de la définition des concepts et des langages de modélisation, définition de démarches de modélisation plus spécifiques, développement d'outils informatiques supports à la modélisation, intégration de nouveaux concepts et modèles, etc.), soit en l'ouvrant à d'autres systèmes d'étude (tout type d'entreprises agricoles, tout type d'entreprises des secteurs comme le secteur forestier, de l'industrie ou des services, systèmes agri-environnementaux). Ces perspectives concernent également le développement d'outils méthodologiques complémentaires pour accompagner un projet de (ré)ingénierie de système d'information ou d'entreprise à partir du cadre CEMAgriM. Elles concernent enfin la mobilisation de certaines composantes du cadre pour structurer les données et formaliser les connaissances du domaine agricole ou pour la pédagogie, l'évaluation et la simulation des systèmes de production agricoles.

Conclusion générale

Dans un contexte où les entreprises doivent être en mesure de maîtriser leurs performances et leurs informations et de disposer d'outils de gestion particulièrement adaptés à leurs besoins, nous nous sommes attachés dans cette thèse à faire tomber les barrières sectorielles pour voir en quoi la Modélisation d'Entreprise, issue du secteur industriel, pouvait aider à représenter le fonctionnement et l'organisation des entreprises agricoles et aider à identifier leurs besoins de gestion dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de Système d'information.

A partir d'un important travail bibliographique, nous avons ainsi proposé le cadre méthodologique CEMAgriM, adapté des cadres méthodologiques issus du secteur industriel et intégrant les particularités des systèmes de production agricoles, pour représenter l'entreprise agricole selon six points de vue (ressource, environnement, processus, physique, biophysique, organisation spatiale) et aider à expliciter par exemple les besoins en indicateurs pour le pilotage des performances de l'entreprise, en systèmes d'acquisition ou en outils d'aide à la décision. A l'aide d'une représentation systémique renouvelée de l'entreprise agricole, d'un cadre de modélisation structurant, d'un cadre conceptuel unifié d'une trentaine de concepts, de nombreux modèles, d'un riche langage de représentation graphique, et d'une démarche générique de modélisation, ce cadre permet d'inscrire notre approche méthodologique et de modélisation des exploitations agricoles dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information.

A travers la mise en application du cadre méthodologique proposé sur une véritable entreprise agricole, nos travaux ont permis non seulement de montrer l'intérêt de ce cadre pour aider à structurer et à expliciter les besoins en indicateurs de pilotage, à identifier les besoins en informations pour l'aide à la décision, et à identifier les besoins en systèmes d'acquisition pour la collecte des données de traçabilité, mais aussi pour aider à la compréhension globale du fonctionnement et de l'organisation d'une entreprise agricole, à la capitalisation et à l'échange de connaissances sur l'entreprise, à la pédagogie, à la simulation et à la réalisation d'analyses de cycle de vie.

Ce travail représente avant tout un premier travail d'investigation et de transposition des méthodes issues du secteur industriel au secteur agricole. Il permet d'identifier différentes perspectives de recherche portant aussi bien sur l'évolution, l'opérationnalisation et l'ouverture à d'autres systèmes du cadre méthodologique existant, sur le développement d'outils complémentaires permettant d'accompagner un projet de (ré)ingénierie d'entreprise et de système d'information, et sur la mobilisation de certaines composantes du cadre afin de structurer les données, de formaliser les connaissances du domaine agricole, ou de venir en appui à la pédagogie, à l'évaluation et à la simulation des systèmes de production agricoles.

Bibliographie

Abdmouleh A., (2004) *Composants pour la Modélisation des Processus Métier en Productique, basés sur CIMOSA*, Thèse de doctorat, Université de Metz, Automatique et Productique, Metz, 213 p.

Abt V., (2007) « Les cadres de représentation de la décision dans l'entreprise. Eléments de réflexion à partir de l'entreprise agricole », *4^{ème} Workshop ECI "Ingénierie et gestion des processus d'entreprise"*, IAE, Paris, 15 mai, 7 p.

Abt V., (2009) « Première proposition d'un cadre de représentation adapté à l'entreprise agricole et issu de la modélisation d'entreprise », *12^{ème} Journées STP du GDR MACS, Réunion GT Easy-DIM & C2EI & Flux logistiques*, Annecy, France, 28-29 octobre.

Abt V., Havet A., Gilain-Gaillot C., Gautier J.-M., Joly N., (2010) « Gestion et intégration des documents de traçabilité dans les exploitations d'élevage : réalités et améliorations possibles », *Cahiers Agricultures*, vol. 19, n° 1, p. 7-13.

Abt V., Magne M.-A., (2007a) « De l'intérêt des modèles semi-formels pour l'expression des besoins métiers dans le secteur agricole », *Journées de la Modélisation au Cemagref*, Aubière, 26-27 novembre, 2 p.

Abt V., Magne M.-A., (2008) « The role of semi-formal enterprise models to support flexibility management in farm enterprise », *8th International Farming Systems Association Symposium*, Clermont-Ferrand, France, July 6-10th, 2 p.

Abt V., Perrier E., Vigier F., (2006a) « Towards an Integration of Farm Enterprise Information Systems: A first Analysis of the Contribution of ERP Systems to Software Function Requirements », *4th World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources (WCCA 2006)*, Orlando, USA, July 24-26th, p. 469-474.

Abt V., Pierreval H., Lardon S., Steffe J., (2006b) « Modéliser le fonctionnement et l'organisation des exploitations agricoles : quelles méthodes pour le secteur agricole? », in Gourgand M., Riane F. (dir.), *6^{ème} Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation (MOSI-M'06)*, Rabat, Maroc, 3-5 avril, p. 805-814.

Abt V., Pierreval H., Nakhla M., (2007b) « Evolution du contexte et nouvelles perspectives pour l'exploitation agricole en génie industriel », *7^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2007)*, Trois-Rivières, Québec, Canada, 5-8 juin, 12 p.

Abt V., Pierreval H., Vigier F., Bigeon J.-B., Durand C., (2005a) « Modélisation d'entreprise et secteur agricole : modélisation d'une exploitation d'élevage », *6^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2005)*, Besançon, France, 7-10 juin, 9 p.

Abt V., Sellam M., (2007c) « Documentation et traçabilité dans les exploitations agricoles : vers une gestion documentaire de qualité », *Ingénieries - EAT*, n° 52, p. 49-60.

Abt V., Vigier F., (2006c) « Le projet GIEA : Gestion des Informations de l'Exploitation Agricole. Appui méthodologique et expertise du Cemagref », *Colloque "Gestion des informations de l'exploitation agricole et traçabilité"*, MAP, Paris, 20 décembre, 4 p.

Abt V., Vigier F., Pierreval H., Bigeon J.-B., Durand C., (2005b) « Using enterprise modelling methodologies for modelling agricultural activities and identifying information require-

ments. A case study of a livestock farm », *EFITA/WCCA 2005 Joint Conference*, Vila Real, Portugal, July 25-28th, p. 33-38.

Abt V., Vigier F., Schneider M., (2009) « Enterprise Business Modelling Languages Applied to Farm Enterprise: a Case Study for IDEF0, GRAI Grid and AMS Language », in Papajorgji P., Pardalos P.M. (dir.), *Advances in Modelling Agricultural Systems*, Springer Verlag, p. 167-191.

ACTA, (2007) *Mes documents sur l'exploitation : description et éléments de gestion*, ACTA, Paris, 383 p.

AFNOR, (1991) *NF X 50-310 : Organisation et gestion de la production industrielle - Concepts fondamentaux de la gestion de production - Vocabulaire.*, Norme française, décembre, 69 p.

AFNOR, (1996a) *ENV 12204 : Productique - Architecture de systèmes - Concepts de base pour la modélisation d'entreprise*, Normalisation française, octobre, 47 p.

AFNOR, (1996b) *ISO 14040 - Management environnemental - Analyse de Cycle de vie - Principes et cadre.*

AFNOR, (2000) *ISO 15704:2000 : Industrial automation systems - Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies*, Normalisation européenne, juin, 43 p.

AFNOR, (2002) *PR NF EN ISO 19439 : Entreprise intégrée : Cadre de modélisation d'entreprise*, Normalisation européenne, mai, 35 p.

AFNOR, (2003) *FD X-50 551 : Qualité en Recherche - Recommandations pour l'organisation et la réalisation d'une activité de recherche en mode projet notamment dans le cadre d'un réseau*, Normalisation française, novembre, 28 p.

AFNOR, (2005a) *ISO 15704/A1:2005 : Amendment 1 to standard ISO 15704:2000*, Normalisation européenne, août, 17 p.

AFNOR, (2005b) *NF EN ISO 9000 : Systèmes de management de la qualité - Principes essentiels et vocabulaire*, Normalisation française et européenne, octobre, 38 p.

AFNOR, (2006) *NF EN ISO 19439 : Entreprise intégrée – Cadre de modélisation d'entreprise*, Normalisation européenne, octobre, 46 p.

AFNOR, (2009) *NF EN ISO 19440 : Entreprise intégrée – Constructions pour la modélisation d'entreprise*, Normalisation européenne, juillet, 126 p.

Agioux L., (2003) *Conception et validation d'un outil d'aide à l'estimation de l'état sensoriel des fromages en cours d'affinage*, Thèse de doctorat, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris, 181 p.

Agreste, (2008) « Enquête sur la structure des exploitations agricoles en 2007 », *Primeur*, n° 215, 4 p.

Aguilar-Savén R.S., (2004) « Business process modelling: Review and framework », *International Journal of Production Economics*, vol. 90, n° 2, p. 129-149.

Albert F., (2007) « Outil de modélisation utilisé dans le cadre du projet HRP3 », *Séminaire ECI-GISEH, 7^{ème} Journées STP du GdR MACS*, La Rochelle, France, 15-16 mars 2007.

Alix T., Vallespir B., (2005) « Produits et services, la gestion des processus en question », *6^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2005)*, Besançon, France, 7-10 juin, 8 p.

Alix T., Vallespir B., (2006) « Modélisation fonctionnelle d'un système de production mixte : bien/service », in Gourgand M., Riane F. (dir.), *6^{ème} Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation (MOSIM'06)*, Rabat, Maroc, 3-5 avril, 10 p.

- Allain S., Sebillotte M., (1991) « Equipements et fonctionnement des exploitations agricoles : contribution pour une meilleure aide à la décision », *Economie rurale*, n° 206, p. 81-87.
- Aloui S., Chapurlat V., (2007) « Modélisation et analyse du risque par preuve formelle dans les systèmes de santé », *4^{ème} Workshop ECI "Ingénierie et gestion des processus d'entreprise"*, IAE, Paris, 15 mai, 9 p.
- Alter S., (1980) *Decision Support System: Current Practices and Continuing Challenges*, Addison-Westley Publishing Co., Massachusetts, 316 p.
- Alternatech Agro-Transfert, (2004a) *Gestion des informations dans les exploitations agricoles picardes*, Document de travail, 79 p.
- Alternatech Agro-Transfert, (2004b) *Management Qualité et Environnement : Guide pratique à l'usage des conseillers agricoles. "Créons l'exploitation agricole de demain"*, Guide méthodologique, 21 p.
- Alvarez J., Nuthall P., (2006) « Adoption of computer based information systems: The case of dairy farmers in Canterbury, NZ, and Florida, Uruguay », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 50, n° 1, p. 48-60.
- AMICE, (1993) *CIMOSA: Open Systems Architecture for CIM*, Springer Verlag, Berlin.
- Anastasiou M., Katsaiti A., Chen D., (2003) « Enterprise modelling State of the Art », in *Interoperability development for enterprise application and software - roadmaps*, 59 p.
- Anaya V., Berio G., Harzallah M., Heymans P., Matulevicius R., Opdahl A.L., Panetto H., Verdecho M.J., (2010) « The Unified Enterprise Modelling Language – Overview and further work », *Computers in Industry*, vol. 61, n° 2, p. 99-111.
- Andrieu N., (2004) *Diversité du territoire de l'exploitation d'élevage et sensibilité du système fourrager aux aléas climatiques : étude empirique et modélisation*, Thèse de doctorat, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Sciences Agronomique, Paris, 313 p.
- Assens P., (2002) *Les compétences professionnelles dans l'innovation. Le cas du réseau des Coopératives d'Utilisation de Matériel Agricole (CUMA)*, Thèse de doctorat, Université des Sciences Sociales de Toulouse, Sciences économiques, Toulouse, 315 p.
- Attonaty J.-M., (1980) « Qu'est-ce que le système fourrager? », *Perspectives agricoles*, n° Hors-série, p. 20-27.
- Attonaty J.-M., Chatelin M.-H., Garcia F., (1999) « Interactive simulation modeling in farm decision-making », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 22, n° 2-3, p. 157-170.
- Attonaty J.-M., Clément J., Soler L.G. (dir.), (1991a) *Nouvelles approches en gestion de l'entreprise agricole*, *Economie rurale*, 112 p.
- Attonaty J.-M., Soler L.G., (1991b) « Des modèles d'aide à la décision pour de nouvelles relations de conseil en agriculture », *Economie rurale*, n° 206, p. 37-45.
- Attonaty J.-M., Soler L.G., (1992) « Aide à la décision et gestion stratégique : un modèle pour l'entreprise agricole », *Revue française de gestion*, n° 88, p. 45-54.
- Aubry C., (2000) « Une modélisation de la gestion de production dans l'exploitation agricole », *Revue française de gestion*, n° 129, p. 32-46.
- Aubry C., (2007) *La gestion technique des exploitations agricoles : composante de la théorie agronomique*, Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Institut National Polytechnique de Toulouse, Toulouse, 101 p.
- Aubry C., Biarnes A., Maxime F., Papy F., (1998a) « Modélisation de l'organisation technique de la production dans l'entreprise agricole : la constitution de systèmes de culture du

- Bassin Parisien », *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, n° 31, p. 25-43.
- Aubry C., Galan M.-B., Mazé A., (2004) « Agriculture raisonnée : quels standards? Pour quels systèmes de production? », *Colloque SFER "Systèmes de production agricole : performances, évolutions, perspectives"*, Lille, Novembre 18-19, 15 p.
- Aubry C., Papy F., Capillon A., (1998b) « Modelling decision-making processes for annual crop management », *Agricultural Systems*, vol. 56, n° 1, p. 45-65.
- Auricoste C., Fiorelli J.-L., Langlet A., Osty P.-L., (1983) *Friches, parcours et activités d'élevage. Points de vue d'agronomes sur les potentialités agricoles*, INRA Publications, Versailles, 55 p.
- Aznar O., (2002) *Services environnementaux et espaces ruraux*, Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, Sciences Economiques, Dijon, 274 p.
- Aznar O., Perrier-Cornet P., (2003) « Les services environnementaux dans les espaces ruraux : une approche par l'économie des services », *Economie rurale*, n° 273-274, 17 p.
- Baboli A., Hassan T., Guinet A., Brandon M.-T., Leboucher G., (2005) « Modélisation de la chaîne logistique aval d'un établissement hospitalier par le modèle SCOR », *6^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2005)*, Besançon, France, 7-10 juin, 10 p.
- Bañina S., Panetto H., Benali K., (2006) « Apport de l'approche MDA pour une interopérabilité sémantique. Interopérabilité des systèmes d'information d'entreprise », *Ingénierie des Systèmes d'Information*, vol. 11, n° 3, p. 11-29.
- Balaidi A., Guinet A., Besombes B., Marcon E., (2006) « Utilisation de la modélisation pour la réorganisation du réseau de prise en charge des patients en urgence », *Journées du GDR MACS*, Paris, 10-11 mars, 17 p.
- Banhazi T.M., (2009) « Precision livestock farming: A suite of electronic systems to ensure the application of best practice management on livestock farms », *Australian Journal of Multi-disciplinary Engineering*, vol. 7, n° 1, 14 p.
- Baptiste P., Bernard A., Bourrieres J.-P., Lopez P., Morel G., Pierreval H., Portmann M.-C., (2007) *Comité d'Experts Productive. Prospective de recherche*, Rapport d'experts, 15 janvier, 7 p.
- Baptiste P., Botta-Genoulaz V., Niel E., Subaï C., (2001) « Du paradigme Sui-vi/ordonnancement/GPAO au paradigme ERP/APS/MES : révolution ou évolution ? », *2nd international Conference on integrated Design and Production (CPI'2001)*, Fès, Maroc, 24-26 octobre, 24 p.
- Baranger P., Chen J., Helfer J.-P., De La Bruslerie H., Orsoni J., Peretti J.-M., (1998) *Gestion : les fonctions de l'entreprise*, Gestion, Vuibert (2^{ème} édition), 506 p.
- Barthelemy D., (1988) *La naissance de l'entreprise agricole*, Economica, Paris, 181 p.
- Barthélémy D., Nieddu M., (2004) « La multifonctionnalité : un débat sur les productions jointes ou sur l'opposition biens marchands - biens identitaires? Orientations de recherche », *Les Cahiers de la multifonctionnalité*, n° 4, p. 82-96.
- Batte M.T., (2005) « Changing computer use in agriculture: Evidence from Ohio », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 47, n° 1, p. 1-13.
- Bellon S., Girard N., Guérin G., (1999) « Caractériser les saisons-pratiques pour comprendre l'organisation d'une campagne de pâturage », *Fourrages*, n° 158, p. 115-132.

- Ben Salem R., Grangel R., Bourey J.-P., (2008) « A comparison of model transformation tools: Application for Transforming GRAI Extended Actigrams into UML Activity Diagrams », *Computers in Industry*, vol. 59, n° 7, p. 682-693.
- Benoît M., (1985) *La gestion territoriale des activités agricoles. L'exploitation et le village : deux échelles d'analyse en zone d'élevage. Cas de la Lorraine (Région de Neufchâteau)*, INA P-G, Sciences agronomiques, Paris, 155 p.
- Berio G., et al., (2003) *Deliverable D3.1. Requirements analysis: initial core constructs and architecture*, UEML Project, 13 p.
- Berio G., Vernadat F., (2001) « Enterprise modelling with CIMOSA: Functional and organizational aspects », *Production Planning and Control*, vol. 12, n° 2, p. 128-136.
- Berio G., Vernadat F.B., (1999) « New developments in enterprise modelling using CIMOSA », *Computers in Industry*, vol. 40, n° 2-3, p. 99-114.
- Bernus P., (2003) « Enterprise models for enterprise architecture and ISO 9000:2000 », *Annual Reviews in Control*, vol. 27, n° 2, p. 211-220.
- Bernus P., Mertins K., Schmidt G. (dir.), (2002) *Handbook on Architectures of Information Systems* Springer, Berlin, 896 p.
- Bernus P., Nemes L., (1997) « Requirements of the generic enterprise reference architecture and methodology », *Annual Reviews in Control*, vol. 21, p. 125-136.
- Berthier D., Morley C., Maurice-Demourieux M., (2005) « Enrichissement de la modélisation des processus métiers par le paradigme des systèmes multi agents », *Systèmes d'information et management*, vol. 3, n° 10, p. 25-45.
- Besombes B., Trilling L., Guinet A., (2004) « Conduite du changement dans le cadre du regroupement de plateaux médicotéchniques », *Journal Européen des Systèmes Automatisés (RS-JESA)*, vol. 38, n° Logistique hospitalière, p. 689-721.
- Bigeon J.-B., Durand C., (2005) *Modélisation d'un système de production agricole*, Rapport de projet Ifma, IFMA – Cemagref, 45 p.
- Bimbenet J.-J., Loncin M., (1995) *Bases du génie des procédés alimentaires*, Masson, Paris, 304 p.
- Bimonte S., (2007) *Intégration de l'information géographique dans les entrepôts de données et l'analyse en ligne : de la modélisation à la visualisation*, Thèse de doctorat, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Informatique, 207 p.
- Bistorin O., Monteiro T., Pourcel C., (2006) « Modélisation du parcours apprenant dans un système de production de compétences », in Gourgand M., Riane F. (dir.), *6^{ème} Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation (MOSIM'06)*, Rabat, Maroc, 3-5 avril 2006, 8 p.
- Bitton M., (1990) *ECOGRAI : Méthode de conception et d'implantation de systèmes de mesure de performances pour organisations industrielles*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, Automatique.
- Blondel F., (2005) *Gestion de la production : comprendre les logiques de gestion industrielle pour agir*, 4 éd., Dunod, Paris, 439 p.
- Bodiguel L., (2002) « L'exploitation agricole : entre entreprise agricole et entreprise rurale », *Revue de Droit Rural*, n° 300, p. 76-88.
- Bodiguel L., (2003) « Le territoire, vecteur de la reconnaissance juridique de l'agriculture multifonctionnelle », *Economie rurale*, n° 273-274, p. 61-75.

- Boffety D., (2009) *Solutions constructeurs pour collecter les informations énergétiques et réduire la consommation*, Note de veille du machinisme agricole, CETIM, décembre, 8 p.
- Boffety D., Barbe E., Chanet J.-P., André G., Abt V., Vigier F., (2006) « Implementation of mixed communication solutions, satellite and Wi-Fi, applied to agriculture. Experiments conducted in the French agricultural sector within the framework of the European project Twister », *4th World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources (WCCA 2006)*, Orlando, USA, July 24-26th, p. 217-222.
- Bonnafeous P., Revel A., (2004) « La diversification innovante des exploitations agricoles, une alternative au modèle spécialisé », *Les Cahiers de la multifonctionnalité*, n° 7, p. 71-84.
- Bonneviale J.-R., Jussiau R., Marshall E., (1989) *Approche globale de l'exploitation agricole. Comprendre le fonctionnement de l'exploitation agricole : une méthode pour la formation et le développement*, INRAP, Dijon, 329 p.
- Bonneviale J.R., Brossier J., Ferrié H., Frémont J.-M., Le Guen R., Marshall E., Schost C., Vincq J.L., Educagri (éd.), (1998) *L'exploitation agricole*, Nathan, 158 p.
- Botta-Genoulaz V., Millet P.-A., (2003) « Pour une meilleure utilisation des ERP : état des lieux », *5th International Industrial Engineering Conference*, Québec, Canada, Octobre 25-30th, 11 p.
- Botta-Genoulaz V., Millet P.-A., (2005a) « A classification for better use of ERP systems », *Computers in Industry*, vol. 56, n° 6, p. 573-587.
- Botta-Genoulaz V., Millet P.-A., (2006) « An investigation into the use of ERP systems in the service sector », *International Journal of Production Economics*, vol. 99, n° 1-2, p. 202-221.
- Botta-Genoulaz V., Millet P.-A., Grabot B., (2005b) « A survey on the recent research literature on ERP systems », *Computers in Industry*, vol. 56, n° 6, p. 510-522.
- Botta-Genoulaz V., Millet P.-A., Neubert G., (2001) « The role of enterprise modelling in ERP implementation », *IEPM*, p. 220-231.
- Bourey J.-P., Grangel R., Doumeigts G., Berre A.J., (2007) *Deliverable DTG2.3 Report on Model Driven Interoperability*, INTEROP-NOE Project, 91 p.
- Braesch C., (2002) « Le modèle OLYMPIOS », *1^{ère} Ecole de Modélisation d'Entreprise*, Albi, 28-30 mai, 89 p.
- Braesch C., (2004) « De la nécessité de maîtriser l'information », *2^{ème} Ecole de Modélisation d'Entreprise*, Nîmes, 10-12 mars, 92 p.
- Braesch C., Haurat A. (dir.), (1995) *La modélisation systémique en entreprise*, Hermès, 288 p.
- Breuil D., Doumeigts G., (2006) « Origine et histoire de l'approche décisionnelle dans la méthodologie GRAI », *3^{ème} Ecole de Modélisation d'Entreprise - Modélisation d'entreprise et décision*, Arcachon, 2-4 octobre, 81 p.
- Briquel V., Vilain L., Bourdais P., Girardin P., Mouchet C., Viaux P., (2001) « La méthode IDEA (indicateurs de durabilité des exploitations agricoles) : une démarche pédagogique », *Ingénieries - EAT*, n° 25, p. 29-39.
- Briquet M., Colin J., Gourc D., Pourcel C., (2005) « Organisation d'un système hospitalier par pôles d'activités. Modélisation et identification des problèmes de pilotage », *6^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2005)*, Besançon, France, 7-10 juin, 12 p.

- Bron G., Duclaud E., Toussaint J.-P., (2004) *L'entreprise horticole : approche globale et environnementale, diagnostic*, Educagri Editions, 382 p.
- Brossier J., (1987) « Système et système de production. Note sur ces concepts », *Cah. Sci. Hum.*, vol. 23, n° 3-4, p. 377-390.
- Brossier J., Chia E., Marshall E., Michel P., (1997) *Gestion de l'exploitation agricole familiale. Eléments théoriques et méthodologiques*, CNERTA E., 220 p.
- Brossier J., Chia E., Marshall E., Petit M., (1990) « Recherche en gestion : vers une théorie de la gestion de l'exploitation agricole », in Brossier J., Vissac B., Le Moigne J.-L. (dir.), *Modélisation systémique et Système agraire*, 65-92 p.
- Brun T., Poyet P., Bopp M., Vigier F., (2005) « Towards an agricultural ontology in France: Contributions of the farm Information Management Project (GIEA) », *EFITA/WCCA 2005 Joint Conference*, Vila Real, Portugal, July 25-28, p. 1296-1302.
- Bussenault C., Pretet M., (2006) *Économie et gestion de l'entreprise*, 4^{ème} Ed., Vuibert, Paris, 236 p.
- Canavesio M., Martinez E., (2007) « Enterprise modeling of a project-oriented fractal company for SMEs networking », *Computers in Industry*, vol. 58, n° 8-9, p. 794-813.
- Candau J., Deuffic P., (2004) « La multifonctionnalité de l'agriculture sous condition. Le cas de l'entretien du paysage », *Les Cahiers de la multifonctionnalité*, n° 7, p. 109-123.
- Capillon A., Manichon H., (1988) *Guide d'étude de l'exploitation agricole à l'usage des agronomes*, ADEPRINA-APCA, Paris, 50 p.
- Capitaine M., Lardon S., Le Ber F., Metzger J.-L., (2001) « Chorèmes et graphes pour modéliser les interactions entre organisation spatiale et fonctionnement des exploitations agricoles », *Journées Cassini*, p. 145-163.
- Carberry P.S., Hochman Z., McCown R.L., Dalglish N.P., Foale M.A., Poulton P.L., Hargreaves J.N.G., Hargreaves D.M.G., Cawthray S., Hillcoat N., Robertson M.J., (2002) « The FARMSCAPE approach to decision support: farmers', advisers', researchers' monitoring, simulation, communication and performance evaluation », *Agricultural Systems*, vol. 74, n° 1, p. 141-177.
- Carroll A.B., (1989) *Business and Society: Ethics and Stakeholder Management*, O.H., South Western, Cincinnati.
- CEN, (1990) *ENV 40 003: Computer-Integrated Manufacturing - Systems Architecture - Framework for Enterprise Modelling*, CEN / CENELEC, Brussels, January.
- Cerf M., (1997) « Normalisation des processus productifs en agriculture : quelles adaptations des systèmes d'information des agriculteurs et des conseillers ? », *Performances Humaines & Techniques*, n° 90, p. 20-25.
- Cerf M., Meynard J.-M., (2006) « Les outils de pilotage des cultures : diversité de leurs usages et enseignements pour leur conception », *Natures, Sciences, Sociétés*, n° 14, p. 19-29.
- Cerf M., Poitrenaud S., Richard J.-F., Sebillotte M., Tijus C.A., (1990a) « Comment modéliser la conduite des cultures dans l'activité agricole ? », *Colloque Ergonomie et Informatique Avancée (ERGO-IA)*, Bayonne, France, 19-21 septembre, 12 p.
- Cerf M., Poitrenaud S., Richard J.-F., Sebillotte M., Tijus C.A., (1990b) « Decisions and lack of precision in crop management: the role of processing both objects and procedures through semantic networks », *3rd International Conference on Information Processing and management of Uncertainty in Knowledge-Based*, Paris, Juillet, 10 p.

- Cerf M., Sebillotte M., (1997) « Approche cognitive des décisions de production dans l'exploitation agricole », *Economie rurale*, n° 239, p. 11-18.
- Chalmeta R., Campos C., Grangel R., (2001) « References architectures for enterprise integration », *Journal of Systems and Software*, vol. 57, n° 3, p. 175-191.
- Champomier J.C., Abt V., (2007) *Rapport final du projet SAPHIR (période 2006-2007)*, 47 p.
- Chataigner J., Abt V., Champomier J.C., (2008) « Pratiquer la gestion volumétrique à l'échelle départementale : état des lieux et analyse à travers une démarche de modélisation », *Ingénieries - EAT*, n° 53, p. 21-33.
- Chatelin M.-H., Aubry C., Leroy P., Papy F., Poussin J.-C., (1993) « Pilotage de la production et aide à la décision stratégique », *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, n° 28, p. 119-138.
- Chatelin M.-H., Aubry C., Poussin J.-C., Meynard J.-M., Masse J., Verjux N., Gate P., Le Bris X., (2005) « DeciBle, a software package for wheat crop management simulation », *Agricultural Systems*, vol. 83, n° 1, p. 77-99.
- Chatha K.A., Ajaefobi J.O., Weston R.H., (2007) « Enriched multi-process modelling in support of the life cycle engineering of Business Processes », *International Journal of Production Research*, vol. 45, n° 1, p. 103-141.
- Chatha K.A., Weston R.H., (2005) « Combined enterprise and simulation modelling in support of process engineering », *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 18, n° 8, p. 652-670.
- Cheeroo-Nayamuth B.F., (1999) « Crop modelling / Simulation: an overview », Mauritius Sugar Industry Research Institute
- Chen D., Doumeingts G., Vernadat F., (2008) « Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future », *Computers in Industry*, vol. 59, n° 7, p. 647-659.
- Chen D., Vallespir B., Doumeingts G., (1997) « GRAI integrated methodology and its mapping onto generic enterprise reference architecture and methodology », *Computers in Industry*, vol. 33, n° 2-3, p. 387-394.
- Chen D., Vernadat F., (2004) « Standards on enterprise integration and engineering - state of the art », *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 17, n° 3, p. 235-253.
- Chevalier B., (2007) « Les agriculteurs recourent de plus en plus à des prestataires de services », *Insee Première*, n° 1160, p. 1-4.
- Chombart De Lauwe J., Poitevin J., Tirel J.C., (1963) *Nouvelle gestion des exploitations agricoles*, Dunod, Paris, 2^{ème} Ed., 507 p.
- Clarke T., (1998) « The stakeholder corporation: A business philosophy for the information age », *Long Range Planning*, vol. 31, n° 2, p. 182-194.
- Clavero F.C., Heras T.P., Cruz Gomez J.C., Collado R.G., Gozálvez C.M., Cobos B.L., Gordillo T.M., Mendez Rodriguez M.A., Fernandez R.V., (2004) *Prospective Analysis of Agricultural Systems*, Technical report EUR 21311 EN, European Commission, September, 224 p.
- Clémentz C., Pourcel C., (2006) « Proposition d'une modélisation des activités d'ingénierie d'un système de production d'objets », in Gourgand M., Riane F. (dir.), *6^{ème} Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation (MOSIM'06)*, Rabat, Maroc, 3-5 avril 2006, 8 p.

- Clémentz C., Pourcel C., (2007) « Apport à l'ingénierie des systèmes de formation, un exemple la conception et le déploiement de la stratégie », *7^{ème} Congrès international de Génie Industriel (GI 2007)*, Trois-Rivières, Québec, Canada, 5-8 juin, 10 p.
- CNRS, (2003) *Rapport final de l'Action Spécifique n°35 - AS PRODLOG. Production et logistique dans l'entreprise étendue : modèles et outils collaboratifs*, Rapport, LAAS-CNRS, Septembre, 87 p.
- Coléno F.-C., (1996) « Pour une approche renouvelée des systèmes de production agricole », in Allaire G., Hubert B., Langlet A. (dir.), *Nouvelles fonctions de l'agriculture et de l'espace rural : enjeux et défis identifiés par la recherche*, Colloque INRA, Toulouse, 17-18 décembre, p. 173-185.
- Coléno F.-C., Duru M., (1998) « Gestion de production en systèmes d'élevage utilisateur d'herbe : une approche par atelier », *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, n° 31, p. 45-61.
- Coléno F.-C., Duru M., (2005) « L'apport de la gestion de production aux sciences agronomiques. Le cas des ressources fourragères », *Natures, Sciences, Sociétés*, n° 13, p. 247-257.
- Coléno F., (2002) « Une représentation des systèmes de production par ateliers », *Cahiers Agricultures*, vol. 11, p. 221-225.
- Colquhoun G.J., Baines R.W., (1991) « A generic IDEF0 model of process planning », *International Journal of Production Research*, vol. 29, n° 11, p. 2239-2257.
- Cotton G., Barthélemy D., Cordier M., Leblanc M., Migault C., Degrégori P.-H., Bouvier D., (1997) « L'entreprise agricole : fiction ou réalité? », *Revue de Droit Rural*, n° 250, p. 78-110.
- Coudrieau H., (1988) *La science des systèmes et les exploitations agricoles*, Editions Universitaires UNMFREO.
- Courtois T., (2001) « La nouvelle GPAO ne fait plus cavalier seul », *CXP Informations*, n° 301, p. 24-25.
- Crevel S. (dir.), (2006) *Loi d'Orientation Agricole*, Revue de Droit Rural, 75 p.
- Cros M.-J., Garcia F., Martin-Clouaire R., Rellier J.-P., (2003) « Modeling Management Operations in Agricultural Production Simulators », *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*, Manuscript IT 02 004.
- Cros M.J., Duru M., Garcia F., Martin-Clouaire R., (2004) « Simulating management strategies: the rotational grazing example », *Agricultural Systems*, vol. 80, n° 1, p. 23-42.
- Cros M.J., Duru M., Peyre D., (2001) « SEPATOU, un simulateur de conduites du pâturage, à l'épreuve des "menus" bretons », *Fourrages*, n° 167, p. 365-383.
- Cunha G.J., Aguirra Massola A.M., Saraiva A.M., Lobão V.L., (2006) « Continental Malaculture Chain Modeling and Traceability Requirements », *4th World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources (WCCA 2006)*, Orlando, USA, 24-26 July, p. 494-499.
- Curtis B., Kellner M., Over J., (1992) « Process Modeling », *Communications of the ACM*, vol. 35, n° 9, p. 75-90.
- Damak-Ayadi S., Pesqueux Y., (2003) « La théorie des parties prenantes en perspective », *Journées AIMS "Développement Durable"*, Angers, France, 15 mai, 19 p.
- Danforth J.S., (1998) « The behavior management flow chart: a component analysis of behavior management strategies », *Clinical Psychology Review*, vol. 18, n° 2, p. 229-257.

- Darras F., (2004) *Proposition d'un cadre de référence pour la conception et l'exploitation d'un progiciel de gestion intégré*, Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, Systèmes industriels, 230 p.
- Darras F., Gaborit P., Pingaud H., (2003) « La place et le rôle de la modélisation dans les projets ERP », *4^{ème} Conférence Francophone de Modélisation et Simulation (MOSIM'03)*, Toulouse, France, 23-25 avril, 6 p.
- Dassisti M., Panetto H., Tursi A., (2006) « Product Driven Enterprise Interoperability for Manufacturing Systems Integration », *Lecture Notes in Computer Science*, n° 4103, p. 249-260.
- Davenport T.H., (1998) « Putting the Enterprise into the Enterprise System », *Harvard Business Review*, p. 1-11.
- David A., (2001) « Models implementation: A state of the art », *European Journal of Operational Research*, n° 134, p. 459-480.
- David F., (2004) *Contribution à la définition d'un système de gestion de la chaîne logistique pour l'industrie de la transformation de l'aluminium*, Thèse de doctorat, Université Blaise-Pascal Clermont II, Clermont-Ferrand, 193 p.
- David F., Pierreval H., Caux C., (2003) « Analyse et modélisation de sites de transformation de l'aluminium », *5^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2005)*, Québec, Canada, 26-29 octobre, 10 p.
- Davis G.B., Olson M.H., (1974) *Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure and Development*, McGraw-Hill Education.
- Davis G.B., Olson M.H., Ajenstat J., Peaucelle J.-L., (1985) *Systèmes d'information pour le management*, Economica.
- De Bonneval L., (1993) *Systèmes agraires, systèmes de production : systèmes de culture, systèmes d'élevage, fonctionnement des exploitations : vocabulaire français-anglais avec index anglais*, INRA Editions, Versailles, 285 p.
- De Gervillier A., Pradel M., (2009) « L'Analyse de Cycle de Vie d'une exploitation agricole : méthodologie mise en place et premiers résultats », *Symposium Ecotechs'08*, Montoldre, 21-22 octobre, 6 p.
- De Leeuw A.C.J., Volberda H.W., (1996) « On the concept of flexibility: A dual control perspective », *Omega*, vol. 24, n° 2, p. 121-139.
- De Nicola A., Misceo F., Missikof M., (2005) « A Core Business Ontology for eProcurement: a First Proposal », *itAIS 2005, 2nd Conference of the Italian Chapter of AIS*, Verona, Italy, December 1st-2nd.
- De Rosnay J., (1975) *Le microscope, vers une vision globale*, Seuil, Paris, 295 p.
- Debauche B., Mégard P., (2004) *BPM : Business Process Management*, Lavoisier, Hermès, 212 p.
- Decourbe B., (2001) « Modélisations des processus d'affaires. Perspectives d'utilisation de la méthode UMM pour les échanges électroniques professionnels », *La Lettre d'ADELI*, n° 45, p. 26-37.
- Dedieu B., (1993) « Organisation du travail et fonctionnement d'exploitations d'élevage extensif du Massif Central », in Landais E. (dir.), *Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser, évaluer*, Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, p. 303-321.

- Dedieu B., Chabosseau J.-M., Willaert J., Benoît M., Laignel G., (1998) « L'organisation du travail dans les exploitations agricoles d'élevage : une méthode de caractérisation en élevage ovin du Centre-Ouest », *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, n° 31, p. 63-80.
- Dedieu B., Coulomb S., Servière G., Tchakerian E., (2000) *Bilan travail pour l'étude du fonctionnement des exploitations d'élevage. Méthode d'analyse*, 2^{ème} Ed., Collections Lignes, Institut de l'élevage/INRA, 27 p.
- Dedieu B., Cournot S., Ingrand S., (2004) « Modéliser la gestion de la production d'un troupeau d'herbivores », in Chia E., Dedieu B., Moulin C.H., Tichit M. (dir.), *Séminaire INRA-SAD TRAPEUR, "Transformation des pratiques techniques et flexibilité des systèmes d'élevage"*, Montpellier, 15-16 mars 2004, 12 p.
- Dedieu B., Cournot S., Ingrand S., Pérochon L., Agabriel J., (2003) « Modeling the technical management of livestock production as a combination of functional animal entities », 6th *International Livestock Farming Systems Symposium*, Benevento, Italie, 26-29 août, p. 213-221.
- Deffontaines J.-P., Cheylan J.-P., Lardon S., (1990) « Gestion de l'espace rural : des pratiques aux modèles », *Mappemonde*, vol. 4, 48 p.
- Del'homme B., Pradel M., Steffe J., (2004) « La prise en compte de l'environnement dans la gestion d'entreprise : l'intégration du diagnostic agro-environnemental dans le système d'information de l'exploitation agricole », *Colloque SFER "Systèmes de production agricole : performances, évolutions, perspectives"*, 18 p.
- Desfray P., (2004) *Réussir la modélisation UML des phases amont*, Rapport, Softeam, 15 p.
- Desreumaux A., (1998) *Théorie des organisations*, Ed. Management société, Caen, 222 p.
- Di Martinelli C., Guinet A., Riane F., (2005) « Chaîne logistique en milieu hospitalier : modélisation des processus de distribution de la pharmacie », 6^{ème} *Congrès International de Génie Industriel (GI 2005)*, Besançon, France, 7-10 juin, 8 p.
- Dimitrijević N., (2005) *L'économie d'entreprise*, Nathan.
- Djeridi R., Cauvin A., (2007) « Modélisation des processus de décision en environnement étendu avec les multi-grilles GRAI », 4^{ème} *Workshop ECI "Ingénierie et gestion des processus d'entreprise"*, IAE, Paris, 15 mai, 9 p.
- Dolgui A., Proth J.-M., (2006) *Les systèmes de production modernes. Vol. 1 : Conception, gestion et optimisation*, 1, Hermès Sciences, 416 p.
- Donaldson T., Preston L.E., (1995) « The Stakeholder Theory of Corporation: Concepts, Evidence, and Implications », *Academy of Management Review*, vol. 20, n° 1, p. 65-91.
- Dorador J.M., Young R.I.M., (2000) « Application of IDEF0, IDEF3 and UML methodologies in the creation of information models », *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 13, n° 5, p. 430-445.
- Doré T., Martin P., Roger-Estrade J., (1998) *Eléments pour la conduite des principales grandes cultures et prairies. Céréales, Tournesol, Colza, Pois protéagineux, Betterave sucrière, Pomme de terre, Prairies*, Support de cours, INA P-G, janvier, 219 p.
- Doumeingts G., (1984) *Méthode GRAI : méthode de conception des systèmes en productique*, Thèse, Université de Bordeaux I, 519 p.

- Doumeingts G., (2006) « Origine et histoire de l'approche décisionnelle et de la méthode GRAI », 3^{ème} *Ecole de Modélisation d'Entreprise - Modélisation d'entreprise et décision*, Archachon, 2-4 octobre.
- Doumeingts G., Ducq Y., Vallespir B., Kleinhans S., (2000) « Production management and enterprise modelling », *Computers in Industry*, vol. 42, n° 2, p. 245-263.
- Doumeingts G., Vallespir B., (2004) « Modélisation d'entreprise : vers le système d'information », 2^{ème} *Ecole de Modélisation d'Entreprise*, Nîmes, 10-12 mars 2004, 90 p.
- Doumeingts G., Vallespir B., Chen D., (1995) « Methodologies for designing CIM systems: A survey », *Computers in Industry*, n° 25, p. 263-280.
- Doumeingts G., Vallespir B., Chen D., (2002) « GRAI GridDecisional Modelling », in Bernus P., Mertins K., Schmidt G. (dir.), *Handbook on Architectures of Information Systems* Springer, Berlin, 322-346 p.
- Drouet D., Bouillet P., Seronie-Vivien J.-M., (2005) « Le Concept d'exploitation agricole a-t-il un avenir? », *Les Cahiers CER France*, n° Février 2005, 32 p.
- Ducq Y., (2008) *La mesure de la performance : concepts et méthodes - ECOGRAI*, Présentation, IMS-LAPS/GRAI - Université Bordeaux 1, 136 p.
- Ducq Y., Deschamps J.-C., Vallespir B., (2005a) « Re-engineering d'un système hospitalier par l'utilisation de la méthodologie GRAI », *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, vol. 39, n° 5-6, p. 605-636.
- Ducq Y., Vallespir B., (2005b) « Definition and aggregation of a performance measurement system in three aeronautical workshops using the ECOGRAI method », *Production Planning and Control*, vol. 16, n° 2, p. 163-177.
- Dufy L., Abt V., Poyet P., (2006) « GIEA : Gestion des Informations de l'Exploitation Agricole. Un projet au service de l'interopérabilité sémantique de la profession agricole », *Ingénieries - EAT*, n° 48, p. 27-36.
- Dumas P., Charbonnel G., (1990b) *La méthode OSSAD : pour maîtriser les technologies de l'information. Tome 1 : principes*, Les Editions d'Organisation, Paris, 160 p.
- Dupuy C., (2004) *Analyse et conception d'outils pour la traçabilité de produits agroalimentaires afin d'optimiser la dispersion des lots de fabrication*, Thèse, Institut National des Sciences Appliquées, Productique, Lyon, 125 p.
- Eastwood C.R., (2006) « From Intuition to Information - Management Information Systems in Australian Dairy Farming », 4th *World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources (WCCA 2006)*, Orlando, USA, July 24-26th, p. 14-18.
- El Mhamedi A., (2002) « La Méthode CIMOSA », 1^{ère} *Ecole de Modélisation d'Entreprise*, Albi, 28-30 mai, 63 p.
- Engelke H., Grotrian J., Scheuing C., Schmackpfeffer A., Schwarz W., Solf B., Tomann J., (1985) « Integrated manufacturing modeling system », *IBM Journal of Research and Development*, vol. 29, n° 4, p. 343-355.
- Eriksson H.-E., Penker M., (2000) *Business Modeling with UML. Business patterns at Work*, John Wiley & Sons - OMG Press, New-York, 459 p.
- Favre J.-M., Estublier J., Blay-Fornarino M., (2006) *L'Ingénierie Dirigée par les Modèles*, 1^{ère} édition, Hermès-Lavoisier, 240 p.
- Ferrier O., (2002) *Les très petites entreprises*, De Boeck Université, Bruxelles, 354 p.

- Finkelstein C., (2002) « Information Engineering Methodology », in Bernus P., Mertins K., Schmidt G. (dir.), *Handbook on Architectures of Information Systems* Springer, Berlin, 459-483 p.
- Forrester J.W., (1961) *Industrial Dynamics*, MIT Press.
- Foulard C., (1994) *La modélisation en entreprise. CIM-OSA et ingénierie simultanée*, Hermès, 215 p.
- Fountas S., Kyhn M., Jakobsen H.L., Wulfsohn D., Blackmore S., Griepentrog H.W., (2009) « A systems analysis of information system requirements for an experimental farm », *Precision Agriculture*, vol. 10, n° 3, p. 247-261.
- Fountas S., Wulfsohn D., Blackmore B.S., Jacobsen H.L., Pedersen S.M., (2006) « A model of decision-making and information flows for information-intensive agriculture », *Agricultural Systems*, vol. 87, n° 2, p. 192-210.
- Fowler M., (2004) *UML distilled: a brief guide to the standard object modeling language*, 3rd Ed., Addison Wesley, Boston, 159 p.
- Fox M.S., Gruninger M., (1998) « Enterprise Modeling », *AI Magazine*, p. 109-121.
- France-Lanord B., Lahalle V., Petit G., Comptable C.E. (éd.), (1991) *Organisation et direction de l'entreprise. 1 -Structures, fonctions et direction*, Masson, 219 p.
- Frankel D.S., Harmon P., Jishnu M., Odell J., Owen M., Rivitt P., Rosen M., Soley R.M., (2003) « The Zachman Framework and the OMG's Model Driven Architecture », *Business Process Trends*, 14 p.
- Frebourg L., (2001) *Les progiciels de gestion intégrée*, Rapport de DEA "Méthodes Scientifiques de Gestion", Université Paris IX-Dauphine, juin, 30 p.
- Freeman E.R., (1984) *Strategic Management: A Stakeholder Approach*, Pitman, Boston, 275 p.
- Freeman E.R., Evan W.M., (1990) « The Corporate Governance: A Stakeholder Interpretation », *Journal of Behavioral Economics*, vol. 19, n° 4, p. 337-359.
- Friedman A.L., Miles S., (2002) « Developing stakeholder theory », *Journal of Management Study*, vol. 39, n° 1, p. 1-21.
- Gaches R., Chaumont M., (1999) « Model-based analysis of the health, safety and environment domain in the process industry », *Computers in Industry*, vol. 40, n° 2, p. 231-242.
- Gafsi M., (1996) « La gestion des exploitations agricoles dans un nouveau contexte : changement, conditions d'adaptation et rapport de dépendance », in Allaire G., Hubert B., Langlet A. (dir.), *Nouvelles fonctions de l'agriculture et de l'espace rural : enjeux et défis identifiés par la recherche*, Colloque INRA, Toulouse, 17-18 décembre, p. 69-83.
- Gafsi M., (2006) « Exploitation agricole et agriculture durable », *Cahiers Agricultures*, vol. 15, n° 6, p. 491-497.
- Gagnon P.-D., Savard G., Carrier S., Decoste C. (dir.), (2000) *L'entreprise*, 2^{ème} Ed., Morin G., Montréal, 305 p.
- Garcia J.S., Dominguez J.M.S., (2004) « MiiSD - Methodology of integrated information systems design », *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 17, n° 6, p. 493-503.
- Girard P., Doumeingts G., (2004) « GRAI-Engineering : a method to model, design and run engineering design departments », *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 17, n° 8, p. 716-732.

- Giraud G., Guérin T., (2009) *Simulation d'une coopérative d'utilisation du matériel agricole (CUMA)*, Rapport de projet de 2^{ème} année d'école d'ingénieur - Filières "Génie logiciel et Systèmes informatiques" et "Systèmes d'Information et Aide à la Décision", ISIMA-LIMOS-Cemagref, 40 p.
- Girin J., (1983) *Les situations de gestion*, Rapport pour le Ministère de la recherche et de la technologie, CRG - Ecole Polytechnique, 4 p.
- Goense D., (1994) « Computer integrated agriculture, an essential element in agriculture chains », *First International Congress on agricultural chains*, Wageningen, March, p. 177-190.
- Goense D., Hofstee J.W., (1994) « An open system architecture for application of information technology in crop production », *12th World Congress on Agricultural Engineering (CIGR)*, Milano, Italy, p. 1356-1363.
- Goense D., Hofstee J.W., Van Bergeijk J., (1996) « An information model to describe systems for spatially variable field operations », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 14, n° 2-3 Special Issue, p. 197-214.
- Goepp V., Kiefer F., Avila O., (2008) « Information system design and integrated enterprise modelling through a key-problem framework », *Computers in Industry*, vol. 59, n° 7, p. 660-671.
- Gond J.-P., Mercier S., (2005) *Les théories des parties prenantes : une synthèse critique de la littérature*, Les Notes du LIRHE, LIRHE - Unité Mixte de Recherche CNRS/UT1, Toulouse, juin, 22 p.
- Grabot B., Botta-Genoulaz V., (2005) « Special issue on Enterprise Resource Planning (ERP) systems », *Computers in Industry*, vol. 56, n° 6, p. 507-509.
- Grangel R., Ben Salem R., Bigand M., Bourey J.-P., (2007) « Interopérabilité guidée par les modèles : transformation de modèles GRAI en modèles UML », *7^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2007)*, Trois-Rivières, Québec, Canada, 5-8 juin, 10 p.
- Gras R., Benoit M., Deffontaines J.-P., Duru M., Lafarge M., Langlet A., Osty P.-L., rurales C.a. (éd.), (1989) *Le fait technique en agronomie. Activité agricole, concepts et méthodes d'étude*, L'Harmattan, Paris, 183 p.
- Gruber T.R., (1993) *Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing in Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation*, Kluwer Academic Publishers.
- Grundstein M., (2004) « Chapitre 1 : De la capitalisation des connaissances au management des connaissances dans l'entreprise », in Boughzala I., Ermine J.-L. (dir.), *Management des connaissances en entreprise*, Hermès, Lavoisier, Paris, 26-54 p.
- Guyomard H., Le Mouël C., Jez C., Forslund A., Fournel E., (2008) *Prospective "Agriculture 2013". Résultats et enseignements principaux par thèmes*, Synthèse, Février, 88 p.
- Harmon K., (2005) « The "systems" nature of enterprise architecture », *Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Waikoloa, Hawaii, USA, Octobre 10-12th, p. 78-85.
- Hassan T., Baboli A., Guinet A., Leboucher G., Brandon M.-T., (2005) « Etude des méthodes de réorganisation et de gestion de stock des services de soin d'un établissement hospitalier », *6^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2005)*, Besançon, France, 7-10 juin, 10 p.

- Hatchuel A., (1996) « Les axiomatiques de la production : éléments pour comprendre les mutations industrielles », in Jacot J.-H., Micaelli J.-P. (dir.), *La performance économique en entreprise*, Hermès, 35-53 p.
- Hatchuel A., Moisdon J.-C., (1993) « Modèles et apprentissage organisationnel », *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, vol. 28, p. 17-32.
- Havet A., Joly N., Cochet A., (2005) « Les écrits comme supports de raisonnement dans les exploitations d'élevage », *Rencontres Recherches Ruminants*, vol. 12, p. 327-330.
- Hémidy L., Maxime F., Soler L.-G., (1993) « Instrumentation et pilotage stratégique dans l'entreprise agricole », *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, vol. 28, p. 91-118.
- Hénin S., (1980) « Conclusions », *Revue Perspective Agricole*, n° spécial sur les systèmes fourragers.
- Hervé D., Genin D., Migueis J., (2002) « A modelling approach for analysis of agro pastoral activity at the one-farm level », *Agricultural Systems*, vol. 71, n° 3, p. 187-206.
- Houdart Y., (1978) *Influence de la date de semis sur le développement et le rendement du blé d'hiver dans l'est de la France*, Rapport, INRA-SEI, Versailles.
- Huat Lim S., Juster N., de Pennington A., (1997) « Enterprise modelling and integration: a taxonomy of seven key aspects », *Computers in Industry*, vol. 34, n° 3, p. 339-359.
- Huse E.F., (1980) *Organization Development and Change*, 2nd Ed., West Publishing Company, 528 p.
- I.G.L.Technology, (1989) *SADT : un langage pour communiquer*, Eyrolles, Paris, 336 p.
- Ibrahim Doutoum M.A., (2008) *Modélisation et optimisation de la logistique des Coopératives d'Utilisation du Matériel Agricole*, Mémoire de fin d'études Master 2, ISIMA - Cemagref, 45 pages + Annexes.
- IDS Scheer, (2002) *Méthodes ARIS*, Décembre 2002, 1739 p.
- IFIP-IFAC Task Force, (1999) *GERAM : Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology*, Rapport, Version V1.6.3, March 1999, 31 p.
- Immon W.H., (1996) *Building the Data Warehouse*, 2nd Ed., Wiley, New York, 401 p.
- Ingrand S., Cournot S., Dedieu B., Antheaume F., (2003) « La conduite de la reproduction du troupeau de vaches allaitantes : modélisation des prises de décision », *Productions Animales*, vol. 16, n° 4, p. 263-270.
- Ingrand S., Dedieu B., Chassaing C., Josien E., (1993) « Etude des pratiques d'allotement dans les exploitations d'élevage. Proposition d'une méthode et illustration en élevage bovin extensif », in Landais E. (dir.), *Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser, évaluer*, p. 52-72.
- INRA, CIRAD, (2009) *Agrimonde. Agricultures et alimentations du monde en 2050 : scénarios et défis pour un développement durable*, Note de synthèse, Décembre, 32 p.
- ISO, (1990) *Reference Model for Shop Floor Production Standards.*, Technical Report 10314, Part 1 (ISO TC 184/SC5/WG1 N126) and Part 2 (ISO TC 184/SC5/WG1 N160).
- ISO/CEI, (2006) *ISO/CEI 15414:2006: Information technology - Open Distributed Processing - Reference Model - Enterprise Language*, Normalisation, Juin, 41 p.
- Javaux D., (1996) « La formalisation des tâches temporelles », in Cellier J.-M., al (dir.), *La gestion du temps dans les environnements dynamiques*, PUF, Paris, 122-158 p.

- Jeannequin B., Martin-Clouaire R., Navarrete M., Rellier J.-P., (2003) « Modeling management strategies for greenhouse tomato production », *CIOSTA-CIGRV Congress*, Turin, Italy, p. 506-513.
- Jolliet O., Saadé M., Crettaz P., (2005) *Analyse du cycle de vie. Comprendre et réaliser un écobilan*, Collection Gérer l'Environnement, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 242 p.
- Joly N., (2004) « Ecrire l'événement : le travail agricole mis en mémoire », *Sociologie du travail*, n° 46, p. 511-527.
- Jouven M., Baumont R., (2008) « Simulating grassland utilization in beef suckler systems to investigate the trade-offs between production and floristic diversity », *Agricultural Systems*, vol. 96, n° 1-3, p. 260-272.
- Kalika M., (1987) *Structures d'entreprises*, Economica.
- Kalpic B., Bernus P., (2002) « Business process modelling in industry--the powerful tool in enterprise management », *Computers in Industry*, vol. 47, n° 3, p. 299-318.
- Kamsu Fogueu B., Coudert T., Béler C., Geneste L., (2008) « Knowledge formalization in experience feedback processes: An ontology-based approach », *Computers in Industry*, vol. 59, n° 7, p. 694-710.
- Katz F., Kahn R., (1978) *The Social Psychology of Organizations*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, New York.
- Kay R.D., Edwards W.M., Duffy A.P., (2008) *Farm management*, 6th Ed., Mc Graw Hill International Editions, 468 p.
- KBSI, (1992) *IDEF1 Information Modeling*, Knowledge Based Systems, Inc., 177 p.
- KBSI, (1994) *Information Integration for Concurrent Engineering (IICE). IDEF5 Method Report*, Knowledge Based Systems, Inc., 175 p.
- KBSI, (1995a) *Information Integration for Concurrent Engineering (IICE). IDEF3 Process Description Capture Method Report*, Knowledge Based Systems, Inc., 224 p.
- KBSI, (1995b) *Information Integration for Concurrent Engineering (IICE). IDEF4 Object-Oriented Design Method Report*, Knowledge Based Systems, Inc., 152 p.
- Keating B.A., Carberry P.S., Hammer G.L., Probert M.E., Robertson M.J., Holzworth D., Huth N.I., Hargreaves J.N.G., Meinke H., Hochman Z., (2003) « An overview of APSIM, a model designed for farming systems simulation », *European Journal of Agronomy*, vol. 18, n° 3-4, p. 267-288.
- Keating B.A., McCown R.L., (2001) « Advances in farming systems analysis and intervention », *Agricultural Systems*, vol. 70, n° 2-3, p. 555-579.
- Kim C.-H., Weston R.H., Hodgson A., Lee K.-H., (2003) « The complementary use of IDEF and UML modelling approaches », *Computers in Industry*, vol. 50, n° 1, p. 35-56.
- Kitchen N.R., (2008) « Emerging technologies for real-time and integrated agriculture decisions », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 61, n° 1, p. 1-3.
- Kosanke K., Nell J.G., (1999a) « Standardization in ISO for enterprise engineering and integration », *Computers in Industry*, vol. 40, n° 2, p. 311-319.
- Kosanke K., Vernadat F., Zelm M., (1999b) « CIMOSA: Enterprise engineering and integration », *Computers in Industry*, vol. 40, n° 2, p. 83-87.

- Kosanke K., Zelm M., (1999c) « CIMOSA modelling processes », *Computers in Industry*, vol. 40, n° 2-3, p. 141-153.
- Kowalski Y., (2006) *Aide à la décision par l'analyse sémantique et la simulation des interactions dans l'organocube, modèle qualitatif général d'audit pour les entreprises*, Thèse de doctorat, Université de Fribourg (Suisse), Sciences économiques et sociales, 300 p.
- Krogstie J., (2002) *EEML Description*, IST 1999-10091 EXTERNAL, October 22th, 73 p.
- Lagrange L., (1991) « La mercatique est-elle applicable aux entreprises agricoles ? », *Economie rurale*, n° 206, p. 46-51.
- Lamine E., Pecatte J.-M., Pingaud H., (2007) « Orchestration et Interopérabilité des processus au sein du circuit du médicament : nécessité d'un cadre méthodologique fédérateur », *Journées GDR MACS*, La Rochelle, 15-16 mars, 68 p.
- Landais E., (1992) « Principes de modélisation des systèmes d'élevage. Approches graphiques », *Les Cahiers de la Recherche-Développement*, n° 32, p. 82-95.
- Landais E., Deffontaines J.-P., (1990) « Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique », in Brossier J., Vissac B., Le Moigne J.-L. (dir.), *Modélisation systémique et Système agraire*, 31-64 p.
- Lardon S., Capitaine M., Benoît M., (2000a) « Les modèles graphiques pour représenter l'organisation spatiale des activités agricoles », *Journées de Rochebrune : Rencontres interdisciplinaires sur les systèmes complexes naturels et artificiels*, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris, 1-5 février, p. 127-150.
- Lardon S., Osty P.-L., (2000b) « Time-space dimensions of farmer practices: methodological proposals from surveys and modelling of sheep farming. A case study in southern Massif Central, France », *4th European Symposium on European Farming and Rural Systems Research and Extension into the Next Millenium*, Volos, Greece, April 3-7th, 11 p.
- Laudon K.C., Laudon J.P., (2006) *Management information systems: managing the digital firm*, 9th Ed., Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River (N.J.).
- Laurent C., Maxime F., Mazé A., Tichit M., (2003) « Multifonctionnalité de l'agriculture et modèles de l'exploitation agricole », *Economie rurale*, n° 273-274, p. 134-152.
- Laurent C., Rémy J., (1998) « Agricultural holdings : hindsight and foresight », *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, n° 31, p. 415-430.
- Laurent C., Rémy J., (2000) « L'exploitation agricole en perspective », *Le courrier de l'environnement*, n° 41, 16 p.
- Le Gal P.-Y., Merot A., Moulin C.H., Navarrete M., Wery J., (2010) « A modelling framework to support farmers in designing agricultural production systems », *Environmental Modelling and Software*, vol. 25, n° 2, p. 258-268.
- Le Maire B., (2010) « Une loi de modernisation pour l'agriculture de demain », in *Le Figaro*, 13 janvier.
- Le Moigne J.-L., (1973) *Les systèmes d'information dans les organisations*, PUF, Paris.
- Le Moigne J.-L., (1977) *La Théorie du Système Général*, PUF, Paris.
- Le Moigne J.-L., (1987) « Systémographie de l'entreprise », *Revue Internationale de Systémique*, vol. 4, n° 1, p. 449-531.
- Le Moigne J.-L., (1990) *La modélisation des systèmes complexes*, Bordas, Paris, 178 p.

- Lebrun V., (1979) « Une méthode d'étude du système de production au niveau de l'exploitation agricole », *Fourrages*, n° 79, p. 3-35.
- Lecomte C., Treillon R., (1999) « Evolution de l'informatisation des fonctions de la gestion industrielle dans les entreprises alimentaires », *Revue Française de Gestion Industrielle*, vol. 18, n° 2, p. 5-21.
- Lefebvre A., (2006) *Tableau de bord des documents à enregistrer par les agriculteurs, pour répondre aux demandes de tiers et gérer leur exploitation*, Mémoire de fin d'étude, Alternatich, 52 p.
- Lemaire B., (2004) « Systèmes d'Information et entreprises : la carte n'est pas le territoire », 2^{ème} Ecole de Modélisation d'Entreprise, Nîmes, 10-12 mars, 67 p.
- Les Echos, (2010) « Une loi-cadre pour le monde agricole », *Les Echos*, p. 8.
- Letters F., (2002) « Modeling Information-Systems with UML Unified Modeling Language », in Bernus P., Mertins K., Schmidt G. (dir.), *Handbook on Architectures of Information Systems* Springer, Berlin, 411-456 p.
- Lewis T., (1998) « Evolution of farm management information systems », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 19, n° 3, p. 233-248.
- Li H., Williams T.J., (1994) *A formalization and extension of the Purdue Enterprise Reference Architecture and the Purdue Methodology*, Report N°158, Purdue Laboratory for Applied Industrial Control, West Lafayette, Indiana, USA, December, 478 p.
- Li M., Qian J.P., Yang X.T., Sun C.H., Ji Z.T., (2010) « A PDA-based record-keeping and decision-support system for traceability in cucumber production », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 70, n° 1, p. 69-77.
- Li Y., Wu H., Dong H., Zhang X., (2009) « A study on architecture and key techniques of agricultural resource planning », *2009 Chinese Control and Decision Conference (CCDC 2009)*, Guilin, p. 4817-4819.
- Lichtner A., (2004) « DSI et Direction Qualité : Duo de choc autour du BPM », in *CIO - Stratégie et Technologie*, 12/12/200436-41.
- Liu X., Zhang W.J., Radhakrishnan R., Tu Y.L., (2008) « Manufacturing perspective of enterprise application integration: The state of the art review », *International Journal of Production Research*, vol. 46, n° 16, p. 4567-4596.
- Longépé C., (2004) *Le projet d'urbanisation du SI*, 2^{ème} Ed., Dunod, Paris, 284 p.
- Lorino P., (1991) *Le contrôle de gestion stratégique. La gestion par les activités*, Dunod, Paris, 212 p.
- Lorino P., (1995) « Le déploiement de la valeur par les processus », *Revue française de gestion*, n° Juin-Juillet-Août, p. 55-71.
- Lorino P., (2003) *Méthodes et Pratiques de la performance*, 3^{ème} Ed., Les Editions d'Organisation, Paris, 512 p.
- Lupan R., Kobi A., Robledo C., Delamarre A., Christofol H., (2006) « Modélisation et évaluation de la performance en conception », 6^{ème} Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation (MOSIM'06), Rabat, Maroc, 3-5 avril 2006, 10 p.
- Lussato B., (1977) *Introduction critique aux théories d'organisation*, Dunod, Paris.
- Macombe C., (2003) *Ethique et pérennité chez les exploitants agricoles*, Thèse de doctorat, Université d'Auvergne - Clermont 1, Sciences de gestion, Clermont-Ferrand, 364 p.

- Madelrieux S., (2004) *Ronde des saisons, vie des troupeaux et labeur des hommes. Modélisation de l'organisation du travail en exploitation d'élevage herbivore au cours d'une année*, Thèse de doctorat, INA P-G, Sciences Animales, Paris, 263 p.
- Madelrieux S., Dedieu B., Dobremez L., (2006) « La zootechnie et l'organisation du travail : modéliser les interactions entre conduite d'élevage et main-d'œuvre », *Fourrages*, vol. 185, p. 35-52.
- Madelrieux S., Girard N., Dedieu B., Dobremez L., (2004) « Modéliser une activité collective combinant différentes échelles de temps : l'organisation du travail en élevage », *15^{ème} journées francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC'2004)*, Lyon, 5-7 mai, 12 p.
- Magne M.-A., (2006) « Immaterial resources: a new concept to formalize information mobilized by beef cattle farmers in their husbandry activity », *7th European IFSA Symposium*, Wageningen, The Netherlands, Mai, p. 345-354.
- Magne M.-A., (2007) *Modéliser le système d'information des agriculteurs - le cas des éleveurs de bovins allaitants*, Thèse de doctorat, Université Montpellier II, Zootechnie, Montpellier, 223 p.
- Magne M.-A., Couzy C., Ingrand S., (2005) « Comprendre comment les éleveurs de bovin allaitant mobilisent des informations pour concevoir et piloter les activités d'élevage : distinguer le Support, l'Origine et le Contenu (SOC) », *Rencontres Recherches Ruminants*, n° 12, p. 65-68.
- Magne M.A., (2008) *Proposition d'une démarche structurée de modélisation, mobilisant des langages de modélisation adaptés du secteur industriel, pour comprendre et analyser les besoins en Systèmes d'Information (SI) des exploitations agricoles*, Rapport final de post-doctorat, Cemagref, 1^{er} août 2007 - 30 septembre 2008, 7 p.
- Magne M.A., Ingrand S., Cerf M., (2007) « Modelling the farmers' information system to improve decision support systems », *Systems Design 2007, Internatinal Symposium on Methodologies on Integrated Analysis on Farm Production Systems*, Catania, ITA, September 10-12th, p. 225-226.
- Malinowski E., Zimanyi E., (2004a) « OLAP Hierarchies: A Conceptual Perspective », in Persson A., Stirna J. (dir.), *16th International Conference Advanced Information Systems Engineering*, Springer, Riga, Latvia, June 7-11th, p. 477-491.
- Malinowski E., Zimanyi E., (2004b) « Representing Spatiality in a Conceptual Multidimensional Model », *GIS'04*, Washington DC, USA, November 12-13th, 8 p.
- Marchesnay M., (1991) « La P.M.E. : une gestion spécifique? », *Economie rurale*, n° 206, p. 11-17.
- Marchesnay M., (1997) « La spécificité de la gestion des PME », in *Petites entreprises et grands enjeux. Le développement agroalimentaire local*, L'Harmattan, p. 33-47.
- Marchesnay M., (2003) « La petite entreprise : sortir de l'ignorance », *Revue française de gestion*, n° 144, p. 108-118.
- Marshall E., Bonneville J.-R., Francfort I., (1994) *Fonctionnement et diagnostic global de l'exploitation agricole. Une méthode interdisciplinaire pour la formation et le développement*, ENESAD-SED, Dijon, 174 p.
- Martin-Clouaire R., Rellier J.-P., (2000) « Modeling needs in agricultural decision support systems », *Electronic Proc. of CIGR World Congress*, Tsukuba, Japan, 6 p.
- Martin-Clouaire R., Rellier J.-P., (2003a) « A conceptualization of farm management strategies », *4th European Conference of the European Federation for Information Technology in*

- Agriculture, Food and Environment (EFITA)*, Budapest-Debrecen, Hungary, July 5-7th, p. 719-726.
- Martin-Clouaire R., Rellier J.-P., (2003b) « Modélisation et simulation de la conduite d'un système de production agricole », *4^{ème} Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation (MOSIM'03)*, Toulouse, France, 6 p.
- Martin-Clouaire R., Rellier J.-P., (2004) « Modeling Flexible Plans for Agricultural Production Management », *International Environmental Modelling and Software Society Conference (IEMSS04)*, Osnabrück, Germany, June 14-17th, 6 p.
- Martin-Clouaire R., Rellier J.-P., (2006) *Fondements ontologiques des systèmes pilotés*, Rapport Interne, INRA - Unité de Biométrie et Intelligence Artificielle, 31 juillet, 100 p.
- Martin C., (2001) « La mise en place de systèmes d'information dédiés au management de la qualité et de l'environnement de la production agricole: une opération pilote appliquée au secteur des grandes cultures. », *Ingénieries - EAT*, n° 26, p. 27-35.
- Martin C., (2002) *Inventaire des documents et outils existants en matière d'enregistrement des pratiques agricoles et de valorisation des données enregistrées*, Rapport de projet, Cemagref, MAAPAR, ADEME.
- Martin C., Pagès C., (2002) « Conditions et moyens d'une gestion informatisée des données pour la mise en oeuvre de l'agriculture raisonnée: exploration stratégique par la méthode d'audit patrimonial », *Ingénieries-EAT*, n° 30, p. 43-58.
- Martinet A.C., (1994) *Management stratégique : organisation et politique*, Ediscience international, Paris, 119 p.
- Martinet A.C., Reynaud E., Gestion C. (éd.), (2004) *Stratégies d'Entreprise et Ecologie*, Politique générale, Finance et Marketing, Economica, Paris, 173 p.
- Martins Dos Santos A., (2002) *L'identification du système de gestion et son application à la recherche en gestion agricole*, Thèse de doctorat, Université de Montpellier 1, Sciences de Gestion, Montpellier, 377 p.
- Mathieu H., (2004) *Modélisation conjointe de l'infrastructure et des processus pour l'administration proactive de l'entreprise distribuée*, Thèse de doctorat, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Informatique, Lyon, 252 p.
- Maxime F., Mollet J.-M., Papy F., (1995) « Aide au raisonnement de l'assolement en grande culture », *Cahiers Agricultures*, n° 4, p. 351-362.
- Mayer R.J., Menzel C.P., Painter M.K., De Witte P.S., Blinn T., Perakath B., (1995) *Information Integration for Concurrent Engineering (IICE). IDEF3 Process Description Capture Method Report*, Knowledge Based Systems, Inc., 236 p.
- Mayer R.J., Painter M.K., De Witte P.S., (1992) *IDEF Family of Methods for Concurrent Engineering and Business Re-Engineering Applications*, Knowledge Based Systems, Inc., College Station, Texas, USA, 77 p.
- Mazé A., Aubry C., Papy F., (2000) « La certification des exploitations agricoles », *Economie rurale*, n° 258, p. 134-139.
- Mazé A., Cerf M., Le Bail M., Papy F., (2004) « Entre mémoire et preuve : le rôle de l'écrit dans les exploitations agricoles », *Natures, Sciences, Sociétés*, n° 12, p. 18-29.
- Mazé A., Galan M.-B., Papy F., (2002) « The Governance of Quality and Environmental Management Systems in Agriculture: Research Issues and New Challenges », in (Ed.) Hage-

- dorn K. (dir.), *Environmental Cooperation and Institutional Change*, Edwar Elgar, 162-184 p.
- Mazoyer M., al e., (2002) *Larousse Agricole : le monde paysan au XXIème siècle*, Larousse, Paris, 767 p.
- MEGA International, (2007) *MEGA Process - Version 2007 - Guide pédagogique*, 170 p.
- Megartsi R., (1997) *Etude comparative des méthodes d'analyse des systèmes de production*, Mémoire de DEA "Productique et Informatique", Université de Droit, d'Economie et des Sciences, Aix-Marseille, 79 p.
- Megartsi R., (2001) *Proposition d'un support de conduite des processus d'entreprise dans un contexte perturbé*, Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, Productique et Informatique, 200 p.
- Mélèse J., (1984) *L'analyse modulaire des systèmes de gestion*, Hommes et Techniques, Paris, 236 p.
- Mertins K., Jochem R., (2005) « Architectures, methods and tools for enterprise engineering », *International Journal of Production Economics*, vol. 98, n° 2, p. 179-188.
- Millet P.-A., (2000) « Simplifier la mise en œuvre des ERP grâce aux outils de modélisation », INSA Lyon, 20 juin.
- Millet P.-A., Botta-Genoulaz V., (2006a) « Un référentiel pour l'alignement des systèmes d'information aux processus logistiques », in Gourgand M., Riane F. (dir.), *6^{ème} Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation (MOSIM'06)*, Rabat, Maroc, 3-5 avril 2006, 11 p.
- Millet P.-A., Neubert G., Botta-Genoulaz V., (2005) « Une approche outillée de l'intégration », *6^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2005)*, Besançon, France, 7-10 juin, 11 p.
- Millet P.-A., Pingaud H., (2006b) *Ingénierie d'Entreprise et de Système d'Information Dirigée par les Modèles : Conception, Intégration et Usages*, Réponse à l'appel à projet 2007 du GDR MACS, 14 p.
- Milleville P., (1984) « Acte technique et itinéraire technique : une méthode d'enquête à l'échelle du terroir villageois », *Les Cahiers de la Recherche-Développement*, n° 3-4, p. 77-83.
- Milleville P., (1987) « Recherche sur les pratiques des agriculteurs », *GCIAR sur les systèmes agraires*, Montpellier, Mai.
- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, (2003) « La Nouvelle Politique Agricole Commune », *BIMA*, n° 1502, p. 1-8.
- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, (2006a) « Enquête sur la structure des exploitations agricoles en 2005 », *Agreste Chiffres et Données Agriculture*, n° 183, p. 108.
- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, (2006b) *Réflexions sur la définition de l'exploitation agricole en tant qu'unité statistique*, Note pour le GNIS concernant la définition de l'exploitation agricole, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Paris, 17 mars, 14 p.
- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, (2008) *Plan Ecophyto 2018. Réduction des usages de pesticides 2008-2018*, Rapport, 20 p.
- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, (2009a) *La certification environnementale des exploitations agricoles*, Rapport et Annexes, Juin, 16 + 121 p.

- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, (2009b) *Objectif Terres 2020. Pour un nouveau modèle agricole français*, Rapport, Février, 45 p.
- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, (2009c) *Plan Performance Energétique des Exploitations Agricoles : 2009-2013*, Rapport, Février, 10 p.
- Ministère de l'Ecologie de l'Energie et du Développement durable et de la Mer, (2007) *Le Grenelle Environnement. Document récapitulatif des tables rondes tenues à l'Hôtel de Roquelaure les 24, 25 et 26 octobre 2007*, Novembre, 33 p.
- Mitchell R.K., Agle B.R., Wood D.J., (1997) « Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts », *Academy of Management Review*, vol. 22, n° 4, p. 853-886.
- Moisdon J.-C. (dir.), (1997) *Du mode d'existence des outils de gestion*, Seli Arslan, Paris, 286 p.
- Morley C., (2000) « Changement organisationnel et modélisation des processus », *5th AIM Conference : "Systèmes d'information et Changement organisationnel"*, Montpellier, 9 p.
- Morley C., (2004a) « Méthodes et langages : la modélisation des systèmes d'information », *2^{ème} Ecole de Modélisation d'Entreprise*, Nîmes, 10-12 mars, 46 p.
- Morley C., (2004b) « Un cadre unificateur pour la représentation des processus », *Pre-ICIS*, Décembre, p. 14-30.
- Morley C., Hugues J., Leblanc B., Hugues O., (2007) *Processus métiers et systèmes d'information : évaluation, modélisation, mise en œuvre*, 2^{ème} Ed., Dunod, Paris, 288 p.
- Morlon P., Benoît M., (1990) « Etude méthodologique d'un parcellaire d'exploitation agricole en tant que système », *Agronomie*, n° 6, p. 499-508.
- Mougin Y., (2004) *La cartographie des processus*, Editions d'Organisation, 336 p.
- Moulin C.-H., Blanc F., Ezanno P., Bocquier F., (2004) « Modelling as a tool for the teaching of livestock dynamics », *Animal Research*, n° 53, p. 439-450.
- Mylopoulos J., Borgida A., (2002) « Properties of Information Modeling Techniques for Information Systems Engineering », in Bernus P., Mertins K., Schmidt G. (dir.), *Handbook on Architectures of Information Systems* Springer, Berlin, 17-58 p.
- Naïtlho M., (2002) « Les modèles spatiaux dans l'enseignement agricole. L'environnement dans le diagnostic global de l'exploitation », *Mappemonde*, vol. 68, n° 4, p. 15-19.
- Naïtlho M., Lardon S., (1999) « Representing spatial organisation in extensive livestock farming », in Gagnaux D., Poffet J.R. (dir.), *5th EAAP symposium on livestock farming systems*, 97, EAAP Publication, Posieux, Switzerland, p. 187-190.
- Naïtlho M., Lardon S., Yotte M., (2003) *Approche spatiale de l'exploitation agricole. Modélisation de l'organisation spatiale d'une exploitation.*, Educagri, 111 p.
- Nakhla M., (2006) « Comprendre le management industriel et l'organisation d'un système de production », in Nakhla M. (dir.), *L'essentiel du management industriel*, Dunod, 6-30 p.
- Nash E., Dreger F., Schwarz J., Bill R., Werner A., (2009) « Development of a model of data-flows for precision agriculture based on a collaborative research project », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 66, n° 1, p. 25-37.
- Neményi M., Mesterházi P.A., Pecze Z., Stépán Z., (2003) « The role of GIS and GPS in precision farming », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 40, n° 1-3, p. 45-55.

- Nikkilä R., Seilonen I., Koskinen K., (2010) « Software architecture for farm management information systems in precision agriculture », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 70, n° 2, p. 328-336.
- Noran O., (2005) « A systematic evaluation of the C4ISR AF using ISO 15704 Annex A (GERAM) », *Computers in Industry*, vol. 56, n° 5, p. 407-427.
- Noran O.S., (2000) *Business Modelling: UML vs. IDEF*, Electronical report, Griffith University - School of Computing and Information Technology, 50 p.
- Nuseibeh B., Easterbrook S., (2000) « Requirements Engineering: A Roadmap », *Conference on The Future of Software Engineering*, Limerick, Ireland, June 4-11th, p. 35-46.
- Nuthall P.L., (2004) « Case studies of the interactions between farm profitability and the use of a farm computer », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 42, n° 1, p. 19-30.
- Ognov A., (2000) *Système d'information et traçabilité dans les exploitations agricoles. Eléments de diagnostic*, Mémoire de fin d'études, INRA SAD, 67 p.
- OMG, (2003) *MDA Guide version 1.0.1*, 12 juin, 62 p.
- OMG, (2006) *OMG SysML Specification*, 3 mai, 282 p.
- OMG, (2009) *Business Process Modeling Notation (BPMN) - Version 1.2*, January 2009, 316 p.
- Ortiz A., Lario F., Ros L., (1999) « Enterprise Integration - Business Processes Integrated Management: A proposal for a methodology to develop Enterprise Integration Programs », *Computers in Industry*, vol. 40, n° 2, p. 155-171.
- Osty P.-L., (1978) « L'exploitation agricole vue comme un système. Diffusion de l'innovation et contribution au développement », *Bulletin technique d'Information (BTI)*, n° 326, p. 43-49.
- Panetto H., (2006) *Meta-modèles et modèles pour l'intégration et l'interopérabilité des applications d'entreprises de production*, Habilitation à Diriger les Recherches, Université Henri Poincaré - Nancy I, Génie informatique, 110 p.
- Panetto H., (2007) « Towards a classification framework for interoperability of enterprise applications », *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 20, n° 8, p. 727-740.
- Panetto H., Berio G., Benali K., Boudjlida N., Petit M., (2004) « A unified enterprise modeling language for enhanced interoperability of enterprise models », *11th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM 2004)*, Salvador di Bahia, Brasil, April, 6 p.
- Papy F., (2000) « Farm Models and Decision Support: A Summary Review », in Colin J.-P., Crawford E.W. (dir.), *Research on Agricultural Systems: Accomplishments, Perspectives and Issues*, Nova Science Publishers, Inc, New York, 89-107 p.
- Papy F., (2001) « Interdépendance des systèmes de culture dans l'exploitation agricole », in Malézieux E., Trébuil G., Jaeger M. (dir.), *Modélisation des agro-écosystèmes et aide à la décision*, Editions CIRAD-INRA, Collection Repères, 51-74 p.
- Papy F., Servettaz L., (1986) « Jours disponibles et organisation du travail (exemple de chantiers de préparation des semis au printemps) », *Bulletin technique d'Information (BTI)*, n° 412-413, p. 693-703.
- Peaucelle J.-L., (1999) *Systèmes d'Information : Le point de vue des gestionnaires*, Economica, Paris, 232 p.

- Penalva J.-M., (1997) *La modélisation par les systèmes en situations complexes*, Université de Paris XI - Paris Sud, Paris.
- Penalva J.-M., (2004) « La modélisation des systèmes socio-techniques : démarche méthodologique », *2^{ème} Ecole de Modélisation d'Entreprise*, Nîmes, 10-12 mars, 36 p.
- Penot E., Attonaty J.-M., (2004) *Simulation et modélisation du fonctionnement de l'exploitation agricole avec le logiciel Olympe : introduction méthodologique et présentation*, CIRAD TERA, 21 p.
- Perrier E., (2006) *Etude conceptuelle des activités et des processus de l'entreprise agricole : apport des méthodes de modélisation d'entreprise et des ERP du secteur industriel*, Projet de Fin d'études IFMA, Cemagref, 36 p.
- Petit M., Doumeingts G., (2002) *Deliverable D1.1. Report on the state of the art in Enterprise Modelling*, UEML Project, 178 p.
- Piel Desruisseaux J., Ferru H., (1963) *L'organisation du travail en agriculture*, 2^{ème} Ed., Les éditions d'organisation, Paris, 280 p.
- Pierreval H., (1990) *Les méthodes d'analyse et de conception des systèmes de production*, Editions scientifiques et techniques, Hermès, 63 p.
- Pinet F., Ventadour P., Brun T., Papajorgji P., Roussey C., Vigier F., (2006) « Using UML for Ontology Construction: a Case Study in Agriculture », *7th Agricultural Ontology Service (AOS) Workshop on "Ontology-Based Knowledge Discovery: Using Metadata and Ontologies for Improving Access to Agricultural Information". 5th International Conference of the Asian Federation for Information Technology in Agriculture (AFITA)*, Macmillan Edition, India Ltd, Bangalore, India, November 9-10th, p. 735-739.
- Pingaud H., Vallespir B., (2009) « Tendances, enjeux et perspectives pour la modélisation d'entreprise », *4^{ème} Ecole de Modélisation d'Entreprise*, Arcachon, France, 19-21 octobre, 54 p.
- Popova V., Sharpanskykh A., (2008) « Process-oriented organisation modelling and analysis », *Enterprise Information Systems*, vol. 2, n° 2, p. 161-193.
- Pourcel C., (1986) *Systèmes Automatisés de Production*, Cepadues-Editions, 413 p.
- Pourcel C., (2007) « Quel modèle pour les systèmes productifs ? », *7^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2007)*, Trois-Rivières, Québec, Canada, 5-8 juin, 10 p.
- Pourcel C., Bistorin O., Renauld R., Clémentz C., (2005a) « Système de Production de Services : tentative de définir une architecture de référence », *6^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2005)*, Besançon, France, 7-10 juin, 9 p.
- Pourcel C., Gourc D., (2002) « Modélisation MECI », *1^{ère} Ecole de Modélisation d'Entreprise*, Albi, 28-30 mai, 144 p.
- Pourcel C., Gourc D., (2005b) *Modélisation d'entreprise par les processus*, Editions Cépaduès, 170 p.
- Poux X., Romain B., (2009) *L'agriculture à Haute Valeur Naturelle : mieux la (re)connaître pour mieux l'accompagner*, Rapport, European Forum on Nature Conservation and Pastoralism, Mars, 46 p.
- Poyet P., Brun T., (2003) « GIEA : Gestion des Informations de l'Exploitation Agricole. Vers des concepts et un langage communs pour les partenaires économiques et institutionnels de la profession agricole », *Ingénieries-EAT*, vol. Spécial, p. 167-175.

- Pradel M., Boffety D., Abt V., (2009) « Vers une évaluation plus fine des performances énergétiques des exploitations agricoles : quels indicateurs et quelles solutions technologiques pour les renseigner ? », *Symposium Ecotechs'09*, Montoldre, 22-23 octobre, 2 p.
- Premier Ministre, (2010) *Projet de Loi de Modernisation de l'Agriculture et de la Pêche*, Compte-rendu du Conseil des Ministres du 13 janvier 2010.
- Pujo P., Kieffer J.-P., (2002) *Fondements du pilotage des systèmes de production*, Lavoisier, Hermès Science, 209 p.
- Quiescenti M., Bruccoleri M., La Commare U., Noto La Diega S., Perrone G., (2006) « Business process-oriented design of Enterprise Resource Planning (ERP) systems for small and medium enterprises », *International Journal of Production Research*, vol. 44, n° 18-19, p. 3797-3811.
- Rabova I., (2004) « Using UML for business processes modelling in agriculture », *Agricultural Economics - Czech*, vol. 50, n° 9, p. 423-428.
- Rabova I., (2005) « The formalization of knowledge in agricultural industry business processes », *Agricultural Economics - Czech*, vol. 51, n° 7, p. 329-334.
- Rabova I., (2006) « Business rules in the agricultural area », *Agricultural Economics - Czech*, vol. 52, n° 7, p. 335-340.
- Rahimifard A., Weston R., (2007) « The enhanced use of enterprise and simulation modelling techniques to support factory changeability », *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 20, n° 4, p. 307-328.
- Rajsiri V., Lorré J.-P., Bénaben F., Pingaud H., (2010) « Knowledge-based system for collaborative process specification », *Computers in Industry*, vol. 61, n° 2, p. 161-175.
- Rakotondranaivo A., Grandhaye J.-P., Pourcel C., (2005) « Identification des décisions dans un réseau de santé », *6^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2005)*, Besançon, France, 7-10 juin, 10 p.
- Ravignon L., Bescos P.-L., Joalland M., Le Bourgeois S., Maléjac A., (2007) *La Méthode ABC-ABM : rentabilité mode d'emploi*, 3^{ème} Ed., Eyrolles - Éd. d'Organisation, Paris, 386 p.
- Reichardt M., Juergens C., (2006) « Precision Farming in Germany - Adoption since 2001 », *4th World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources (WCCA 2006)*, Orlando, USA, July 24-26th, p. 157-161.
- Reix R., (2002) *Systèmes d'Information et Management des Organisations*, 4^{ème} Ed., Vuibert.
- Reix R., (2004) *Systèmes d'Information et Management des Organisations*, 5^{ème} Ed., Vuibert, 487 p.
- Rellier J.-P., (2005) *DIESE : un outil de modélisation et de simulation de systèmes d'intérêt agronomique*, Rapport UBIA Toulouse N° 2005/01, INRA - Département de Mathématiques et Informatique Appliquées, juin, 28 p.
- Reyneri C., (1999) « Operational building blocks for business process modelling », *Computers in Industry*, vol. 40, n° 2, p. 115-123.
- Roboam M., (1993) *La méthode GRAI. Principes, outils, démarche et pratique*, Teknéa, Toulouse, 226 p.
- Rojot J., (2003) *Théorie des organisations*, Eska, Paris, 534 p.
- Romera A.J., Morris S.T., Hodgson J., Stirling W.D., Romera A.J., Woodward S.J.R., (2004) « A model for simulating rule-based management of cow-calf systems », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 42, n° 2, p. 67-86.

- Rouillard J., Vantroys T., Chevrin V., (2007) *Architectures orientées services : une approche pragmatique des SOA*, Vuibert, Paris, 317 p.
- Roussey C., Soullignac V., Champomier J.-C., Abt V., Chanut J.-P., (2010) « Ontologies in Agriculture », *International Conference on Agricultural Engineering (AgEng2010)*, Clermont-Ferrand, France, September 6-8th, 10 p.
- Roux A., (2004) « Système d'information et dispositif informationnel : quelle articulation ? », *Sciences de la Société*, n° 63, p. 27-39.
- Rowe F. (dir.), (2002) *Faire de la recherche en systèmes d'information*, Vuibert - FNEGE, 359 p.
- Saadoun M., (2000) *Technologies de l'information et management*, Hermès, Paris, 252 p.
- Sabin J.-C., (1999) « Quelle entreprise agricole pour demain ? », *Cahiers Options Méditerranéennes, Série A*, n° 36, p. 57-61.
- Saidani O., Nurcan S., (2006) « A Role-Based Approach for Modelling Flexible Business Processes », *BPMDs'06*, Springer Verlag, Luxembourg, June, p. 111-120.
- Saidani O., Nurcan S., (2007) « Prise en Compte de l'Aspect Décisionnel dans l'Ingénierie et la Gestion des Processus d'Entreprise », *4^{ème} Workshop ECI "Ingénierie et gestion des processus d'entreprise"*, IAE, Paris, 15 mai, 7 p.
- Scheer A.-W., (1993) « Architecture of Integrated Information Systems (ARIS) », *JSPE-IFIP WG5.3 Workshop on the Design of Information Infrastructure Systems for Manufacturing (DIISM'93)*, Tokyo, Japan, November 8-10th, p. 177-191.
- Scheer A.-W., (2002) *ARIS - Des processus de gestion au système intégré d'applications*, Springer, Paris, 170 p.
- Scheer A.-W., Schneider K., (2002) « ARIS - Architecture of Integrated Information Systems », in Bernus P., Mertins K., Schmidt G. (dir.), *Handbook on Architectures of Information Systems* Springer, Berlin, 605-623 p.
- Schiefer G., (2006) « Information Management in Agri-food Chains », in Ondersteijn C.J.M., Wijnands J.H.M., Huirne R.B.M., Van Kooten O. (dir.), *Quantifying the agri-food supply chain*, Springer, 135-144 p.
- Schneider M., (2003) « Des enseignements à tirer de l'expérience industrielle ? », *SI-MA 2003*, Paris Nord - Villepinte, 1 p.
- Schulze C., Spilke J., Lehner W., (2007) « Data modeling for Precision Dairy Farming within the competitive field of operational and analytical tasks », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 59, n° 1-2, p. 39-55.
- Sebillotte M., Soler L.-G., (1990) « Les processus de décision des agriculteurs », in Brossier J., Vissac B., Le Moigne J.-L. (dir.), *Modélisation systémique et Système agricole*, 93-101 p.
- Sebillotte M., (1974) « Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome », *Cahiers Orstom, Série biologie*, n° 24, p. 3-25.
- Sebillotte M., Soler L.-G., (1990) « Les processus de décision des agriculteurs », in Brossier J., Vissac B., Le Moigne J.-L. (dir.), *Modélisation systémique et Système agricole*, 93-101 p.
- Sebillotte M., Soler L.G., (1988) « Le concept de modèle général et la compréhension du comportement de l'agriculteur », *Compte Rendu Académie Agriculture*, vol. 74, n° 4, p. 59-70.
- Séronie J.-M., Boulet P., (2007) « L'exploitation agricole flexible », *Les Cahiers CER France*, Mai, 36 p.

- Shen H., Wall B., Zaremba M., Chen Y., Browne J., (2004) « Integration of business modeling methods for enterprise information system analysis and user requirements gathering », *Computers in Industry*, vol. 54, n° 3, p. 307-323.
- Shunk D.L., Kim J.-I., Nam H.Y., (2003) « The application of an integrated enterprise modeling methodology--FIDO--to supply chain integration modeling », *Computers & Industrial Engineering*, vol. 45, n° 1, p. 167-193.
- Sienou A., (2009) *Proposition d'un cadre méthodologique pour le management intégré des risques et des processus d'entreprise*, Thèse de doctorat, Université de Toulouse, Systèmes Industriels, Toulouse, 244 p.
- Simon H., (1974) *La science des systèmes, science de l'artificiel*, Editions EPI.
- Sinclair T.R., Seligman N.a.G., (1996) « Crop Modeling : From Infancy to Maturity », *Agronomy Journal*, n° 88, p. 698-704.
- Sogaard H.T., Sørensen C.G., (2004) « A model for optimal selection of machinery sizes within the farm machinery system », *Biosystems Engineering*, vol. 89, n° 1, p. 13-28.
- Sørensen C., Bildsøe P., Fountas S., Pesonen, Pedersen S., Basso B., Nash E., (2009) *System analysis and definition of system boundaries*, Deliverable 3.1 - FutureFarm - FP7 Project - Integration of farm Management Information Systems to support real-time management decisions and compliance of management standards, 19 p.
- Sørensen C.G., Fountas S., Nash E., Pesonen L., Bochtis D., Pedersen S.M., Basso B., Blackmore S.B., (2010a) « Conceptual model of a future farm management information system », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 72, n° 1, p. 37-47.
- Sørensen C.G., Fountas S., Nash E., Pesonen L., Bochtis D., Pedersen S.M., Basso B., Blackmore S.B., (2010b) « Information modelling as the basis for farm management information system design », *Computers and Electronics in Agriculture*, p. in Press.
- Sørensen J.-T., Kristensen E.-S., (1992) « Systemic modelling: a research methodology in livestock farming », in Gibon A., Matherson G. (dir.), *Global appraisal of livestock farming systems and study on their organisational levels: concept, methodology and results*, Commission of European Communities, 45-57 p.
- Soulier E., Lewkowicz M., (2006) « Simulation des pratiques collaboratives pour la conception des SI basés sur les processus métier », *Ingénierie des Systèmes d'Information*, vol. 11, n° 3, p. 73-94.
- Soullignac V., Chanet J.-P., Paris J.-L., Devise O., Gondran N., (2009) « Knowledge Management and Innovative Design : State of the art », *11th International Conference on the Modern Information Technology in the Innovation Processes of the Industrial Enterprises (MITIP 2009)*, Bergamo, Italy, October 15-16th, p. 361-369.
- Soullignac V., Ermine J.-L., Paris J.-L., Devise O., Chanet J.-P., (2010a) « Gestion informatisée des connaissances pour une agriculture durable », *3^{ème} Conférence Francophone Gestion des Connaissances, Société et Organisation (GECSO)*, Strasbourg, France, 27-28 mai, 23 p.
- Soullignac V., Ermine J.-L., Paris J.-L., Devise O., Chanet J.-P., (2010b) « Un serveur de connaissances pour l'agriculture biologique ? », *Colloque SFER "Conseil en agriculture : acteurs, marchés, mutations"*, Dijon, France, 14-15 octobre, In press.
- Sparks G., (2000) *An introduction to UML: The business Process Model*, Report, Sparx Systems, 9 p.
- Spur G., Mertins K., Jochem R., (1996) *Integrated Enterprise Modelling*, Beuth Verlag, Berlin.

- Steffe J., (1994) *L'évolution des méthodes de gestion en Agriculture depuis 1945*, Mémoire de DEA, IR.G.A.E de Bordeaux.
- Steffe J., (1997) « Estimation of farmers' management needs: toward multi-fonction software title », *1st European Conference of the European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and Environment (EFITA)*, Copenhagen, Nederland, 6 p.
- Steffe J., (1999a) *Contribution à la modélisation du système d'information de l'exploitation agricole*, Thèse de doctorat, Université Montesquieu - Bordeaux IV, Sciences de gestion, Bordeaux, 387 p.
- Steffe J., (1999b) « Evolution of the Farm Environment: the Need to Produce a general Information System », *2nd European Conference of the European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and Environment (EFITA)*, Bonn, Germany, p. 27-36.
- Steinberger G., Rothmund M., Auernhammer H., (2009) « Mobile farm equipment as a data source in an agricultural service architecture », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 65, n° 2, p. 238-246.
- Sunier P.-A., (2003a) *La maîtrise de l'information, un enjeu pour les entreprises*, Rapport interne, Laboratoire de Génie Logiciel - Haute Ecole de Gestion, Neuchâtel, 2 p.
- Sunier P.-A., (2003b) *Qu'est-ce que l'informatique de gestion ?*, Rapport interne, Laboratoire de Génie Logiciel - Haute Ecole de Gestion, Neuchâtel, 7 p.
- Tabatoni P., Jarniou P., (1975) *Les systèmes de gestion, politiques et structures*, Presses Universitaires de France, Paris.
- Tardieu H., Rochfeld A., Colletti R., (1994) *La méthode MERISE. Tome 1 : principes et outils*, Les Editions d'Organisation.
- Teissier J.-M., (1979) « Relation entre techniques et pratiques », *Bull. INRAP*, n° 38.
- Thomazo E., (2005) *De la gestion environnementale à la gestion des informations sur l'exploitation agricole. Application au projet GIEA*, Rapport de stage de 2^{ème} année d'Ecole d'ingénieur INA P-G, Cemagref, Clermont-Ferrand, 26 p.
- Tirel J.-C., (1991) « Gestion de l'entreprise agricole : Perspectives et nouveaux enjeux », *Economie rurale*, n° 206, p. 18-22.
- Tirel J.-C., (1992) « Utilisation de l'espace et systèmes de production », *Economie rurale*, n° 208-209, p. 111-116.
- Touzi J., (2005) *Rapport bibliographique sur la conception des systèmes d'information dans un cadre d'interopérabilité d'entreprises*, Rapport bibliographique, ENSTIMAC, Avril, 82 p.
- Touzi J., Benaben F., Pingaud H., (2005) « Une approche de la conception d'un système d'information d'entreprise par la représentation des processus », *2^{ème} Workshop ECI "Ingénierie et gestion des processus d'entreprise"*, IAE, Paris, 8 mars, 11 p.
- Touzi J., Bénaben F., Pingaud H., (2006) « Interopérabilité et système d'information. Aide à la conception de système d'information inter-organisationnel à partir de processus collaboratifs », *Ingénierie des Systèmes d'Information*, vol. 11, n° 3, p. 31-52.
- Trilling L., Besombes B., Chaabane S., Guinet A., (2004a) *Investigation et comparaison des méthodes et outils d'analyse pour l'étude des systèmes hospitaliers*, Rapport de recherche sur le projet HRP2, Février, 58 p.
- Trilling L., Guinet A., Chomel P.-Y., (2004b) « Comparaison de méthodes et outils d'analyse : Etude d'un plateau médico-technique regroupé avec le cadre de la modélisation ARIS », *Proc. of Int. Conf. GISEH'04*, Mons, Belgique, Septembre, p. 346-356.

- UEML, (2003) *Unified Enterprise Modelling Language (UEML) Thematic Network. IST-2001-34229*, www.ueml.org.
- Ulmer J.-S., (2007) *Modélisation des processus au sein des ERP*, Rapport de Master de Recherche SMIS-EEAS - Projet Easy-DIM, ENSIACET, Toulouse, 50 p.
- Ushold M., King M., Moralee S., Zorgios Y., (1997) « The enterprise ontology », *AIAI*, Edinburgh University, 71 p.
- Vacher B., (1997) *La gestion de l'information en entreprises. Enquête sur l'oubli, l'étourderie, la ruse et le bricolage organisés*, ADBS Editions, Paris.
- Valax M.-F., (1989) « La gestion du temps dans l'exploitation agricole », *Bulletin technique d'Information (BTI)*, n° 442-443, p. 345-352.
- Vallespir B., (2006) « Conférence de synthèse », 3^{ème} *Ecole de Modélisation d'Entreprise*, Arcachon, 2-4 octobre, 80 p.
- Vallespir B., Braesch C., Chapurlat V., Crestani D., (2003) « L'intégration en modélisation d'entreprise : les chemins d'UEML », 4^{ème} *Conférence Francophone de Modélisation et Simulation (MOSIM'03)*, Toulouse, France, 23-25 avril, 6 p.
- Vallespir B., Doumeingts G., (2002) « La Méthode GRAI », 1^{ère} *Ecole de Modélisation d'Entreprise*, Albi, 28-30 mai, 147 p.
- Vallespir B., Petit M., (2001) *GRAI metamodelling v2.5 - UEML Project - Deliverable D3.1 - Annex 2.2*, UEML Project, 54 p.
- Van der Aalst W.M.P., Ter Hofstede A.H.M., (2000) « Verification of Workflow Task Structures : A Petri-Net-Based Approach », *Information Systems Journal*, vol. 25, n° 1, p. 43-69.
- Vernadat F., (1996) *Enterprise modeling and integration. Principles and applications*, Chapman & Hall, London, 513 p.
- Vernadat F., (1999) *Techniques de Modélisation en Entreprise : Applications aux Processus Opérationnels*, Gestion, Economica, Paris, 129 p.
- Vernadat F., (2002a) « The CIMOSA languages », in Bernus P., Mertins K., Schmidt G. (dir.), *Handbook on Architectures of Information Systems*, Springer, Berlin, 251-271 p.
- Vernadat F., (2002b) « UEML: Towards a unified enterprise modelling language », *International Journal of Production Research*, vol. 40, n° 17, p. 4309-4321.
- Vernadat F.B., (2002c) « Enterprise modeling and integration (EMI): Current status and research perspectives », *Annual Reviews in Control*, vol. 26, n° 1, p. 15-25.
- Vernadat F.B., (2007) « Interoperable enterprise systems: Principles, concepts, and methods », *Annual Reviews in Control*, vol. 31, n° 1, p. 137-145.
- Vidal C., (2003) « Processus de construction des indicateurs agro-environnementaux vers une agriculture européenne durable », *Cahiers du Conseil Général du GREF*, n° 65, p. 23-34.
- Vigier F., (2003) « Quels besoins et pour quelles informations en agriculture ? », *SIMA 2003*, Paris Nord - Villepinte, 1 p.
- Vittoz C., (2005) *Utilisation des méthodes de modélisation du secteur industriel pour représenter la conduite d'un système de production végétale*, Projet de Fin d'Etude IFMA, IFMA - Cemagref, 62 p.
- Voinov A., Bousquet F., (2010) « Modelling with stakeholders », *Environmental Modelling & Software*, vol. 25, n° 11, p. 1268-1281.

- Vosniakos G.C., Barla E., (2006) « A manufacturing system 'analysis for re-engineering' framework for small- and medium-sized enterprises », *Production Planning and Control*, vol. 17, n° 3, p. 311-321.
- Voulodimos A.S., Patrikakis C.Z., Sideridis A.B., Ntafis V.A., Xylouri E.M., (2010) « A complete farm management system based on animal identification using RFID technology », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 70, n° 2, p. 380-388.
- Waksman G., Escriou H., Gentilleau G., (2007) « Situation of ICT in French Agriculture », *EFITA/WCCA 2007 Joint Conference*, Glasgow, Scotland, 6 p.
- Wall E., Weersink A., Swanton C., (2001) « Agriculture and ISO 14000 », *Food Policy*, vol. 26, n° 1, p. 35-48.
- Walliser B., (1977) *Systèmes et modèles. Introduction critique à l'analyse de systèmes*, Seuil.
- Wehrich H., (1982) « The TOWS Matrix - a Tool for Situational Analysis », *Long Range Planning*, vol. 15, n° 2, p. 54-66.
- Wieringa R., (1998) « A survey of Structured and Object-Oriented Software Specification Methods and Techniques », *ACM Computing Surveys*, vol. 30, n° 4, p. 459-527.
- Williams T.J., (1998) « The Purdue Enterprise Reference Architecture and Methodology (PERA) », in Molina A., M S.J., Kusiak A. (dir.), *Handbook of Life Cycle Engineering: Concepts, Tools and Techniques*, Chapman & Hall, London, 48 p.
- Wolfert J., Verdouw C.N., Verloop C.M., Beulens A.J.M., (2010) « Organizing information integration in agri-food--A method based on a service-oriented architecture and living lab approach », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 70, n° 2, p. 389-405.
- Yourdon E., (1993) *YourdonTM Systems Method : Model-Driven Systems Development*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Zachman J.A., (1987) « A framework for information systems architecture », *IBM Systems Journal*, vol. 26, n° 3, p. 276-292.
- Zahm F., (2003) « Méthodes de diagnostic des exploitations agricoles et indicateurs : panorama et cas particuliers appliqués à l'évaluation des pratiques phytosanitaires », *Ingénieries - EAT*, n° 33, p. 13-34.
- Zaidat A., Vincent L., (2005) « Un cadre d'ingénierie pour les réseaux d'organisation », *2^{ème} Workshop ECI "Ingénierie et gestion des processus d'entreprise"*, IAE, Paris, 8 mars, 16 p.
- Zarifian P., (1995) « La gestion par activités et par processus à la croisée des chemins », *Gérer et comprendre*, Mars, p. 80-90.
- Zelm M., (2003) « Towards user oriented enterprise modelling - Comparison of modelling language constructs », *12th ISPE International Conference on Concurrent Engineering Research and Application, Enhanced Interoperable Systems*, p. 843-849.
- Zelm M., Vernadat F.B., Kosanke K., (1995) « The CIMOSA business modelling process », *Computers in Industry*, vol. 27, n° 2, p. 123-142.
- Zhao Y., Fan Y.S., (2007) « Implementation approach of ERP with mass customization », *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 20, n° 2-3, p. 160-168.
- Zouggar N., Vallespir B., Chen D., (2006) « Enrichissement de la modélisation d'entreprise par les ontologies », in Gourgand M., Riane F. (dir.), *6^{ème} Conférence Francophone de Modélisation et SIMulation (MOSIM'06)*, Rabat, Maroc, 3-5 avril, 8 p.

Annexes I

Présentation détaillée
des cadres méthodologiques,
des cadres de modélisation
et des cadres conceptuels
identifiés

Eléments de l'état de l'art

Résumé

En complément de la synthèse de l'état de l'art présentée dans la partie 2, nous proposons dans ces annexes une présentation approfondie, et structurée de manière identique, des principaux cadres méthodologiques, cadres de modélisation et cadres conceptuels existants et/ou utiles pour mener à bien nos réflexions. **Les définitions et modèles présentés dans ces annexes n'engagent que l'auteur quant à la qualité des analyses réalisées, des traductions fournies et des modèles UML obtenus.**

Nous avons recherché, dans les 7 premières annexes, à présenter, d'une manière structurée et identique, pouvant paraître parfois légèrement abusive, les principaux cadres méthodologiques existants et issus du secteur industriel :

- Annexe I.1. Cadre méthodologique CIMOSA
- Annexe I.2. Cadre méthodologique GIM
- Annexe I.3. Cadre méthodologique ARIS
- Annexe I.4. Cadre méthodologique IDEF
- Annexe I.5. Cadre méthodologique E & P UML
- Annexe I.6. Cadre méthodologique MECI
- Annexe I.7. Cadre méthodologique AMS

Nous présentons en complément dans les 3 annexes suivantes, d'une manière structurée et identique, les principaux cadres de modélisation issus du secteur industriel et les principaux cadres conceptuels recensés et utiles à nos réflexions :

- Annexe I.8. Cadres de modélisation complémentaires et issus du secteur industriel
- Annexe I.9. Cadres conceptuels complémentaires et issus du secteur industriel
- Annexe I.10. Cadres conceptuels complémentaires et issus du secteur agricole

Annexe I.1

Cadre Méthodologique CIMOSA

1. Présentation générale

Le cadre méthodologique CIMOSA (Computer Integrated Manufacturing - Open System Architecture) a été développé par le consortium AMICE dans le cadre du programme européen ESPRIT (projet n°688, 5288 et 7110).

Le but de la modélisation de CIMOSA est d'une part de fournir un support à l'ingénierie systématique d'un **système intégré de production** et d'autre part de participer à l'intégration du système en utilisant le modèle d'entreprise pour piloter les opérations de l'entreprise (Vernadat, 1999).

Le système entreprise étudié est vu comme un grand ensemble de processus concourants (partie commande de l'entreprise), d'agents ou acteurs ou ressources communicantes (partie opérative de l'entreprise) que l'on peut organiser en domaines (ou zones fonctionnelles) ayant des interactions en termes d'échanges (d'évènements ou résultats) et qu'il faut coordonner (AMICE, 1993) (Figure I-1).

Pour plus d'informations sur le cadre méthodologique CIMOSA, il convient de consulter les bibliographies suivantes (Abdmouleh, 2004; AMICE, 1993; Berio *et al.*, 2001; Berio *et al.*, 1999; El Mhamedi, 2002; Foulard, 1994; Gaches *et al.*, 1999; Kosanke *et al.*, 1999b; Kosanke *et al.*, 1999c; Reyneri, 1999; Vernadat, 1996; Vernadat, 1999; Vernadat, 2002a; Zelm *et al.*, 1995).

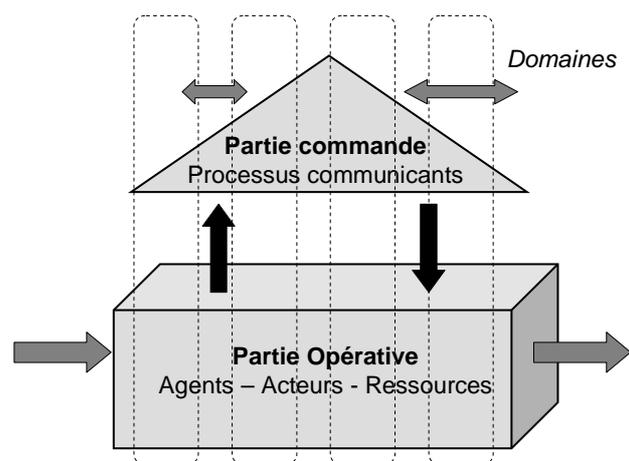


Figure I-1 : Représentation systémique de l'entreprise selon CIMOSA (d'après (El Mhamedi, 2002))

2. Cadre de modélisation

2.1. Vues de modélisation

Les vues de modélisation proposées par le cadre méthodologique de CIMOSA (axe de génération) sont au nombre de 4 (Vernadat, 1999) :

- **Vue fonction** : description de la fonctionnalité et du comportement de l'entreprise en termes de processus, d'activités, d'opérations (qu'y a-t-il à faire à différents niveaux de détail ?)
- **Vue information** : description des objets de l'entreprise, leurs relations et leurs différents états possibles (quels objets traités et comment sont-ils gérés?)
- **Vue ressources** : description des moyens nécessaires à mettre en œuvre pour réaliser les fonctions de l'entreprise, leur rôle et leur mode de gestion (qui fait quoi, quand, comment?)
- **Vue organisation** : description de la distribution des responsabilités et des autorités dans les prises de décision (qui est responsable de quoi?)

2.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation proposées par le cadre méthodologique de CIMOSA (axe de dérivation) sont au nombre de 3 (Vernadat, 1999) :

- **Phase de définition des besoins** permettant l'écriture du cahier des charges dans le langage de l'utilisateur final
- **Phase de spécification de conception** permettant de spécifier et d'analyser dans le détail des solutions répondant aux besoins exprimés
- **Phase de description de l'implantation** (ou implémentation) permettant de décrire précisément l'implantation de la solution retenue

Analyse métier (expression besoin)	Spécification conception métier	Spécification conception technologique	Implémentation	Système
oui	oui	oui	oui	→ SEF
	oui (SII)	oui (SII)	oui (SII)	→ SIF

2.3. Dimension de généricité

La dimension de généricité pour le cadre méthodologique de CIMOSA (axe de généricité ou d'instanciation) se décompose en 3 niveaux (Vernadat, 1999) :

- **Niveau générique** définissant les primitives de base du langage de modélisation (appelées "constructs" en anglais)
- **Niveau partiel** contenant des modèles partiels, c'est-à-dire des structures prédéfinies et réutilisables pour un domaine d'application donné
- **Niveau particulier** correspondant aux modèles spécifiques de l'entreprise

2.4. Représentation du cadre de modélisation

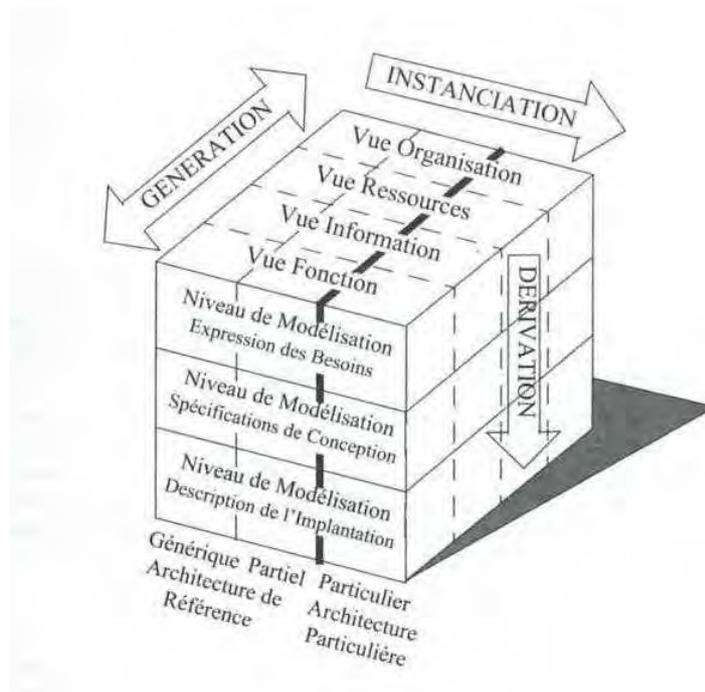


Figure I-2 : Le cube CIMOSA (Vernadat, 1999)

3. Cadre conceptuel

3.1. Définition des concepts de base "constructs"

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts de base des langages de représentation utilisés dans le cadre méthodologique CIMOSA. Ces concepts sont repris dans le méta-modèle.

La modélisation CIMOSA repose sur 2 principes fondamentaux (Vernadat, 1996):

- La séparation claire entre fonctionnalité de l'entreprise (les activités) et comportement de l'entreprise (les processus)
- La distinction entre processus (les tâches à réaliser) et processeurs (les agents qui exécutent les tâches)

Une entreprise est divisée en domaines distincts. Chaque *domaine* est modélisé à l'aide de *processus*, d'*événements* et d'*activités d'entreprise*. Ces concepts décrivent les fonctionnalités et le comportement de l'entreprise grâce aux règles de comportement qui relient les *activités* entre elles. Les entrées et les sorties des *activités* forment des *objets d'entreprise*, les informations et les ressources nécessaires. Les activités se décomposent au niveau de la conception en *opérations fonctionnelles*. Chaque opération est exécutée par une *entité fonctionnelle*. Ces dernières sont des *ressources* de l'entreprise telles que des humains, des machines et des applications. Les aspects organisationnels sont définis en termes de responsabilités et d'autorisations pour les fonctionnalités, les informations et les ressources. Ils sont structurés en *unités organisationnelles* (Mathieu, 2004).

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Domaine	Élément structurant permettant de regrouper un ensemble de processus en un module indépendant de manière à gérer la complexité du modèle entier	Contraintes Objectifs	"Gestion des commandes client" "Gestion de production"
Processus domaine "Domain process"	Séquence, partiellement ordonnée d'étapes (sous-processus ou activités), déclenchée par un événement pour atteindre un but fixé.	Entrées Sorties Contraintes Objectifs Règles de comportement	"Enregistrement commande client" "Génération ordre de fabrication" "Génération plan de production"
Processus métier "Business process"	Processus (séquence partiellement ordonnée d'étapes) défini à l'intérieur des processus maître.	Entrées Sorties Contraintes Objectifs Règles de comportement Etats de fin	idem

Activité d'entreprise	Etape élémentaire d'un processus. C'est le lieu de l'action et nécessité du temps et des ressources pour l'exécution de chacune de ses opérations fonctionnelles. Elle a pour mission de traiter les objets de l'entreprise.	Entrées Sorties Contraintes Objectifs Etats de fin, Règle de procédure, Durée moyenne Durée min / maximum	"Produire" "Définir calendrier" "Modifier calendrier"
Opération fonctionnelle	Granule de fonctionnalité offerte par une entité fonctionnelle. Actions ou services que la ressource peut exécuter sur demande. Une transaction sur une BD est une opération fonctionnelle.	-	"Ouvrir vanne" "Traiter information"
Evénement	Fait instantané qui signale un changement d'état dans le système et nécessitant une action. On peut distinguer les événements sollicités (requêtes, ordres, commandes) et les événements non sollicités (pannes, ruptures de stocks,..)	Priorité Prédiction	"Message" "Produit" "Commande"
Objet d'entreprise	Entités existantes dans l'entreprise et intervenant dans les activités (matière, données ou entités physiques)	Propriétés Contraintes d'intégrité	"Pièce" "Marché" "Rapport"
Vue d'objet	Etat ou manifestation d'un objet d'entreprise à un instant donné	Nature (physique/information) Propriétés	"Pièce" "Pièce achetée"
Ensemble d'aptitude	Fonctionnalités potentielles d'une ressource, constituée d'au moins une entité fonctionnelle	Performances opérationnelles Compétences	"Aptitudes pour la modification de calendrier"
Ressource	Objet d'entreprise qui joue un rôle de support à l'exécution d'une activité. Les ressources passives sont appelées "composants", les ressources actives sont appelées "entités fonctionnelles"	Classe (entité fonctionnelle, composant, cellule de ressources, ensemble de ressources)	"Logiciel de contrôle d'atelier" "Ordinateur" "Atelier" "Poste d'assemblage"
Entité fonctionnelle	Ressource active ou agent (hommes, machines, applications informatiques)	-	"Contrôleur" "Opérateur"
Unité d'organisation	Plus petite unité d'organisation dans une structure organisationnelle. Rôle ou position tenu par une personne, mais également par une machine ou un système informatique (entité fonctionnelle)	Responsabilités Autorités	"Personnel" "Saisie commande client"
Cellule d'organisation	Entité d'organisation autre que les unités d'organisation, c'est-à-dire les entités composées.	Responsabilités Autorités Niveau d'organisation entreprise, usine, atelier, cellule, poste de travail, équipement)	"Service client" "Service vente" "Département"

Tableau I-1 : Concepts de base du cadre méthodologique CIMOSA

3.2. Méta-modèle

Nous proposons le méta-modèle conceptuel simplifié (concepts de base) pour le cadre méthodologique CIMOSA. Ce méta-modèle a été établi à partir des éléments contenus dans (El Mhamedi, 2002; Touzi *et al.*, 2005; Vernadat, 1996).

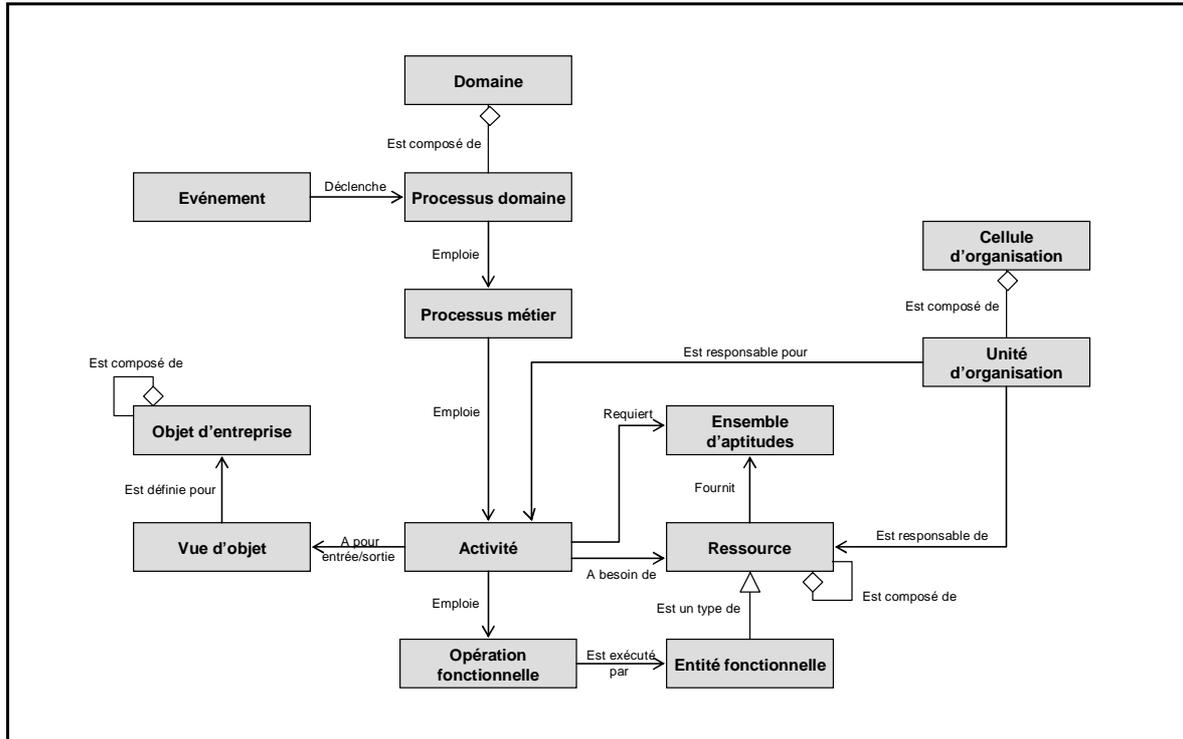


Figure I-3 : Méta-modèle conceptuel simplifié de CIMOSA

4. Modèles et langages graphiques

4.1. Modèles et vues de modélisation

Le cadre méthodologique CIMOSA permet d'obtenir avant tout des modèles formels ("template"). Nous recensons 6 principaux modèles graphiques portant tous sur la vue fonction :

- **Modèle de domaines** : représentation domaines et processus maîtres
- **Décomposition fonctionnelle** : représentation de la décomposition des processus maître en sous-processus et activités
- **Modèle de comportement** : représentation des événements et des flux de contrôle au sein d'un processus maître
- **Diagramme d'activité** : description pour chaque activité des entrées/sorties de fonction, de ressources et de contrôle
- **Décomposition d'activité** : représentation de la décomposition des activités en opérations fonctionnelles
- **Grille des fonctions et des opérations** : représentation des correspondances entre entités et opérations fonctionnelles

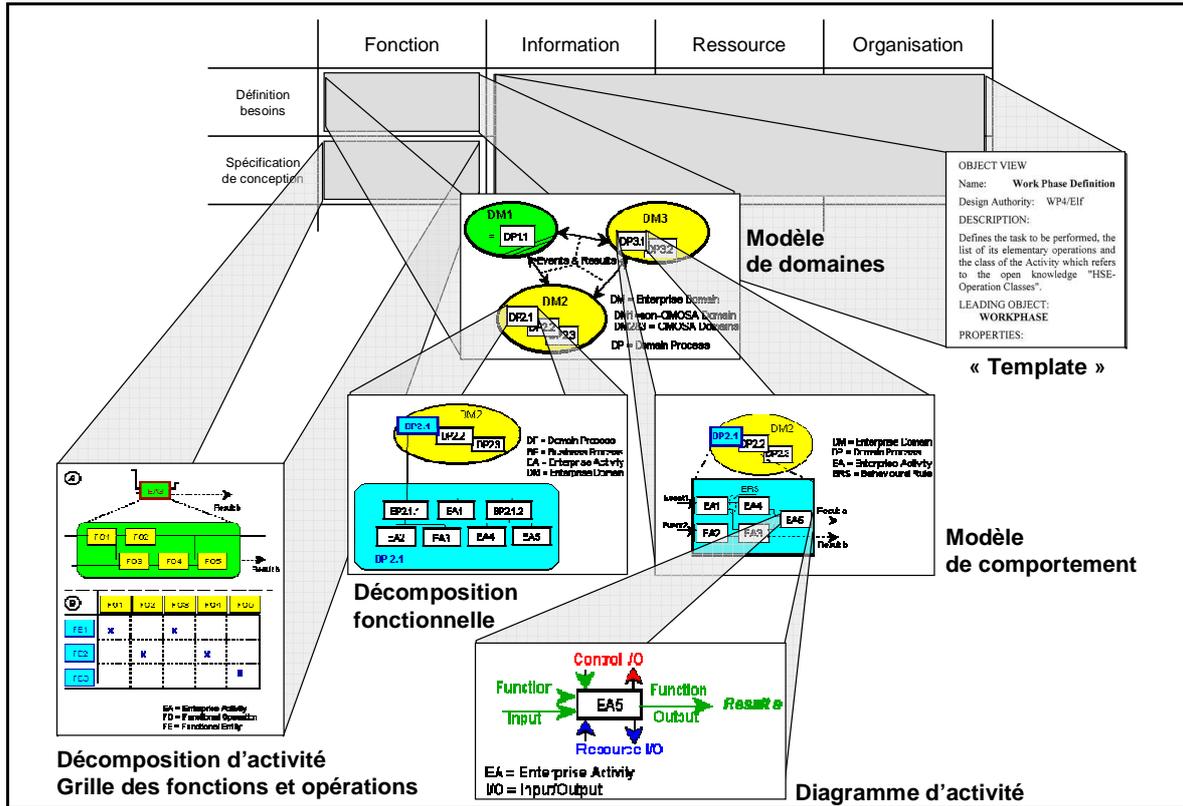


Figure I-4 : Modèles graphiques proposés par le cadre méthodologique CIMOSA

4.2. Langages graphiques

Sans entrer dans les détails des langages graphiques proposés par le cadre méthodologique CIMOSA (Figure I.4), nous rappelons ici le formalisme proposé pour la représentation d'une activité (Figure I.5).

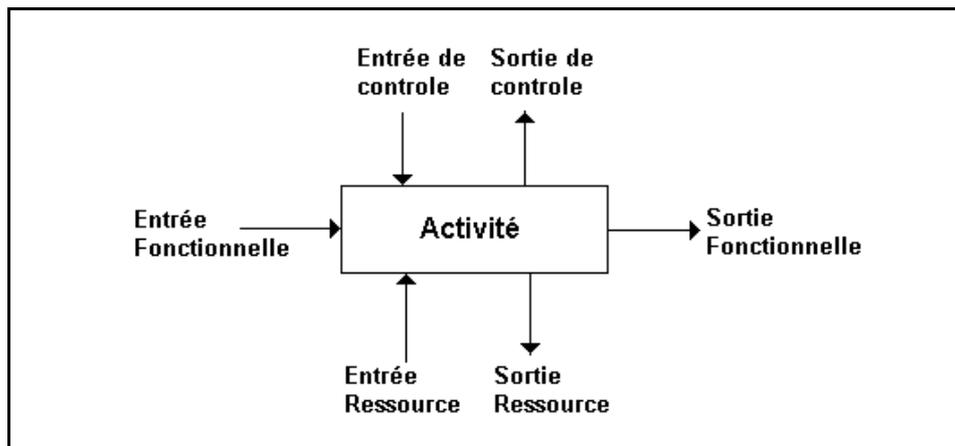


Figure I-5 : Représentation de l'activité CIMOSA

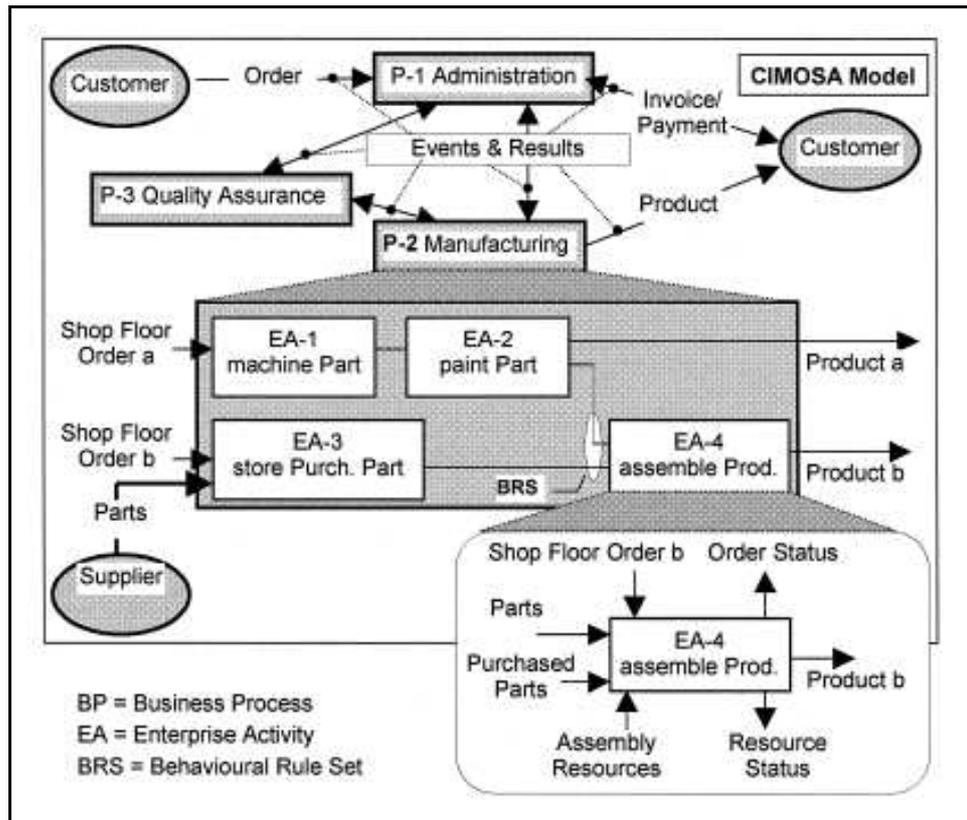


Figure I-8 : Exemple de modélisation fonctionnelle avec CIMOSA (Kosanke *et al.*, 1999c)

Annexe I.2

Cadre Méthodologique GIM

1. Présentation générale

Le cadre méthodologique GIM (GRAI Integrated Methodology) a été développé au début des années 1990 dans le cadre du programme européen ESPRIT pour les systèmes intégrés de production (CIM). Il est issu de la méthode GRAI (Graphe de Résultats et Activités Interreliés), développée par les professeurs Breuil et Doumeingts dans les années 1980.

Le but de la modélisation GRAI/GIM est de fournir un cadre pour l'analyse et la conception de systèmes de gestion de production pour les entreprises manufacturières.

Le système entreprise étudié (système de production) se décompose en 3 sous-systèmes : décision, information et physique. Le système de gestion de production regroupe les systèmes de décision et d'information de l'entreprise (Figure I-9).

Pour plus d'informations sur le cadre méthodologique GRAI/GIM, il convient de consulter les bibliographies suivantes (Breuil *et al.*, 2006; Chen *et al.*, 1997; Doumeingts, 1984; Doumeingts *et al.*, 1995; Doumeingts *et al.*, 2002; Pierreval, 1990; Roboam, 1993; Vallespir *et al.*, 2002; Vernadat, 1996; Vernadat, 1999)

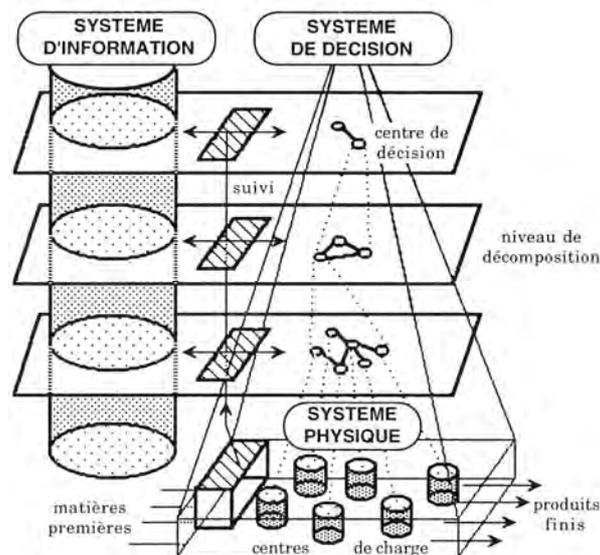


Figure I-9 : Représentation systémique de l'entreprise selon GRAI/GIM (Roboam, 1993)

2. Cadre de modélisation

2.1. Vues de modélisation

Les vues de modélisation proposées par le cadre méthodologique de GRAI/GIM sont au nombre de 4 :

- **Vue information** : description des données et des connaissances dans l'entreprise
- **Vue décision** : description des chaînes d'activité et des centres de décisions
- **Vue physique** : description globale des ressources et du système physique de l'entreprise
- **Vue fonction / processus** : description à un niveau global des principales fonctions dans l'entreprise et de leurs interrelations

2.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation proposées par le cadre méthodologique de GRAI/GIM (niveau d'abstraction) sont au nombre de 3:

- **Niveau conceptuel** de définition des besoins tels que perçus par les utilisateurs
- **Niveau structurel** de définition d'une solution technologique validée par les utilisateurs
- **Niveau réalisationnel** d'implémentation du système conçu ou réorganisé en prenant en compte les aspects organisationnels, les aspects relatifs aux technologies de l'information et les aspects relatifs aux technologies industrielles

Analyse métier (expression besoin)	Spécification conception métier	Spécification conception technologique	Implémentation	Système
oui	oui	oui	oui	→ SEF
	limité	limité (SII)	limité (SII)	→ SIF

2.3. Dimension de généricité

Cette dimension n'est pas définie pour le cadre méthodologique GRAI/GIM, même si la définition des concepts de base et des formalismes peut contribuer au niveau générique et l'élaboration des modèles au niveau particulier. Certains auteurs recensent en outre des grilles GRAI de référence qui peuvent contribuer au niveau partiel (Djeridi *et al.*, 2007).

2.4. Représentation du cadre de modélisation

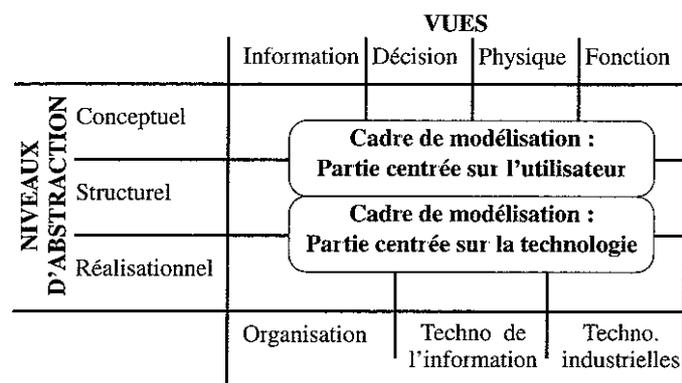


Figure I-10 : Le cadre de modélisation GRAI/GIM (Vallespir *et al.*, 2002)

3. Cadre conceptuel

3.1. Définition des concepts de base "constructs"

Nous présenterons dans le Tableau I-2 les principaux concepts utilisés pour décrire les différentes vues de modélisation du cadre méthodologique GRAI/GIM et notamment la vue décisionnelle, à partir des définitions recensées dans les références suivantes (Ducq *et al.*, 2005a; Roboam, 1993; Vallespir *et al.*, 2002; Vallespir *et al.*, 2001).

La modélisation GRAI/GIM repose sur 2 principes fondamentaux :

- la distinction entre les activités de décision (non déterministes) et les activités d'exécution (déterministes)
- la décomposition temporelle (hiérarchisation des centres de décisions par niveaux décisionnels, couples horizon/période) et fonctionnelle (découpage en fonctions) du système de décision

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Activité d'exécution	Activité déterministe, qui donne la même valeur au résultat pour les mêmes valeurs des entités convergentes (déclencheurs, supports). Activité gérée complètement par une règle, procédure, programme. Activité de transformation physique. Activité d'information : interfaçage entre centre de décision (décomposition, agrégation, lancement) ou traitement de l'information au sein d'un centre de décision.	Type (information, transformation physique)	"réaliser la demande d'appro" "saisir les infos" "calculer infos"
Activité de décision	Activité de choix entre plusieurs possibilités. Activité pouvant donner plusieurs valeurs au résultat pour les mêmes valeurs des entités convergente	Catégories (stratégique, tactique, opérationnelle, validation, suivie)	"valider la commande"
Entité	Objet physique ou abstrait appartenant au système de gestion	Nature (physique, abstrait) Type (informationnelle, décisionnelle)	
Ressource (réseau GRAI)	Moyen concret (humain ou technique) nécessaire pour exécuter une activité		"gestionnaire", "responsable"
Règle	Règle de comportement d'une activité		"stock réel << stock minimum" "charge > quota"
Information (réseau GRAI)	Entité de nature informationnelle non spécifiée		"pièce à usiner" "fiche"
Indicateur de performances	Résultat des décisions passées. Historique des performances passées du système physique contrôlé par le centre de décision		"nombre de pièces par heure"
Variable de décision	Élément sur lequel le décideur peut agir pour atteindre les objectifs. Actions possibles qui, par voie de conséquence, participe à l'atteinte des objectifs		"réajuster les capacités" "quantité", "temps", "ressource"
Objectif	Élément qui permet d'orienter la prise de décision. Niveau de performance à atteindre par le système physique contrôlé par le centre de décision		"minimiser les stocks" "respecter date de livraison"
Critère	Permettent de choisir parmi les actions possibles et les variables de décision		"diminuer les coûts", "planifier au plus tard"
Contrainte	Limite d'utilisation possible des variables de décision		"disponibilité des appro", "capacité"
Centre de décision	Ensemble d'activités de décision et d'exécution appartenant à un même niveau décisionnel et remplissant une même fonction		"établir un plan de production" "ordonnancer"
Cadre de décision	Lien décisionnel entre 2 centres de décision. Un cadre de décision se compose d'un ensemble d'objectifs, de variables de décision, de critères		
Lien informationnel	Lien informationnel entre 2 centres de décision		
Information (grille GRAI)	Interface informationnelle entre le système étudié et son environnement ou le système étudié et le système physique	Externe Interne	"commande" "prévision"
Niveau de décision	Couple horizon/période <i>Horizon</i> : Durée de la portée de la décision. Temps durant lequel une décision est valide. <i>Période</i> : Intervalle de temps au bout duquel il est nécessaire de remettre en cause les décisions élaborées sur l'horizon considéré. Intervalle de temps après lequel la décision est à reconsidérer.	Horizon, Période	"stratégique" "1 an / 6 mois"

Fonction	Groupe d'activités décisionnelles du même domaine d'entreprise. La fonction est porteuse d'un objectif dans lequel s'inscrit l'objectif de chaque centre de décision que la fonction regroupe	objectif	"gérer les ressources" "planifier la production" "gérer les produits"
Processus	Ensemble logiquement ordonné d'activités étendues. Un processus, à un niveau plus global, peut lui-même être vu comme une activité étendue		"gérer les accueils"
Ressource (actigramme)	Moyen matériel ou humain utilisé par un processus pour transformer un intrant en extrant	Type (Humain, technique)	"patient", "médecin", "logiciel"
Activité étendue	Elément d'un processus. Représentation du comportement d'un système. Activité de transformation ou de production d'un extrant		"enregistrer patients"
Flux	Echange d'objets (information, produit, ressource,...) entre activités étendues. L'enchaînement des activités est implicitement représenté par ces échanges.		"urgence" "retour bolc"

Tableau I-2 : Concepts de base du cadre méthodologique GRAI/GIM

3.2. Méta-modèle

Nous proposons le méta-modèle conceptuel simplifié (concepts de base) pour le cadre méthodologique GRAI/GIM. Ce méta-modèle a été établi à partir notamment des références publiées dans le cadre du réseau thématique UEML (Panetto *et al.*, 2004; Vallespir *et al.*, 2001; Zouggar *et al.*, 2006).

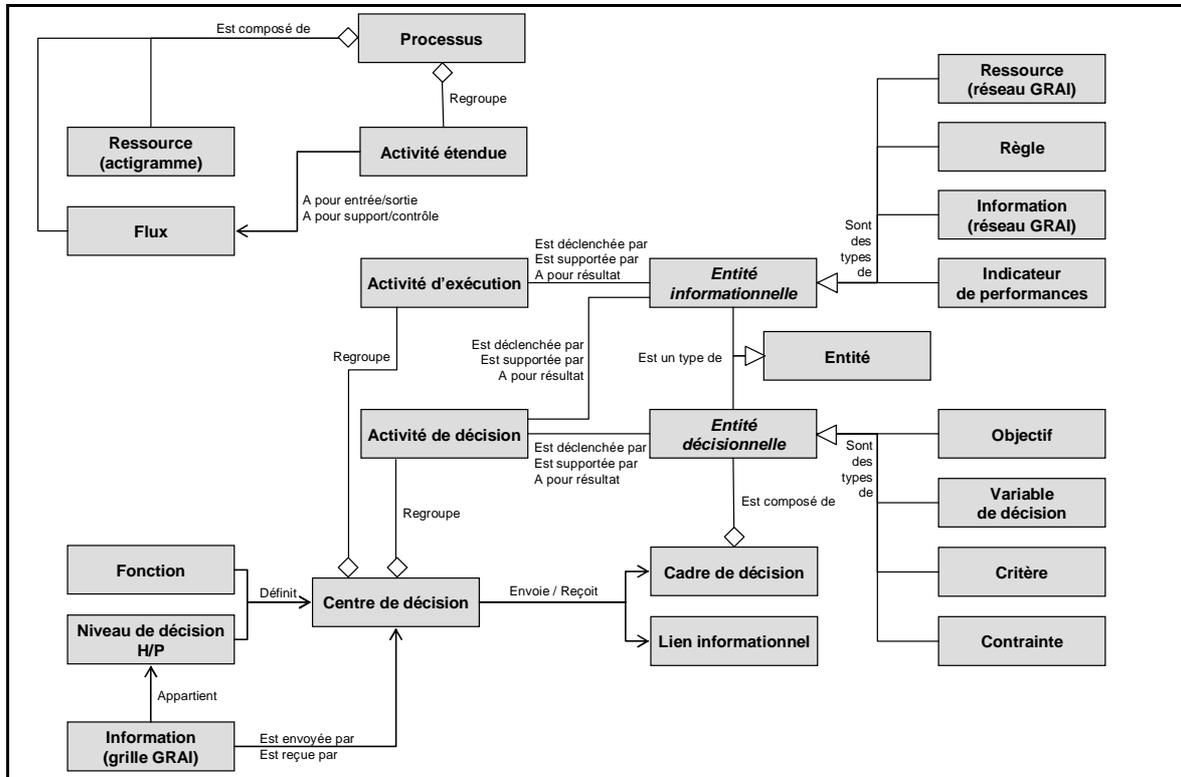


Figure I-11 : Méta-modèle conceptuel simplifié de GRAI/GIM

4. Modèles et langages graphiques

4.1. Modèles et vues de modélisation

Le cadre méthodologique GRAI/GIM permet d'obtenir avant tout des modèles graphiques. Nous recensons 5 principaux modèles graphiques portant sur les 4 vues de modélisation :

- **Grille GRAI** : représentation de la structure et de l'organisation du système de gestion de production, positionnement des centres de décision selon les fonctions et les niveaux décisionnels. La grille GRAI est une "grille décisionnelle" qui peut être de 2 types : **grille fonctionnelle** (les fonctions indiquées représentent les fonctions de l'entreprise : "gérer le commercial", "gérer la fabrication", "gérer les expéditions") ou **grille de conduite** (les fonctions indiquées représentent les fonctions élémentaires de conduite : "gérer les produits", "planifier", "gérer les ressources") (Vallespir *et al.*, 2002). A partir de la structure de la grille décisionnelle (fonction x niveau décisionnel), il est possible de construire une grille d'information (les centres de décision sont remplacés par les informations créées) ou une grille organisationnelle (les centres de décision sont remplacés par le nom des responsables de chaque centre de décision) (Roboam, 1993).
- **Réseau GRAI** : représentation des activités exécutées dans le système de gestion de production (exécution de certaines tâches, mécanismes de prise de décision)
- **Diagramme Entité/relation** : représentation des entités (et de leurs relations) du système de gestion
- **Modèle du système physique** (actigramme) : description des principaux flux physiques du système physique piloté
- **Modèle de processus** (actigramme étendu) : description des principaux processus opérationnels/fonctions et des ressources mobilisées

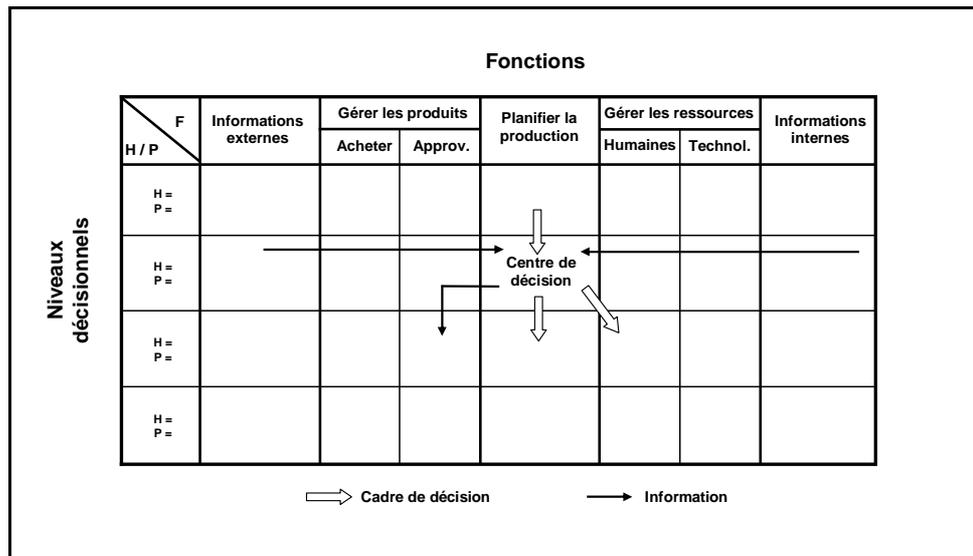


Figure I-13 : Représentation de la grille GRAI (macro-structure)

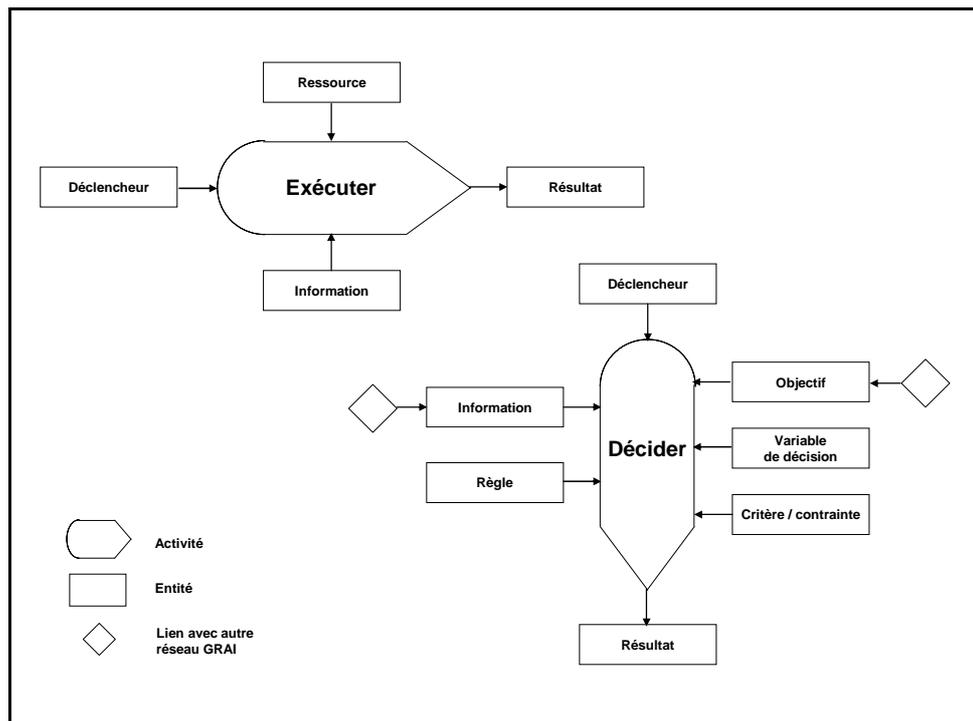


Figure I-14 : Représentation des activités d'exécution et de décision des réseaux GRAI (micro-structure)

4.3. Exemples de modèles

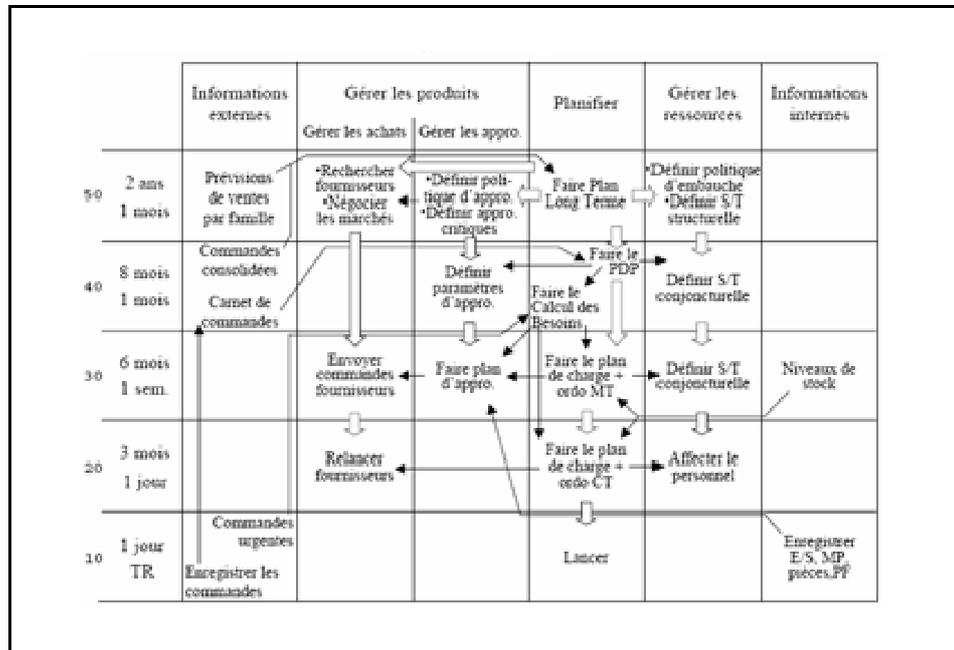


Figure I-15 : Exemple de grille GRAI (Vallespir *et al.*, 2002)

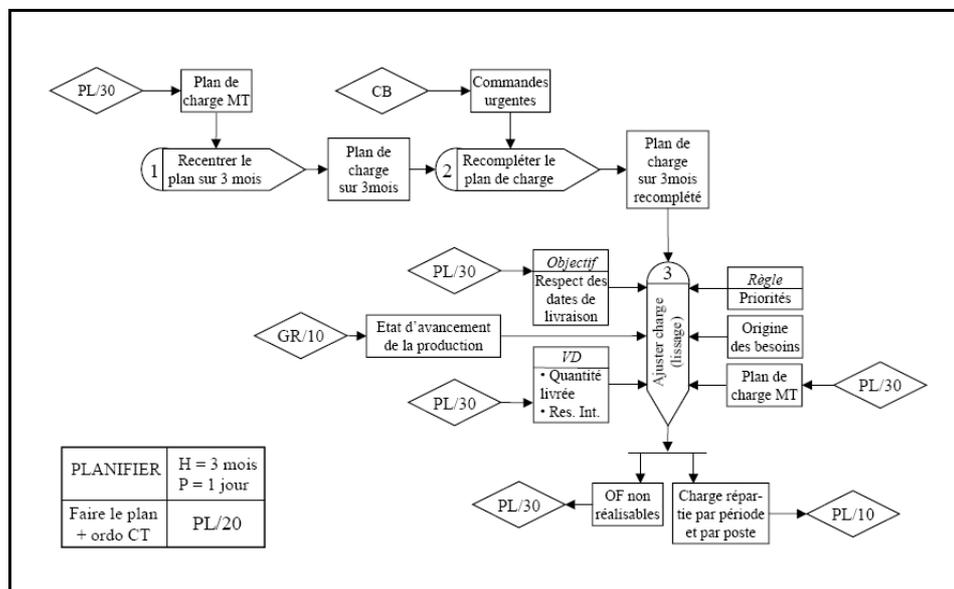


Figure I-16 : Exemple de réseau GRAI (Vallespir *et al.*, 2002)

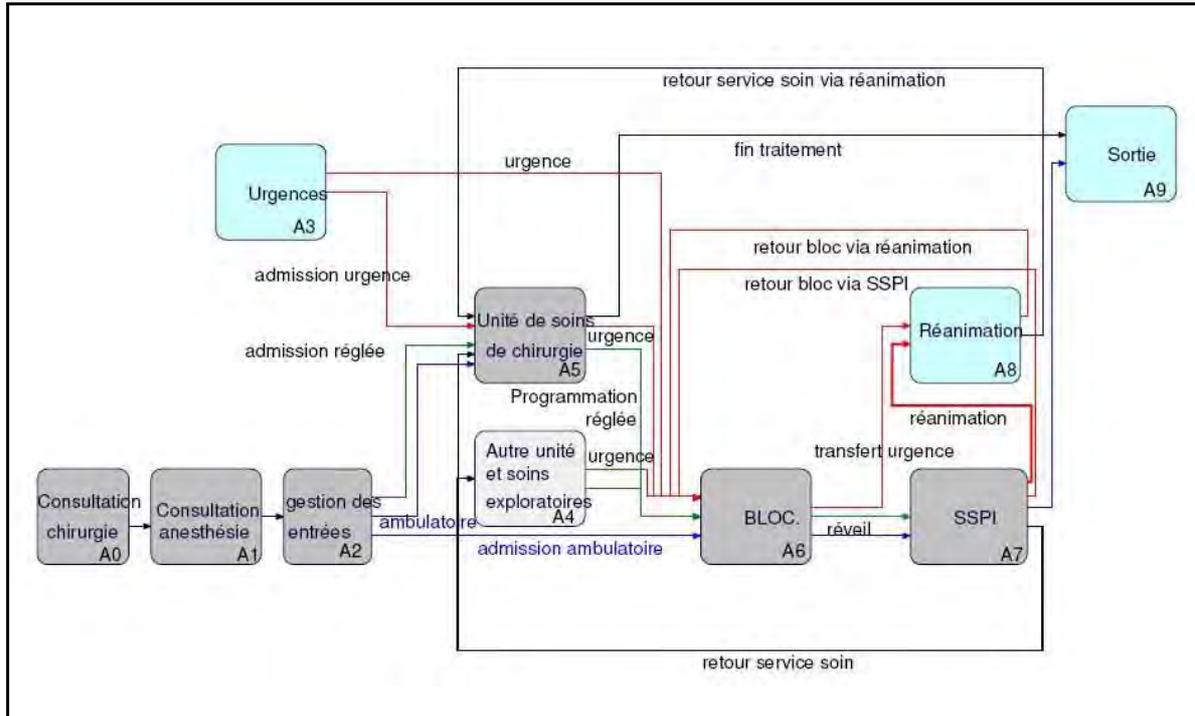


Figure I-17 : Exemple de modèle de système physique (Besombes *et al.*, 2004)

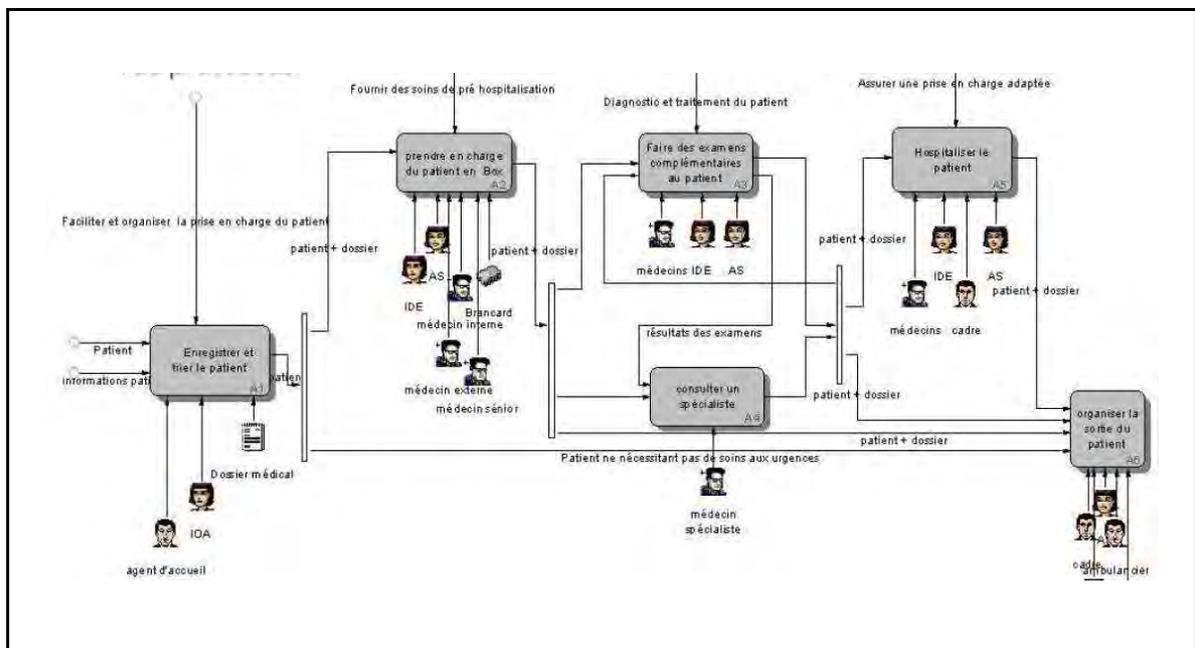


Figure I-18 : Exemple de modèle de processus / fonction (Balaidi *et al.*, 2006)

Annexe I.3

Cadre Méthodologique ARIS

1. Présentation générale

Le cadre méthodologique ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) a été développé par le professeur Scheer (Scheer, 2002).

Le but de la modélisation d'ARIS est de proposer une approche d'analyse, de conception et d'implémentation des systèmes d'information intégrés (informatiques). Elle permet la mise en œuvre des systèmes d'information tout en étudiant les aspects métiers liés à la gestion et à l'organisation de l'entreprise (urbanisation des systèmes d'information, conduite du changement, pilotage des processus).

Le système entreprise étudié est constitué d'un ensemble de fonctions (processus de gestion) qui font appel à des entités exécutrices (entités d'organisation) pour fournir des produits et des objets d'information (Scheer, 2002).

Pour plus d'informations sur le cadre méthodologique ARIS, il convient de consulter les bibliographies suivantes (IDS Scheer, 2002; Scheer, 1993; Scheer, 2002; Scheer *et al.*, 2002; Vernadat, 1996).

2. Cadre de modélisation

2.1. Vues de modélisation

Les vues de modélisation proposées par le cadre méthodologique ARIS sont les vues :

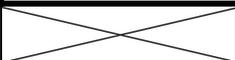
- **Fonction (ou applicative)** : description des fonctions et des applications, et décomposition hiérarchique en sous-fonctions
- **Organisation** : description des utilisateurs et des unités organisationnelles ainsi que leurs relations et leurs structures
- **Données (ou information)** : description des données, événements et messages constituant l'environnement des processus (*fonction*).
- **Prestation** : description des prestations matérielles et immatérielles d'entrées et de sortie (y compris les flux de liquidités).

- **Gestion (ou contrôle ou processus ou d'intégration)** : description des relations entre les différentes vues précédentes autour du concept intégrateur de *fonction*.

2.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation proposées par le cadre méthodologique de ARIS sont au nombre de 3:

- **Définition des besoins (ou règles de gestion)** : modélisation détaillée du système d'applications et des problématiques de gestion et d'organisation
- **Conception informatique (ou concept informatique)**: adaptation des modèles aux exigences posées par les outils d'interfaces (bases de données, architectures réseau, langages de programmation)
- **Implémentation technique** : réalisation concrète des exigences (bases de données, composants hardware, programme sous forme de produits concrets) d'implémentation du système conçu ou réorganisé en prenant en compte les aspects organisationnels, les aspects relatifs aux technologies de l'information et les aspects relatifs aux technologies industrielles

Analyse métier (expression besoin)	Spécification conception métier	Spécification conception technologique	Implémentation	Système
oui	oui	limité	limité	→ SEF
	oui	oui (SII)	oui (SII)	→ SIF

2.3. Dimension de généricité

Cette dimension n'est pas définie pour le cadre méthodologique ARIS, même si la définition des concepts de base et des formalismes peut contribuer au niveau générique et si l'élaboration des modèles peut contribuer au niveau particulier.

2.4. Représentation du cadre de modélisation

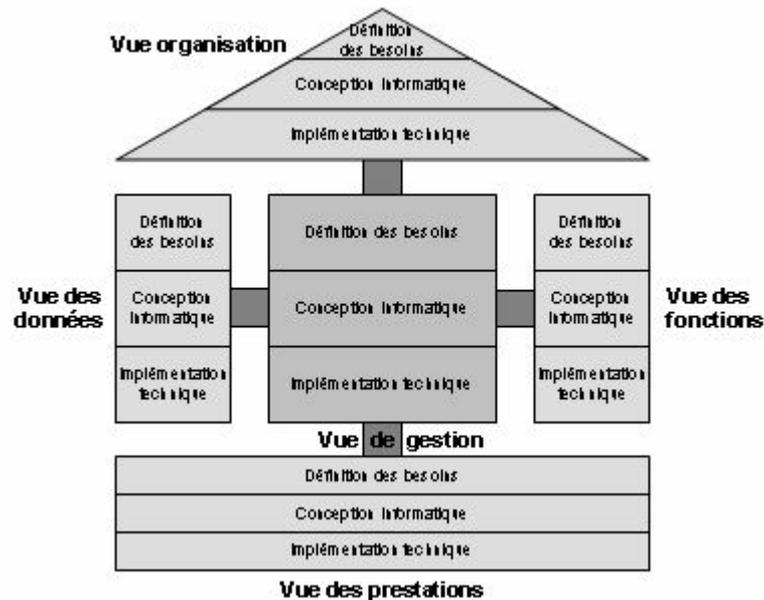


Figure I-19 : La maison ARIS d'après (Scheer, 2002)

3. Cadre conceptuel

3.1. Définition des concepts de base "constructs"

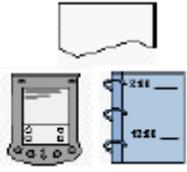
Nous présentons dans le Tableau I-3 les principaux concepts de base des langages de représentation utilisés dans le cadre méthodologique ARIS (IDS Scheer, 2002; Scheer, 2002). Ces concepts sont repris dans le méta-modèle d'ARIS (Figure I-20).

Compte tenu des évolutions du cadre méthodologique ARIS (outil ARIS Business Architect), nous recensons environ 200 concepts (objets), plus de 100 types de relations et plus de 100 types d'attributs (IDS Scheer, 2002). Nous présentons une liste complémentaire de concepts employés au niveau "définition du besoin" dans le Tableau I-4.

La tâche de l'entreprise consiste à produire et à utiliser les biens et les prestations de services (*prestation/produit*) en combinant les facteurs de production. Pour accomplir cette tâche, on utilise en général plusieurs entités humaines (*personne*) et mécaniques (*ressource technique*) dont l'interaction nécessite d'être coordonnée au point de vue des *objectifs* de l'entreprise. De façon générale, un processus de gestion (*fonction*) est une série continue de

tâches (*fonction*) accomplies pour réaliser une prestation. Le point initial et le résultat d'un processus consistent en une prestation qui a été demandée ou qui sera livrée à un client interne ou externe.

Contrairement au cadre méthodologique CIMOSA, les "notions de fonction, processus ou activité sont utilisées comme étant des synonymes" pour le cadre méthodologique ARIS (Scheer, 2002).

Concepts	Définition	Attributs	Exemples Symboles
Fonction	Activité ou tâche spécialisée effectuée sur un objet pour réaliser un ou plusieurs objectifs de l'entreprise. Exemple de typologie : "macro-processus, processus, tâche, opération"	Manuellement Temps d'attente Temps de traitement Fréquence, Période Coûts, Frais ...	"Fixer les délais" "Imprimer commande" 
Objectif	Permet de définir les futures stratégies de l'entreprise, qui sont à exécuter en tenant compte des facteurs de succès et de la réalisation de nouveaux processus d'entreprise.	Date de fin	"Améliorer service après-vente" 
Application (et type de)	Exemplaire singulier d'un type d'application Une application se décompose en module. Un type d'application représente l'assimilation à un type de différents applications se trouvant sur exactement la même base technologique.	Interne/externe Système d'exploitation Numéro de licence ...	"Logiciel" "Excel – Outlook" 
Entité (et type de)	Objets réels ou abstraits, qui présentent un intérêt pour la partie considérée des tâches exécutées au sein d'une entreprise. Si des entités similaires (décrites par les mêmes attributs) sont regroupées en quantités, elles sont appelées types d'entités et les valeurs de ces types sont les entités.	Type de données Modèle de représentation	"Client" "Article" "Commande" 
Cluster / Modèle de données (Données environnement)	Un cluster donne un aperçu logique d'un regroupement de types d'entités et de types de relations d'un modèle de données ; ces types sont nécessaires pour décrire un objet complexe.	Mode de transmission Type d'enregistrement	"Données demandes" "Données clients" 
Terme spécifique	Les termes spécifiques représentent les notions existant dans une entreprise pour décrire les objets d'informations considérés. Ils facilitent la gestion des différents termes dans le sens d'une gestion des synonymes pour les objets de données.	Utilisation Nombre d'occurrences	"Ordre de fabrication" "Ordre de production" 
Support d'information	Média sur lequel il est possible de tenir (enregistrer) des informations.	Type (fichier, document, téléphone, internet, e-mail, dossier, livre, CD, disque dur, lettre, boîte à fiche, répertoire, formulaire, savoir-faire,...) ...	"Répertoire" "Formulaire" "Fichier" 

Evénement	Manifestation de l'état d'un objet d'information pertinent pour la gestion d'entreprise Un événement commande ou influence la suite du déroulement du processus d'entreprise. Les événements déclenchent les fonctions et sont le résultat de ces dernières. Contrairement à la fonction, qui se produit dans le temps, l'événement est ponctuel.	Fréquence Priorité Interne/externe ...	"Commande traitée" "Pièce arrivée" 
Prestation Produit	Une prestation (service ou produit) est réalisée pendant le processus de plus-value. La prestation est le résultat d'une action humaine ou d'une procédure technique. Les produits peuvent être des types de matières, des types de moyens d'exploitation, des types de moyens auxiliaires techniques et/ou des types d'emballage. Le déclencheur pour réaliser une prestation est toujours un besoin d'une unité organisationnelle ou d'un client.	Fréquence Période Coût Frais Mode de transmission ...	"Service" "Produit" 
Unité organisationnelle (et type de)	Les unités organisationnelles sont les responsables des tâches à accomplir pour réaliser les objectifs de l'entreprise. Un type d'unité organisationnelle représente l'assimilation à un type de plusieurs unités organisationnelles de système qui possèdent les mêmes caractéristiques.	Catégorie Fonction hiérarchique Responsable de centre de coûts ...	"Service achat" 
Poste de travail	Unité organisationnelle la plus petite à identifier dans l'entreprise. Des collaborateurs (personnes) lui sont affectés. Les compétences pour donner des instructions et les responsabilités sont en règle générale définies dans les descriptions de postes de travail.	Collaborateur Tolérance Compétences ...	"Assistant de direction" 
Type de personne	Type de collaborateur qui représente l'assimilation à un type de différentes personnes présentant les mêmes caractéristiques (équivalent au concept de rôle?). Ces caractéristiques peuvent par exemple se référer à des droits et à des responsabilités similaires.	Position Groupe d'activité ...	"Assistant" "Chef de projet" 
Personne (Travail humain)	Collaborateur de l'entreprise qui, en règle générale, est identifiable par un numéro de personnel. Les personnes peuvent être affectées aux unités organisationnelles dont elles font partie et aux fonctions qu'elles exécutent ou dont elles sont responsables.	Coordonnées ...	"Pierre", "Paul" 
Composant matériel (et type de) (Ressource matérielle)	Exemplaire de type de composants matériels à la disposition d'une entreprise pour remplir ses tâches avec une aide informatique. Un type de composant matériel représente l'assimilation à un type de plusieurs exemplaires de composants matériels, basés sur une technologie strictement identique.	Taux charge Coût d'acquisition Coût unitaire ...	"Imprimante" "PC" 
Moyen d'exploitation (et type de) (Ressource machine - technique)	Exemplaire de type de moyens d'exploitation dont une entreprise dispose pour remplir ses tâches. Le numéro d'une usine permet souvent d'identifier les moyens d'exploitation.	Fréquence Capacité de production Volume de production ...	"Four" 

Installation d'entreposage (et type de) (Ressource machine - technique)	<p>Exemplaire de type d'installations d'entreposage, à la disposition d'une entreprise pour remplir ses tâches.</p> <p>Un type d'organisation des stocks représente l'assimilation à un type de différentes organisations des stocks se trouvant sur exactement la même base technologique.</p>	<p>Fréquence Capacité de production Volume de production ...</p>	<p>"Emballeur"</p> 
Système de transport (et type de) (Ressource machine - technique)	<p>Exemplaire individuel d'un type de système de transport. En règle générale, il peut être identifié par un numéro d'inventaire ou un numéro d'installation.</p> <p>Un type de système de transport représente l'assimilation à un type de différents systèmes de transport se trouvant sur exactement la même base technologique.</p>	<p>Fréquence Capacité de production Volume de production ...</p>	<p>"Palettiseur"</p> 
Moyen auxiliaire technique (et type de) (Ressource machine - technique)	<p>Exemplaire individuel d'un type de moyen auxiliaire technique. En règle générale, il est possible de l'identifier en utilisant un numéro d'inventaire.</p> <p>Un type de moyen auxiliaire technique représente l'assimilation à un type de différents moyens auxiliaires techniques, basés sur une technologie strictement identique.</p>	<p>Fréquence Capacité de production Volume de production ...</p>	

Tableau I-3 : Concepts de base du cadre méthodologique ARIS

Autres concepts	Définition	Exemples
Besoin	<p>Décrit un manque de l'individu. Ce manque doit être comblé.</p> <p>Un besoin constitue le début d'un processus de décision d'achat. Si l'individu est confronté à un produit qui lui permet de satisfaire son envie, un besoin s'installe.</p>	"Aide sociale"
Cost Driver	Unité de mesure pour le résultat (Output) d'une fonction.	"Pièce" "Heures"
Catégorie de coûts	Une catégorie de coûts représente des coûts imputés qui ont été générés dans des buts similaires.	"Frais de matériel" "Salaires"
Cycle de roulement	<p>Type d'objet d'un calendrier de roulement, définissant la validité des équipes (détermination des jours où certaines équipes doivent travailler).</p> <p>Les cycles de roulements durant une ou deux semaines sont probables.</p>	"Cycle de fin de semaine", "Cycle hebdomadaire"
Emballage (type de)	Un type d'emballage représente l'assimilation à un type de plusieurs emballages qui présentent des caractéristiques strictement identiques (par exemple des caractéristiques de matières).	
Equipe	<p>Type d'objet d'un calendrier de roulement.</p> <p>Une équipe est un intervalle de temps, au cours de laquelle une ressource humaine travaille quotidiennement ou au cours de laquelle une ressource matérielle est à disposition pour l'exécution de fonctions.</p>	"Equipe du matin" "Equipe du midi"
Facteurs de succès	Les facteurs de succès spécifient les aspects à considérer pour atteindre l'objectif d'entreprise correspondant. Ils sont affectés aux objectifs d'entreprise dans le diagramme d'objectif.	
Flux d'info	Objet contenant les informations qui sont par exemple transférés entre les types d'objet <i>Fonction</i> et <i>Type d'application</i> .	
Flux de matière	Objet qui contient les informations sur des matériaux étant transféré entre deux fonctions dans le diagramme de flux de matière.	
Flux de message	Objet qui contient les informations exactes transférées entre les types d'objets.	

Fonction informatique (et type de)	Exemplaire singulier d'un type de fonction informatique. Plusieurs exemplaires de fonctions informatiques (d'un type de fonction informatique) peuvent être implémentés dans l'entreprise. Au niveau d'une transaction, les types de fonctions informatiques sont les plus petites unités d'un type de module. Ils sont réalisés par différentes parties de programme et doivent toujours être exécutés complètement pour qu'une étape particulière de travail soit traitée.	"Vérifier somme"
Groupe	Un groupe représente le regroupement de collaborateurs (personnes), qui par exemple travaillent ensemble (groupe de projet) afin de résoudre une tâche déterminée pendant une période limitée.	"Groupe de travail"
Instance d'indicateur	Indicateur ou mesure (Key indicator) pour mesurer le degré d'atteinte de l'objectif. L'instance d'indicateur peut contenir une valeur prévue, une valeur réelle et une valeur cible.	"Indice de satisfaction client"
Matières (type de)	Un type de matières représente l'assimilation à un type de plusieurs matières présentant exactement les mêmes propriétés de matière. Il est possible de regrouper des types de matières similaires dans une classe de matières. La similarité peut être prise en compte pour différents aspects de classification. De ce fait, un type de matériel peut aussi être affecté à plusieurs classes de matériel.	"Matière première" "Sable" "Additif"
Message (type de)	Un type de message classe les messages échangés entre des systèmes répartis en fonction des données et opérations utilisées.	
Niveau d'organisation	Les structures organisationnelles sont habituellement représentées dans des organigrammes. Le critère d'organisation est, la plupart du temps, le traitement, c.-à-d. que les postes qui exécutent les mêmes traitements sont regroupés dans une unité organisationnelle. Cependant, outre cette décomposition, différents niveaux organisationnels sont définis dans de grandes entreprises. Ces niveaux permettent entre autres d'affecter des responsabilités et des attributions. Le niveau d'organisation est différent de l'unité organisationnelle mais permet de regrouper différentes fonctions.	"Secteur de produits"
Outil	Décrit les logiciels, les méthodes ou les mesures de formation continues, qui sont utilisées dans le processus en cours ou qui devrait être utilisées afin d'améliorer le processus et de l'intégrer dans la systématique totale.	
Potentiel d'amélioration	Décrit les points faibles du processus ou des zones considérées qui sont à examiner de façon plus détaillée lors de la gestion du changement afin d'identifier des mesures pour l'optimisation du processus.	
Risque	Danger potentiel pour un processus. Il peut compromettre l'objectif du processus désiré.	
Ressource générale	Ressource ne pouvant être définie avec précision. Il ne s'agit pas forcément d'une personne ou d'un moyen d'exploitation. La ressource générale permet d'exécuter des opérations.	
Site	Un site spécifie un endroit où se trouvent des unités organisationnelles, postes de travail, exemplaires de composants matériel ou de ressources techniques d'une entreprise.	"Région", "Ville" "Bâtiment", "Salle"
Stratégie	La stratégie est le comportement (combinaison de mesures) fondamental à long terme de l'entreprise et des secteurs pertinents par rapport à leur environnement en vue de la réalisation des objectifs à long terme.	"Etendre relations clients" "Nouveaux canaux de distribution"

Tableau I-4 : Autres concepts proposés par le cadre méthodologique ARIS

3.2. Méta-modèle

Le méta-modèle conceptuel proposé par le cadre méthodologique ARIS est très succinct (Scheer, 2002). En étudiant plus en profondeur les différents concepts manipulés par l'outil ARIS Business Architect, nous proposons le méta-modèle (très simplifié) suivant (Figure I-20).

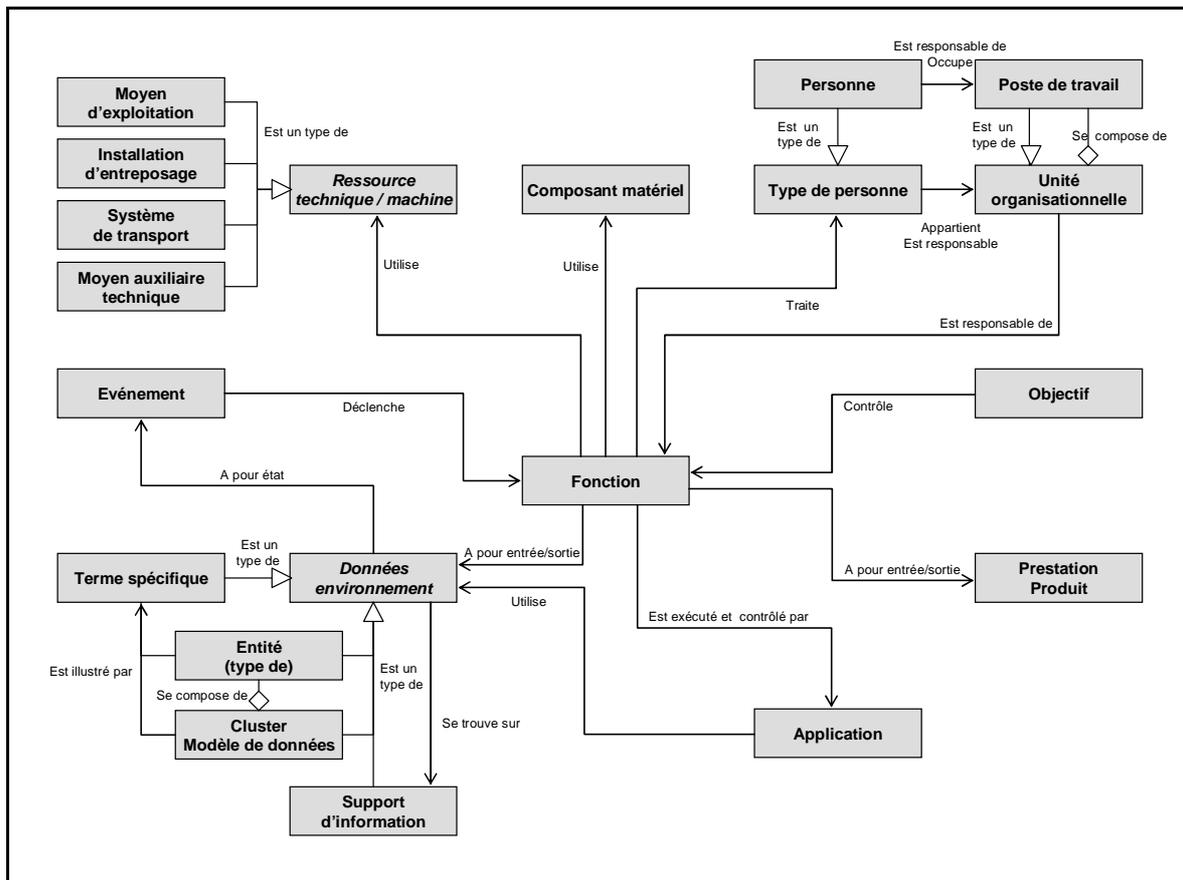


Figure I-20 : Méta-modèle conceptuel simplifié d'ARIS

4. Modèles et langages graphiques

4.1. Modèles et vues de modélisation

Le cadre méthodologique ARIS permet d'obtenir avant tout des modèles graphiques. Nous recensons plus de 115 types de modèles possibles portant sur les 5 vues de modélisation et les 3 phases de modélisation. Parmi les principaux modèles métier de la phase de définition des besoins (plus de 60 types de modèles) nous relevons une vingtaine de modèles pertinents.

Pour la vue gestion/processus :

- **Diagramme de Chaîne de Plus Value (DCPV)** : spécification des fonctions de l'entreprise directement impliquée dans la plus value de celle-ci.
- **Chaîne de Processus Événementiel (CPE)** : représentation des enchainements temporels logiques des fonctions et des événements.
- **Diagramme de Rattachement de Fonction (DRF)** : représentation de la transformation par une fonction des données d'entrée en données de sortie.
- **Diagramme de Chaîne de Processus (DCP)** : représentation sous forme de colonne de la cohérence entre les différentes vues de modélisation autour du concept de fonction.
- **Diagramme de flux d'information** : représentation des flux de données entre les fonctions.
- **Diagramme d'évènements** : représentation du lien entre objets d'informations et événements.
- **Diagramme input/output** : représentation, sous la forme d'une grille, des données et des supports d'information utilisés en entrée et fournis en sortie par une fonction.

Pour la vue fonction / application

- **Arbre de fonctions** : représentation de la structure hiérarchique des fonctions dans une entreprise.
- **Arbre d'indicateurs** : représentation de la structure hiérarchique des indicateurs par la relation du type "influence".
- **Diagramme d'objectifs** : hiérarchisation des objectifs de l'entreprise.
- **Diagramme d'applications** : hiérarchisation des types d'applications, applications et modules et affectation éventuelle des fonctions.

Pour la vue organisation

- **Organigramme** : représentation des structures d'organisation et des responsables des tâches
- **Modèle des ressources techniques** : hiérarchisation des ressources techniques (moyens d'exploitation, installation d'entreposage, système de transport, moyen auxiliaire technique).
- **Diagramme de réseau** : représentation du réseau de l'entreprise (composant matériel, site, unité organisationnelle,...).
- **Hiérarchisation des sites** : hiérarchisation des sites de l'entreprise.

Pour la vue données / information

- **Modèle entité/relation (MER)** : représentation des données de l'entreprise au niveau sémantique.
- **Modèle de termes spécifiques** : représentation des différents termes spécifiques existants dans l'entreprise pour un même type d'entité (~synonymes).
- **Diagramme de catégorie de coûts** : hiérarchisation des catégories de coûts.
- **Diagramme de matières** : représentation des classes de matière et lien avec les types d'emballages.

Pour la vue prestation

- **Diagramme d'échange de prestations / produits** : représentation production et échange de prestations/produits dans l'entreprise.
- **Arbre de prestations / produits** : décomposition d'une prestation / produit en différentes parties.
- **Arbre de produits** : décomposition d'un produit (~nomenclature ?)
- **Matrice de choix de produits** : représentation des liens existants entre organigramme, arbres de produits et processus importants pour la création des prestations / produits.

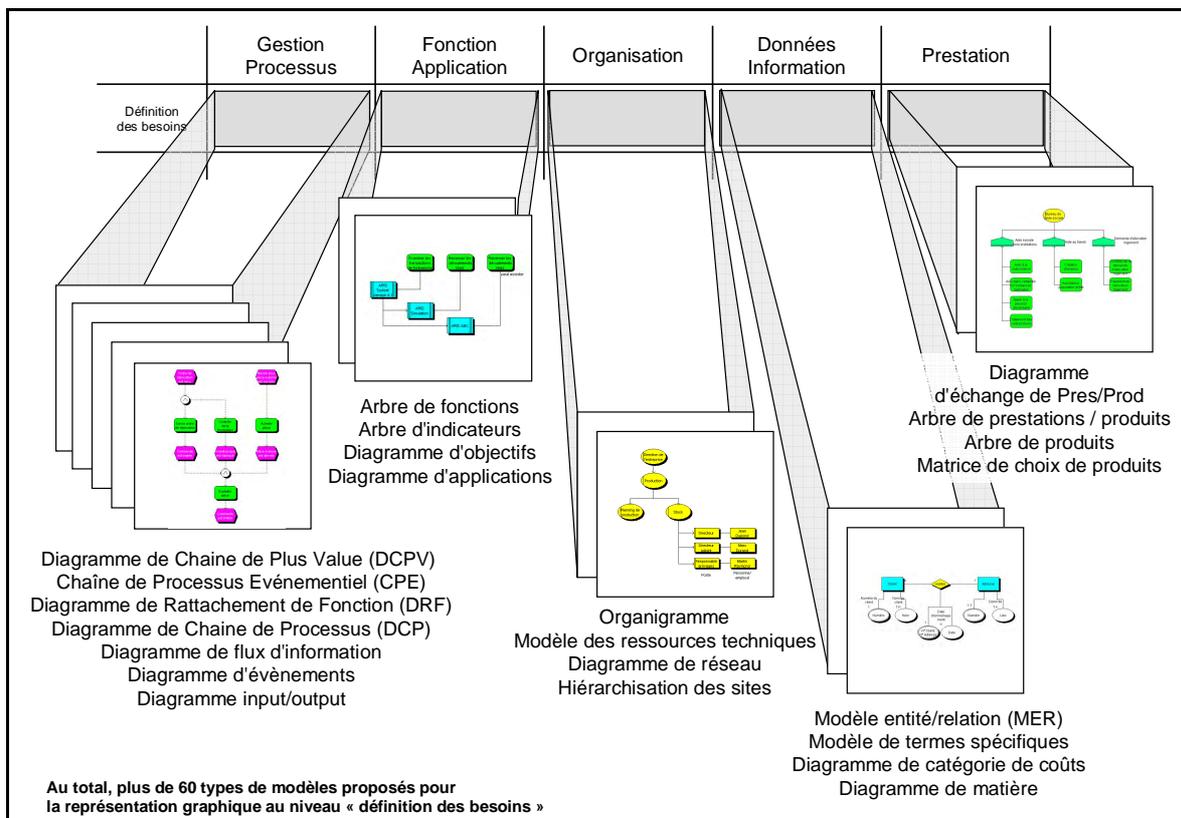


Figure I-21 : Modèles graphiques proposés pour le cadre méthodologique ARIS

4.2. Langages graphiques

Le cadre méthodologique ARIS, enrichi des formalismes proposés par l'outil ARIS Business Architect, propose un grand nombre de langages graphiques qu'il serait trop long de détailler ici.

Les symboles utilisés pour les principaux concepts sont présentés dans le Tableau I-3. Nous rappelons ici que dans le cadre méthodologique ARIS, un même concept peut être symbolisé de plusieurs manières que nous n'avons pas toujours présentées dans le tableau. La diversité des modèles présentés ci-après permet d'approcher rapidement la diversité des langages graphiques proposés par le cadre méthodologique.

4.3. Exemples de modèles

Les exemples de modèles présentés ici figurent principalement dans le document (IDS Scheer, 2002) et concernent les modèles présentés dans l'aide en ligne de la méthode ARIS de l'outil ARIS Business Architect.

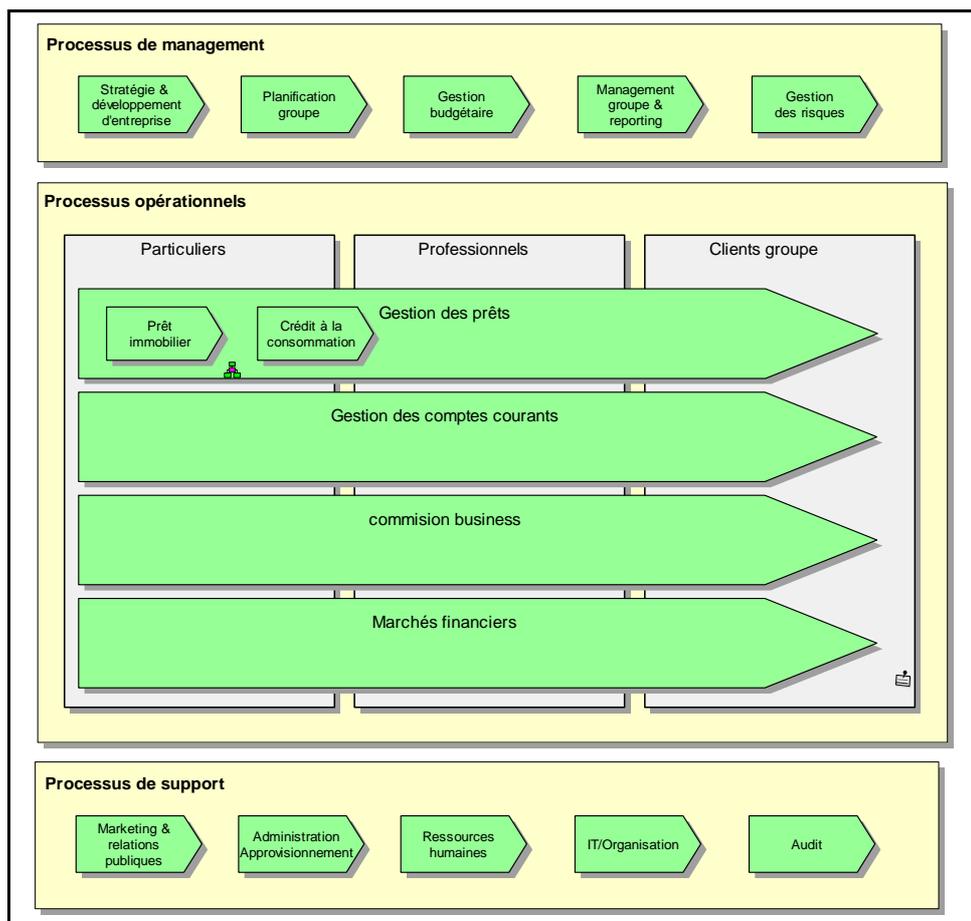


Figure I-22 : Exemple (1/2) de Diagramme de Chaîne de Plus Value (Cartographie de processus)

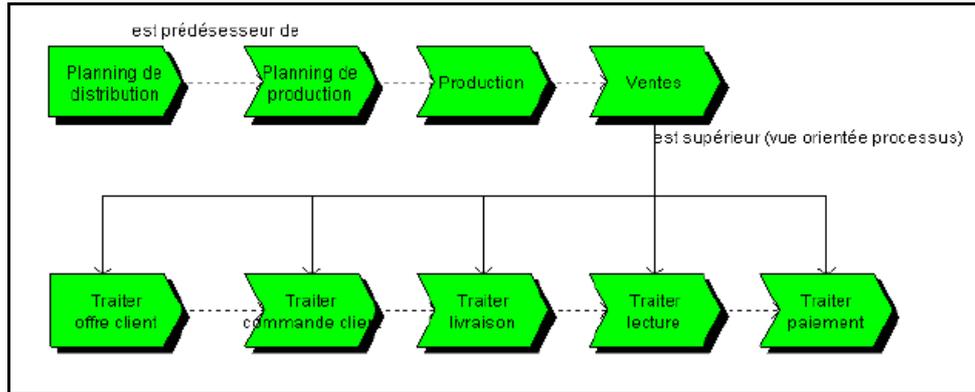


Figure I-23 : Exemple (2/2) de Diagramme de Chaîne de Plus Value (DCPV)

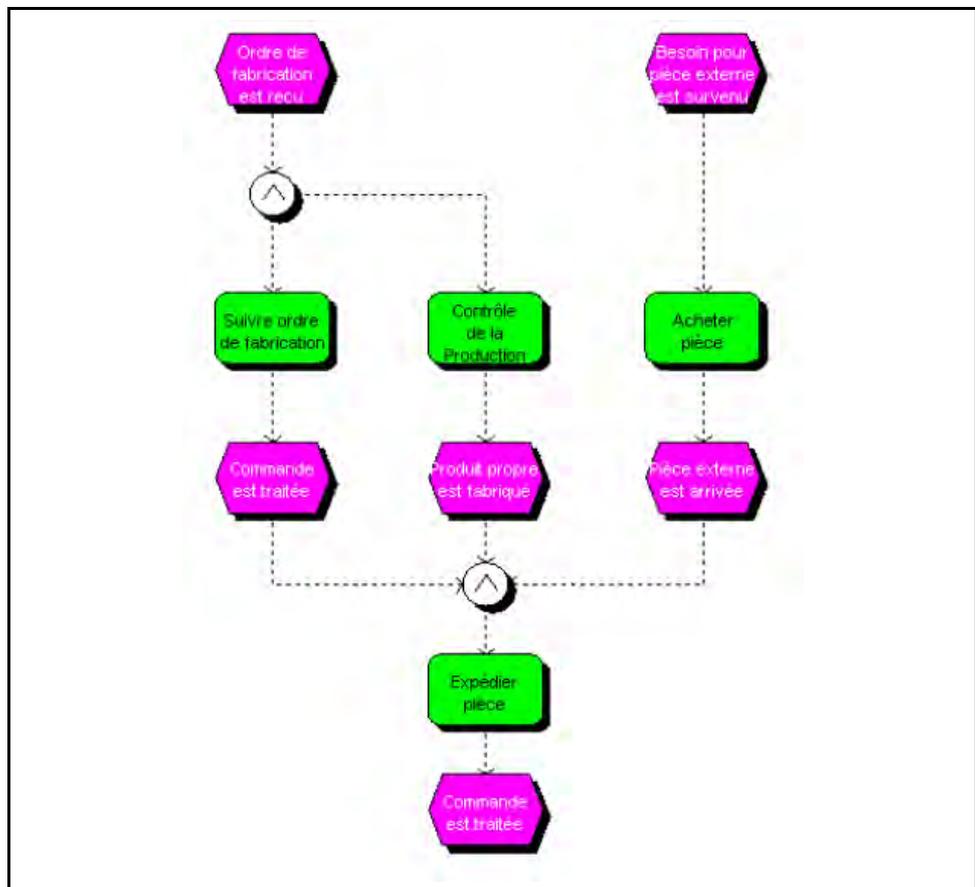


Figure I-24 : Exemple de Chaîne de Processus Événementiel (CPE)

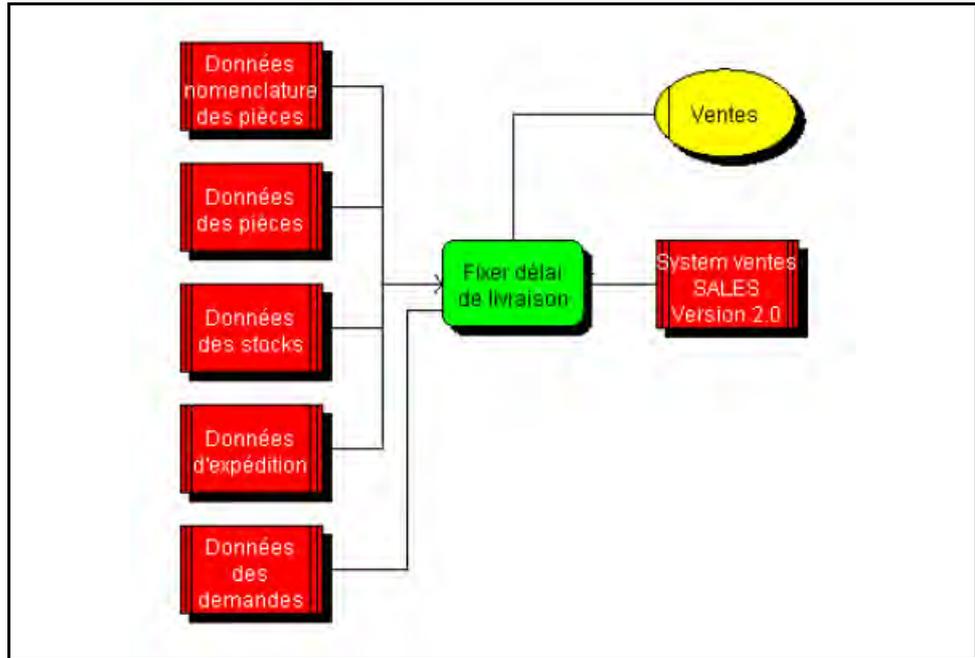


Figure I-25 : Exemple de Diagramme de Rattachement de Fonction (DRF)

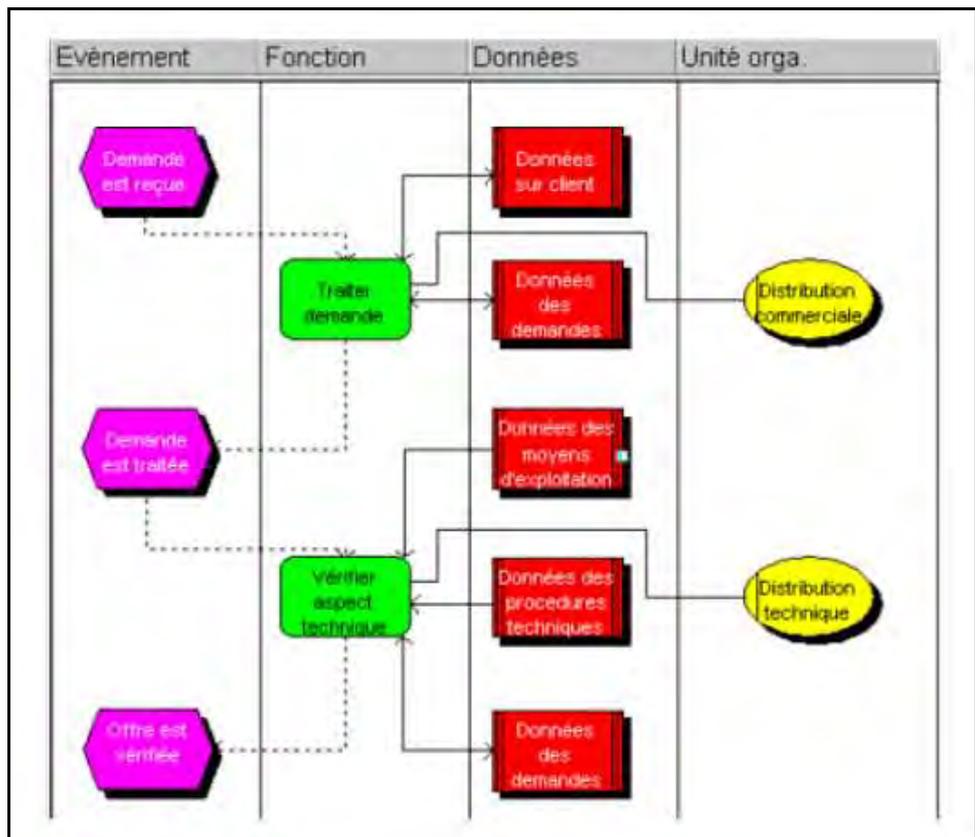


Figure I-26 : Exemple de Diagramme de Chaîne de Processus (DCP)

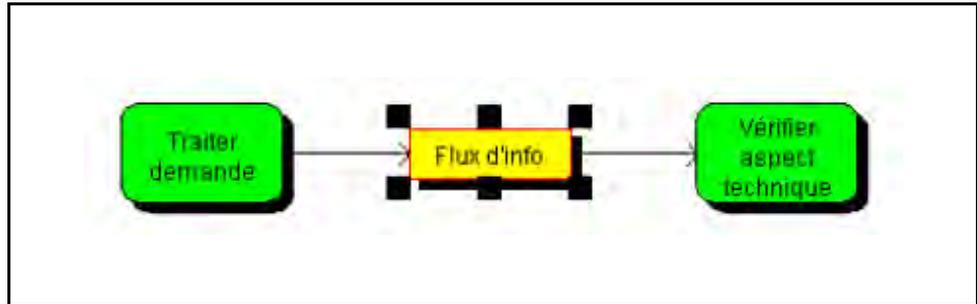


Figure I-27 : Exemple de Diagramme de flux d'information

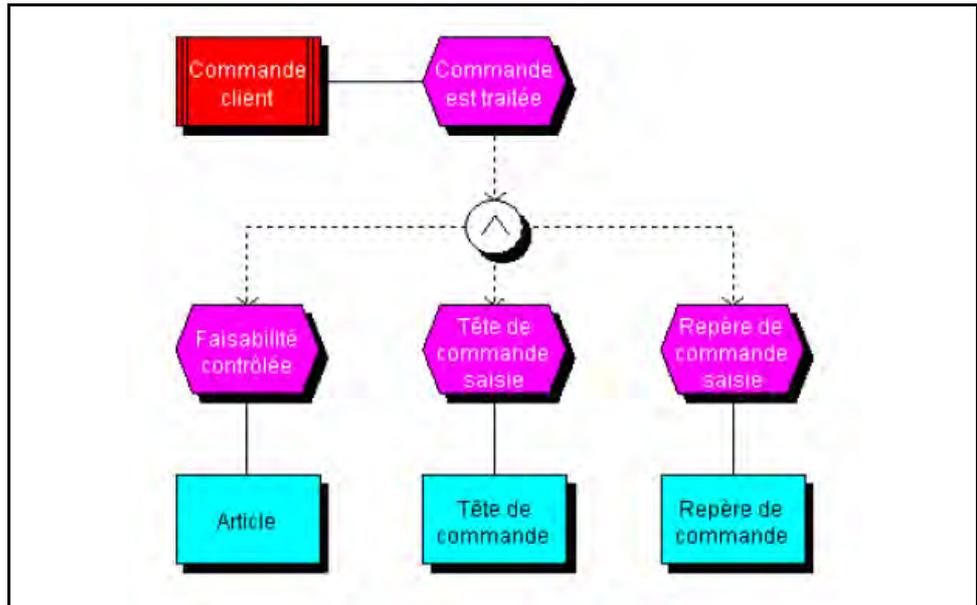


Figure I-28 : Exemple de Diagramme d'évènements

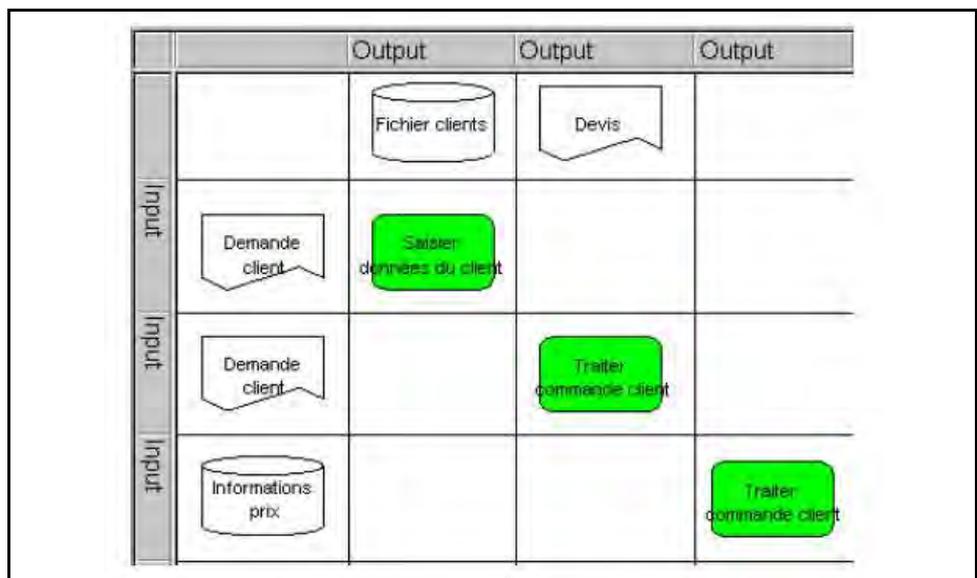


Figure I-29 : Exemple de Diagramme input/output

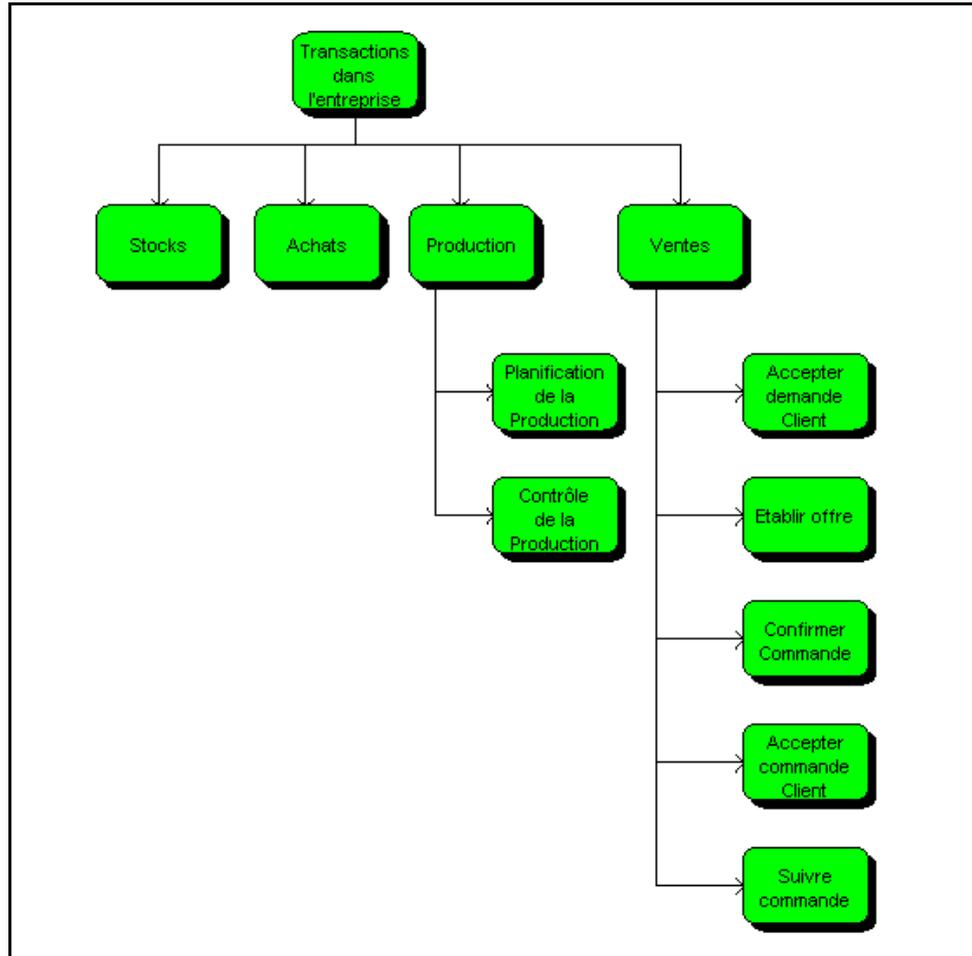


Figure I-30 : Exemple d'Arbre de fonctions

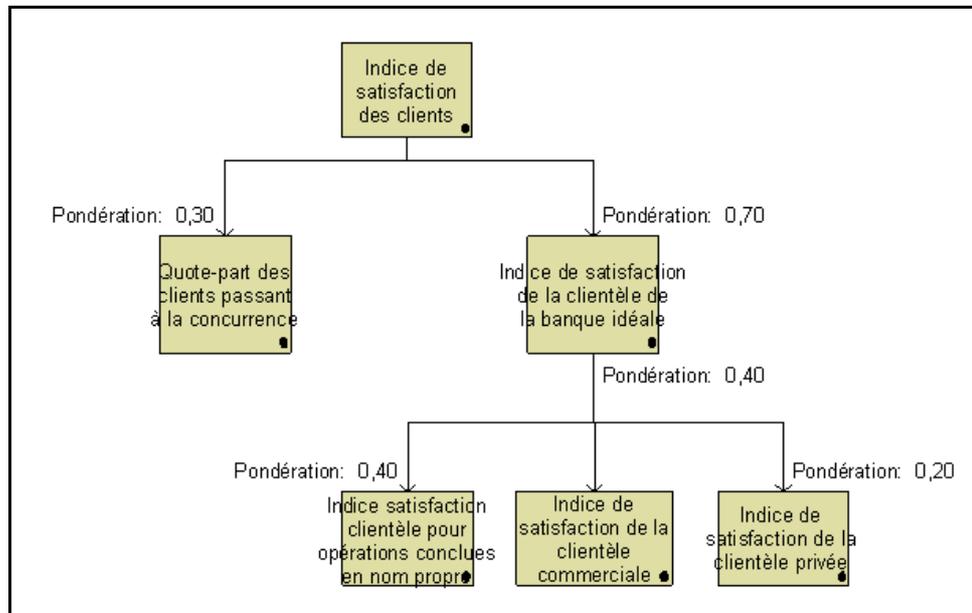


Figure I-31 : Exemple d'Arbre d'indicateurs

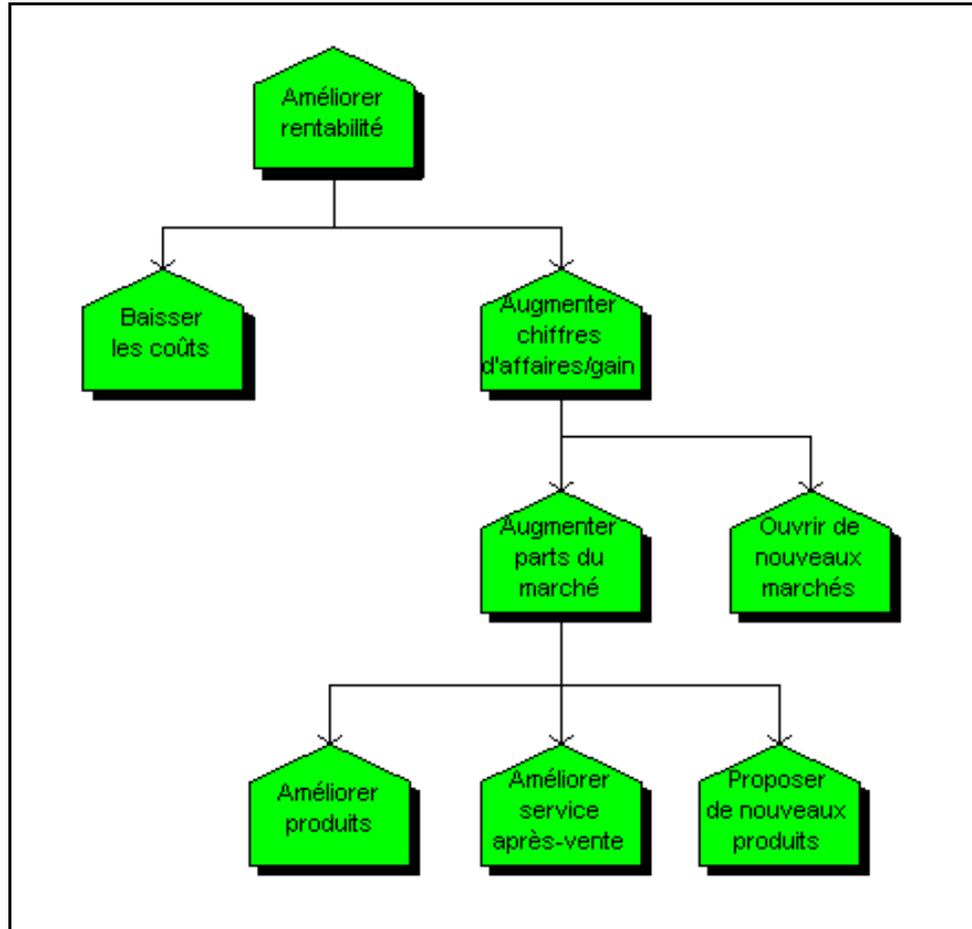


Figure I-32 : Exemple de Diagramme d'objectifs

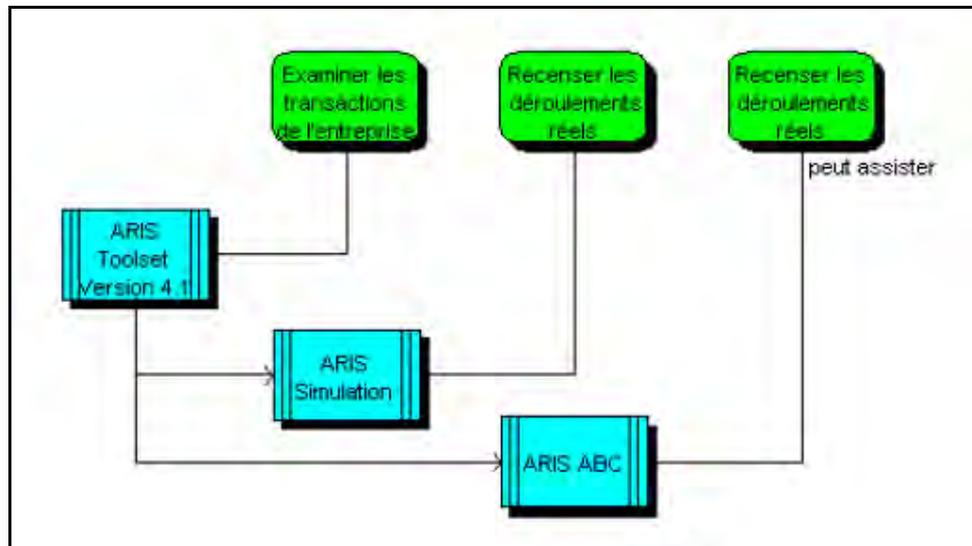


Figure I-33 : Exemple de Diagramme d'applications

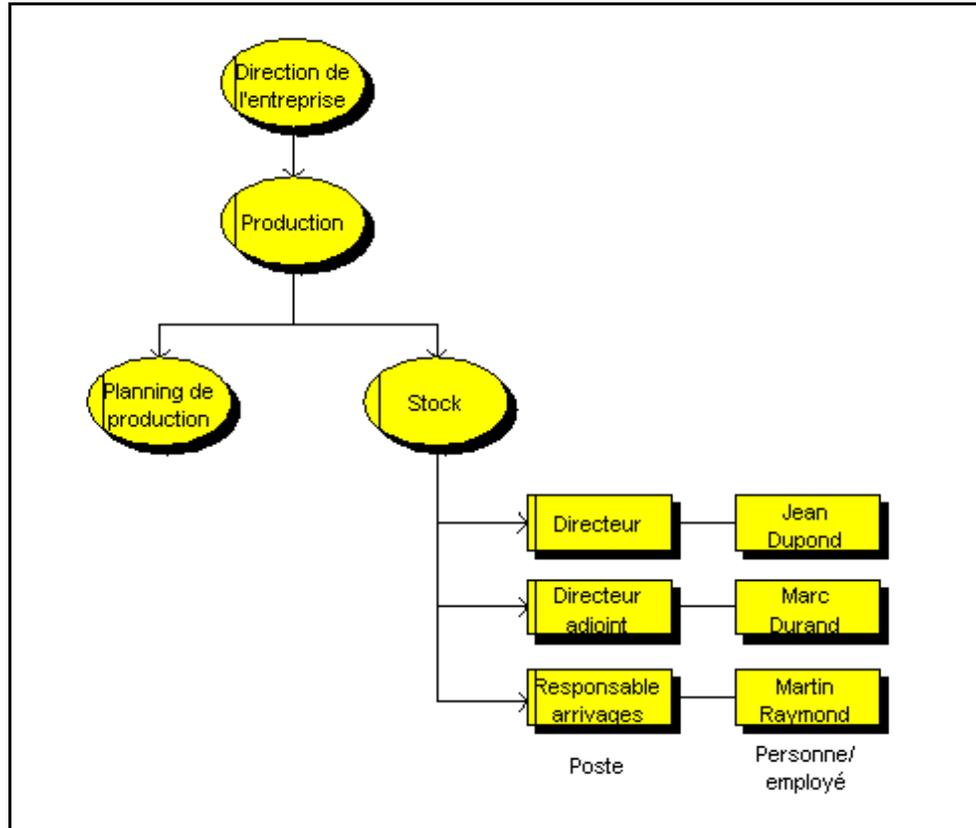


Figure I-34 : Exemple d'Organigramme

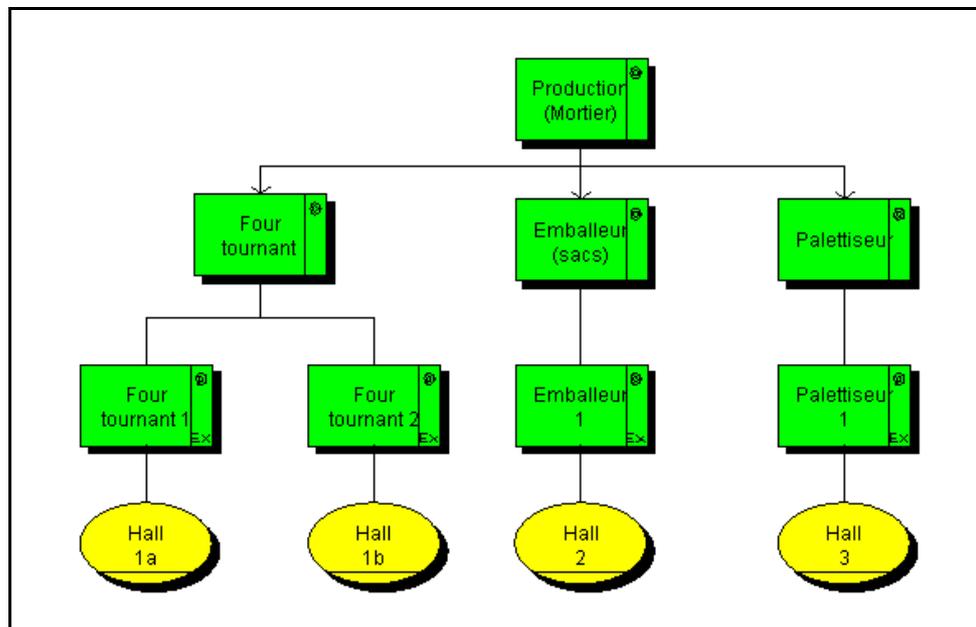


Figure I-35 : Exemple de Modèle des ressources techniques

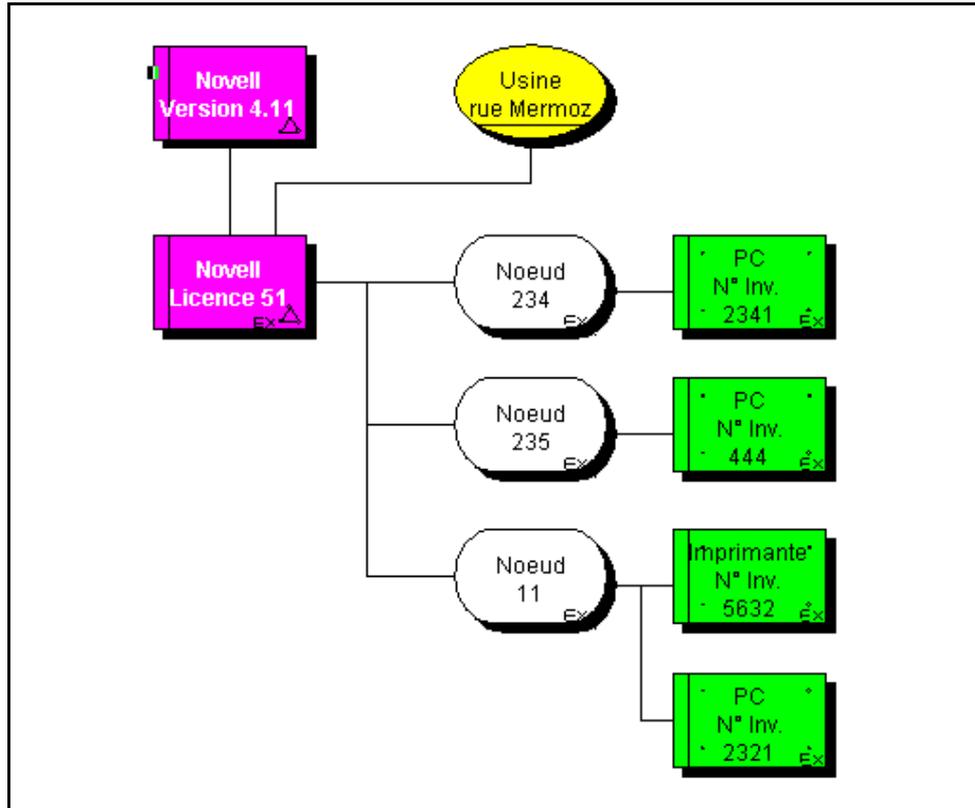


Figure I-36 : Exemple de Diagramme de réseau

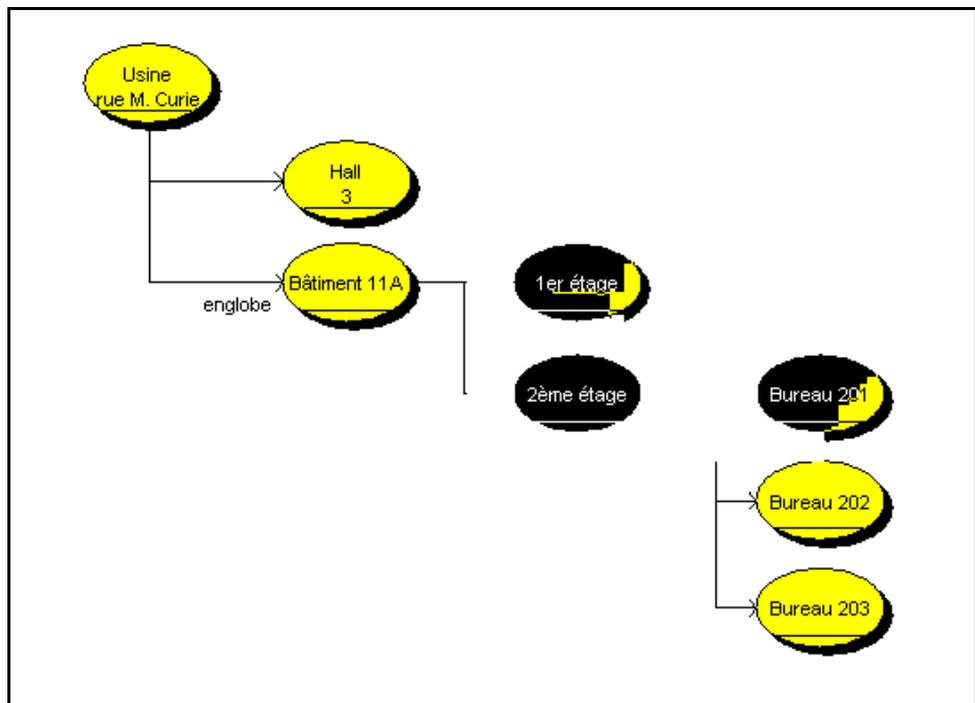


Figure I-37 : Exemple de Hiérarchisation des sites

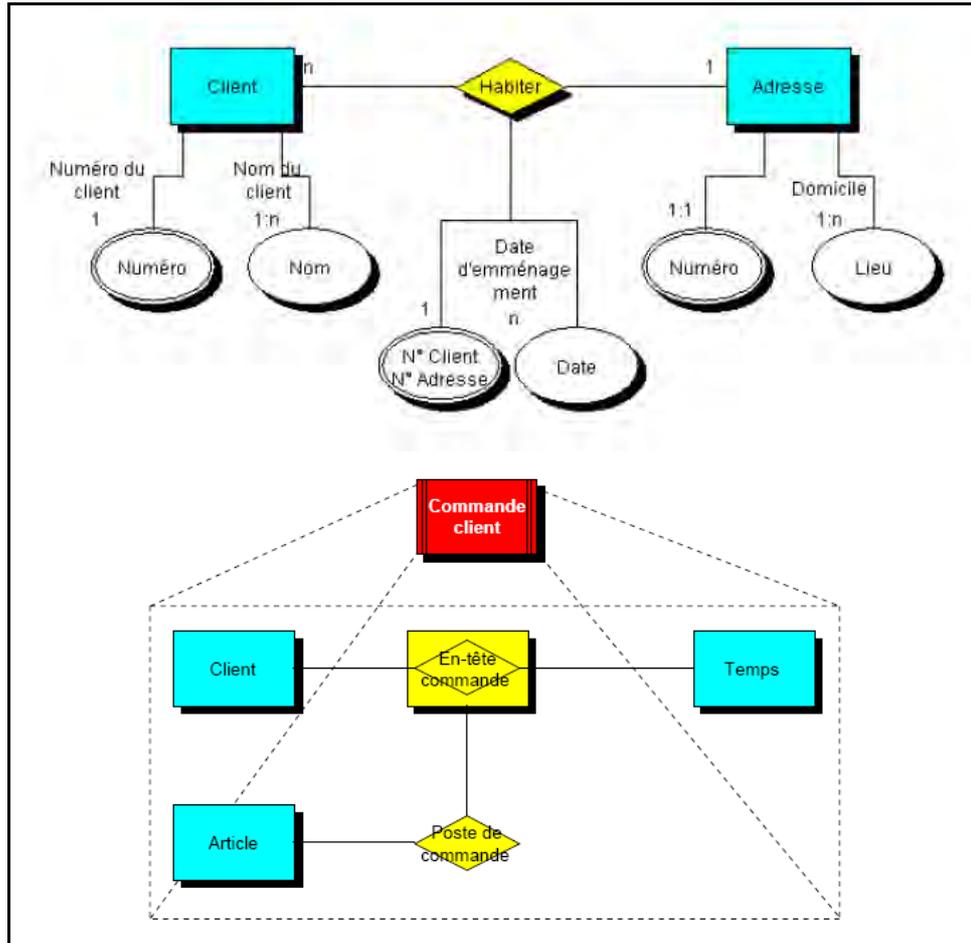


Figure I-38 : Exemples de Modèle entité/relation (MER)

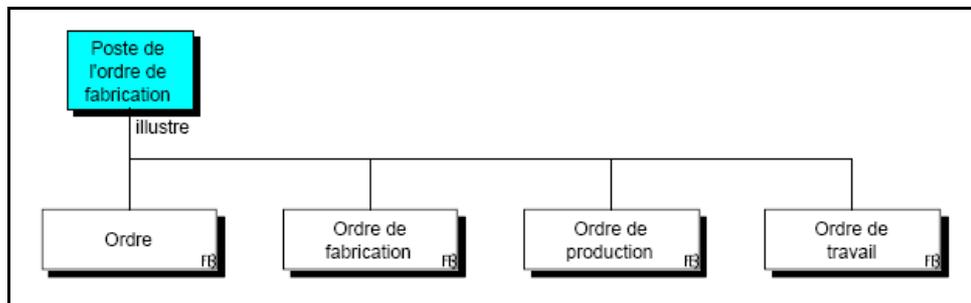


Figure I-39 : Modèle de termes spécifiques

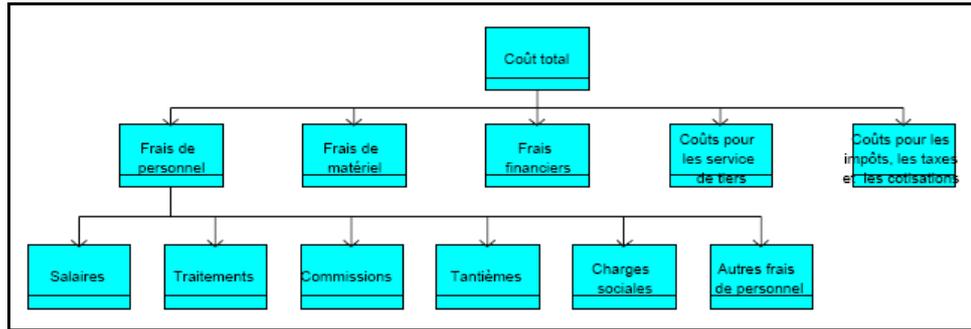


Figure I-40: Diagramme de catégories de coûts

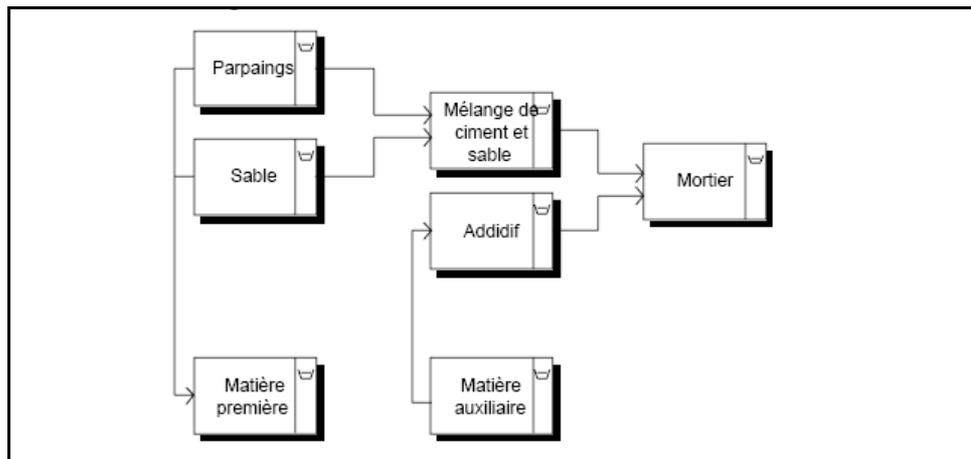


Figure I-41 : Diagramme de matière (lien entre matière et emballage)

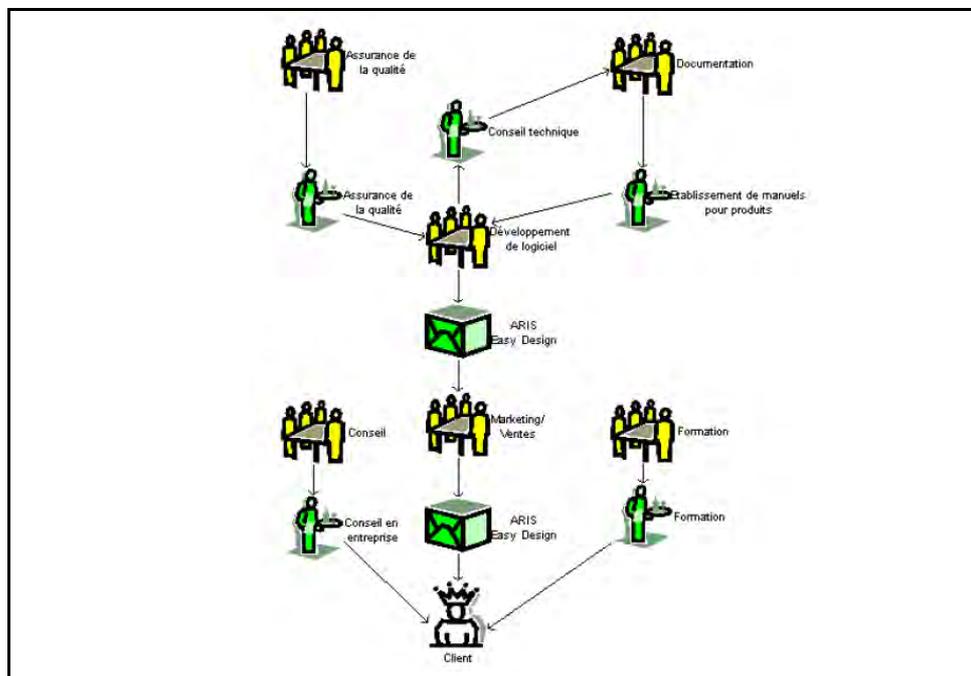


Figure I-42 : Diagramme d'échange de prestations / produits

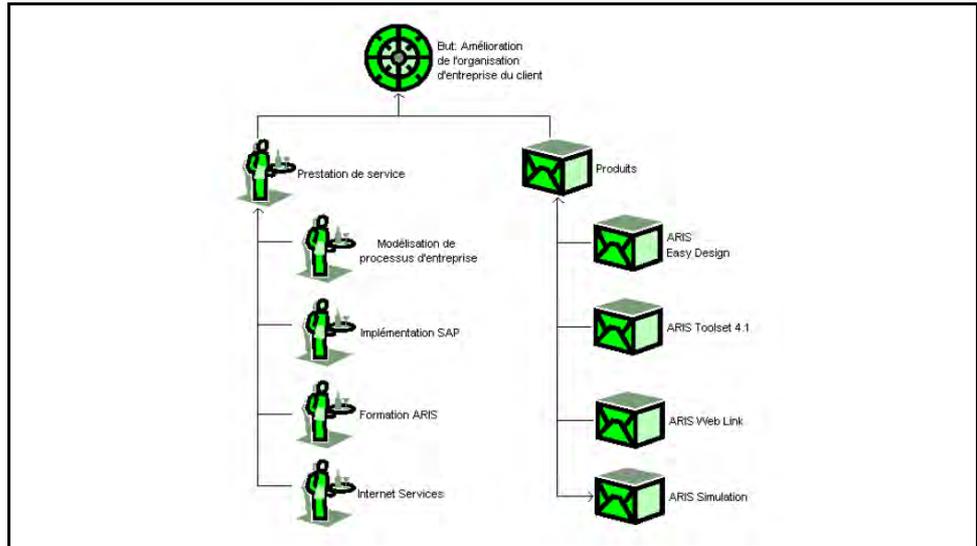


Figure I-43 : Arbre de prestations / produits

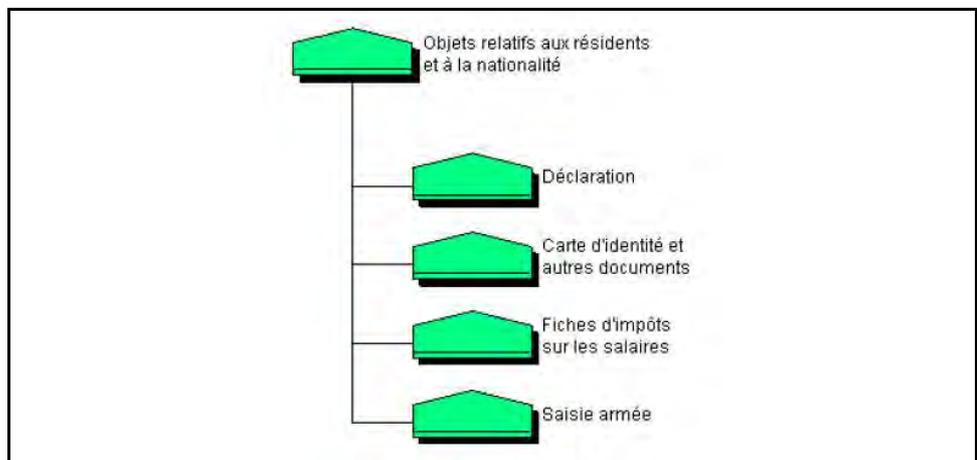


Figure I-44 : Arbre de produits

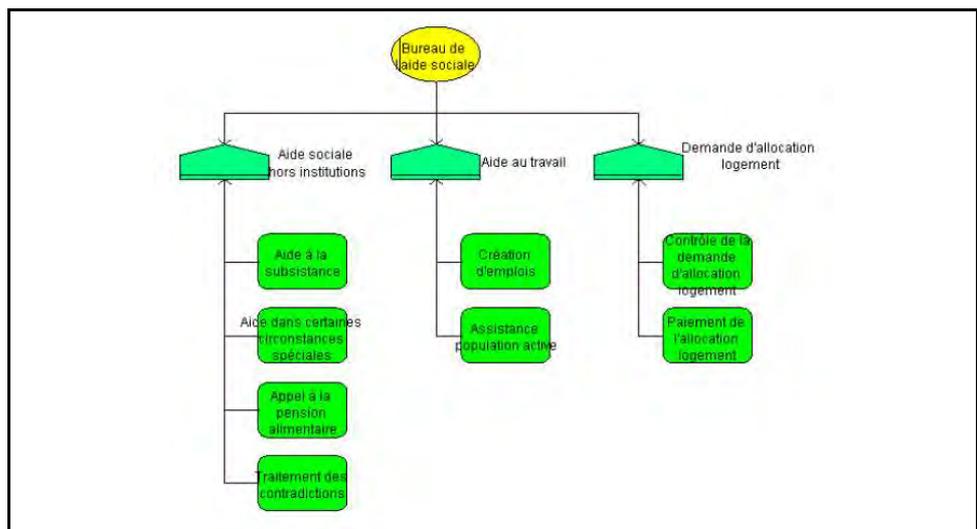


Figure I-45 : Matrice de choix de produits

Annexe I.4

Cadre Méthodologique IDEF

1. Présentation générale

Le cadre méthodologique IDEF (ICAM Definition Method) a été développé dans les années 1970 par l'US Air Force au sein du projet ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing).

Le but de la modélisation IDEF est de proposer des méthodes pour l'expression des besoins et la conception de **systèmes intégrés de production** et d'applications informatiques (Anastasiou *et al.*, 2003). Composé initialement d'une famille de 3 méthodes (IDEF0, IDEF1, IDEF2), la "suite" IDEF comporte aujourd'hui 16 méthodes utilisées ou en cours de développement (Tableau I-5).

Le système étudié est vu comme un ensemble de fonctions concourantes. Contrairement aux autres cadres méthodologiques précédemment présentés, le cadre méthodologique IDEF est destiné à la modélisation d'un système en général, en utilisant avant tout des concepts génériques pouvant s'appliquer à la fois à un système d'entreprise, un système de production, un système informatique, ou tout autre système.

Pour plus d'informations sur le cadre méthodologique IDEF, il convient de consulter le site internet www.idef.org ou la bibliographie suivante (Colquhoun *et al.*, 1991; KBSI, 1992; KBSI, 1994; KBSI, 1995a; KBSI, 1995b; Mayer *et al.*, 1992; Vernadat, 1999).

Principales méthodes IDEF		Autres méthodes IDEF	
IDEF0	Modélisation fonctionnelle	IDEF6	"Design Rational Capture"
IDEF1	Modélisation des informations	IDEF7	"Information System Audit Method"
IDEF1x	Modélisation des données	IDEF8	"User Interface Modelling"
IDEF2	Modélisation pour la simulation	IDEF9	"Scenario-Driven IS Design"
IDEF3	Modélisation des processus	IDEF10	"Implementation Architecture Modelling"
IDEF4	Modélisation orienté objet	IDEF11	"Information Artefact Modelling"
IDEF5	Modélisation de l'ontologie	IDEF12	"Organization Modelling"
		IDEF13	"3-schema Mapping Design"
		IDEF14	"Network Design"

Tableau I-5 : La famille des méthodes IDEF

2. Cadre de modélisation

2.1. Vues de modélisation

Les vues de modélisation pour le cadre méthodologique IDEF ne sont pas identifiées au même titre que dans les cadres méthodologiques précédemment présentés. En considérant les 7 principales méthodes proposées par le cadre IDEF (Tableau I-5), nous pouvons tout de même identifier 3 vues de modélisation :

- **Fonction** : représentation des activités et fonctions du système étudié, des flux d'information et de contrôle (IDEF0)
- **Information** : représentation des informations et données du système étudié (IDEF1, IDEF1x, IDEF4, IDEF5)
- **Comportement et Processus** : représentation de la dynamique du système (IDEF2), des processus et de leur exécution (IDEF3)

2.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation ne sont pas décrites pour le cadre méthodologique IDEF. Cependant, les descriptions des différentes méthodes (Aguilar-Savén, 2004; Mayer *et al.*, 1992) montrent que 3 phases de modélisation sont au minimum identifiées :

- **Expression des besoins** (Requirements) : analyse métier des besoins pour le système étudié
- **Conception préliminaire** (Design) : spécification de conception métier
- **Conception détaillée** (Detailed Design) : spécification de conception technologique et à des fins de simulation

Analyse métier (expression besoin)	Spécification conception métier	Spécification conception technologique	Implémentation	Système
oui	oui	oui	non	→ SEF
oui	oui (SII)	oui (SII)	non	→ SIF

2.3. Dimension de généralité

Cette dimension n'est pas définie pour le cadre méthodologique IDEF, même si la définition des concepts de base et des formalismes peut contribuer au niveau générique et l'élaboration des modèles au niveau particulier.

2.4. Représentation du cadre de modélisation

Il n'existe pas de proposition de représentation graphique pour le cadre de modélisation IDEF.

3. Cadre conceptuel

3.1. Définition des concepts de base "constructs"

Nous présentons dans le Tableau I-6 les principaux concepts de base des langages de représentation utilisés dans le cadre méthodologique IDEF. Ces concepts sont repris dans le méta-modèle proposé Figure I-46. Ils correspondent avant tout aux concepts métiers des langages IDEF0 et IDEF3.

Concepts	Définition	Méthodes concernées	Exemples
Activité	Fonction qui transforme des objets d'entrée en objets de sortie. Une activité se décompose en activité plus élémentaires	IDEF0 (et IDEF3)	"Valider client" "Déterminer OF"
Entrées	Objets à traiter ou qui vont subir une transformation au cours de l'activité	IDEF0	fichiers, documents, matières premières, produits
Contrôles	Informations qui gouvernent, orientent, contraignent l'exécution de l'activité mais qui ne sont pas modifiées par elle	IDEF0	directives, procédures, règles, contraintes
Sorties	Objets produits ou modifiés par l'activité	IDEF0	données, matières ou ressources
Mécanismes	Moyens nécessaires à l'exécution de l'activité	IDEF0	données, matières ou ressources
Entité	Ensemble d'objets réels ou abstraits, ayant chacun une existence propre, partageant un ensemble de propriétés communes et présentant un intérêt pour l'entreprise	IDEF 1, IDEF1x,, IDEF4, IDEF5	Entrée, contrôle, sortie, mécanisme Personne, Machine, Produit, Etat
Unité de comportement (UDC)	Etape d'un processus. S'il s'agit d'une étape élémentaire, elle correspond à une activité IDEF0	IDEF3	Recevoir les pièces, assembler les pièces
Boîte de jonction	Connecteur logique entre unités de comportement pour modéliser les flux de contrôle des processus (aspect séquentiel)	IDEF3	"AND", "OR"

Tableau I-6 : Concepts de base du cadre méthodologique IDEF

3.2. Méta-modèle

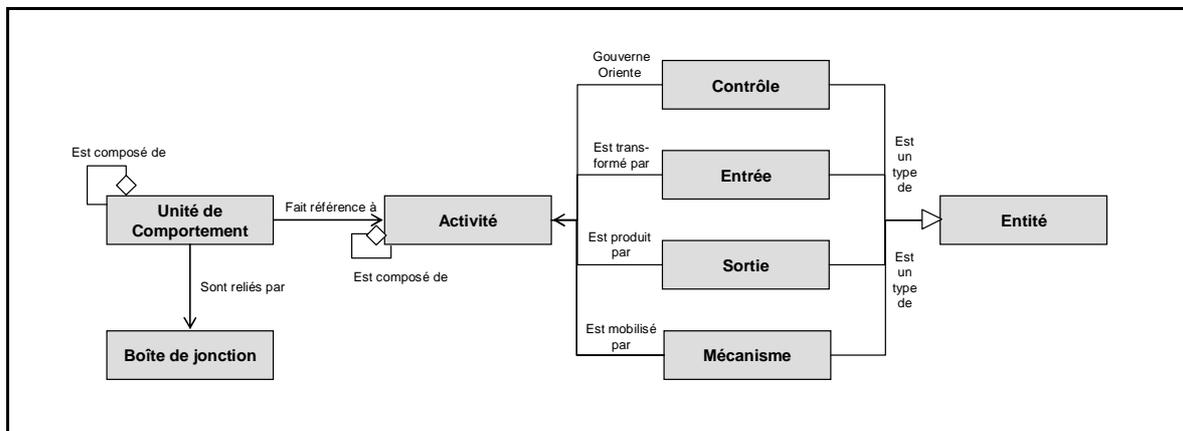


Figure I-46 : Méta-modèle conceptuel simplifié pour le cadre méthodologique IDEF. Proposition à partir de (Mayer *et al.*, 1992)

4. Modèles et langages graphiques

4.1. Modèles et vues de modélisation

Le cadre méthodologique IDEF permet d'obtenir un grand nombre de modèles graphiques. En ne considérant que les 7 principales méthodes (Tableau I-5), nous recensons 10 principaux types de modèles métiers graphiques, répartis dans les 3 vues de modélisation. Certains modèles, notamment au sein de la vue information, sont du reste très semblables.

Pour la vue fonction :

- **Diagramme d'activité** (IDEF0) : description des activités et de leur décomposition, description des principaux flux

Pour la vue information :

- **Diagramme de classe d'entité** (IDEF1) : description des objets de l'entreprise
- **Diagramme entité/relation** (IDEF1x) : description des schémas conceptuels de données
- **Modèle statique de données** (IDEF4) : description orientée objet de la structure des données de l'entreprise
- **Modèle dynamique de données** (IDEF4) : description orientée objet de la dynamique des données de l'entreprise

- **Modèle de comportement de données (IDEF4)** : description orientée objet du comportement (changement d'état) des données de l'entreprise
- **Modèle de l'ontologie (IDEF5)** : description des objets de l'entreprise au niveau métier sous la forme de schéma ontologique

Pour la vue comportement et processus

- **Sous-modèle d'équipements (Facility Submodel - IDEF2)** : description du comportement des "agents" du système en lien avec l'environnement
- **Diagramme de description des flux de contrôle de processus (Process Flow Description Diagram - IDEF3)** : modélisation des processus opérationnels et des flux de contrôle
- **Diagramme de transition d'états d'objet (Object State Transition Network Diagram - IDEF3)** : description du changement d'état des objets du système (proche du modèle d'ontologie)

Nous identifions au sein de ces méthodes d'autres modèles que nous ne considérons pas comme "métier" compte tenu du langage de modélisation qu'ils manipulent et de leurs finalités (simulation notamment) :

- Réseau de flux d'entité (IDEF2)
- Sous-modèle de disponibilité de ressource (IDEF2)
- Sous-modèle de système de contrôle (IDEF2)

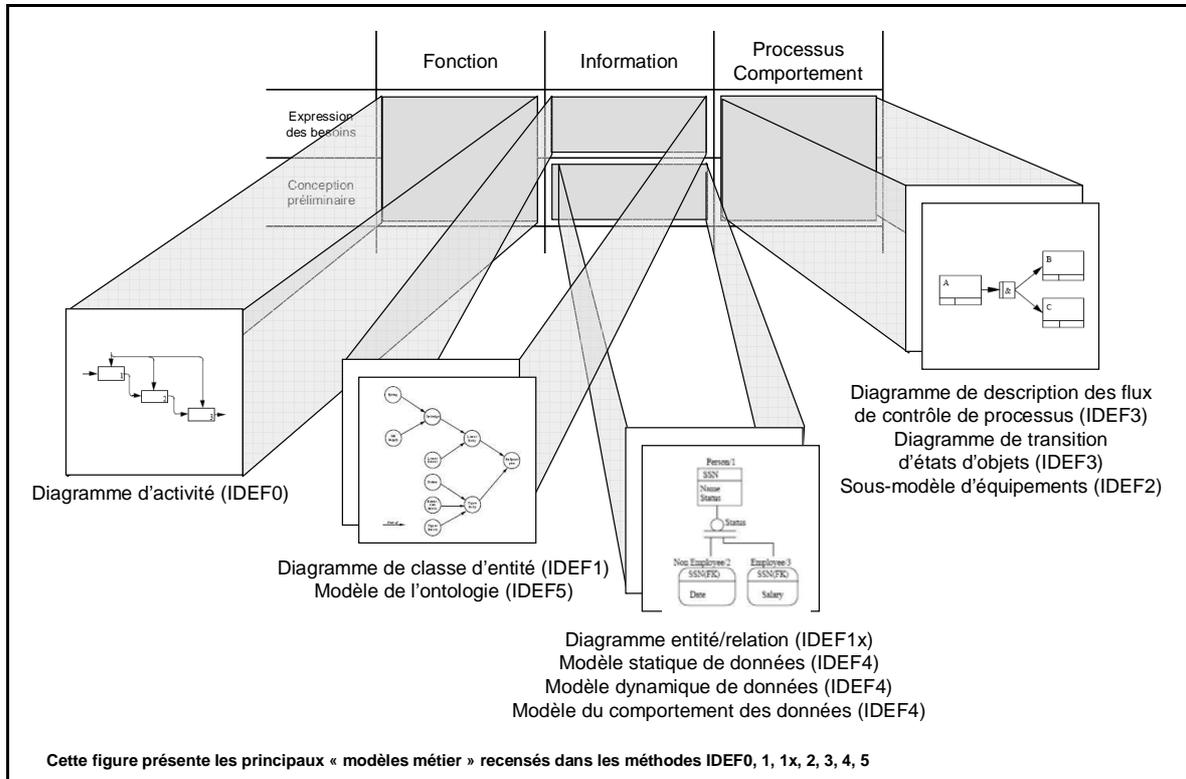


Figure I-47 : Principaux modèles graphiques proposés par le cadre méthodologique IDEF

4.2. Langues graphiques

Le cadre méthodologique IDEF s'appuie sur des langages graphiques. Nous présentons ici le formalisme proposé pour l'activité et la décomposition hiérarchique des diagrammes IDEF0 (Figure I-48), inspirés des actigrammes proposés par la méthode SADT (I.G.L.Technology, 1989). Nous présentons également les éléments du langage IDEF3 (Figure I-49).

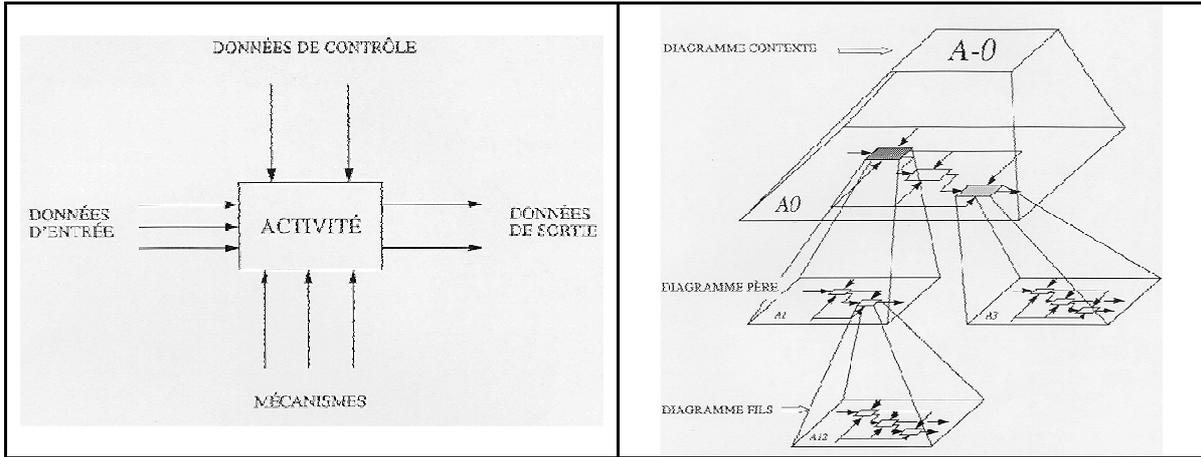


Figure I-48 : Représentation de l'activité IDEF0/SADT et décomposition hiérarchique des diagrammes IDEF0 (I.G.L.Technology, 1989; Pierreval, 1990)

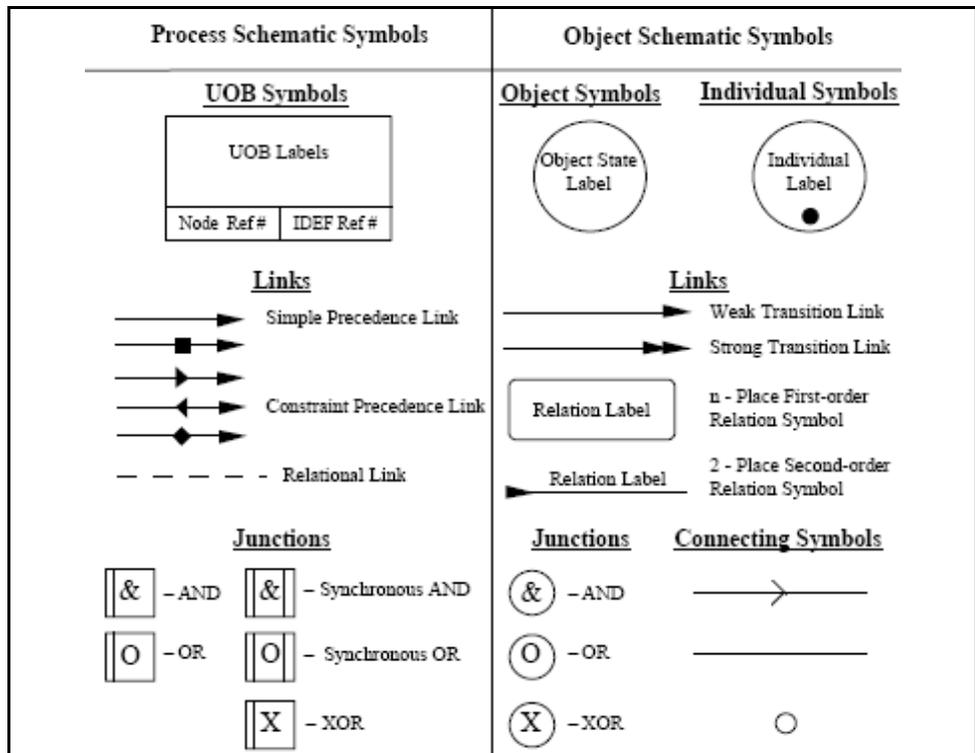


Figure I-49 : Description des éléments du langage IDEF3 (Mayer *et al.*, 1995)

4.3. Exemple de modèles

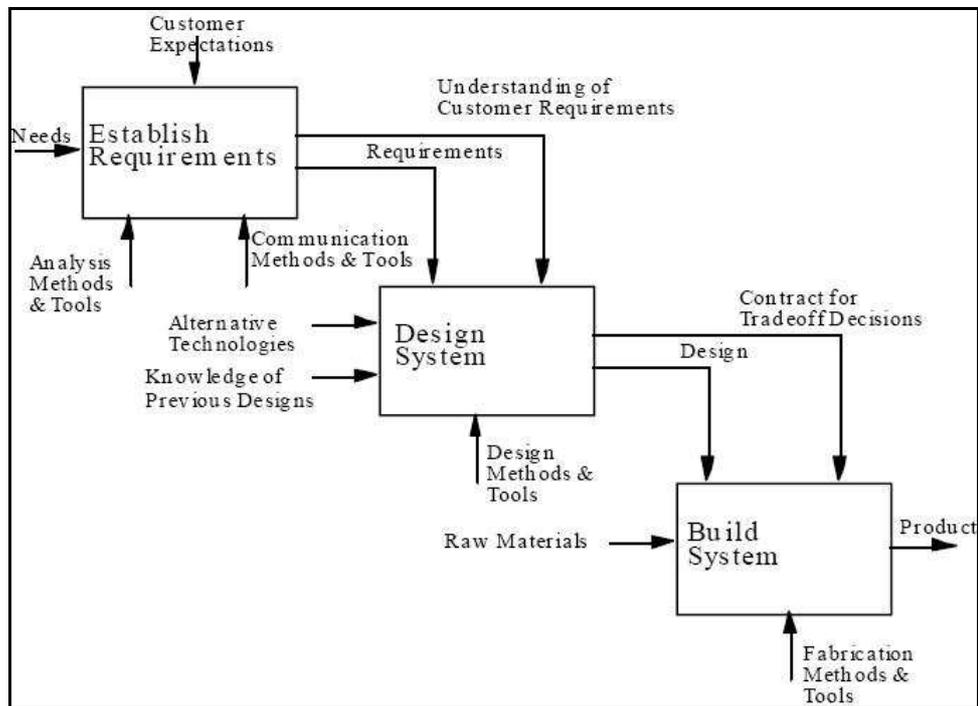


Figure I-50 : Exemple de diagramme d'activité (IDEF0) (Mayer *et al.*, 1992)

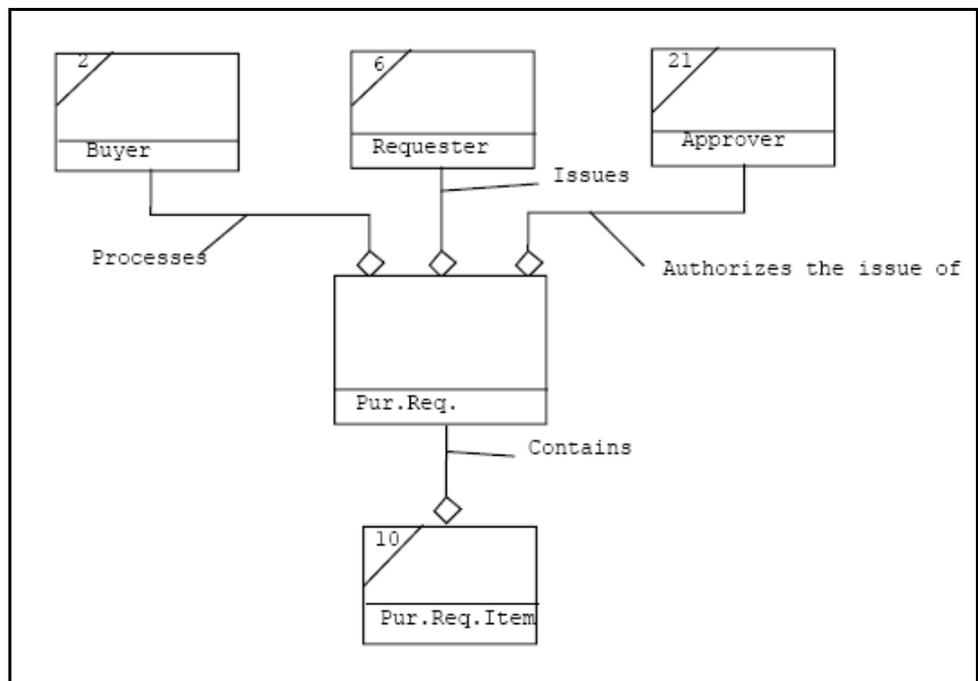


Figure I-51 : Exemple de diagramme de classe d'entité (IDEF1) (KBSI, 1992)

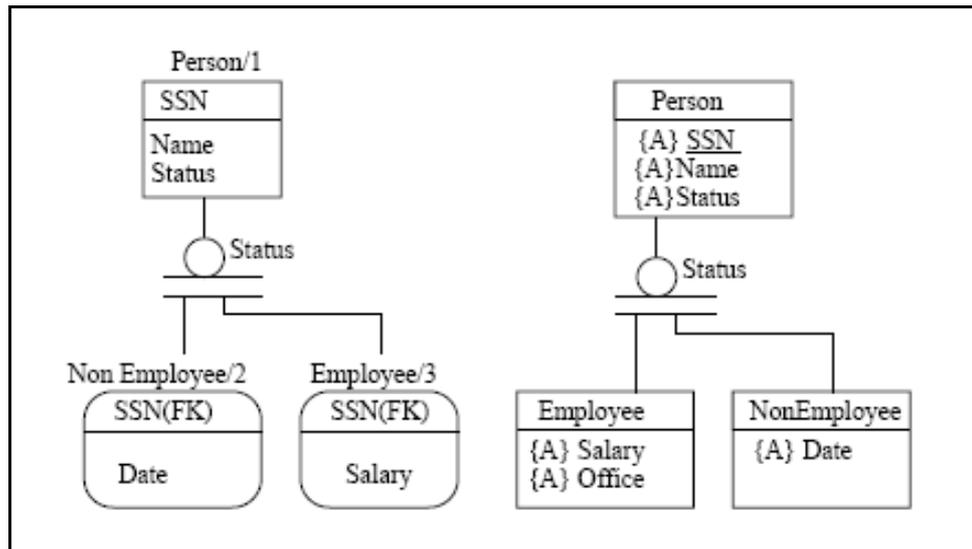


Figure I-52 : Exemples de diagramme entité/relation (IDEF1x) (gauche) et de modèle statique de données (IDEF4) (droite) (KBSI, 1995b)

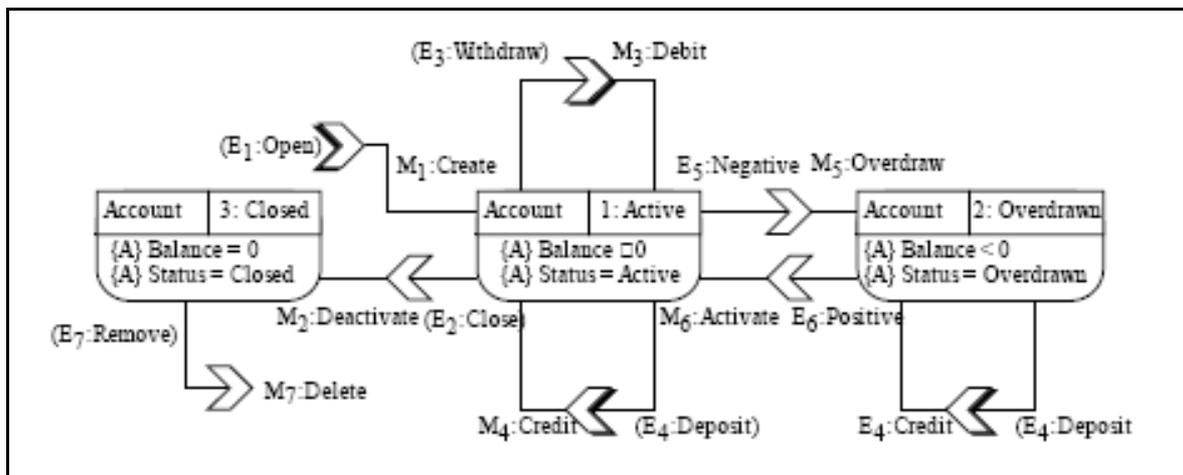


Figure I-53 : Exemple de modèle dynamique de données (IDEF4) (KBSI, 1995b)

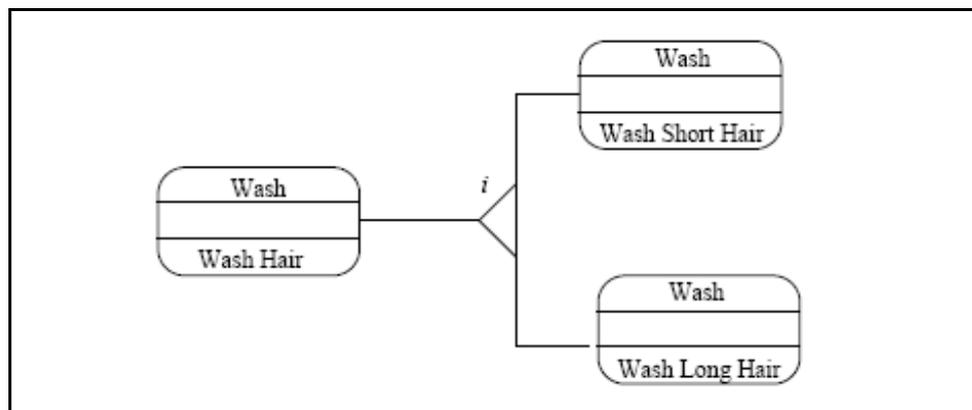


Figure I-54 : Exemple de modèle de comportement de données (IDEF4) (KBSI, 1995b)

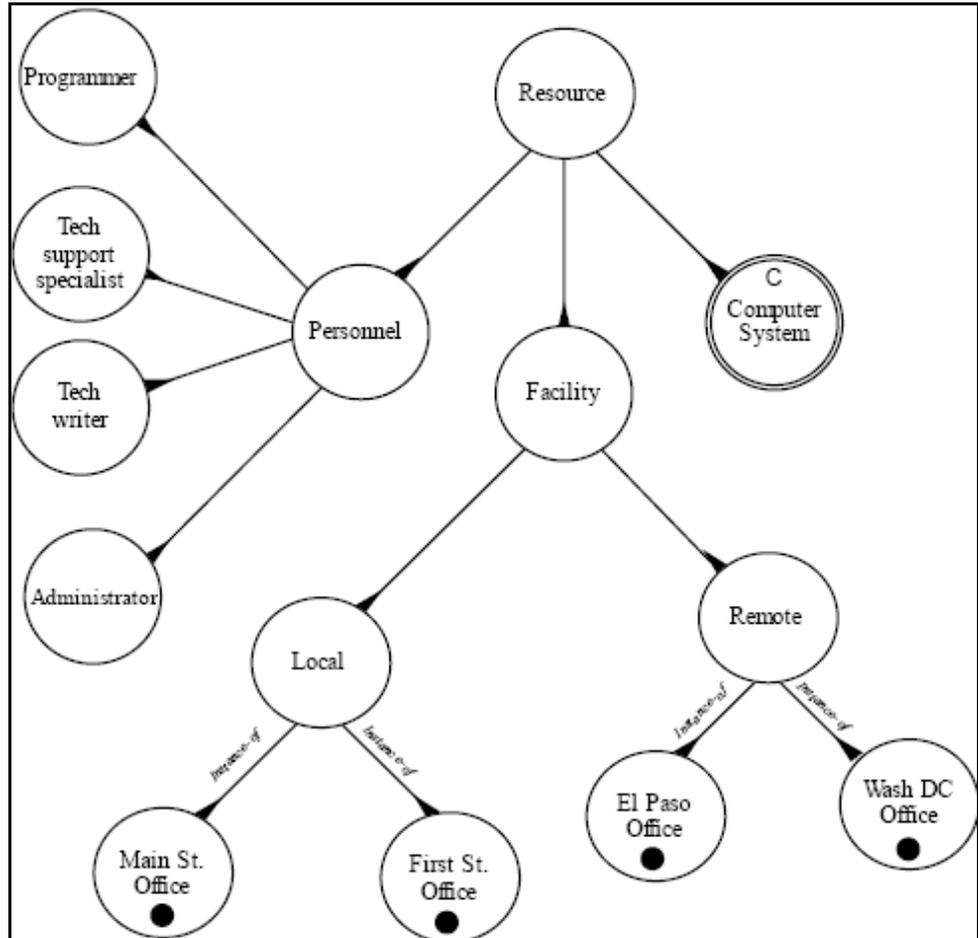


Figure I-55 : Exemple de modèle de l'ontologie (IDEF5) (KBSI, 1994)

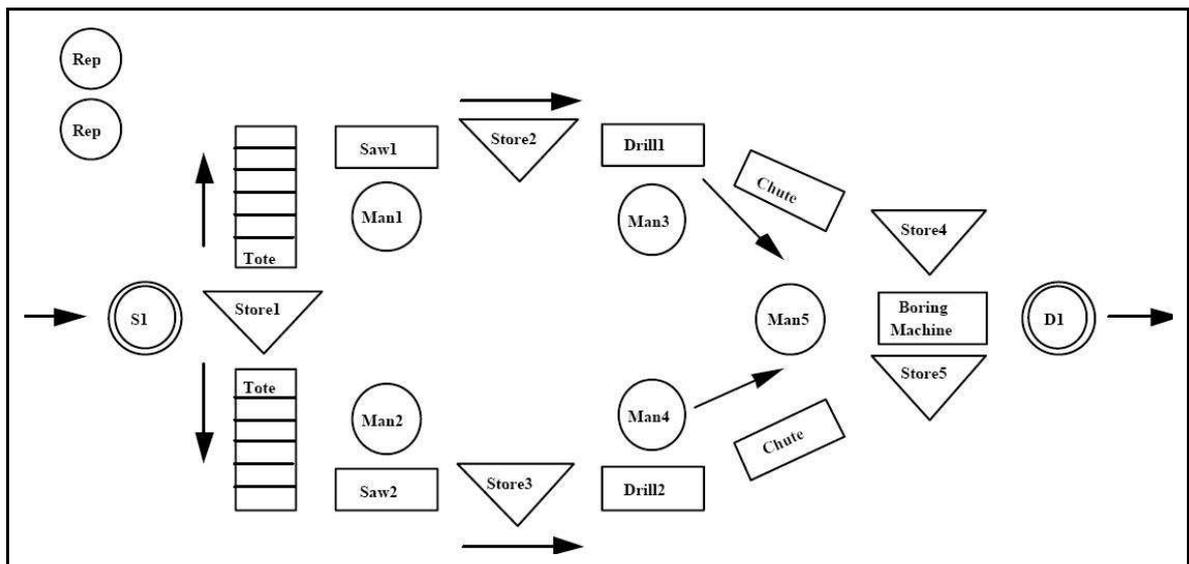


Figure I-56 : Exemple de sous-modèle d'équipements (Facility submodel - IDEF2) (Mayer *et al.*, 1992)

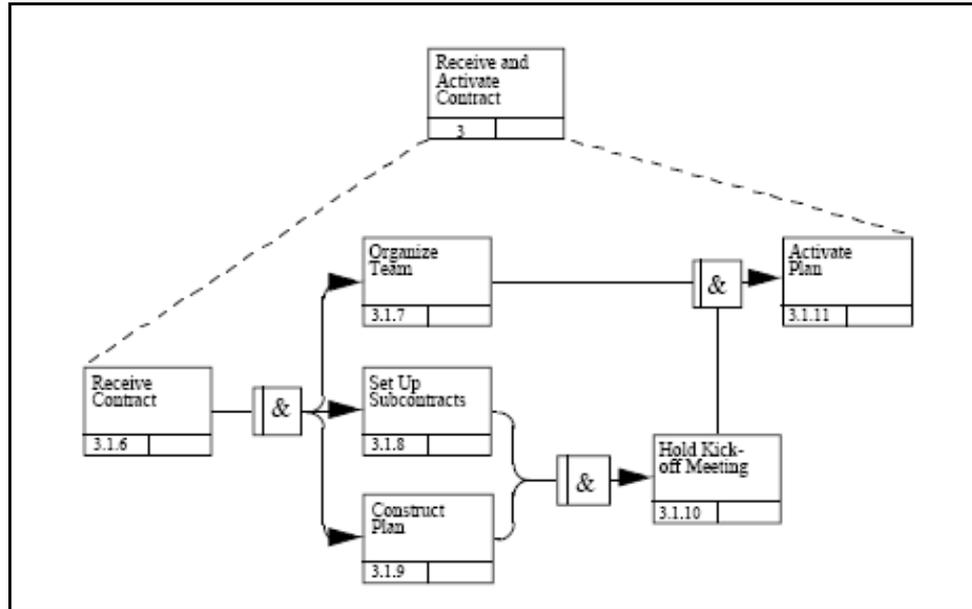


Figure I-57 : Exemple de diagramme de description des flux de contrôle de processus (Process Flow Description Diagram - IDEF3) (Mayer *et al.*, 1995)

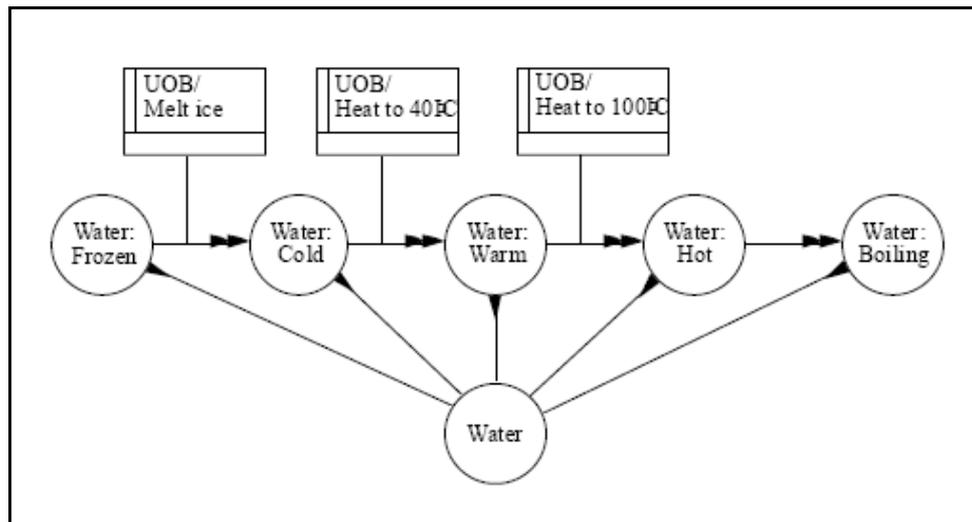


Figure I-58 : Exemple de diagramme de transition d'états d'objet (Object State Transition Network Diagram - IDEF3) (Mayer *et al.*, 1995)

Annexe I.5

Cadre Méthodologique E&P UML

1. Présentation générale

Le cadre méthodologique "E&P UML" (Eriksson & Penker Business Modeling UML Extension) a été défini par Eriksson et Penker à partir du langage UML 1.4 (Eriksson *et al.*, 2000).

Le but de la modélisation "E&P UML" est de proposer une approche pour l'analyse et la conception métier des systèmes d'information (informatisés/automatisés), en amont du langage de conception UML. Elle permet ainsi l'étude des aspects métiers liés à la gestion et à l'organisation de l'entreprise.

Le système entreprise étudié est constitué d'un ensemble de processus métiers, constitués d'activités, finalisés par des objectifs et mobilisant des ressources (homme, matériel, information, produit) (Eriksson *et al.*, 2000).

Pour plus d'informations sur le cadre méthodologique E&P UML, il convient de consulter la bibliographie suivante (Eriksson *et al.*, 2000).

2. Cadre de modélisation

2.1. Vues de modélisation

Les vues de modélisation proposées par le cadre méthodologique "E&P UML" sont au nombre de 4 :

- **Vision métier** : description de la vision métier de l'entreprise, de la structure de buts et des problèmes à résoudre pour atteindre ces objectifs
- **Processus métier** : description des activités et de la valeur créée par le métier, description des liens entre processus et entre processus et ressources pour répondre aux objectifs de l'entreprise
- **Structure métier** : description de l'organisation des ressources dans l'entreprise (organisation métier et structure des produits créés notamment)
- **Comportement métier** : description du comportement individuel de chaque ressource et processus importants

2.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation ne sont pas décrites pour le cadre méthodologique "E&P UML". Cependant, il correspond aux phases amont d'analyse et de spécification métier de l'entreprise. Les phases de spécification de conception technologique, portant sur le système d'information ne sont pas assurées par ces langages, mais par le langage UML.

Analyse métier (expression besoin)	Spécification conception métier	Spécification conception technologique	Implémentation	Système
oui	oui	non	non	→ SEF
X	oui (SII)	non (UML)	non (UML)	→ SIF

2.3. Dimension de généralité

Cette dimension n'est pas définie pour le cadre méthodologique "E&P UML", même si la définition des concepts de base et des formalismes peut contribuer au niveau générique, si la définition de "patterns" (modèles réutilisables pour un problème donné) peut contribuer au niveau partiel et si l'élaboration des modèles peut contribuer au niveau particulier.

2.4. Représentation du cadre de modélisation

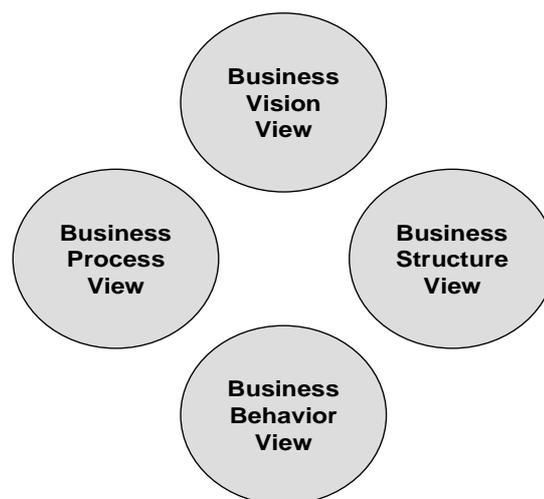


Figure I-59 : L'architecture métier "E&P UML" (Eriksson *et al.*, 2000)

3. Cadre conceptuel

3.1. Définition des concepts de base "constructs"

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts de base des langages de représentation utilisés dans le cadre méthodologique "E&P UML". Ces concepts sont repris dans le méta-modèle.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Processus	Collection d'activités qui prend des objets en entrée et crée des objets en sortie qui ont de la valeur pour un client. Un processus a un but et est affecté par des événements. Il décrit comment le travail est fait au sein de l'entreprise et est gouverné par des règles.	Documentation Propriétaire Acteur Priorité Risque Possibilités Durée Coût	"Développement d'un produit" "Management" "Livraison"
Événement	Un changement d'état qui notifie que quelque chose s'est passé dans l'entreprise. L'évènement est généré par un processus et est reçu par un à plusieurs processus. Souvent, il est généré par un processus extérieur à l'entreprise. Un événement est la cause d'un changement d'état.	-	"Sélection d'un service" "Demande de stock"
Etat (changement d')	Etat d'une ressources, d'un objet qu'il peut avoir (y compris son début et sa fin).	-	"Ordre créé" "Commande annulée"
But	Objectif de l'entreprise, sortie d'un processus. Les buts peuvent se décomposer en sous-buts.	Type (quantitatif, qualitatif)	"Livraison à temps"
Problème	Obstacle auquel un processus se heurte pour satisfaire ses objectifs. L'identification d'un problème permet de définir d'autres sous-buts de manière à éliminer le problème.	-	"les sites de production ne sont pas d'accord"
Règle	Etats qui définissent ou contraignent certains aspects des processus et représente la connaissance métier. Les règles définissent comment le processus doit être exécuté.	Type (contrainte, dérivation, existence)	
Ressource	Objet au sein de l'entreprise (personne, matériel, information, produit,). Les ressources sont organisées et ont des relations les unes avec les autres. Les ressources sont manipulées (utilisées, consommées, redéfinies, produites) au sein des processus.	Type (physique, abstraite, informationnelle)	-
Information	Représentation d'un concept, d'une chose ou d'une autre information. L'objet d'information supporte de l'information sur des ressources ou des travaux (faits, connaissance) et peut être contenu dans un système d'information.	-	"Directive de vente" "Ratio" "Fait" "Connaissance"
Chose	Ressource qui n'est pas un objet d'information	-	-
Chose abstraite "abstract"	Idée ou concept, souvent composé d'autres objets, qui n'a pas de réalité physique et ne peut être touché, mais qui est important pour l'entreprise	-	"Département achat" "Contrat", "Rôle" "Ordre", "Compte" "Energie"
Chose physique "physical"	Entité qui dispose d'une réalité matérielle et occupe un volume dans l'espace. Elle peut être vue et touchée. Elle est souvent composée d'autres objets.	-	"Matériel de vente" "Matière première"

Personne	Etre humain, acteur dans le processus. Une personne est un type de ressource physique plus imprévisible que les autres types (ex: machines). Ce concept est défini pour distinguer l'homme de la machine, sans trop noter de différences conceptuelles.	-	"John" "Webmaster"
Système (support)	Système (d'information) qui supporte les processus métiers, applications.	-	"Application internet" "Système financier" "système téléphone"
Ligne d'assemblage	Regroupement de ressources (bien souvent d'information dans un système d'information). Les lignes d'assemblages regroupent des objets qui sont mobilisés ou produits par les processus.	-	"Information Produit" "Information client"

Tableau I-7 : Concepts de base du cadre méthodologique E&P UML

3.2. Méta-modèle

Nous proposons le méta-modèle simplifié (concepts de base) pour le cadre méthodologique "E&P UML". Ce méta-modèle a été établi à partir des éléments dans (Eriksson *et al.*, 2000).

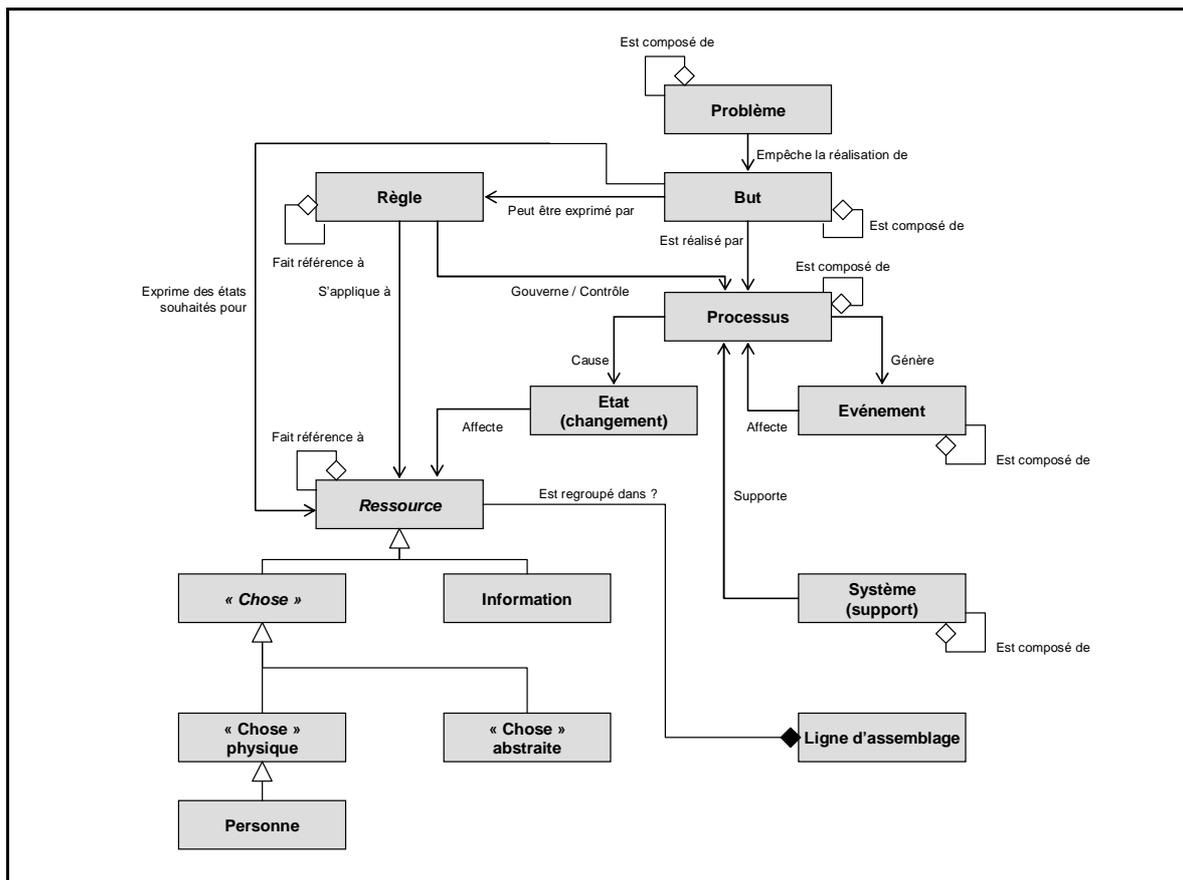


Figure I-60 : Méta-modèle conceptuel simplifié de "E&P UML"(d'après (Eriksson *et al.*, 2000))

4. Modèles et langages graphiques

4.1. Modèles et vues de modélisation

Le cadre méthodologique "E&P UML" permet d'obtenir avant tout des modèles graphiques. Nous recensons 16 principaux types de modèles métiers graphiques répartis dans les 4 vues de modélisation.

Pour la vue vision métier :

- **Matrice TOWS** (Threats, Opportunities, Weaknesses, Strengths) : synthèse de la situation de l'entreprise à travers l'évaluation des menaces, des opportunités, des faiblesses et des forces).
- **Modèle conceptuel** : représentation des principaux termes/objets métier au sein de l'entreprise (terminologie commune).
- **Diagramme de but/problème** : représentation de la décomposition des buts en sous-buts et des problèmes rencontrés pour les satisfaire.

Pour la vue processus métier :

- **Diagramme de processus** : représentation des processus métier, de leur collaboration, et de leurs principales caractéristiques (entrées, sorties, but, ressources).
- **Diagramme de processus avec couloirs** : représentation des processus selon l'organisation qui les pilote.
- **Diagramme de processus avec évènements** : représentation des liens entre processus à travers les évènements générés ou reçus par chacun d'entre eux.
- **Modèle hiérarchique des évènements** : représentation de la décomposition d'évènements en sous-évènements.
- **Diagramme de ligne d'assemblage** (Assembly Line Diagram): représentation des processus et de comment ils mobilisent ou produisent des objets, et plus particulièrement des informations appartenant à une même *ligne d'assemblage* (sous-système d'information).
- **Diagramme de cas d'utilisation** : représentation des aspects fonctionnels des systèmes (d'information ou support) considérés

Pour la vue structure métier :

- **Modèle de ressource** : représentation de l'organisation des ressources (notamment produits/services) dans l'entreprise.
- **Modèle d'information** : représentation de l'organisation des informations dans l'entreprise au sein des différents systèmes (d'information) : cas particulier du modèle de ressource.

- **Modèle d'organisation** : représentation de la structure organisationnelle de l'entreprise

Pour la vue comportement métier :

- **Diagramme métier d'état/transition** : représentation des différents états possibles, du comportement d'une ressource.
- **Diagramme métier de séquence** : représentation d'un scénario d'exécution de processus
- **Diagramme métier de collaboration** : représentation des liens entre informations, à travers des procédures de transformation.
- **Diagramme de topologie système** : spécification des systèmes (d'information ou support) considérés et de leurs dépendances

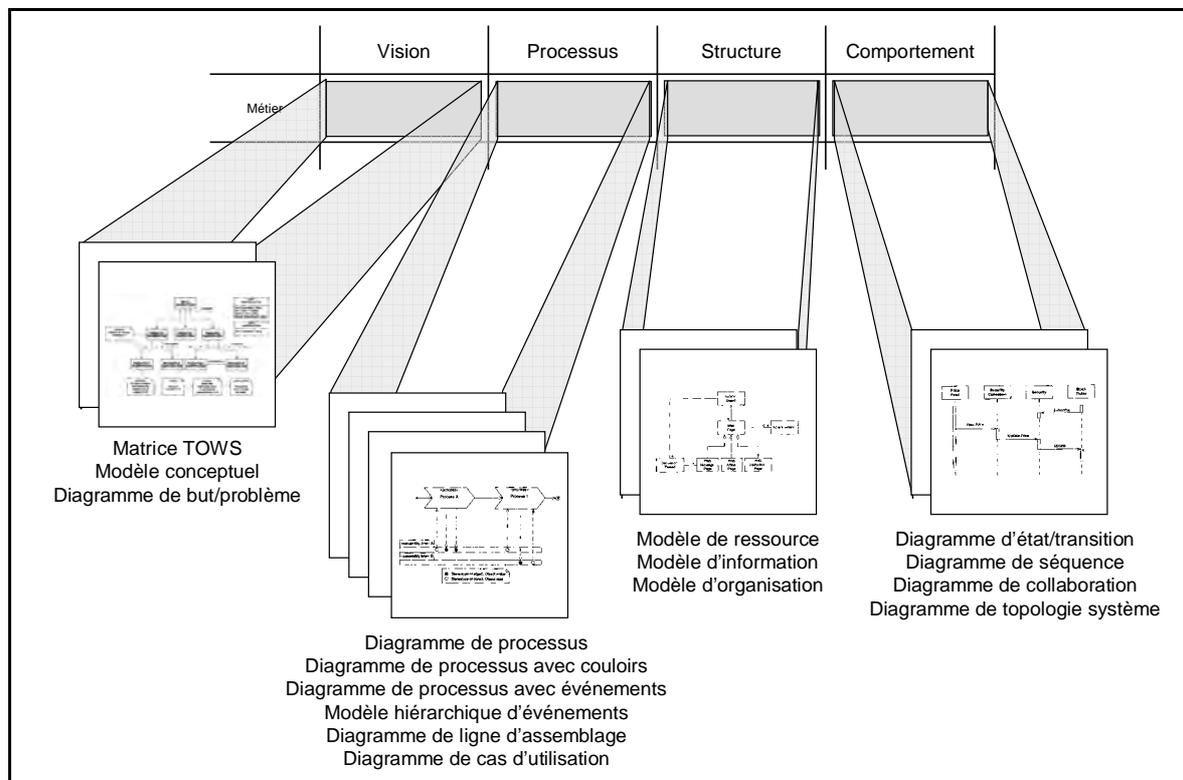


Figure I-61 : Modèles graphiques proposés pour le cadre méthodologique "E&P UML"

4.2. Langages graphiques

Le cadre méthodologique "E&P UML" s'appuie sur le langage UML, au même titre que d'autres langages très génériques pour la modélisation des systèmes tels que SysML (OMG, 2006). Certains formalismes sont ainsi enrichis par rapport aux formalismes proposés par UML. Nous présentons ici les formalismes employés pour la matrice TOWS (Figure I-62), les diagrammes de but/problème (Figure I-63), de processus (Figure I-64) et de ligne d'assemblage (Figure I-65).

	External Opportunities (O) 1. 2. 3. 4.	External Threats (T) 1. 2. 3. 4.
Internal Strengths (S) 1. 2. 3. 4.	SO <i>"Maxi-Maxi" Strategy</i> Strategies that use strengths to maximize opportunities.	ST <i>"Maxi-Mini" Strategy</i> Strategies that use strengths to minimize threats.
Internal Weaknesses (W) 1. 2. 3. 4.	WO <i>"Mini-Maxi" Strategy</i> Strategies that minimize weaknesses by taking advantage of opportunities.	WT <i>"Mini-Mini" Strategy</i> Strategies that minimize weaknesses and avoid threats.

Figure I-62 : Représentation générique de la matrice TOWS

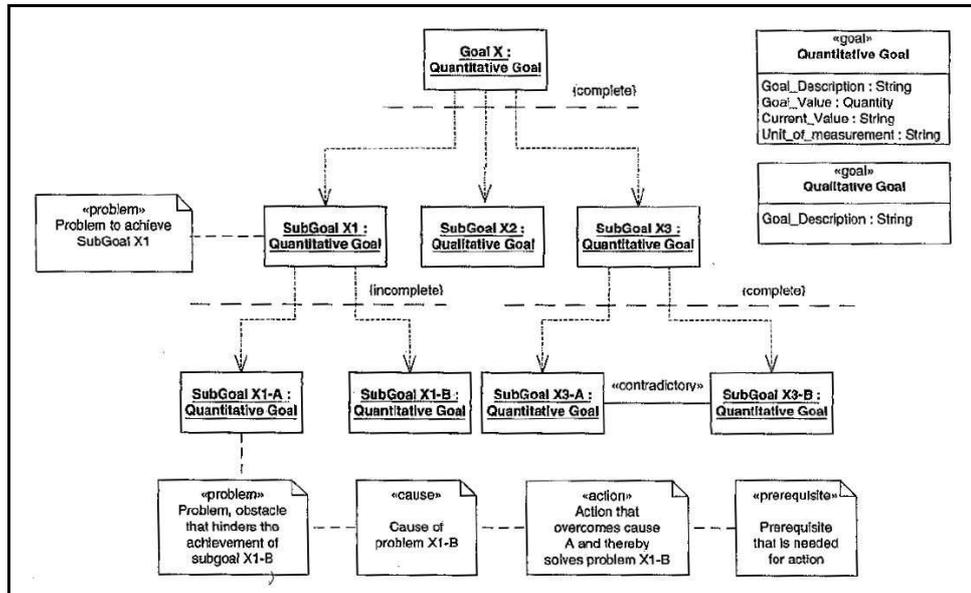


Figure I-63 : Représentation générique d'un diagramme de but/problème (Eriksson et al., 2000)

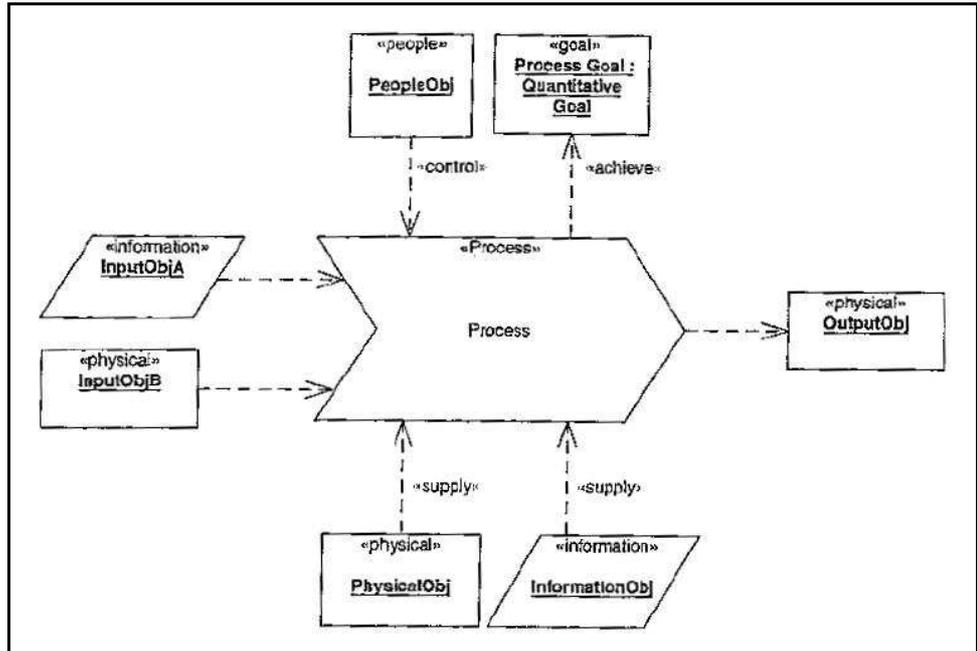


Figure I-64 : Représentation générique d'un diagramme de processus (Eriksson *et al.*, 2000)

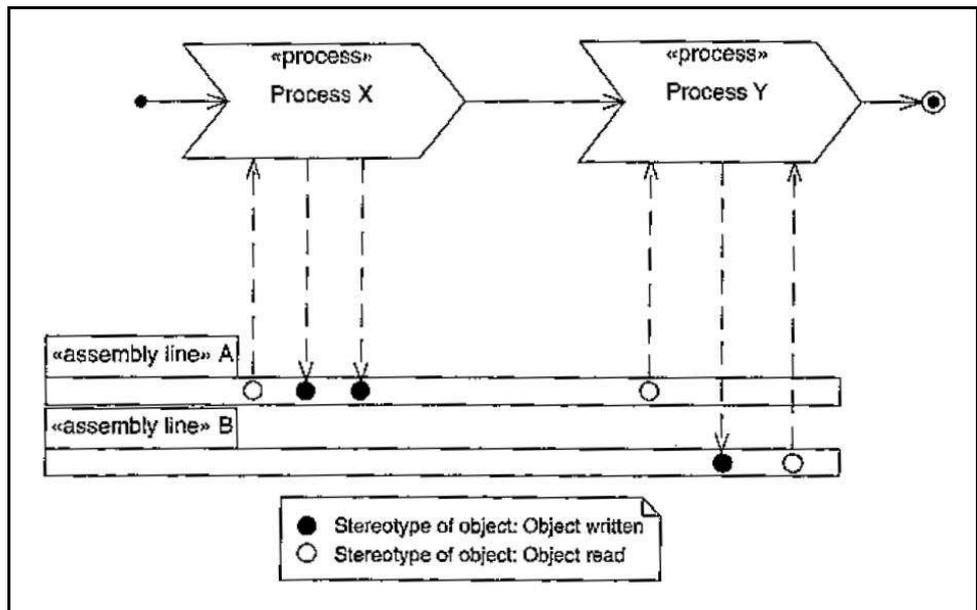


Figure I-65 : Représentation générique d'un diagramme de ligne d'assemblage (Eriksson *et al.*, 2000)

4.3. Exemple de modèles

	<p>Internal Strengths:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Strong R & D and Engineering 2. Strong Sales and Service Network 3. Efficient Production/Automation Capabilities 	<p>Internal Weaknesses:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Heavy Reliance on One Product (Although Several Less Successful Models were Introduced) 2. Rising Costs in Germany 3. No Experience With U.S. Labor Unions if Building Plant in the U.S.
<p>External Opportunities: (Also Consider Risks)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Growing Affluent Market Demands More Luxurious Cars with Many Options 2. Attractive Offers to Build an Assembly Plant in U.S. 3. Chrysler and American Motors Need Small Engines 	<p>SO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Develop and Produce Multiproduct Line with Many Options, in Different Price Classes (Dasher, Scirocco, Rabbit, Audi Line) (O₁ S₁ S₂) 2. Build Assembly Plant Using R & D, Engineering, and Production/Automation Experience (O₂ S₁ S₃) 3. Build Engines for Chrysler and AMC (O₃ S₃) 	<p>WO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Develop Compatible Models for Different Price Levels (Ranging from Rabbit to Audi Line) (O₁ W₁) 2. To Cope with Rising Costs in Germany, Build Plant in U.S., Hiring U.S. Managers with Experience in Dealing with U.S. Labor Unions (O₂ W₂ W₃)
<p>External Threats:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Exchange Rate: Devaluation of Dollar in Relation to Deutsche Mark (DM) 2. Competition from Japanese and U.S. Automakers 3. Fuel Shortage and Price 	<p>SI:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reduce Effect of Exchange Rate by Building a Plant in the U.S. (T₁ T₂ S₁ S₃) 2. Meet Competition with Advanced Design Technology - e.g. Rabbit (T₂ T₃ S₁ S₂) 3. Improve Fuel Consumption Through Fuel Injection and Develop Fuel Efficient Diesel Engines (T₃ S₁) 	<p>WT:</p> <p>A. Overcome Weaknesses by Making Them Strengths (Move Toward OS Strategy)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reduce Threat of Competition by Developing Flexible Product Line (T₂ W₁) <p>B. Possible Options not Exercised by VW:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Engage in Joint Operation with Chrysler or AMC 2. Withdraw From U.S. Market

Figure I-66 : Exemple de matrice TOWS (Wehrich, 1982)

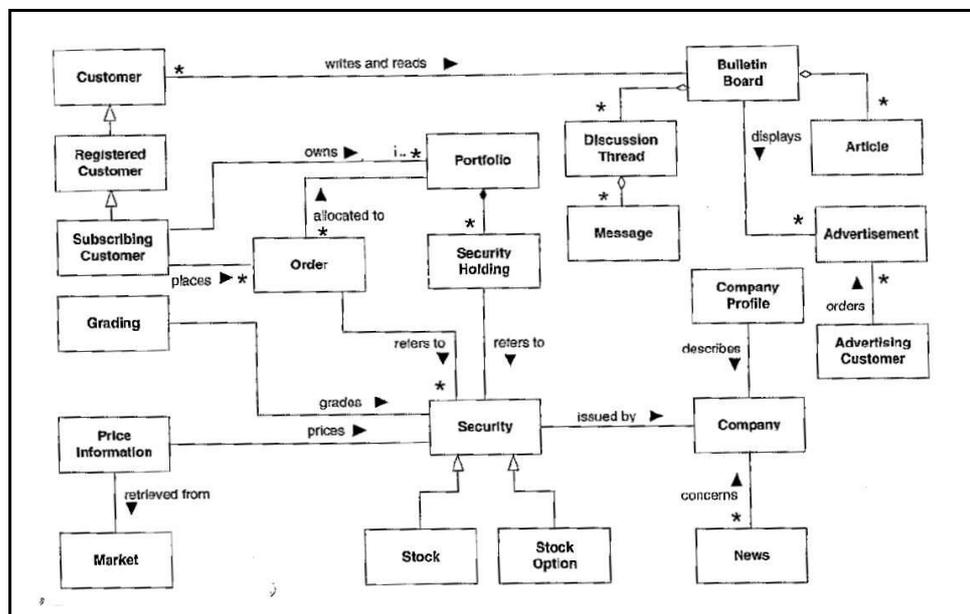


Figure I-67 : Exemple de modèle conceptuel (Eriksson et al., 2000)

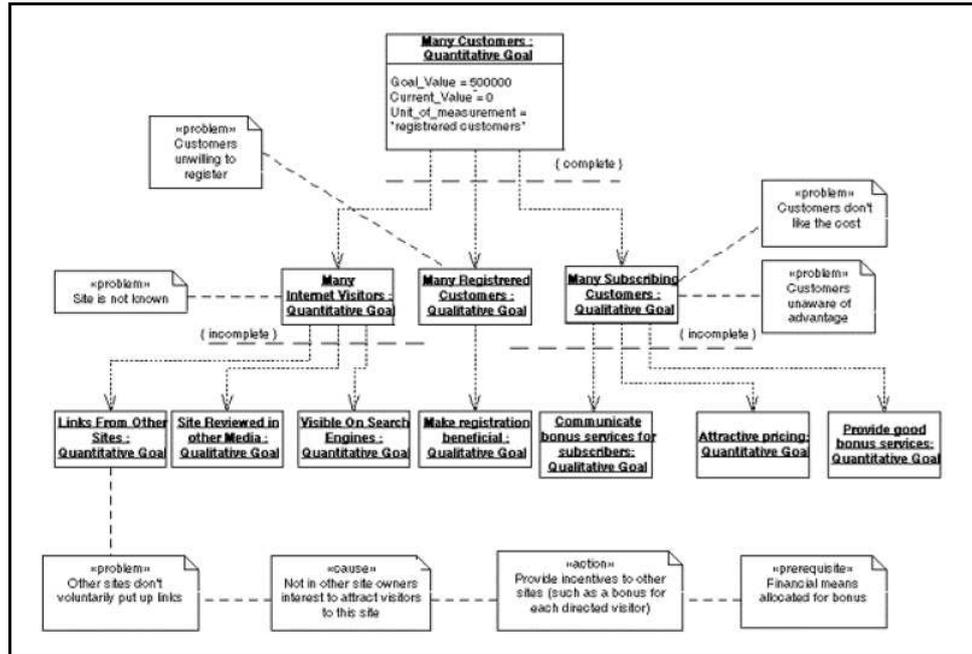


Figure I-68 : Exemple de diagramme de but/problem (Eriksson *et al.*, 2000)

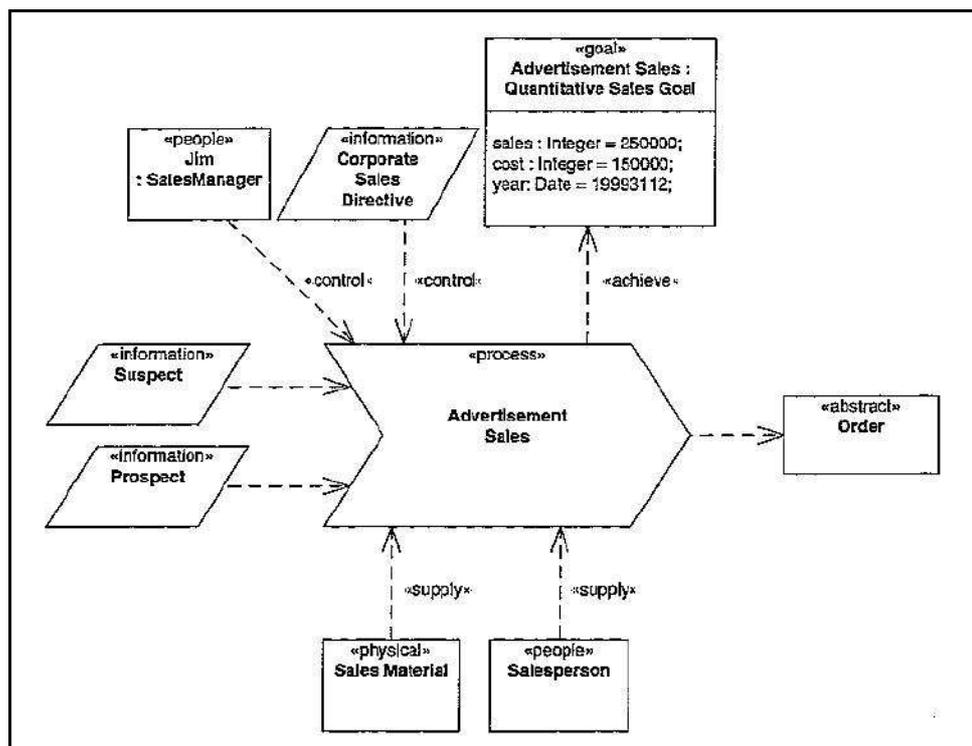


Figure I-69 : Exemple de diagramme de processus (Eriksson *et al.*, 2000)

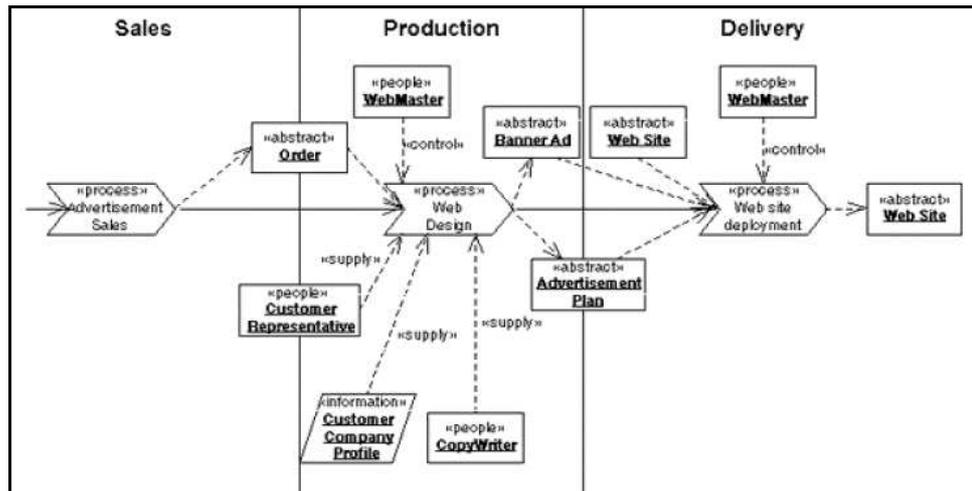


Figure I-70 : Exemple de diagramme de processus avec couloirs (Eriksson *et al.*, 2000)

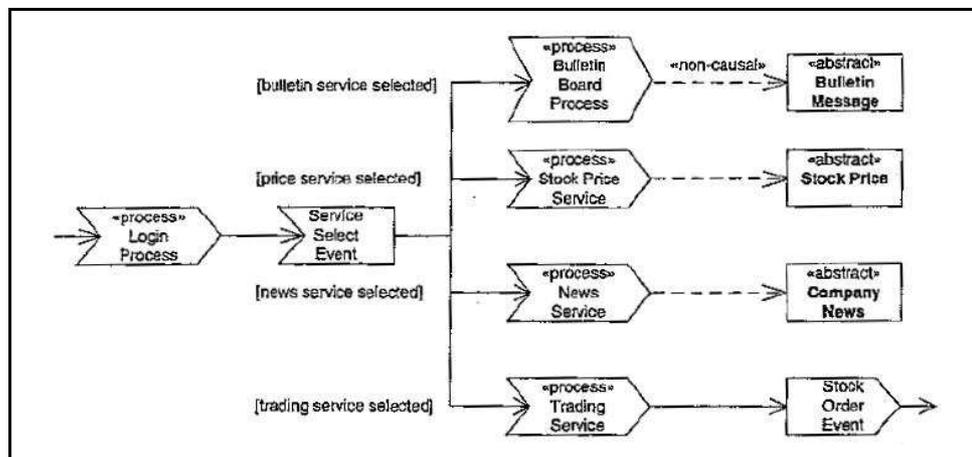


Figure I-71 : Exemple de diagramme de processus avec évènements (Eriksson *et al.*, 2000)

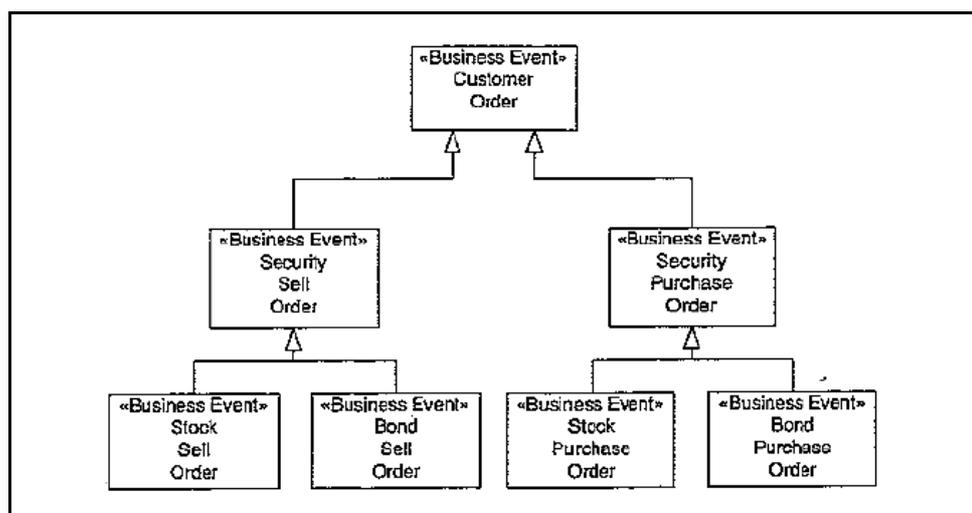


Figure I-72 : Exemple de modèle hiérarchique des évènements (Eriksson *et al.*, 2000)

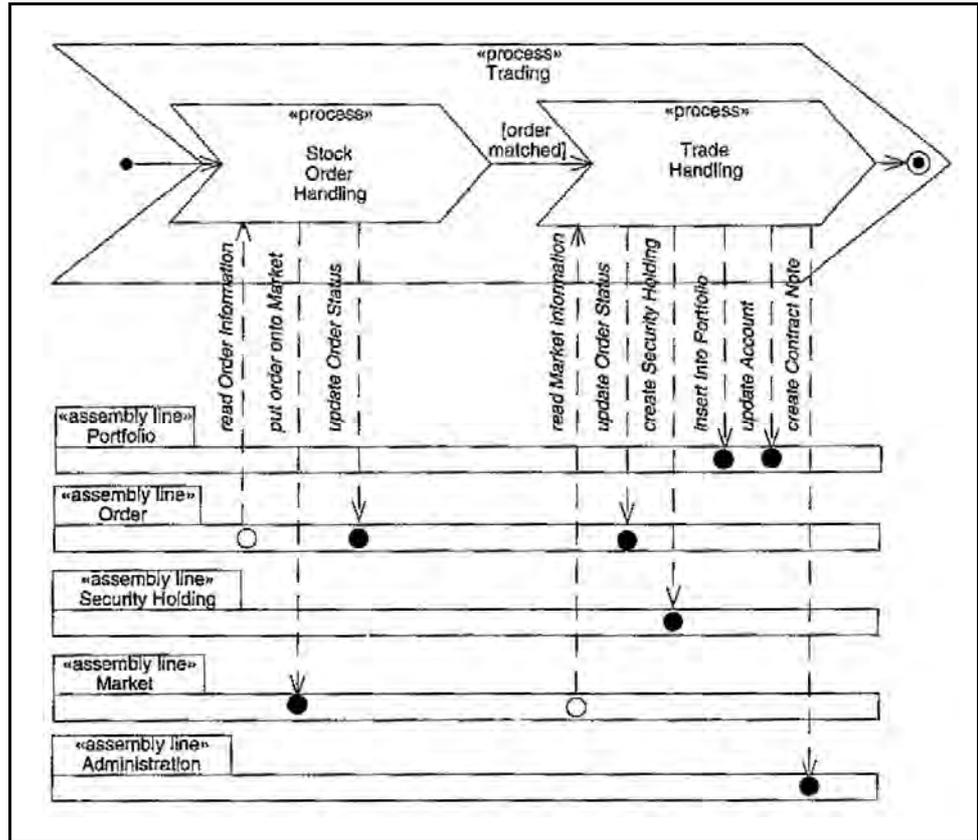


Figure I-73 : Exemple de diagramme de ligne d'assemblage (Eriksson *et al.*, 2000)

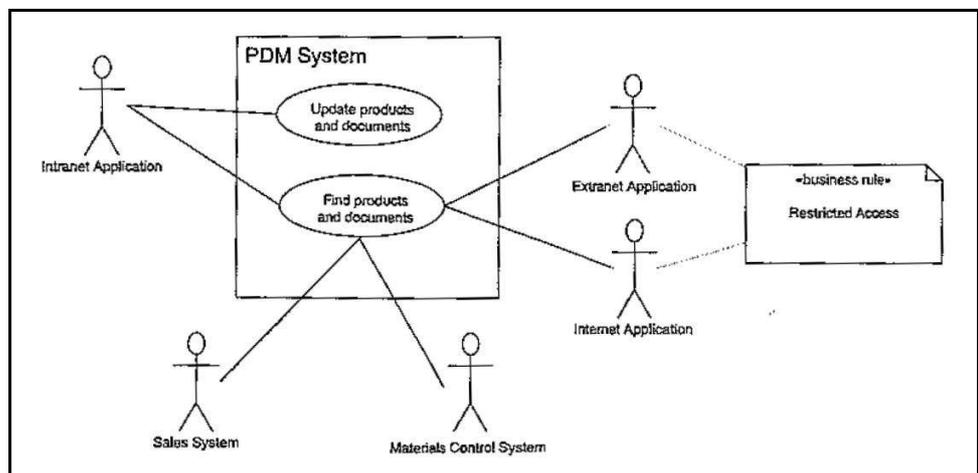


Figure I-74 : Exemple de diagramme de cas d'utilisation (Eriksson *et al.*, 2000)

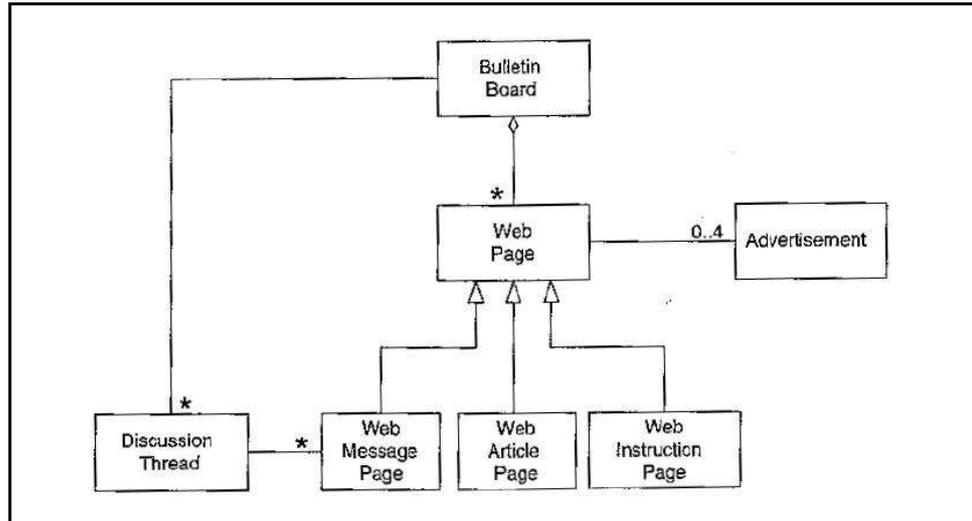


Figure I-75 : Exemple de modèle de ressource (Eriksson *et al.*, 2000)

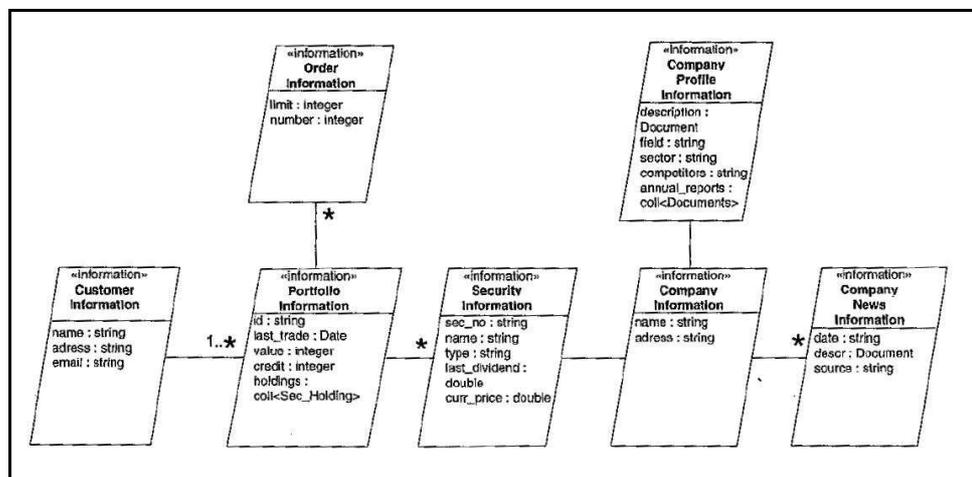


Figure I-76 : Exemple de modèle d'information (Eriksson *et al.*, 2000)

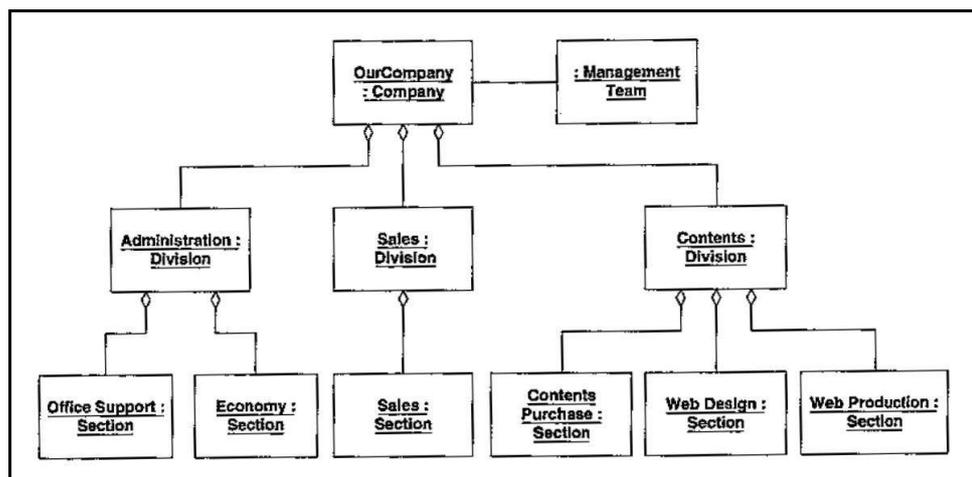


Figure I-77 : Exemple de modèle d'organisation (Eriksson *et al.*, 2000)

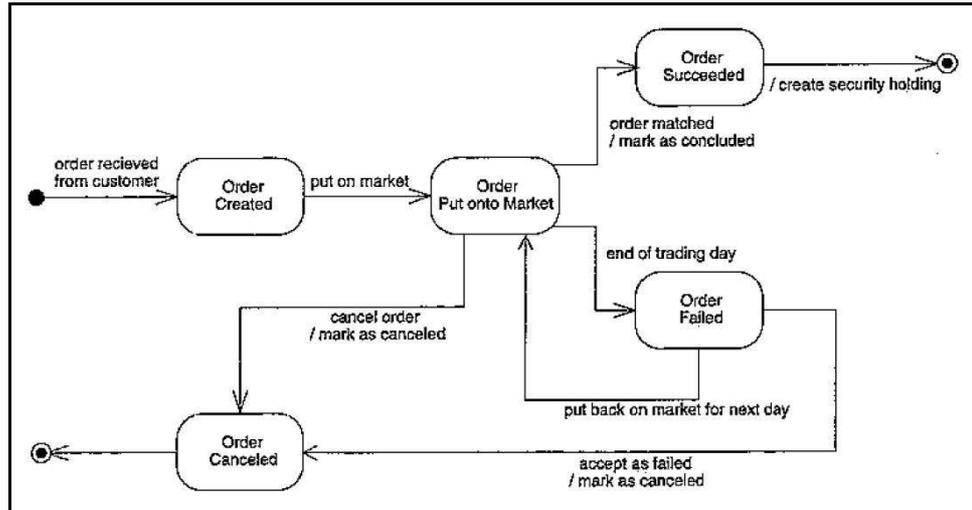


Figure I-78 : Exemple de diagramme d'état/transition de ressources (Eriksson *et al.*, 2000)

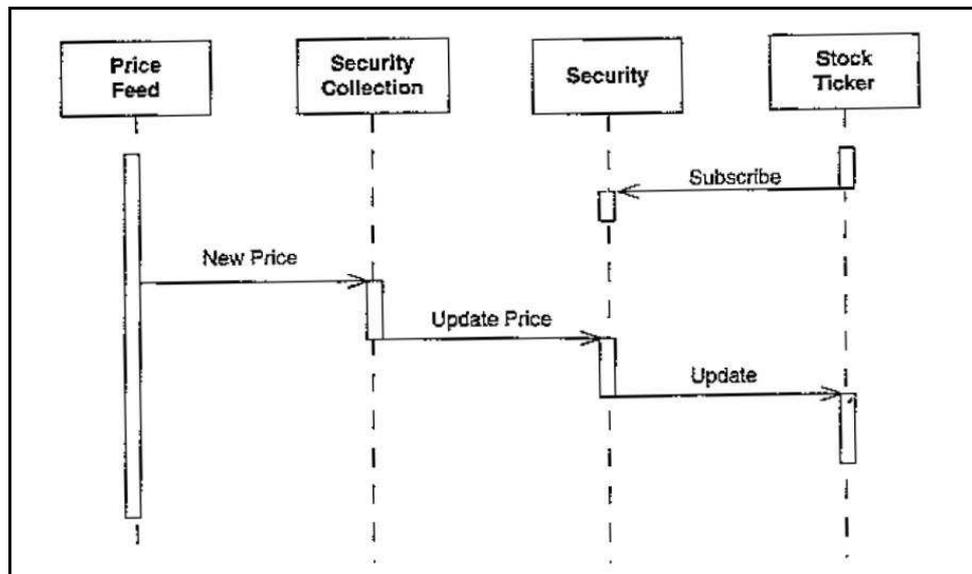


Figure I-79 : Exemple de diagramme métier de séquence (Eriksson *et al.*, 2000)

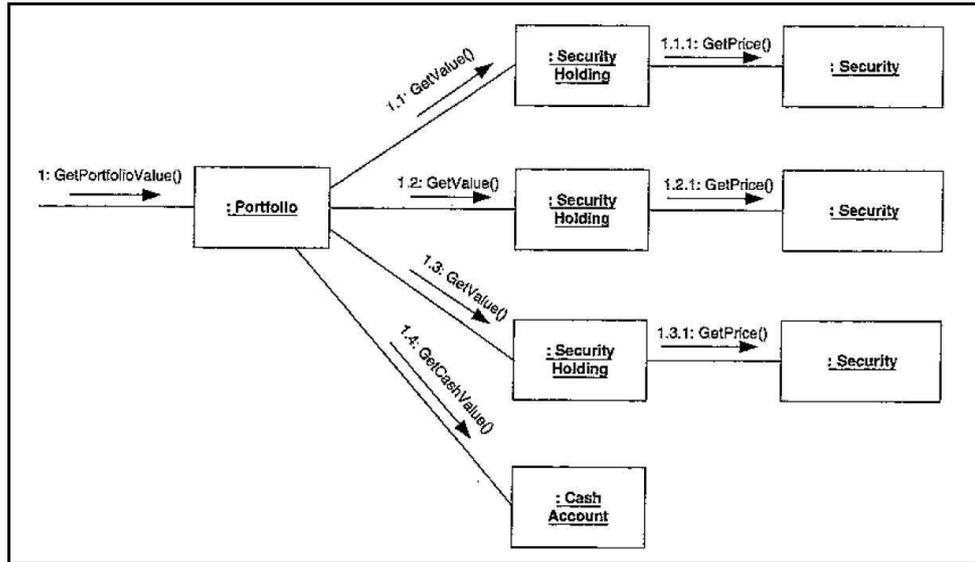


Figure I-80 : Exemple de diagramme métier de collaboration (Eriksson *et al.*, 2000)

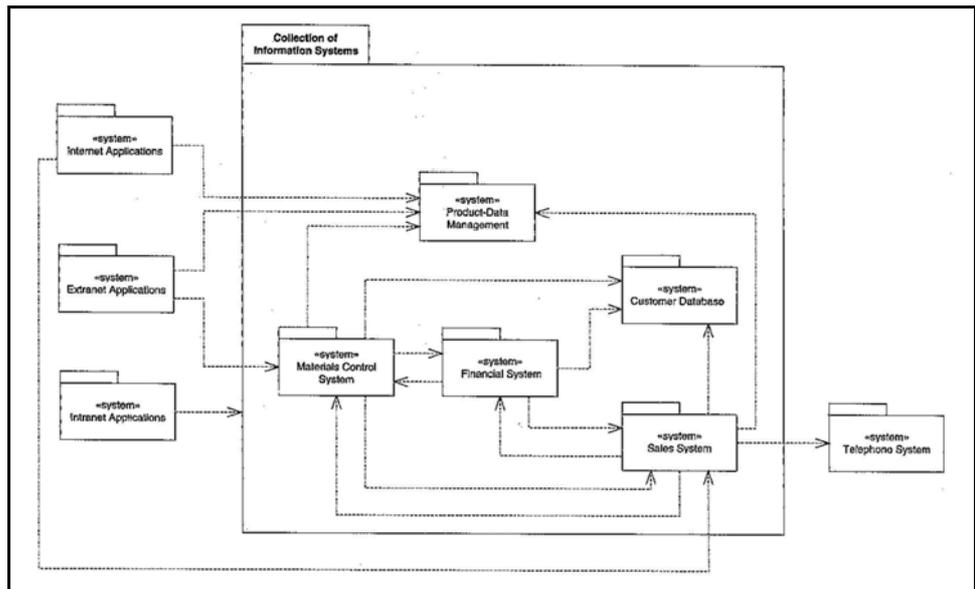


Figure I-81 : Exemple de diagramme de topologie système (Eriksson *et al.*, 2000)

Annexe I.6

Cadre Méthodologique MECI

1. Présentation générale

Le cadre méthodologique MECI (Modélisation d'Entreprise pour la Conception Intégrée) a été développé par au sein du projet AICOSCOP (Pourcel *et al.*, 2005b).

Le but de la modélisation MECI est de proposer une approche d'analyse et de conception de système de conduite de production.

Le système entreprise étudié est un système sociotechnique, système opératoire (unité organisationnelle) qui se compose d'un système opérant (ensemble d'acteurs mis à disposition des activités pour la réalisation effective des tâches opérationnelles de transformation des objets), d'un système de pilotage et d'un système d'information (Pourcel *et al.*, 2005b) (Figure I-82).

Pour plus d'informations sur le cadre méthodologique MECI, il convient de consulter les bibliographies suivantes (Bistorin *et al.*, 2006; Briquet *et al.*, 2005; Clémentz *et al.*, 2006; Pourcel *et al.*, 2005a; Pourcel *et al.*, 2002; Pourcel *et al.*, 2005b).

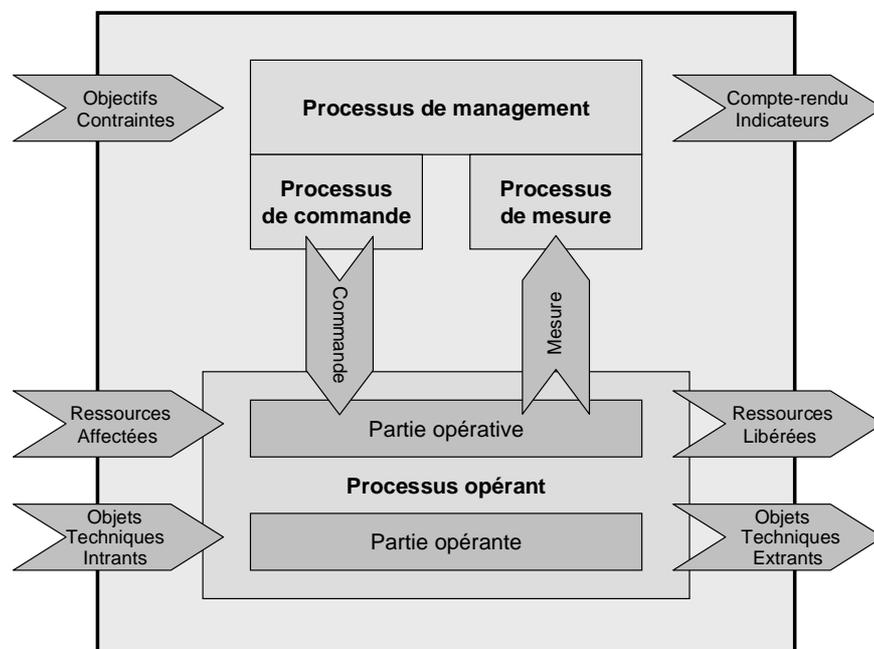


Figure I-82 : Représentation systémique de l'entreprise (système opératoire / unité organisationnelle) selon MECI (d'après (Pourcel *et al.*, 2005b))

2. Cadre de modélisation

2.1. Vues de modélisation

Les vues de modélisation proposées par le cadre méthodologique MECI sont au nombre de 3 :

- **Fonction et ressource** : description des activités et des processus qui composent le système socio-technique, spécification des tâches et ressources affectées
- **Organisation** : description des organes (composant d'organisation) du système socio-technique
- **Décision** : description des décisions (stratégique, adaptation, optimisation, opérationnel)

2.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation proposées par le cadre méthodologique MECI sont au nombre de 3 :

- **Réaliser l'avant-projet** : définition du cahier des charges du projet de modélisation
- **Modéliser le système** : Proposition d'une vision du système par l'élaboration d'un modèle
- **Utiliser le modèle** : utilisation du modèle pour mieux connaître le fonctionnement du système (simulation) et analyser les dysfonctionnements, pour procéder à un projet de réingénierie du système.

Analyse métier (expression besoin)	Spécification conception métier	Spécification conception technologique	Implémentation	Système
oui	oui	limité	non	→ SEF
	non	non	non	→ SIF

2.3. Dimension de généralité

Cette dimension n'est pas définie pour le cadre de modélisation MECI, même si la définition des concepts de base et des formalismes peut contribuer au niveau générique, si l'utilisation d'une typologie de processus et de décisions peut contribuer au niveau partiel et si l'élaboration des modèles peut contribuer au niveau particulier.

2.4. Représentation du cadre de modélisation

Il n'existe pas de proposition de représentation graphique pour le cadre méthodologique MECI.

3. Cadre conceptuel

3.1. Définition des concepts de base "constructs"

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts de base des langages de représentation utilisés dans le cadre méthodologique MECI. Ces concepts sont repris dans le méta-modèle que nous proposons (Figure I-83).

Le méta-modèle de MECI repose sur les concepts d'*objet technique*, *tâche*, *ressource*, *acteur*, *activité*, *processus*, *composant d'organisation*... La *tâche* permet de spécifier la transformation de l'*objet technique*. Les *ressources* (techniques ou humaines) sont les moyens de cette transformation et doivent posséder des *aptitudes* ou *compétences* pour réaliser la *tâche*. Cette réalisation est appelée *activité*. Elle s'insère dans un *processus opérant* ou *de conduite*, d'un *composant d'organisation*. Un *composant d'organisation* a pour intrant/extrant des *objets techniques* utilisés ou produits, des *objectifs* et *indicateurs de performance*, des *contraintes* et des *informations*.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Tâche	Enoncé d'un objectif d'obtention d'un objet technique appelé objet technique produit par modification des caractéristiques d'un ou plusieurs objets techniques appelés objets techniques primaires ou intermédiaires	Classe / Type Compétences et aptitudes requises Mission Délivrable Objectifs (coûts, délai, qualité) Piloté par (tâche de management) Spécifié par (tâche de conception)	"Tâche de contrôle d'un thermostat"

Objet technique (ou artificiel)	Entité du système durable dans sa spécificité. Tout objet, imaginé par l'homme et faisant l'objet de transformation, de maintenance ou de stockage dans un système.	Classe (Tangible ou non) Réalisé par (tâche) Spécifié par (tâche de conception)	"Thermostat"
Ressource	Moyen mis en œuvre pour réaliser une tâche	Classe / Type (humaine, technique) Spécification (aptitude, compétence) Recruté ou acquis par (tâche) Spécifié par (tâche)	"Opérateur n" "Ressource technique T"
Compétence	Combinaison de savoirs, de savoir-faire et de professionnalisme associée à une ressource humaine, elle-même associée à une ou plusieurs ressources de son environnement	Classe / Type Savoir Savoir-faire Savoir-être Professionnalisme Requise par (tâche) Fournie par (ressource) Spécifiée par (tâche)	"Savoir contrôler des thermostats"
Aptitude	Capacité pour une ressource technique ou financière ou naturelle à être associée à une ressource humaine pour réaliser une tâche	Classe / Type Spécification (ressource technique) Requise par (tâche) Fournie par (ressource) Spécifiée par (tâche)	
Acteur	Association de plusieurs ressources dont au moins une ressource humaine pour la réalisation d'une tâche	Classe / Type Composé de (ressource) Requis par (tâche) Spécifié par (tâche de conception)	"Acteur N"
Activité	Réalisation concrète d'une tâche par un acteur	Classe / Type Composant de (processus) Composée de (activité?) Tâche à réaliser Acteur Indicateur de coût Indicateur de qualité Pilotée par (activité de pilotage) Spécifiée par (activité de conception)	"Identifier processus"
Environnement	(Pas de définition proposée)	-	
Processus	Ensemble d'activités totalement ou partiellement ordonnées dont la mission est de réaliser tout ou partie du programme ou du projet d'un système sociotechnique	Classe / type Composant de (composant d'organis.) Composé de (activité) Acteur affecté Objets techniques intrants/extrants, 1 ^{aires} / 2 ^{aires} Piloté par (processus) Spécifié par (processus)	"Maintenir des objets et des ressources techniques"
Processus de mesure¹	Processus chargé du recueil et mise en forme de toutes les informations nécessaires à la compréhension du fonctionnement du processus opérants et alimentant les indicateurs liés aux objectifs de l'ensemble	Domaine d'activité (mesurer, évaluer)	"Mesurer l'état d'une activité, la performance"

Processus opérant	Processus opérationnel et de soutien. Comporte une partie opérante (flux d'objets techniques à transformer) et une partie opérative (flux d'acteurs chargés de la réalisation des tâches affectées au processus opérant)	Domaine d'activité opérationnel (concevoir, fabriquer, acquérir, distribuer) Domaine d'activité de soutien (maintenir, gérer, comptabiliser)	"Concevoir un objet technique, une tâche"
Processus de pilotage¹ (ou de management)	Processus dont le rôle est d'assurer la coordination de la réalisation des différentes tâches du processus opérant. Ce processus reçoit de son environnement des objectifs et des contraintes, des informations sur l'état du processus opérant. Ce processus "produit" des messages de commande à destination des acteurs du processus opérant et les indicateurs de performance destinés aux entités de coordination des composants d'organisation du système	Domaine d'activité (décider, aider à la décision)	"Préparer des projets" "Fixer des objectifs"
Processus de commande¹	Processus chargé de la mise en forme et de la transmission des messages de commande en direction du processus opérant	Domaine d'activité	
Composant d'organisation (ou unité organisationnelle)	Organe du système sociotechnique. Un composant d'organisation a pour mission de transformer une collection d'objets techniques (tangibles ou symboliques) (intrants) en une collection d'objets techniques (extrants) transformés suivant un programme et dans le cadre d'objectifs et de contraintes fixés par son environnement. Cette transformation est réalisée par un ensemble de ressources qui lui sont affectés. Il doit émettre un compte-rendu d'activités à son environnement		"Direction générale" "Service achat"
Objectif	Finalité d'un composant d'organisation. Eléments permettant d'orienter la réalisation des tâches d'un composant d'organisation		
Facteur clé de succès	Facteur contribuant de manière décisive à la performance de l'entreprise		"Améliorer la qualité"
Indicateur de performance	Elément permettant d'évaluer la performance d'un composant d'organisation. Donnée quantifiée qui mesure l'efficacité de tout ou partie d'un processus ou d'un système par rapport à une norme, un plan ou un programme, un objectif déterminé et accepté, dans le cadre d'une stratégie		
Contrainte	Caractéristique fixée par l'environnement et considérée comme non relaxable par le système opératoire considéré.		
Information	Donnée précisant l'environnement du système opératoire et de son état.		
Décision	Moment fort où cesse l'hésitation. On renonce à la recherche de solutions au problème posé et on choisit, parmi l'ensemble des solutions, celle qui paraît comme la plus opportune	Phase du cycle de vie (conception, production, distribution, maintenance, extinction) Niveau de décision	
Décision d'ingénierie	Décision concernant la spécification de toutes les entités (objet, tâche, compétence, ressource humaine et technique, processus). Elle concerne également l'organisation et la structuration du système sociotechnique en composant d'organisation.		"Décider de faire ou de faire-faire une tâche" "Spécifier un objet technique"
Décision de conduite	Décision concernant la mise en œuvre des ressources et la circulation des objets techniques entre les activités et entre les processus. Elle est guidée par les objectifs fixés à atteindre et encadrés par les contraintes imposées. Elle est prise par la partie processus de pilotage des processus de conduite.		"Lancer un programme de recyclage" "Lancer un programme de production"

4. Modèles et langages graphiques

4.1. Modèles et vues de modélisation

Le cadre méthodologique MECI permet d'obtenir avant tout des modèles formels ("tableau") (Pourcel *et al.*, 2002). Nous recensons 2 principaux types de modèles graphiques portant sur la vue fonction (Pourcel *et al.*, 2005b) :

- **Carte de processus** : cartographie des principaux processus selon la typologie de processus de la norme ISO 9000 et 9001 (AFNOR, 2000b; AFNOR, 2005b)
- **Modèle détaillé de processus**: description détaillé d'un processus et de sa décomposition en tâches et activités.

D'autres modèles graphiques, issus du logiciel ADONIS, font désormais leur apparition tels que le modèle Facteur clés de succès (FCS) (Clémentz *et al.*, 2007).

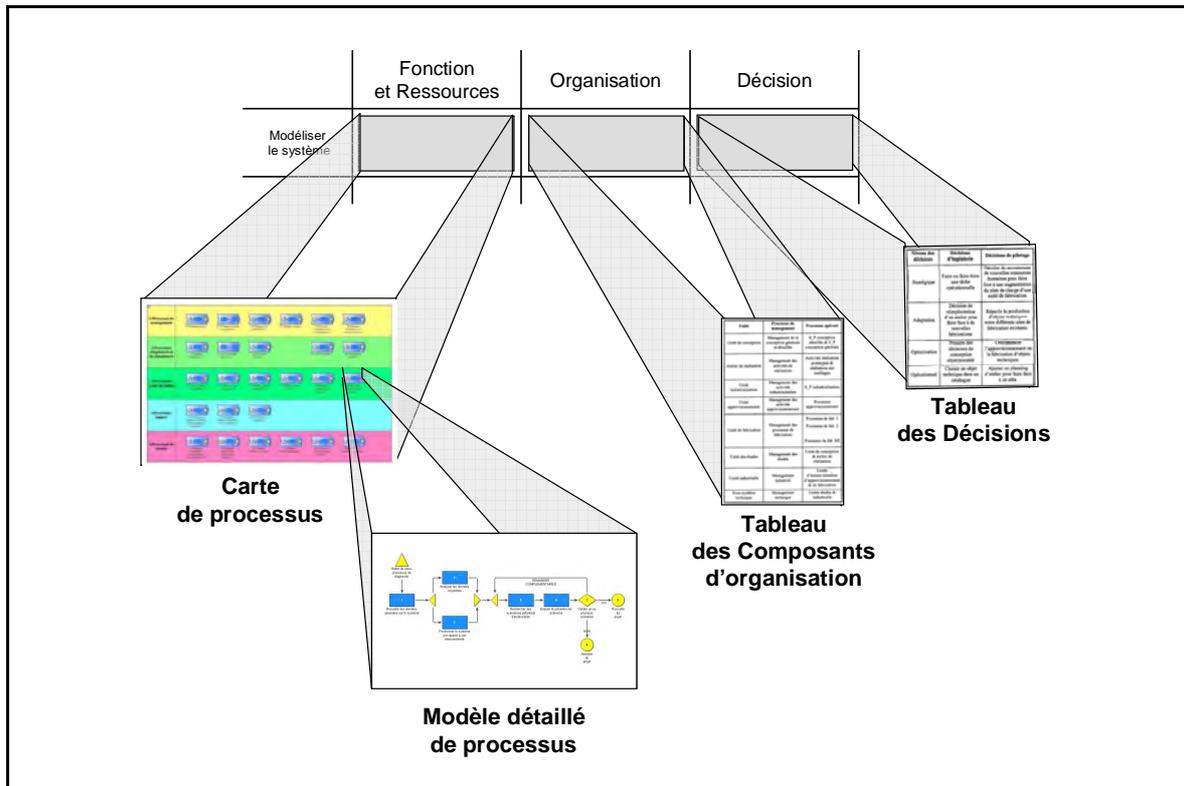


Figure I-84 : Modèles graphiques proposés par le cadre méthodologique MECI

4.2. Langages graphiques

Le cadre méthodologique MECI s'appuie désormais sur les langages graphiques proposés par le logiciel ADONIS. Nous constatons ainsi une "dérive" par rapport aux formalismes initialement proposés pour la représentation des activités, des processus et des composants d'organisation (unités organisationnelles) MECI.

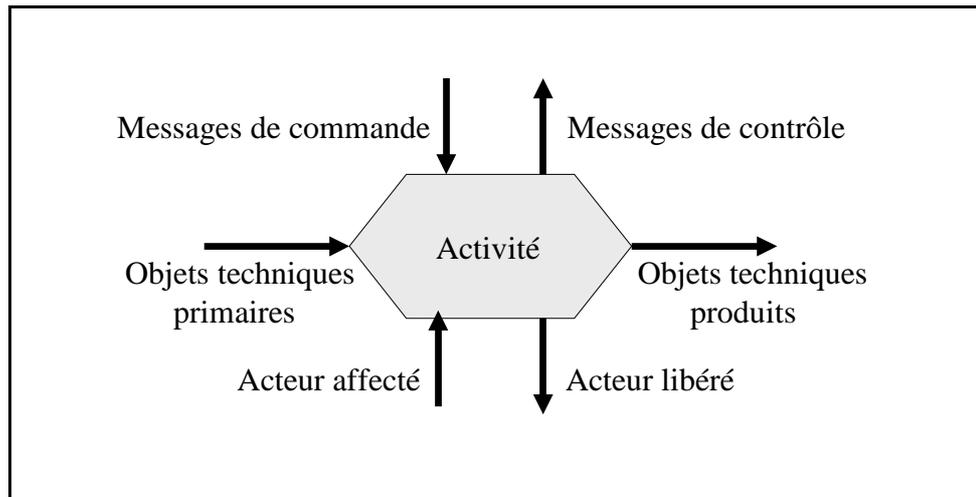


Figure I-85 : Représentation de l'activité MECI (Pourcel *et al.*, 2002)

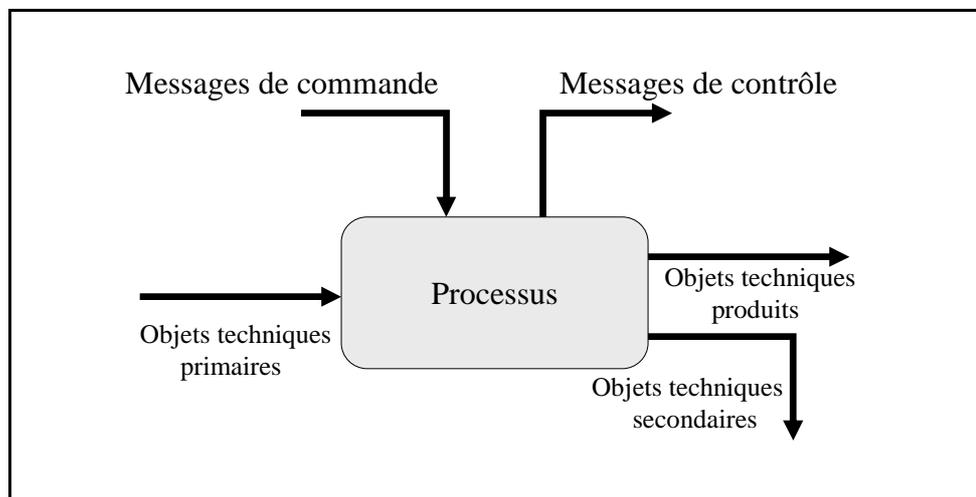


Figure I-86 : Représentation du processus MECI (Pourcel *et al.*, 2002)

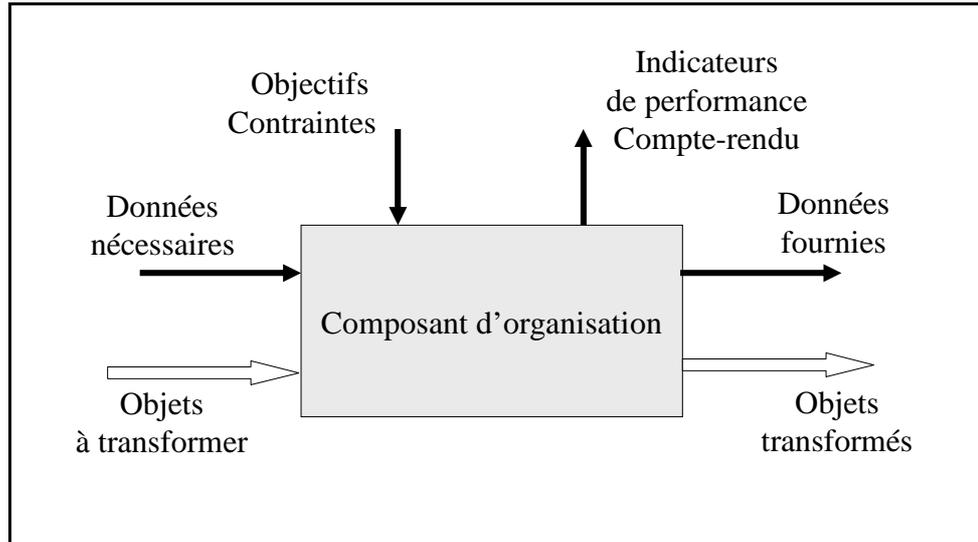


Figure I-87 : Représentation d'un composant d'organisation (unité organisationnelle) MECI (Pourcel *et al.*, 2002)

4.3. Exemple de modèles



Figure I-88 : Exemple de carte de processus (Pourcel, 2007)

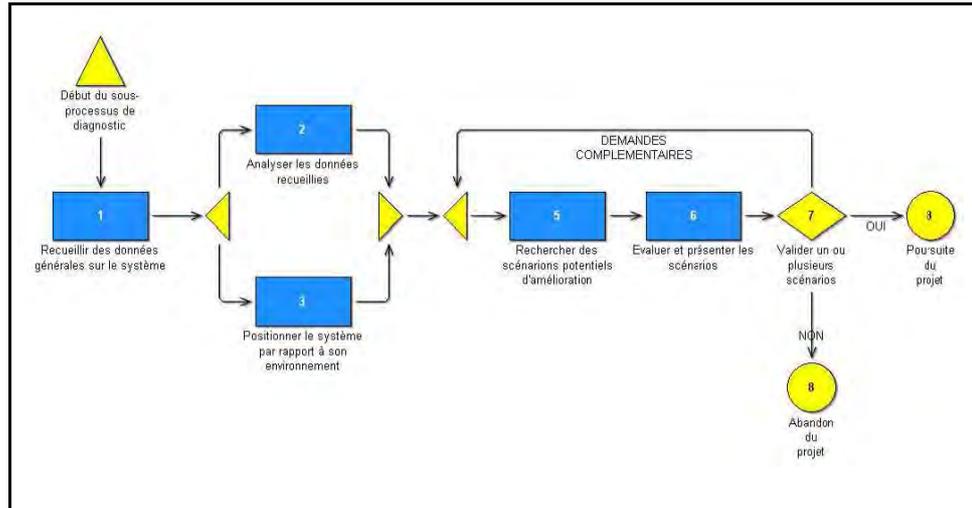


Figure I-89 : Exemple de modèle détaillé de processus (Clémentz *et al.*, 2006)

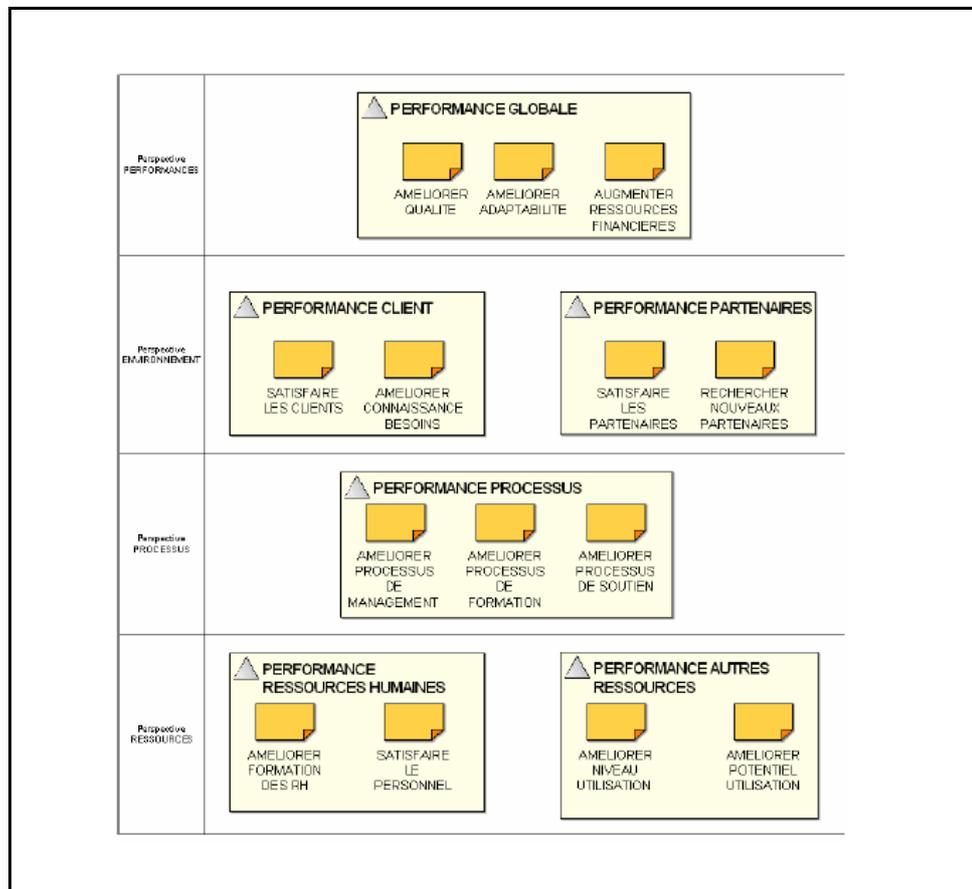


Figure I-90 : Exemple de modèle facteur clés de succès (FCS) (Clémentz *et al.*, 2007)

Annexe I.7

Cadre Méthodologique AMS

1. Présentation générale

Le cadre méthodologique AMS (Analyse Modulaire des Systèmes de Gestion) a été développé par Jacques Mélése (Mélése, 1984). Il a inspiré notamment la définition du cadre méthodologique GRAI/GIM (Doumeings, 2006).

Le but de la modélisation AMS est de fournir un cadre d'analyse et une démarche participative d'action pour les acteurs concernés par l'introduction de nouvelles technologies et le changement de l'organisation.

Le système entreprise étudié est plongé dans un milieu socio-économique et divisé en 3 niveaux : le niveau stratégique en interaction étroite avec le milieu extérieur (niveau 1), le niveau de pilotage (système de gestion – niveau 2) et le niveau technologique représentant le système opérant (niveau 3) (Figure I.91). La modélisation AMS vise à modéliser le système de gestion.

Pour plus d'informations sur le cadre méthodologique AMS, il convient de consulter la bibliographie sur la méthode (Mélése, 1984).

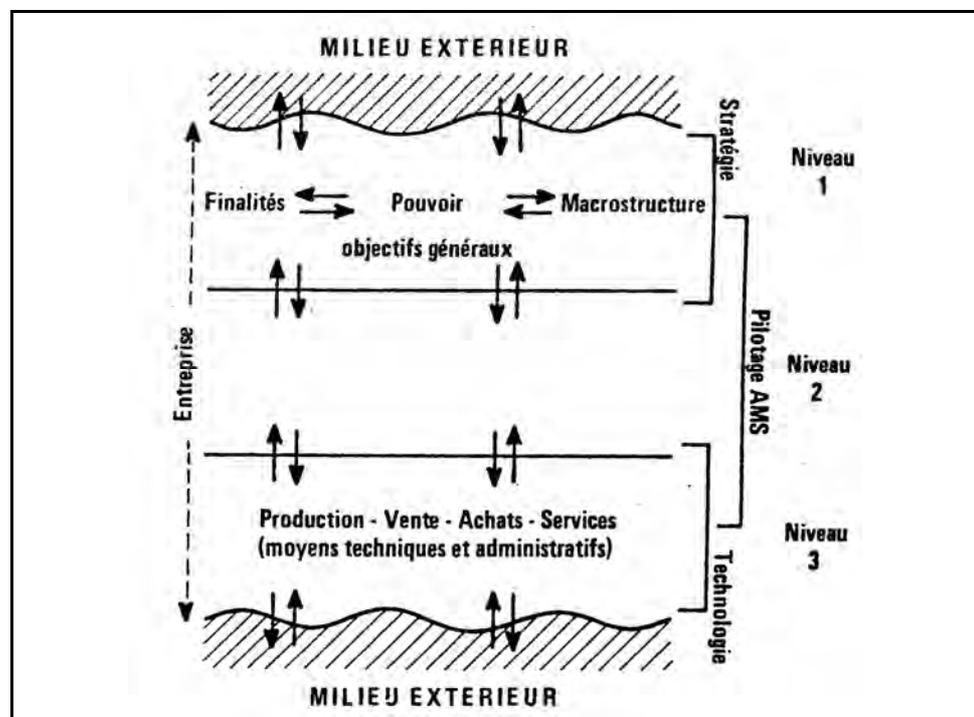


Figure I-91 : Représentation du système entreprise selon la méthode AMS (Mélése, 1984)

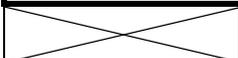
2. Cadre de modélisation

2.1. Vues de modélisation

Le cadre méthodologique AMS ne définit pas de véritable cadre de modélisation. Les vues de modélisation ne sont donc pas définies, même si de nombreux aspects sont représentés dans un même type de modèle (organisation, décision, finalités, fonction, ...). Nous pouvons considérer qu'il n'existe qu'une seule **vue Organisation/décision** pour le cadre méthodologique AMS.

2.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation d'entreprise ne sont également pas définies. Jacques Mélése vise toutefois à distinguer 3 phases dans sa démarche comme l'analyse métier, les spécifications de conception métier et de conception technologique.

Analyse métier (expression besoin)	Spécification conception métier	Spécification conception technologique	Implémentation	Systeme
oui	oui	limité	Non	→ SEF
	limité (SII)	limité (SII)	Non	→ SIF

2.3. Dimension de généricité

Cette dimension n'est pas définie pour le cadre de modélisation AMS, même si la définition des concepts de base et des formalismes peut contribuer au niveau générique, et si l'élaboration des modèles peut contribuer au niveau particulier.

2.4. Représentation du cadre de modélisation

Il n'existe pas de proposition de représentation graphique pour le cadre méthodologique AMS.

3. Cadre conceptuel

3.1. Définition des concepts de base "constructs"

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts de base du langage de représentation utilisé dans le cadre méthodologique AMS. Ces concepts sont repris dans le méta-modèle que nous proposons (Figure I-92).

Le méta-modèle du cadre AMS est basé sur la fonctionnalité d'un système qui vise à introduire des changements dans les flux qui le traversent. Il est basé sur la décomposition d'un système en : un *système de pilotage* (moyens et flux qui assurent les transformations de matières, produits, services), un *système technologique* (moyens et flux qui assurent la transformation des directives de contrôle et de régulation du système technologique) et un *système d'information et de mesure* (moyens et flux qui assurent la saisie, la transformation, le traitement et la distribution de l'information).

Une activité AMS est représentée sous forme d'un couple *module de pilotage* et *module technologique* muni d'*entrées*, de *sorties*, de *variables d'actions* et de *variables essentielles*.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Activité	Couple Module de pilotage – module technologique		
Mission	Mission de l'activité, décrite par une fonction et des buts. Aussi appelé finalité, elle exprime la raison d'être d'un système, d'une activité.	Fonction Buts	
Module technologique (MT)	Module qui effectue les transformations sur les flux d'entrées/sorties correspondant aux missions techniques ou administratives de l'organisme. Les MT peuvent être considérés comme des machines, ce sont des modules taciturnes (qui ne "parlent" pas à d'autres modules). Quand il s'agit d'opérations administratives, on peut le nommer module de traitement (MT)		"machine" "usinage" "Processus de production, d'entretien, de transport, de paie, de prévision"??
Module de pilotage (MP)	Module qui a pour mission de contrôler et de réguler les transformations opérées par les MT. Les MP sont des modules parlants qui communiquent des informations et des directives à d'autres modules. Ils effectuent eux-mêmes des transformations entre des variables de contrôles entrantes et sortantes.		"Chef d'atelier"
Facteur interne	Moyens (équipements, personnels), méthodes, règles, éléments de contrôle interne (pour les MT), modèles de gestion (pour les MP) qui concourent dans les MT et MP à la réalisation de la mission et de la transfo.		"Equipement" "Personnel" "Méthode", "Règle" "Modèle de gestion"
Flux technologique principal	Flux entrant/sortant qui justifie l'existence d'un MT, c'est à dire sa mission essentielle. Ces flux subissent la transformation caractéristique du MT		"Matière première" "Ebauche" "Pièces"
Flux technologique secondaire	Flux entrant nécessaire à la réalisation de la transformation ou flux sortant de produits secondaires		"Outillage" "Air Comprimé" "Rebut"
Flux opératif	Information nécessaire à la réalisation d'un module. Entrée/sortie d'un MP et MT.		"Gamme"

Flux informatif	Information utile à un module. Entrée/sortie d'un MT et d'un MP. En entrée d'un MP, les flux informatifs internes véhiculent des infos sur le fonctionnement de l'activité qui transportent, d'une part des éléments de contrôle interne au MT et d'autre part, les valeurs des variables essentielles. Les flux informatifs externes véhiculent des infos utiles mais non nécessaires.	Interne/Externe	"Informations sur montage"
Variable de contrôle	Directives imposées au pilote par un niveau supérieur. En entrée du MP, ces variables fixent les objectifs à atteindre ainsi que les règles et contraintes de gestion. Ces variables sont alors détaillées, précisées et adaptées en fonction des informations que le MP reçoit du MT et de l'extérieur pour les transmettre au MT.		"Programme mensuel"
Objectif	Valeur visée des variables essentielles. Les objectifs précisent les buts par des critères d'évaluation assortis d'un niveau à atteindre.		"accroître la part de marché"
Variable de réglage	Possibilité d'action sur le MT à la discrétion du pilote dans la limite de ses latitudes décisionnelles. Ces variables se distinguent des variables de contrôle : le MP ne reçoit pas, à période régulière, des directives à détailler mais est libre de jouer dans certaines limites		"Affectation des personnes"
Variable essentielle	Variable qui repère la réalisation de la mission du MT vis-à-vis de l'extérieur. "Si l'activité du module était extérieure à l'entreprise, la variable essentielle correspondrait au critère de jugement de la réussite de la mission et de ses perf."	Type (activité ou quantité/qualité du produit, coûts, efficacité)	"Nbre de produits/j" "Coût matière" "Délai de livraison" "Indicateur"
Analyseur d'information	Entité qui permet de calculer les valeurs des variables essentielles		

Tableau I-9 : Concepts de base du cadre méthodologique AMS (d'après (Mélèse, 1984))

3.2. Méta-modèle

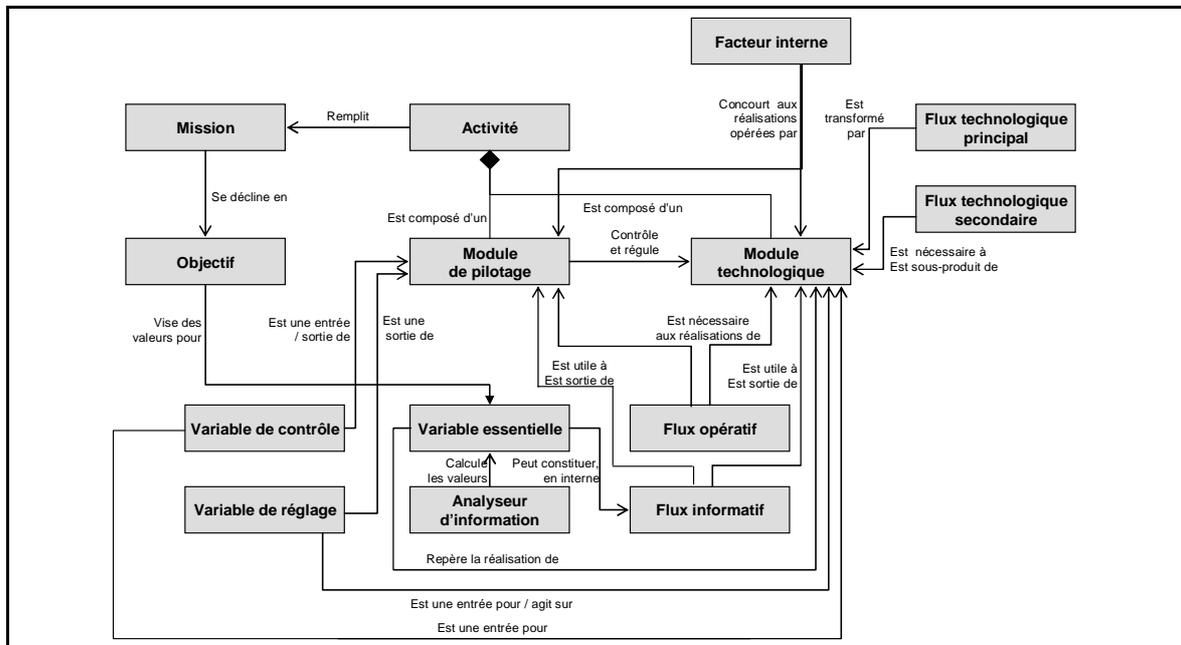


Figure I-92 : Méta-modèle simplifié du cadre AMS (d'après (Mélèse, 1984))

4. Modèles et langages graphiques

4.1. Modèles et vues de modélisation

Le cadre méthodologique AMS permet d'obtenir un type principal de modèle appartenant à la seule vue "organisation/décision" :

- **Représentation modulaire/organique** de l'entreprise : décomposition des activités et modules de l'entreprise en modules technologiques et de pilotage, et description des principaux flux.

4.2. Langages graphiques

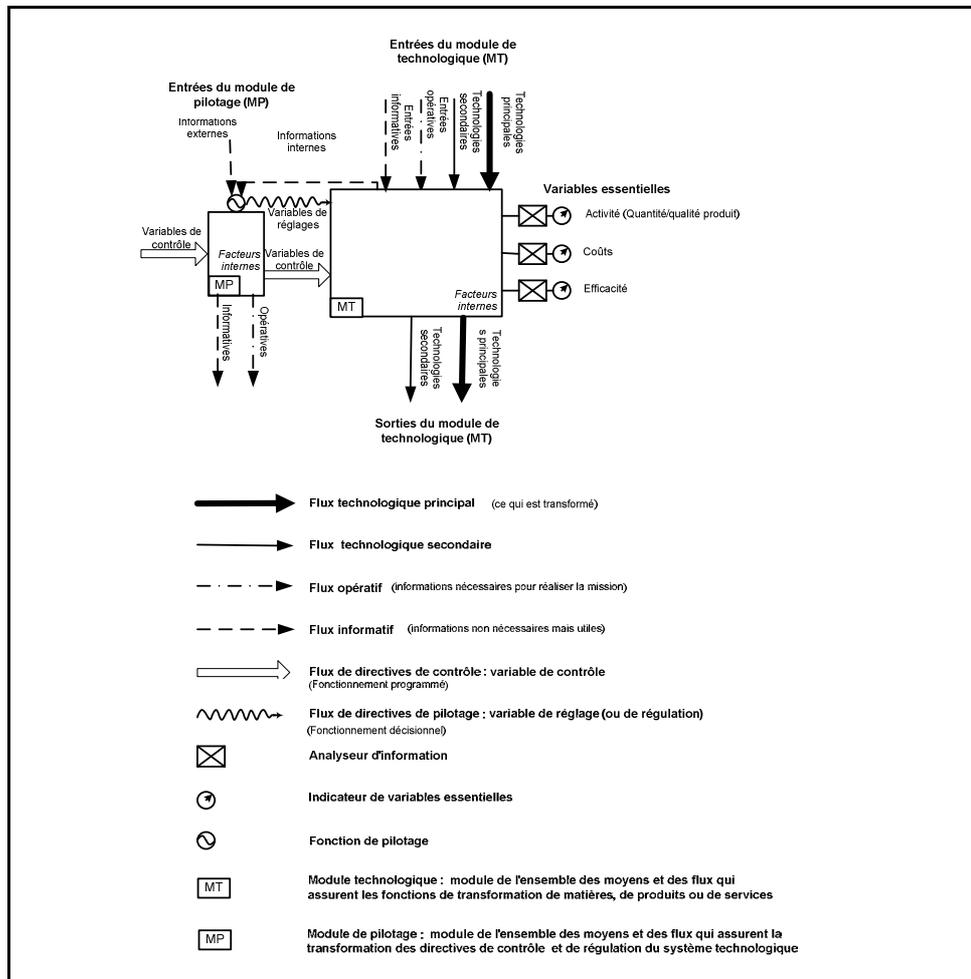


Figure I-93 : Représentation de l'activité AMS en couple "module de pilotage – module technologique" (d'après (Mélèse, 1984))

4.3. Exemple de modèles

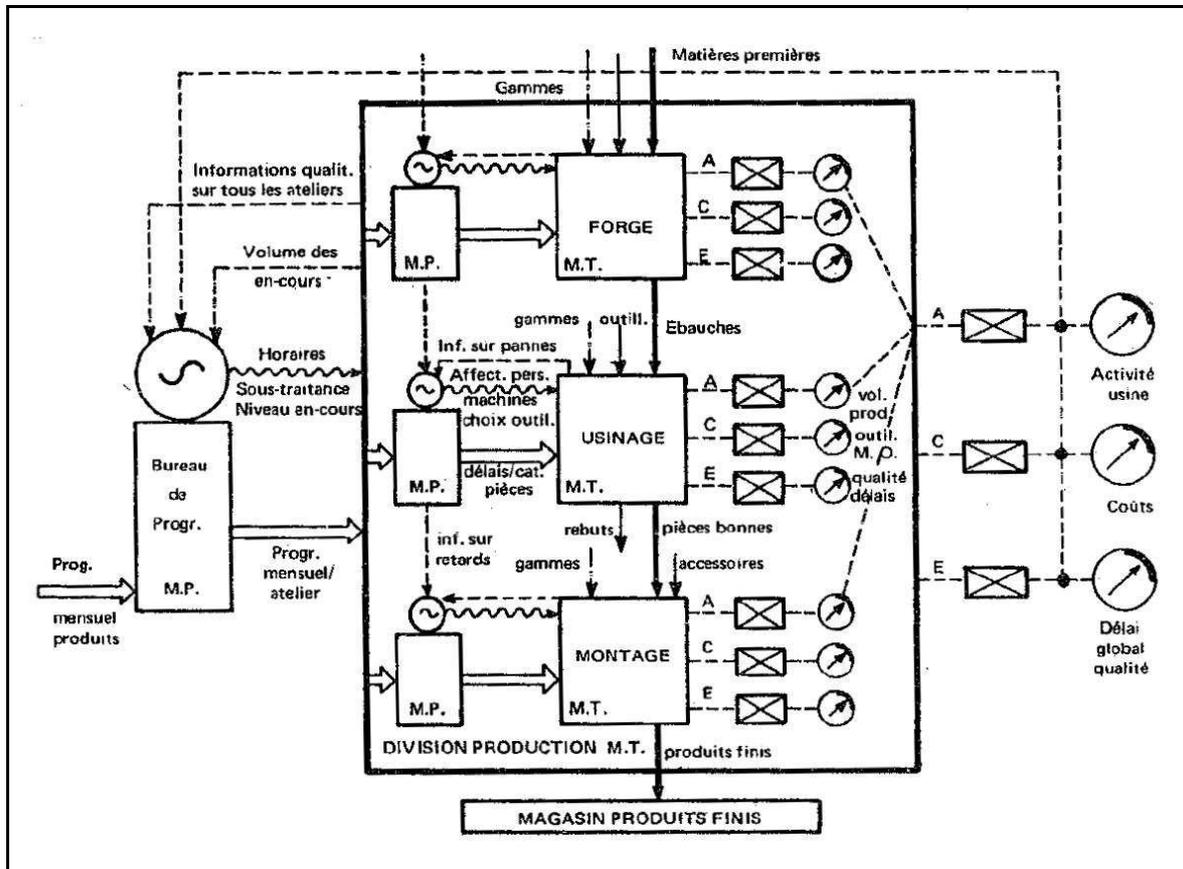


Figure I-94 : Exemple de représentation modulaire/organique d'une usine (Mélèse, 1984)

Annexe I.8

Cadres de modélisation complémentaires et issus du secteur industriel

Résumé

En complément de l'étude approfondie des cadres méthodologiques présentés dans les **Annexes 1 à 7**, nous présentons dans cette **Annexe I.8**, des cadres de modélisation (ou architecture d'entreprise) qui ne sont pas mobilisés par ces cadres méthodologiques. Ces cadres de modélisation sont issus de travaux annexes (Zachman, PERA), de cadres méthodologiques moins décrits (SAGACE, OLYMPIOS), ou de travaux de standardisation et normalisation (GERA, ISO 19439).

Sommaire

1	Le cadre de modélisation ZACHMAN
1.1	Vues de modélisation
1.2	Phases de modélisation d'entreprise
1.3	Dimension de généricité
1.4	Représentation du cadre de modélisation
2	Le cadre de modélisation PERA
2.x	Idem
3	Le cadre de modélisation SAGACE
3.x	Idem
4	Le cadre de modélisation OLYMPIOS
4.x	Idem
5	Le cadre de modélisation GERA
5.x	Idem
6	Le cadre de modélisation ISO 19439
6.x	Idem

1. Le cadre de modélisation ZACHMAN

Le cadre de modélisation Zachman a été conçu par John Zachman chez IBM en 1987. Initialement conçu pour l'architecture des systèmes d'information (*Zachman Framework for Information Systems Architecture*) (Zachman, 1987), le cadre de modélisation Zachman a évolué dans les années 1990 pour servir d'architecture d'entreprise (*Zachman Framework for Enterprise Architecture*) (Frankel *et al.*, 2003).

1.1. Vues de modélisation

Les vues de modélisation proposées par le cadre de modélisation Zachman sont les vues :

- **Données** (What is it made of?) : description de la décomposition matérielle d'un système : dans le cas de systèmes informatisés, ce sont les données.
- **Fonction/Processus** (How does it work ?) : description des fonctions et transformations au sein d'un système.
- **Réseau** (Where are the elements located relative to one another ?) : description de la géométrie et de la connectivité d'un système.
- **Personne** (Who does what work ?) : description des personnes et des instructions ou modèles manuels et opérationnels qu'elles utilisent pour réaliser les tâches.
- **Temps** (When do things happen ?) : identification et description des cycles de vie et calendriers utilisés pour les activités.
- **Motivation** (Why do things happen ?) : identification et description des buts, objectifs et règles qui définissent les politiques et les finalités d'une entreprise.

1.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation proposées par le cadre de modélisation Zachman sont au nombre de 6. Ces niveaux de modélisation se définissent par rapport à un utilisateur bien identifié :

- **Contextuel (Portée)** : niveau de description des modèles, architectures et représentations qui définissent les frontières et les priorités de l'organisation et ses échanges avec l'environnement.
- **Conceptuel (Modèle métier)** : niveau de description des modèles, architectures et représentations utilisés par les individus métiers, gestionnaires des processus (caractérisation des usages)

- **Logique (Modèle du système)** : niveau de description des modèles, architectures et représentations utilisés par les ingénieurs, architectes et ceux qui font le lien entre les besoins et les possibilités techniques.
- **Physique (Modèle technologique)** : niveau de description des modèles, architectures et représentations utilisés par les techniciens, ingénieurs et ceux qui développe le système.
- **Représentations détaillées (Hors-contexte)** : niveau de description des éléments du système à développer par les sous-traitants (ex : modules du système applicatif)
- **Entreprise en fonctionnement** : niveau de description des éléments déployés et en fonctionnement Il s'agit de l'existant et non pas de perspectives.

1.3. Dimension de généricité

Cette dimension n'est pas définie pour le cadre de modélisation Zachman.

1.4. Représentation du cadre de modélisation

Perspectives / Abstractions	DATA (What ?)	FUNCTION (How ?)	NETWORK (Where ?)	PEOPLE (Who ?) Organization	TIME (When ?) Schedule	MOTIVATION (Why ?) Strategy
SCOPE Contextual <i>Planner</i>	List of things important to the enterprise	List of processes the enterprise performs	List of locations where the enterprise operates	List of organizational units important to the enterprise	List of business events / cycles significant to the enterprise	List of business goals / strategies
BUSINESS MODEL Conceptual <i>Owner</i>	Semantic model (entity relationship diagram)	Business process model (physical data flow diagram)	Business logistics system (nodes and links)	Work flow model (organization chart, skill sets)	Business master schedule	Business Plan
INFORMATION SYSTEM MODEL Logical <i>Designer</i>	Logical data model	Application architecture (essential data flow diagram)	Distributed system architecture	Human interface architecture	Processing structure (dependency diagram, entity life history)	Business rule model
TECHNOLOGY MODEL Physical <i>Builder</i>	Physical data model	System design	Technology architecture	Presentation architecture	Control structure	Business rule design
DETAILED REPRESENTATIONS Out-of-context <i>Subcontractor - User</i>	Data definition	Detailed program design	Network architecture	Security architecture	Timing definitions	Rule specification in program logic
FUNCTIONING ENTERPRISE <i>Worker</i>	Actual Business Data	Actual Application Code	Actual Physical Networks	Actual Business Organization	Actual Business Schedule	Actual Business Stratégie

Figure I-95 : The Zachman Enterprise Architecture Framework (Frankel et al., 2003)

2. Le cadre de modélisation PERA

Le cadre de modélisation PERA (Purdue Enterprise Reference Architecture) a été développé dans les années 1990 par Theodore Williams et Hong Li pour l'ingénierie des environnements industriels (Li *et al.*, 1994; Ortiz *et al.*, 1999; Williams, 1998).

Le cadre PERA établit les bases de modélisation pour le traitement des fonctions mises en œuvre par l'être humain dans le cadre du CIM (Megartsi, 2001). L'originalité de ce cadre réside en effet dans la prise en compte des aspects humains et de leur positionnement entre la partie commande (système d'information et de gestion) et la partie opérative (machines et équipements) même si certaines opérations peuvent être réalisées à la fois par l'humain et la machine (Vernadat, 1999).

2.1. Vues de modélisation

Les vues de modélisation du cadre de modélisation PERA ne sont pas identifiées au même titre que dans les cadres de modélisation précédemment présentés. Trois vues sont ainsi proposées, distinguant les différents types "d'implémentation des tâches" et non pas le "contenu des modèles" (les aspects fonctionnels sont du reste majoritairement représentés (Vernadat, 1999)) :

- **Activités automatisées de production** : description des activités de production non effectuées par l'être humain (Points 12, 14, 17, 20, 23 du cadre de modélisation PERA présenté Figure I-96 – colonne de gauche)
- **Activités humaines** (de production et d'information) : description des activités (de production et d'information) effectuées par l'être humain (11, 15, 18, 21, 24 – colonne centrale)
- **Activités automatisées d'information** : description des activités d'information non effectuées par l'être humain (13, 16, 19, 22, 25 – colonne de droite).

La distinction de ces 3 vues n'apparaît qu'à partir du niveau/région implémentation (d'où leur nom). Aux niveaux/régions conceptuel et fonctionnel, seules 2 vues sont définies : la **vue des activités de production** (3, 5, 7, 9 – colonne de gauche) et la **vue des activités d'information** (4, 6, 8, 10 – colonne de droite).

2.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation proposées par le cadre de modélisation PERA définissent l'ensemble des phases du cycle de vie d'un système (Vernadat, 1999). Elle sont au nombre de 9 (Williams, 1998) :

- **Identification** (Point 1 du cadre de modélisation PERA présenté Figure I-96) : définition des limites ou du périmètre d'étude du système étudié (1)
- **Conceptualisation** (2, 3, 4) : définition de la mission (2) et de la vision de la direction en termes de politiques concernant les produits et le système opérationnel (3) et la gestion du personnel et de la production (4) (Vernadat, 1999; Williams, 1998)
- **Définition** (5, 6, 7, 8, 9, 10) : analyse fonctionnelle ; définition, pour chaque partie (opérative et commande), des besoins (5, 6), des tâches et modules nécessaires pour ces besoins (7, 8), des diagrammes de flux et autres modèles de l'entité (9, 10)
- **Conception fonctionnelle** (12, 11, 13) : identification des tâches humaines et spécification de l'organisation humaine (11), de l'architecture opérative (12) et de l'architecture de la partie information/commande (13)
- **Conception détaillée** (14, 15, 16) : spécification approfondie des 3 parties équipement (14), humaine (15) et information/commande (16) à un niveau de détail suffisant pour la phase d'installation
- **Construction et installation** (17, 18, 19) : phase de transformation des plans et modèles issus de la conception détaillée en une implantation effective (machines, systèmes de logistique, systèmes informatiques, etc) : installer les bases de données et les programmes de commande et les tester (19), former le personnel (18), effectuer les séries d'essais et officialiser le lancement de l'installation (17)
- **Opération et maintenance** (20, 21, 22) : phase d'utilisation effective de l'installation pendant laquelle celle-ci doit remplir sa mission tout en procédant à des opérations de maintenance des parties équipement (20), humaine (21) et information/commande (22)
- **Rénovation** (23, 24, 25) : phase de rénovation partielle des parties équipement (23), humaine (24) et information/commande (25)
- **Dissolution** (26, 27, 28) : phase de dissolution (partielle ou totale) des parties équipement (26), humaine (27) et information/commande (28)

2.3. Dimension de généricité

Cette dimension n'est pas définie pour le cadre de modélisation PERA.

2.4. Représentation du cadre de modélisation

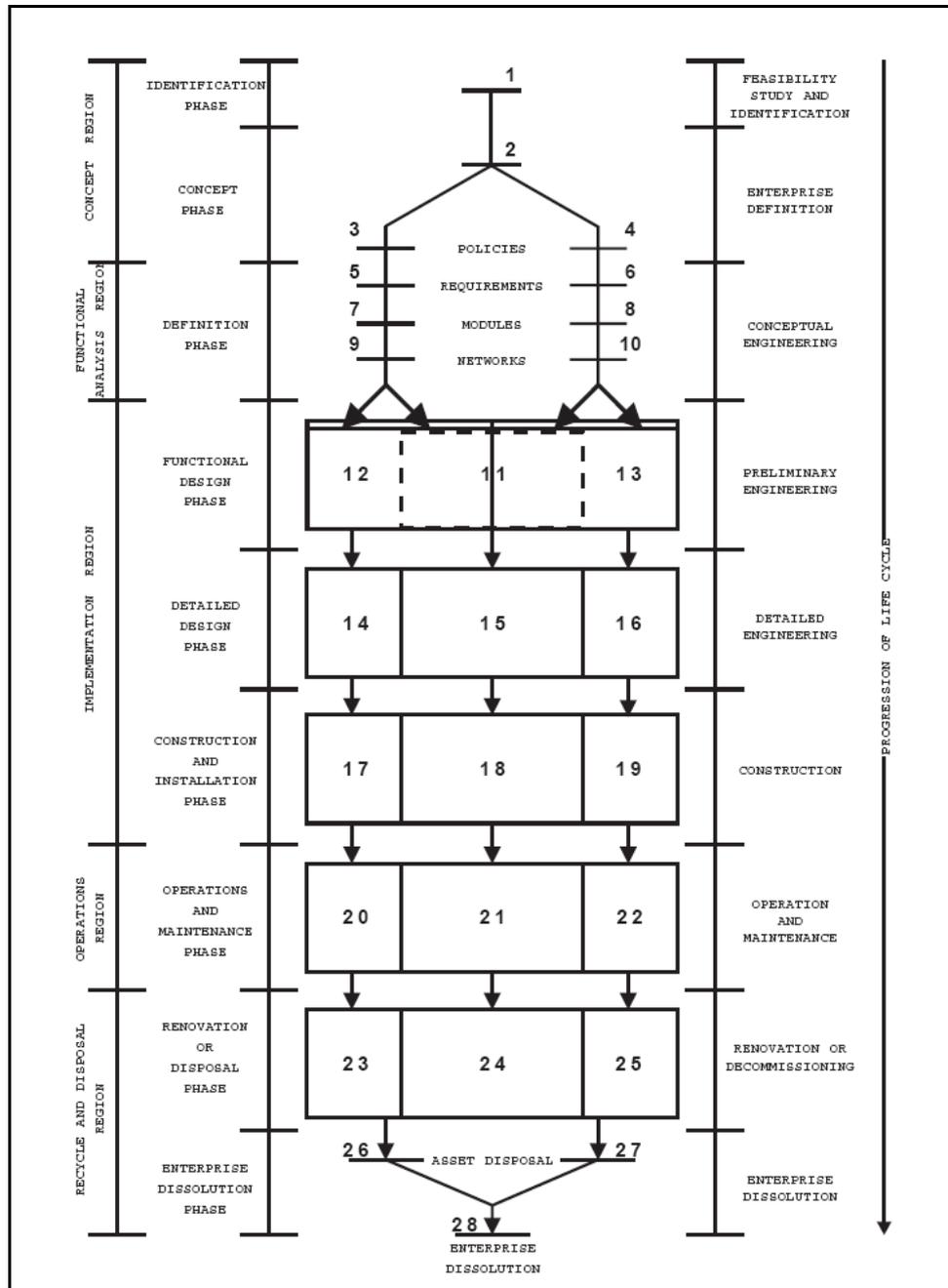


Figure I-96 : Le cadre de modélisation PERA (Williams, 1998)

3. Le cadre de modélisation SAGACE

Le cadre de modélisation SAGACE a été développé par Jean-Michel Penalva pour la modélisation des systèmes socio-techniques (Aloui *et al.*, 2007; Braesch *et al.*, 1995; Penalva, 1997; Penalva, 2004).

3.1. Vues de modélisation

Les vues de modélisation proposées par le cadre de modélisation SAGACE sont au nombre de 3 :

- **Fonction** : description de la mission, des objectifs et de la finalité du système
- **Structure** : identification et cartographie des processus (client, support et décisionnel), description des ressources (rôles, compétences, objectifs, entrées et sorties (énergie, information, matière))
- **Comportement** : description de la dynamique du système (scénarios opérationnels) et de la configuration des ressources.

Les vues de modélisation proposées par le cadre de modélisation correspondent aux couleurs (gris clair - fonction, gris moyen - structure, gris foncé - comportement) de la matrice SAGACE (Figure I-97). La mise en correspondance de **3 visions de modélisation** (vision fonctionnelle du système ouvert sur son environnement, vision organique du système interne, vision opérationnelle des compétences décisionnelles mises en jeu pour l'accomplissement de la mission) et de **3 perspectives de modélisation** (ie 3 propriétés du système : fonction/action/performance - achronique, fonctionnement/stabilité - synchronique, transformation/intégrité - diachronique) définit ainsi 9 points de vue, correspondant aux 9 carrés de la matrice, pour le système étudié (Braesch *et al.*, 1995).

3.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation ne sont pas décrites pour le cadre de modélisation SAGACE.

3.3. Dimension de généricité

Cette dimension n'est pas définie pour le cadre de modélisation SAGACE.

3.4. Représentation du cadre de modélisation

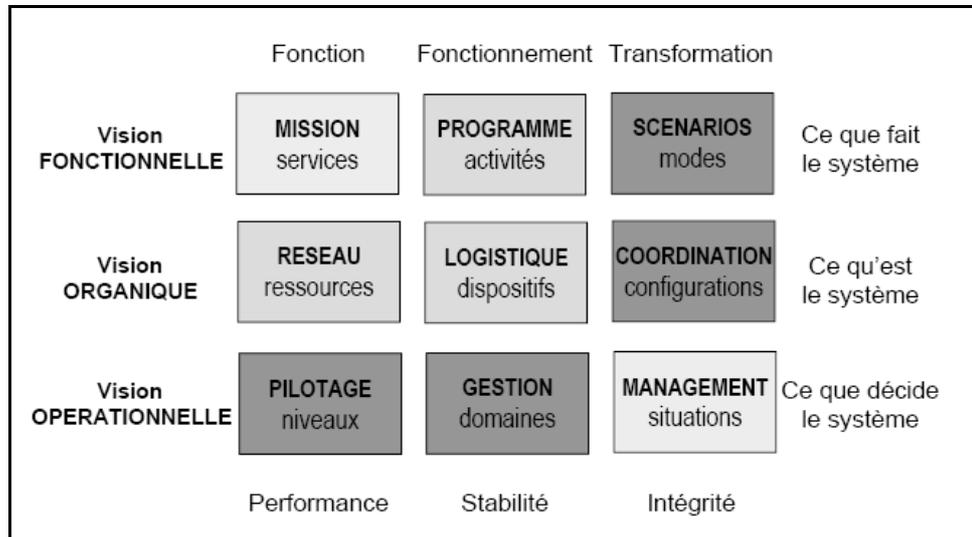


Figure I-97 : La matrice SAGACE (Penalva, 2004)

4. Le cadre de modélisation OLYMPIOS

Le cadre méthodologique OLYMPIOS pour la conception de système d'information (Braesch, 2002; Braesch, 2004) s'appuie sur un cadre de modélisation que nous présentons ici.

4.1. Vues de modélisation

Les vues de modélisation proposées par le cadre de modélisation OLYMPIOS sont les vues :

- **Structurelle et fonctionnelle** : description, à un niveau donné, des fonctions mises en œuvre dans l'entreprise en termes d'activités
- **Managériale** : description, compte tenu des finalités, de l'entreprise à travers les objectifs assignés aux différents exploitants et leur réalisation
- **Comportementale** : description de l'évolution de l'entreprise en fonction des sollicitations internes ou externes.

4.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation proposées par le cadre de modélisation OLYMPIOS sont au nombre de 3: **spécification, conception, implémentation.**

4.3. Dimension de généricité

Cette dimension n'est pas définie pour le cadre de modélisation OLYMPIOS, même si la définition des concepts de base et des formalismes peut contribuer au niveau générique et si l'élaboration des modèles peut contribuer au niveau particulier.

4.4. Représentation du cadre de modélisation

Il n'existe pas de proposition de représentation graphique pour le cadre de modélisation OLYMPIOS

5. Le cadre de modélisation GERA

Le cadre de modélisation GERA (Generalised Enterprise Reference Architecture) a été développé par l'IFAC/IFIP Task Force dans les années 1990 (IFIP-IFAC Task Force, 1999). Ce cadre de modélisation est issu de la généralisation des cadres de modélisation existants (CIMOSA, GIM, PERA, etc) et constitue le principal composant du cadre général GERAM (General Enterprise Reference Architecture and Methodologies) qui est décrit notamment en Annexe A de la norme ISO 15704:2000 (AFNOR, 2000a).

5.1. Vues de modélisation

Les vues de modélisation proposées par le cadre de modélisation GERA sont de 4 types, plus ou moins représentés en fonction des phases de modélisation (Figure I-98).

- **Vues selon le "contenu des modèles"** (*Model content views*) : description des différents aspects de l'entreprise. Ce type de vues distingue, à l'instar des vues du cadre de modélisation CIMOSA, les vues **Fonction, Information, Ressource, Organisation**. D'autres vues (Ecologique, Economique, Décisionnelle, etc) peuvent être définie selon les besoins (AFNOR, 2005a; IFIP-IFAC Task Force, 1999)
- **Vues selon le "but"** (*Purpose views*) : description des activités et fonctions au sein de l'entreprise selon leur finalité : activités/fonctions opérationnelles - vue **Produits et Services** (Customer Service and Product View) - et activités/fonctions de management - vue **Gestion et Pilotage** (Management and Contrôle View).
- **Vues selon l'"implémentation"** (*Implementation views*) : description des opérations selon leur mode de réalisation (par l'homme ou la machine). Ce type de vues distingue, à l'instar du cadre de modé-

lisation PERA, les vues "**activités automatisées de production**" (Mission Support Technology), "**activités humaines**" (Human Tasks), "**activités automatisées d'information**" (Management and Contrôle Technology).

- **Vues selon la "manifestation physique"** (*Physical manifestation views*) : description des ressources informationnelles ou matérielles utilisées pour la réalisation des activités. Ce type de vues distingue les vues **logiciel** (software) et **matériel** (hardware).

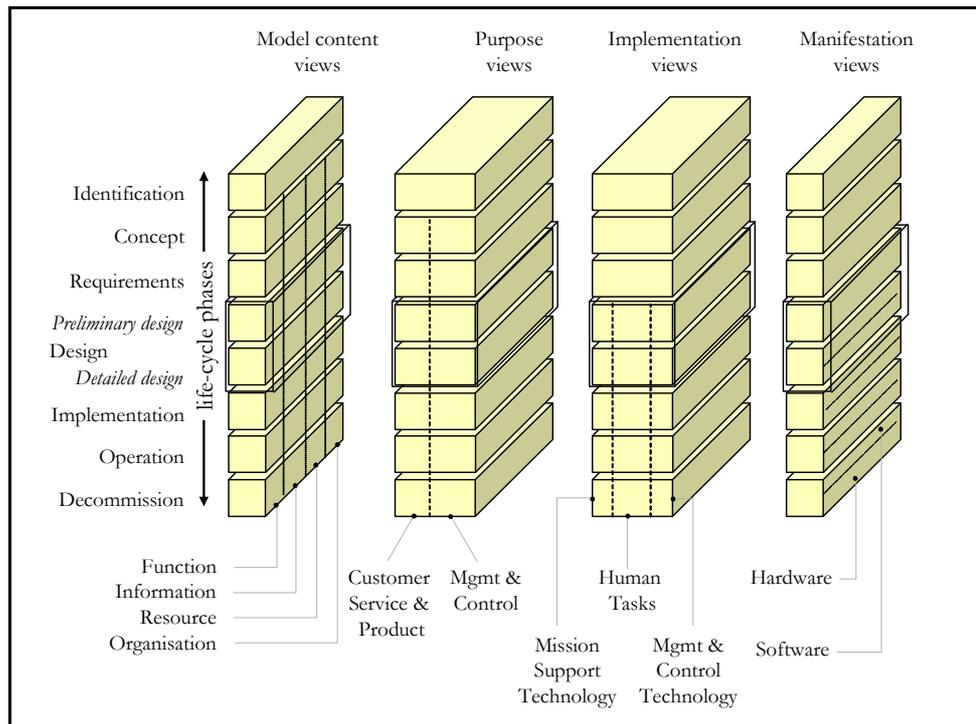


Figure I-98 : Les 4 types de vues de GERA en lien avec les phases de modélisation (IFIP-IFAC Task Force, 1999)

5.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation proposées par le cadre de modélisation GERA sont dérivées des phases de modélisation (cycle de vie) du cadre de modélisation PERA :

- **Identification du domaine**¹ (Identification) : identification du domaine à modéliser par rapport à ses objectifs métier, ses entrées, sorties, leurs sources et collecteurs de données respectifs ainsi que le rapport aux fonctionnalités et aptitudes de base du domaine.
- **Définition des concepts** (Concept) : détermination des concepts métier qui permettent de réaliser les objectifs métier, qui permettent l'exploitation du domaine, et sont nécessaires à l'obtention des fonctionnalités et des aptitudes du domaine (mission, perspective, valeurs, stratégies, concepts opérationnels, politiques, plans d'activités, etc)
- **Définition des prescriptions** (Requirements) : description de la fonctionnalité métier d'un domaine d'entreprise, des besoins fonctionnels, comportementaux, informationnels, etc.
- **Spécification conceptuelle** (Conception) : spécification de la procédure selon laquelle les opérations du domaine sont exécutées, identification des ressources et informations nécessaires. Deux sous-phases peuvent être identifiées à ce niveau : spécification de conception préliminaire et spécification de conception détaillée.
- **Description de l'implémentation** (Implementation) : description de l'ensemble des informations qui décrivent l'implémentation finale du système opératoire du domaine.
- **Exploitation du domaine** (Operation) : description de l'implémentation officiellement opérationnelle, utilisation opérationnelle du modèle
- **Définition du démantèlement** (Decomission) : description de l'état final du système opératoire, identification des différentes tâches et exigences de ressources envisagées dans le démantèlement du système opératoire.

¹ Pour une traduction française appropriée des intitulés des phases de modélisation, nous avons repris les traductions proposées dans la version française de la norme ISO 19439.

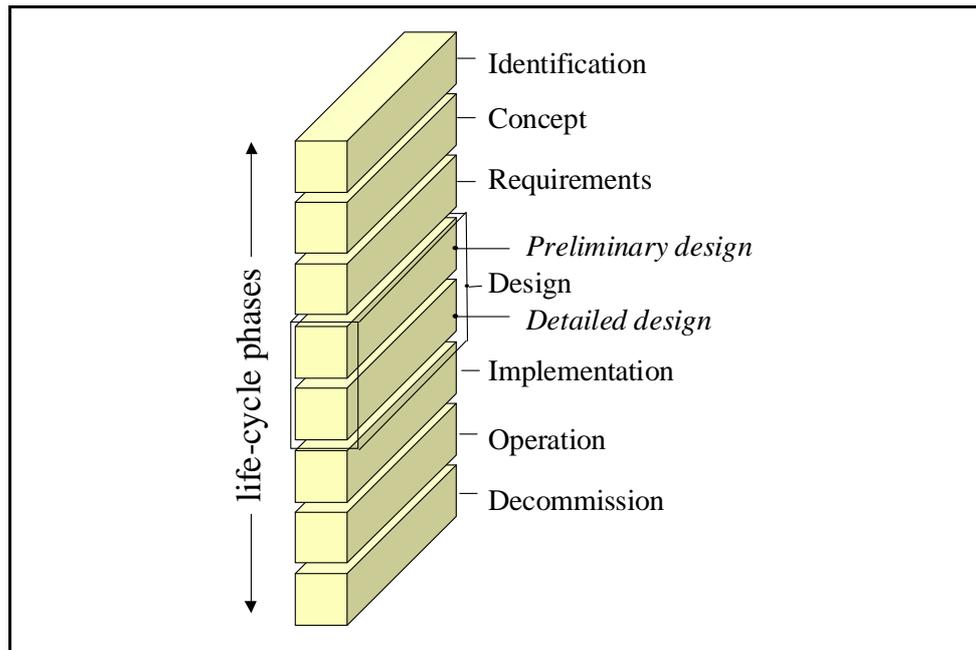


Figure I-99 : Les phases de modélisation (cycle de vie) du cadre de modélisation GERA (IFIP-IFAC Task Force, 1999)

5.3. Dimension de généricité

La dimension de généricité pour le cadre de modélisation GERA se base sur la décomposition en 3 niveaux du cadre CIMOSA (Vernadat, 1999) :

- **Niveau générique** définissant les primitives de base du langage de modélisation (appelées "constructs" en anglais)
- **Niveau partiel** contenant des modèles partiels, c'est-à-dire des structures prédéfinies et réutilisables pour un domaine d'application donné
- **Niveau particulier** correspondant aux modèles spécifiques de l'entreprise

5.4. Représentation du cadre de modélisation

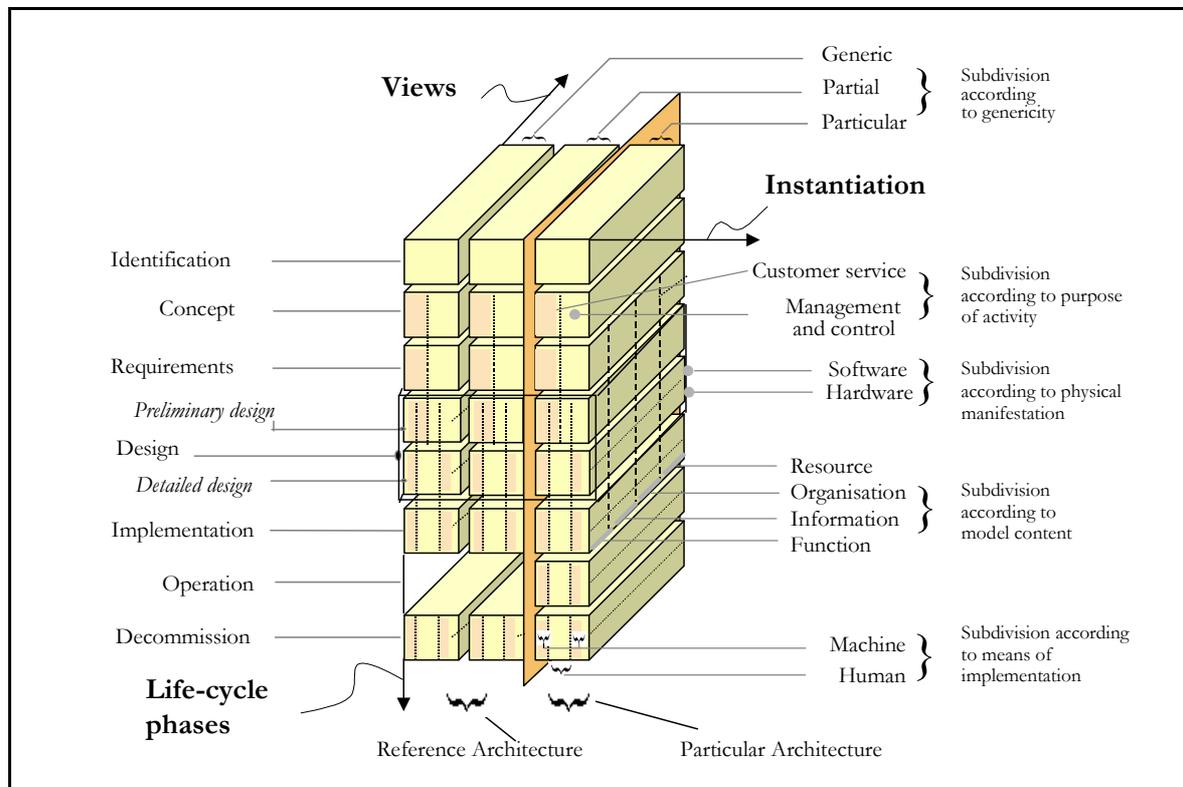


Figure I-100 : Le cadre de modélisation GERA (IFIP-IFAC Task Force, 1999)

6. Le cadre de modélisation ISO 19439

La norme ISO 19439 propose une description générique des cadres de modélisation d'entreprise (AFNOR, 2006). En s'inspirant du cadre de modélisation GERA, ce projet de norme présente un cadre de modélisation simplifié, pouvant servir de référent en modélisation d'entreprise. Nous le présentons très succinctement ici.

6.1. Vues de modélisation

Le cadre de modélisation proposé dans la norme ISO 19439, contrairement au cadre de modélisation GERA, ne comporte qu'un seul type de vues : celui selon le contenu des modèles. Nous retrouvons les vues **Fonction, Information, Ressources, Organisation**, mais d'autres vues additionnelles peuvent être définies.

6.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation proposées par la norme ISO 19439 correspondent aux phases définies dans le cadre de modélisation GERA. Nous renvoyons au cadre de modélisation GERA pour plus de détails :

- **Identification du domaine**
- **Définition des concepts**
- **Définition des prescriptions**
- **Spécification conceptuelle**
- **Description de l'implémentation**
- **Exploitation du domaine**
- **Définition du démantèlement**

6.3. Dimension de généricité

La dimension de généricité du cadre proposé par la norme ISO 19439 est la même que celle du cadre GERA. Nous retrouvons ainsi la décomposition en 3 niveaux de CIMOSA : **générique, partiel, particulier**.

6.4. Représentation du cadre de modélisation

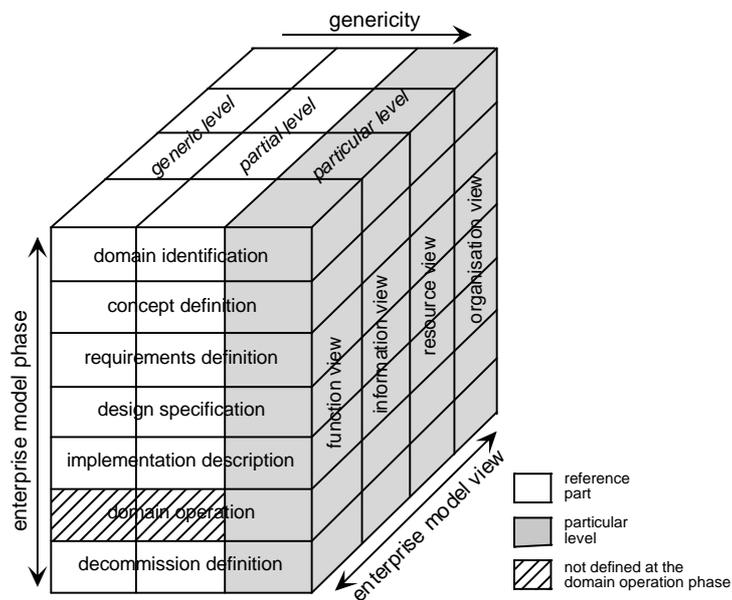


Figure I-101 : Le cadre de modélisation de la norme ISO 19439 (AFNOR, 2006)

Annexe I.9

Cadres conceptuels complémentaires et issus du secteur industriel

Résumé

En complément de l'étude approfondie des cadres méthodologiques présentés dans les Annexes 1 à 7, nous présentons dans cette Annexe 9, des cadres conceptuels, issus du secteur industriel qui ne sont pas mobilisés par ces cadres méthodologiques et que nous trouvons enrichissants pour nos réflexions conceptuelles à mener.

Ces cadres conceptuels sont issus de travaux de définition d'ontologies métiers, de normalisation et de standardisation pour l'interopérabilité des modèles et des langages de modélisation, ou de travaux divers présentant des cadres conceptuels sur des aspects particuliers pour la définition de langages de modélisation ou dans le cadre de recherches spécifiques.

Pour chaque cadre conceptuel, nous proposons, à partir de la bibliographie existante, une définition des principaux concepts et une représentation graphique du méta-modèle conceptuel.

Sommaire

- 1 Cadres conceptuels issus des travaux de définition d'ontologies métier, de normalisation et de standardisation**
 - 1.1 "The Enterprise Ontology"
 - 1.2 Pré-norme ENV 12204
 - 1.3 Standard RM-ODP
 - 1.4 Standard UEML
 - 1.5 Standard ATHENA POP*
 - 1.6 Norme ISO 19440
 - 1.7 Norme NF X50-310
 - 1.8 ISO - Rapport technique 10314
- 2 Cadres conceptuels issus de travaux divers**
 - 2.1 Méthode OSSAD
 - 2.2 Approche MEGA
 - 2.3 Approche IEM
 - 2.4 Approche EEML
 - 2.5 Proposition de Lorino (Activité)
 - 2.6 Proposition de Debauche *et al.* (Processus)
 - 2.7 Proposition de Mougin (Processus)
 - 2.8 Proposition de Morley *et al.* (Processus)
 - 2.9 Proposition de Saidani et Nurcan (Processus)
 - 2.10 Proposition de Darras (Entreprise)
 - 2.11 Proposition de Canavesio et Martinez (Projet)

1. Cadres conceptuels issus des travaux de définition d'ontologies métier, de normalisation et de standardisation

1.1. "The Enterprise Ontology"

"The Enterprise Ontology" propose une ontologie métier de l'entreprise. Ce travail a été effectué par Mike Ushold, Martin King, Stuart Moralee et Yannis Zorgios dans le cadre d'un projet de l'Artificial Intelligence Applications Institute (Université d'Edimbourg) et vise à identifier et décrire les principaux concepts manipulés dans l'entreprise (Ushold *et al.*, 1997). Les auteurs proposent une définition d'une centaine de concepts génériques ou thématiques regroupés en 5 vues : **Activité, Organisation, Stratégie, Marketing, Temps**.

Nous renvoyons à (Ushold *et al.*, 1997) pour une description complète de l'ensemble de ces concepts. Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans "The Enterprise Ontology" et leur définition. La Figure I-102 présente un méta-modèle conceptuel simplifié de "The Enterprise Ontology".

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Entité	Chose fondamentale du domaine modélisé		
Activité	Quelque chose réalisé pendant un intervalle de temps particulier. Réalisation (passée, présente ou future) d'une spécification d'activité par un acteur.	Pré-conditions Effets Autorisations Efficience	"Aller à Londres"
Sous-Activité	Décomposition d'une activité qui porte une partie de la performance de l'activité		"Aller aéroport de Paris, Voler aéroport de Londres, Aller à Londres-City"
Événement	Type d'activité de durée instantanée		
Spécification d'activité	Caractérisation de quelque chose à faire. Spécification d'une activité qui doit être exécutable. Spécification à un certain niveau de détail d'une à plusieurs activités possibles.	Décomposition et ordre temporel des sous-activités. Usage des ressources	
Plan	Spécification d'activité avec une <i>intention d'activité</i> . Ce plan peut-être exécuté une à plusieurs fois.		
Spécification de processus	Plan capable d'être exécuté plus d'une fois.		
Ressource	Entité qui est ou peut être utilisée ou consommée durant l'exécution d'une activité selon les spécifications d'activités. Une ressource de substitution est une ressource qui peut être utilisée ou consommée dans le cadre d'une activité à la place d'une autre ressource	Compétence Capacité	
Acteur et rôle d'acteur	Entité (personne, machine, entité légale, unité organisationnelle) qui joue un rôle dans la manière d'associer deux entités. Exemple de rôles : Opérateur : qui exécute une activité. Responsable : qui est responsable d'une activité. Propriétaire / actionnaire : qui a des droits sur certaines entités.		

	Partie Prenante : qui est en relation avec une unité organisationnelle dont une ou plusieurs "intentions" sont incluses dans le spectre d'intérêt de l'acteur. Client (actuel/potentiel) : qui est (potentiellement) d'accord pour échanger un produit contre un prix.		
Personne	Etre humain, capable de jouer plusieurs rôles d'acteur dans une entreprise		
Machine	Entité non-humaine qui a la capacité de supporter des fonctions ou de jouer plusieurs rôles d'acteur dans une entreprise. Certains rôles sont semblables à ceux joués par les personnes, cependant une machine ne peut pas être responsable d'une activité.		
Entité légale	Groupe de personnes reconnu par la loi comme ayant une existence, des droits et des devoirs. Entité qui peut figurer dans un contrat légal. Une personne ou une entreprise sont des types d'entités légales.		"Société SARL", "M. Dupond"
Unité organisationnelle	Entité destinée à gérer les performances des activités afin de satisfaire une à plusieurs intentions. Une unité organisationnelle n'est pas une entité légale et n'est reconnue qu'au sein de l'organisation. Plusieurs personnes travaillent pour son compte, des ressources et des biens y sont alloués. Une unité organisationnelle dispose de parties prenantes.		"Division d'une entreprise", "Département", "M. Dupont"
Bien	Entité possédée légalement et qui a une valeur monétaire. Une entité peut-être à la fois un bien et une ressource, mais certains biens ne sont pas des ressources et inversement.		Machine, équipement, parcelle, immeuble, matériel Idée, information
"Intention" (Purpose)	Une intention est soit quelque chose qu'un acteur a ("intention d'acteur") ou qui est la raison principale de réaliser une activité ("intention d'activité"). Une intention peut être composée d'intentions. Intention d'acteur (Hold Purpose) : intention d'un acteur (personne, unité organisationnelle, voire machine) pour la réalisation de la situation. Intention d'activité (Intended Purpose) : relation entre une spécification d'activité et une situation par laquelle l'exécution de cette spécification d'activité contribuera entièrement ou partiellement à la satisfaction de l'intention. Cette intention est la première motivation d'exécution de la spécification d'activité.	Mesurabilité Horizon temporel (Court, moyen, long terme) Spécificité Priorité	Intention d'acteur : "une personne/ un département souhaite être à Paris à une date donnée" Intention d'activité : "être à un endroit particulier à une date donnée"
Objectif, But, Mission, Vision	Types d'intention. Un objectif est une intention qui peut se mesurer. Un objectif, un but, une mission, une vision sont dans cet ordre de moins en moins mesurables et court-terme.		
"Intention" Stratégique	Intention d'importance stratégique : à haut niveau décisionnel et pour une longue période de temps		
Stratégie	Plan qui permet de réaliser une "intention" stratégique		
Produit	Bien, service ou quantité d'argent offerts par un vendeur et échangé avec un client. Il est intéressant de distinguer le terme de " Produit du marché " (Market Product) destiné à être vendu avec celui de " Produit manufacturé " (Manufactured Product) issu de la production manufacturière, même s'il peut y avoir correspondance.		
Instant temporel	Point particulier et instantané dans le temps		
Séquence temporelle	Séquence ordonnée, continue et infinie d'instant temporels		
Intervalle de temps	Temps entre deux instants temporels		

Tableau I-10 : Principaux concepts décrits dans "The Enterprise Ontology"

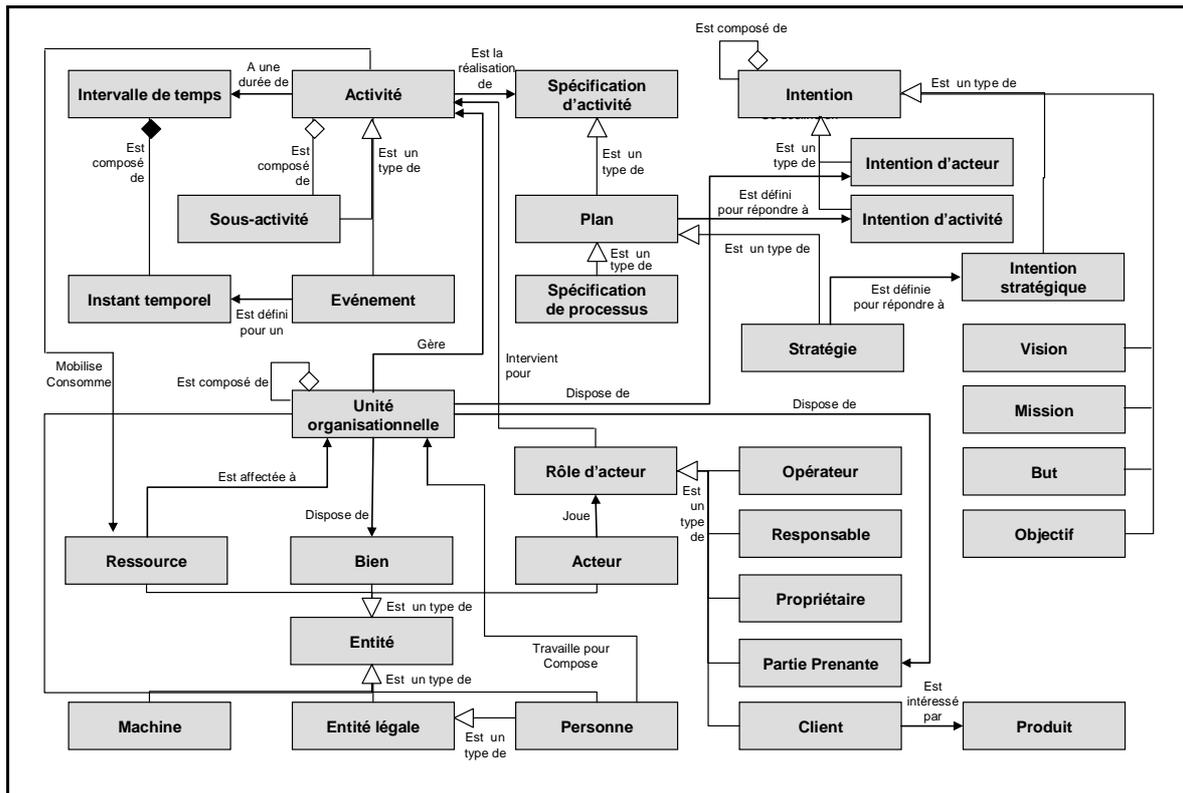


Figure I-102 : Méta-modèle conceptuel simplifié de "The Enterprise Ontology"

1.2. Pré-norme ENV 12204

La pré-norme ENV 12204 propose un cadre conceptuel pour une approche de modélisation orientée processus métier (Chen *et al.*, 2004). Elle s'inspire notamment de la pré-norme ENV 40003 (CEN, 1990) et définit les concepts de base pour la modélisation d'entreprise (AFNOR, 1996a). Un certain nombre d'entre eux sont du reste communs à ceux employés dans le cadre conceptuel de CIMOSA.

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans la pré-norme ENV 12204 et leur définition. La Figure I-103 présente le méta-modèle conceptuel de la pré-norme ENV 12204.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Objet d'entreprise	Entité de modélisation utilisée pour représenter des objets abstraits ou réels (physiques) dans l'entreprise manufacturière. L'objet d'entreprise est caractérisé par un identifiant unique	Identifiant Nom Responsable Constituant	"Produit, calendrier, facture, ordre verbal, signal"
Produit	Représentation d'une sortie attendue ou d'un co-produit d'un processus manufacturier dans l'entreprise, fournissant toute l'information requise pour sa fabrication ou sa caractérisation		
Ordre	Représentation d'une entrée nécessaire d'un processus métier. Cette entrée coordonne et contrôle d'autres processus métier ou activité d'entreprise.	Charge en ressources Fonction d'ordre Nbre d'objets demandés	"Instruction" "Planning"

	<p>Représentation d'une information de planification ou de contrôle de processus métier dans une entreprise : que doit-il être fait? quels objets doivent-être produits? Quelles ressources doivent être utilisées ? Qui est responsable de l'exécution du processus?</p> <p>Un ordre est notamment envoyé à une ressource ou à une unité d'organisation responsable de l'exécution d'une activité.</p>	Date, lieu	
Ressource	Représentation d'une partie ou de l'ensemble des aptitudes requises pour une activité d'entreprise et/ou un processus métier	Responsable Aptitudes Capacité Disponibilité Ensemble de services	"Equipement, outil, personne, groupe, application, document, fichier"
Unité d'organisation	Représentation d'une partie de la structure organisationnelle d'une entreprise. Elle peut être décrite par les propriétés de l'organisation ou faire référence à des unités d'organisation de niveau inférieur.	Identifiant unique Responsable	"Département Centre de profit, Responsabilité d'individus, équipe, cellule"
Vue d'objet	Projection d'un ou plusieurs objets d'entreprise selon un sous-ensemble d'attributs		
Etat d'objet	Référence à l'état d'un objet d'entreprise à un instant donné de son cycle de vie		
Activité d'entreprise	<p>Représentation d'une partie des fonctionnalités de l'entreprise. Une activité décrit le changement (désiré) d'une chose de l'entreprise, cad l'objectif de l'activité, l'information nécessaire au contrôle du changement, la capacité et les aptitudes des ressources nécessaires.</p> <p>Une activité représente une action de transformation exécutée pour réaliser quelque tâche dans l'entreprise, nécessitant une période de temps et des ressources pour son exécution, et transformant un état d'entrée en état de sortie.</p> <p>Une tâche définit l'objectif de l'activité (ex : produire 50 copies A23). Une activité définit ce qui peut être fait pour réaliser cet objectif (ex : transformation sous la forme d'un algorithme, procédure)</p> <p>Deux types d'activités sont distingués :</p> <ul style="list-style-type: none"> - structuré : activité computable (= si fonction de transfert pouvant être exprimée par un algorithme) ou contrôlable (=si état de sortie entièrement défini par les spécifications de l'état d'entrée). Ces activités ont un comportement entièrement prévisible. - non-structuré : activité dont le comportement n'est pas entièrement contrôlable pour un horizon donné et qui sera entièrement définie seulement après le fait. 	<p>Entrée, sortie Contrôle entrée/sortie Ressource entrée/sortie Etats de fin Aptitudes requises Comportement Utilisation dans quels processus?</p>	
Processus métier "Business Process"	<p>Ensemble partiellement ordonné d'activités d'entreprise qui peut être exécuté pour réaliser un objectif donné, d'une entreprise ou d'une partie d'entreprise, et satisfaire un résultat final attendu.</p> <p>Combinaison d'un ensemble d'activités d'entreprise avec une structure décrivant leur ordre logique et leur dépendance.</p> <p>Le résultat final d'un processus métier doit être observable et quantifiable : objets matériels, objets d'information (ordre, document, donnée), état du système (chauffer jusqu'à ce que la Température ait atteint le seuil). L'objectif d'un processus est de produire un résultat attendu.</p>	<p>Entrée, sortie Contrôle entrée/sortie Ressource entrée/sortie Etats de fin</p>	

	<p>Un processus métier représente un assemblage d'activités en précisant leur ordre et leur interdépendance. Les activités peuvent être partiellement ordonnées, ou séquentielles. Des états intermédiaires sont ainsi définis pour connecter les activités entre elles.</p> <p>Trois types de processus métier sont distingués :</p> <ul style="list-style-type: none"> - bien structuré : le résultat final attendu est connu; la séquence des activités est complètement définie. - semi-structuré : le résultat final attendu est connu; la séquence des activités ne sera connu qu'au moment de l'exécution (run-time) - mal-structuré : le résultat final attendu n'est pas connu; la séquence des activités non plus. 		
Ensemble d'aptitudes	<p>Collection des caractéristiques d'une ressource ou d'une activité d'entreprise qui décrit la fonctionnalité d'une occurrence particulière fournie ou requise par une ressource pour supporter une activité.</p> <p>Les aptitudes d'une ressource sont décrites avec les mêmes termes que ceux utilisés pour définir l'activité. Les besoins d'une activité sont exprimés en termes de tâches à réaliser, de contraintes liées aux objets processés (outil, dimension spatiale du travail, capacité de mémoire, besoin de traitement d'information), et éventuellement des restrictions de temps.</p>		<p>Ex pour une ressource :</p> <p>"Aptitudes fonctionnelles : changer outil, bouger parties de la machine,...)"</p> <p>"Aptitudes liées aux objets : maximum de longueur, minimum de poids"</p> <p>"Aptitudes liées aux performances : vitesse min et max"</p> <p>"Aptitudes liées aux opérations : répétabilité, accessibilité"</p>
Événement	<p>Fait d'un changement dans l'entreprise (ou dans son environnement) indiquant que quelque chose de significatif s'est produit.</p> <p>Un événement peut porter de l'information; déclencher une activité ou un processus. Un changement peut être instantané (panne) ou continu (refroidissement).</p> <p>Le début et la fin d'un changement peuvent être considérés comme des événements.</p> <p>Un événement est une occurrence unique, cependant les événements sont regroupés en classe d'événements et chaque classe possède une structure et un comportement communs.</p>	Ordre associé	"Arrivée d'une commande client"
Relation	Représentation d'une relation entre deux objets définie par un utilisateur. Elle définit à la fois les relations naturelles entre objets, mais surtout les relations existantes entre objets à plusieurs périodes de temps. Elle permet d'approcher ainsi les aspects liés à la dynamique du système.		
Relation de séquence	<p>Relation participant à la définition de l'ordre possible des activités au sein d'un processus métier et selon le flux de contrôle)</p> <p>Cinq types de relations de séquence sont distingués (série, jonction, boucle, condition, exception)</p>		

Tableau I-11 : Principaux concepts décrits dans la pré-norme ENV 12204

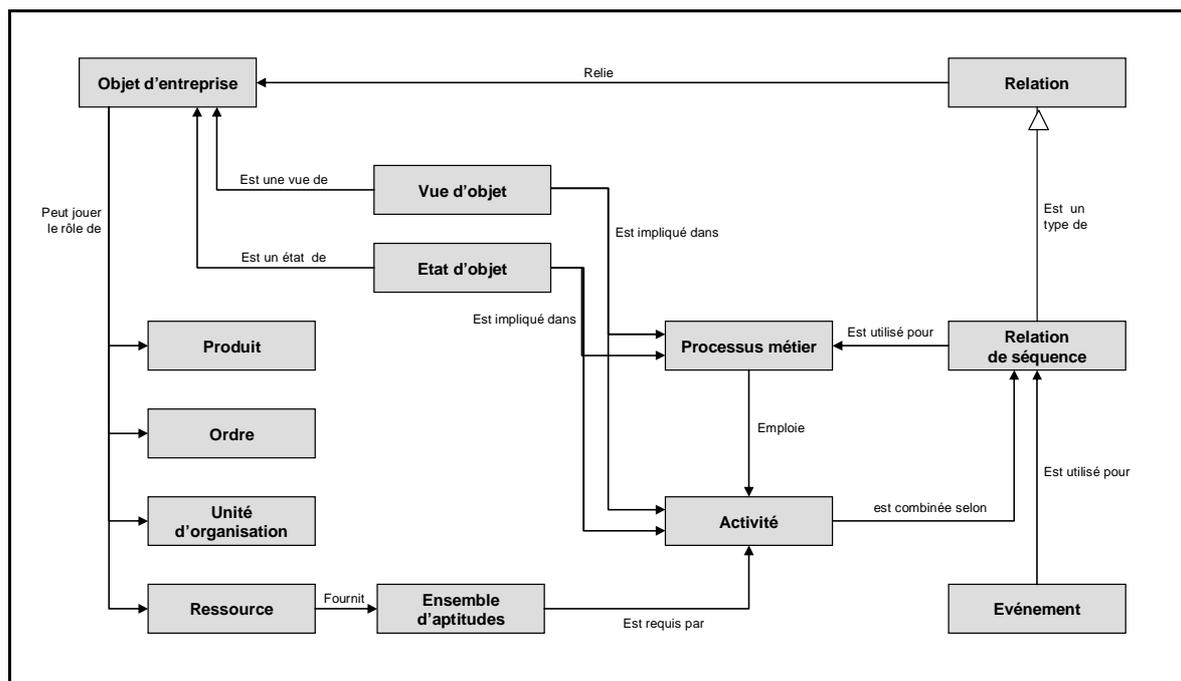


Figure I-103 : Méta-modèle conceptuel simplifié de la pré-norme ENV 12204

1.3. Standard RM-ODP

Le standard RM-ODP (Reference Model of Open Distributed Processing) propose un cadre conceptuel, une architecture et un langage d'entreprise pour la spécification des Ce standard est défini dans les normes ISO/CEI 10746 et ISO/CEI 15414 qui ont fait l'objet d'une seconde édition en 2006 (ISO/CEI, 2006). Les concepts définis sont regroupés selon 5 vues : **Entreprise, Information, Traitement, Ingénierie, Technologie.**

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans le standard RM-ODP et leur définition. La Figure I-104 présente le méta-modèle conceptuel simplifié du standard RM-ODP.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Politique "Policy"	Ensemble de règles relatives à un but particulier. Une règle peut être exprimée comme une obligation, une autorisation, une permission ou une interdiction.		
Contrat	Spécification de comment les objectifs d'une communauté doivent être atteints. Un contrat gouverne le comportement collectif d'une communauté. Il regroupe les politiques qui prescrivent ce que les objets doivent ou ne doivent pas faire.		
Objectif	Avantage pratique ou résultat désiré, exprimé sous la forme de préférences pour les états futurs.		

Processus	Collection d'étapes qui se déroulent d'une manière prescrite et suivant un objectif. Un processus peut avoir plusieurs points de départ et de fin. La manière prescrite peut être une séquence partiellement ordonnée. Une spécification d'un processus peut être une spécification de Workflow.		
Etape	Abstraction d'une action, utilisée dans un processus, qui peut ne pas spécifier des objets participants à l'action.		
Action	Quelque chose qui arrive. Chaque action qui a un intérêt pour la modélisation est associée à au moins un objet.		
Comportement	Le comportement d'un système est déterminé par le regroupement de l'ensemble des actions possibles auxquelles le système, ou ses objets, peut prendre part. Le comportement d'un système peut être exprimé en termes de rôles, de processus, de politiques.		
Rôle	Identification d'une abstraction d'un comportement d'une communauté. Toutes les actions de ce rôle sont associées à un même objet d'entreprise dans la communauté. Toute action de la communauté fait soit partie d'un rôle de comportement ou est une interaction qui est une part de plus d'un rôle de comportement. Toutes ces abstractions sont considérées comme des rôles.		
Rôle d'interface	Rôle, dans une communauté, d'un objet en interaction avec des objets hors de la communauté		
Acteur	Rôle de l'objet d'entreprise qui participe à l'action.		
Artefact	Rôle d'un objet d'entreprise qui est référencé pour une action. Un objet d'entreprise qui joue le rôle d'un artefact pour une action peut très bien jouer le rôle d'un acteur pour une autre.		
Ressource	Rôle d'un objet d'entreprise qui est essentiel à l'action et requiert une allocation ou peut ne pas être disponible.		
Communauté	Configuration d'objets d'entreprise qui décrit une collection d'entités constituée pour satisfaire un objectif.		"Etres humain, Systèmes de traitement d'information, unité d'organisation"
Objet de communauté	Objet d'entreprise composite qui représente une communauté. Les composants d'un objet de communauté sont des objets de la communauté représentée.		
Objet d'entreprise	Objet dans une spécification d'entreprise. Un objet est caractérisé par son comportement et son état.		

Tableau I-12 : Principaux concepts décrits dans le standard RM-ODP

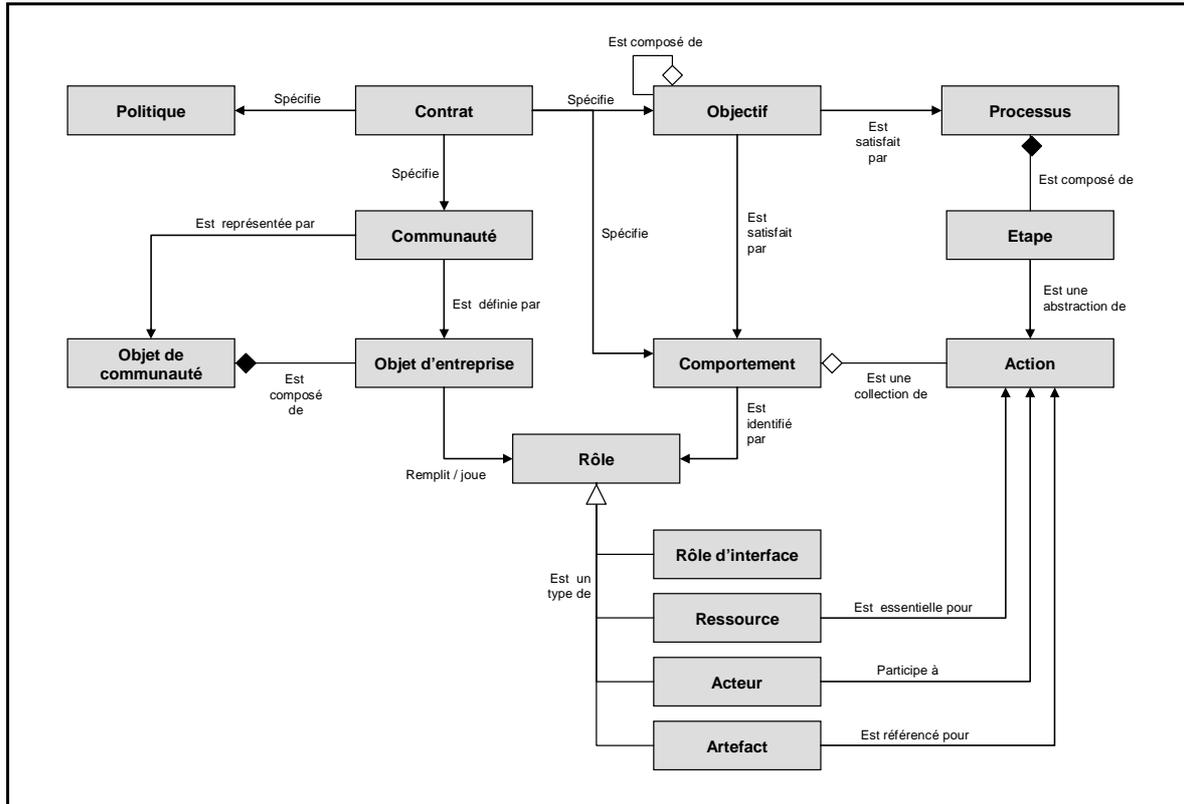


Figure I-104 : Méta-modèle conceptuel simplifié du standard RM-ODP

1.4. Standard UEML

Le standard UEML (Unified Enterprise Modelling Language) a été établi dans le cadre d'un projet européen qui s'est terminé en 2003 (UEML, 2003). Le standard UEML définit un cadre conceptuel pour l'interopérabilité des langages de modélisation d'entreprise (Anaya *et al.*, 2010; Berio *et al.*, 2003; Panetto, 2007; Vallespir *et al.*, 2003; Vernadat, 2002b).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans le standard UEML et leur définition. La Figure I-105 présente le méta-modèle conceptuel simplifié du standard UEML.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Activité	Description générique d'une partie du comportement d'une entreprise qui produit des sorties à partir d'entrées. Une activité représente un ensemble d'exécutions d'activités semblables. Une activité peut être décomposée en d'autres activités. Une activité requiert un à plusieurs rôles de ressources. Une activité possède au moins un port d'entrée et un port de sortie. Les entrées/sorties des activités sont reliées par des flux.	Nom Description Durée Effort Etat de réalisation/avancement	
Objet	Toute chose transportée par un flux. Toute chose nécessaire ou produite par une activité.	Nom Description	

Objet informationnel	Objet uniquement composé d'informations	Nom Description	
Ressource	Objet nécessaire à l'exécution d'une activité. Elle peut représenter soit une ressource identifiable (instance), soit une classe de ressources.	Nom Description	
Ressource humaine	Ressource de type humain.	Nom Description	
Ressource matérielle	Ressource physique, de type matérielle.	Nom Description	
Rôle de ressource	Expression du besoin de ressource pour une activité, ou du rôle joué par une ressource dans une activité. Un rôle de ressource est spécifique à une activité. Il peut être défini indépendamment de toute ressource pouvant jouer ce rôle.	Nom Description	
Flux	Echange d'objets entre une source et une destination	Nom Description	
Flux d'entrées et de sorties	Echange d'objets physiques ou d'information entre activités	Nom Description	
Flux de ressource	Echange d'objets ressource entre activités	Nom Description	
Flux de contrôle	Connexion directe ou indirecte entre deux activités représentant soit une relation de précedence entre activités, soit le déclenchement d'une activité par un événement, soit un ensemble de contraintes pour une activité	Nom Description	
Flux déclencheur	Flux de contrôle représentant le déclenchement d'une activité par un événement.	Nom Description	
Flux de contraintes	Flux de contrôle représentant un ensemble de contraintes pour une activité.	Nom Description	

Tableau I-13 : Principaux concepts décrits dans le standard UEML

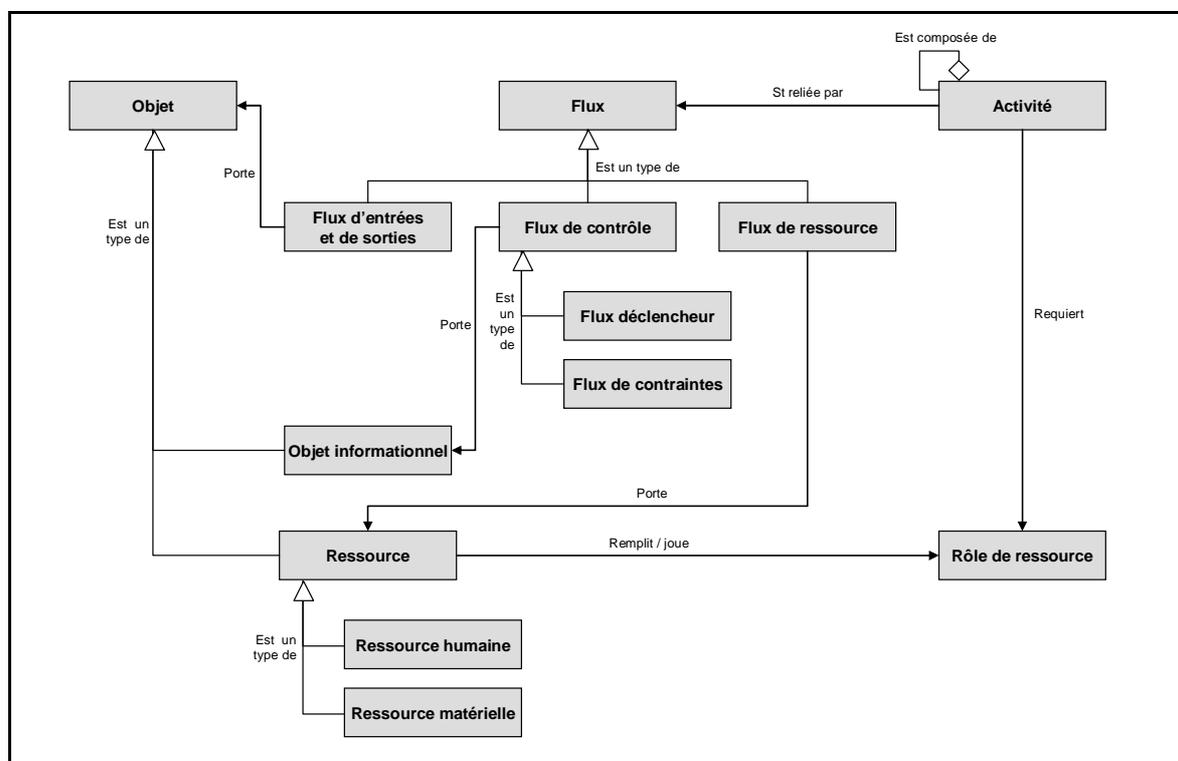


Figure I-105 : Méta-modèle conceptuel simplifié du standard UEML

1.5. Standard ATHENA POP*

Le standard ATHENA POP* a été établi dans le cadre du projet européen ATHENA (Advanced Technologies for interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Applications) qui s'est déroulé entre 2003 et 2004. Le standard ATHENA POP* définit un cadre conceptuel pour la conception et la gestion d'entreprises collaboratives en favorisant l'interopérabilité des langages et outils de modélisation d'entreprise. Ce cadre conceptuel, présenté sur le site internet du projet (www.athena-ip.org) est également repris, à titre de comparaison, en annexe de la norme ISO 19440 (AFNOR, 2009).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans le standard ATHENA POP* et leur définition. La Figure I-106 présente le méta-modèle conceptuel simplifié du standard ATHENA POP*.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Objet d'entreprise	Quelque chose ou personne réalisant un travail, permettant de rendre possible quelque chose, ou simplement faisant partie d'une activité. Un objet d'entreprise prend part à l'entreprise en jouant des rôles. Il peut avoir certaines aptitudes et une localisation.	Tangible (physique) Intangible (information, connaissance)	"une personne", "un rôle", "objet physique"
Localisation	Localisation géographique, lieu où se trouve un objet.		
Aptitude	Qualité de pouvoir faire quelque chose (compétence, attitude, capacité). Les compétences et les capacités des objets ne sont pas distinguées ici selon la nature des objets considérés (être humaine ou objet physique)		
Rôle	Part prise par un objet dans l'entreprise.		
Rôle de processus	Rôle spécifié dans le contexte d'un processus. Un rôle est aussi un type de point de décision.		
Contrôle	Type de "rôle de processus", et de "point de décision", qui contrôle le processus et en fait partie.		
Événement	Type de contrôle (concept non encore défini).		
Entrée	Type de "rôle de processus", et de "point de décision", qui représente ce qui est apporté à un processus. Une entrée fait partie du processus. En tant que "point de décision", l'"entrée" représente une condition de début de processus.		
Sortie	Type de "rôle de processus", et de "point de décision", qui représente le résultat d'un processus et en fait partie. En tant que "point de décision", la "sortie" représente une condition de continuité du processus.		
Ressource	Type de "rôle de processus", qui regroupe les différents objets utiles à la réalisation du processus. Une ressource fait partie du processus.		"Secrétaire de projet", "rapport final", "client"
Processus	Représentation de processus, tâches, activités de tout type. Un processus peut être combiné en séquences grâce aux flux et points de décision.		

Flux	Relation entre deux points de décision ou passage. Il explicite la relation entre processus. Par défaut, un flux est un flux de contrôle indiquant soit un ordre temporel (séquence) requis pour l'exécution du processus, soit la cible ou le point de départ d'un processus.		
Point de décision	Concept générique qui représente toute chose qui, quand elle est interconnectée avec des flux, définit la séquence d'un processus. Le comportement d'un point de décision est défini par des opérations logiques entre flux du type and, xor, or.		
Point de passage "Gateway"	Type de point de décision, au même titre que le "rôle de processus". Le point de passage est un "point de décision" pur, contrairement au "rôle de processus" qui y associe des objets d'entreprise.		
Rôle organisationnel	Rôle spécifié dans le contexte d'une unité organisationnelle.		"Manager", "président",
Unité organisationnelle	Spécialisation d'un objet d'entreprise utilisée pour représenter une organisation, ou une partie d'une organisation.	Formelle Informelle	"Service achat" "groupe", "équipe"
Personne	Individu, être humain identifié.		"M. Dupont"
Structure décisionnelle	Une structure décisionnelle est définie en tant que regroupement de centres décisionnels et de liens décisionnels et informationnels entre centres décisionnels.		
Centre de décision	Concept abstrait défini pour représenter un groupe d'activités de décision à un niveau décisionnel et pour une fonction décisionnelle. Un centre de décision est le lieu où sont prises les décisions selon les objectifs et les contraintes fixés. Un centre de décision correspond à une ou plusieurs unités organisationnelles. Une unité organisationnelle peut prendre part à un ou plusieurs centres de décision.		
Activité de décision	Spécialisation de processus ayant pour but de réaliser des choix. Le résultat (output) d'une activité de décision est une décision qui agit comme un contrôle sur d'autres processus ou activités.		

Tableau I-14 : Principaux concepts décrits dans le standard ATHENA POP*

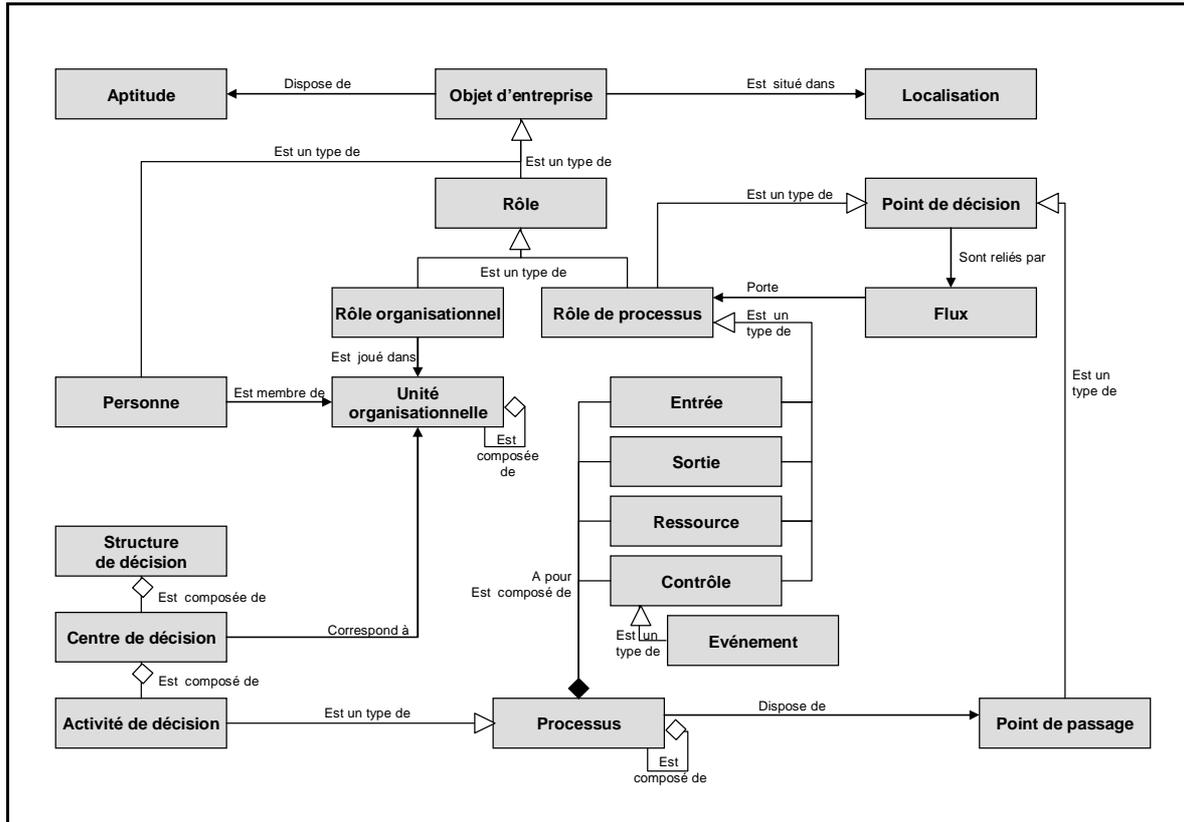


Figure I-106 : Méta-modèle conceptuel simplifié du standard ATHENA POP*

1.6. Norme ISO 19440

La norme ISO 19440 vise à définir un cadre conceptuel générique servant de base à la création de modèles d'entreprises industrielles pour l'aide à la décision opérationnelle (AFNOR, 2009). La norme ISO 19440 s'appuie notamment sur la pré-norme ENV 12204 (AFNOR, 1996a).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans la norme ISO 19440 et leur définition. La Figure I-107 présente le méta-modèle conceptuel simplifié du projet de norme ISO 19440.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Domaine	Description des parties d'une entreprise à modéliser et des relations avec l'environnement externe. (entrées/sorties).	Responsable Objectif, Contrainte Entrée, Sortie Autorité décisionnelle	"Gestion des commandes de production"
Processus métier	Ensemble de fonctionnalités d'un Domaine nécessaire à la production d'un résultat qui satisfait un à plusieurs objectifs. Le résultat final d'un processus métier doit être observable ou quantifiable : entités matérielles (produits industriels) ou entités informationnelles (ordre, document, données).	Responsable Objectif Contrainte Indicateur de performance Entrée, Sortie Autorité opérationnelle	"Fabrication" "Planification"

Activité d'entreprise	Part de fonctionnalité d'un processus métier nécessaire pour réaliser une tâche dans un processus métier.	Comportement Objectif, Contrainte Indicateur de performance Entrée, Sortie Aptitude nécessaire Profil de personne Ressource Statut de fin, Durée	"Stocker produit" "Assembler produit"
Opération fonctionnelle	Part de fonctionnalité d'une activité, qui a été décomposée en un nombre ordonné de fonctions de transformation.		
Événement	Initiation d'un changement d'état dans une entreprise ou dans son environnement, utilisé pour initier l'exécution d'un ou plusieurs processus ou activités	Raison Origine Destination Echelle de temps	"Arrivée d'une commande client"
Objet d'entreprise	Entité de l'entreprise décrite selon ses caractéristiques	Nature : physique/ informationnel Relations entre objets	"Client"
Vue d'objet d'entreprise	Sous-ensemble d'attributs/caractéristiques d'un objet d'entreprise selon un domaine, un processus, une activité, un événement.	Attribut Contrainte Événement	"Part achetée"
Produit	Produits et spécialisations d'une entreprise dont la fabrication et la vente constituent la finalité de l'entreprise. Un produit peut être subdivisé en produits intermédiaires selon les stades du cycle de production.	Nature : physique / informationnel Relations entre produits	"Produit"
Ordre	Instruction d'une autorité à une autre pour gérer la performance d'une opération.	Nature : physique / informationnel Relations entre ordres	"Ordre de fabrication", "Commande client"
Ressource	Ensemble ou partie des aptitudes fournies pour une activité d'entreprise selon ses besoins en aptitudes. Ces aptitudes sont celles d'un appareil, d'un outil ou d'un moyen (logiciel, jeu de données), mais pas d'une ressource humaine (cf. Profil de personne)	Nature : physique / informationnel Opérateur Aptitude Relations entre ressources	"Ressource d'assemblage (manipulée par M. Dupont)"
Aptitude "Capability"	Éléments d'aptitudes requis pour une activité ou fournis par une ressource.	Fonction rattachée Entité rattachée Performance (ex : nbre d'opération par heure) Opérations rattachées	"Station d'assemblage de produits mécaniques"
Entité fonctionnelle	Type spécial de ressource capable d'exécuter une à plusieurs opérations fonctionnelles et d'être autonome.	Nature : physique / informationnel Opérateur Aptitude Ensemble d'opérations fonctionnelles	"Porteur"
Unité organisationnelle	Représentation de la structure formelle, hiérarchique ou administrative d'une entreprise.	Responsabilités Autorités Niveau d'organisation	"Entreprise, Département, section, équipe"
Centre de décision	Ensemble d'activités de décision participant à la structure décisionnelle d'une entreprise. Chaque centre de décision doit comporter au moins une relation avec un autre centre de décision et une unité organisationnelle.	Autorité (UO) Cadre de décision (objectif, variable, contrainte) Catégorie de décisions (fonction décisionnel.) Niveau de décision Niveau d'organisation Lien avec rôle org.	"Nivellement de production"

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Article	Bien, identifié en tant que tel, constituant de ce fait un élément de nomenclature ou de catalogue. C'est un terme général pouvant représenter matière, pièce, sous-ensemble, ensemble ou produit fini.		
En-cours	A un moment donné, et pour un article donné, ensemble des matières constituant de cet article ne faisant plus partie d'un stock du fait des actions déjà exécutées à cet instant (sortie de stocks, transfert, transformation), mais n'ayant pas encore abouti à la réalisation complète de l'article.		
Nomenclature	Liste des articles directement constitutifs de l'article considéré.		
Produit	Article qu'une entreprise a décidé de commercialiser.		
Famille de produits	Ensemble de produits réunis sur la base d'un critère commun.		
Action	Événement ou ensemble d'événements ayant pour but ou pour effet de : - modifier les caractéristiques d'un produit ou d'un en-cours (action de transformation = opération) - le déplacer (action de déplacement = transfert) - laisser s'écouler du temps (action d'attente = stockage) - vérifier la bonne exécution des 3 autres actions (action de contrôle = contrôle de conformité)		
Opération	Action destinée à modifier les caractéristiques d'un article ou d'un en-cours, pour aboutir à un nouvel article ou un nouvel en-cours. Elle modifie également la variable "temps", et éventuellement la variable "localisation".	Durée	"usinage, assemblage, montage, contrôle"
Transfert	Action destinée à modifier la localisation d'un article ou d'un en-cours. Elle modifie également la variable "temps", mais pas la variable "caractéristiques"	Durée	
Stockage	Action destinée à laisser s'écouler le temps sans agir sur les caractéristiques ni sur la localisation d'un article.	Durée	
Contrôle de conformité	Action de vérification de la conformité à des données pré-établies, suivies d'un jugement. Le contrôle de conformité peut comporter une activité d'information, inclure une décision (acceptation, rejet, ajournement), déboucher sur des actions correctives.		
Tâche	Processus le plus élémentaire, constitué d'un ensemble d'actions à accomplir dans des conditions fixées pour obtenir un résultat attendu et identifié en termes de performances, de coûts et de délais. L'accomplissement de la tâche résulte d'un ordre. Cette tâche est confiée à un acteur identifié et nécessite l'allocation de ressources humaines, matérielles et financières.		
Gamme d'opérations	Énumération de la succession des actions nécessaires à la réalisation d'un article.		
Cycle	Suite d'actions comprises dans une période et qui se reproduisent dans un ordre déterminé.		

Moyen de production	Moyen élémentaire défini par l'entreprise et dont elle dispose pour produire. Ce que l'entreprise aura décidé de ne pas considérer comme moyen de production devra faire l'objet d'une gestion spécifique (gestion des matières consommables, gestion des outils, gestion des moyens de manutention, etc).		"un ouvrier, cinq personnes, une machine et deux personnes, un outillage, une machine seule, un atelier, une usine, la sous-traitance"
Charge	Quantité d'unité d'œuvre correspondant à une demande, que l'on décide de réaliser sur un moyen de production déterminé (machine, atelier, usine, réglleur, cariste).		
Poste de charge	Unité opérationnelle de base que l'entreprise a décidé de gérer. Un poste de charge peut résulter de la combinaison de moyens de production élémentaires, associés dans le but de réaliser une opération de production déterminée. Un poste de charge résulte d'une décision d'organisation alors que le poste de travail est une unité physique.		
Poste de travail	Emplacement défini sur lequel un ou plusieurs ouvriers exécutent un travail, avec ou sans machine. Moyens de production pris en compte pour définir les postes de charge. Le poste de travail se rattache à une équipe lorsque l'exécution de la tâche assignée à celle-ci exige la présence de tous les individus simultanément.		
Centre de charge	Ensemble de postes de charge agrégés pour des besoins de gestion ou de simulation, pour des déterminations de coût, pour des raisons de rapidité de traitement, de simplicité, de facilité d'exploitation et d'interprétation.		
Capacité	Quantité d'unités d'œuvre susceptibles d'être réalisées par un moyen de production dans une période déterminée et dans le cadre de certaines hypothèses de travail.		
Ordre	Un ordre d'achat ou un ordre de fabrication est l'expression de la décision de faire exécuter pour une date déterminée une action d'approvisionnement (achat ou fabrication). Cette décision résulte d'un besoin à satisfaire, et prend en compte des éléments de gestion. Les ordres s'expriment pour une quantité donnée d'un article défini; l'exécution d'un ordre est généralement matérialisée par une entrée en stock.		
Lot	Pour un ou plusieurs moyens de production déterminés, quantité de pièces concernées par une même action ou un même ensemble d'actions (opération ou transfert) entre deux événements intervenant pour ce moyen de production.		
Bon	Support d'informations matérialisant un ordre d'action, et permettant éventuellement la transmission des données nécessaires à son exécution ou l'enregistrement des données de réalisation de cet ordre. La notion de bon, dont l'origine est le support papier traditionnel, est étendue à tout autre type de supports (listes, badges, console informatique)	Type d'actions : réalisation ou mouvement	"Bons de travail, de contrôle, de manutention, de sous-traitance" "Bons de sortie des composants, d'entrée de l'article terminé en magasin, de transfert de stock, de perte"

1.8. ISO – Rapport Technique 10314

Le Rapport Technique 10314 réalisé dans le cadre des travaux du groupe de travail ISO TC184/SC5/WG1 présente notamment un modèle générique de production par atelier (Shop Floor Production Model - SFPM) et un modèle générique d'activité (Generic Activity Model : ISO-GAM) (ISO, 1990; Vernadat, 1996). Il permet d'établir un cadre conceptuel pour les aspects fonctionnels et organisationnels.

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans le Rapport Technique 10314 et leur définition. La Figure I-109 présente le méta-modèle conceptuel simplifié du Rapport Technique 10314.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Action	Description élémentaire d'un travail. Une action peut être de 4 types : transporter, transformer, vérifier, stocker (Engelke <i>et al.</i> , 1985).		
Fonction	Spécialisation d'une action où sont précisées les entrées/sorties		
Activité	Spécialisation d'une fonction où sont précisés les contrôles et mécanismes.		
Sujet	Objet de l'entreprise. Il peut être de 3 types : matériel, information, ressource.		
Matériel	Type de sujet		
Information	Type de sujet		
Ressource	Type de sujet		
Niveau (de décision)	Niveau de décision dans l'entreprise correspondant à un type d'activités de gestion. 4 niveaux sont identifiés dans le rapport (section, cellule, station de travail, équipement) correspondant aux 4 grands types d'activités de gestion.		
Type d'activité de gestion	Regroupement d'activités de gestion selon les niveaux de décision. 4 grands types d'activités de gestion sont identifiés dans le rapport (supervision, coordination, commande, exécution) correspondant aux 4 niveaux de décision.		

Tableau I-17 : Principaux concepts décrits dans le Rapport Technique 10314 de l'ISO

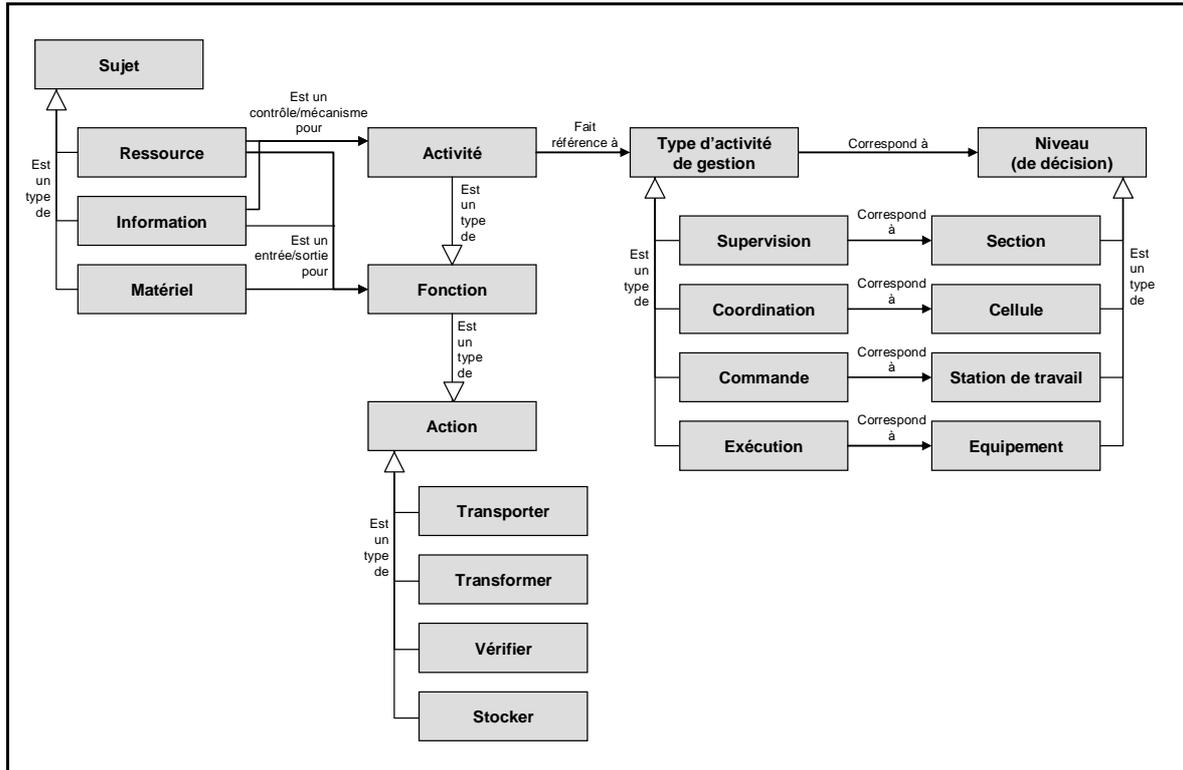


Figure I-109 : Méta-modèle conceptuel simplifié du Rapport Technique 10314 de l'ISO

2. Cadres conceptuels issus de travaux divers

2.1. Méthode OSSAD

La méthode OSSAD (Office Support System Analysis and Design) propose une méthode pour l'analyse de l'organisation du travail de bureau et la conception de systèmes d'information bureautiques (Dumas *et al.*, 1990). Elle est issue d'un projet du même nom terminé en 1989. Elle s'appuie sur un cadre conceptuel que nous présentons ici et vise à définir trois types de modèles : le modèle abstrait (ce qui doit être fait et pour quoi), le modèle descriptif (qui fait quoi et comment) et le modèle prescriptif (quels détails du systèmes techniques et organisationnels à mettre en place).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans la méthode OSSAD et leur définition. La Figure I-110 présente le méta-modèle conceptuel simplifié de la méthode OSSAD.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Fonction	Sous-ensemble d'actions ayant un même objectif. Sous-ensemble de l'organisme fournissant un certain résultat ou une ensemble d'actions ayant un même objectif, indépendamment des moyens concrets utilisés pour les effectuer. La fonction correspond à un premier niveau de découpage de l'organisme.	Nom = verbe ou nom	"Comptes-courants" "Prêts" "Placements" "Gestion/adm."
Sous-fonction	Sous-division d'une fonction. Concept correspondant aux niveaux successifs d'analyse de plus en plus détaillée des fonctions	Nom = verbe	"Prêts à la consommation, prêts immobiliers, prêts industriels, statistiques de prêts"
Activité	Subdivision la plus fine d'une fonction. Concept représentant le degré le plus fin de décomposition des fonctions.	Nom = verbe	"Gestion d'une demande de prêt, réalisation d'un prêt, statistique".
Paquet	Ensemble d'informations ayant une relation logique entre elles, échangées entre 2 fonctions, sous-fonctions ou activités. En entrée d'une fonction, le paquet permet d'activer un traitement d'informations. En sortie, le paquet représente le résultat d'une fonction.	Nom	"Historique" "Demande de prêt" "Offre de prêt"
Rôle	Ensemble de tâches / responsabilités réellement effectuées par un individu. Chaque rôle est rempli par un acteur (personne).	Nom	"Chef de service, guichetier, délégué commercial"
Unité (organisationnelle)	Regroupement significatif de rôle pour des besoins de coordination et de contrôle.	Nom	"Agence bancaire" regroupant les rôles de "Chef d'agence, chef de service, conseiller, guichetier"
Acteur	Personne qui remplit un ou plusieurs rôles.	Nom	M. Dupont
Tâche	Intersection d'une activité avec un rôle (dans une matrice Rôle/Activité)	Nom	"Examen de dossier" réalisé par le rôle "chef de service prêts" dans l'activité de l'agence bancaire"
Opération	Élément pertinent d'une tâche (au regard des objectifs de l'analyse). Unité de travail tertiaire minimale, réalisée par une seule personne.	Nom	"Consulter historique client sur le micro-ordinateur"
Procédure	Regroupement pertinent de tâches permettant d'avoir une vue d'ensemble d'une activité. Aspect descriptif d'une activité, mettant en jeu des rôles et nécessitant des opérations.	Nom	"Attribution d'un prêt" qui nécessite les opérations "évaluer demande d'un prêt, consulter historique client"
Macro-procédure	Regroupement de procédures correspondant au niveau de la sous-fonction.	Nom	-
Ressource (en information)	Regroupement d'informations échangées entre procédures, tâches et/ou opérations. La ressource est le pendant descriptif du concept abstrait de paquet. Elle est dite consultée lorsqu'elle n'est pas modifiée par l'opération.	Nom	"Imprimé demande de prêt complété par le client"
Outil	Moyen (logiciel, matériel, etc) permettant d'effectuer le travail tertiaire.	Nom	"machine traitement de texte, téléphone, poste de travail connecté à un ordinateur déptal"

Tableau I-18 : Principaux concepts décrits dans l'approche OSSAD

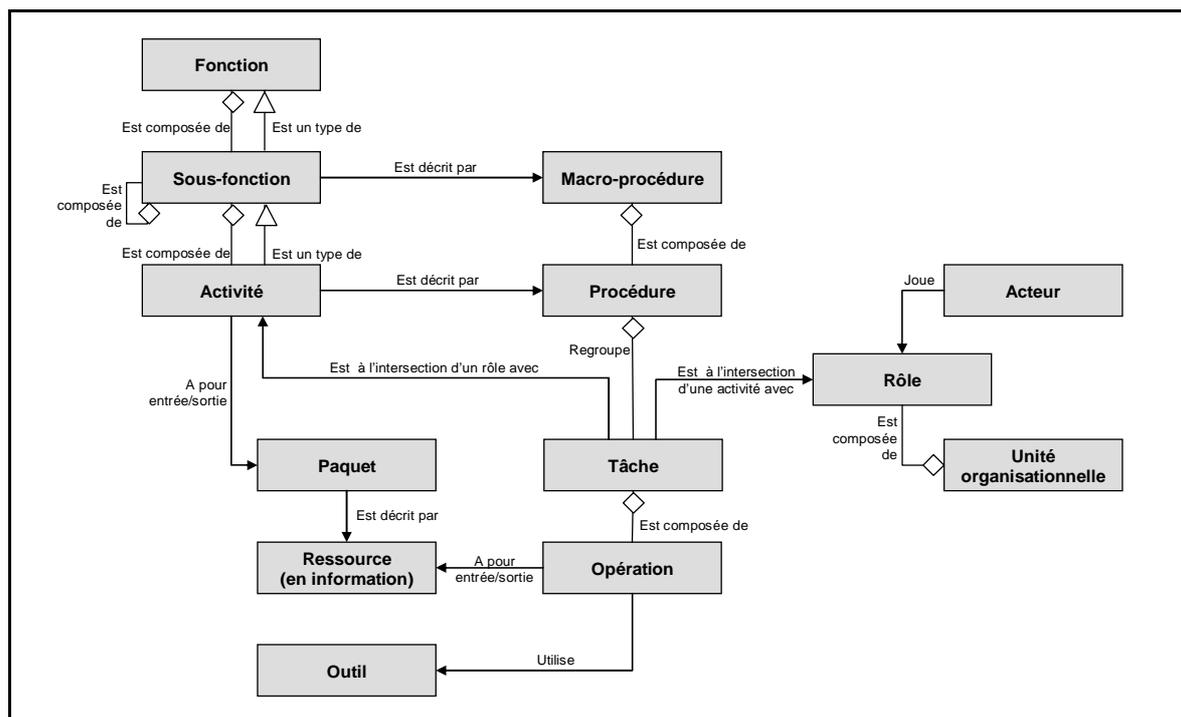


Figure I-110 : Méta-modèle conceptuel simplifié de la méthode OSSAD

2.2. Approche MEGA

L'approche MEGA est une approche de modélisation des processus et d'entreprise proposée par la société MEGA International (www.mega.com) à travers un ensemble d'outils de modélisation tel que "MEGA Process" (MEGA International, 2007).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans l'approche MEGA et leur définition. La Figure I-111 présente le méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche MEGA.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Processus	<p>Chaîne de valeur fournissant un produit ou un service à un client de l'entreprise. Elle décrit une séquence d'activités de transformation et est mise en œuvre par des procédures.</p> <p>Un processus est déclenché par la demande client, fournit un résultat contractuel au client et mobilise tous les intervenants contribuant à produire ce résultat.</p> <p>Modéliser les processus consiste à adopter un point de vue extérieur à l'organisation, centré sur sa raison d'être vis-à-vis du client. Chaque processus doit être lié à un produit ou à un service. Pour représenter l'organisation interne, la modélisation MEGA utilise des diagrammes de mise en œuvre de processus (agencement de procédures) pour montrer comment chaque acteur contribue au produit ou service final fourni au client.</p> <p>"Niveau vue d'ensemble des processus"</p>		<p>"Fournir service après-vente"</p> <p>"Assurer la qualité"</p> <p>"Obtenir produit"</p> <p>"Gérer les RH"</p>

Activité	<p>Étape d'un processus, unité de décomposition fonctionnelle d'un processus, contribution d'un métier (d'une fonction) à la chaîne de valeur du processus. Elle transforme des éléments d'entrée en résultats à valeur ajoutée. Elle fait appel à un savoir-faire spécifique et ne peut être réutilisée dans plusieurs processus.</p> <p>La définition de l'activité ne fait référence à aucune solution organisationnelle ou technologique. Les activités sont l'intersection entre processus et métiers.</p> <p>C'est le quoi?</p>		"Créer commande, Sortir produit du stock, Effectuer livraison, Acheter matières premières (MP), réceptionner MP, transporter MP"
Métier	<p>Compétence ou regroupement de compétences d'intérêt pour l'entreprise. Le métier est différent de l'acteur.</p>		"Administration des ventes, Achats, Gestion des stocks, Logistique"
Procédure	<p>Une procédure est décrite par un enchaînement d'opérations, représentées dans un logigramme. C'est un regroupement d'opérations qui produit un résultat "contractuel". Elle est déclenchée par la réception d'un message ou par un temporisateur. Le résultat d'une procédure est sous la responsabilité d'un acteur de type "structure" (département, direction).</p> <p>Une procédure décrit la marche à suivre pour mettre en œuvre tout ou partie du processus d'élaboration d'un produit. Les procédures sont l'intersection entre processus et acteurs.</p> <p>C'est le comment? Niveau "Diagramme de mise en œuvre"</p>	Nom = verbe d'action + complément indiquant le but	"Fournir pièces détachées"
Opération	<p>Une opération est un traitement élémentaire pris en charge par un acteur de type "fonction" ou "responsable" (poste de travail). Une opération est une étape d'une procédure correspondant à l'intervention d'un acteur de l'organisation dans le cadre d'une des activités de l'entreprise. Une opération est en général non interruptible. Les sous-opérations sont appelées tâches.</p> <p>Niveau "Logigramme" (Opérations) Niveau "Mode opératoire" (Tâches)</p>	Nom = verbe d'action + complément indiquant transformation Durée Contraintes	"Créer note de livraison"
Acteur	<p>Un acteur interne est un élément de la structure de l'entreprise. Un acteur externe représente un organisme qui interagit avec l'entreprise.</p> <p>C'est le qui?</p>	Interne/externe Type : structure, fonction, responsable, société, institution	"Département, Poste de travail, Service commercial" "Client, fournisseur, service de l'état" "Service comptable, agent compt., directeur compt., entreprise, ministère"
Rôle	<p>Délimitation de la frontière interne de l'objet décrit. Les rôles appartiennent à une procédure (ou un processus), et ne sont pas réutilisables.</p>	Type : traitement, communication	
Ressource	C'est le avec quoi?		
Application	<p>Ensemble de composants logiciels. Applications et procédures peuvent être directement liées si les opérations et/ou les services n'ont pas été décrits.</p>		
Service	<p>Élément de découpage d'une application qui est mis à la disposition de l'utilisateur dans le cadre de son travail.</p> <p>Le lien entre opération et service exprime la correspondance entre l'informatique et le métier de l'entreprise (ex : "Créer note de livraison" et "édition commande").</p>		

Site	C'est le où?		
Exigence	Contraintes qui pèsent sur un processus ou un projet. C'est le pourquoi?		"Attente client, Aliments ne doivent pas être périmés, Pizzas servies chaudes et fabriquées par italiens"
Objectif	But qu'une entreprise cherche à atteindre.	Quantitatif Qualitatif	"Augmenter le nbre de pizzas vendues par jour, Améliorer qualité des pizzas"
Indicateur	Mesure de l'atteinte d'un objectif, de l'impact d'un facteur de risque, de l'efficacité d'un contrôle.		
Message	Flux circulant à l'intérieur de l'entreprise ou échangé entre l'entreprise et son environnement. Deux opérations effectuées successivement par des acteurs différents sont toujours reliées par l'intermédiaire d'un message.	Type : information, financier, matière Trajet (émetteur/récepteur) Info véhiculée Mode et fréquence de transmission	"Ordre de production, Planning de production, Demande de livraison"
Projet	Un projet est un ensemble de tâches, unique et temporaire, confié à une équipe et qui transforme un système ou une partie d'un système. Il vise à atteindre un résultat donné dans le cadre de contraintes qui s'imposent. Il se déploie à travers différentes étapes.		"Améliorer le plan de formation"

Tableau I-19 : Principaux concepts décrits dans l'approche MEGA

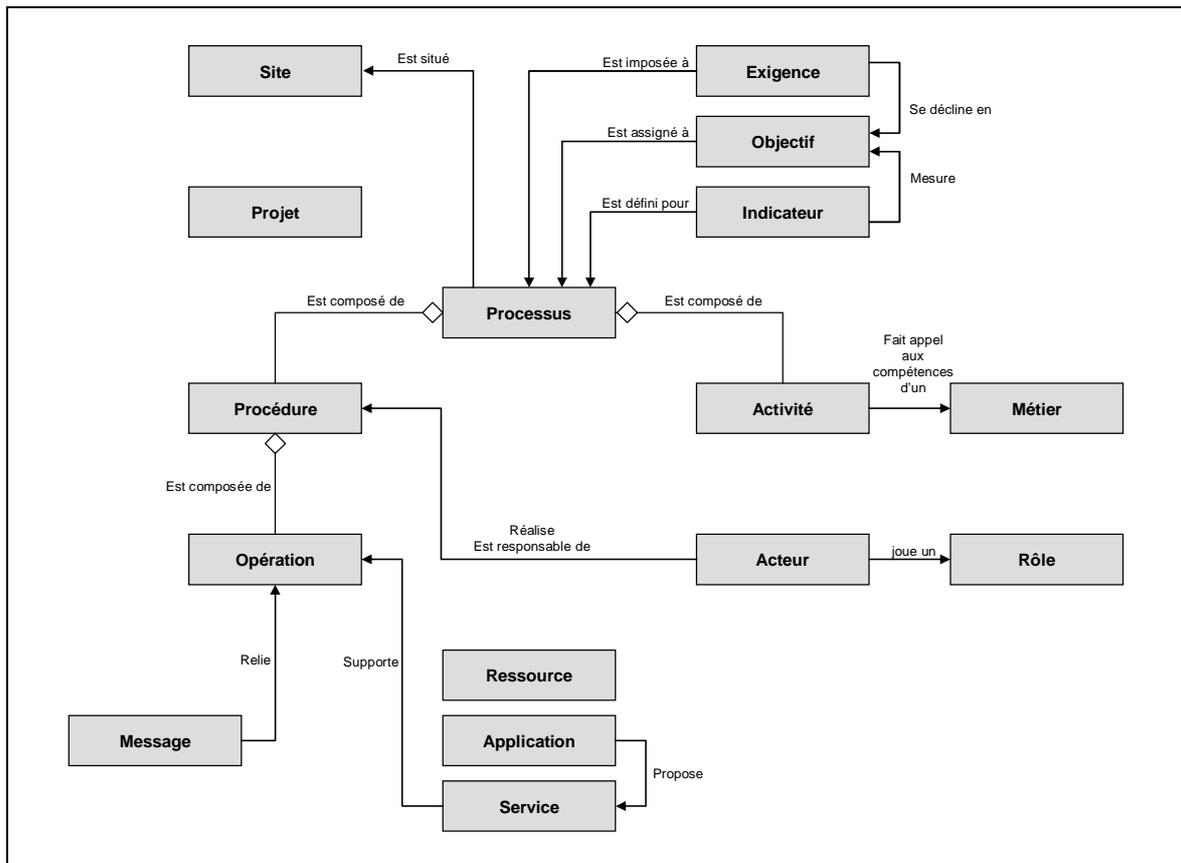


Figure I-111 : Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche MEGA

2.3. Approche IEM

L'approche IEM (Integrated Enterprise Modelling) vise à décrire les fonctions et les objets d'un système manufacturier (Spur *et al.*, 1996). Cette approche, orientée objet, s'inspire des langages de modélisation IDEF0 et CIMOSA (Vernadat, 1996). Cette approche a été mobilisée dans l'établissement du standard UEML (Mertins *et al.*, 2005; Petit *et al.*, 2002). Le modèle générique de l'activité proposé par l'approche IEM (IEM-GAM) est proche du modèle ISO-GAM proposé dans le Rapport Technique 10314 de l'ISO (ISO, 1990) tout en présentant quelques différences.

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans l'approche IEM et leur définition. La Figure I-112 présente le méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche IEM.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Action	Description d'un travail défini comme un ensemble d'étapes. Une action processe un seul objet à la fois.		
Fonction	Spécialisation d'une action où sont précisées les entrées/sorties (produit, ordre, ressource).		
Activité	Spécialisation d'une fonction où sont précisés les contrôles et mécanismes (produit, ordre, ressource)..		
Objet	Objet de l'entreprise pouvant avoir différents états : à processor ou processé.	Etat d'entrée, état de sortie d'une action	
Produit	Type d'objet représentant tout produit dont la fabrication et la vente constitue la finalité de l'entreprise.		
Ordre	Type d'objet représentant une information requise pour la planification et le contrôle dans l'entreprise. Un ordre stimule la ressource qui exécute l'activité.		"Donnée de contrôle, nom et quantité d'objets ordonnés, contraintes sur ressources"
Ressource	Type d'objet représentant tout objet (incluant les humains) qui ont la capacité ou sont requis pour réaliser un travail dans l'entreprise. Une ressource propose un service (fonctionnalité). Elle peut être à processor, processée ou exécutante.		

Tableau I-20 : Principaux concepts décrits dans l'approche IEM

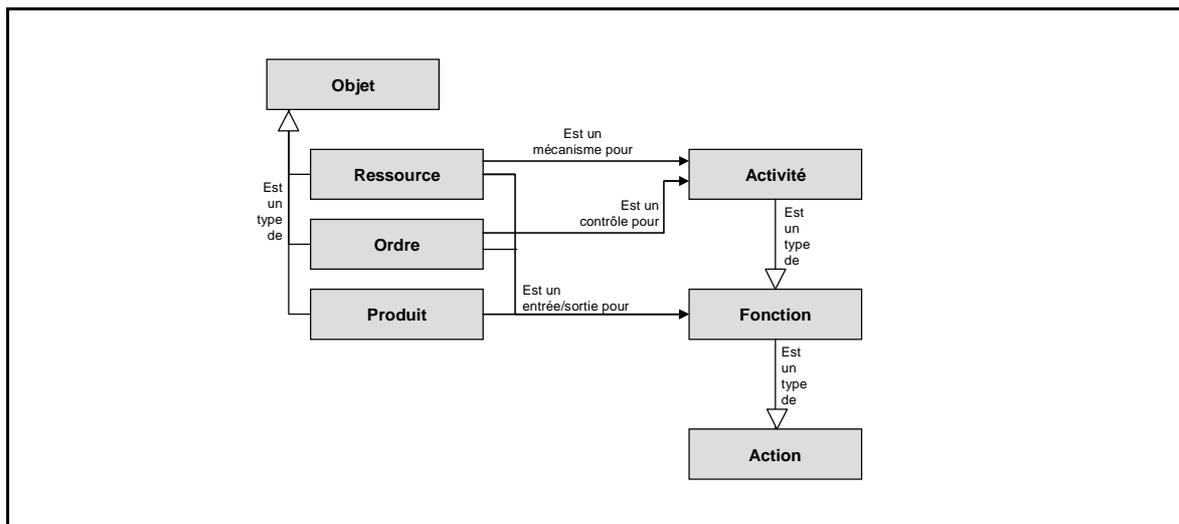


Figure I-112 : Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche IEM

2.4. Approche EEML

L'approche EEML (Extended Enterprise Modelling Language) est une approche graphique, développée dans le cadre du projet européen External, visant l'intégration des systèmes en entreprise (Krogstie, 2002). Cette approche a notamment été mobilisée dans l'établissement du standard UEML (Panetto *et al.*, 2004; Petit *et al.*, 2002).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans l'approche EEML et leur définition. La Figure I-113 présente le méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche EEML.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Tâche	Représentation d'une partie de travail au sein d'un processus. Une tâche peut être décomposée en d'autres tâches. Les tâches s'enchaînent avec des points d'arrêts pour marquer une décision et des rôles pour les exécuter : elles constituent ainsi un processus.	Nom Durée Etat (planifiée ou non)	"tâche de planification, d'attente, de finalisation"
Point de décision	Décision manuelle dans le cadre d'un processus intégrant les différents flux convergents.	Nom Description Transition	
Flux	Relation entre deux points de décision dans un processus. Les points de décision faisant partie des tâches, un flux relie ainsi deux tâches entre elles.	Nom Description Origine, Cible Contrôle	
Rôle	Part jouée par une ressource. Un rôle est toujours défini dans un contexte.	Nom Description	
Rôle social	Rôle joué par une ressource de type personne ou organisation.		
Rôle technique	Rôle joué par une ressource de type outil ou objet.		

Ressource	Chose qui joue un rôle spécifique durant l'exécution d'un processus ou dans une organisation en général.		
Personne	Type de ressource représentant un être humain	Nom Coordonnées	"M. Dupont"
Organisation	Type de ressource représentant une organisation	Nom Description	"Personne légale, unité, groupe informel"
Outil	Outil manuel ou informatique.		
Outil manuel	Type de ressource représentant un outil physique nécessaire à la réalisation d'une tâche.	Nom Description	
Outil informatique	Type de ressource représentant les applications informatiques ou leurs composants nécessaires à la réalisation d'une tâche.	Nom Description	"MS Office, MS Word, MS Excel"
Objet	Objet matériel ou informationnel.		
Objet matériel	Type de ressource représentant un artefact ou un objet physique.	Nom Description	
Objet informationnel	Type de ressource représentant une source d'information comme des documents, des livres, des fichiers, des bases de données. Beaucoup d'objets informationnels ont ainsi un aspect matériel ou physique.	Nom Description Auteur	"Document, livre, fichier, BD"

Tableau I-21 : Principaux concepts décrits dans l'approche EEML

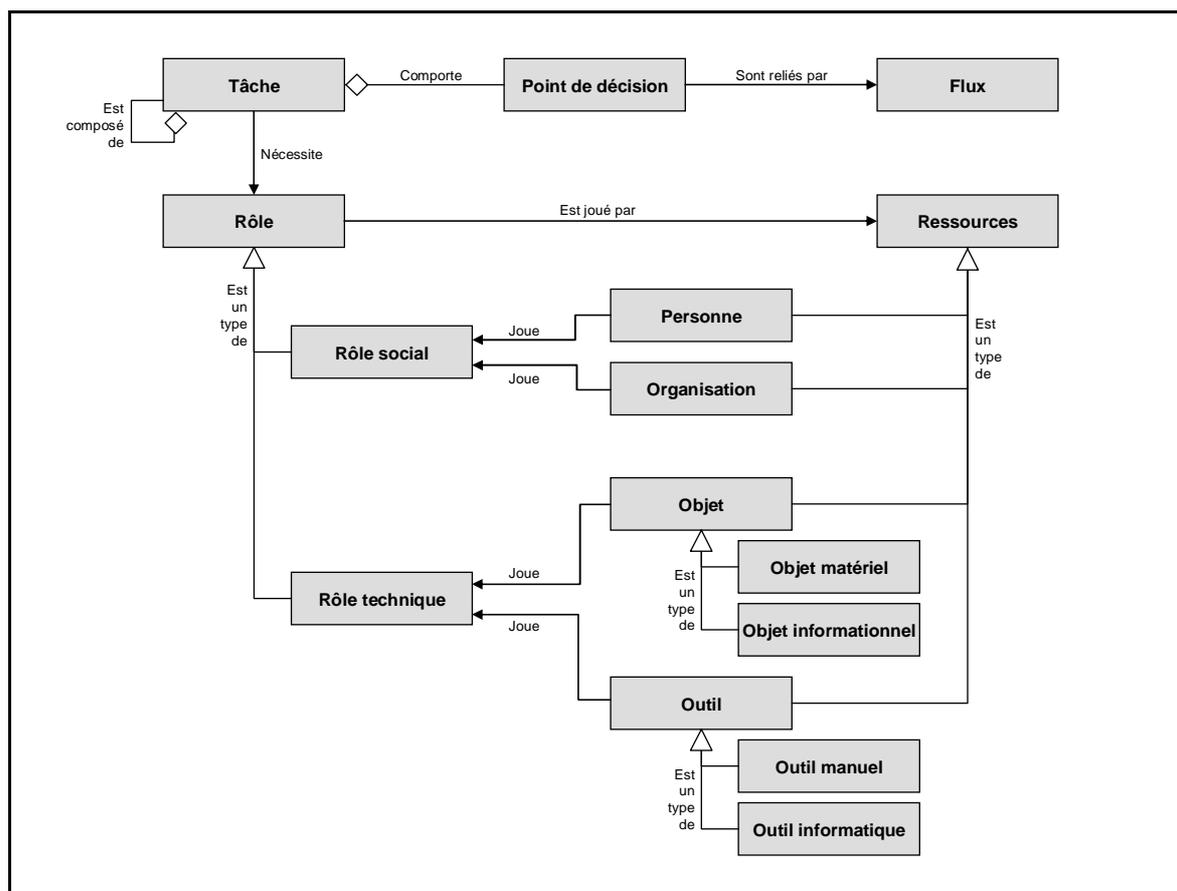


Figure I-113 : Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche EEML

2.5. Proposition de Lorino (Activités)

L'approche proposée par Philippe Lorino (Lorino, 2003) est issue des travaux sur la gestion par activités et le déploiement de la valeur par les processus (Lorino, 1991; Lorino, 1995; Zarifian, 1995). Ces travaux servent notamment de référence à la méthode ABC (Activity Based Costing) (Ravignon *et al.*, 2007).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans la proposition de Lorino et leur définition. La Figure I-114 présente le méta-modèle conceptuel simplifié de cette approche.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Activité	<p>Ensemble de tâches élémentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réalisées par un individu ou un groupe - faisant appel à un ensemble spécifique d'aptitude, un champ de compétences - homogènes du point de vue de leur comportement de performance, - permettant de fournir, à un ou plusieurs clients identifiables, internes ou externes, soit un output précis (matériel ou immatériel, faisant l'objet d'un décompte pour les activités plutôt répétitives dites fonctionnelles), soit la résolution d'un certain type de problèmes (dans des contextes dont l'incertitude et la complexité ne permettent pas de considérer l'activité comme stable d'un point de vue fonctionnel – activité cognitive) - à partir d'un panier de ressources (temps de main d'œuvre, temps d'équipements, mètres carrés, énergie, données). <p>Une activité est à la base du diagnostic et du pilotage, et le support naturel de la mesure du coût et de la performance.</p>	<p>Nature (industrielle, logistique, administrative, commerciale, technique)</p> <p>Technologie</p> <p>Coût</p> <p>Qualité</p> <p>Délai</p> <p>Type (conception, réalisation, maintenance)</p> <p>Output principal</p>	<p>"Fraisier, assembler, tourner, conditionner"</p> <p>"Stocker, transporter"</p> <p>"Facturer, Comptabiliser, planifier, contrôler, préparer paye"</p> <p>Négociier, visiter, faire une proposition"</p> <p>"Dessiner, spécifier, simuler, tester, maquetter, prototyper"</p>
Processus	<p>Ensemble d'activités reliées entre elles par des flux d'information ou de matière (type particulier de flux d'infos car la matière est porteuse d'infos), qui se combinent pour fournir un produit (output) matériel ou immatériel important et bien défini.</p> <p>La description en termes de processus regroupe et agence les activités selon une logique de produits (outputs), donc selon une logique extravertie de clients internes et externes, et non selon une logique introvertie de métiers (la division du travail dans l'entreprise) ou de responsabilités.</p> <p>Un processus peut regrouper à la fois des activités génériques et différents projets.</p>	<p>Type selon durée (opérationnel, stratégique)</p> <p>Type selon nature output (processus de fabrication ou d'information)</p>	<p>"Processus de fabrication, de développement d'un nouveau produit, logistique commande-livraison, de maintenance, de vente, de facturation"</p>
Processus récurrent	<p>Processus se caractérisant par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un output répétitif, assez standardisé (produits industriels de série, services bancaires courants, factures) - une échelle de production suffisamment importante pour que la réussite de l'entreprise ne soit pas sensible à chaque unité de l'output prise individuellement - une durée de réalisation (temps de fabrication, délai d'émission d'une facture) faible par rapport aux cycles de gestion 		

Processus de projet	<p>Processus se caractérisant par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un output fortement personnalisé (concept d'un nouveau produit industriel, nouveau système informatique, affaire commerciale de grande ampleur), non répétitif - un output dont chaque unité prise individuellement a une importance significative / stratégique pour l'entreprise (nouveaux produits sortis sur le marché) - une durée de réalisation du processus importante par rapport aux cycles normaux de pilotage <p>Le pilotage par projet est plutôt lié à une logique de changement, de discontinuité et de rupture, là où le pilotage par processus obéit plutôt à une logique de progrès continu.</p> <p>Le projet doit assurer l'atteinte d'un résultat particulier à un instant donné.</p>		
Tâche	<p>Elément constitutif d'un projet, chaque tâche étant la réalisation datée et temporaire d'une activité précise, dont on peut mesurer le recours aux diverses ressources métiers. Les tâches peuvent être successives ou simultanées.</p>		
Chaîne de valeur	<p>Combinaison de processus et d'activités. La chaîne de valeur est un système de processus et d'activités qui décrit la genèse des prestations qui composent le service final apprécié et valorisé par les clients. Chacun des processus de la chaîne de valeur contribue partiellement et parfois indirectement (processus support) à la genèse de la valeur finalement par le client.</p>		
Output - Produit	<p>Produit d'une activité ou d'un processus.</p>	<p>Volume Unité d'œuvre Coût unitaire</p>	<p>"Produit fini, Nouveau produit, livraison"</p>
Fonction	<p>Ensemble d'activités présentant un certain degré de similitude en matière de savoir-faire et de compétence requis. Ces activités font donc référence à un même corpus de métier et s'appuient souvent sur des normes et des méthodes professionnelles bien définies.</p> <p>La fonction a en charge le pilotage sur longue durée d'un champ d'action et de compétence et des ressources correspondantes (SI, RH, Machines).</p>		<p>"fabrication, assemblage, études, marketing, planification, ventes, gestion des ressources humaines, finances"</p>
Domaine de responsabilités	<p>Regroupement des activités relevant d'un même centre de pouvoir et de responsabilité, quels que soient les compétences mobilisées (fonction) ou les produits visés (processus).</p> <p>L'angle d'attaque, par domaine de responsabilités, est très utile pour déléguer des objectifs à des managers, mettre en place des contrats d'objectifs, concevoir et faire évoluer l'organisation et les responsabilités.</p>		
Ressource	<p>Une ressource est mobilisée par une activité. Elle peut être consommable (matière énergie) ou permanente (machine, personnel, information) faisant l'objet d'investissement et de maintenance.</p>		<p>"Matière, énergie, machine, personnel, information"</p>
Indicateur de performance	<p>Information devant aider un acteur, individuel ou plus généralement collectif, à conduire le cours d'une action vers l'atteinte d'un objectif ou devant lui permettre d'en évaluer le résultat</p>		

Indicateur de résultat	Indicateur de performance permettant d'évaluer le résultat final d'une action achevée. Par définition, l'indicateur de résultat arrive trop tard pour infléchir l'action, puisqu'il permet de constater que l'on a atteint ou non les objectifs : c'est un outil pour formaliser et contrôler des objectifs, donc des engagements.		"taux de défauts sur produit fini"
Indicateur de suivi	Indicateur de performance permettant de conduire une action en cours, d'en jalonner la progression en permettant, si nécessaire, de réagir (actions correctives) avant que le résultat soit consommé. ~indicateur de pilotage.		caractéristiques échantillons"
Objectif	Un indicateur doit correspondre à un objectif. Un indicateur de résultat mesure l'atteinte de cet objectif. Un indicateur de suivi informe sur le bon déroulement d'une action visant à atteindre cet objectif. Un objectif permet de traduire la stratégie d'une entreprise.		
Tableau de bord	Les indicateurs sont regroupés en tableau de bord, qui en assure une présentation lisible et interprétable, avec une périodicité régulière adaptée aux besoins du pilotage. Chaque tableau de bord correspond à une unité de pilotage donnée (centre de responsabilité, processus, projet, fonction, produit, marché) sur laquelle ont été définis un schéma de responsabilité et une animation de gestion, en vue d'atteindre des objectifs de performance.		"tableau de bord processus" "tableau de bord centre de responsabilité" "tableau de bord pilotage hiérarchique"

Tableau I-22 : Principaux concepts proposés par Lorino (Lorino, 2003)

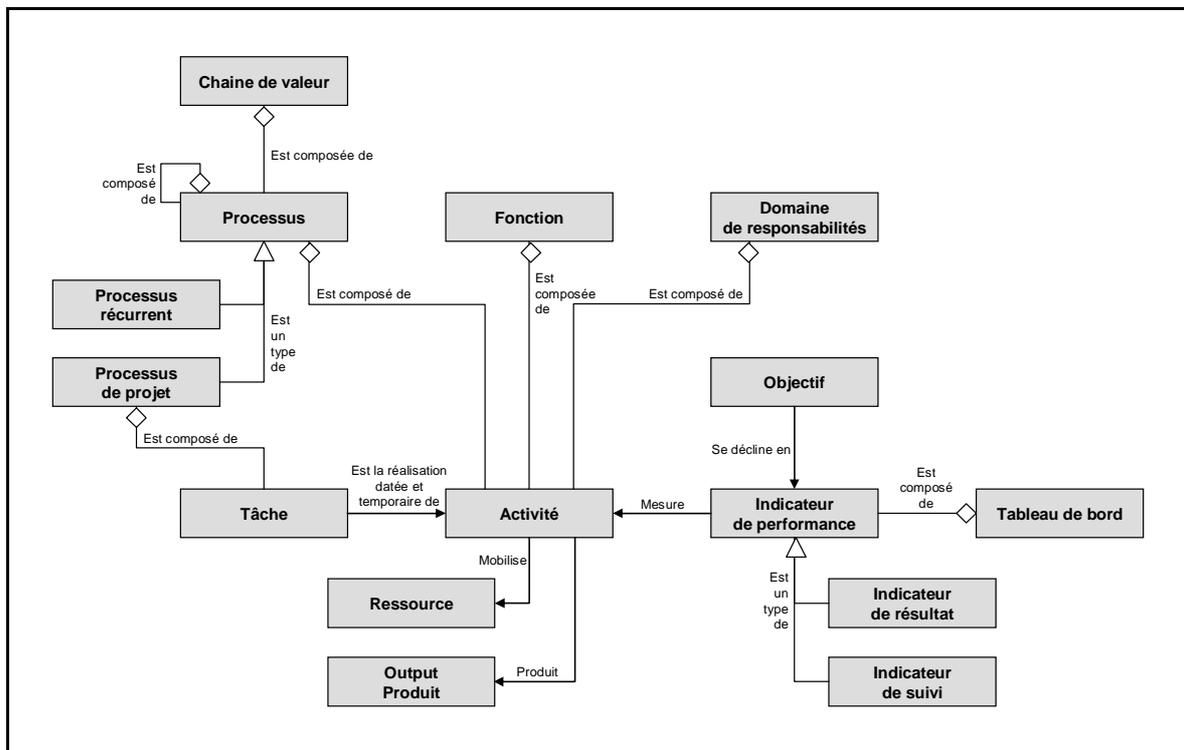


Figure I-114 : Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Lorino (Lorino, 2003)

2.6. Proposition de Debauche *et al.* (Processus)

Bernard Debauche et Patrick Mégard proposent, dans leur ouvrage sur le BPM (Business Process Management), un cadre conceptuel pour les notions liées au métier, aux fonctions et aux processus de l'entreprise (Debauche *et al.*, 2004).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans la proposition de Debauche *et al.* et leur définition. La Figure I-115 présente le méta-modèle conceptuel simplifié de cette approche.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Métier	Chaîne de valeur de l'entreprise depuis les ressources utilisées jusqu'à la production d'un produit ou d'un service. Un métier orchestre les fonctions de l'entreprise.		
Processus métier	Met en œuvre le métier de l'entreprise. Processus cross-fonctionnels.		
Fonction	Domaine de compétence et de responsabilité de l'entreprise. Une fonction prend en charge au moins un processus fonctionnel. Elle orchestre des activités.		"Comptabilité, Ressources humaines, Services généraux, achats, études, fabrication, marketing, vente"
Processus fonctionnel	Il met en œuvre une fonction de l'entreprise. Il produit et consomme des ressources. Il orchestre des procédures.	Responsable Objectif Indicateur de performance	"Processus opérationnel, processus support, processus pilotage"
Activité	Décomposition d'une fonction. Une activité est réalisée par une procédure.	Délai attendu Informatisable	
Procédure	Manière de réaliser une activité confinée dans une limite d'espace et de temps.		
Événement	Activation d'un processus fonctionnel.		
Ressource	Ce qui est nécessaire à une entreprise ou à une fonction pour exercer son métier.		"Ressources matérielles (hors production et de production), financières (argent, crédits), humaines, intellectuelles".
Information	Type de ressource, de nature "intellectuelle"	Droit d'accès Domaine fonctionnel Applicat°de contrôle Support (matériel ou dématérialisé)	"Formulaire, document, message, donnée"
Produit/service	Production de l'entreprise		

Tableau I-23 : Principaux concepts proposés par Debauche

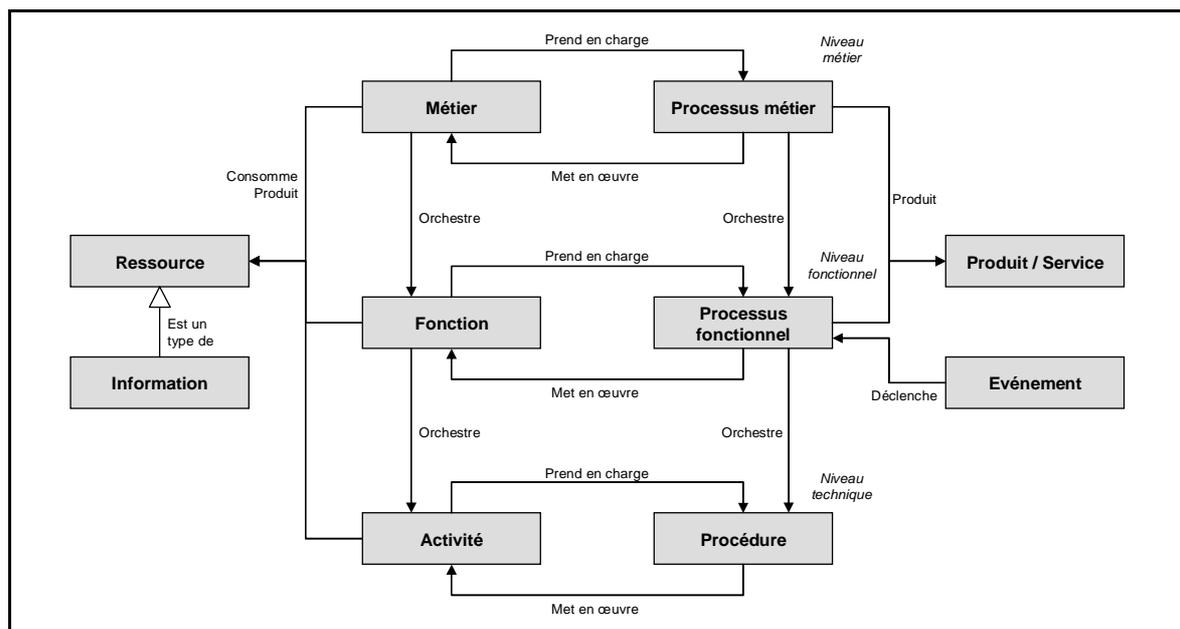


Figure I-115 : Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Debauche

2.7. Proposition de Mougin (Processus)

Yvon Mougin propose dans le cadre de ses travaux sur le management par les processus une approche pour la cartographie des processus et la maîtrise des interfaces (Mougin, 2004). Inspirée du référentiel ISO 9001, cette approche définit un cadre conceptuel pour la cartographie des processus.

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans l'approche proposée par Mougin et leur définition. La Figure I-116 présente le méta-modèle conceptuel simplifié de cette approche.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Processus	Ensemble de ressources et d'activités liées qui transforment des éléments entrants en éléments sortants. Boîte noire qui a une finalité (les données de sortie) et qui, pour atteindre cette finalité, utilise des éléments extérieurs (les données d'entrée) et les transforme (en leur donnant une valeur ajoutée) par du travail et des outils (activités et ressources)		
Procédure	Manière spécifiée d'exercer une activité. Façon de faire, bonnes pratiques de travail, méthode.		
Processus territoire (ou processus fonction)	Processus qui s'exercent dans des zones géographiquement délimitées, des territoires (services, ateliers, bureaux). Processus qui disposent de ressources qui leur sont affectées.		
Territoire	Lieu de fonctionnement d'un processus fonction (d'opération ou de service). Il abrite les ressources internes d'un processus.		

<p>Processus d'opérations (ou de réalisation)</p>	<p>Type de processus territoire.</p> <p>Processus qui sert à réaliser les produits. Lorsqu'un maillon de la chaîne manque, le client ne peut être livré et n'a pas satisfaction.</p> <p>Ce sont les processus métier, les processus que le client achète et qui participent à la réalisation et à la fourniture de la prestation livrée et attendue par le client. Ce sont également les processus connexes, que le client n'achète pas mais qui sont indispensables à la réalisation de la prestation. Ces processus s'exercent dans des zones géographiquement délimitées, des territoires.</p>		<p>"Conception, Production" "Commercial, Administration des ventes" "Achats, ventes, accueil, classement, comptabilité, facturation, stockage, manutention, nettoyage"</p>
<p>Processus de services (ou support)</p>	<p>Type de processus territoire.</p> <p>Processus qui servent à améliorer les performances de l'organisation, qui aident les processus d'opération à atteindre leur propre finalité. Si ces processus disparaissent, le client est livré mais l'efficacité et la qualité des prestations vont se dégrader.</p>		<p>"Qualité, Informatique, Ressources humaines, Finances, Comptabilité"</p>
<p>Processus de management</p>	<p>Processus qui n'est pas un processus territoire (ou fonction) et ne dispose donc pas de ressources qui lui sont affectées.</p> <p>Processus correspondant à des règles ou valeurs qui sont exercées dans les processus fonction/territoire (opérations ou services), autrement dit dans tout ou partie de l'organisme.</p> <p>En règle générale, il n'est pas souhaitable de définir un processus dont l'activité consiste à corriger les dysfonctionnements d'autres processus. Les activités d'autocontrôle au sein d'un processus sont ainsi préférées aux activités de contrôle exercées par des processus indépendants.</p>		<p>"Planification, gestion des documents, traitement des non-conformités, actions correctives, hygiène et sécurité"</p>
<p>Contrat d'interface</p>	<p>Contrat définissant les règles de communication entre deux processus, élaboré avec le souci de transmettre la voix du client, ses attentes, sans aucune déformation. Il ne s'agit pas forcément d'un contrat écrit, mais d'un engagement réciproque entre deux parties qui scelle les termes d'un échange.</p> <p>Description des caractéristiques des processus d'un cartographie. Il montre ce que le processus considéré produit (données de sortie) et précise les attentes des donneurs d'ordres et des utilisateurs. Il précise les contraintes de faisabilité de la demande, cad les conditions nécessaires pour pouvoir satisfaire les utilisateurs et les donneurs d'ordres.</p> <p>Le contrat est le document de travail de base de chaque processus, établi sur l'initiative du fournisseur. Les données d'entrée expriment les besoins de chaque processus (dossier techniques, ordres de fabrication) : certaines d'entre elles sont les données de sortie d'autres processus, mais d'autres peuvent provenir de sources extérieures (réglementation, documentation, norme technique).</p>	<p>Nom du processus Finalité Données de sortie Utilisateur Indicateur de performance Objectifs Nom du propriétaire Documents attachés</p>	
<p>Client</p>	<p>Celui qui, lorsqu'il n'est pas satisfait, peut avoir une incidence négative sur l'organisme. Celui qui déclenche l'activité, qui utilise, qui paie, qui subventionne, qui dirige. Un client peut ainsi être un donneur d'ordre ou un utilisateur.</p>		<p>Elève Parent d'élève Entreprise qui accueille l'élève Etat et région qui subventionnent</p>

	Il y a deux catégories d'attentes client. Celles exprimées lors de l'établissement d'un contrat pour une affaire (et transformée en exigences par le service commercial). Celles qui correspondent aux besoins plus généraux des clients et aux orientations futures souhaitées par les marchés (recueillies au niveau du service marketing).		
Fournisseur	Fournisseur de données de sortie à un processus ou à un organisme. Ce fournisseur est de type processus dans le cadre d'une relation interne à un organisme.		
Donneur d'ordres	Client, payeur et à qui sont facturées les prestations, mais pas forcément destinataire des prestations (livraison à un tiers utilisateur).		
Utilisateur	Client, utilisateur des données de sortie d'un processus ou d'un organisme. Cet utilisateur est de type processus dans le cadre d'une relation interne à un organisme.		
Finalité	Raison d'être du processus. Mission essentielle du processus dans l'organisme		
Donnée de sortie (ou prestations)	Prestations réalisées par le processus. Résultats des activités du processus qui sont utilisés par d'autres processus. Une même donnée de sortie peut être utilisée par différent processus. En général, le nombre de données de sortie n'excède pas 20 par processus.	Type : Matérielle, Informatique (document), Immatérielle (chgt d'état)	"Commandes, état des stocks, machine remise en état, dossiers tenus à jour, plan d'outillage, rejet, consommation d'énergie"
Donnée d'entrée	Donnée consommée par le processus, liée aux données de sortie et aux aléas de fonctionnement du processus. Elle ne caractérise pas un processus.		
Ressource	Moyens dont dispose un processus pour fabriquer ses données de sortie. Une ressource peut être spécifique à un processus ou partagée entre plusieurs. Les ressources internes appartiennent au territoire. Les ressources externes, aussi appelées données d'entrée, doivent être approvisionnées à l'extérieur. Les ressources d'un processus sont directement liées aux résultats qui sont négociés avec le propriétaire du processus.	Type : personne, matériel Nature : interne / externe	
Indicateur de performance (ou indicateur d'activité)	Mesure de l'efficacité d'un processus, de sa capacité à atteindre sa finalité de façon performante. Mesure des activités du processus par rapport aux résultats planifiés.		
Objectif (d'amélioration)	Objectif d'amélioration régulier des processus dans un contexte de changement et d'amélioration permanente. Les objectifs d'amélioration s'appliquent directement sur les indicateurs		
Propriétaire (ou responsable)	Personne qui a la responsabilité de la performance du processus, cad celle qui s'engage sur la livraison des prestations (des données de sortie) et surtout sur l'amélioration continue des performances. Le responsable amplifie la voix du client et optimise les moyens de production.		
Document attaché	Document (procédure, instruction, règle, pratique, mode de travail) qui formalise les façons de faire du processus.		

Tableau I-24 : Principaux concepts proposés par Mougin

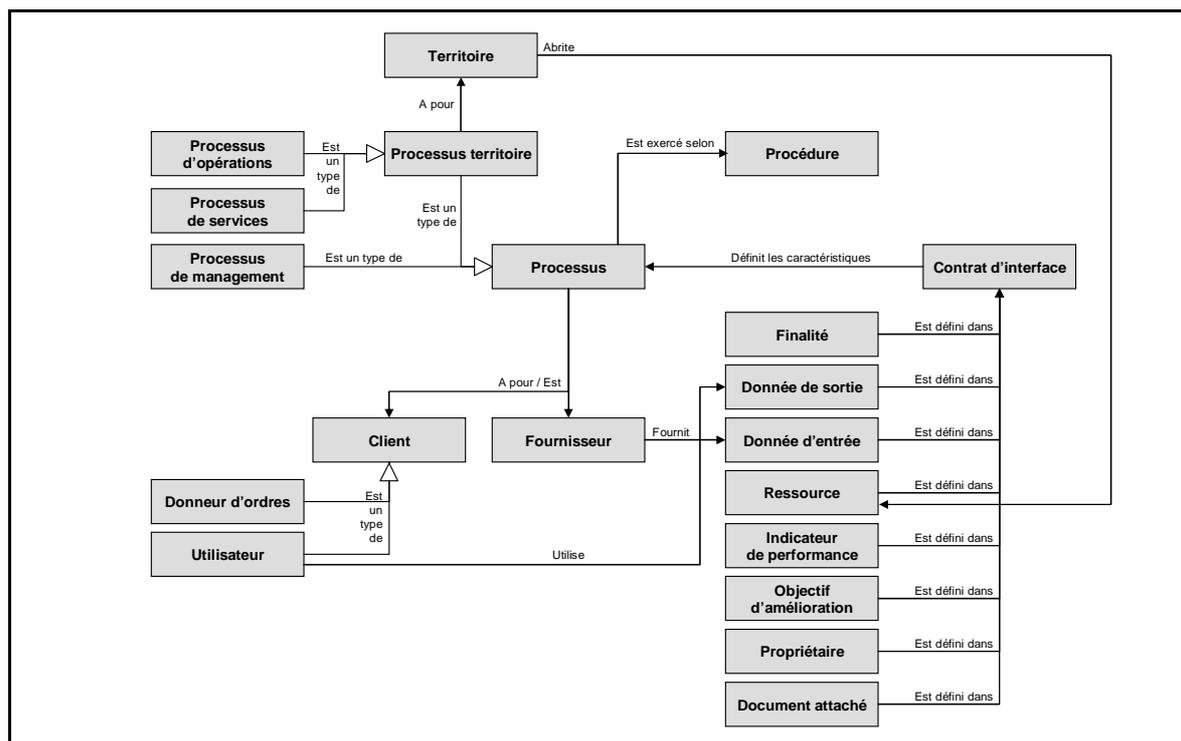


Figure I-116 : Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Mougin.

2.8. Proposition de Morley *et al.* (Processus)

Chantal Morley propose dans le cadre de ses travaux sur la modélisation des processus un cadre unificateur pour la représentation des processus métiers et système d'information (Morley, 2004b; Morley *et al.*, 2007). L'utilisation du paradigme des systèmes multi-agents permet d'enrichir ce cadre et de proposer un cadre conceptuel pour la représentation de processus strictement définis et de processus plus flexibles (Berthier *et al.*, 2005).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans l'approche proposée par Morley *et al.* et leur définition. La Figure I-117 présente le méta-modèle conceptuel simplifié de cette approche.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Processus (métier)	Ensemble finalisé d'activités interopérantes, effectuées par des acteurs et/ou des agents. Un processus métier organise le travail des différents acteurs de l'entreprise afin d'atteindre les objectifs définis par la stratégie de celle-ci. Il est traduit en un ou plusieurs processus. Un processus peut être soit répétitif soit unique (projet : exécuté qu'une seule fois).		"Organisation de livraisons"
Activité	Une activité est spécifiée, de façon exclusive, soit par un but, soit par les tâches qui la composent. Si le processus est appréhendé comme une transformation, l'activité correspond à une partie de cette transformation et produit un résultat, souvent à partir d'éléments d'entrée.	Type : Production, Contrôle, Communication	"Instruction de clôture, Préparation de l'état des lieux, Clôture"

Objectif	Expression de la mission que doit accomplir un processus. L'objectif est parfois proche de la notion de résultat : en effet, l'objectif se concrétise dans le résultat final du processus.		"Préparer livraison des commandes à réaliser pour le lendemain"
Entrée	Elément transformé au cours d'une activité.		
Résultat	Produit d'une activité.		"Demande état des lieux émise, état des lieux effectué"
Ressource	Moyen, information ou outil, utilisé par une activité. Elle est disponible pour l'activité et le reste après son exécution. A la différence d'une entrée, une ressource ne fait pas l'objet d'une transformation.		
Événement	Quelque chose qui arrive et qui provoque le déclenchement d'une activité. L'acteur responsable de l'activité doit être informé que l'événement s'est produit, c'est pourquoi l'événement est souvent matérialisé par une information.		"Information fin de travaux reçue" "Demande état des lieux reçue"
Procédure (activité procédurale)	Activité définie par les tâches qui la composent et qui constituent son mode opératoire. C'est en général une activité conçue de façon ad hoc, pour un processus précis, donc faiblement réutilisable. Elle doit être accomplie par un acteur de type exécutant.		"Initier livraisons" "Trier livraison"
Service (activité de service)	Activité définie par un but. Elle sera affectée à un agent, doté d'autonomie pour l'accomplir.		"Prévenir clients"
Interaction (activité d'interaction)	Activité définie par un but, mais pouvant être accomplie que par une coopération entre plusieurs agents. Celle-ci, bien que non spécifiée de façon procédurale par les tâches à effectuer, doit néanmoins s'inscrire dans un cadre organisé. Cela conduit à introduire le concept de protocole.		"Constituer tournées standard"
Tâche	Plus petit travail à accomplir (dans la gestion par les activités).		"Distinguer les livraisons A des B" "Extraire commandes à livrer à J+1"
But	Concept permettant de décrire une finalité, plus limitée que celle qui est attachée au concept d'objectif. On peut utiliser le but aussi bien pour caractériser une activité ("une activité vise à atteindre un but") qu'un agent ("un agent a capacité à atteindre un but"). Un but ne représente cependant pas une partie de la décomposition d'un objectif : l'objectif relève du niveau système de gestion, alors que le but se situe au niveau d'une fonctionnalité.		"Négocier un contrat de livraison" "Elaborer chaque tournée de J+1"
Protocole	Ensemble de dispositions qui régissent les échanges entre les agents en vue d'accomplir une activité de type "Interaction".		
Conversation-type	Type de protocole qui est décrit par un graphe des enchaînements possibles de messages entre acteurs types. Sans indiquer les tâches incombant à chacun, il guide la conversation des acteurs avec les variations autorisées.		
Convention sociale	Type de protocole qui se compose d'un ensemble de principes d'organisation du travail entre les agents en charge de l'activité (rôles, responsabilités, règles du jeu). Il est moins directif qu'une conversation-type et possède de ce fait un haut degré de réutilisation.		

Acteur	Elément qui est susceptible de jouer un rôle dans la définition d'un processus, ce qui se concrétise lors de l'attribution de la responsabilité de certaines activités. L'acteur peut être interne ou externe à l'entreprise, et un processus peut ainsi être exécuté par plusieurs partenaires qui coopèrent. Il est soit un agent, soit un exécutant.		"personne physique, groupe d'individus, entité organisationnelle, logiciel" "chef de projet, assistant"
Agent	Acteur ayant la capacité à effectuer des activités de façon autonome, cad sans qu'il soit nécessaire de lui indiquer le mode opératoire, mais seulement le but à atteindre. IL peut être interne ou externe à l'entreprise. Ce peut être aussi bien un être humain (individuel ou collectif) qu'un agent artificiel (intelligent).		"être humain" "agent artificiel"
Exécutant	Acteur ne disposant pas d'autonomie et dont on attend qu'il accomplisse les tâches conformément à leur description. Il est forcément interne à l'entreprise de référence. Ce peut être aussi bien un être humain qu'un programme.		"être humain" "programme"
Processus SI	Processus représentant tout ou partie d'un processus métier. Participant au même objectif, il est plus focalisé sur la mise à disposition et le traitement de l'information. Cette information, structurée en entité, peut être modifiée, créée, stockée, manipulée.		
Processus informatique	Ensemble d'activités logicielles, exécutées par des machines et dialoguant éventuellement avec des humains. Il représente l'une des granularités les plus fines concernant la vision processus.		

Tableau I-25 : Principaux concepts proposés par Morley *et al.*

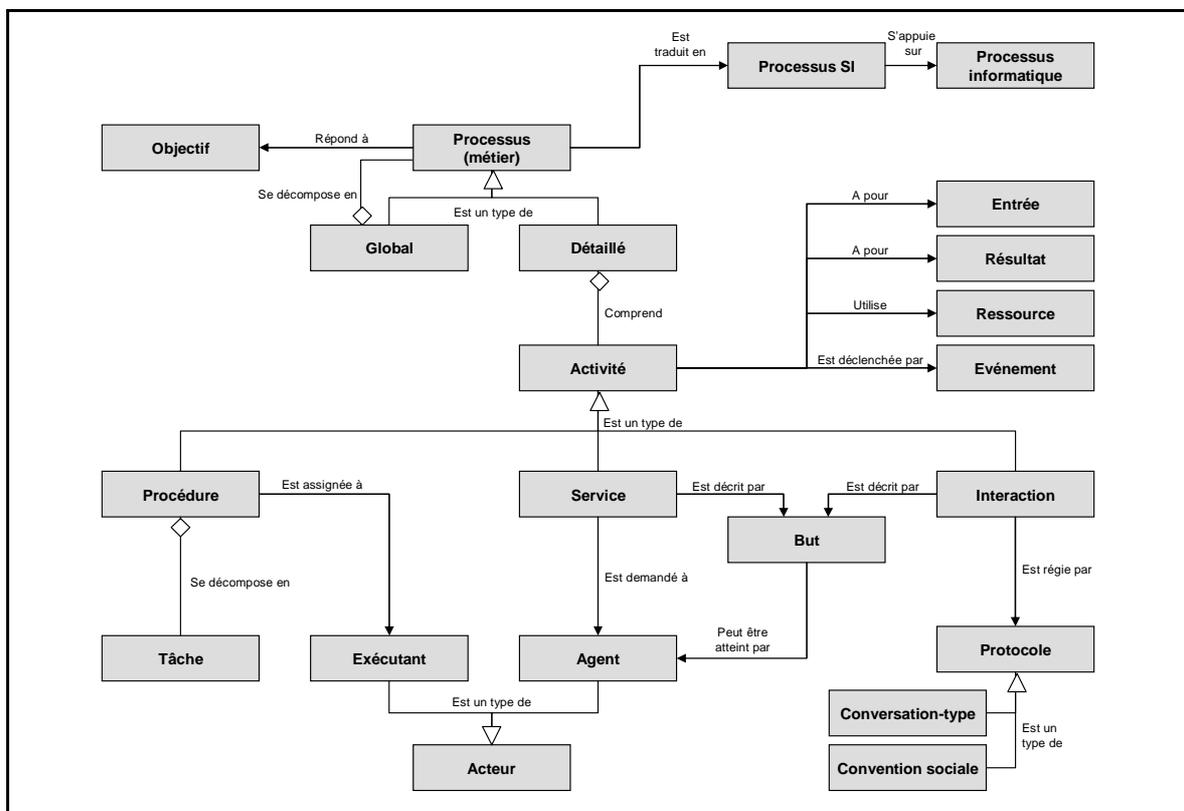


Figure I-117 : Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Morley *et al.*

2.9. Proposition de Saidani et Nurcan (Processus)

Oumaima Saidani et Selmin Nurcan proposent, dans leur approche RB²PM (Role-Based Business Process Model), un cadre conceptuel pour une meilleure prise en compte de la flexibilité des processus dans la modélisation (Saidani *et al.*, 2006; Saidani *et al.*, 2007).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans l'approche proposée par Saidani et Nurcan (RB²PM) et leur définition. La Figure I-118 présente le méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche RB²PM.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Processus métier	Processus permettant de satisfaire un objectif métier. Un processus métier ne correspond pas, comme bien souvent, à un ensemble d'activités ou d'opérations dans un ordre préétabli.		
Fonction "Mission"	Collection de buts opérationnels qui sont atteints en réalisant des opérations. Une fonction est un élément constitutif de processus. Une fonction permet de relier un processus avec des opérations, tout en restant flexible.		"Gérer les demandes de prêts" "Soumettre une demande de prêt"
Opération	Tâche élémentaire		
Rôle	Compétence pour réaliser une fonction particulière, autorité ou responsabilité. Le rôle incorpore une dimension savoir-faire et autonomie décisionnelle.		"Client, Agent, Gestionnaire des revenus"
Utilisateur "Actor"	Un utilisateur est assigné à des rôles particuliers pour réaliser une fonction.		"Jane, John, Maria, Steve"
Unité d'organisation	Unité de l'entreprise regroupant des utilisateurs.		
But métier	But atteint en réalisant des processus métier.		
But opérationnel	But atteint en réalisant des opérations.		"Préparer évaluation prêt", Préparer offre de prêt"
Objet métier	Objet mobilisé, transformé, produit par une opération.		

Tableau I-26 : Principaux concepts décrits dans l'approche proposée par Saidani et Nurcan (RB²PM)

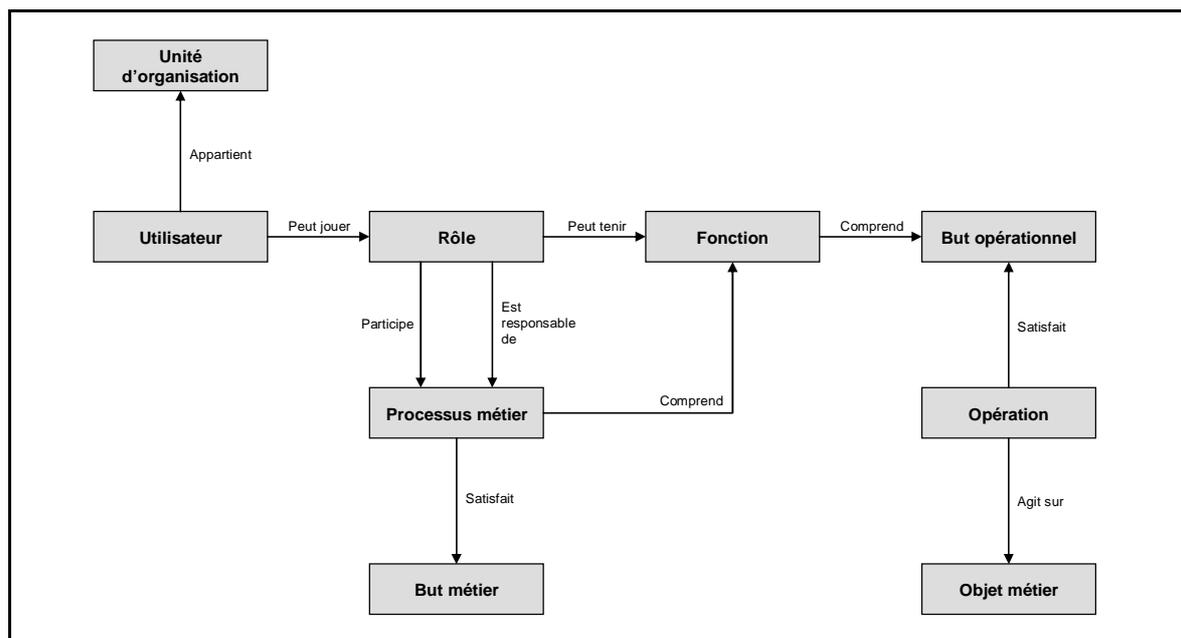


Figure I-118 : Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Saidani et Nurcan (RB²PM)

2.10. Proposition de Darras (Entreprise)

Franck Darras propose, dans le cadre de ses travaux de thèse, un cadre de référence pour la conception et l'exploitation d'un progiciel de gestion intégrée (Darras, 2004). A partir notamment des cadres conceptuels de CIMOSA et de GRAI-GIM, il propose un cadre conceptuel que nous présentons ici.

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans l'approche proposée par Darras et leur définition. La Figure I-119 présente le méta-modèle conceptuel simplifié de cette approche.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Domaine	Regroupement de processus en modules indépendants		"Commercial"
Processus domaine	Processus déclenché par un événement et appartenant à un domaine.		"Vente, Achat"
Processus métier	Sous-division d'un processus domaine et regroupement d'activités.		"Prospection, Offre, Devis, Commande de vente, Livraison, Facturation"
Activité	Etape élémentaire d'un processus		"Identification client, Identification produit, Saisir info clients, Demande d'achat, Sélection fournisseur"
Événement	Permet d'activer un Processus domaine		"Saisir rapport visite, Saisir offre, Valider devis"

Liaison	Jeu de contraintes et d'objectifs transmis lors de la transition d'un processus métier à l'autre en accord aux concepts GRAI.	Objectif Contrainte	
Niveau	Couple horizon/période correspondant à un processus métier en accord avec les niveaux décisionnels des centres de décisions GRAI. L'horizon correspond à la durée maximale d'obtention du résultat attendu d'un processus métier. La période correspond à la durée maximale d'exécution du processus.	Horizon Période	
Objet d'entreprise	Entité de l'entreprise		
Produit	Type d'objet d'entreprise		"Matière première, Pièce, Outil, Sous-traitance"
Ordre	Type d'objet d'entreprise		"Offre, Devis, Contrat, Marché, Commande, Bon de réception"
Ressource	Entité fonctionnelle. Type d'objet d'entreprise		
Application (informatique)	Type de ressource		"Clients, Produits, Contrat, Fournisseurs, Facture"
Humain	Type de ressource		"Commercial, Comptable, Acheteur, Magasinier"
Machine	Type de ressource		"Magasin, Emplacement"
Rôle	Rôle joué par une ressource (entité fonctionnelle)		"Gestionnaire des ventes, gestionnaire des achats"
Qualification	Qualification exigée pour un rôle		
Compétence	Compétences exigées pour un rôle		
Unité organisationnelle	Unité élémentaire de l'entreprise associée à la notion d'autorité sur une activité et sur un objet.		"Service des ventes" "Service des achats"

Tableau I-27 : Principaux concepts proposés par Darras

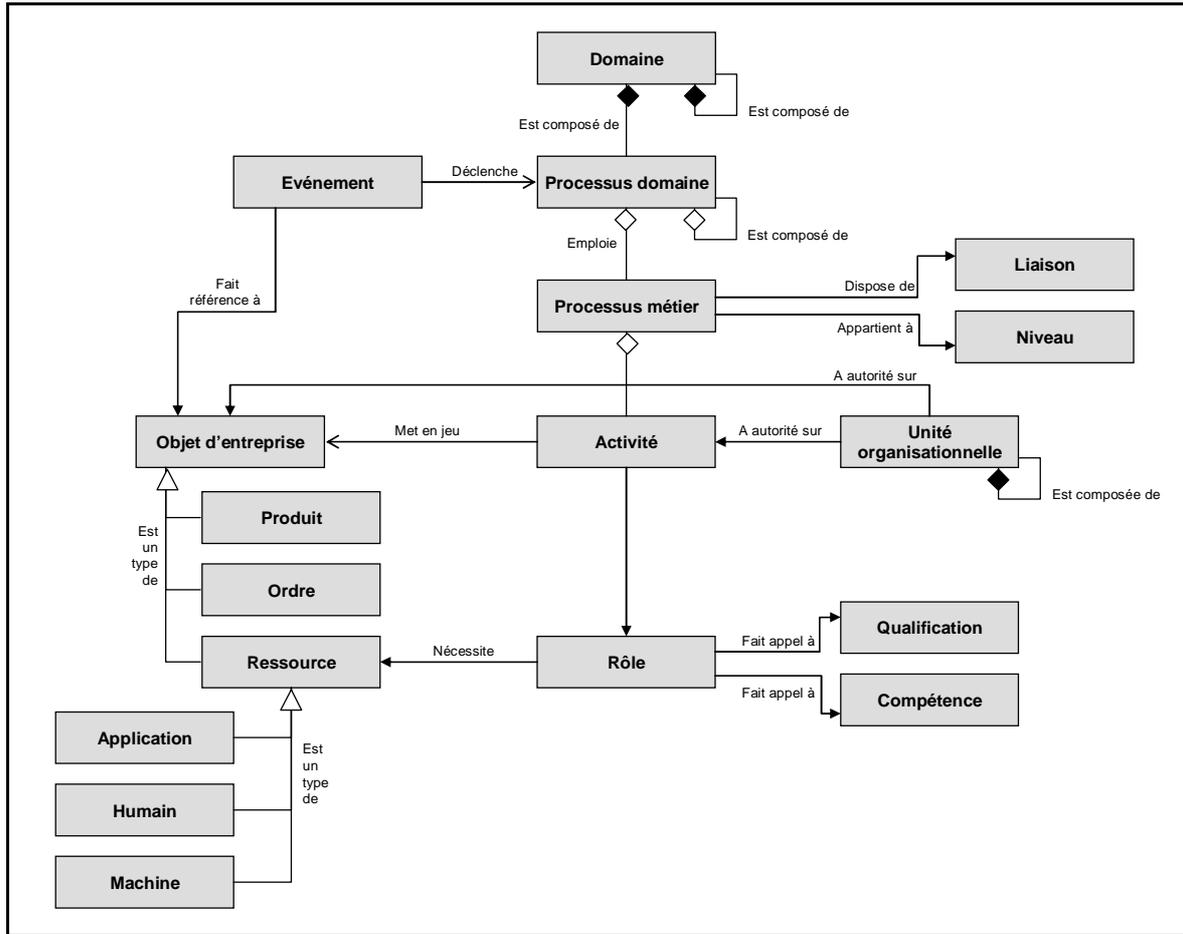


Figure I-119 : Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Darras

2.11. Proposition de Canavesio et Martinez (Projet)

Mercedes Canavesio et Ernesto Martinez proposent, dans leur approche de modélisation des entreprises en réseau, un cadre conceptuel pour une représentation de l'organisation par projet des activités des entreprises (Canavesio *et al.*, 2007).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans l'approche proposée par Canavesio et Martinez et leur définition. La Figure I-120 présente le méta-modèle conceptuel simplifié de cette approche.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Projet	Entité temporelle dans un réseau d'entreprise pour atteindre un objectif dans un temps limité		"Satisfaire une demande client" "Concevoir un nouveau produit"
Gestionnaire de projet	Acteur humain ou artificiel (agent logiciel), autonome et intelligent, appartenant à une entreprise et gérant le projet		

Entreprise	Entreprise		
Objet géré	Entité passive gérée dans le cadre du projet (fin ou moyen)		
Objectif	Description du résultat désiré du projet qui guide la conception et l'exécution du plan de déroulement du projet.		
Plan	Ensemble de tâches ordonnées qui doivent être exécutées pour satisfaire les objectifs du projet.		
Tâche	Opération élémentaire d'un projet qui a une durée dans le temps, des sorties identifiées et des contraintes et utilise des ressources		
Sortie de tâche	Production d'une tâche. Elément constitutif des résultats attendus du projet..		
Contrainte de tâche	Contraintes qui s'appliquent à l'exécution d'une tâche.		
Contrainte de projet	Contraintes qui s'appliquent à l'exécution d'un projet et qui sont intégrées dans la définition des objectifs.		
Résultat de projet	Résultat attendu d'un projet en fonction des objectifs définis pour le projet.		
Besoin client	Exigence client qui aide à définir l'objectif du projet.		
Ressource	Eléments utilisés pour la réalisation d'une tâche.		

Tableau I-28 : Principaux concepts proposés par Canavesio et Martinez

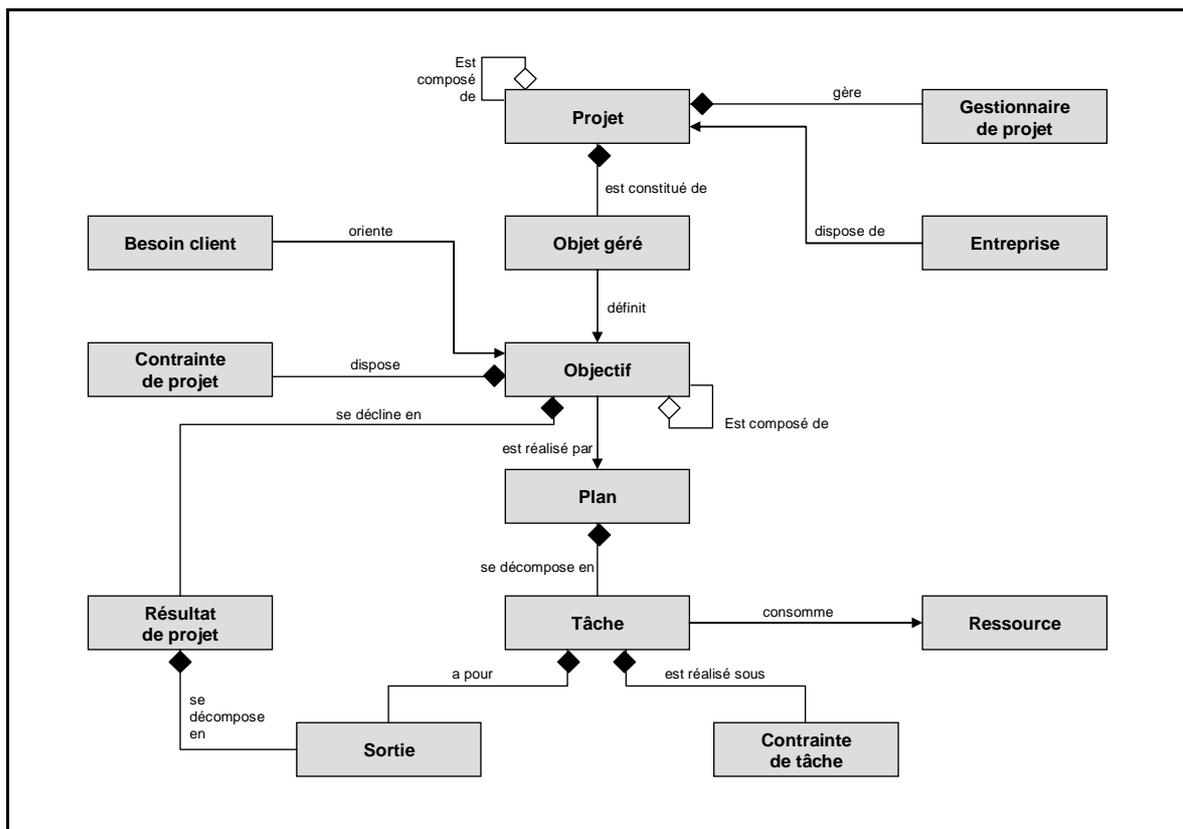


Figure I-120 : Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Canavesio

Annexe I.10

Cadres conceptuels complémentaires et issus du secteur agricole

Résumé

En complément des cadres conceptuels issus du secteur industriel et présentés dans les **Annexes 1 à 7** et l'**Annexe I.9**, nous présentons dans cette **Annexe I.10**, les quelques cadres conceptuels, issus du secteur agricole et relativement bien formalisés, que nous avons pu identifier et que nous trouvons enrichissants pour nos réflexions conceptuelles à mener.

Ces cadres conceptuels sont issus de travaux de définition d'ontologies, de standardisation pour l'interopérabilité des systèmes d'information, ou de travaux divers présentant des cadres conceptuels sur des aspects particuliers.

Pour chaque cadre conceptuel, nous proposons une définition des principaux concepts et une représentation graphique du méta-modèle conceptuel.

Sommaire

- 1 Le cadre conceptuel du projet GIEA**
 - 1.1 Le "méta-modèle Sol"
 - 1.2 Le "méta-modèle Elevage"
 - 1.3 Le "méta-modèle Exploitation"

- 2 Les autres cadres conceptuels identifiés**
 - 2.1 Proposition de Goense et Hofstee (Opérations)
 - 2.2 Proposition de Fountas *et al.* (Décisions)
 - 2.3 Proposition de Sebillotte et Soler (Décisions)

1. Le cadre conceptuel du projet "GIEA"

Pour faciliter l'interopérabilité sémantique des systèmes d'information informatisés de la profession agricole, le projet GIEA (Gestion des Informations de l'Exploitation Agricole) a réuni, de 2004 à 2007, un grand nombre de partenaires de la sphère agricole et informatique (Poyet *et al.*, 2003). Organisés en groupes techniques, ces partenaires se sont répartis le travail de conceptualisation selon 3 grands domaines thématiques : sol, élevage, exploitation. Le groupe "sol" a traité de la production végétale, le groupe "élevage" de la production animale et le groupe "exploitation" des données générales de l'exploitation agricole (Abt *et al.*, 2006c).

Au terme du projet, ce sont près de 200 concepts qui ont été identifiés et définis par les différents partenaires et regroupés dans un dictionnaire de concepts consultable sur internet (www.projetgiea.fr). Chaque concept fait l'objet d'une fiche de description détaillée à destination des concepteurs de message d'échange EDI (Echange de Données Informatisées) (Dufy *et al.*, 2006). Le dictionnaire établi vise à définir ainsi une première ontologie métier pour le secteur agricole en France (Brun *et al.*, 2005; Pinet *et al.*, 2006; Thomazo, 2005).

Nous présentons dans les paragraphes suivants les principaux concepts définis dans le cadre du projet GIEA et qui ont fait l'objet de consensus au 1^{er} janvier 2007 : le "méta-modèle Sol", le "méta-modèle Elevage", le "méta-modèle Exploitation".

1.1. Le "méta-modèle Sol"

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts retenus dans le cadre de la standardisation des "données Sol" et leur définition. La Figure I-121 présente le méta-modèle conceptuel simplifié pour les "données Sol".

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Exploitation agricole	Ensemble d'unités de production, localisé géographiquement et mis en valeur directement ou indirectement par une même entreprise agricole	N° SIRET Catégorie Enseigne Effectif salarié	
Ilot	Portion de terrain d'un seul tenant, d'une même exploitation, stable dans le temps et limitée par des éléments facilement repérables et permanents (chemin, route, cours d'eau, etc)	Id, Nom Date début/fin Id INSEE commune	"Ilot PAC"
Parcelle	Portion de terrain d'un seul tenant, d'une même exploitation, homogène au regard de l'agriculteur (état, destination, usage). Elle peut être cultivée ou non. Elle est liée à l'utilisation réelle de l'agriculteur et ne correspond donc pas à la parcelle cadastrale (cf zone).	Id, Nom Date début/fin	

Zone	Surface soumise à un régime particulier et/ou possédant des caractéristiques particulières. On peut distinguer la zone naturelle (zones épanachable, d'expansion des crues, d'alimentation de captage) de la zone administrative (ZAC, cadastre).	Libellé Type Date début/fin	"Zone d'épandage, ZNIEFF, parcelle cadastrale"
Occupation du sol	Destination de tout ou partie d'une parcelle pour une fonction donnée. Terme proche de l'usage.	Date début/fin	
Occupation culturale	Présence d'un matériel végétal (spontané, semé ou implanté) localisé sur tout ou partie d'une parcelle entre deux dates.	Date début/fin	
Occupation temporaire	Tout ou partie d'une parcelle servant temporairement à entreposer, charger des extrants, intrants ou à tout autre usage exceptionnel. Aire de stockage, aire d'exercice notamment.	Libellé Date début/fin	"Tas de fumier avant épandage, aire de stockage bette-rave, parking temp."
Élément du paysage	Élément visible naturel ou historique du territoire, éventuellement aménagé pour les besoins de l'exploitation, mais n'entrant pas dans le cadre d'une production agricole.	Libellé Date début/fin	"Bois, mare, bosquet, haie, site historique, fossé, point d'eau, plan d'eau, talus, muret"
Infrastructure	Ensemble des installations fixes (équipements de base); pérennes dans le temps, nécessaires au fonctionnement d'une exploitation agricole.	Libellé Date début/fin	
Bâtiment	Type d'infrastructures	Libellé Date début/fin	
Voirie et réseau divers	Tout ou partie de réseaux permettant la circulation de véhicules (voirie), de fluides (canalisation), d'énergie (câbles), ou d'information.	Libellé	
Cycle de production	Période permettant le regroupement fonctionnel d'événements sur une occupation culturale visant à une production donnée.	Campagne Numéro d'ordre Date début/fin	
Contrat	Accord entre deux ou plusieurs acteurs qui s'engagent à faire ou à ne pas faire quelque chose	Libellé, Référence Date déb/fin/signature Statut, Type	"Convention" "Autorisation" "Qualification" "Agrément"
Matériel végétal	Un matériel végétal correspond à une ou plusieurs espèces botaniques et le cas échéant, à un groupe de variétés très typé à l'intérieur d'une même espèce botanique.	Nom commun Qualifiant (dur,tendre) Type saisonnier (été, hiver, printemps)	
Rôle matériel végétal	Fonction attribuée à un matériel végétal dans une association de plusieurs matériels végétaux.	Date début/fin	
Variété et cépage	Sous-ensemble d'une espèce botanique	Libellé Type et valeur du code	
Événement	Un événement est soit un événement simple, soit un chantier.	Date/heure début/fin Prévisionnel, durée	
Événement simple	Tout ce qui survient ou est réalisé à un moment donné, qui a une importance pour l'agriculteur. Terme proche de l'opération, du passage.	Date/heure début/fin Prévisionnel Durée	
Chantier	Un chantier décrit la logique de regroupement fonctionnel d'événements simples successifs	Id, libellé, durée Date/heure début/fin Prévisionnel	
Observation	Recueil d'informations qualitatives ou quantitatives sur une entité de l'exploitation agricole ou sur son environnement.	Date/heure début/fin Prévisionnel Durée Type	"Tour de plaine, analyse, bilan, relevé météo"
Intervention	Action pratiquée intentionnellement sur une entité de l'exploitation agricole ou sur son environnement, dans le but d'en modifier l'état.	Date/heure début/fin Prévisionnel Durée Type	"Travail sol, semis, implantation, fertilisation, protection, irrigation, pâture, récolte"

Ressource	Moyen associé à l'activité de l'exploitation. Elle est de type matériel, équipement, acteur ou fourniture de production (articles, pièces, consommables associés au processus de production).		"Matériel, équipement, acteur, fourniture de production"
Animal	Animal identifié individuellement ou regroupement d'animaux		
Cible	Organisme vivant autre que le matériel végétal cultivé, visé par un événement.	Type Libellé	"Ravageur, maladie, adventice, auxiliaire"
Motivation	Elément contribuant à déclencher et justifier la réalisation d'un événement. Une motivation peut être motivée par une obligation, une information, une prescription-recommandation, une référence d'analyse.	Libellé	"Avertissement, préconisation, d'exploitation, bilan, suivi, plan, objectif à court terme, consigne"
Information	Renseignement associé à un événement.	Type Détail	Condition météo, état du sol, état de la plante, environnement biologique"
Extrant	Produit extrait du milieu par un événement de manière connue et quantifiable, alloté ou non	Libellé Type et valeur du code Destination	"Produit récolté"
Intrant	Tout élément, matière ou substance destiné à être volontairement introduit de manière, connue et quantifiable dans le milieu pour un effet recherché, et non récupéré.	Libellé Type et valeur du code	
Semence et plant	Tout ou partie d'un végétal implanté en vue d'une production	Libellé Type et valeur du code Type de semence et plant	"Grain, plant (bulbe, tubercule, scion, griffe)"
Auxiliaire	Organisme vivant ayant un effet bénéfique sur la culture.	Libellé Type et valeur du code Nom commun Nom scientifique.	"Prédateur, parasite"
Eau	Substance chimique indispensable à la survie de tout être vivant animal ou végétal. Elle peut être solide, liquide ou gazeuse.	Libellé Type et valeur du code Provenance ->	"Eau de surface" "Eau souterraine" "Eau de réserve"
Produit phyto-pharmaceutique	Substances actives et préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont destinées à protéger les végétaux, exercer une action sur les processus vitaux sauf la nutrition, assurer la conservation, détruire les végétaux indésirables, détruire les parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable. Terme proche de produit phytosanitaire.	Libellé Type et valeur du code	
Fertilisant et amendement	Intrant destiné à améliorer les qualités du sol et/ou à contribuer à la nutrition de la plante et/ou à augmenter la couche arable.	Libellé Type et valeur du code Nature (boue, compost, lisier, fumier, écume) Origine (ovin, bovin, station épuration) Type de fertilisant et amendement ->	"Engrais minéral, amendement organique ou calco-magnésien ou terreux, résidu de culture, déchet de l'industrie chimique ou agroalimentaire, déchet d'activité urbaine"
Paillage et mulch	Matériau destiné à être mis à la surface du sol en vue de limiter l'évaporation, la battance, le ruissellement, d'améliorer la structure de surface du sol ou son réchauffement.	Libellé Type et valeur du code Type paillage et mulch	"Paille, écorce, copeaux, paillage plastique, filme et bâche non récupérable, film et bâche biodégradable"

Tableau I-29 : Principaux concepts décrits dans le "méta-modèle Sol"

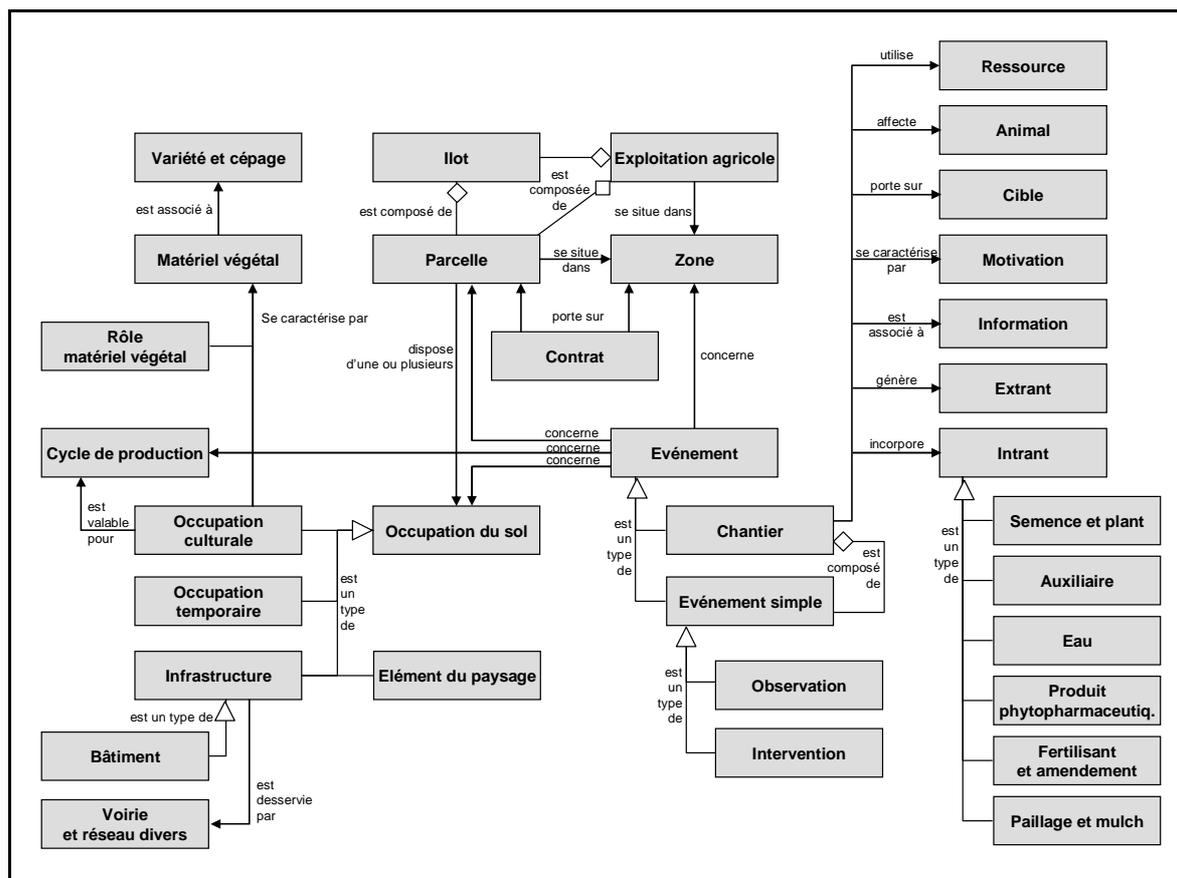


Figure I-121 : Méta-modèle conceptuel "Sol" simplifié

1.2. Le "méta-modèle Elevage"

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts retenus dans le cadre de la standardisation des "Données Elevage" et leur définition. La Figure I-122 présente le méta-modèle conceptuel simplifié pour les "Données Elevage".

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Animal	Animal d'une espèce donnée.	Code espèce Sexe	
Entité animale	Entité identifiée, correspondant soit un animal soit à un ensemble d'animaux de l'exploitation d'élevage et pouvant faire l'objet d'enregistrements, notamment à des fins de traçabilité.		
Animal indistinct	Animal ne portant pas d'identifiant individuel.	Code espèce	"Porcs non reproducteurs; volailles, petits ruminants"
Groupe d'animaux indistincts	Groupe identifié constitué d'animaux d'une espèce donnée non porteurs de marque d'identification individuelle propre, et pouvant porter une identification collective commune.	Id, libellé du groupe Code espèce Date début/fin Effectif/date du dénombrement	

Cheptel	Ensemble des animaux détenus sur une exploitation d'élevage, d'une espèce donnée.	Code espèce	
Lot d'animaux	Regroupement d'animaux de même espèce, identifiés individuellement ou non, ayant une ou des caractéristiques communes connues, de composition définie lors de sa constitution, et n'autorisant, pour des nécessités de traçabilité du lot, aucune intégration d'animaux postérieure à la création du lot.	Id, libellé lot Code espèce Date début/fin Nombre d'individus à la création du lot	
Animal identifié individuellement	Animal porteur d'un identifiant individuel.	Code espèce Sexe	"Bovins, Ovins, Caprins, Porcins reproducteurs"
Groupe dynamique d'animaux	Ensemble identifié, de composition variable, d'animaux de même espèce, identifiés individuellement, et dont les dates d'entrée et de sortie dans cet ensemble sont connues, et caractérisé par un ou plusieurs éléments communs discriminants de conduite dont les périodes respectives d'effet sont connues.	Id, libellé groupe Date début/fin Infos complémentaires	
Groupe de conduite	Ensemble d'animaux identifiés individuellement ou non, d'effectif variable, constitué pour un objectif de conduite d'élevage.	Id, libellé Date début/fin Effectif/date du dénombrement	
Caractéristique animale	Élément de caractérisation définissant des éléments distinctifs de l'animal.		
Catégorie commerciale	Classification d'un animal correspondant à une catégorie d'animal commercialisé	Code espèce Code, libellé	"agneaux d'herbe, de bergerie, maigres, légers"
Unité de production	Catégorie permettant de classer les animaux d'une exploitation d'élevage en fonction de leur type de production	Code espèce Type de production	"lait, allaitant, boucherie, engraissement autre, laine"
Catégorie de production	Catégorie correspondant à un stade de développement ou de la vie productive d'un animal.	Code Nature	"broutard, taurillon, mâle repro, veau" "Agneau de renouvellement, chèvre, chevrette, agneau de boucherie"
Catégorie animal cible	Catégorie correspondant à un animal cible (objectif de production).		
Race	Population individualisée d'une même espèce ayant des caractères morphologiques et physiologiques héréditaires distincts des autres populations.	Code espèce Code, libellé race	
Espèce	Élément de classification des animaux.	Code, libellé Code espèce de regroupement	
Événement	Un événement est soit un événement simple, soit un chantier.	Date/heure début/fin Prévisionnel Durée	
Intervention	Action pratiquée intentionnellement sur une entité de l'exploitation agricole ou sur son environnement, dans le but d'en modifier l'état.	Date/heure début/fin Prévisionnel Durée Type	
Observation	Recueil d'informations qualitatives ou quantitatives sur une entité de l'exploitation agricole ou sur son environnement. Une observation peut mettre en œuvre des moyens d'investigation (outils).	Date/heure début/fin Prévisionnel Durée Type	
Prélèvement	Action de recueillir un échantillon selon un protocole pour analyse.	Date Prescrit Libellé	"Prélèvement de fèces, prise de sang, ponction, biopsie, prélèvement de lait"

Acte chirurgical	Action pratiquée sur un animal ou sur un lot d'animaux, dans le but d'extraire, de modifier un organe de l'animal ou d'introduire un objet dans le corps de l'animal.	Date Prescrit Libellé	"Césarienne, castration, ruminotomie, sondage œsophagien, pose de drain, suture, bandage, écornage, parage, tatouage"
Administration de médicaments vétérinaires	Intervention sur un animal ou sur un ensemble d'animaux mettant en œuvre des médicaments vétérinaires.	Date Prescrit Voie d'administration	
Soin hygiénique ou diététique	Intervention sur un ou plusieurs animaux visant à maintenir ou recouvrer un bon état de santé aux animaux hors usage de médicaments vétérinaires.	Date Prescrit Nom du soin	"Désinfection, tarissement, tonte, arrêt temporaire de traite, mise en quarantaine, mise à la diète"
Monte naturelle	Mise en présence d'un reproducteur mâle et d'un reproducteur femelle en vue d'un accouplement.	Date début/fin de mise en présence Statut réglementaire de la monte Type de monte	"Monte ne main, monte de visu"
Collecte d'embryons ou d'ovocytes	Opération consistant à prélever des embryons sur une mère dite donneuse	Date Nombre d'embryons	
Groupage de chaleurs	Intervention sur un lot d'animaux visant à synchroniser leurs chaleurs, en général dans le but d'une insémination groupée.	Date Protocole	
Insémination artificielle	Intervention consistant à déposer de la semence dans l'appareil génital sans qu'il y ait accouplement.	Date Numéro bulletin IA Indicateur IA Traitement hormonal Paillette fractionnée	
Transfert d'embryon	Intervention consistant à placer un ou plusieurs embryons contenus dans une paillette, dans l'utérus d'une femelle dite receveuse ou porteuse.	Date N° bulletin de transfert N° équipe de transfert	
Détection de chaleurs	Observation d'une femelle, soit visuelle soit assistée par des outils de détection, en vue de repérer des manifestations liées à l'état de chaleurs (chevauchements, écoulements vulvaires, agitation, etc).	Date/heure	
Avortement	Fin de gestation intervenant avant le terme de la gestation	Date Nombre avortons	
Constat de gestation	Observation sur une femelle visant à mettre en évidence son état de gestation. Il existe plusieurs méthodes : examen clinique externe, dosage hormonal, échographie.	Date Méthode constat Résultat	
Mise-bas	Expulsion du fœtus (et annexes) de l'appareil génital d'une femelle, au terme de la gestation.	Date Rang de mise-bas	
Observation sanitaire	Recueil d'information concernant la santé de l'animal ou d'un ensemble d'animaux, réalisé in situ, lors d'une surveillance ou d'un examen réalisé sans ou avec l'aide de moyens particuliers d'observation.	Date Prescrit Paramètre/signé observés	
Personne	Individu titulaire de droits et d'obligations caractérisé par une identité civile. Il est répertorié pour son rôle au sein d'une organisation.	Nom Prénom Civilité	"éleveur inséminateur, technicien, vétérinaire"
Organisation	Unité organisationnelle représentant tout ou partie d'un organisme privé ou public, établie à des fins d'activités économiques, administratives, financières ou associatives (sans but lucratif)	Nom	
Partie du corps	Emplacement défini de l'anatomie de l'animal sur lequel peut intervenir un événement.	Nom	"Foie, poumon, corne, mamelle, appareil locomoteur"

1.3. Le "méta-modèle Exploitation"

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts retenus dans le cadre de la standardisation des "données Exploitation" et leur définition. La Figure I-123 présente le méta-modèle conceptuel simplifié pour les "données Exploitation".

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Acteur	Organisation ou Personne		
Personne	Individu titulaire de droits et d'obligations caractérisé par une identité civile. Il est répertorié pour son rôle au sein d'une organisation.	Nom Prénom Civilité	"M. Dupont"
Organisation	Unité organisationnelle représentant tout ou partie d'un organisme privé ou public, établie à des fins d'activités économiques, administratives, financières ou associatives (sans but lucratif)	Nom	
Entreprise agricole	Organisation juridiquement autonome qui exerce une activité réputée agricole. Lorsque l'entreprise est une unité économique, organisée pour produire des biens ou des services pour le marché, elle est référencée par l'INSEE après enregistrement auprès du CFE.	Nom Forme juridique Membre d'exploitation en commun Date création/clôture Nationalité Effectif salarié	
Exploitation agricole	Ensemble d'unités de production, localisé géographiquement et mis en valeur directement ou indirectement par une même entreprise agricole.	Nom Catégorie Enseigne Effectif salarié	
Immatriculation	Identification d'une personne ou d'une organisation sur un registre donné	Id, type d'id Date début/fin validité	
Adresse	L'adresse retenue est l'adresse géo-postale.		
Moyen de communication	Information permettant une prise de contacts autres que celles relatives à l'adresse géo-postale		
Lien fonctionnel	Relation fonctionnelle identifiée entre deux acteurs (deux personnes, deux organisations, une personne et une organisation)	Type lien Date début/fin lien	"lien économique, obligation, gestion" "Administrateur, associé, expert, gérant, mandataire" "Contrat de travail"
Identifiant sectoriel	Identifiant de la personne dans un secteur ou une sphère particulière (emploi, social, législatif, fiscal, etc)	Id sectoriel du RGI Libellé, Code Sphère	
Lien historique	Un lien historique traduit les relations chronologiques entre une organisation et une ou plusieurs autres.	Nature lien Type d'effet	"reprise, fusion, scission"
Activité	L'activité d'une unité de production est le processus qui conduit à la fabrication d'un produit ou à la mise à disposition d'un service. Le terme activité est ici proche de "type de production, type d'exploitation".	Activité Produit Mode de production Date début/fin activité	
Bâtiment	Construction, généralement de grande dimension, durable, servant à loger des hommes ou des animaux, abriter des cultures, ranger du matériel ou stocker des produits.	Nom	"Bâtiment d'accueil du public, d'habitation, de stockage, de transformation, d'élevage et culture"
Compartiment	Subdivision d'un bâtiment	Date début/fin	

Affectation fonctionnelle	Utilisation faite d'un compartiment	Date début/fin	
Usage cultural	Utilisation faite d'un compartiment pour y cultiver des végétaux	Date début/fin	"serre"
Annexe technique	Utilisation faite d'un compartiment pour ranger du matériel ou stocker des produits.	Type (stockage pour traitement, stockage, local technique) Date début/fin	Fosse, fumière, dispositif de traitement, hangar, silo, salle de stockage, local phyto, cave, grange, chai, réserve d'eau, salle de traite, atelier de transformation, d'entretien"
Habitation	Utilisation faite d'un bâtiment pour loger des personnes.	Date début/fin	
Logement pour animaux	Utilisation faite d'un compartiment pour loger des animaux.	Date début/fin Aire couverte Type de sol	
Aire d'exercice	Type de logement pour animaux, destiné à l'exercice des animaux.		
Aire de couchage	Type de logement pour animaux, destiné au couchage des animaux.	Type de litière	
Aire de circulation	Type de logement pour animaux, destiné au passage et servant de dégagement pour aller d'un lieu à l'autre.		

Tableau I-31 : Principaux concepts décrits dans le "méta-modèle Exploitation"

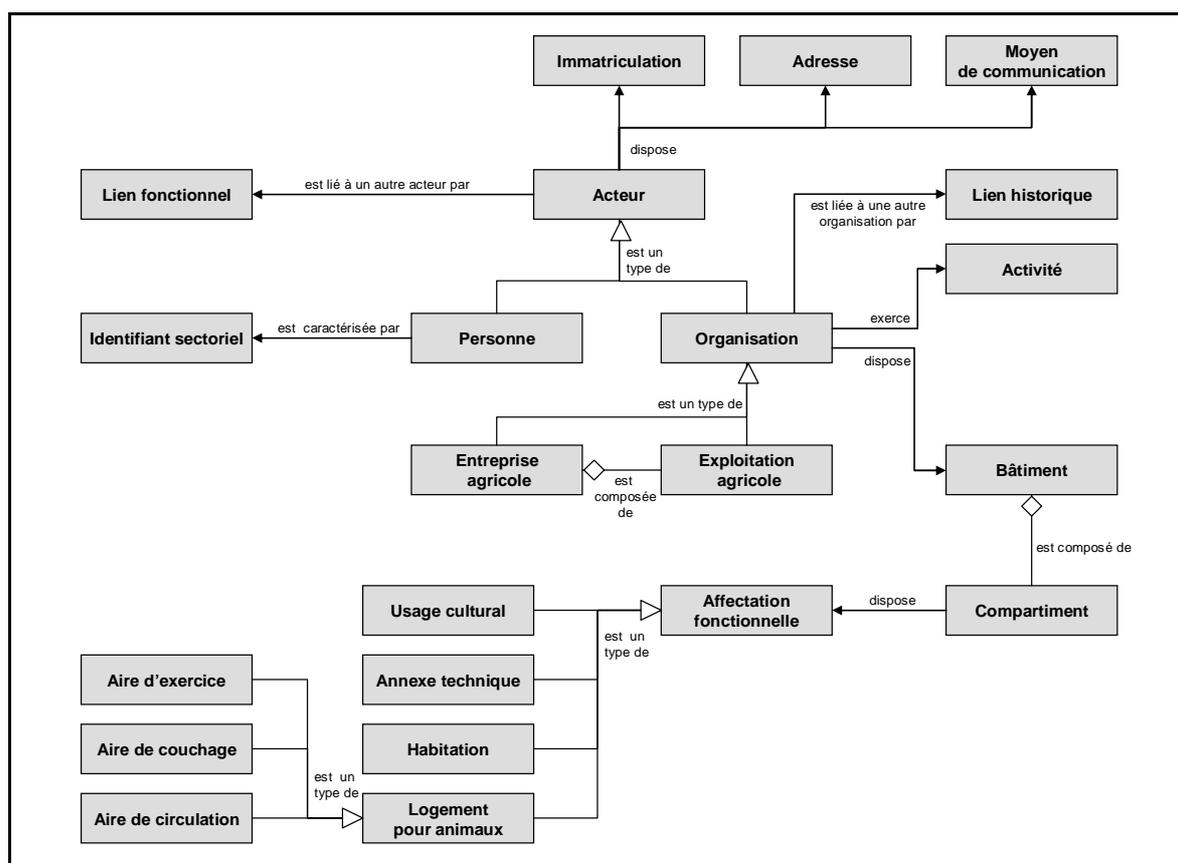


Figure I-123 : Méta-modèle conceptuel "Exploitation" simplifié

2. Les autres cadres conceptuels identifiés

2.1. Proposition de Goense et Hofstee (Opérations)

Dans le cadre du programme européen ESPRIT (projets n°5605 et 7318), le projet CIA (Computer Integrated Agriculture) avait pour objectif d'appliquer les concepts du CIM dans le secteur agricole pour développer la gestion automatisée des informations. Ce projet a notamment permis d'initier les travaux de normalisation des échanges de données entre équipements agricoles et applications informatiques fixes et mobiles (Bus-CAN). Dans le cadre de ce projet, Goense et Hofstee ont ainsi proposé un cadre conceptuel pour la gestion des opérations agricoles à travers la publication de modèles de processus, de données et de contrôle pour les grandes cultures et la production porcine (Goense, 1994; Goense *et al.*, 1994; Goense *et al.*, 1996).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits dans la proposition de Goense et Hofstee et leur définition. La Figure I-124 présente le méta-modèle conceptuel simplifié de la proposition de Goense et Hofstee initialement sous la forme d'un modèle entité-relation.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Pratique culturale	Fonction qui doit être réalisée. Une pratique culturale décrit ce qui doit être fait, mais pas comment cela doit être fait. Un exploitant choisit une à plusieurs opérations pour réaliser une pratique culturale.		"Préparation du sol, Semis, Fertilisation, Contrôle des adventices, Récolte, Conditionnement"
Opération	<p>Une opération permet de réaliser l'objectif d'une pratique culturale. Elle est définie par le chef d'exploitation. Plusieurs opérations peuvent concourir à la réalisation d'une même pratique.</p> <p>Une opération est une combinaison technique cohérente de traitements à travers lesquels, à un certain moment, un changement des caractéristiques d'un objet (champ, bâtiment, équipement, culture) est observé, réalisé ou évité.</p> <p>Une opération est réalisée sur des objets comptables. Elle doit ou est réalisée selon une spécification. Elle ne couvre pas uniquement le domaine agricole mais porte aussi sur les activités de réparation, de maintenance, d'alimentation, etc.</p>	<p>Etat : Requise, Optionnelle</p> <p>Etat : planifiée, en cours, interrompue, réalisée, terminée</p>	"Pulvérisation d'un herbicide & Culture en rangs (pour le "contrôle des adventices")"
Opération unitaire d'un équipement	Opération élémentaire réalisée par un équipement		
Tâche	Combinaison d'opérations réalisées par un "ensemble de travail" pendant une période de temps. Elle se subdivise en tâches opérationnelles.		"Chantier de récolte réalisé par un ensemble de travail identifié"
Tâche opérationnelle	Élément unitaire à l'intersection entre l'opération et la tâche. Si un "ensemble de travail" permet de réaliser plusieurs opérations en une tâche, il est préférable de définir des tâches opérationnelles, correspondant chacune à une seule opération.		"Semis en sillon" & "hersage"

Travail "Job"	Un travail est formulé durant la phase d'ordonnancement et fait référence à un type d'objet comptable. Il regroupe plusieurs tâches.		"Chantier de récolte = récolte + transport"
Objet comptable "Account Object"	Objet sur lequel porte l'opération ou le travail. Une culture, un produit sont des types d'objets comptables.		"Culture, Groupe d'animaux, Animal, Equipement, Bâtiment"
Élément ressource	Ressource permettant la réalisation d'un tâche. Une combinaison d'éléments ressources permet de définir des ensembles de travail mobilisés dans le cadre d'une tâche. Un travailleur, un équipement sont des types d'éléments ressources.		"Travailleur, véhicule motorisé, outils & équipements, installations"
Ensemble de travail "Work-set"	Ensemble de ressources qui concourent à la réalisation d'une tâche.		"Tracteur + chauffeur + semoir"
Spécification	Une spécification est une manière de réaliser une opération. Elle définit une quantité de produit à apporter, des produits à récolter, des données à enregistrer ou à mobiliser (données de processus, de mesures, de rendement).		
Unité de spécification	Unité (objet) sur laquelle s'applique la spécification d'une opération.		"Portion de parcelle", "animal individuel"
Données de processus "ProcessData"	Données liées au mode de réalisation du processus de production.		
Données de mesure "MeasuringData"	Données liées aux observations réalisées.		
Données de rendement "Consumption Yield"	Données liées aux objectifs de production.		
Niveau de planification	Niveau de décision permettant de regrouper les différentes tâches à réaliser. Ils sont au nombre de 5. Nous noterons que ce concept n'est pas véritablement défini ainsi par Goense et Hofstee.		
Planification stratégique	Niveau stratégique.		
Planification tactique	Niveau tactique.		
Planification opérationnelle	Niveau opérationnel. Ce niveau regroupe l'ordonnancement (formulation des tâches et des travaux à réaliser), la planification opérationnelle des productions (choix d'intervention, choix de réalisation de tâches optionnelles, etc).		
Exécution	Niveau d'exécution. Ce niveau concerne le travail en cours de réalisation. Ils regroupent les tâches de manipulation et de contrôle (de tâches, d'opérations, d'équipements).		
Evaluation	Niveau d'évaluation. Ce niveau concerne l'évaluation après réalisation du travail pour mesurer les écarts entre le prévisionnel et le réalisé à partir des informations collectées durant l'exécution et disponibles.		

Tableau I-32 : Principaux concepts proposés par Goense et Hofstee

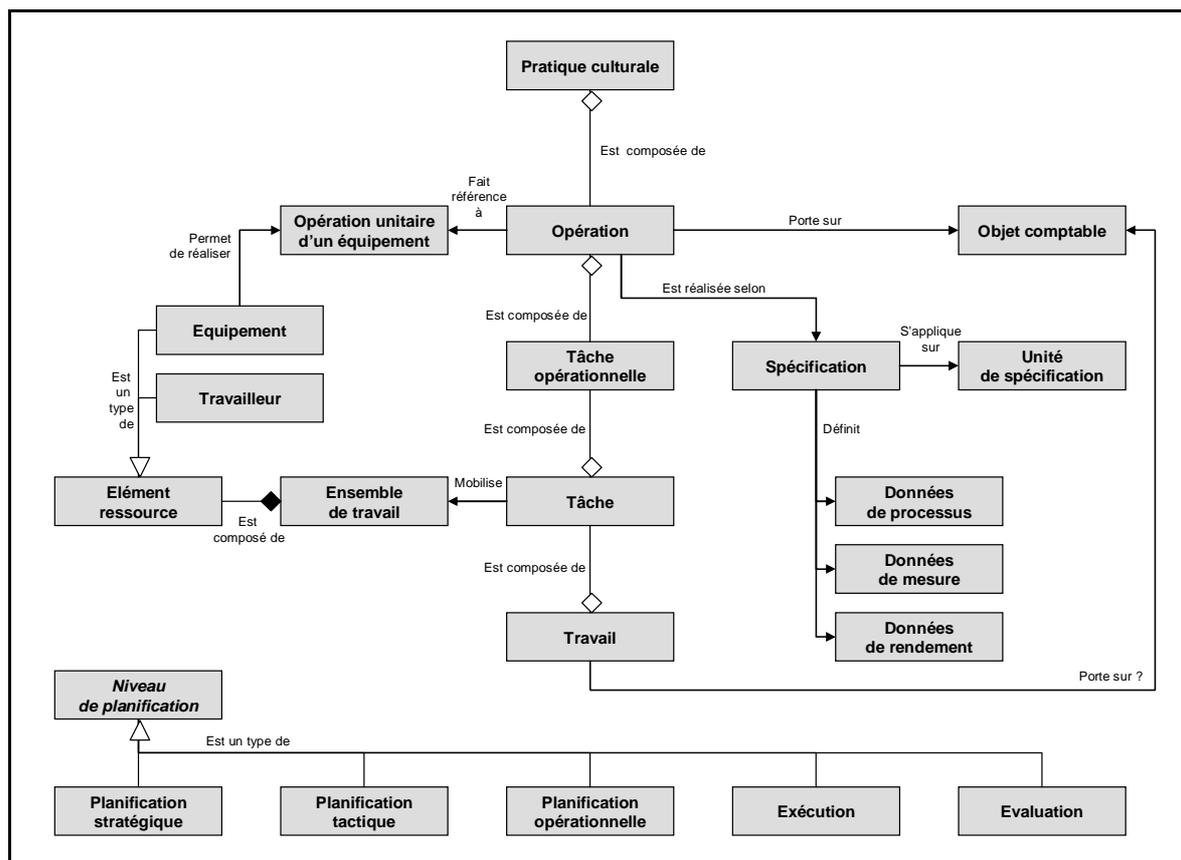


Figure I-124 : Méta-modèle conceptuel simplifié proposé par Goense et Hofstee

2.2. Proposition de Fountas *et al.* (Décisions)

L'approche proposée par Fountas *et al.* vise à décrire les décisions et les flux d'information dans le cadre d'une agriculture de précision s'appuyant sur de nombreuses informations collectées et disponibles ("agriculture intensive") (Fountas *et al.*, 2006). En définissant une liste de facteurs d'analyse des décisions, les auteurs élaborent ainsi un cadre conceptuel pour les décisions et les flux d'information.

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits par Fountas *et al.* et leur définition. La Figure I-125 présente le méta-modèle conceptuel simplifié proposé par Fountas.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Contexte (de la décision)	Description de la situation autour de la décision.		"Application d'une densité variable de semis"
Stratégie de gestion	Philosophie de gestion qui reflète les valeurs du gestionnaire.		"Maximisation du rendement"
Décision "Decision name"	Simple question qui définit la décision.	Nom défini par une question	"Quel est la densité de semis ?"

Niveau de décision	Type de décision.	Stratégique Tactique Opérationnel	"Tactique"
Résultat	Etats de sortie résultant de la prise de décision.		"Carte d'application, date de semis, potentiel de rendement"
Décideur	Personne responsable de la prise de décision.		"Moi"
Participant	Personne qui assiste le décideur dans la prise de décision.		"Mes partenaires"
Personne influente	Personne qui a soit du poids, soit de l'expertise pour influencer la décision.		"Les vendeurs de semences"
Fréquence "Decision frequency"	Nombre de fois que la décision est prise.		"Annuellement"
Période "Decision timing"	Période de l'année à laquelle est prise la décision.		"Janvier"
Déclencheur "Decision triggers"	Événement qui initie le processus de décision.		"Deadline de semis, doit être fait avant avril"
Décision préalable	Ce qui doit être fait avant de prendre la décision.		"Sélection des variétés de semences"
Information pour aide à décision	Information qui affecte directement le processus de prise de décision.		"Type de sol, rendement, historique des enregistrements au champ"
Information désirée à l'avenir "Desired-extra info"	Information que le décideur souhaiterait disposer à l'avenir pour la prise de décision.		"Météo, carte digitale, humidité sol en temps réel"
Source d'information	Source de laquelle provient l'information nécessaire à la prise de décision.		"Papier et état de sortie, expérience personnelle, télédétection"
Localisation	Localisation physique où l'information est stockée ou localisée.		"Publications, magazines, newsletters (internet), communication personnelle"
Coût	Prix d'acquisition de l'information.		
Traitement d'information	Manière dont les informations nécessaires sont mobilisées		"Réaliser ajustements à algorithme pour générer carte de répartition des densités de semis"
Outils pour traitement	Moyens nécessaires au traitement de l'information.		"PC, Application-SIG"
Disponibilité en ressource	Liste de ressources dont la disponibilité est importante pour obtenir les états de sortie de la décision.		
Hypothèses critiques	Importantes hypothèses qui influencent la décision dans son ensemble.		"hyp1 : cartes correctes, hyp2 : variété répond aux conditions théoriques du milieu"

Tableau I-33 : Principaux concepts proposés par Fountas *et al.* (Fountas *et al.*, 2006)

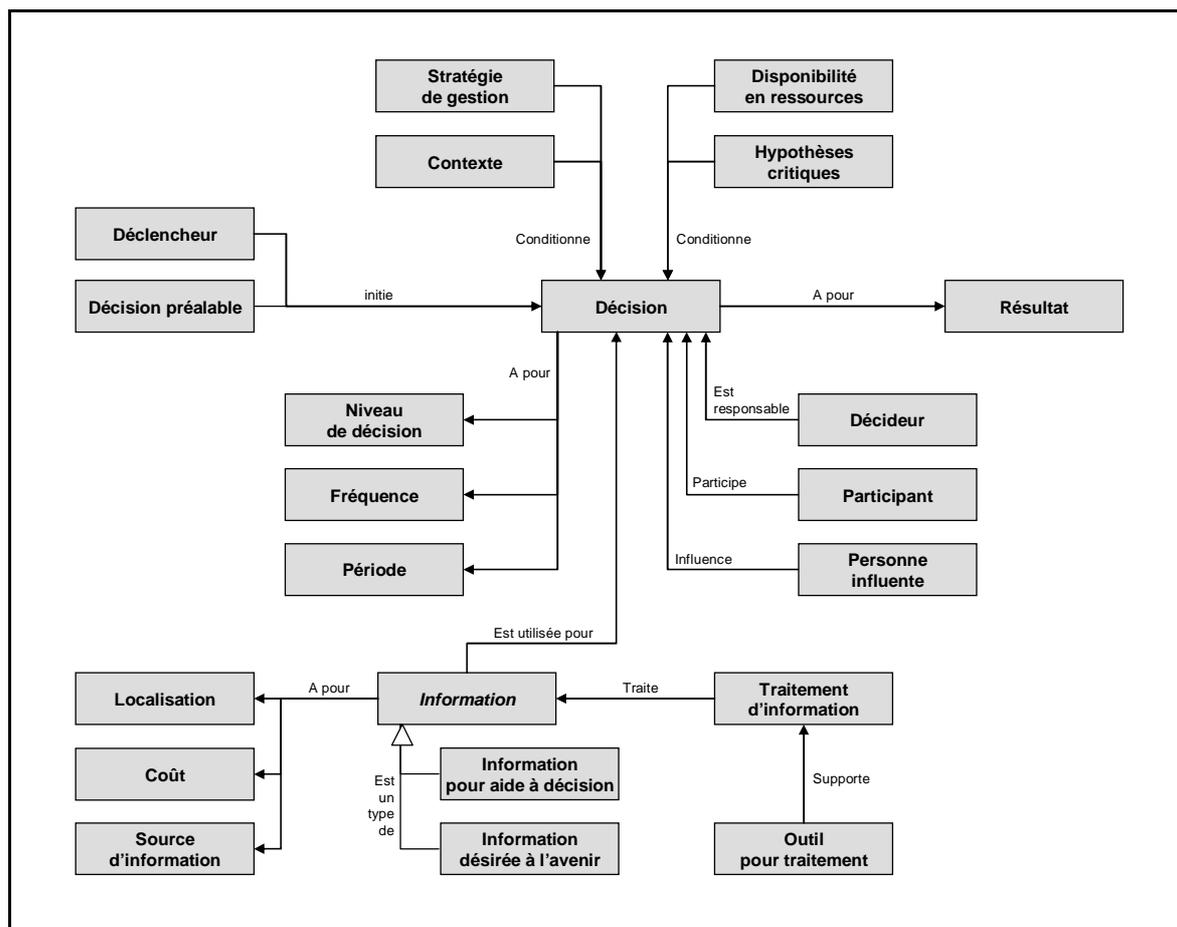


Figure I-125 : Méta-modèle conceptuel simplifié proposé par Fountas *et al.* (Fountas *et al.*, 2006)

2.3. Proposition de Sebillotte et Soler (Décisions)

L'approche proposée par Sebillotte et Soler vise à décrire les processus de décision des agriculteurs (Sebillotte *et al.*, 1990). Elle porte avant tout sur la décision tactique, d'un horizon limité à la campagne de production et propose le concept de "modèle d'action" ou "modèle général" (Sebillotte *et al.*, 1988). Cette approche s'inspire bien entendu de la théorie de la décision et est à la base de nombreux travaux sur la décision dans le secteur agricole (Attonaty *et al.*, 1992; Aubry, 2000; Cerf *et al.*, 1997; Chatelin *et al.*, 1993; Hémidy *et al.*, 1993).

Nous présentons dans le tableau ci-après les principaux concepts décrits par Sebillotte et Soler et leur définition. La Figure I-126 présente le méta-modèle conceptuel simplifié proposé par Sebillotte et Soler.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Décision tactique	Décision dont l'horizon est limité à la campagne.		
Objectif général	Terme vers lequel convergent les décisions tactiques de l'agriculteur.		
Programme prévisionnel	Définition des actions à mener dans la conduite d'une production, en référence aux états-objectifs intermédiaires et aux moments-clés.		
Etat-Objectif intermédiaire	Point de passage obligé, à un moment-clé, dans la réalisation d'un programme prévisionnel.		
Moment-clé	Moment où l'agriculteur peut faire des bilans en vue de mesurer où il en est de la réalisation de ses objectifs généraux.		
Règle de décision	Permet de définir, pour chaque étape du programme prévisionnel, la nature des décisions opérationnelles à prendre pour parvenir au déroulement souhaité des opérations et la nature des solutions de rechange à mettre en œuvre si, à certains moments, ce déroulement souhaité n'est pas réalisable.		
Action-Opération	Action à mener pour atteindre les objectifs retenus. Une action est le fruit d'une décision		
Champ de décision	Regroupement des décisions par secteur de l'exploitation pour les traiter le plus indépendamment possible les unes des autres.		

Tableau I-34 : Principaux concepts proposés par Sebillotte et Soler (Sebillotte *et al.*, 1988)

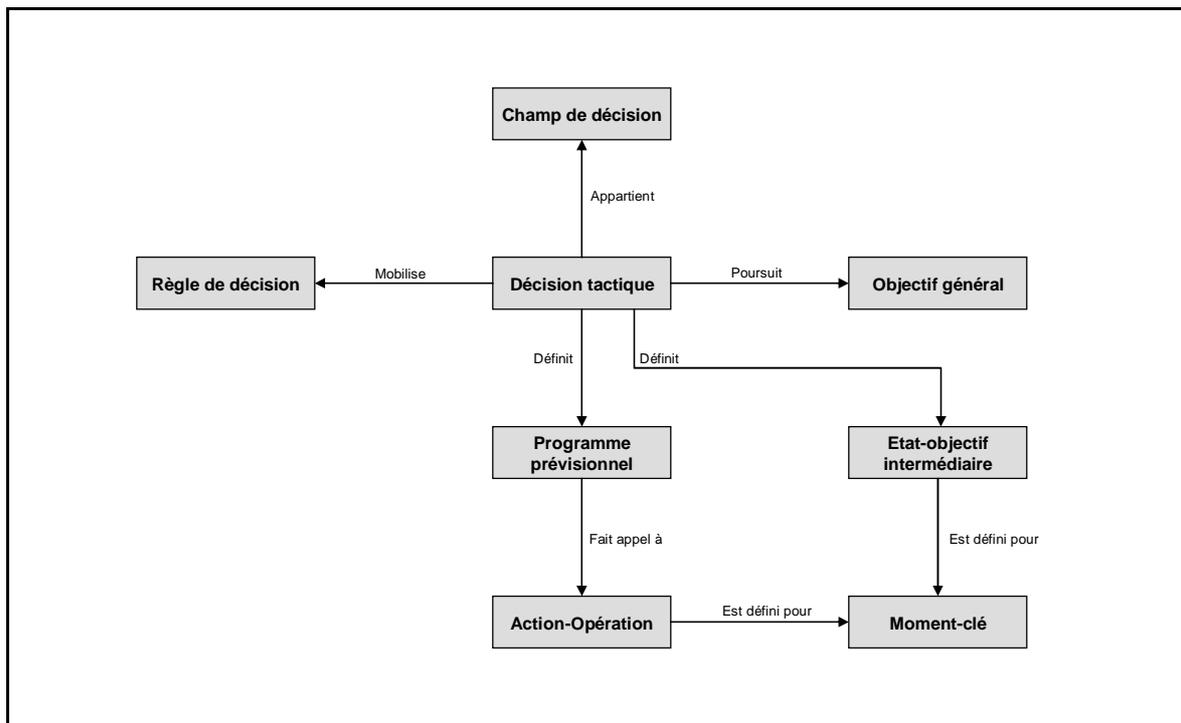


Figure I-126 : Méta-modèle conceptuel simplifié proposé par Sebillotte et Soler (Sebillotte *et al.*, 1988)

Annexes II

Présentation détaillée
du cadre méthodologique
CEMAgriM
et de modèles réalisés

Précisions sur les résultats
et leur mise en application

Résumé

En complément des éléments présentés dans les Parties 3 et 4, nous proposons dans les deux annexes suivantes, une présentation complète et détaillée du cadre méthodologique CEMAgriM et une présentation détaillée de modèles réalisés pour l'analyse de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont afin d'illustrer l'utilisation du cadre méthodologique CEMAgriM. :

- Annexe II.1. Présentation détaillée du cadre méthodologique CEMAgriM
- Annexe II.2. Présentation détaillée de modèles réalisés pour l'analyse de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

Annexe II.1

Présentation détaillée du cadre méthodologique CEMAgriM

Résumé

Sur la base des différents éléments présentés dans les Chapitres 7 à 9, nous présentons, dans cette annexe, le cadre méthodologique CEMAgriM dans sa globalité.

Cette présentation complète et détaillée du cadre méthodologique CEMAgriM s'appuie sur la description structurée et identique adoptée dans les Annexes I.1 à I.7 pour présenter les cadres méthodologiques issus de la Modélisation d'Entreprise.

Sommaire

- 1** **Présentation générale**

- 2** **Cadre de modélisation**
 - 2.1 Vues de modélisation
 - 2.2 Phases de modélisation d'entreprise
 - 2.3 Dimension de généricité
 - 2.4 Représentation du cadre de modélisation

- 3** **Cadre conceptuel**
 - 3.1 Définition des concepts de base "constructs"
 - 3.2 Méta-modèle

- 4** **Modèles et langages graphiques**
 - 4.1 Modèles et vues de modélisation
 - 4.2 Langages graphiques
 - 3.2 Exemples de modèles

- 5** **Démarche générique de modélisation**

1. Présentation générale

Le cadre méthodologique CEMAgriM (Cemagref Enterprise Modeling in Agriculture Integrated Methodology) a été développé dans le cadre des travaux de thèse de Vincent Abt menés entre 2005 et 2010.

Le but de la modélisation CEMAgriM est d'exprimer les besoins métiers des entreprises agricoles en s'inscrivant dans une démarche d'ingénierie d'entreprise et de système d'information.

Le système entreprise étudié est vu comme la composition de plusieurs sous-systèmes en interaction permanente avec les 3 composantes de son environnement (environnement global, environnement transactionnel, milieu) : un **système de gestion** (siège des décisions, des processus et des activités de l'entreprise qui se décompose en un système de gestion stratégique et un système de gestion tactique et opérationnel), un **système opérant** (siège de l'exécution des opérations ordonnées par le système de gestion qui se décompose en un **système physique**, siège des travaux réalisés par les ressources humaines et matérielles de l'entreprise, et un **système biophysique**, siège des processus biophysiques qu'il convient de piloter pour garantir la production agricole), et un **système d'information formalisé (SIF)** (intimement lié au système de gestion et au système opérant de l'entreprise qui se décompose en un SIF pour l'acquisition de données et un SIF pour la gestion de l'entreprise).

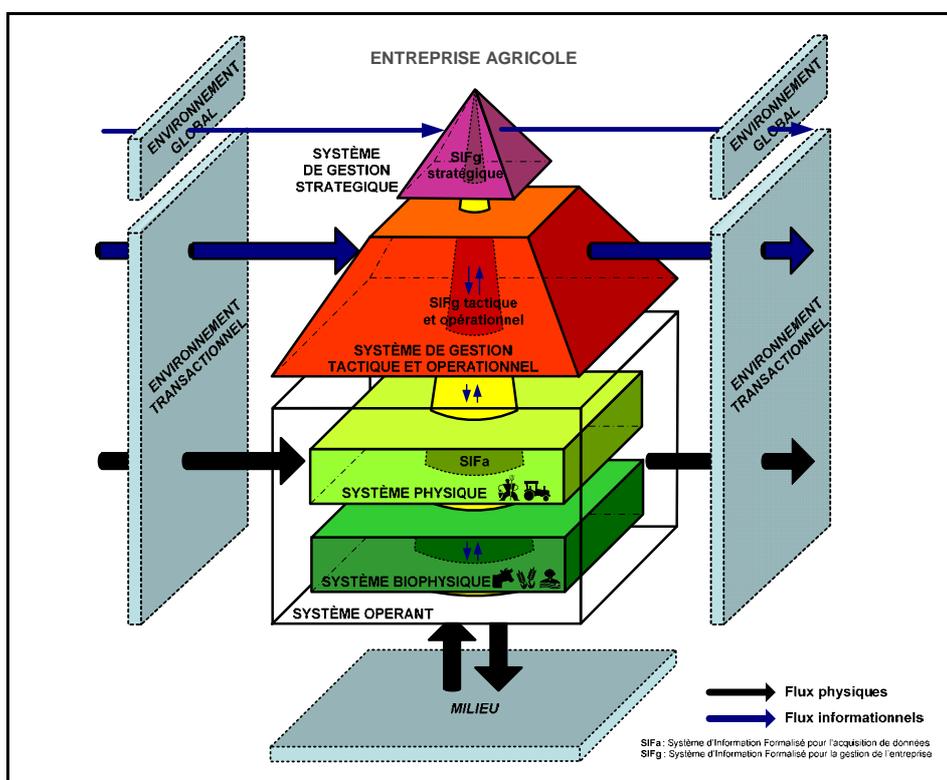


Figure II-1 : Représentation systémique de l'entreprise agricole selon le cadre CEMAgriM

2. Cadre de modélisation

2.1. Vues de modélisation

Les vues de modélisation proposées pour le cadre méthodologique CEMAgriM sont au nombre de 6 :

- **Vue ressource** : description des objets de l'entreprise, leurs relations et leurs différents états possibles
- **Vue environnement** : description des relations qu'entretient le système avec son environnement qui s'expriment au travers d'échanges de biens et de services et de flux d'information. Cette description correspond à une "vision externe" des fonctionnalités du système.
- **Vue processus** : description des processus et de leur mise en œuvre au travers de procédures et d'opérations au sein de l'entreprise. Cette description correspond à une "vision interne" des fonctionnalités du système.
- **Vue physique** : description du fonctionnement et de l'organisation des ressources humaines et matérielles pour réaliser les fonctionnalités de l'entreprise. Cette description s'attache notamment à comprendre l'organisation, les tâches, les flux et le pilotage du système physique.
- **Vue biophysique** : description du fonctionnement et de l'organisation des ressources biophysiques (animal, végétal, matière) pour réaliser les fonctionnalités de l'entreprise. Cette description s'attache notamment à comprendre l'organisation, les flux et le pilotage du système biophysique.
- **Vue organisation spatiale** : description de la représentation que se font les exploitants agricoles du milieu dans lequel évoluent les activités de l'entreprise. Cette description s'attache notamment à comprendre le découpage et l'organisation de l'espace géré par l'entreprise.

2.2. Phases de modélisation d'entreprise

Les phases de modélisation proposées pour le cadre méthodologique CEMAgriM sont au nombre de deux :

- **Analyse** : regroupement de l'ensemble des modèles du système existant, correspondant ainsi à la phase d'analyse du système existant.

- **Conception** : regroupement de l'ensemble des modèles du système cible, correspondant ainsi à la phase de conception d'un nouveau système.

A ces phases de modélisation s'ajoute une dimension, qui relève tant des phases de modélisation que des vues de modélisation, et qui définit des niveaux de description des modèles. Ces niveaux sont au nombre de 3 :

- **Description Générale** : Niveau de description qui présente des modèles d'ensemble du système étudié selon la vue considérée.
- **Description opérative** : Niveau de description qui présente des modèles détaillés du système étudié selon une vision opérationnelle décrivant, dans les différentes vues de modélisation, les entités considérées et les flux échangés sans préciser les modalités de contrôle de chacune de ces entités.
- **Description pilotage** : Niveau de description qui présente des modèles détaillés du système étudié selon une vision pilotage, décrivant les modalités de pilotage des entités identifiées dans chacune des vues de modélisation

Ces phases de modélisation décrivent les principales étapes de la démarche de modélisation et d'ingénierie du cadre CEMAgriM : de l'analyse à la conception, de la description générale du système à la description de son pilotage en passant par une description opérative de celui-ci.

Analyse métier (expression besoin)	Spécification conception métier	Spécification conception technologique	Implémentation	Système
oui	oui	non	non	→ SEF
	oui (SIF)	non	non	→ SIF

2.3. Dimension de généricité

Cette dimension n'est pas définie pour le cadre méthodologique CEMAgriM, même si la définition des concepts de base et des formalismes peut contribuer au niveau générique et si l'élaboration des modèles peut contribuer au niveau particulier.

2.4. Représentation du cadre de modélisation

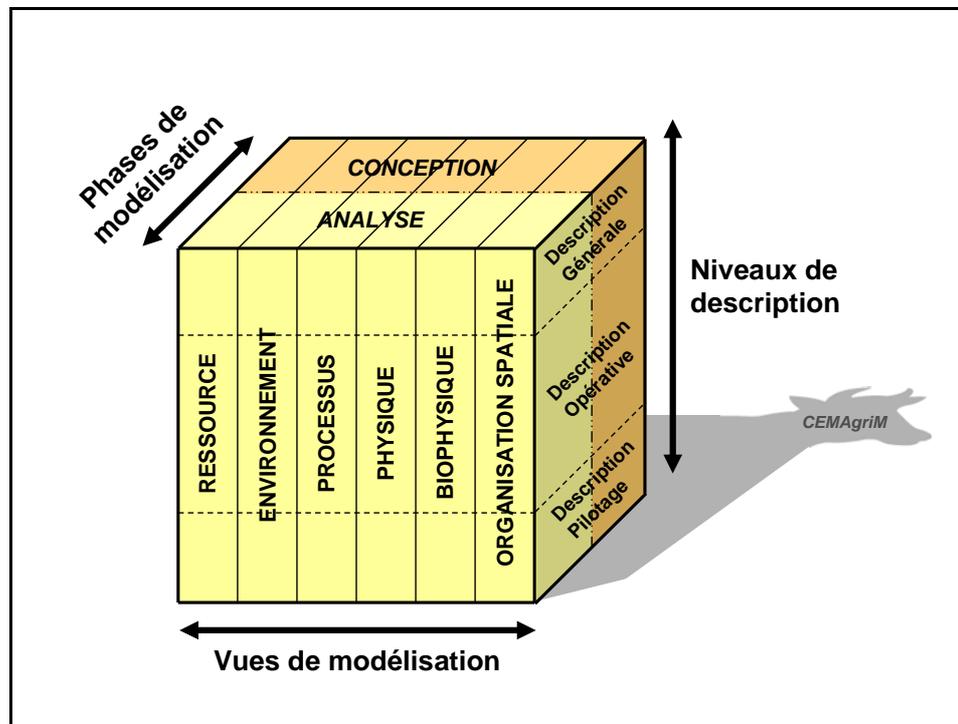


Figure II-2 : Le cadre de modélisation CEMAgriM

3. Cadre conceptuel

3.1. Définition des concepts de base "constructs"

Nous présentons dans le Tableau II-1 les principaux concepts de base du cadre conceptuel CEMAgriM. Ces 33 concepts sont repris dans le méta-modèle présenté en Figure II-3. Ils sont complétés de 14 concepts, dits complémentaires, présentés dans le Tableau II-2. Ces concepts complémentaires sont mobilisés par le langage graphique et pour définir certains attributs des concepts principaux.

Concepts	Définition	Attributs	Exemples
Objet	Objet physique ou informationnel de l'entreprise porté par les flux qui circulent au sein de l'entreprise. Un objet est utilisé, mobilisé et produit au sein de l'entreprise. Il est décrit selon ses caractéristiques. Il est porteur d'informations et peut être affecté dans une ou plusieurs unités de gestion. Un objet peut être représenté par différents états d'objets qui constituent les entrées/sorties des processus, procédures, opérations, unités de gestion, prestations et engagements. Un objet peut être de type "Equipement", "Animal", "Végétal", "Matière", "Document", "Personne" ou composite. Il peut être "intérieur" ou "extérieur" au système considéré. Les entités constituent les instances concrètes des objets.	Nom Description Nature (physique /informationnelle) Type d'objet Objectif Atout, Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Extérieur/Intérieur Propriétaire	Bâtiment, Maïs, Document de traçabilité, Outil informatique
Entité	Instance concrète d'un objet qui a une existence dans le temps et dans l'espace. Une entité est identifiée par un identifiant unique et localisable. Il y a autant de type d'entités possibles que de type d'objets, cependant les entités équipement et les entités personne sont préférentiellement identifiées. Une entité équipement est notamment identifiée par une marque, un numéro de série, etc. Une entité personne est identifiée par un nom, un prénom, des coordonnées, etc. Elle est la propriété d'une organisation ou entité organisation.	Idem attributs "Objet" Identifiant unique Objet de référence Type d'entité Lieux et Coordonnées géographiques	M. Durand Tracteur MF X N°Y Vache N°YY Plan de production 2009
Equipement	Type d'objet. Objet technique conçu par l'homme, doué ou non d'autonomie. Un objet technique peut être une infrastructure, une machine, une fourniture technique, une application informatique. Il peut être composé durablement de plusieurs équipements (ex : tracteur avec console d'acquisition et pneumatiques larges)	Idem attributs "Objet" Autonome (oui/non) Mobile/Fixe Aptitudes	Tracteur, Installation de traite, Charrue, Epandeur, Article, Batterie, Pièce, Bâtiment, Voirie, Réseau de drainage, Outil informatique
Animal	Type d'objet. Etre vivant du règne animal, doué d'autonomie, capable de se déplacer, de se développer, de se reproduire et de produire différents objets de type matière ou animal. Un animal est doué d'un ou plusieurs processus biophysiques	Idem attributs "Objet" Sexe Espèce Race Aptitudes - Génétique	Femelle Prim'Holstein, Mâle ovin charolais, Mâle bovin charolais
Végétal	Type d'objet. Etre vivant du règne végétal, doué d'autonomie, incapable de se déplacer, capable de se développer, de se reproduire et de produire différents objets de type matière ou végétal. Un végétal est doué d'un ou plusieurs processus biophysiques. Il peut être composé d'une ou plusieurs espèces ou variétés botaniques.	Idem attributs "Objet" Sexe Espèce Variété Aptitudes - Génétique	Blé, Maïs, Betterave, Pommier, Vigne, Herbe
Matière	Type d'objet, dénombrable ou non, qui constitue la matière première, les intrants et les extrants des productions animales et végétales. Une Matière est douée d'aucun à plusieurs processus biophysiques. Un animal ou un végétal "mort" est notamment considéré comme de la Matière.	Idem attributs "Objet" Inerte (oui/non) Dénombrable (oui/non) Caractéristiques	Semences, Produit phytosanitaire, Eau, Fertilisant, Amendement, Grains de blé, Paille, Fumier, Animal mort
Document	Type d'objet. Objet informationnel, abstrait ou réel, qui regroupe et supporte des informations.	Idem attributs "Objet" Sous-type (abstrait/réel) Support (informatique, mémoire, papier)	Agenda, Fiche de collecte, Base de données, Plan de production, Contrat, Tableau de bord
Personne	Type d'objet. Etre humain étant force de travail, capable de décisions et doué d'autonomie. Une Personne peut être employée par une Organisation ou une Entité Organisation.	Idem attributs "Objets" Employeur Compétences	Exploitant agricole, Salarié, Conseiller technique

Objet (Etat d')	Etat ou manifestation d'un objet à un instant donné de son cycle de vie. Cet état peut notamment être lié à un état physiologique ou à un état de santé.	Objet Evénements Stade, Saison	Vache en chaleur, Vache en gestation, Tracteur affecté, Blé à maturité
Processus biophysique	Cycle biologique d'un objet de type Animal, Végétal, ou Matière.	Nom, Description Phases	Vie, Reproduction Développement
Phase	Etape d'un processus biophysique. Une phase est comprise entre deux stades et peut renvoyer à une saison. Une phase peut décrire un état d'objet	Nom Stades initial / final Saison, Durée	Sevrage, Montaison, Maturité
Organisation	Unité organisationnelle représentée selon ses caractéristiques et son domaine d'activités économiques, administratives, financières ou associatives. Une organisation fait partie de l'environnement transactionnel de l'entreprise considérée. Elle est susceptible de jouer le rôle de client (demandeur de prestations), de fournisseur (fournisseur de prestations) ou de partie prenante (lié par des engagements) vis-à-vis de l'entreprise considérée).	Nom Domaine d'activité Rôles (Client, Partie Prenante, Fournisseur)	Coopérative céréalière, CUMA, Exploitant agricole, Service de l'Etat
Entité Organisation	Instance concrète d'une Organisation représentant tout ou partie d'un organisme privé ou public. Une Entité Organisation est identifiée par un identifiant unique. Elle peut jouer le rôle de client, de fournisseur ou de partie prenante vis à vis de l'entreprise considérée.	Identifiant unique Nom Organisation Domaine d'activité Lieu	Coop. Richemonts, CUMA du Fond- Lieu, Direction Départementale des Territoires du Puy de Dôme
Prestation	Production de l'entreprise, destinée à être valorisée par les clients, qui constitue la finalité de l'entreprise et résulte de sa chaîne de valeur. Elle est fournie par la mise en œuvre d'une combinaison de processus, de procédures et d'opérations. Elle est le fruit d'échange de flux d'objets entre l'entreprise et les organisations concernées, jouant le rôle de clients. Une prestation lie l'entreprise agricole avec un client sur un horizon tactique ou opérationnel dans une relation commande/livraison de produits ou de services.	Nom Objets échangés Objectif Atout, Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable	Fourniture de lait de vache, Fourniture ovins reproducteurs Fourniture de produits végétaux, Prêt de ressources matérielles, Prestation d'entretien de l'espace
Engagement	Contrat, formalisé ou non, défini entre l'entreprise et certaines organisations jouant le rôle de parties prenantes. Un engagement lie l'entreprise agricole avec une partie prenante sur un horizon stratégique et spécifie un jeu de contraintes à intégrer dans la conception et le pilotage du système de production de l'entreprise agricole. Elle est le lieu d'échange de flux d'objets entre l'entreprise et les organisations concernées, jouant le rôle de parties prenantes.	Nom Objets échangés Objectif, Atout, Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable	Engagement quantité production, Engagement qualité biologique
Processus	Ensemble d'opérations corrélées ou interactives qui permettent de satisfaire une ou plusieurs fonctions/finalités de l'entreprise. Un processus transforme des objets entrants en objets sortants. La description en termes de processus regroupe et agence les opérations selon une logique de résultat (outputs, résultats observables ou quantifiables), donc selon une logique extravertie de clients internes et externes. Un processus peut être de différent type (pilotage, réalisation, support). Il est structurant et pertinent pour piloter l'amélioration continue des performances internes de l'entreprise. Un processus est mis en œuvre par des procédures qui spécifient l'ordre dans lesquels les opérations doivent être réalisées.	Nom Type (pilotage, réalisation, support) Fonction Objectif Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable	Processus de production animale, Processus de production végétale, Processus de pilotage stratégique, Processus de conception de la production animale, Processus achat, Processus commercial

Procédure	Ensemble logiquement ordonné d'opérations dont la mission est de mettre en œuvre un Processus. Elle est initiée par un déclencheur et dispose d'entrées/sorties que constituent les états d'objet. Le résultat d'une Procédure est sous la responsabilité d'une Personne ou Entité Personne. Une procédure peut faire référence à une Saison et être mise en œuvre sur plusieurs mois. Elle peut être spécifiée pour une ou plusieurs Unité de Gestion. Un projet ou un itinéraire technique peuvent être vus comme des procédures. Prestation ou Engagement peuvent nécessiter l'établissement d'une ou plusieurs Procédures en interne.	Nom Description Prestations Engagements Unité de gestion Objectif Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Saison	Procédure de suivi du Maïs précoce Itinéraire technique du Blé Procédure de livraison à la coopérative Procédure de commandes fournitures
Opération technique	Représentation d'une partie des fonctionnalités de l'entreprise. Une opération technique décrit le changement désiré des caractéristiques d'un ou plusieurs objets de l'entreprise. Abstraction d'une opération, utilisée dans une procédure, qui peut ne pas spécifier des objets participants à l'opération. Une opération technique peut faire référence à une plusieurs fonctions de l'entreprise. Elle fait appel à un savoir faire spécifique et est mise en œuvre par des unités de travail. Elle peut regrouper des décisions d'un seul horizon décisionnel (stratégique, tactique, opérationnel)	Nom Fonctions Objectif Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Décision Horizon décisionnel	Labour, Semis, Identification, Observation, Distribution aliment, Insémination, Moisson
Opération	Elément constitutif d'une procédure. Une opération est la spécification d'une opération technique pour une procédure donnée et pour un couple Saison/Période donné. Elle est donc unique et s'inscrit à l'intersection entre l'Opération technique et la Procédure. Elle a pour mission de traiter les objets de l'entreprise et fait appel ainsi à un ensemble spécifique d'aptitudes. L'opération est le siège de décisions d'un même horizon décisionnel (stratégique, tactique, opérationnel).	Nom Identifiant unique Opération technique Objectif Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Période Saison Horizon décisionnel	Observer les adventices du maïs, Apporter de la paille Planter la culture de blé, Apporter un herbicide sur blé
Travail	Un travail est formulé durant la phase d'ordonnancement et est un élément de description du système physique. Il peut être composé de travaux élémentaires et regroupe plusieurs tâches selon une logique temporelle et spatiale. Il est réalisé par un ou plusieurs Ensembles de travail. Un Travail peut correspondre à plusieurs catégories de Travail qui renvoient à leur configuration dans le temps (rythme, durée, différenciation, concentrabilité). Il est déclenché par un moment clé ou par un événement correspondant à un "ordre de fabrication lancé". Il met en œuvre une ou plusieurs opérations. Il peut regrouper un certain nombre de décisions d'exécution et mobilise des documents pour son exécution.	Nom Description Catégorie Opérations Objectif Contrainte Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Déclencheur	Gestion du DAC, Transport eau, Traite des Vaches laitières, Paillage des logettes, Chantier d'épandage de compost, Chantier d'ensilage d'herbe
Tâche	Acte élémentaire de production, réalisé par un seul Ensemble de travail pendant un intervalle de temps. Une tâche est réalisée en un Lieu et peut être de 4 types (transport, transformation, vérification, stockage/attente). Elle résulte d'une transformation d'énergie et modifie ainsi les caractéristiques d'un ou plusieurs objets, leur variable temporelle, et éventuellement leur variable spatiale. Les tâches sont regroupées de manière séquentielle au sein d'un "Travail". Elle peut faire référence à une ou plusieurs opérations. Elle mobilise et fournit des informations.	Idem attributs "Travail" Type (transport, transformation, vérification, attente) Lieu	Préparation du chargeur, Atelage de l'épandeur, Remplissage du réservoir, Nettoyage du distributeur d'engrais

<p>Décision</p>	<p>Acte de prise de décision ayant pour but de réaliser des choix, d'identifier et de résoudre des problèmes. Une décision peut être multiple et prise à partir d'un élément "Déclencheur" selon les objectifs fixés, les variables de décision et les contraintes définies, et les résultats des décisions passées (indicateurs de performance). Elle est prise par une "Personne", assistée de "Personnes" participant à la décision, en se basant sur des règles de décision. Une Décision d'ordre stratégique, tactique ou opérationnelle est prise dans le cadre d'une Opération (ou Opération technique), une Décision d'exécution dans le cadre d'un Travail. Son résultat est composé d'informations. Une décision se définit par une question.</p>	<p>Nom (question) Sous-décisions Objectif Contrainte Variable de décision Règle de décision Information Responsable Participant décision</p>	<p>Quelle ration distribuer et dans quelle quantité? Comment régler le semoir de précision? Quel herbicide apporter ? Quand épandre?</p>
<p>Déclencheur</p>	<p>Quelque chose qui arrive et qui provoque le déclenchement d'une procédure, d'une opération, d'une opération technique, d'un travail, d'une tâche ou d'une décision. Un déclencheur peut être un événement (fait instantané lié à un changement d'état d'un objet et donc étroitement lié aux flux échangés dans l'entreprise) ou un moment-clé (déclencheur temporel pouvant être défini lors de la planification).</p>	<p>Type : Evénement, Moment clé</p>	<p>Sol ressuyé, Période de l'année, Etat de la culture, Produit livré</p>
<p>Unité de gestion</p>	<p>Unité opérationnelle que l'entreprise a décidé de gérer. Une unité de gestion constitue un regroupement fonctionnel d'objets et résulte d'une décision d'organisation. Elle est établie pour une période de stabilité structurelle de l'entreprise agricole (plusieurs années). Des objets/entités y sont affectés régulièrement (campagne, mois, jour, etc) en fonction des objectifs de production. Ces unités de gestion sont le lieu de transformation d'objets dans le cadre d'objectifs et de contraintes fixés par son environnement. Les états de ces objets constituent les entrées/sorties de ces unités. Ce concept renvoie davantage à la notion d'objectifs et de performance qu'à la notion de domaine de responsabilités. Une unité de gestion peut se décomposer en plusieurs unités de gestion en fonction des besoins de gestion et d'évaluation des performances.</p>	<p>Nom Description Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Aptitudes, Capacités</p>	<p>Atelier Bovin lait, Service administratif, Ensemble de semis, Sole de cultures Bio Litière de bovins en accumulation Vaches laitières en production Agneaux à l'engraissement Zones bâties, Parcelles en rotation Maïs/Blé Parcelle "La Mine"</p>
<p>Unité de travail</p>	<p>Type d'unité de gestion. Une unité de travail est un ensemble fonctionnel, non réductible à une réalité spatiale ou temporelle, qui décrit la structure du système physique de l'entreprise agricole. Une unité de travail est un ensemble fonctionnel, constitué avant tout de personnes et d'équipements aux qualifications spécifiques, pour réaliser une ou plusieurs opérations techniques. Une unité de travail regroupe un ou plusieurs ensembles de travail agrégés pour des besoins de gestion et d'évaluation des performances. Une unité de travail met en œuvre les opérations techniques dans une ou plusieurs unités de milieu.</p>	<p>Nom Description Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Aptitudes, Capacités</p>	<p>Atelier Bovin lait, Service administratif, Unité de travail Curage Bovins, Unité de travail du sol</p>
<p>Ensemble de travail</p>	<p>Type d'unité de travail. Un ensemble de travail est le plus petit ensemble fonctionnel où sont affectés des objets reliés ou non entre eux pour réaliser une ou plusieurs tâches. Les ensembles de travail se regroupent au sein d'unité de travail.</p>	<p>Nom Description Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Aptitudes, Capacités</p>	<p>Ensemble de distribution de foin, Ensemble de chargement, Ensemble de semis, Ensemble de distribution automatique d'aliments</p>

<p>Unité biophysique</p>	<p>Type d'unité de gestion. Une unité biophysique est un ensemble fonctionnel, non réductible à une réalité spatiale ou temporelle, qui décrit la structure du système biophysique de l'entreprise agricole. Une unité biophysique est un ensemble fonctionnel, constitué avant tout d'animaux, de végétaux et de matières dans des états particuliers et aux propriétés spécifiques, pour réaliser une ou plusieurs transformations biophysiques en lien avec les processus biophysiques inhérents aux objets/entités considérés. Une unité biophysique peut avoir une existence limitée à une ou plusieurs saisons de l'année et est à ce titre positionnée par rapport à un calendrier annuel. La durée du cycle de production définit le temps de passage moyen des objets doués de processus biophysiques dans l'unité biophysique. Par ailleurs, une unité biophysique se superpose et échange des flux d'objets avec une ou plusieurs unités de milieu.</p>	<p>Nom Description Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Aptitudes, Capacités Durée du cycle de production Saison</p>	<p>Troupeau bovin laitier, Vaches laitières en production Sole de cultures Bio Parcelles de Maïs en pré-levée, Litière de bovins en accumulation,</p>
<p>Lot fonctionnel d'animaux</p>	<p>Un lot fonctionnel d'animaux est une unité biophysique pour laquelle ne sont affectés que des objets/entités de type Animal.</p>	<p>Idem attributs "Unité biophysique"</p>	<p>Troupeau bovin allaitant, Agneaux à l'engraissement, VL en production, VL taries</p>
<p>Lot fonctionnel de parcelles végétales</p>	<p>Un lot fonctionnel de parcelles végétales est une unité biophysique pour laquelle ne sont affectés que des objets/entités de type Végétal et Matière. Il est défini en fonction d'un objectif de production végétale sans référence à une localisation géographique. Il se définit avec la végétation qu'il porte, son état et la manière avec laquelle il est conduit. Le cycle de production considéré peut être celui d'une campagne mais aussi celui d'une phase de développement végétal.</p>	<p>Idem attributs "Unité biophysique"</p>	<p>Sole de cultures Bio, Sole de maïs, Parcelles de Maïs en pré-levée, Parcelles de maïs en développement végétatif, Sole d'herbe en prairie permanente</p>
<p>Lot fonctionnel de matières</p>	<p>Un lot fonctionnel de matières est une unité biophysique pour laquelle ne sont affectés que des objets/entités de type Matière. Un ensemble fonctionnel correspondant à un sol nu peut-être vu, selon les besoins de gestion, comme un lot fonctionnel de parcelles végétales ou comme un lot fonctionnel de matières.</p>	<p>Idem attributs "Unité biophysique"</p>	<p>Stock de matières organiques Litière de bovins en accumulation</p>
<p>Unité de milieu</p>	<p>Type d'unité de gestion. Une unité de milieu correspond à un découpage du milieu géré par l'entreprise agricole et renvoie à une réalité spatiale. L'espace dans lequel évoluent les activités de l'entreprise est ainsi découpé en unités fonctionnelles appelées unités de milieu. Ce découpage du territoire est effectué selon différents critères en fonction du point de vue adopté (type de sols, zonage géographique, type de rotation des cultures, types de gestion des activités de production animale ou végétale). Une unité de milieu porte sur tous les types d'espaces et ne se limite pas uniquement à l'espace cultivable (zone boisée, étang, compartiment d'un bâtiment, etc). Une unité de milieu renvoie à un lieu (ou permet de le définir) et n'est pas délocalisable. Elle porte ainsi un nom spécifique qui peut faire référence à un lieu-dit, à un système de culture ou à une particularité. Les unités de travail et les unités biophysiques se superposent aux unités de milieu. Cette dualité est importante car l'unité de milieu ne spécifie pas la présence par exemple d'un matériel végétal mais d'un espace végétalisé.</p>	<p>Objectif Contrainte, Atout Indicateur d'état Indicateur de perf. Responsable Surface Lieux Coordonnées géographiques</p>	<p>Zones agricoles, Zones bâties, Parcelles agricoles non Bio, Parcelles arables non irrigables Parcelles en rotation Maïs/Blé Parcelle "La Mine" Parcelle "1 PIQ" Stabulation Vache laitière, Box 1</p>

Lieu	Localisation géographique, lieu où se trouve un objet/entité, une unité de milieu ou le siège d'une entité organisation. Un lieu rend également compte de l'endroit où se déroulent les tâches.	Nom Coordonnées géographiques	Site du Chariol Montoldre Le pré qui chante
Information	Donnée élémentaire regroupée au sein d'un Document ou portée par des Objets. Une information constitue les entrées/sorties des décisions et des tâches. Elle définit également le pilotage des Objets, des Entités, des Prestations, des Engagements, des Processus, des Procédures, des Opérations techniques, des Opérations, des Travaux, des Tâches, des Unités de gestion de l'entreprise. Elle peut notamment être de type : objectif, contrainte, atout, variable de décision, règle de décision, indicateur de performance, indicateur d'état. Si une information correspond à un indicateur de performance ou d'état, sa description regroupe une unité de mesure, une fréquence de mise à jour et une valeur cible).	Nom Description Type (objectif, contrainte, atout, variable de décision, règle de décision, indicateur de perf., indicateur d'état, divers)	%age d'ensilage dans ration, Etat des stocks, Quantité d'aliments distribués Choix de réglage d'outil, Densité de semis, Quantité de carburant, "Si x=0, alors Y=2"

Tableau II-1 : Principaux concepts du cadre méthodologique CEMAgriM

Autres Concepts	Définition	Exemples
Fonction	Mission ou finalité essentielle d'un processus dans l'entreprise, regroupement de savoir-faire et de compétences d'intérêt pour l'entreprise. Une fonction peut être technique, commerciale, financière, comptable, économique, d'organisation, etc. Elle peut regrouper des opérations techniques selon les types de décisions prises. Une fonction peut correspondre à un type de pratiques agricoles.	Analyser les demandes, Assurer la production végétale, Gérer le pâturage, Assurer la pérennité du milieu
Saison	Décomposition de l'espace temporel annuel en périodes de l'année. Une Saison peut être très courte (quelques jours) ou très longue (quelques mois). Elle est comprise entre deux moments-clés.	Juin, Avril-Mai Été, 1 ^{er} semestre 15 au 30 mai
Période	Intervalle de temps au bout duquel il est nécessaire de remettre en cause une opération (ou une décision) sur la saison considérée. Une période peut aller de quelques heures à plusieurs mois". Elle peut également être de type "événementielle" s'il est difficile de définir une période régulière et si la prise de décision est avant tout événementielle.	6 heures, 1 jour, 1 semaine, 3 mois, "Evt= événementiel"
Horizon décisionnel	Niveau de décision permettant de regrouper les différentes opérations ou tâches à réaliser. Quatre horizons décisionnels sont définis : stratégique (horizon pluriannuel et opérations/décisions concernant les projets de production), tactique (horizon annuel de la campagne de production et opérations/décisions d'affectation des entités "matières" comme le sol, "végétales" et "animales" aux différentes unités biophysiques), opérationnel (horizon mensuel à temps réel et opérations/décisions de pilotage des processus biophysiques comme la gestion du calendrier, des animaux et des interventions), et d'exécution (horizon journalier à temps réel et décisions de conduite des travaux et des tâches)	Stratégique (H.S.) Tactique (H.T.) Opérationnel (H.O.) Exécution (H.E.)
Événement	Type de déclencheur. Fait instantané lié à un changement d'état d'un objet et donc étroitement lié aux flux échangés dans l'entreprise. On peut distinguer les événements sollicités (requêtes, ordres, commandes) et les événements non sollicités (pannes, ruptures de stocks,...).	Sol ressuyé, Etat de la culture, Produit livré
Moment clé	Type de déclencheur. Déclencheur temporel pouvant être défini lors de la planification. Deux moments-clés successifs encadrent une Saison.	Période de l'année, Midi, 15 mars
Stade	Etat précis par lequel passe un objet durant un cycle biologique. Un stade peut décrire un état d'objet. Deux stades successifs encadrent une Phase d'un Processus biophysique.	Sevrage, Ovulation, Mort, Tarissement, Stade 3 feuilles, Stade Grain formé

Objectif	Type d'information. But qu'une entreprise cherche à atteindre, traduction de la stratégie d'une entreprise. Un objectif s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue des performances. Il permet d'orienter la prise de décision et représente le niveau de performance à atteindre. L'atteinte des objectifs est évaluée au travers des indicateurs de performances.	Assurer production 90q/ha, Ne pas dégrader les sols, Limiter traitements
Contrainte	Type d'information qui oriente et contraint l'exécution de l'activité d'une entreprise. Une contrainte limite le champ des décisions possibles et le potentiel des variables de décisions. Elle est considérée comme non relaxable et freine l'atteinte des finalités de l'entreprise.	Pas traitement véto pour les agneaux, Temps disponible, Présence adventices
Atout	Type d'information qui augmente le champ des décisions possibles et favorise l'atteinte des finalités du système d'exploitation. Un atout résulte des propriétés des objets manipulés et de l'histoire de l'entreprise.	Tracteur neuf, Sols séchant, Points d'eau accessibles
Variable de décision	Type d'information. Elément sur lequel le décideur peut agir pour atteindre les objectifs dans la limite des latitudes décisionnelles (contraintes).	Période d'intervention, Produit apporté
Règle de décision	Type d'information. Elément permettant de choisir parmi les actions envisagées et possibles et les variables de décision	Respecter préconisations véto, Traiter si risque adventices
Indicateur de performance	Type d'information choisie pour rendre compte, avec une certaine périodicité, des performances d'un objet, d'une entité, d'une prestation, d'un engagement, d'un processus, d'une procédure, d'une opération technique, d'une opération, d'un travail, d'une tâche, ou d'une unité de gestion. Un indicateur de performance permet de mesurer le degré d'atteinte d'un objectif. Un indicateur de performance est une donnée quantifiée, mise à jour selon une fréquence définie, et pour laquelle nous disposons d'une valeur cible qui peut être une valeur moyenne de l'indicateur ou présentant un objectif d'amélioration. Les indicateurs sont regroupés en Document de type "tableau de bord", qui en assure une présentation lisible et interprétable, avec une périodicité régulière adaptée aux besoins du pilotage.	Quantité de fuel consommée /ha Nombre de jours travaillés/agent Temps total consacré à la traite /an
Indicateur d'état	Type d'information choisie pour rendre compte, avec une certaine périodicité, de l'état d'un objet, d'une entité, d'une prestation, d'un engagement, d'un processus, d'une procédure, d'un travail, d'une tâche, ou d'une unité de gestion. Un indicateur d'état est une donnée qualitative ou quantitative, mise à jour selon une fréquence définie, et pour laquelle nous disposons d'une valeur cible.	Nbre de jours depuis dernier traitement Présence parasite Charges en intrants déjà dépensées / prévisions

Tableau II-2 : Concepts complémentaires pour le cadre méthodologique CEMAgriM

3.2. Méta-modèle

Nous proposons le méta-modèle conceptuel simplifié (concepts de base) suivant pour le cadre méthodologique CEMAgriM (Figure II-3).

- **Description des processus biophysiques d'objet :** Représentation des processus biophysiques pertinents et mis en œuvre par les objets de type animal, végétal, ou matière. Description de leur décomposition en phases, des stades, durées et saisons de référence.
- **Cycle de vie d'objet :** Représentation des principaux états possibles du comportement d'un objet tout au long de son cycle de vie.
- **Diagramme de pilotage d'objet :** Description des éléments de pilotage d'un objet ou d'une entité.

Pour la vue Environnement :

- **Vue générale des prestations :** Description générale des prestations proposées par l'entreprise et des clients cibles. Ces prestations résultent de la chaîne de valeur de l'entreprise.
- **Vue générale des engagements :** Description générale des engagements pris par l'entreprise vis-à-vis de ses parties prenantes.
- **Vue détaillée des prestations :** Description détaillée des prestations proposées par l'entreprise et des clients cibles. Identification des prestations élémentaires et des organisations concernées.
- **Diagramme d'environnement de prestations :** Représentation, pour chaque prestation identifiée, des flux d'objets échangés entre l'entreprise étudiée et ses clients.
- **Vue détaillée des engagements :** Description détaillée des engagements pris par l'entreprise vis-à-vis de ses parties prenantes. Identification des engagements élémentaires et des organisations concernées.
- **Diagramme d'environnement d'engagements :** Représentation, pour chaque engagement identifié, des flux d'objets échangés entre l'entreprise étudiée et ses parties prenantes.
- **Diagramme de pilotage de prestation :** Description des éléments de pilotage d'une prestation.
- **Diagramme de pilotage d'engagement :** Description des éléments de pilotage d'un engagement.

Pour la vue Processus :

- **Cartographie des processus :** Représentation, selon la typologie "pilotage, réalisation, support", de l'ensemble des processus pilotés au sein de l'entreprise étudiée.
- **Description détaillée de processus :** Représentation, pour chaque processus, des principaux flux d'objets entrants et sortants. Précision sur la provenance des objets (processus interne ou organisation externe). Identification des principales fonctions couvertes par le processus et des procédures qui le mettent en œuvre.

- **Tableau de correspondance entre procédures et opérations techniques :** Représentation des opérations techniques mobilisées par les différentes procédures. Identification des unités de gestion sur lesquelles portent ces procédures.
- **Logigramme de procédure :** Représentation de l'enchaînement des opérations d'une procédure. Positionnement des opérations selon les saisons et les périodes concernées. Précision, par opération, du nombre maximal d'occurrences et des unités de gestion concernées.
- **Diagramme de mise en œuvre de procédure :** Représentation, par procédure, des différents travaux pouvant mettre en œuvre chaque opération identifiée.
- **Diagramme de pilotage de processus :** Description des éléments de pilotage d'un processus.
- **Diagramme de pilotage de procédure :** Description des éléments de pilotage d'une procédure et notamment des éléments déclencheurs.
- **Diagramme de pilotage d'une opération technique :** Description des éléments de pilotage d'une opération technique. Identification des principaux flux d'objets transformés par l'opération technique. Identification des principales décisions de pilotage de l'opération technique et description des éléments décisionnels.
- **Diagramme de pilotage d'une opération :** Description des éléments de pilotage d'une opération. Identification des principaux flux d'objets transformés par l'opération. Identification des principales décisions de pilotage de l'opération et description des éléments décisionnels.

Pour la vue Physique :

- **Diagramme général des unités de travail :** Identification des principales unités de travail gérées au sein de l'entreprise étudiée.
- **Organigramme détaillé des unités de travail :** Description de la décomposition des différentes unités de travail au sein de l'entreprise étudiée.
- **Organigramme des travaux :** Représentation des unités de travail et des travaux qu'ils réalisent.
- **Description détaillée d'une unité de travail :** Représentation, par unité de travail au niveau le plus fin, de la décomposition en ensembles de travail. Identification des objets et entités qui peuvent être affectés à l'unité de travail. Précision des flux d'objets entrants et sortants de l'unité de travail.
- **Description détaillée d'un travail :** Représentation, pour chaque travail identifié, des ensembles de travail mobilisés et des documents mobilisés. Précision sur les combinaisons d'objets/entités possibles pour les différents ensembles de travail.

- **Logigramme des tâches d'un travail :** Représentation des enchaînements temporels logiques entre tâches d'un même travail. Précision, pour chaque tâche, de l'ensemble de travail mobilisé, du lieu de réalisation et des informations mobilisées et produites, en précisant le document de rattachement.
- **Tableau de correspondance entre unités de travail et opérations techniques :** Représentation des opérations techniques mises en œuvre par les différentes unités de travail.
- **Tableau de correspondance entre travaux et opérations techniques :** Représentation des opérations techniques mises en œuvre par les différents travaux d'une même unité de travail.
- **Diagramme de pilotage d'une unité de travail :** Description des éléments de pilotage d'une unité de travail.
- **Diagramme de pilotage d'un travail :** Description des éléments de pilotage d'un travail. Identification des principaux flux d'objets transformés par le travail. Identification des principales décisions d'exécution du travail et description des éléments décisionnels.

Pour la vue Biophysique :

- **Organigramme général des unités biophysiques :** Identification des principales unités biophysiques gérées au sein de l'entreprise étudiée, selon les 3 types définis (lot fonctionnel d'animaux, de parcelles végétales, de matières).
- **Diagramme général de flux entre unités biophysiques :** Identification des principaux flux d'objets échangés entre les principales unités biophysiques. Identification également des flux échangés avec l'environnement.
- **Organigramme détaillé des unités biophysiques :** Description de la décomposition des différentes unités biophysiques au sein de l'entreprise étudiée.
- **Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques :** Représentation, au sein d'une à plusieurs unités de milieu, des flux d'objets entrants/sortants des unités biophysiques et échangés au sein de l'entreprise et avec son environnement.
- **Calendrier des unités biophysiques :** Positionnement des différentes unités biophysiques sur un calendrier temporel pour préciser les saisons pendant lesquelles ces unités biophysiques ont une existence.
- **Diagramme de pilotage d'une unité biophysique :** Description des éléments de pilotage d'une unité biophysique.

Pour la vue Organisation spatiale :

- **Organigramme général des lieux :** Identification des principaux lieux qui ont du sens pour l'entreprise.
- **Organigramme général des unités de milieu :** Identification des principales unités de milieu gérées au sein de l'entreprise étudiée.
- **Organigramme détaillé des lieux :** Description de la hiérarchisation des lieux qui ont du sens pour l'entreprise étudiée.
- **Cartographie des lieux :** Positionnement, sur fond cartographique, des lieux qui ont du sens pour l'entreprise. Hiérarchisation et décomposition éventuelle des différents lieux.
- **Organigramme détaillé des unités de milieu :** Description de la décomposition des différentes unités de milieu au sein de l'entreprise étudiée.
- **Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu :** Représentation schématique de l'emprise et de l'organisation spatiale des différentes unités de milieu gérée au sein de l'entreprise. Hiérarchisation et décomposition éventuelle des différentes unités de milieu.
- **Diagramme de pilotage d'une unité de milieu :** Description des éléments de pilotage d'une unité de milieu.

Le Tableau II-3 récapitule l'ensemble des modèles établis pour le cadre méthodologique CEMAgriM par vues de modélisation et par niveaux de description. Les Figures II-4 à II-6 présentent, d'une manière illustrée, les différents modèles proposés par niveaux de description (générale, opérative, pilotage).

<p style="text-align: center;">Vue de modélisation</p> <p style="text-align: center;">Niveaux de description</p>	Ressource	Environnement	Processus	Physique	Biophysique	Organisation spatiale
Description générale	Inventaire des principaux objets	Vue générale des prestations Vue générale des engagements	Cartographie des processus	Organigramme général des unités de travail	Organigramme général des unités biophysiques Diagramme général de flux entre unités biophysiques	Organigramme général des lieux Organigramme général des unités de milieu
Description opérative	Inventaire détaillé des objets Description des processus biophysiques d'objet Cycle de vie d'objet	Vue générale des prestations Diagramme d'environnement de prestations Vue détaillée des engagements Diagramme d'environnement d'engagements	Description détaillée de processus Tableau de correspondance entre procédures et opérations techniques Logigramme de procédure Diagramme de mise en œuvre de procédure	Organigramme détaillé des unités de travail Organigramme des travaux Description détaillée d'une unité de travail Description détaillée d'un travail Logigramme des tâches d'un travail Tableau de correspondance entre unités de travail et opérations techniques Tableau de correspondance entre travaux et opérations techniques	Organigramme détaillé des unités biophysiques Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques Calendrier des unités biophysiques	Organigramme détaillé des lieux Cartographie des lieux Organigramme détaillé des unités de milieu Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu
Description pilotage	Diagramme de pilotage d'objet	Diagramme de pilotage de prestation Diagramme de pilotage d'engagement	Diagramme de pilotage de processus Diagramme de pilotage de procédure Diagramme de pilotage d'une opération technique Diagramme de pilotage d'une opération	Diagramme de pilotage d'une unité de travail Diagramme de pilotage d'un travail	Diagramme de pilotage d'une unité biophysique	Diagramme de pilotage d'une unité de milieu

Tableau II-3 : Répartition des modèles selon les vues de modélisation et les niveaux de description du cadre de modélisation CEMAgriM

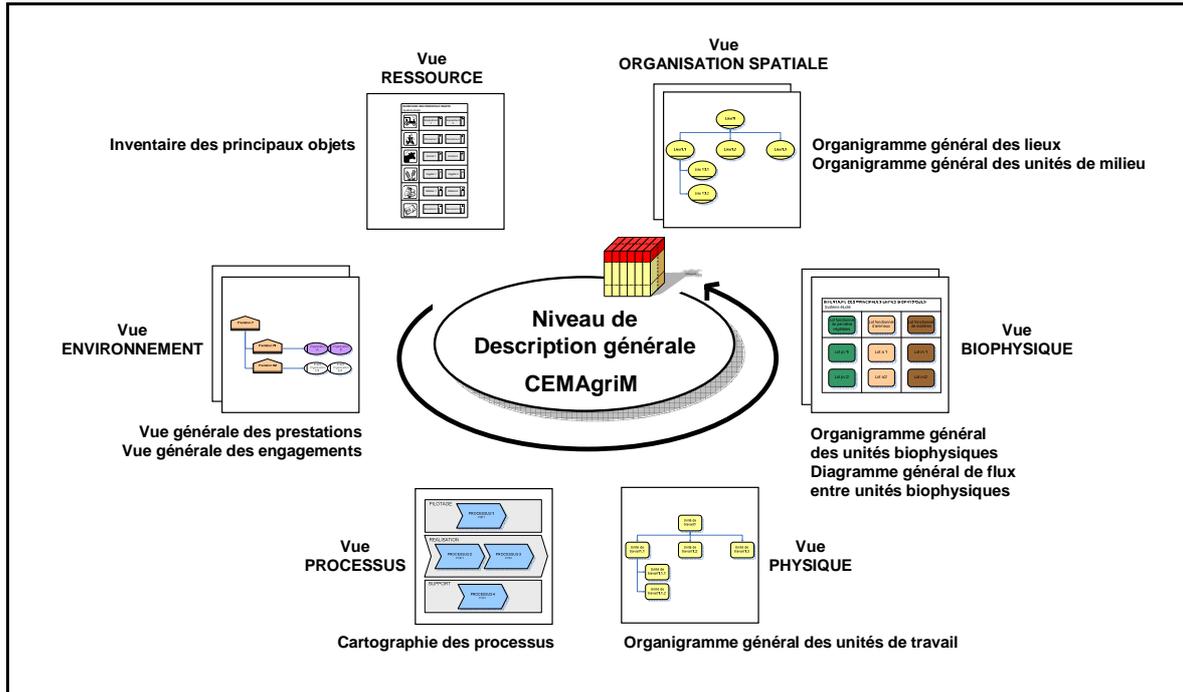


Figure II-4 : Modèles graphiques proposés pour le cadre méthodologique CEMAgriM au niveau de description générale

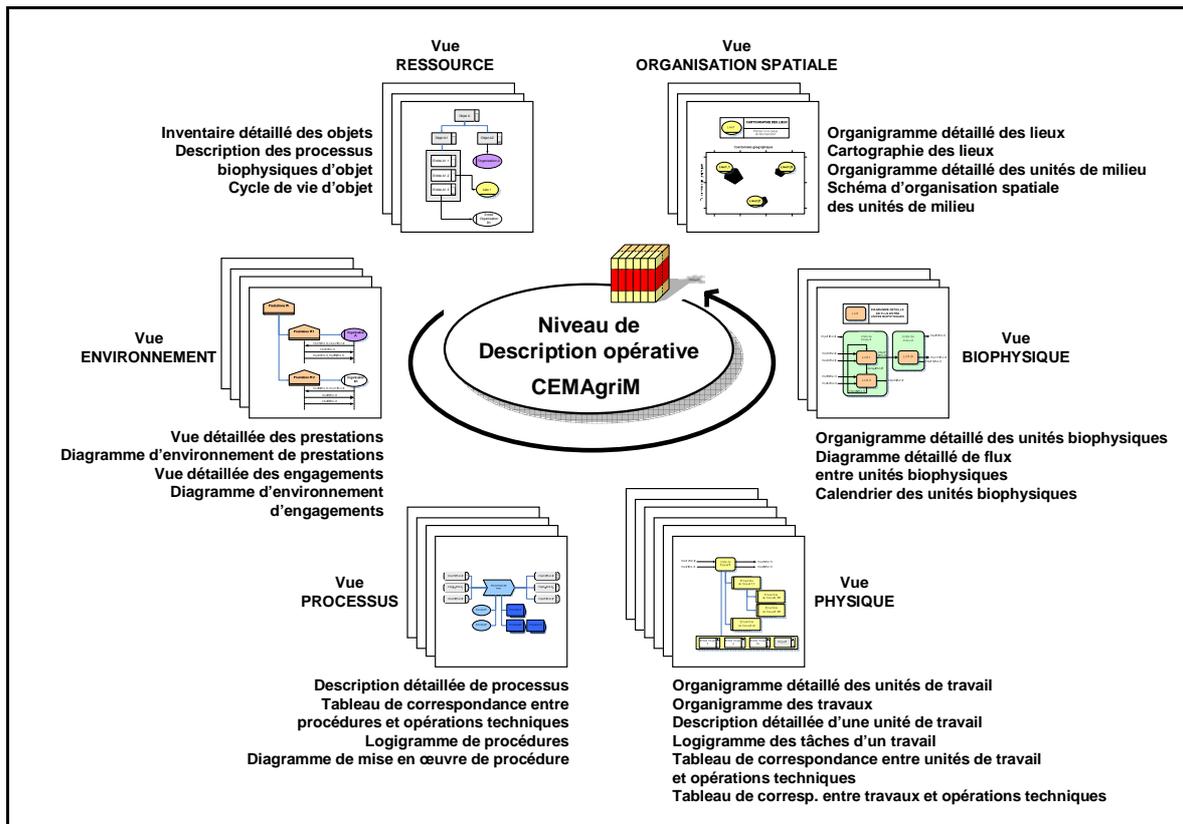


Figure II-5 : Modèles graphiques proposés pour le cadre méthodologique CEMAgriM au niveau de description opérative

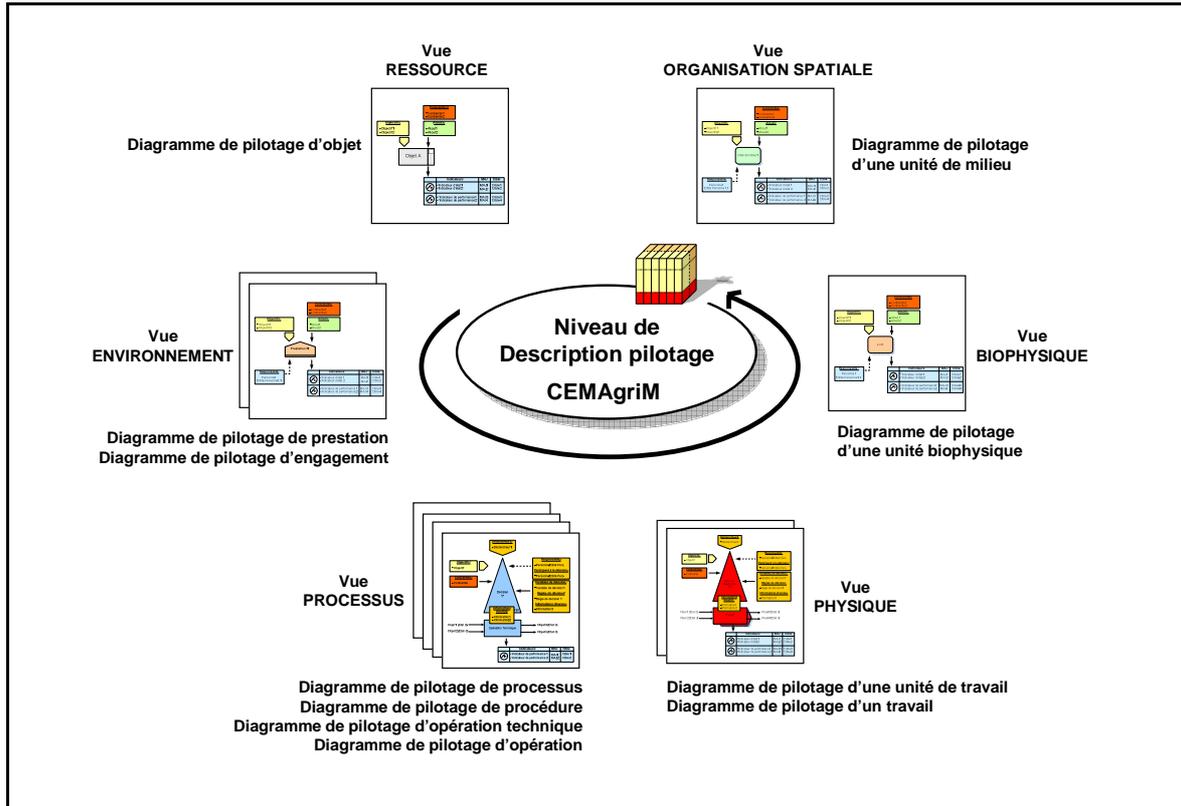


Figure II-6 : Modèles graphiques proposés pour le cadre méthodologique CEMAgriM au niveau de description pilotage

4.2. Langages graphiques

Pour établir les 45 modèles du cadre méthodologique CEMAgriM, le langage graphique du cadre CEMAgriM s'appuie sur 39 formalismes graphiques différents. Ces formalismes ont été élaborés à partir des différents formalismes recensés dans les cadres méthodologiques issus des secteurs industriel et agricole, et notamment à partir de ceux proposés par le cadre méthodologique ARIS. La Figure II-7 présente les principaux symboles retenus pour représenter graphiquement les principaux concepts du cadre CEMAgriM. Les Figures II-8 à II-13 présentent les différents formalismes graphiques proposés pour établir les modèles selon les 6 vues de modélisation du cadre CEMAgriM. En rouge, figurent des annotations utiles à la compréhension et à l'élaboration des modèles.

4.3. Exemples de modèles

Les exemples de modèles sont présentés dans l'Annexe II.2 suivante. Ils ont été réalisés sur un cas d'application, l'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont et concernent les modèles du système cible (phase de modélisation correspondant à la phase de Conception).

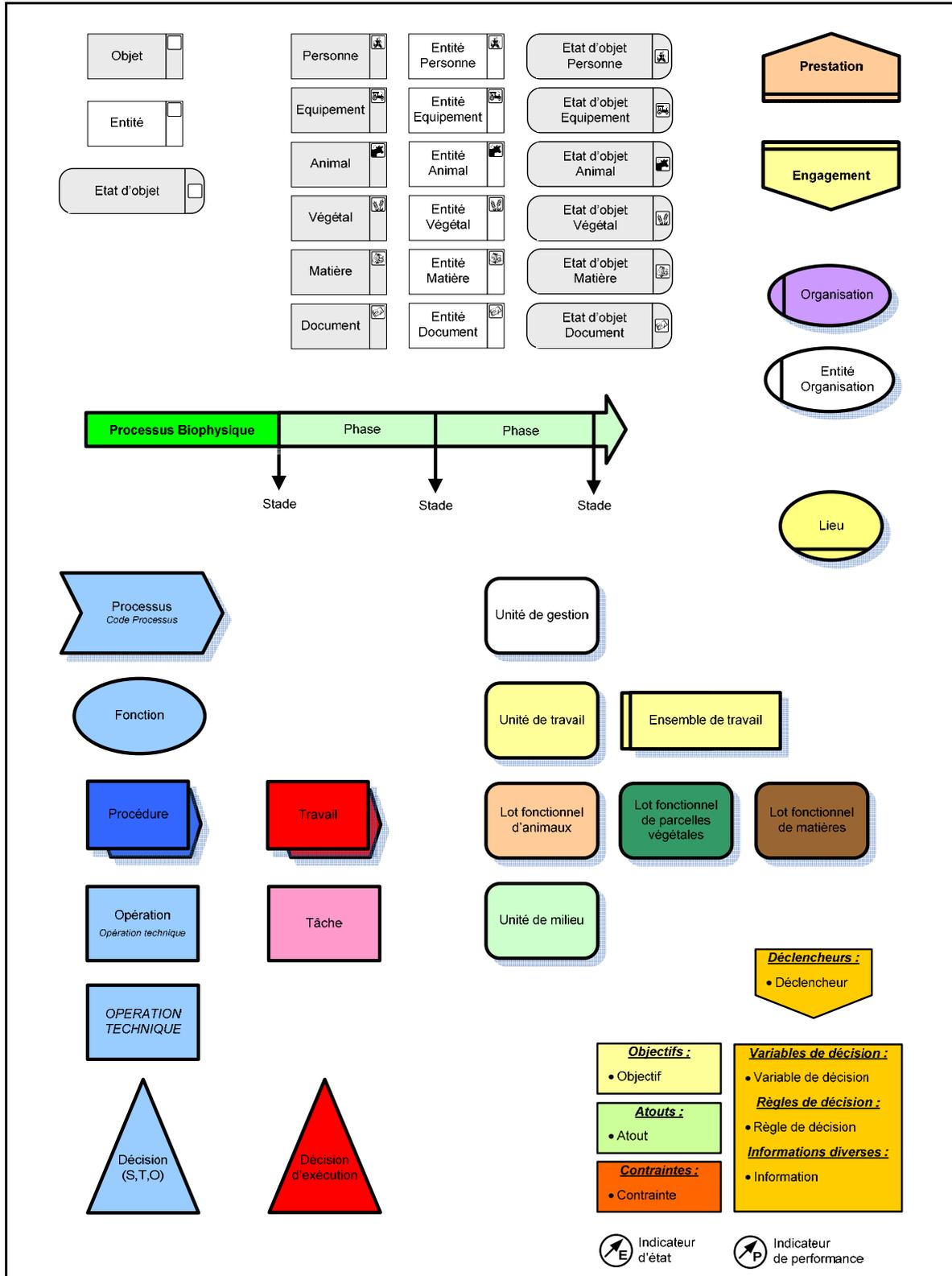


Figure II-7 : Symboles graphiques adoptés pour représenter les principaux concepts du cadre CEMAgriM

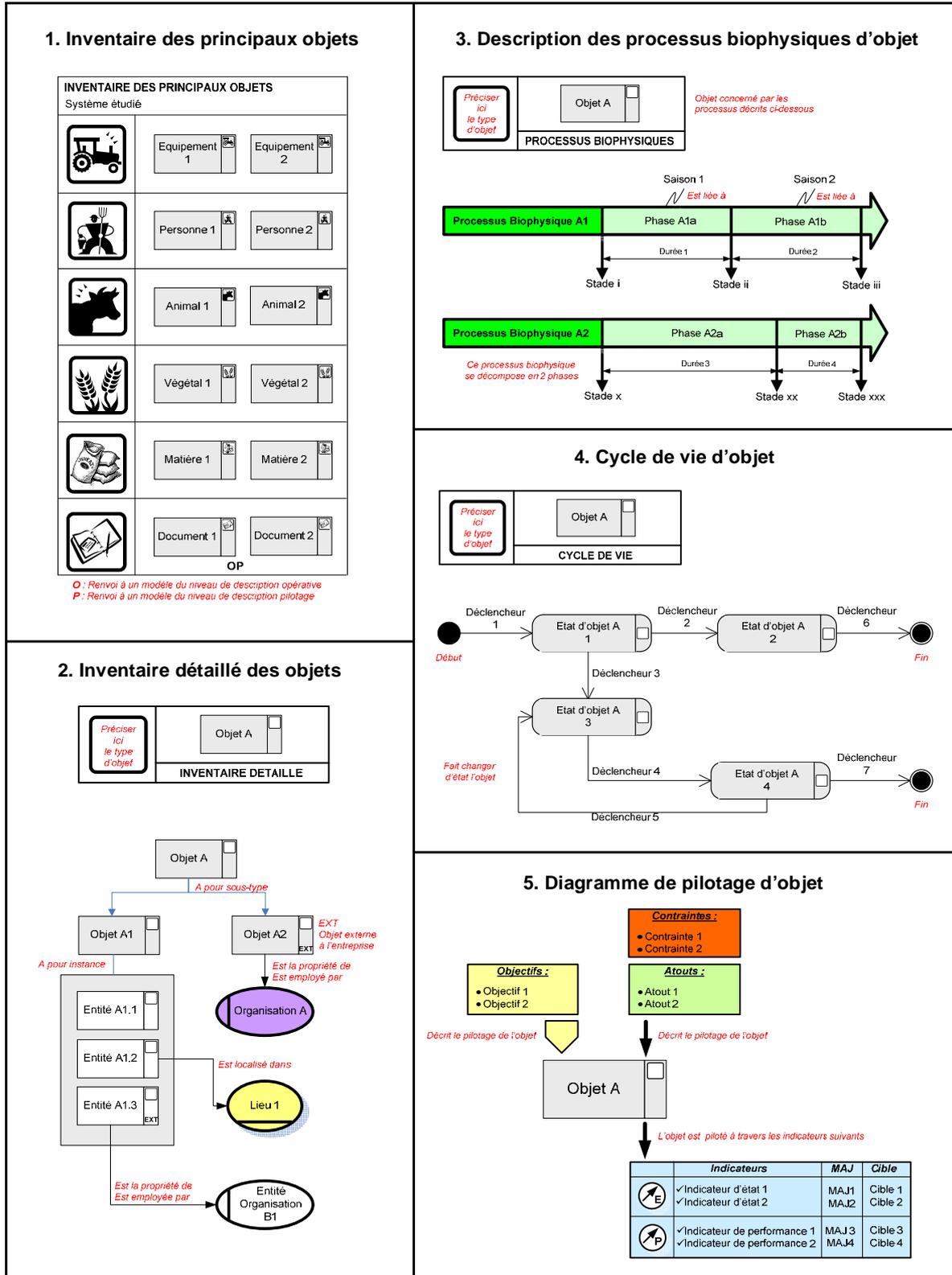


Figure II-8 : Formalismes graphiques proposés pour l'établissement des modèles de la Vue Ressource du cadre méthodologique CEMAgriM

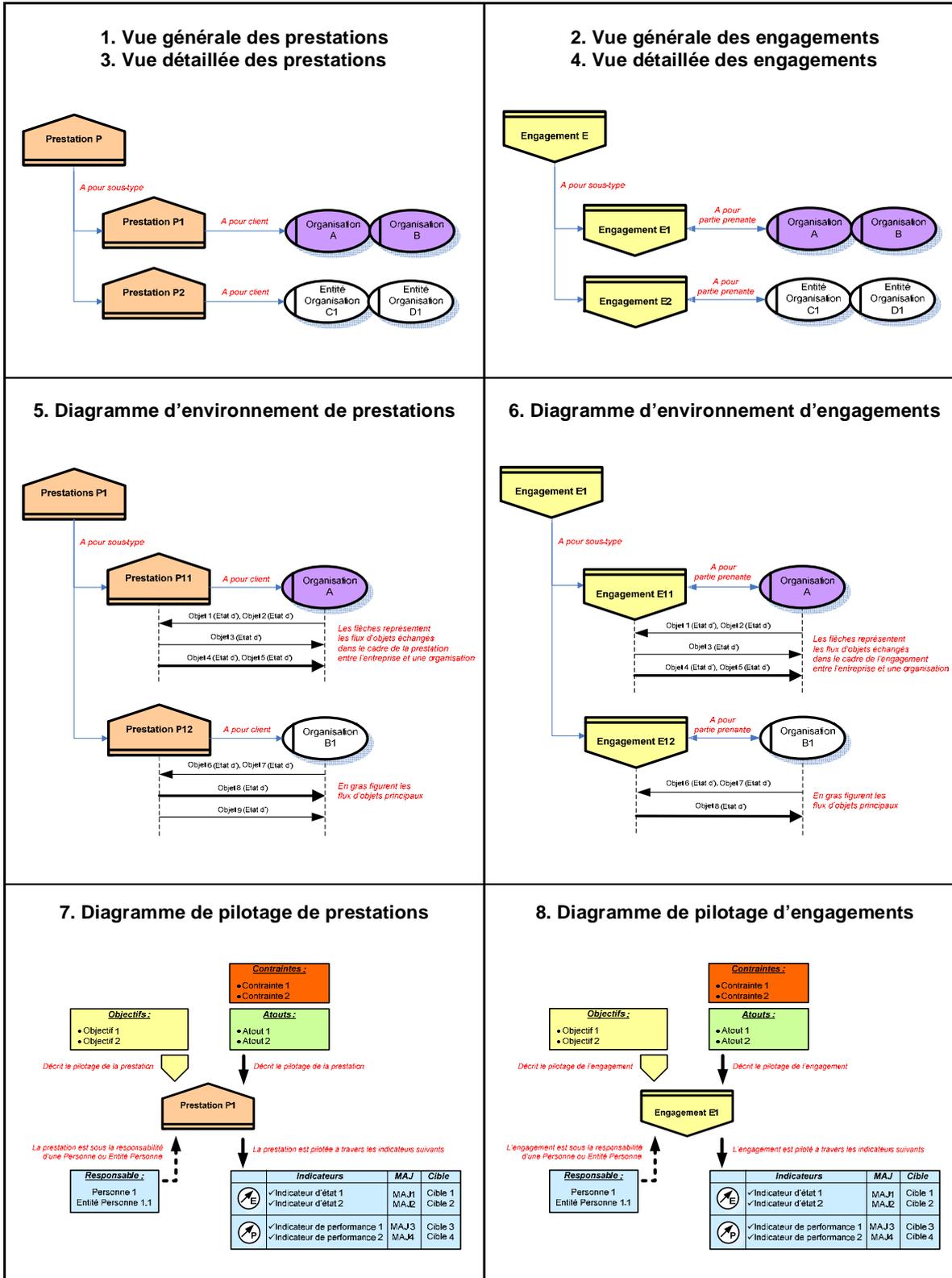
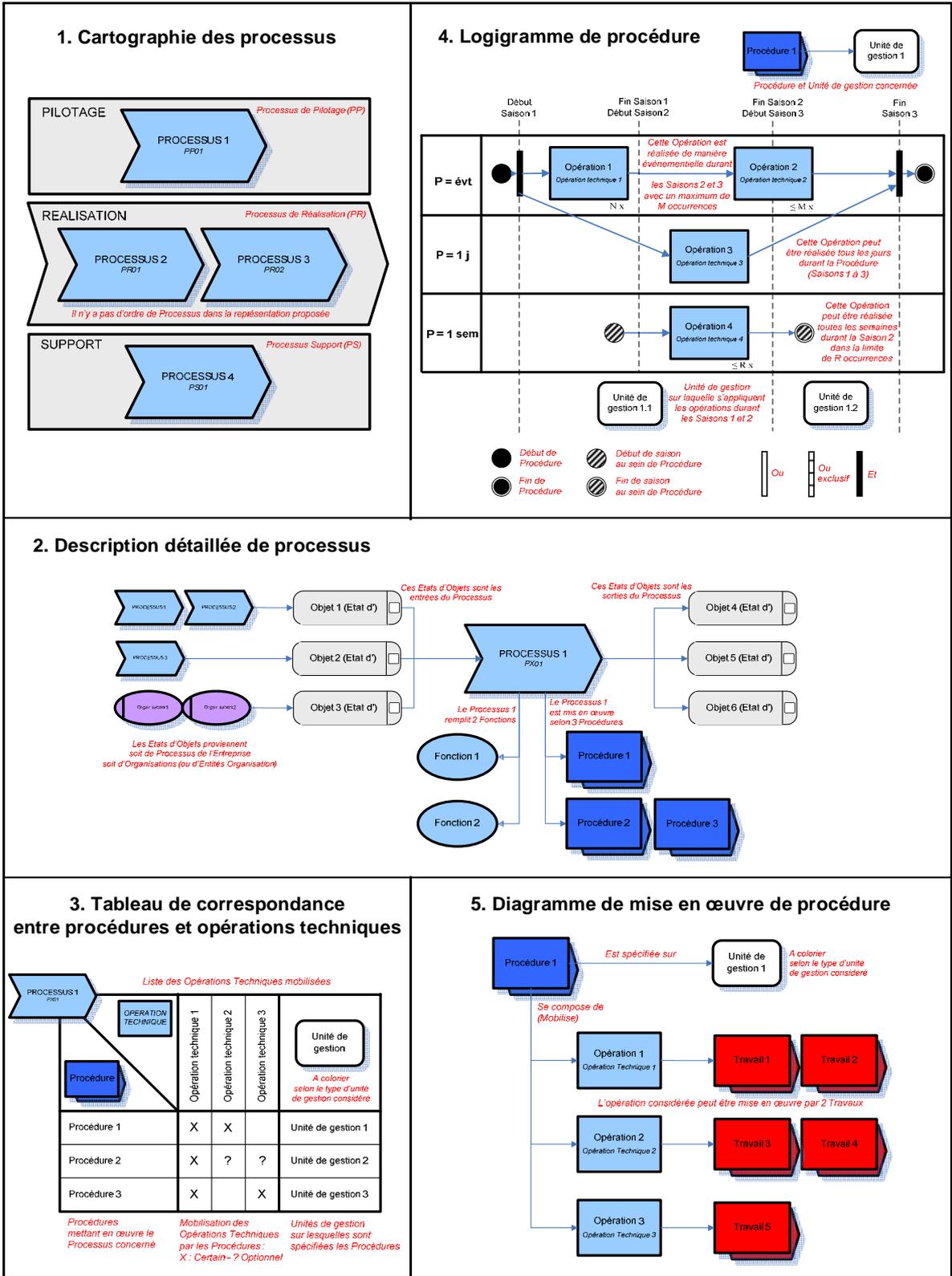


Figure II-9 : Formalismes graphiques proposés pour l'établissement des modèles de la Vue Environnement du cadre méthodologique CEMAgriM



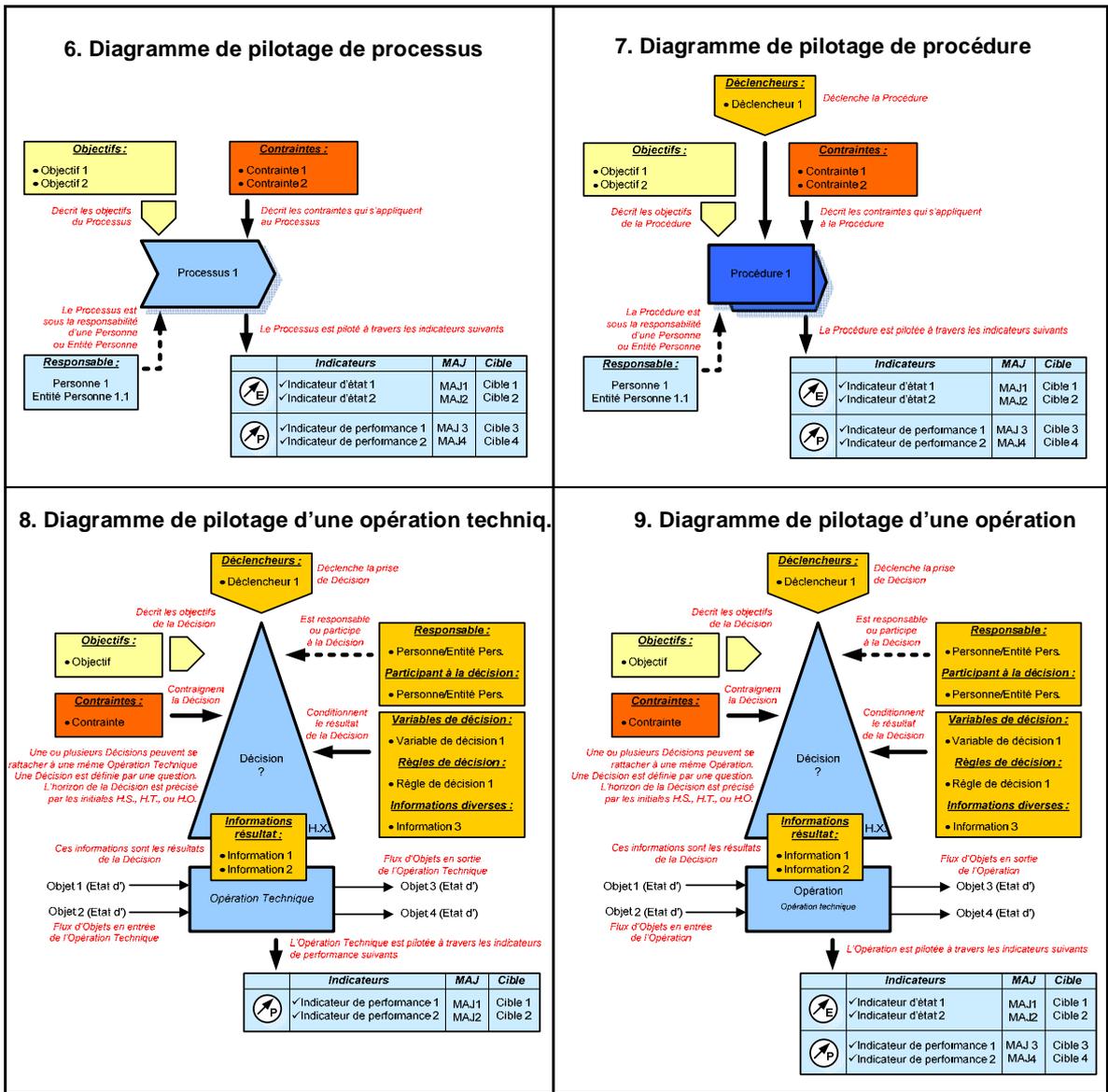
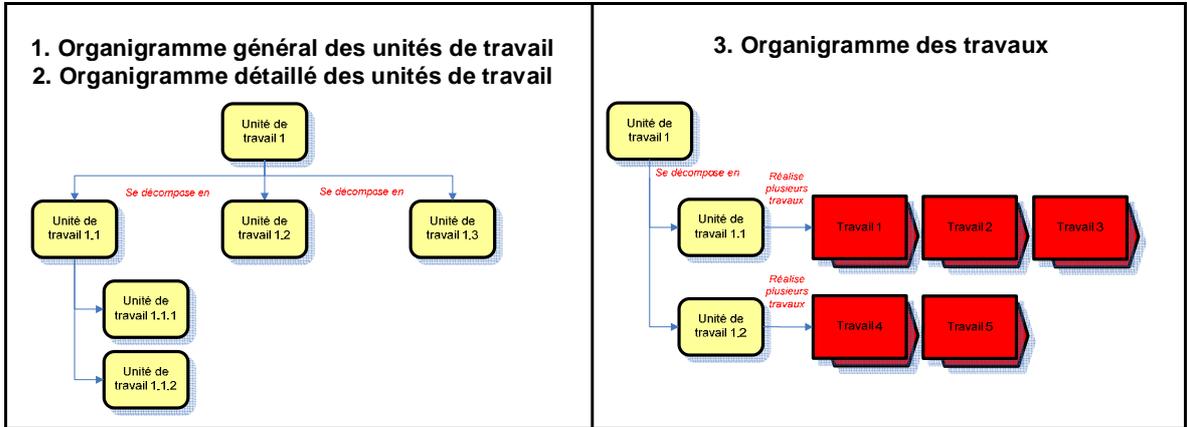


Figure II-10 : Formalismes graphiques proposés pour l'établissement des modèles de la Vue Processus du cadre méthodologique CEMAgriM



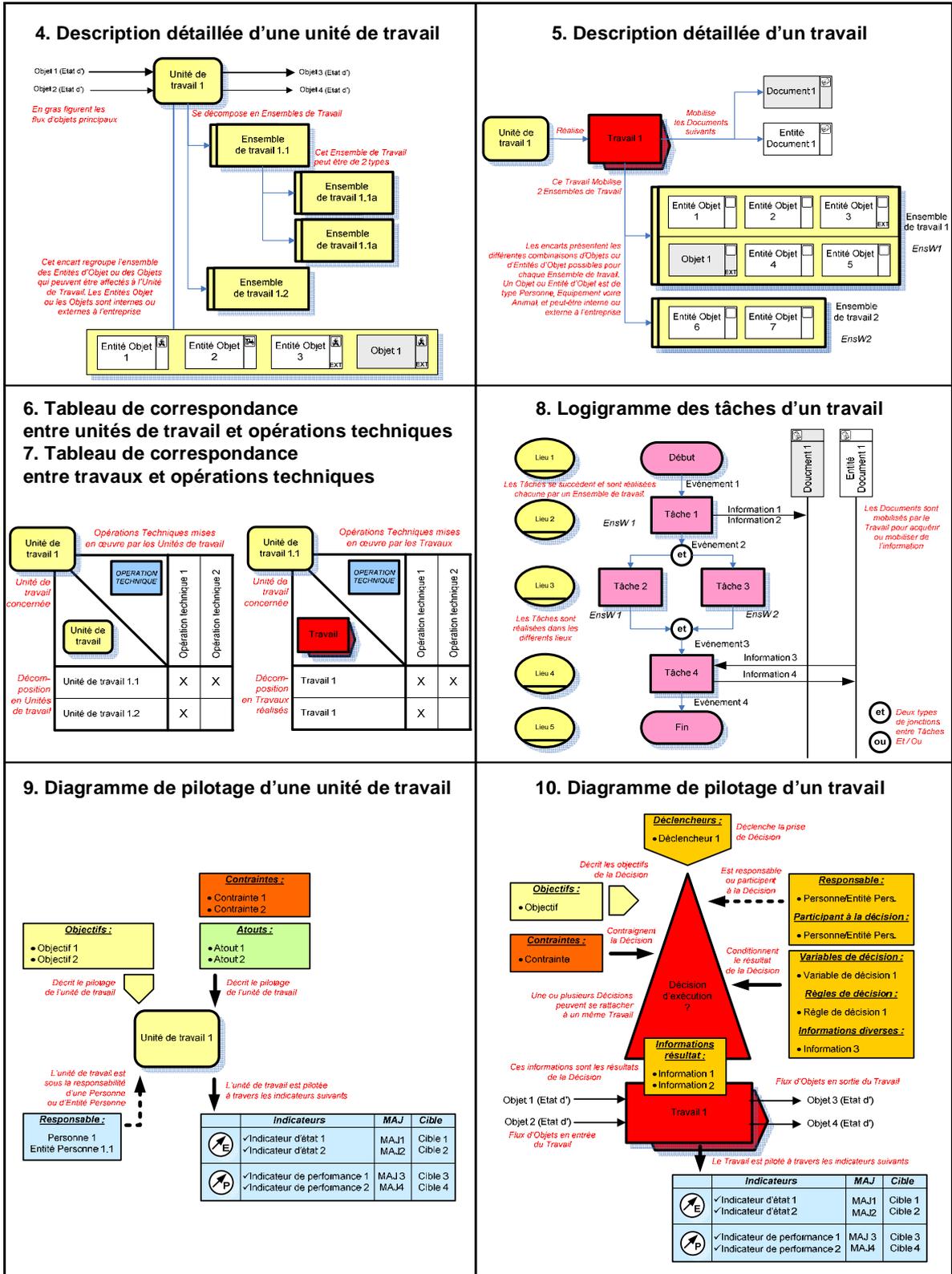


Figure II-11 : Formalismes graphiques proposés pour l'établissement des modèles de la Vue Physique du cadre méthodologique CEMAgriM

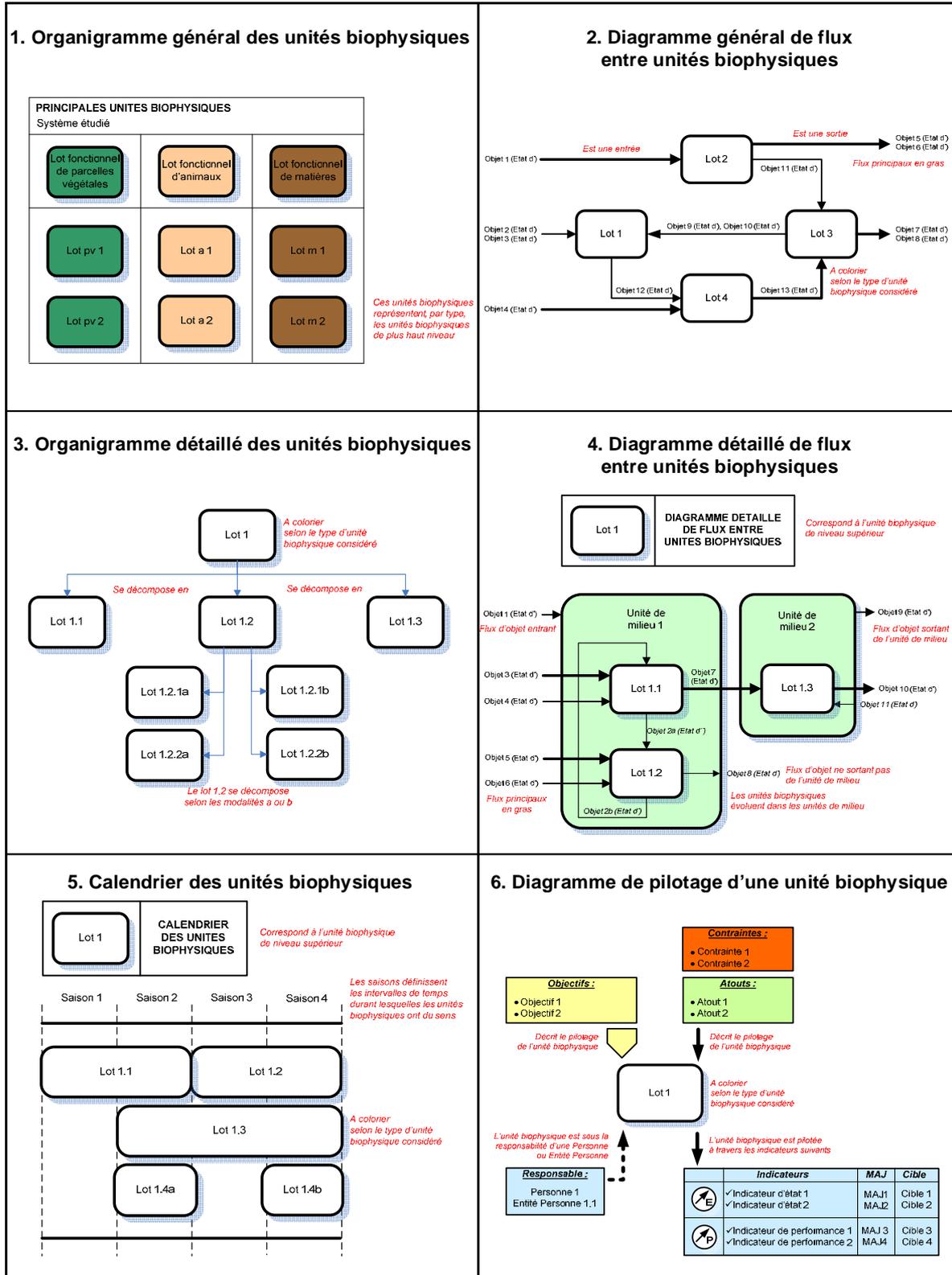


Figure II-12 : Formalismes graphiques proposés pour l'établissement des modèles de la Vue Biophysique du cadre méthodologique CEMAgriM

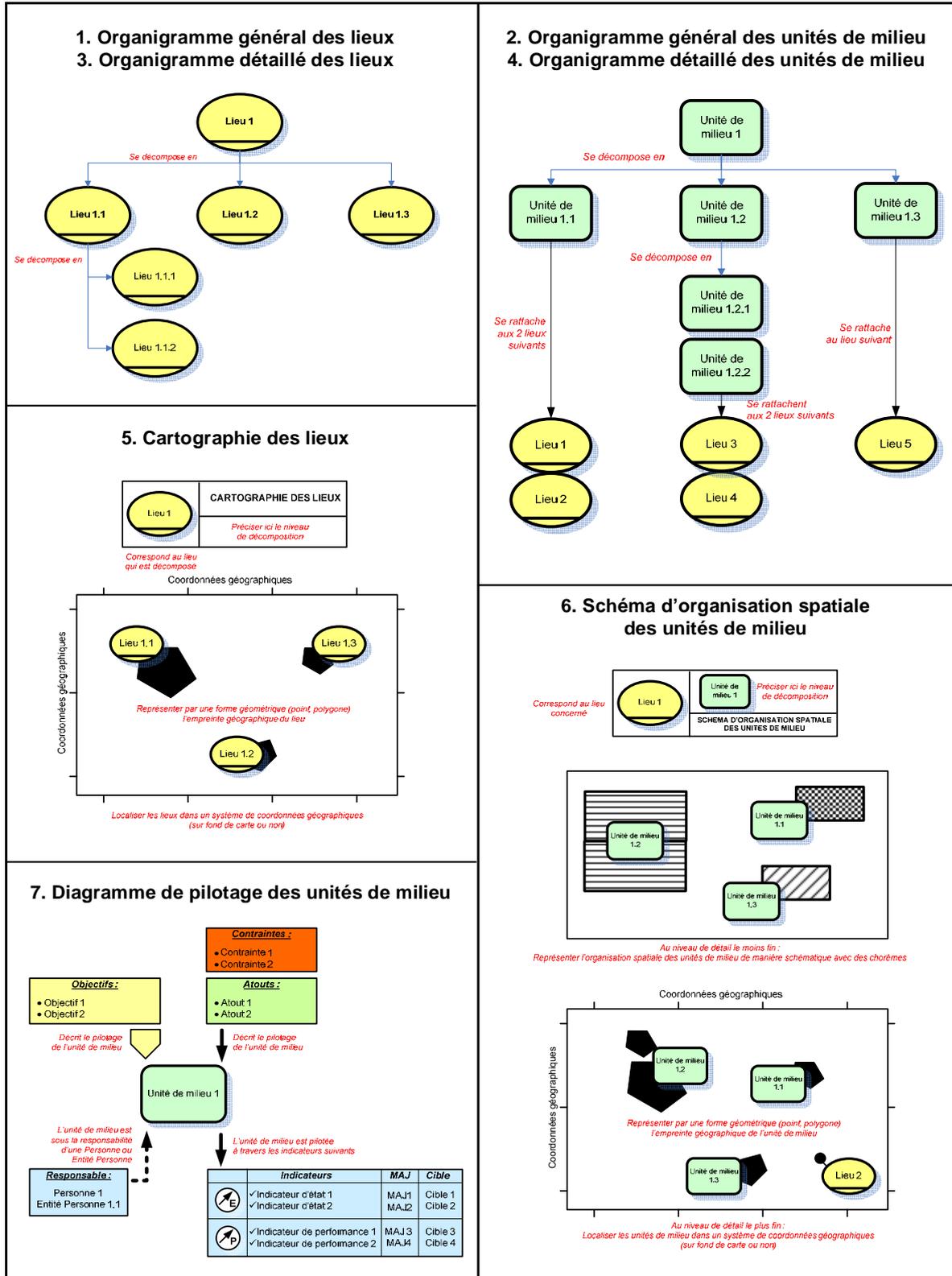


Figure II-13 : Formalismes graphiques proposés pour l'établissement des modèles de la Vue Organisation spatiale du cadre méthodologique CEMAgriM

5. Démarche générique de modélisation

Chaque démarche de modélisation spécifique, en fonction d'un objectif de modélisation précis, l'identification et la succession des modèles à réaliser à partir du cadre de modélisation et des langages établis, les modalités d'élaboration de ces modèles en impliquant les différentes personnes travaillant dans l'entreprise et les différentes parties prenantes, et la gestion du projet d'analyse/conception (principales étapes, principales échéances, moyens à mobiliser).

Une démarche générique de modélisation permet ainsi de fournir un cadre à ces différentes démarches de modélisation en décrivant le cycle de vie générique d'un projet d'analyse/conception mobilisant le cadre CEMAgriM (Figure II-14) et l'ordre générique dans lequel doivent être établis les différents modèles (Figure II-15).

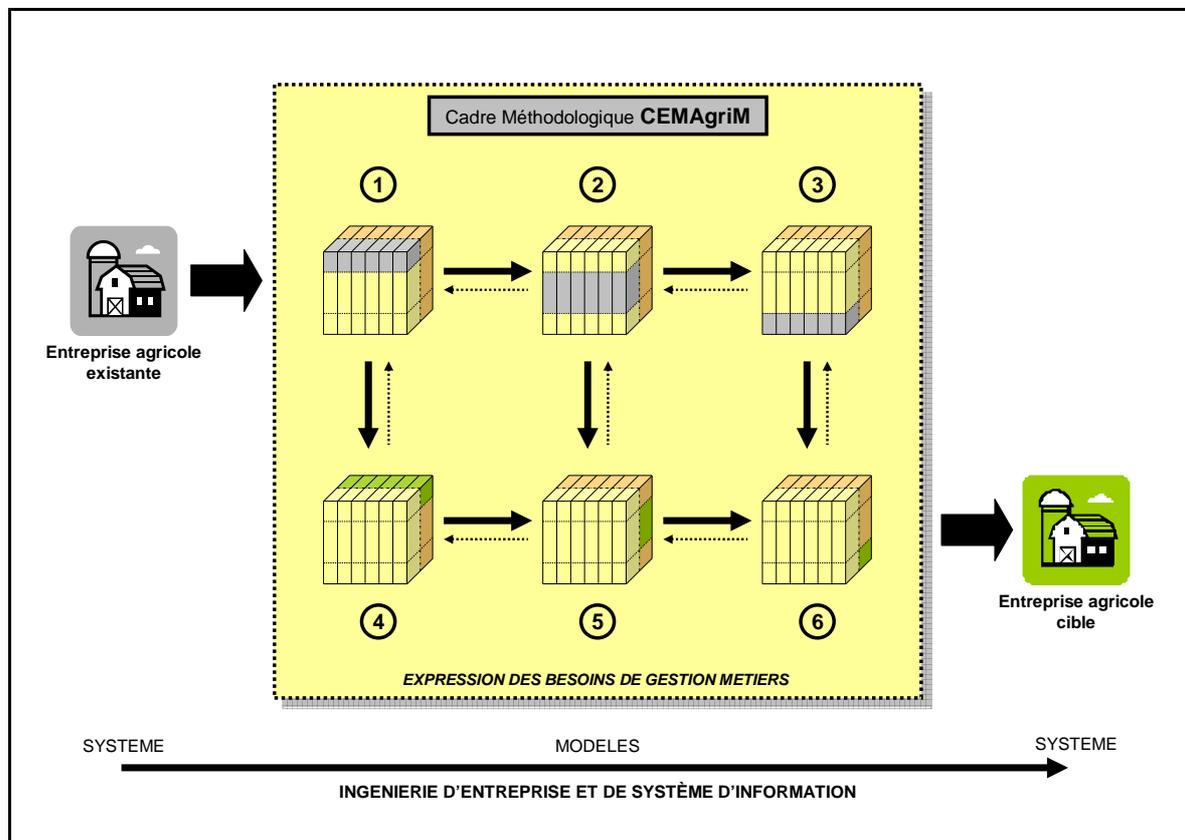


Figure II-14 : Démarche générique de modélisation pour le cadre CEMAgriM : cycle de vie d'un projet d'ingénierie d'entreprise et de système d'information

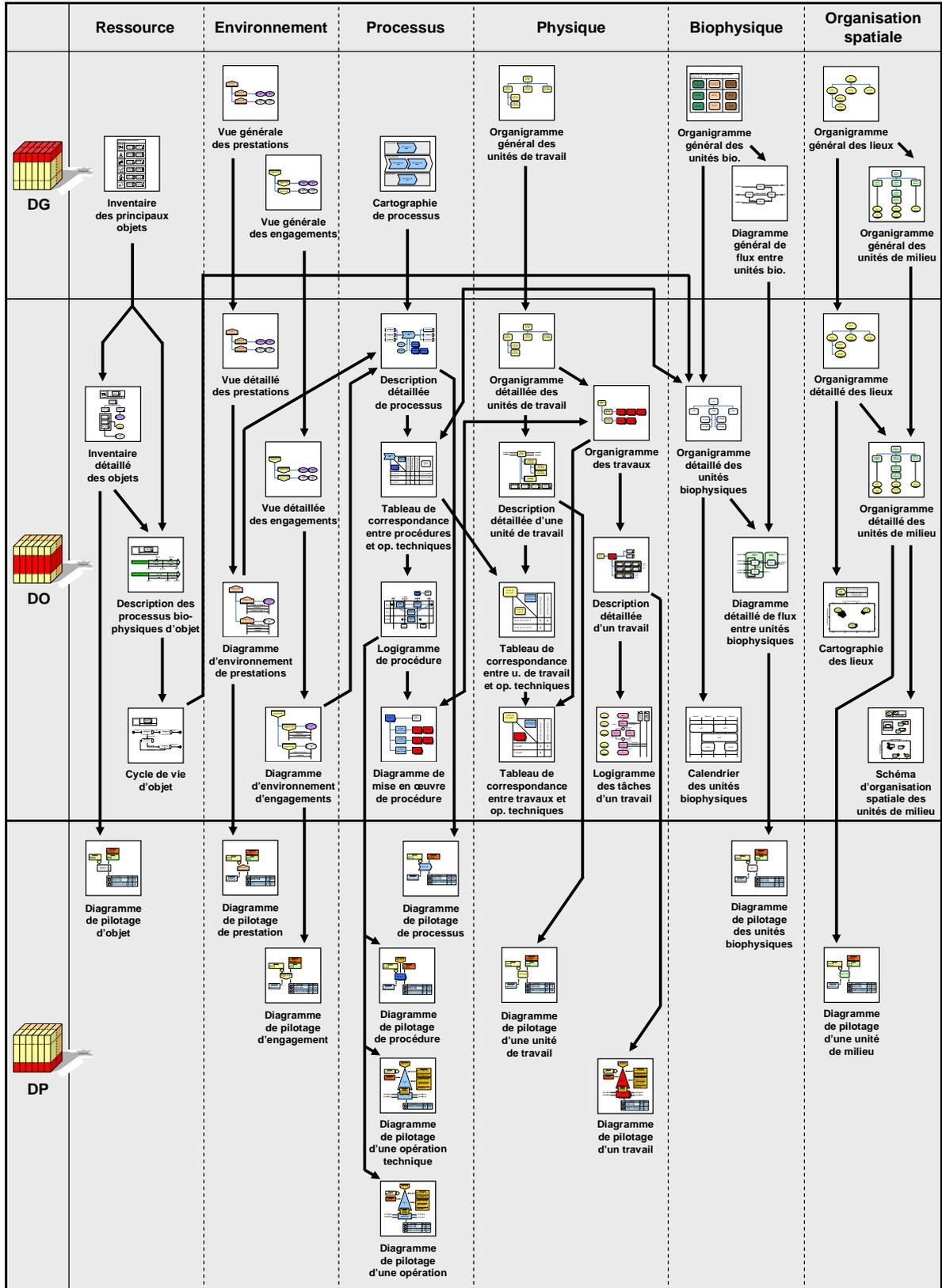


Figure II-15 : Démarche générique de modélisation pour le cadre CEMAgriM : ordre d'élaboration des différents modèles

Annexe II.2

Présentation détaillée de modèles réalisés sur l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

Résumé

Pour illustrer la mise en application du cadre méthodologique CEMAgriM présentée dans le Chapitre 10, nous proposons dans cette annexe de présenter de nombreux exemples de modèles portant sur l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont (Haute-Loire). Les 144 modèles présentés sont des modèles du système-cible (phase de conception) qui présentent quelques adaptations par rapport au système existant (phase d'analyse) notamment pour améliorer la collecte de données et la définition d'indicateurs. Ces modèles ont été élaborés en lien avec le directeur d'exploitation et les salariés à l'occasion de plusieurs entretiens sur site ou téléphoniques. L'objectif de ces modèles n'est pas d'aller jusqu'au bout de la conception d'un nouveau système, mais d'illustrer avant tout la mise en application du cadre méthodologique CEMAgriM.

Nous présentons dans un premier temps quelques éléments de description de l'exploitation agricole de Brioude Bonnefont, puis nous présentons, dans un second temps, différents modèles de l'exploitation selon les vues de modélisation. Pour chaque vue de modélisation, un schéma récapitulatif présente l'articulation entre les différents modèles présentés pour faciliter la navigation entre les modèles.

Sommaire

- 1 Présentation de l'exploitation de Brioude-Bonnefont**
- 2 Modèles de la vue Ressource**
- 3 Modèles de la vue Environnement**
- 4 Modèles de la vue Processus**
- 5 Modèles de la vue Physique**
- 6 Modèles de la vue Biophysique**
- 7 Modèles de la vue Organisation spatiale**

1. Présentation de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

L'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont est une exploitation agricole de polyculture-élevage située en Haute-Loire et rattachée à l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont (Figure II-16). Elle se compose de 3 sites de production :

- **le site de Bonnefont** regroupe 70 ha (dont 30 ha irrigables) de cultures (maïs, blé) et de prairies (temporaires et permanentes). Un troupeau laitier Prim'Holstein de 45 vaches laitières dispose de 320 000 L de quotas laiterie.
- **le site du Chariol** regroupe 55 ha de cultures (triticale, triticale-pois) et de prairies (temporaires et permanentes) conduites en Agriculture Biologique comme le troupeau de 420 brebis allaitantes
- **le site de Champagnac** regroupe 10 ha d'estives destinées aux génisses laitières

Trois salariés font fonctionner l'exploitation agricole, chacun dans sa spécialisation : bovins, cultures, ovins. Ils sont placés sous la responsabilité d'un directeur d'exploitation. L'exploitation agricole étant une unité de production à vocation pédagogique et commerciale, elle est le lieu de nombreuses productions agricoles (lait, bovins, ovins, végétaux) mais aussi de nombreuses prestations (expérimentations, formations). La Figure II-17 fournit quelques images de cette exploitation agricole.



**Exploitation Agricole
de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont**

Haute-Loire (43)

Dominante « Polyculture-Elevage »

Production Conventiennelle et Biologique
Contrats avec Coopératives
Prestations de service (expérimentations, pédagogie)

135 ha de SAU dont 50% en Prairies Permanentes
Cultures : Maïs, Blé, Triticale, Pois, Ray gras, ...

45 Vaches Laitières - Quotas laiterie 320 000 L
420 brebis allaitantes

4 employés

Figure II-16 : L'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont

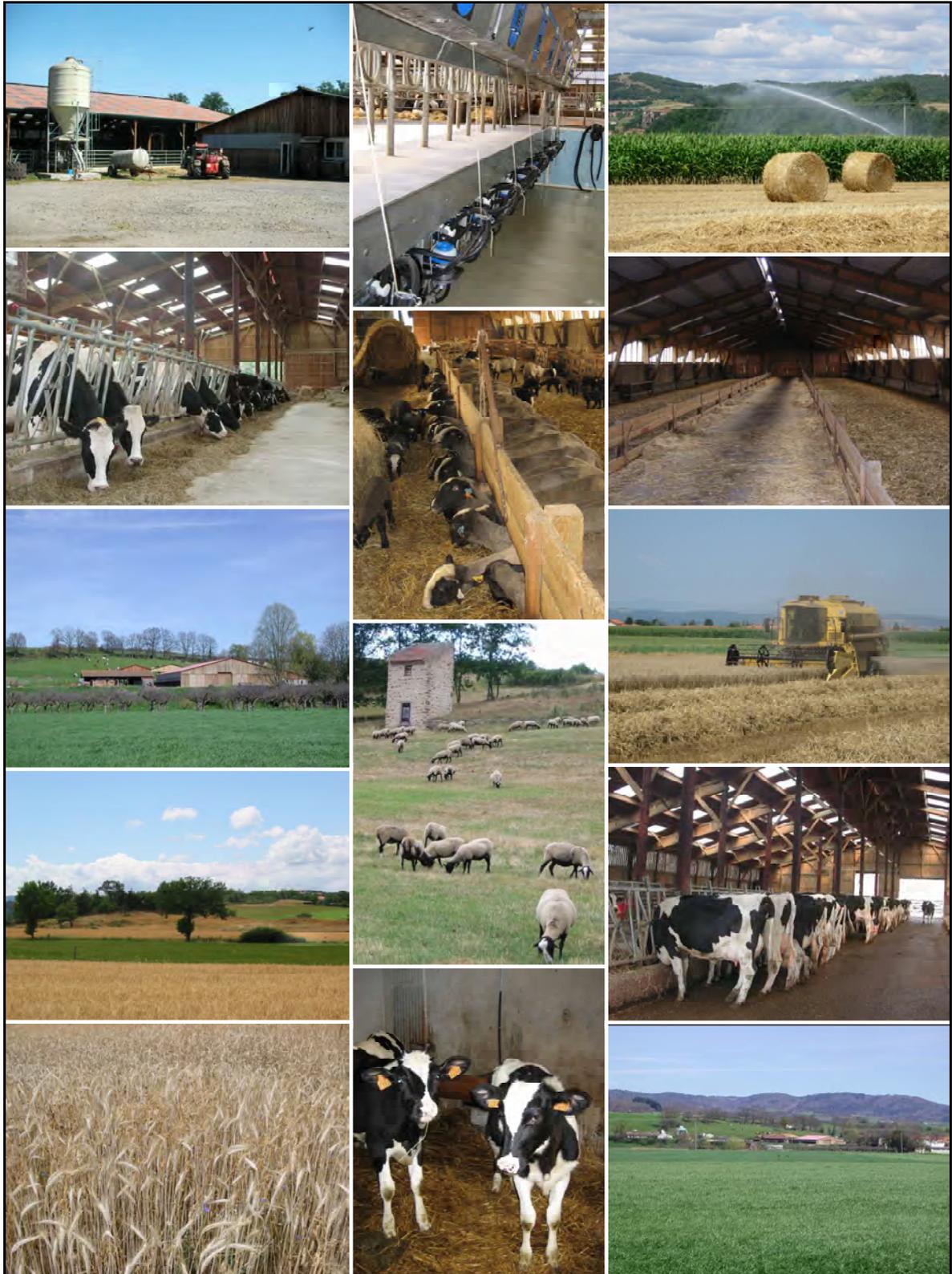


Figure II-17 : Quelques images de l'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont (Sources : Vincent Abt et EPLFPA Brioude-Bonnefont)

2. Modèles de la vue Ressource

Pour la vue Ressource, nous présentons 18 modèles établis pour l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. La Figure II-18 présente l'articulation entre ces différents modèles. Les principaux objets manipulés au sein de l'exploitation sont présentés dans la Figure II-19. Un inventaire détaillé pour les objets "matériel mobile", "Outil informatique", "Salarié", "Personnel externe" et "Document d'acquisition" est présenté dans les Figures II-20 à II-24. Dans cet exemple d'exploitation, les objets doués de processus biophysiques ne font pas l'objet d'un inventaire détaillé mais sont décrits uniquement à travers les processus biophysiques qui les animent (Figures II-25 à II-29) et leur cycle de vie (Figures II-30 à II-34). Les objets "Bovin femelle Prim'Holstein", "Ovin femelle Bizet", "Maïs", "Blé" et "Effluent animal" sont ainsi présentés. Concernant le pilotage, les diagrammes de pilotage sont présentés pour les objets "Tracteur" et "Salarié" (Figures II-35 et II-36)

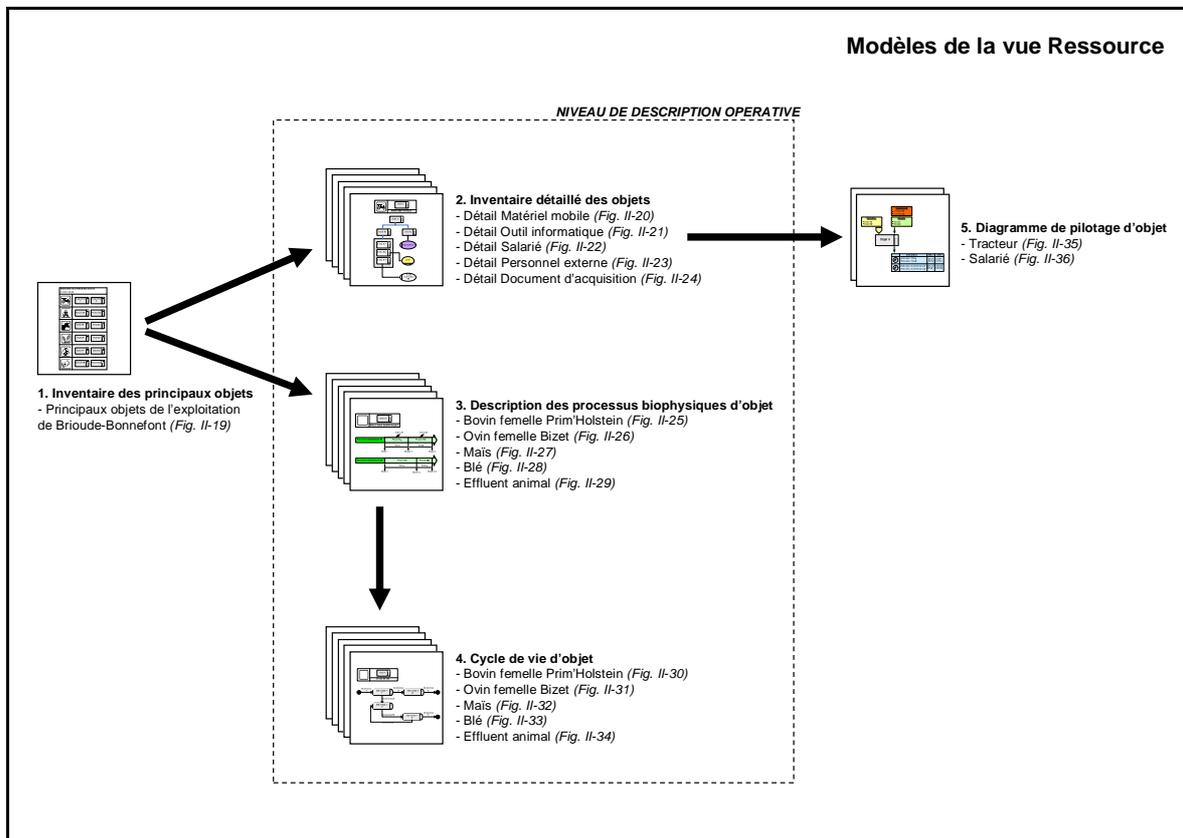


Figure II-18 : Articulation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont présentés pour la vue Ressource

2.1. Inventaire des principaux objets

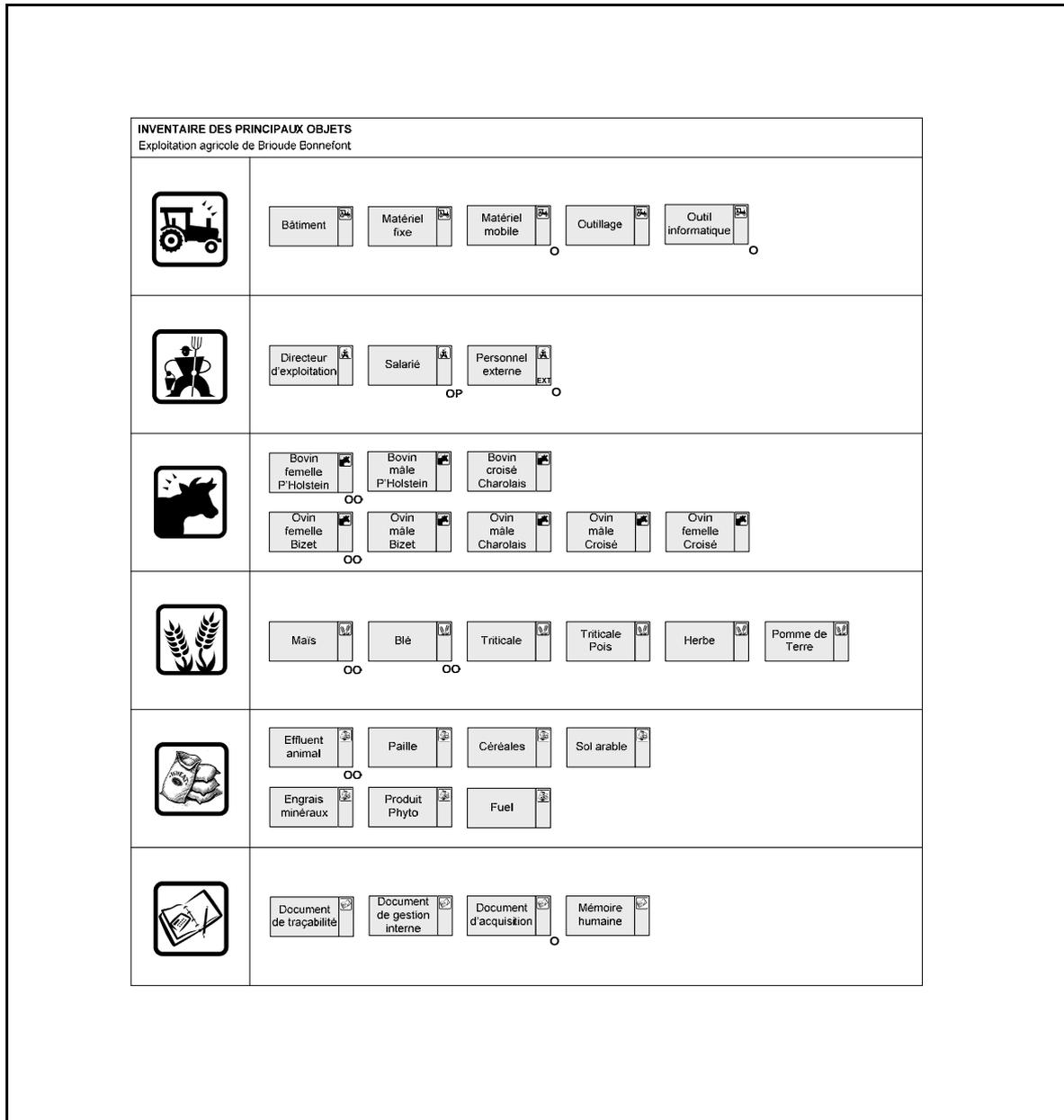


Figure II-19 : Inventaire des principaux objets de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

2.2. Inventaire détaillé des objets

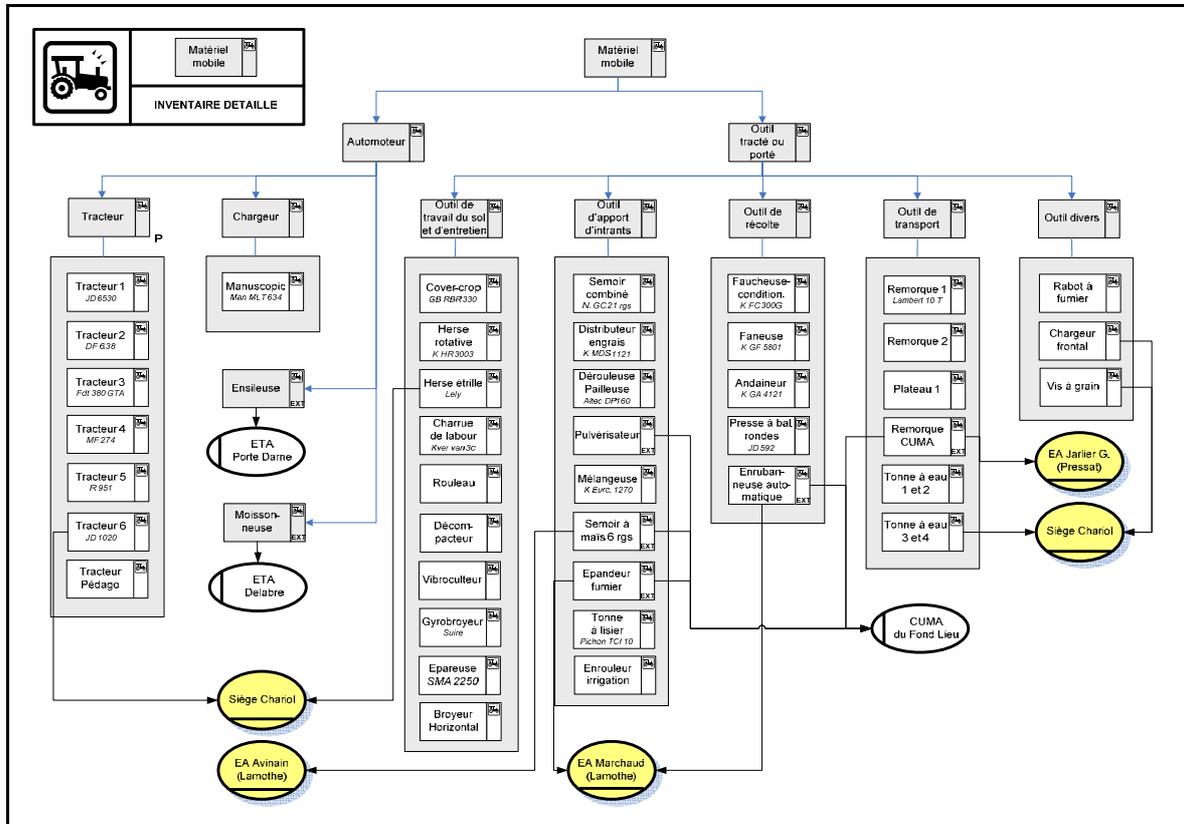


Figure II-20 : Inventaire détaillé des objets "matériel mobile"

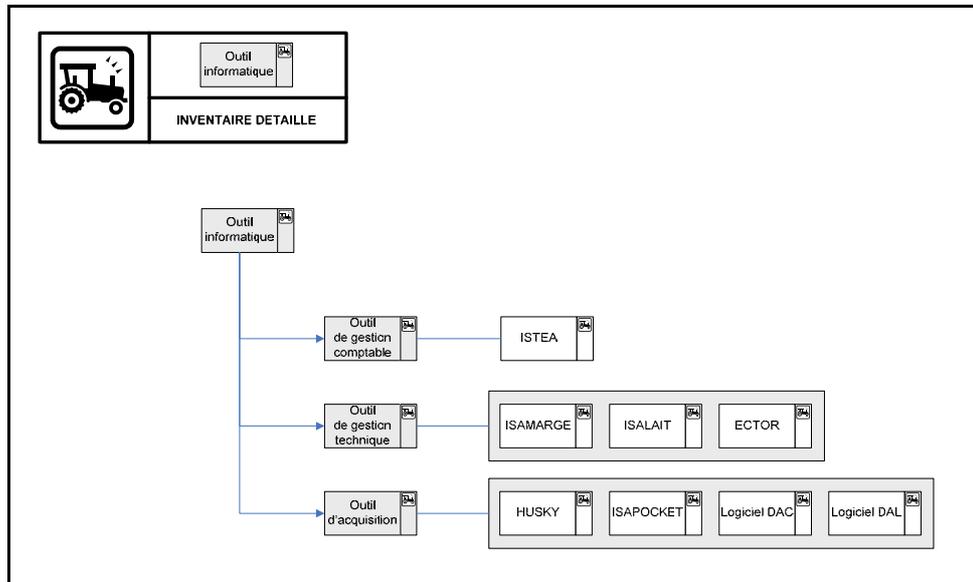


Figure II-21 : Inventaire détaillé des objets "outil informatique"

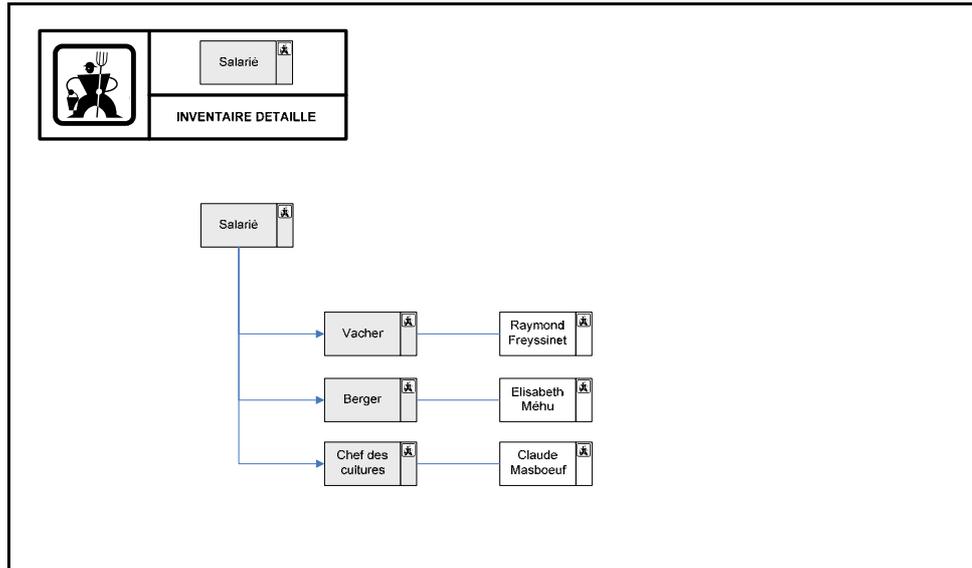


Figure II-22 : Inventaire détaillé des objets "Salarié"

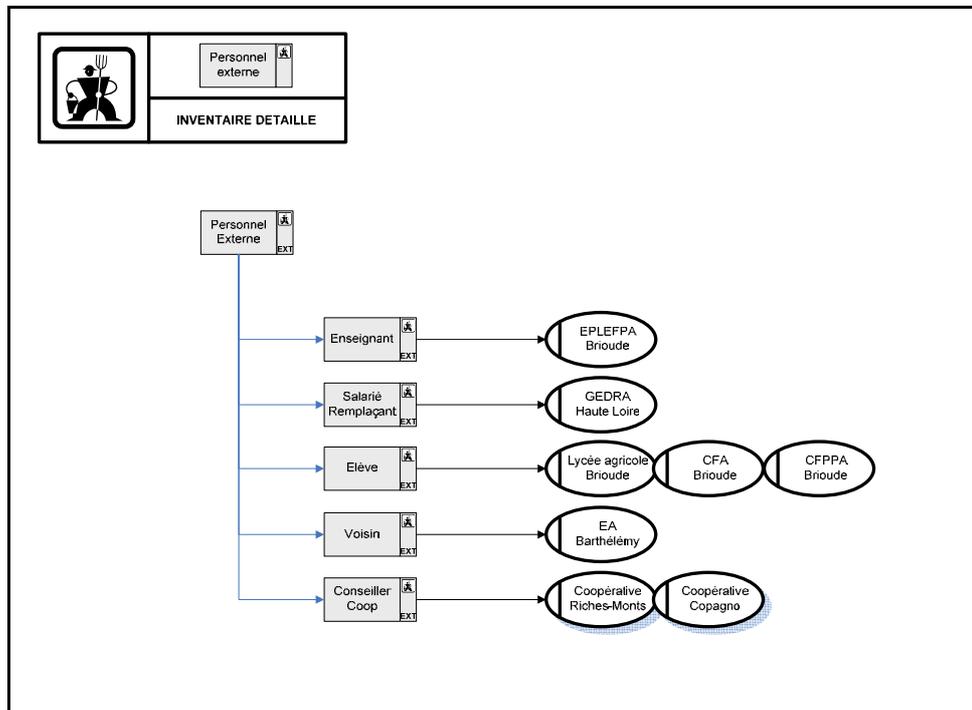


Figure II-23 : Inventaire détaillé des objets "Personnel externe"

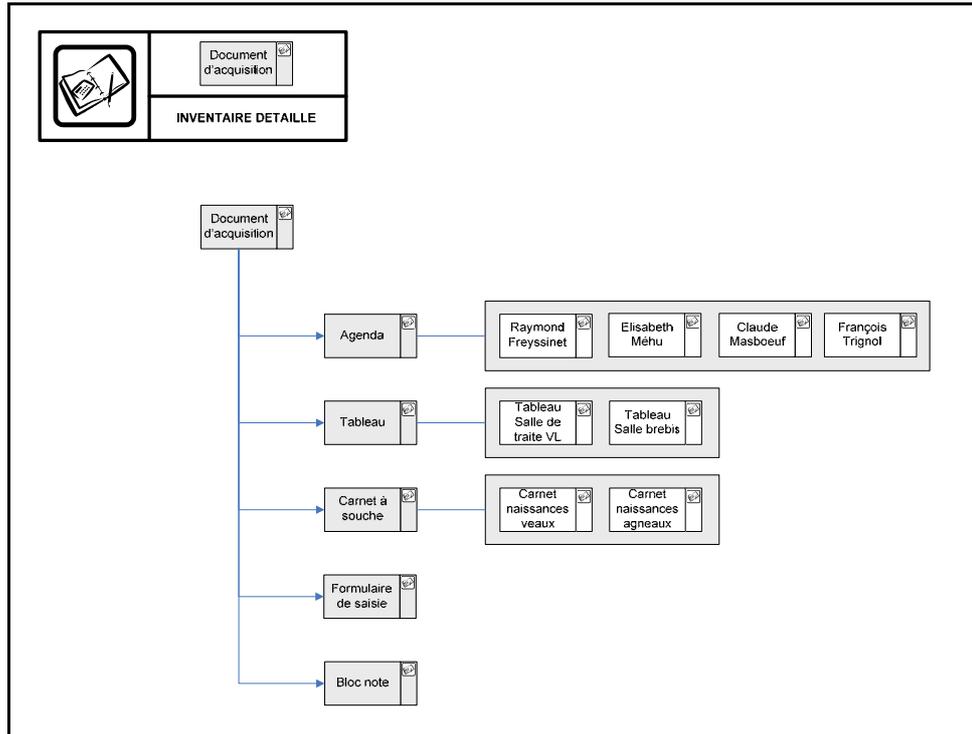


Figure II-24 : Inventaire détaillé des objets "Document d'acquisition"

2.3. Description des processus biophysiques d'objet

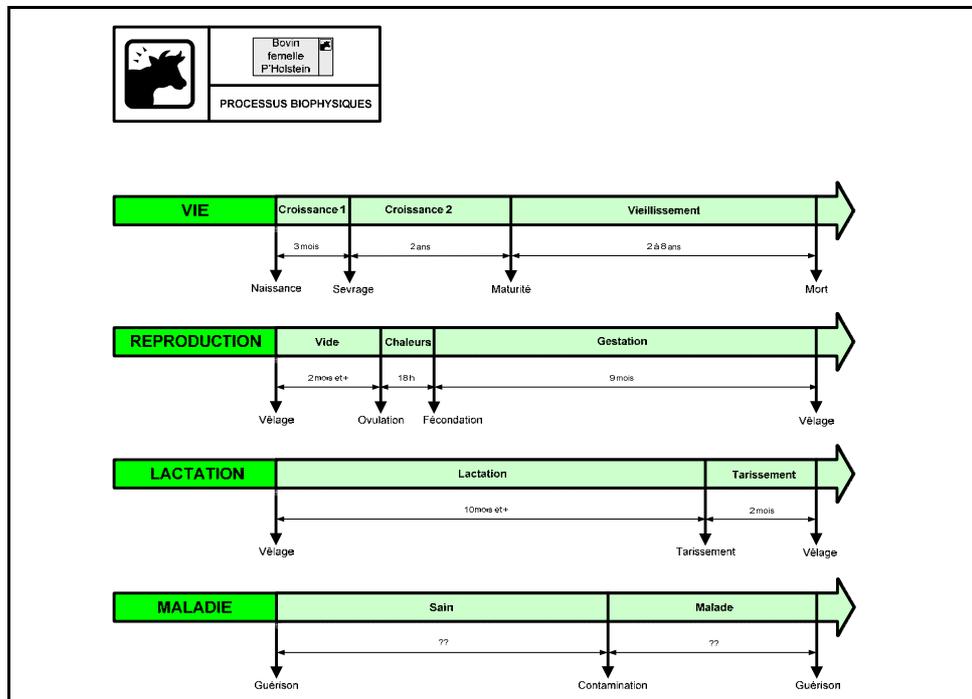


Figure II-25 : Description des processus biophysiques d'objet "Bovin femelle Prim'Holstein"

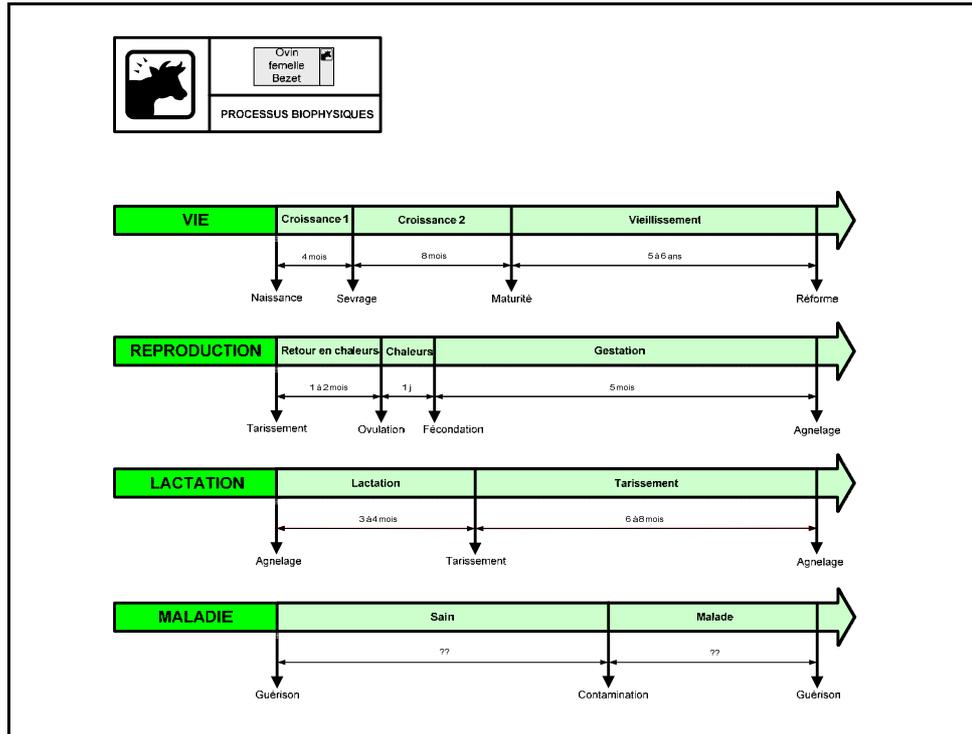


Figure II-26 : Description des processus biophysiques d'objet "Ovin femelle Bizet"

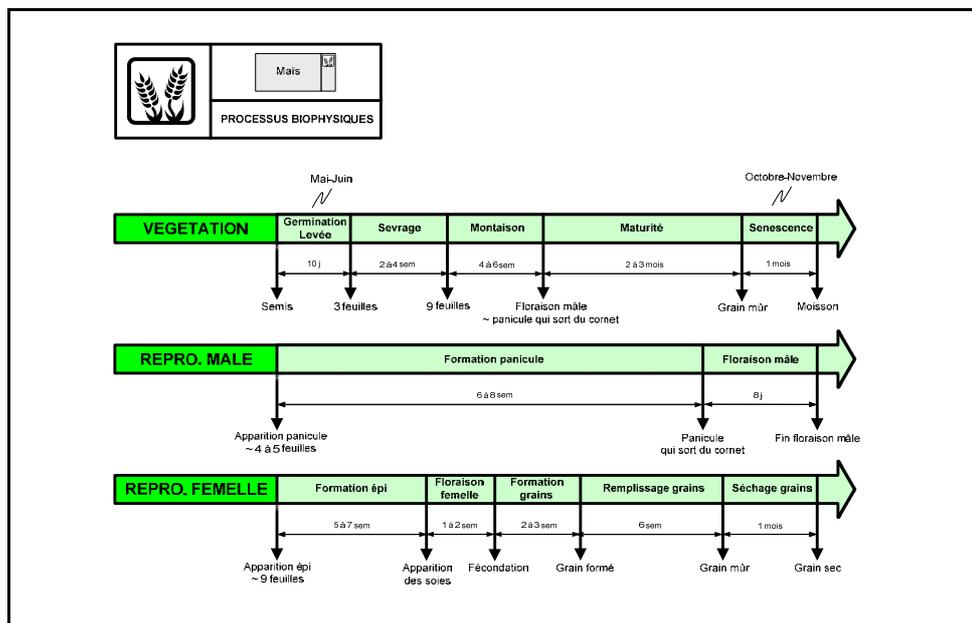


Figure II-27 : Description des processus biophysiques d'objet "Maïs"

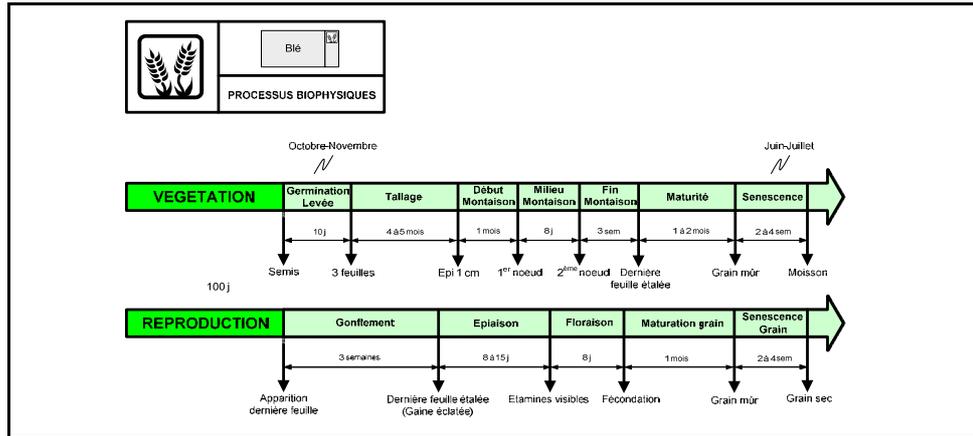


Figure II-28 : Description des processus biophysiques d'objet "Blé"

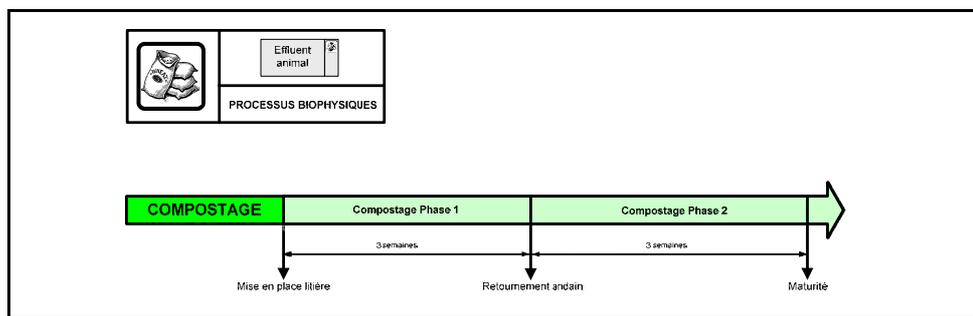


Figure II-29 : Description des processus biophysiques d'objet "Effluent animal"

2.4. Cycle de vie d'objet

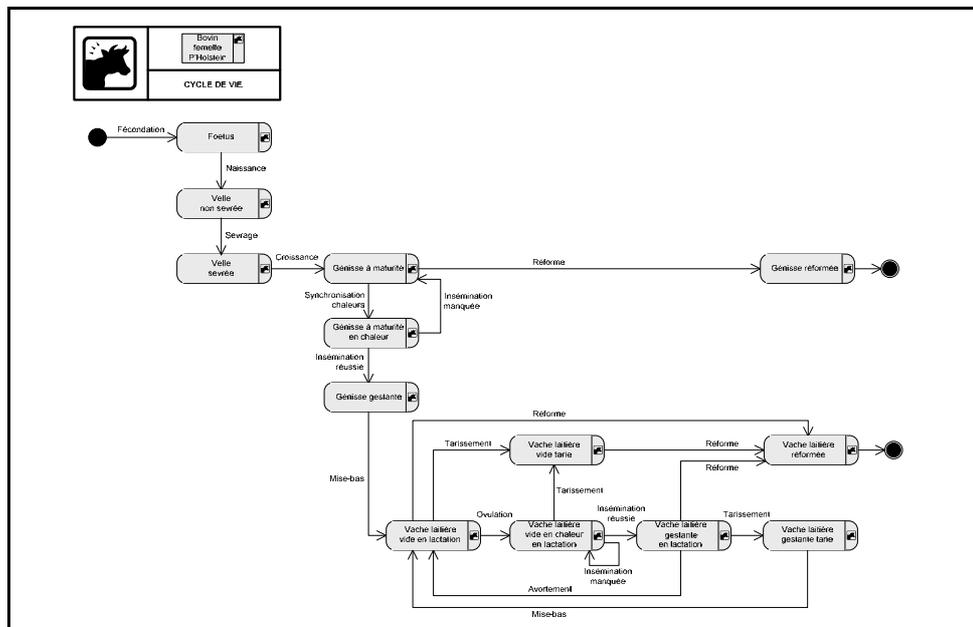


Figure II-30 : Cycle de vie d'objet "Bovin femelle Prim'Holstein"

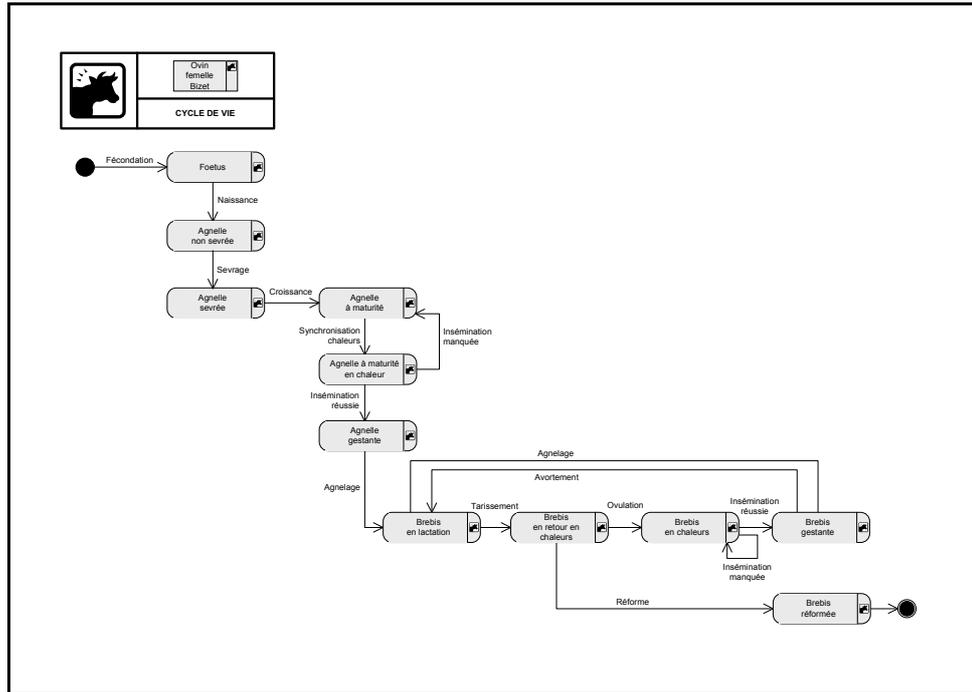


Figure II-31 : Cycle de vie d'objet "Ovin femelle Bizet"

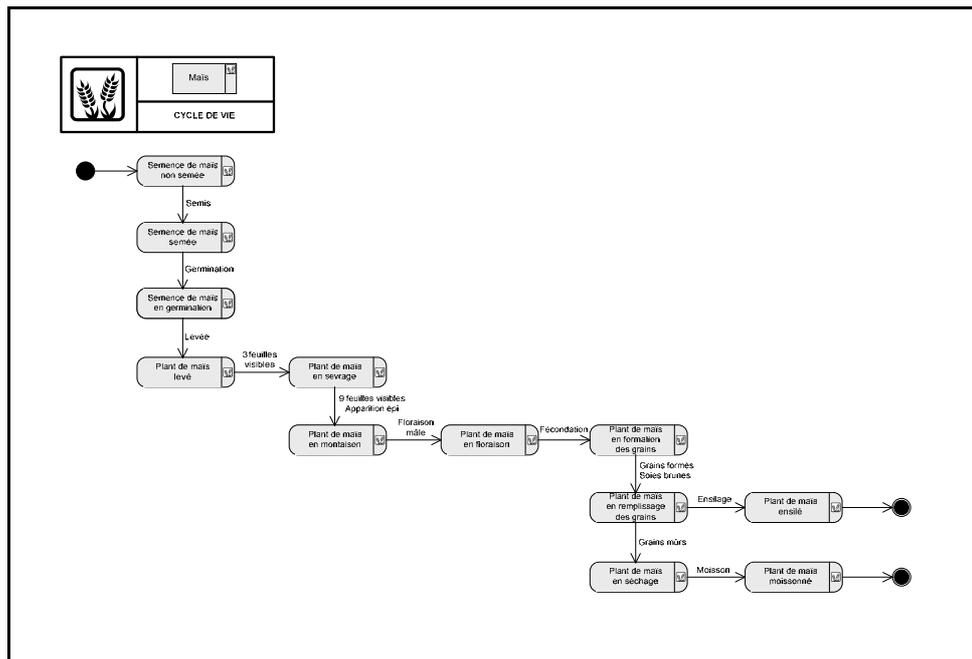


Figure II-32 : Cycle de vie d'objet "Maïs"

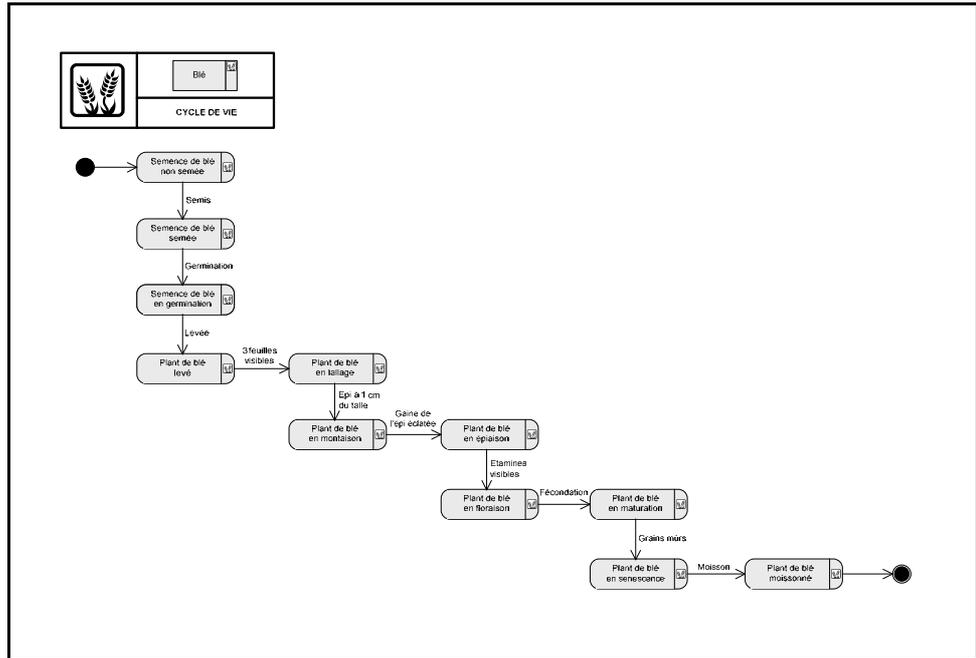


Figure II-33 : Cycle de vie d'objet "Blé"

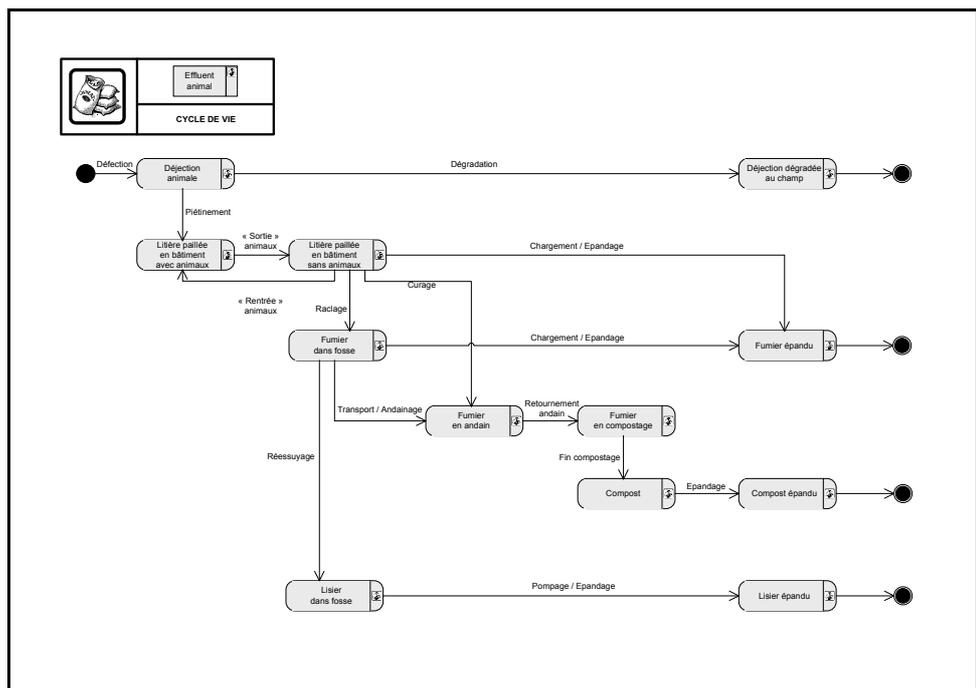


Figure II-34 : Cycle de vie d'objet "Effluent animal"

2.5. Diagramme de pilotage d'objet

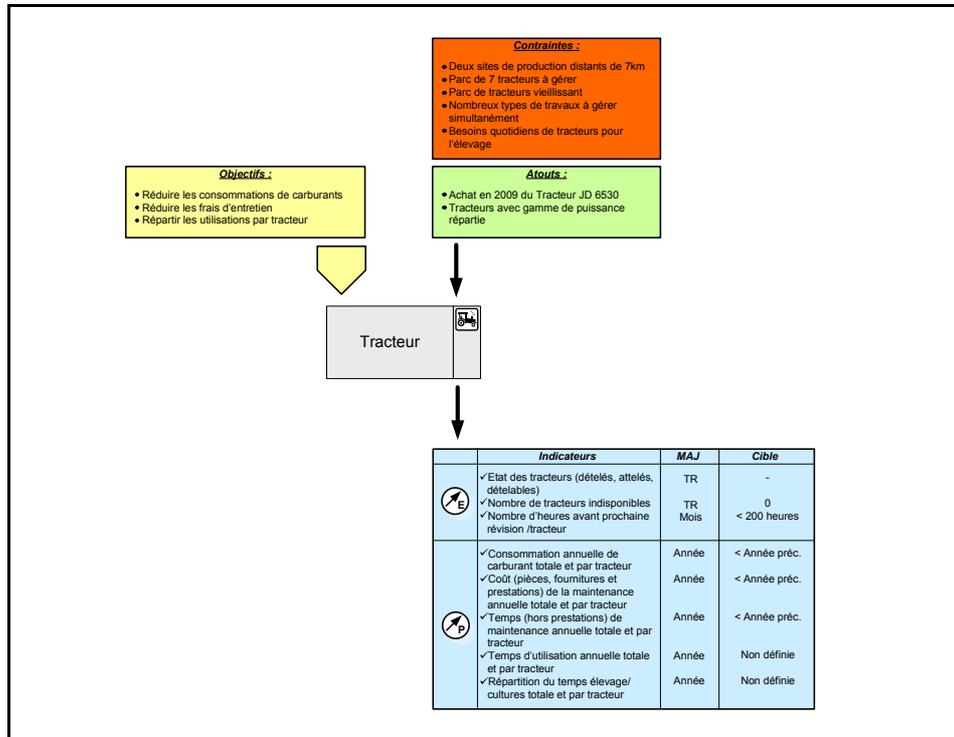


Figure II-35 : Diagramme de pilotage d'objet "Tracteur"

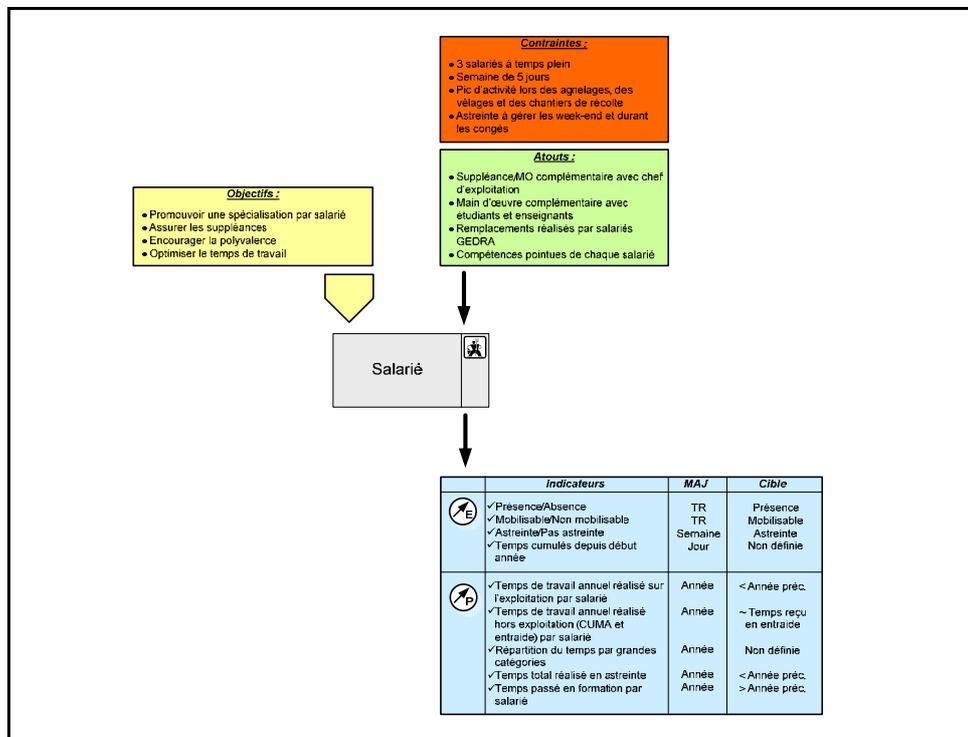


Figure II-36 : Diagramme de pilotage d'objet "Salarié"

3. Modèles de la vue Environnement

Pour la vue Environnement, nous présentons 14 modèles établis pour l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. La Figure II-37 présente l'articulation entre ces différents modèles. Concernant les prestations, la vue générale des prestations présente les 10 principales prestations de l'exploitation (Figure II-38). Les diagrammes d'environnement de prestations précisent, pour 4 de ces prestations, les prestations élémentaires et les flux échangés (Figures II-40 à II-43). Les modalités de pilotage de ces 4 prestations principales sont ensuite précisées dans 4 diagrammes de pilotage de prestation (Figures II-46 à II- 49). Concernant les engagements, la vue générale des engagements présente les 5 principaux engagements de l'exploitation (Figure II-39). Les diagrammes d'environnement d'engagements précisent, pour 2 de ces engagements, les engagements élémentaires et les flux échangés (Figures II-44 à II-45). Les modalités de pilotage de ces 2 engagements principaux sont ensuite précisées dans 2 diagrammes de pilotage d'engagement (Figures II-50 à II- 51). Dans le cadre de cet exemple, il n'a pas été nécessaire de définir des modèles pour la Vue détaillée des prestations et la Vue détaillée des engagements. Les décompositions des prestations et des engagements principaux ayant pu être définis au niveau des diagrammes d'environnement de prestations et d'engagements.

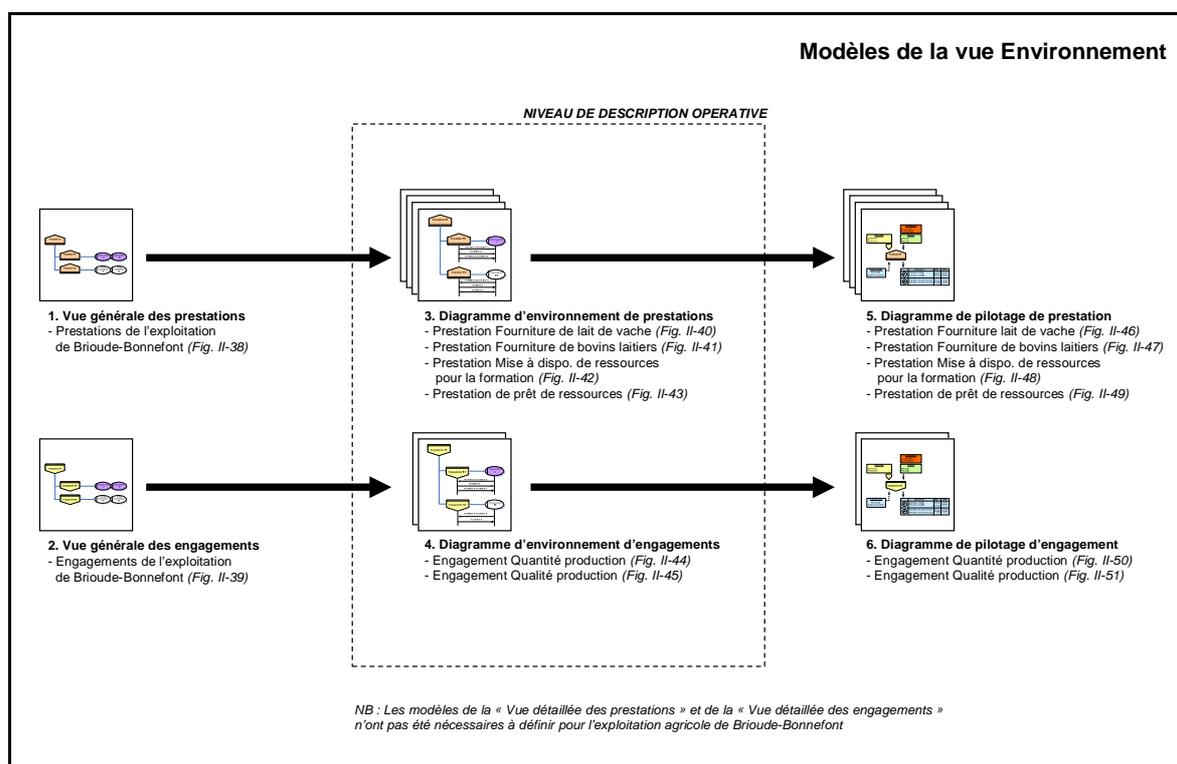


Figure II-37 : Articulation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont présentés pour la vue Environnement

3.1. Vue générale des prestations

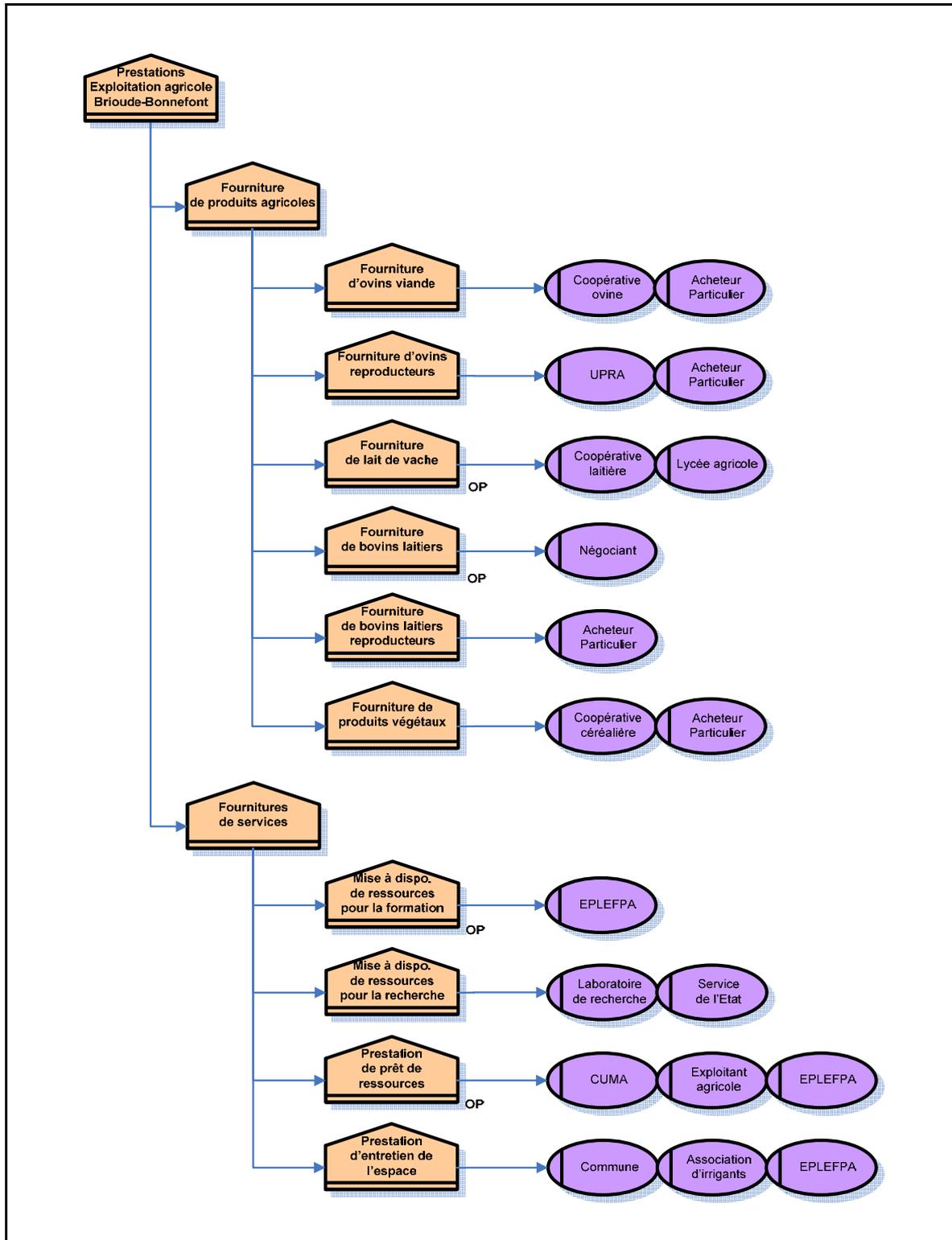


Figure II-38 : Vue générale des prestations de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

3.2. Vue générale des engagements

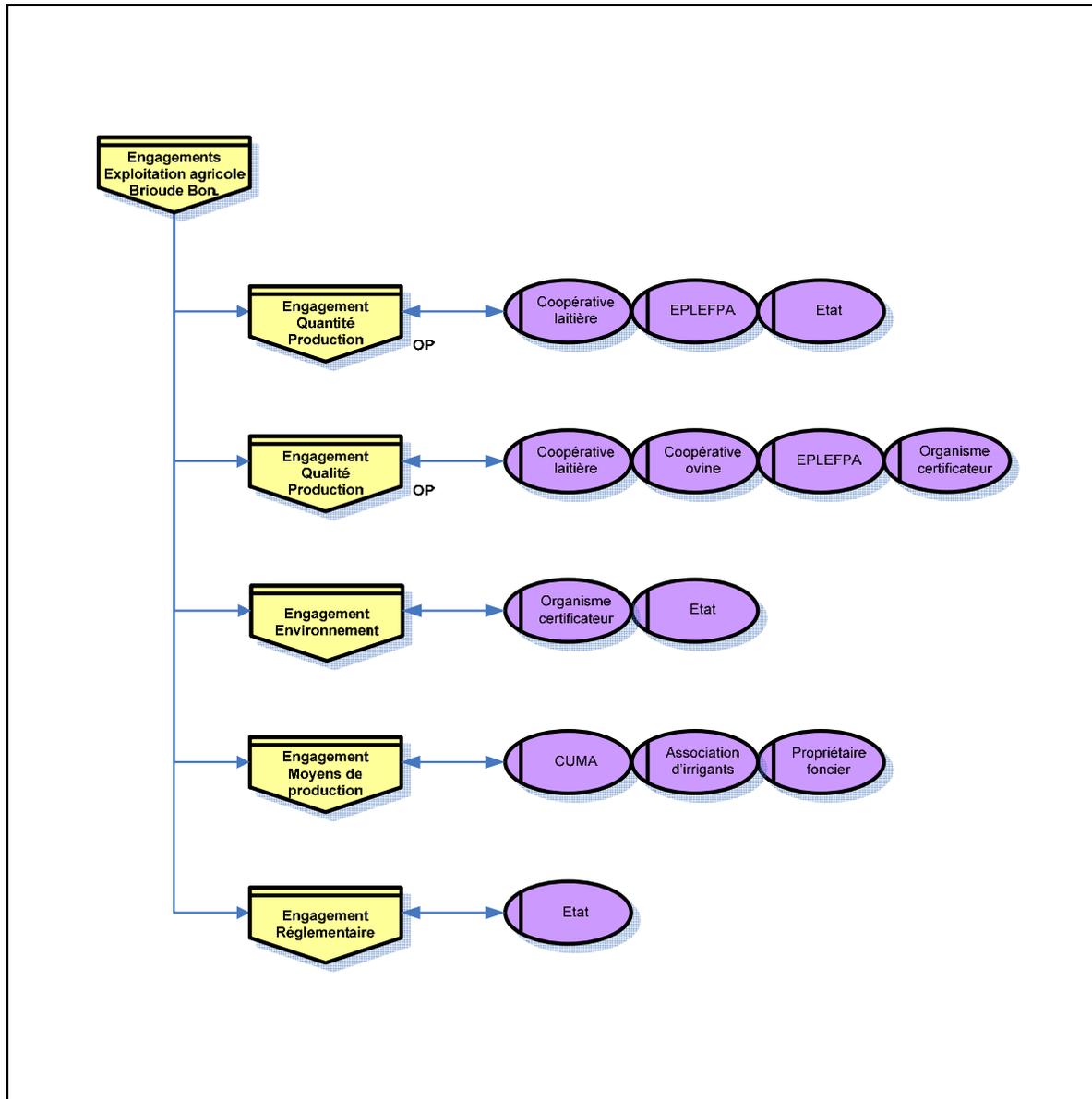


Figure II-39 : Vue générale des engagements de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

3.3. Diagramme d'environnement de prestations

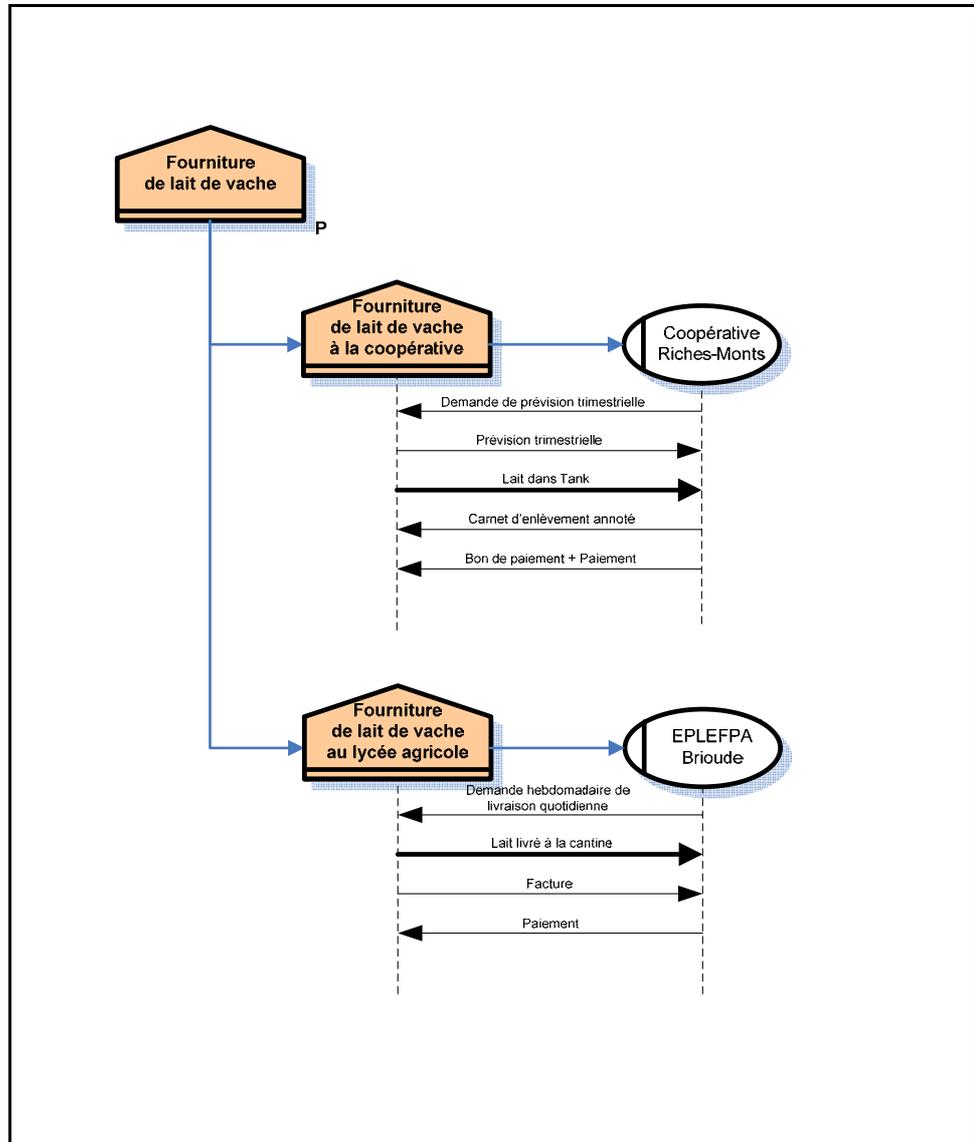


Figure II-40 : Diagramme d'environnement de prestations "Fourniture de lait de vache"

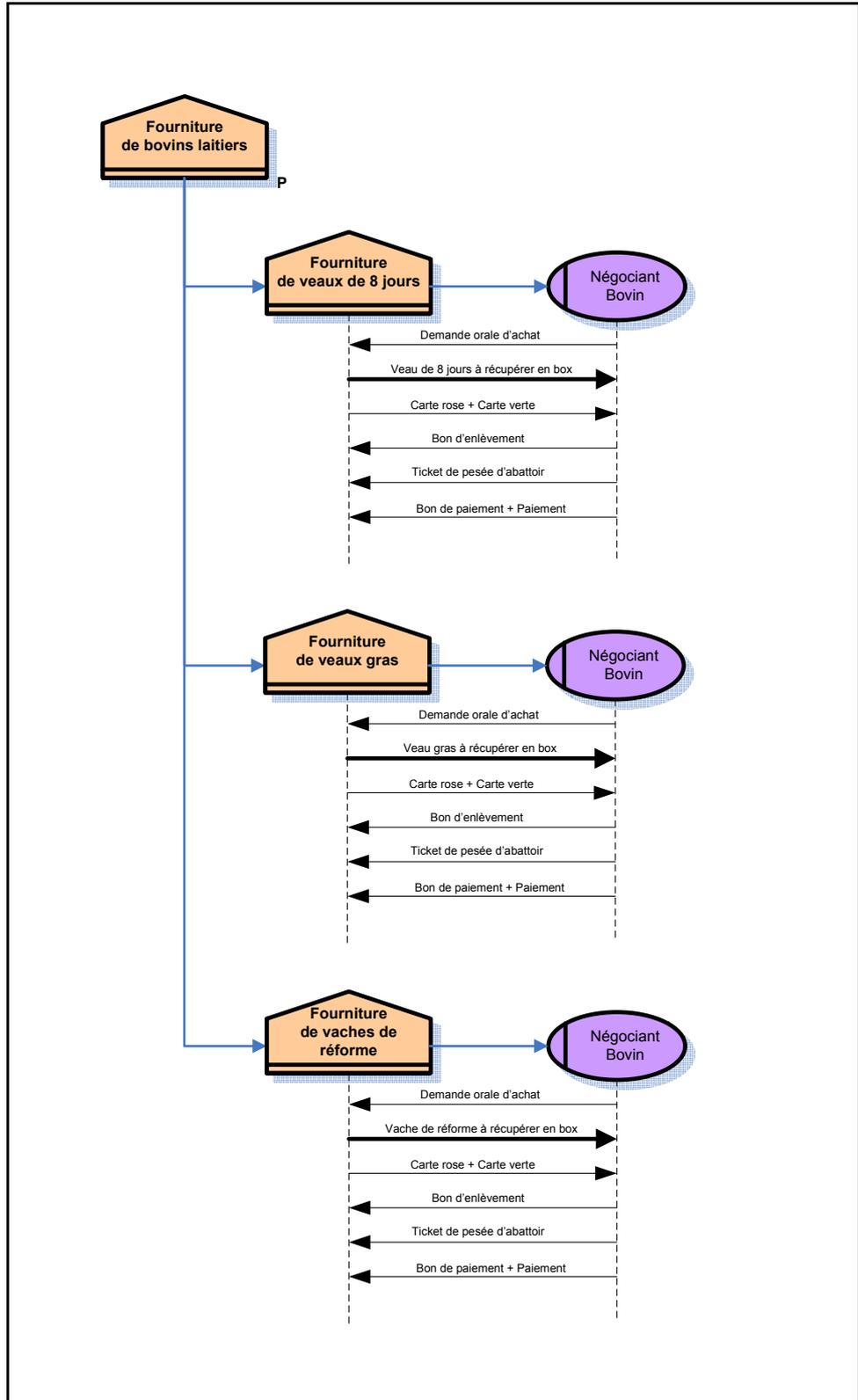


Figure II-41 : Diagramme d'environnement de prestations "Fourniture de bovins laitiers"

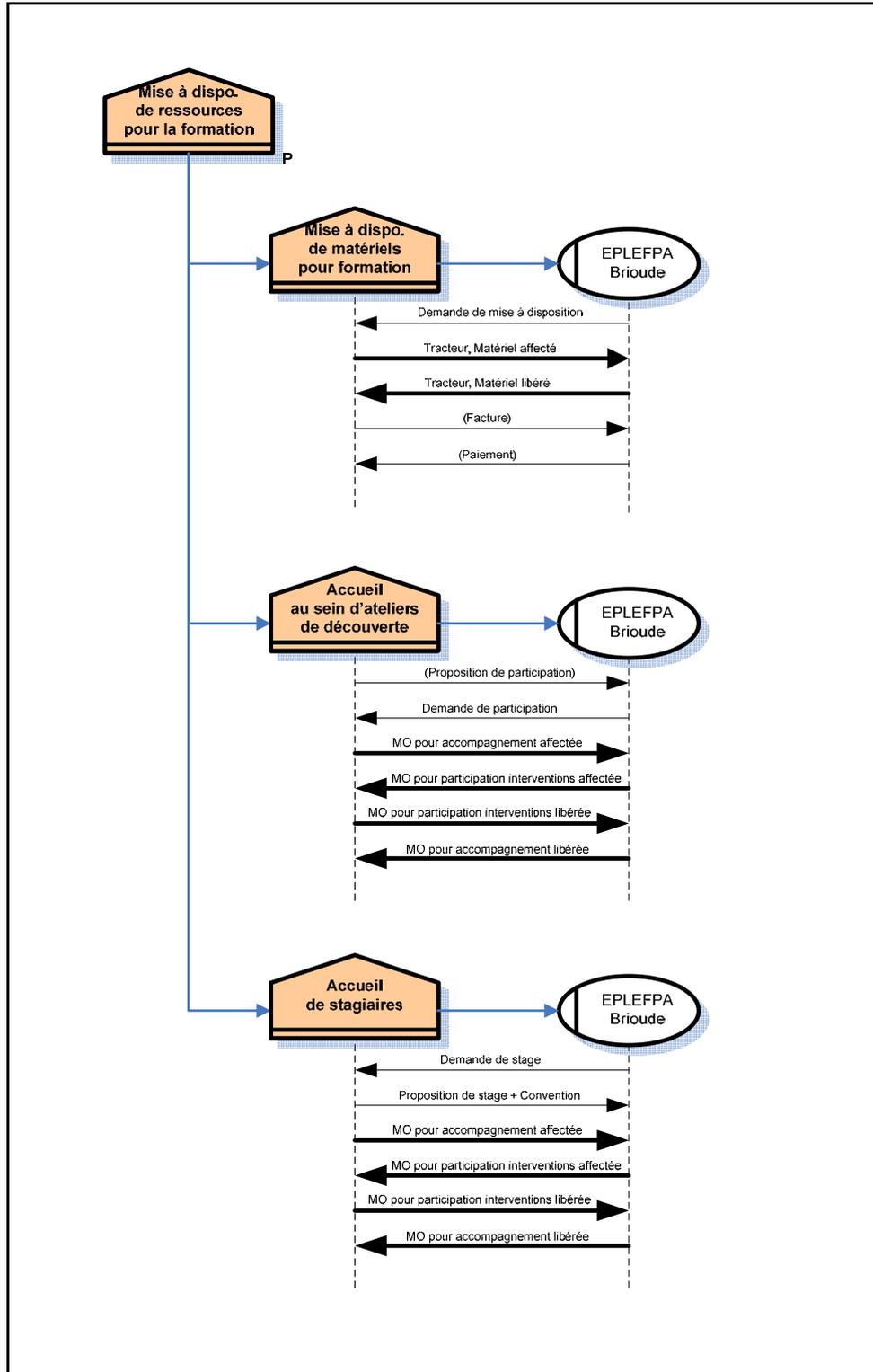


Figure II-42 : Diagramme d'environnement de prestations "Mise à disposition de ressources pour la formation"

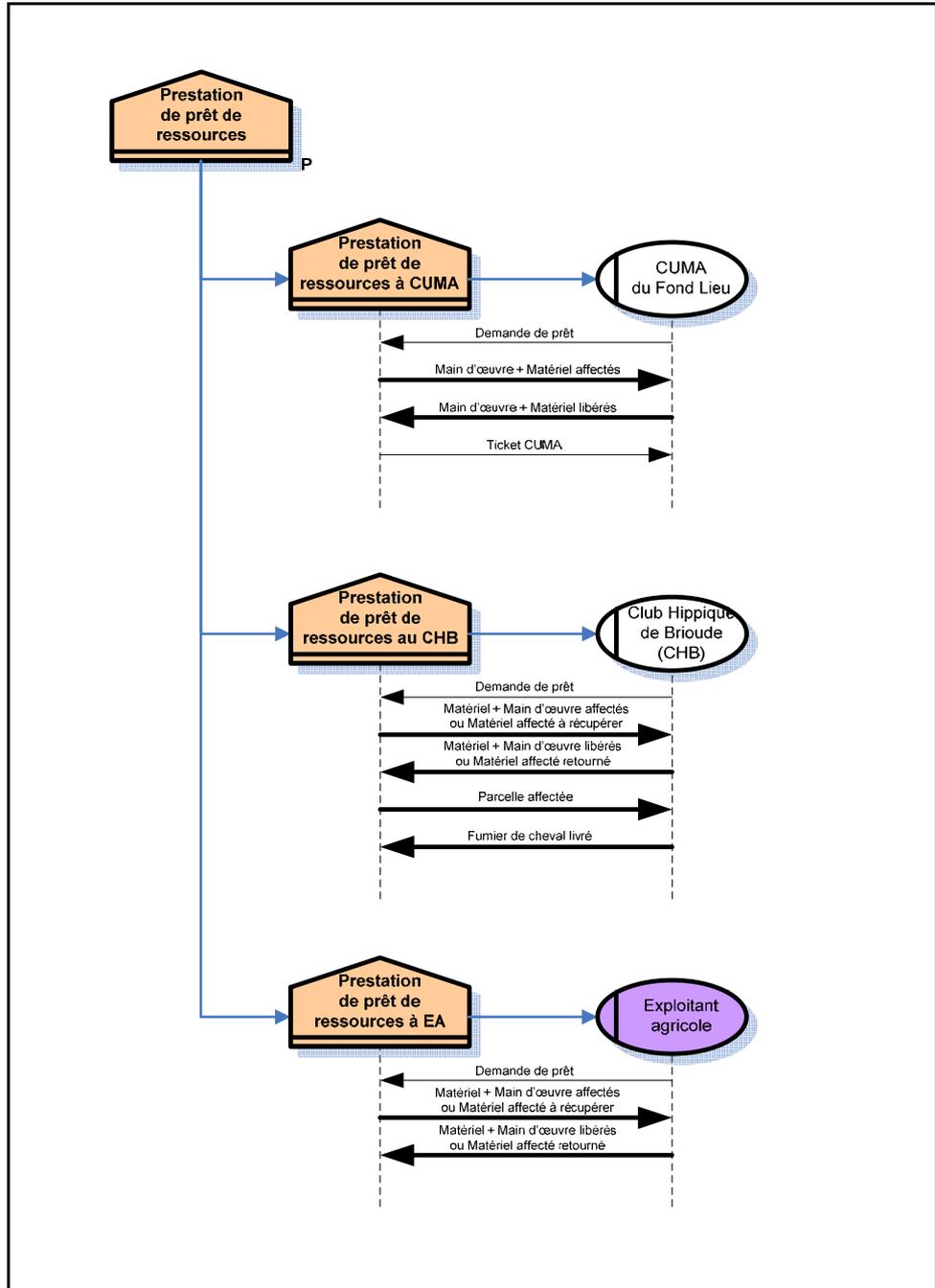


Figure II-43 : Diagramme d'environnement de prestations "Prêt de ressources"

3.4. Diagramme d'environnement d'engagements

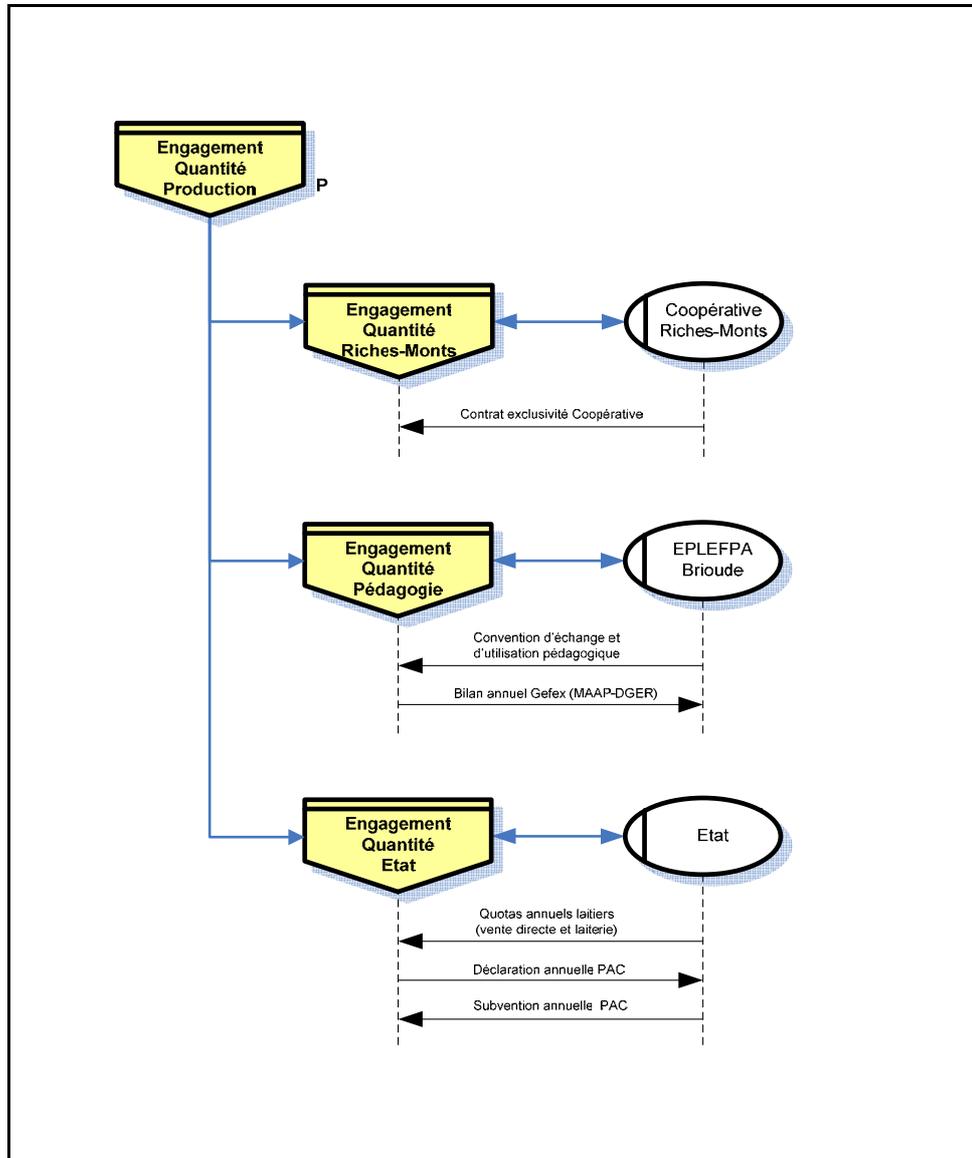


Figure II-44 : Diagramme d'environnement d'engagements "Quantité production"

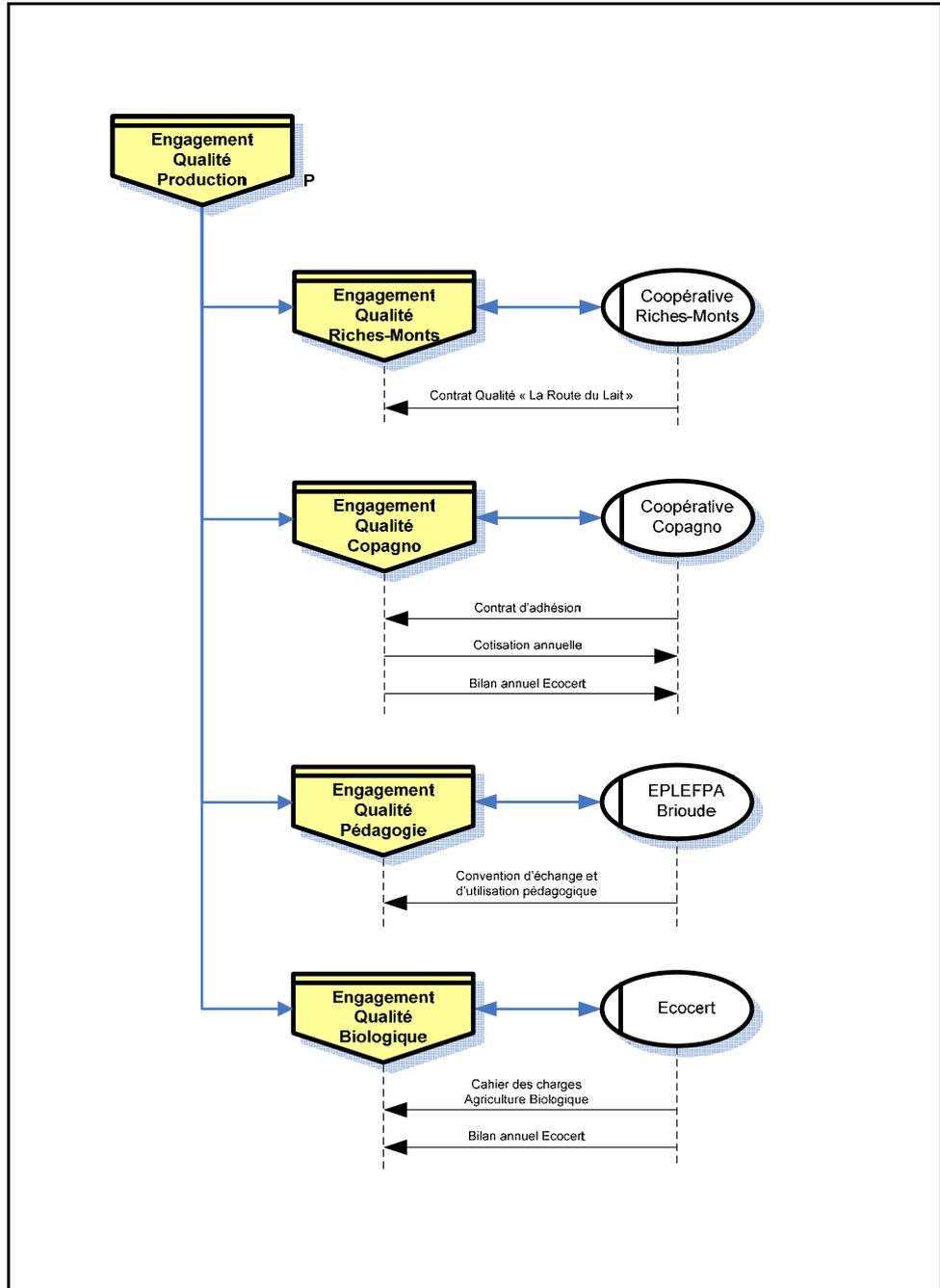


Figure II-45 : Diagramme d'environnement d'engagements "Qualité production"

3.5. Diagramme de pilotage de prestation

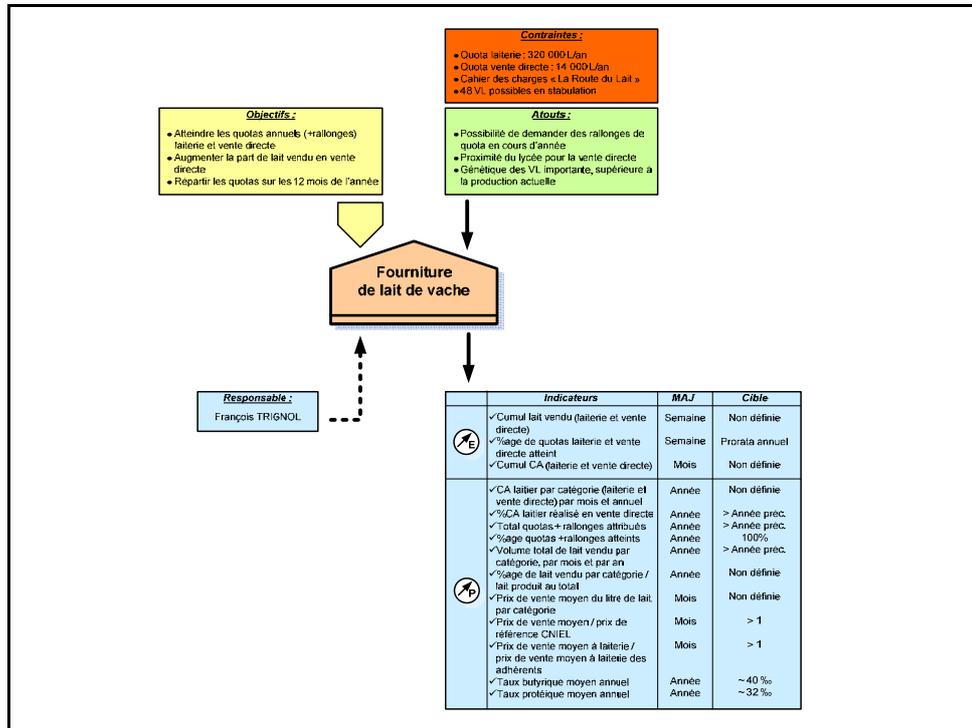


Figure II-46 : Diagramme de pilotage de prestation "Fourniture de lait de vache"

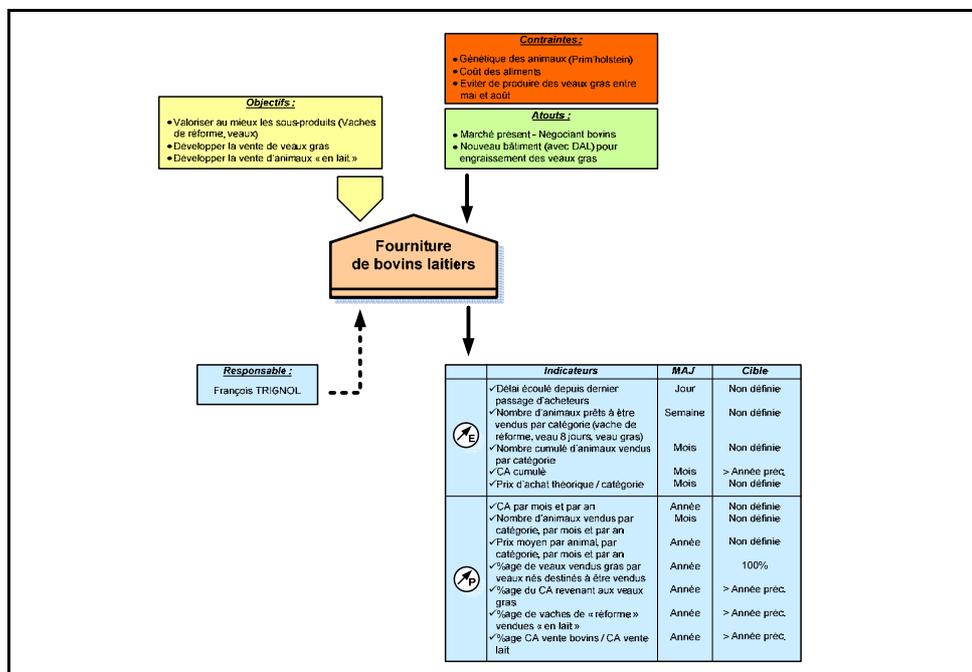


Figure II-47 : Diagramme de pilotage de prestation "Fourniture de bovins laitiers"

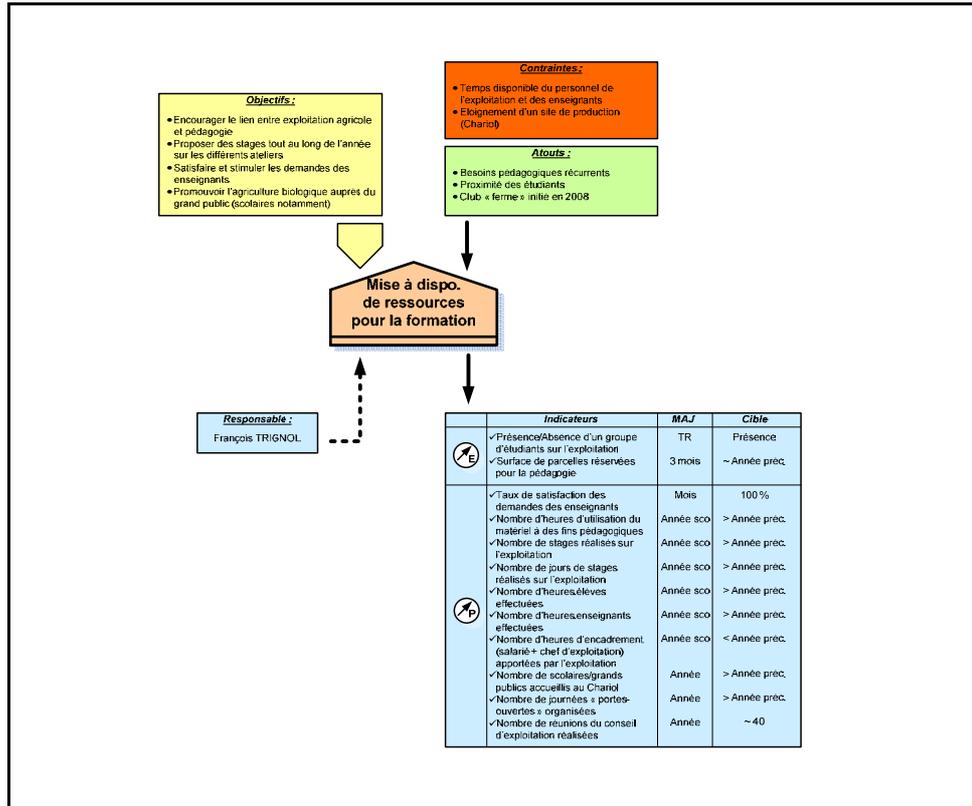


Figure II-48 : Diagramme de pilotage de prestation "Mise à disposition de ressources pour la formation"

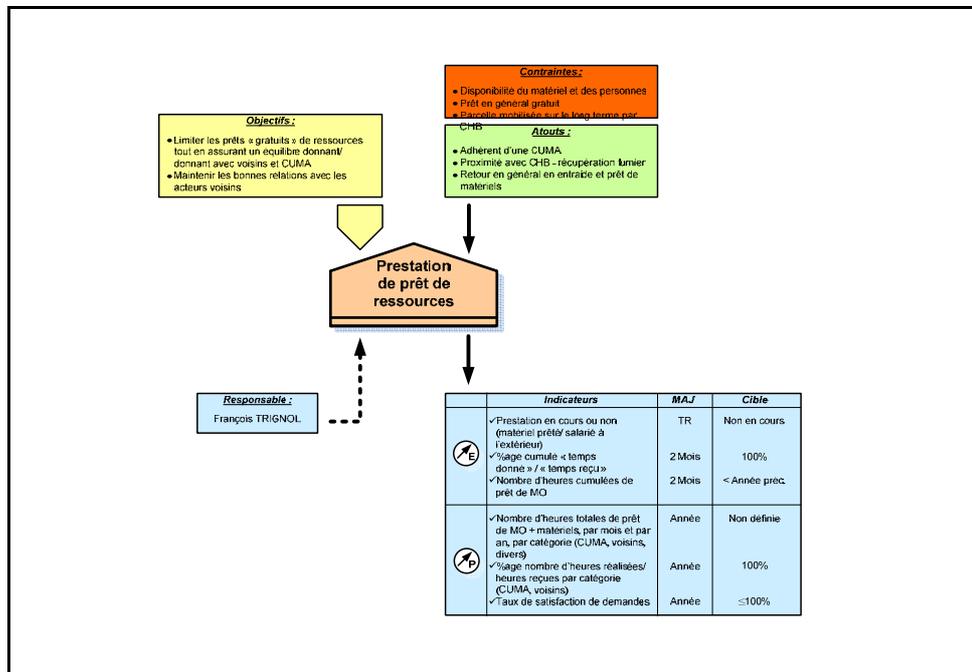


Figure II-49 : Diagramme de pilotage de prestation "Prêt de ressources"

3.6. Diagramme de pilotage d'engagement

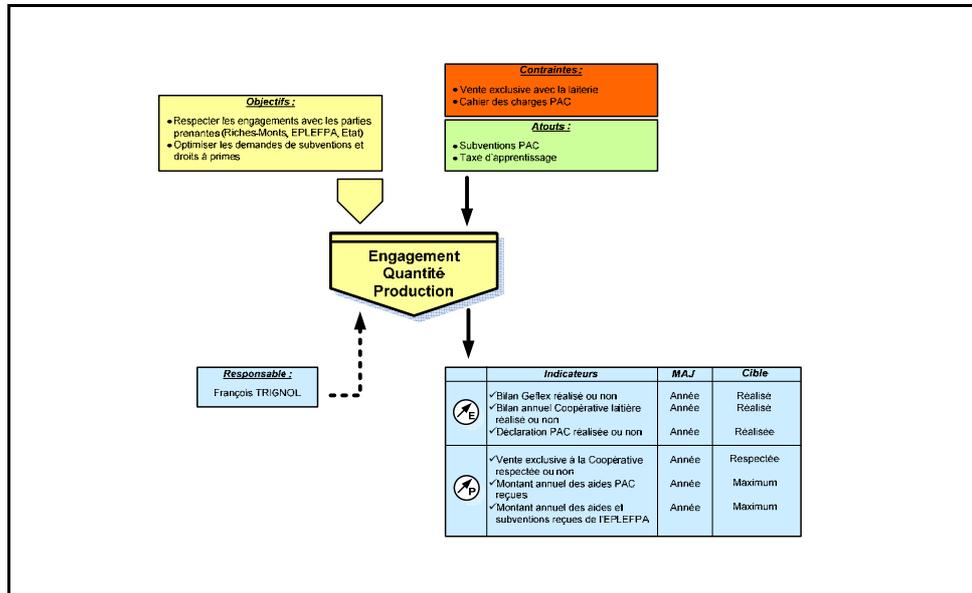


Figure II-50 : Diagramme de pilotage d'engagement "Quantité de production"

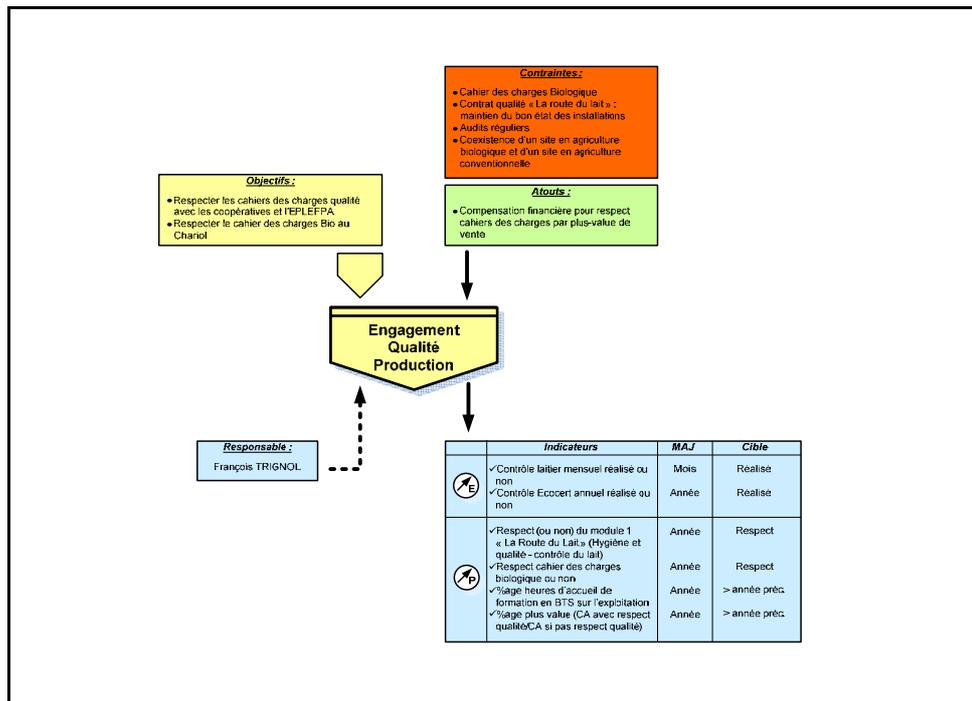


Figure II-51 : Diagramme de pilotage d'engagement "Qualité de production"

4. Modèles de la vue Processus

Pour la vue Processus, nous présentons 42 modèles établis pour l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. La Figure II-52 présente l'articulation entre ces différents modèles. La cartographie des processus présente l'ensemble des 24 processus définis pour l'exploitation agricole considérée (Figure II-53). Parmi ces processus, 9 d'entre eux sont détaillés dans les Figures II-54 à II-62. Les tableaux de correspondance entre procédures et opérations techniques sont présentés pour les processus de réalisation de production animale et de réalisation de production végétale (Figures II-63 et II-64). Six procédures sont décrites de manière plus approfondie à travers les logigrammes de procédures (Figures II-65 à II-70) et les diagrammes de mise en œuvre de procédures (Figures II-71 à II-76). Les diagrammes de pilotage sont présentés pour 5 des 24 processus définis (Figures II-77 à II-81), les 6 procédures précédemment décrites (Figures II-82 à I-87), 4 opérations techniques et 3 opérations mobilisées par ces procédures (Figures II-88 à II-94).

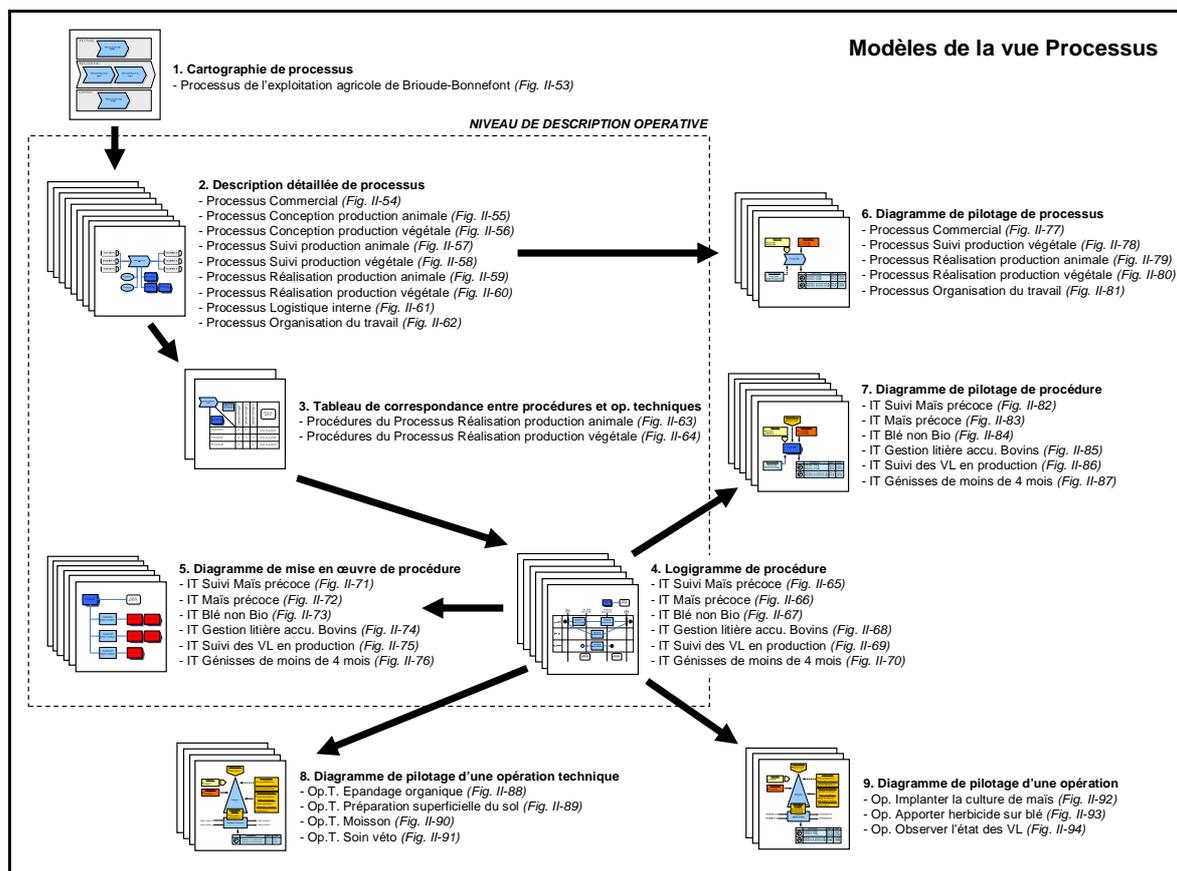


Figure II-52 : Articulation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont présentés pour la vue Processus

4.1. Cartographie de processus

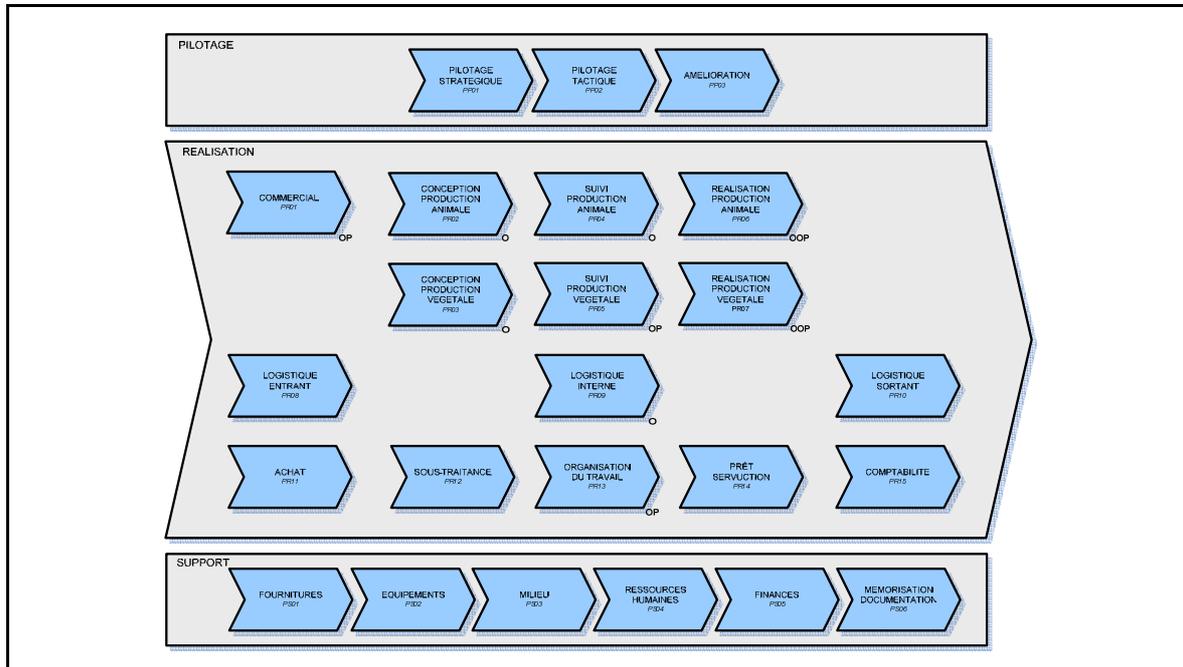


Figure II-53 : Cartographie des processus de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

4.2. Description détaillée de processus

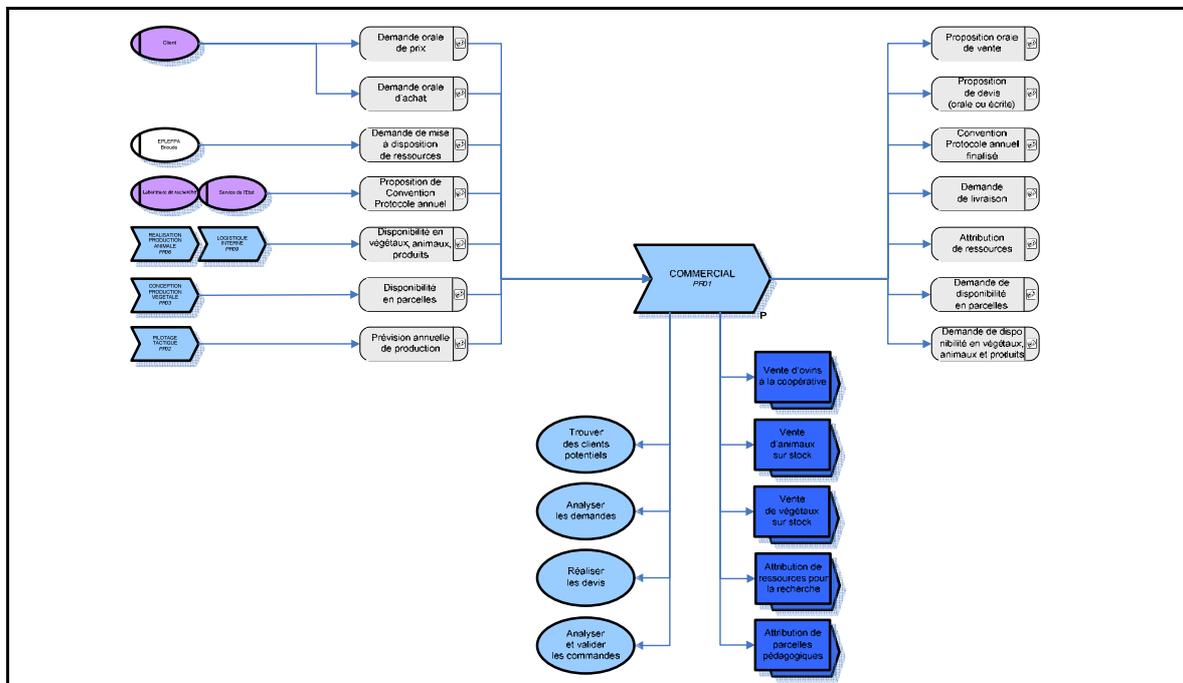


Figure II-54 : Description détaillée du "Processus Commercial"

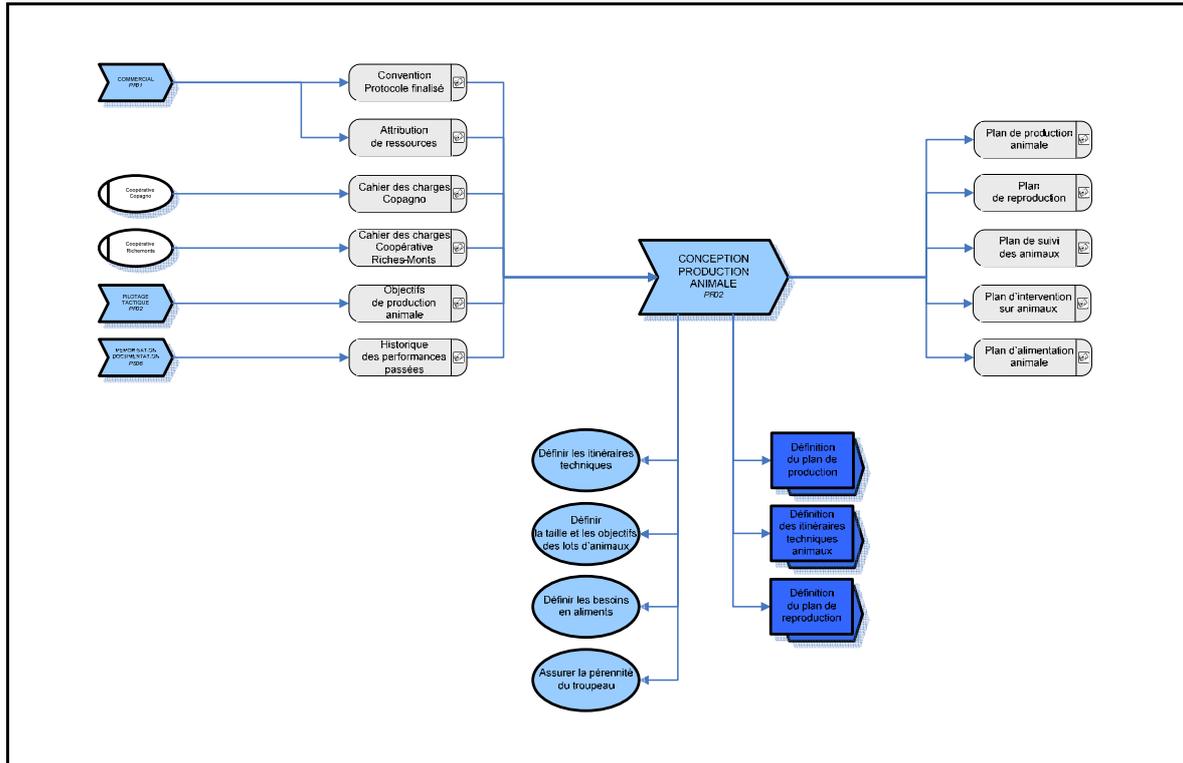


Figure II-55 : Description détaillée du "Processus Conception production animale"

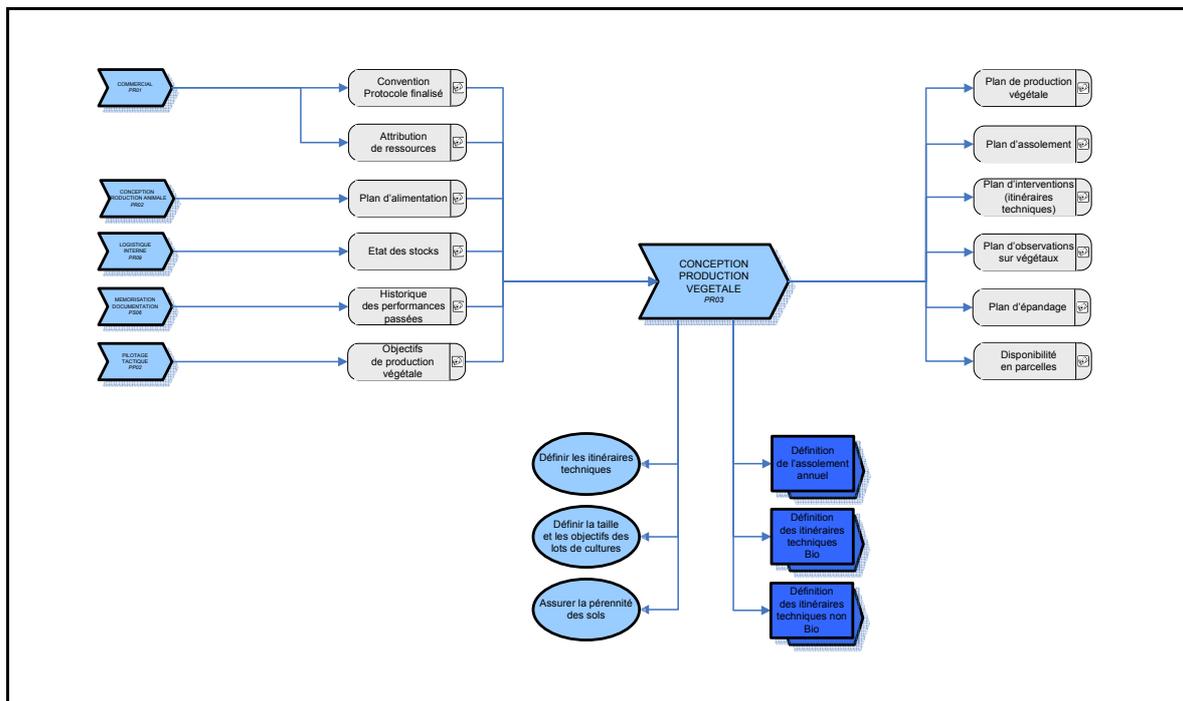


Figure II-56 : Description détaillée du "Processus Conception production végétale"

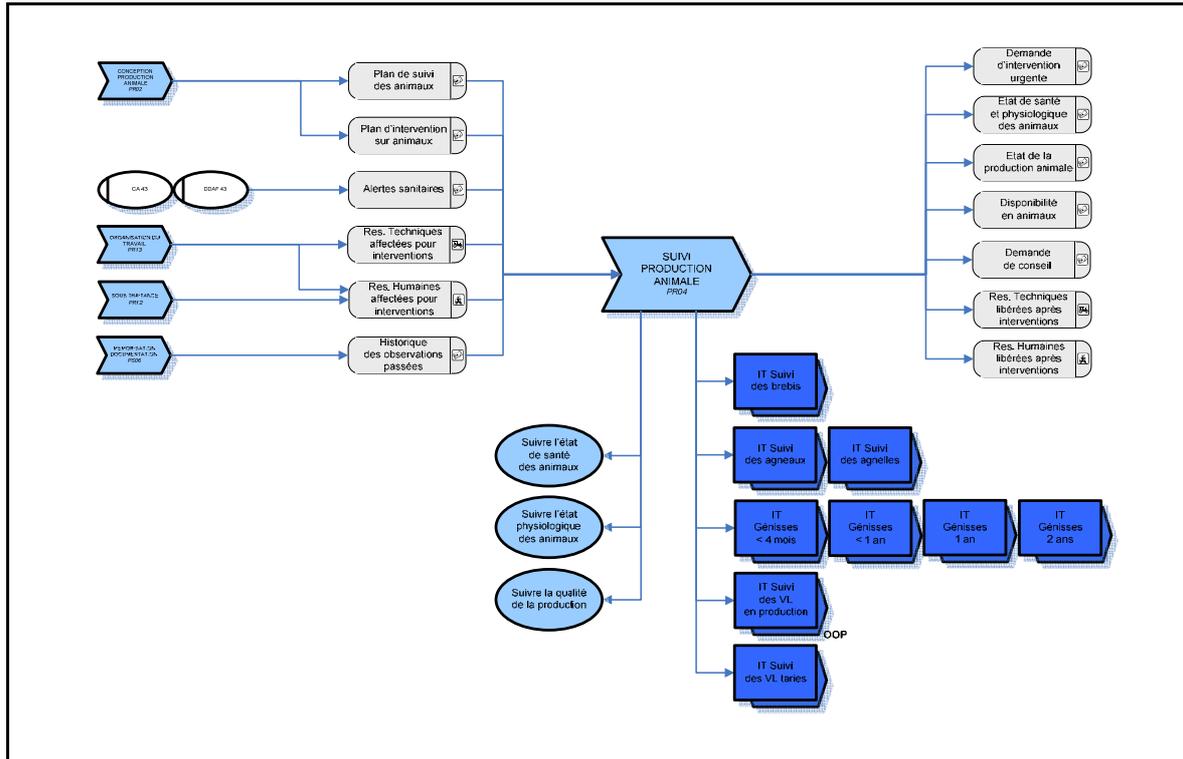


Figure II-57 : Description détaillée du "Processus Suivi production animale"

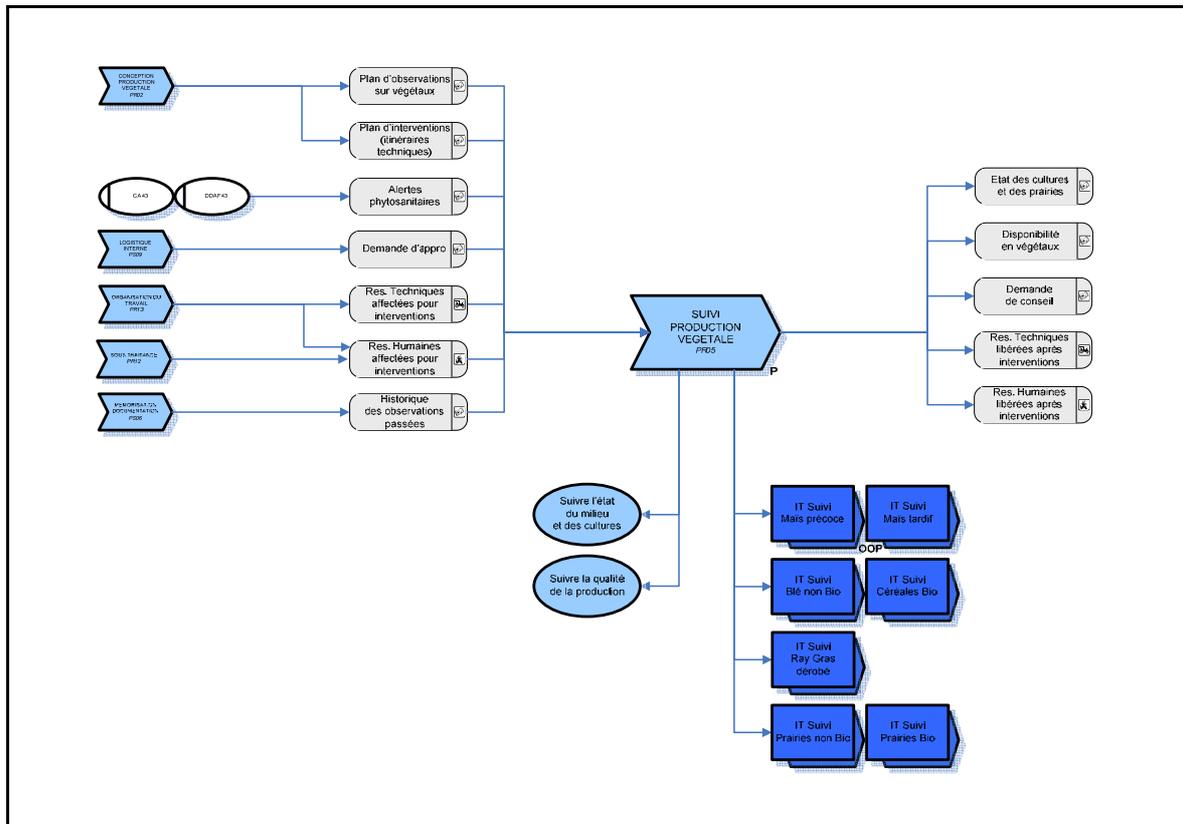


Figure II-58 : Description détaillée du "Processus Suivi production végétale"

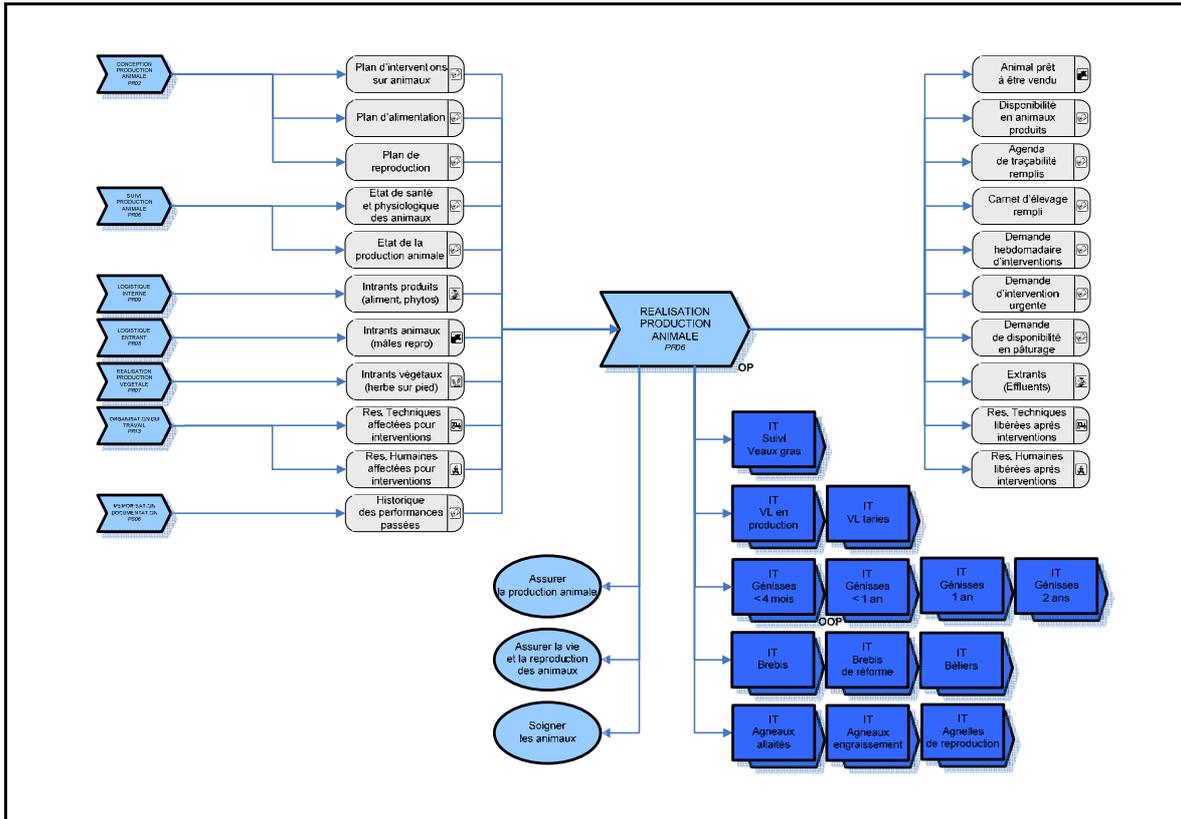


Figure II-59 : Description détaillée du "Processus Réalisation production animale"

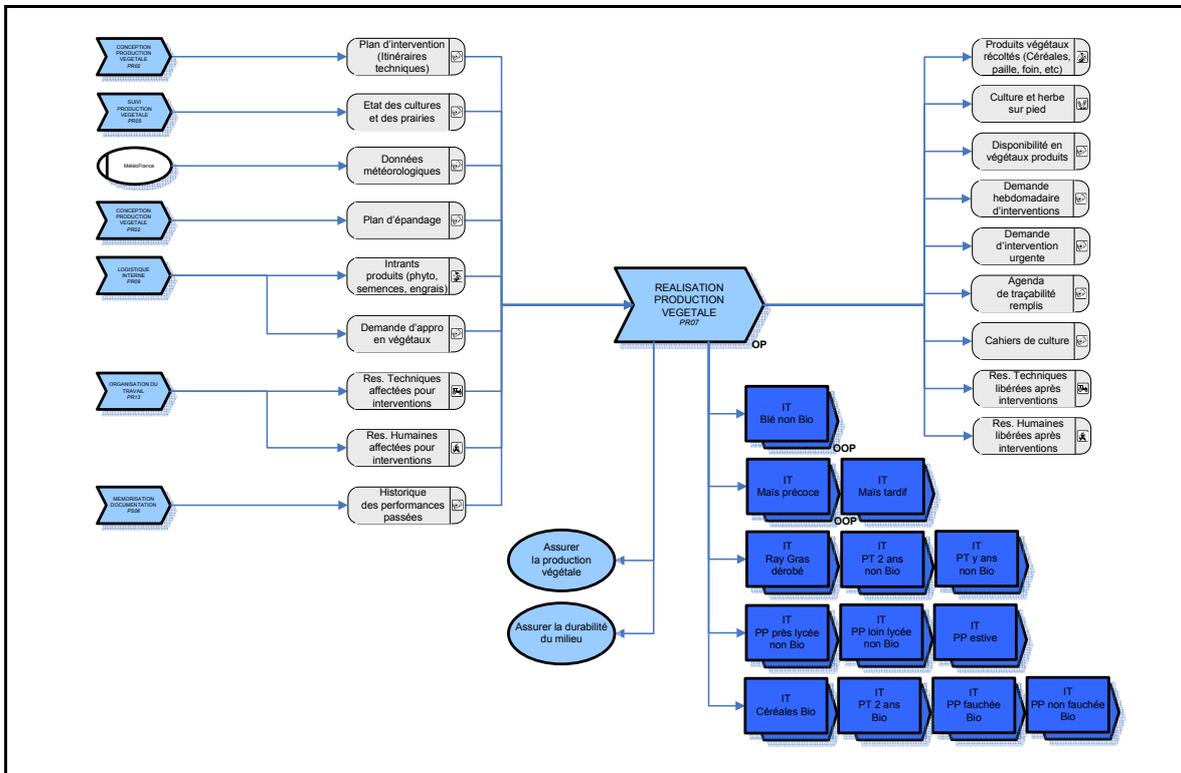


Figure II-60 : Description détaillée du "Processus Réalisation production végétale"

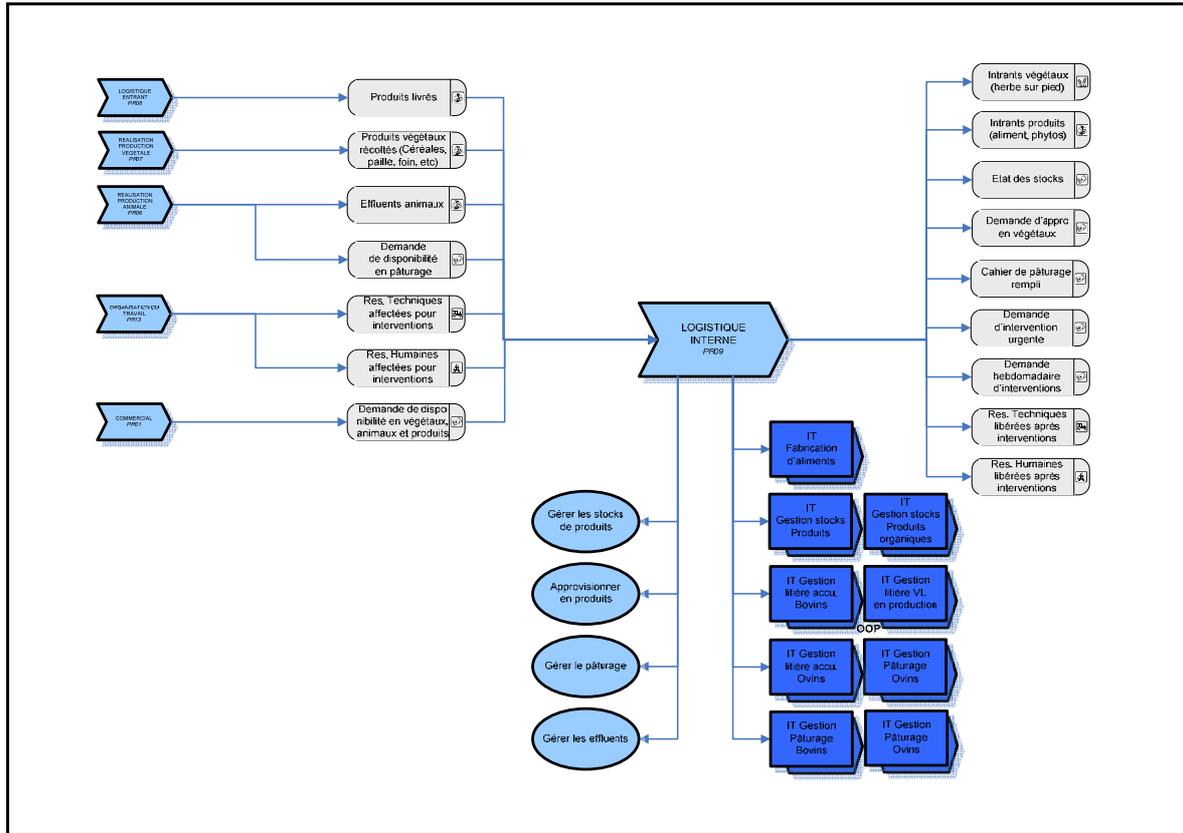


Figure II-61 : Description détaillée du "Processus Logistique interne"

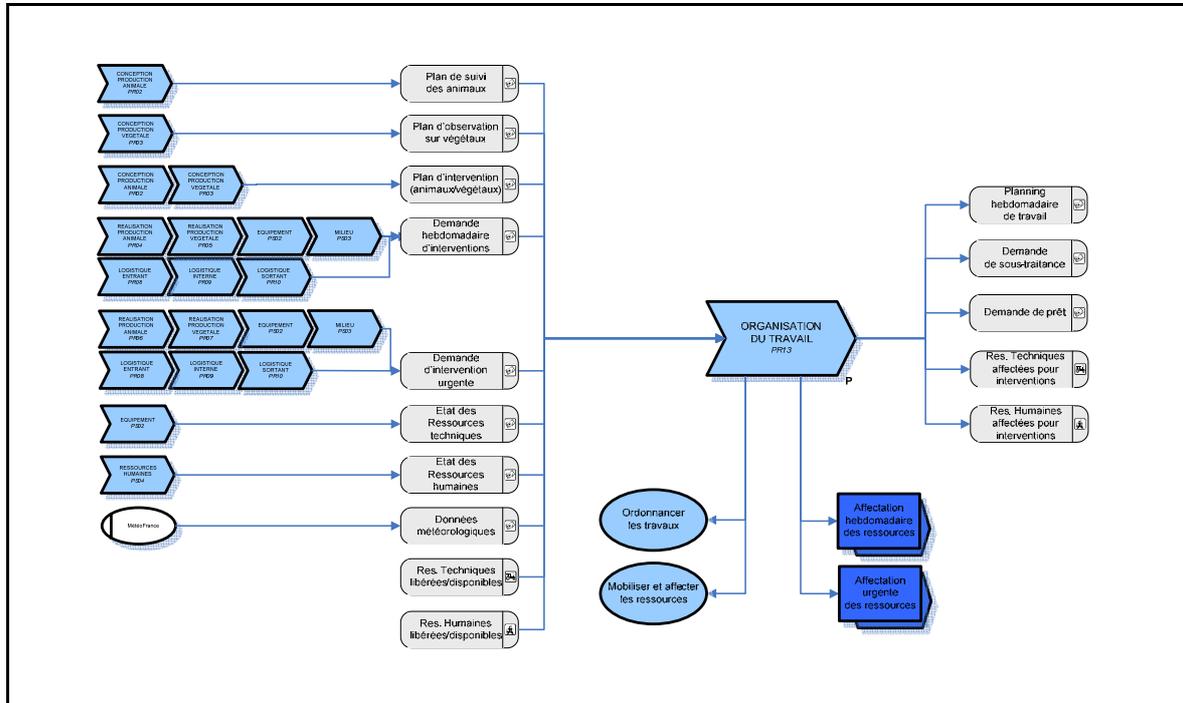


Figure II-62 : Description détaillée du "Processus Organisation du travail"

4.3. Tableau de correspondance entre procédures et opérations techniques

Procédure	OPERATION TECHNIQUE											Lot d'animaux
	Distribution Aliment	Pâturage	Identification	Soins vétér	Insémination	Traicé	Ecorçage	Parage	Tonte	Tri		
IT VL en production	X	X		?	X	X		?		X		VL en production
IT VL taries	X	X		?				?		X		VL taries (gastantes)
IT Génisses < 4 mois	X		X	?			X			X		Génisses < 4 mois
IT Génisses < 1 an	X			?						X		Génisses < 1 an
IT Génisses 1 an	X	X		X						X		Génisses 1 an
IT Génisses 2 ans	X	X		X	X					X		Génisses 2 ans
IT Veaux gras	X		X	?						X		Veaux gras
IT Brebis	X	X		?	X				X	X		Brebis
IT Brebis de réforme	X			?						X		Brebis de réforme
IT Bœufiers	X	X		?					X	X		Bœufiers
IT Agneaux allaités	X	X	X	?						X		Agneaux allaités
IT Agneaux engraissement	X			?						X		Agneaux engraissement
IT Agnelles de reproduction	X	X		?	X				X	X		Agnelles de reproduction

X : Certain
?: Optionnel

Figure II-63 : Tableau de correspondance entre procédures du "Processus Réalisation production animale" et opérations techniques

Procédure	OPERATION TECHNIQUE													Parcelle végétale				
	Décompactage	Epandage organique	Labour	Préparation superstrate de sol	Semis	Rouillage	Epandage minéraux	Protection végétale	Irrigation	Moisson	Récolte foin	Ensilage	Enrubannage		Pâturage	Déchaumage	Etaupage	Entretien
IT Maïs précoc	X	X	X	X	X			X	X			X						Sole de Maïs « précoc » non Bio
IT Maïs tardif	?	X	X	X	X			X	X			X						Sole de Maïs « tardif » non Bio
IT Blé non Bio	X	X	X	X	X		X	X		X					X			Sole de Blé non Bio
IT Ray Gras dérobé				X	X	X						?	?	?				Sole d'herbe en interculture non Bio en rot. M/PT
IT PT 2 ans non Bio	X		X	X	X	X					?	X	?				?	Sole d'herbe en PT non Bio en rot. 2B/2PT
IT PT y ans non Bio	X		X	X	X	?						?		X			?	Sole d'herbe en PT non Bio en rot. M/PT
IT PP prés lycée non Bio							X							X			?	Sole d'herbe en PP non Bio prêt du lycée
IT PP loin lycée non Bio	X						?				X			X			?	Sole d'herbe en PP non Bio loin du lycée
IT PP estive							X							X			?	Sole d'herbe en PP non Bio Champagnac
IT Céréales Bio		X	X	X	X			X	X						X			Sole de céréales Bio
IT PT 2 ans Bio	?		X	X	X								X	X				Sole de PT Bio
IT PP fauchée Bio	?									X				X		X		Sole de PP fauchée Bio
IT PP non fauchée Bio	?													X			?	Sole de PP non fauchée Bio

X : Certain
?: Optionnel

Figure II-64 : Tableau de correspondance entre procédures du "Processus Réalisation production végétale" et opérations techniques

4.4. Logigramme de procédure

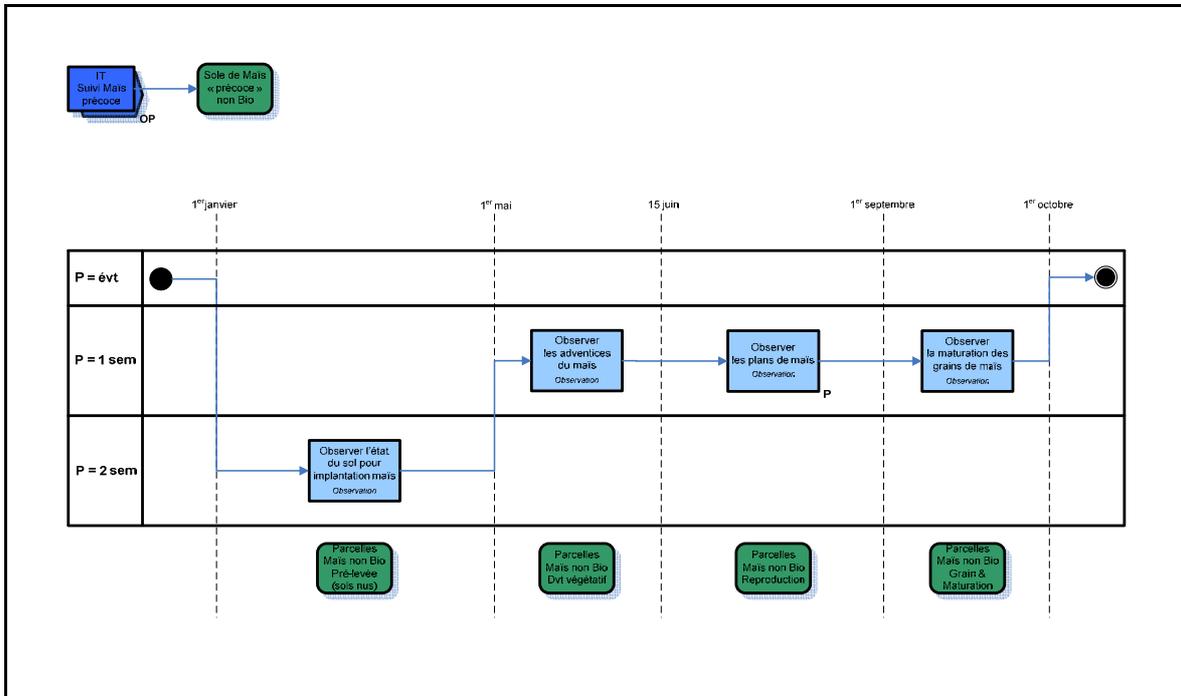


Figure II-65 : Logigramme de procédure "IT Suivi Maïs précoce"

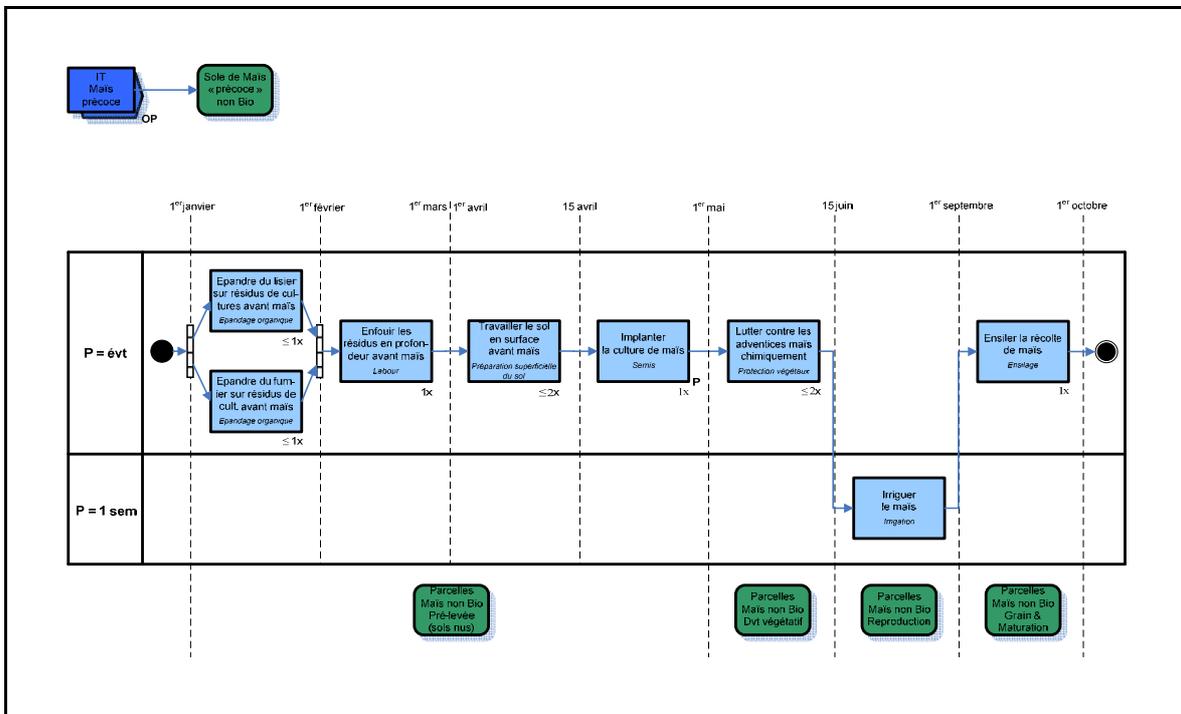


Figure II-66 : Logigramme de procédure "IT Maïs précoce"

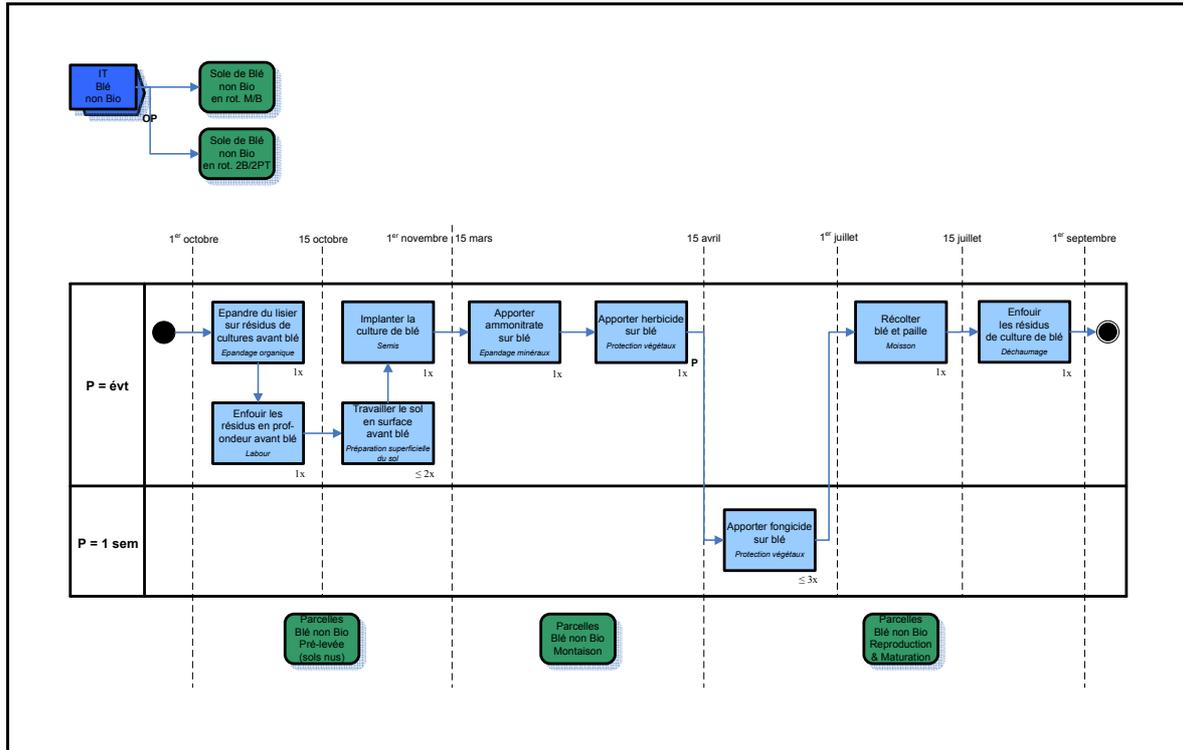


Figure II-67 : Logigramme de procédure "IT Blé non Bio"

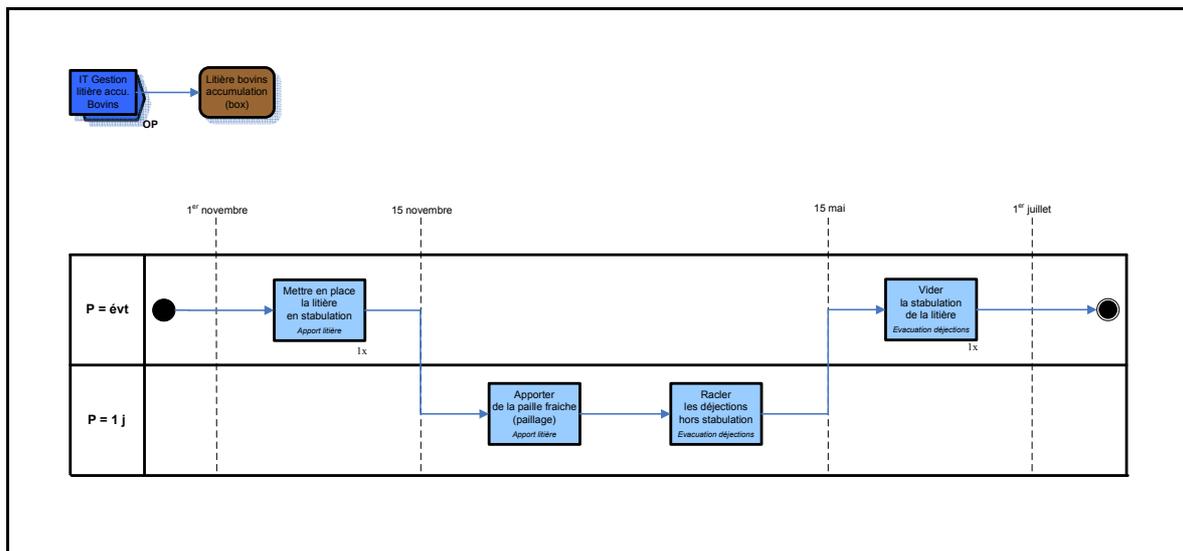


Figure II-68 : Logigramme de procédure "IT Gestion litière accumulation Bovins"

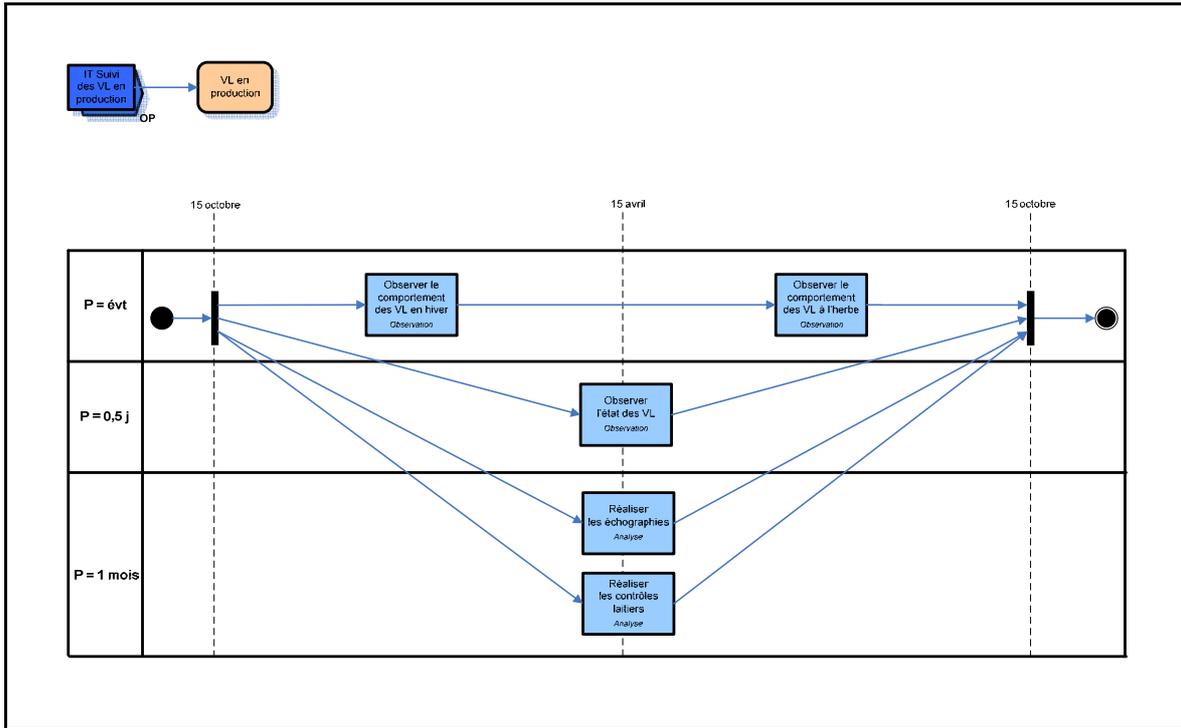


Figure II-69 : Logigramme de procédure "Suivi des Vaches Laitières en production"

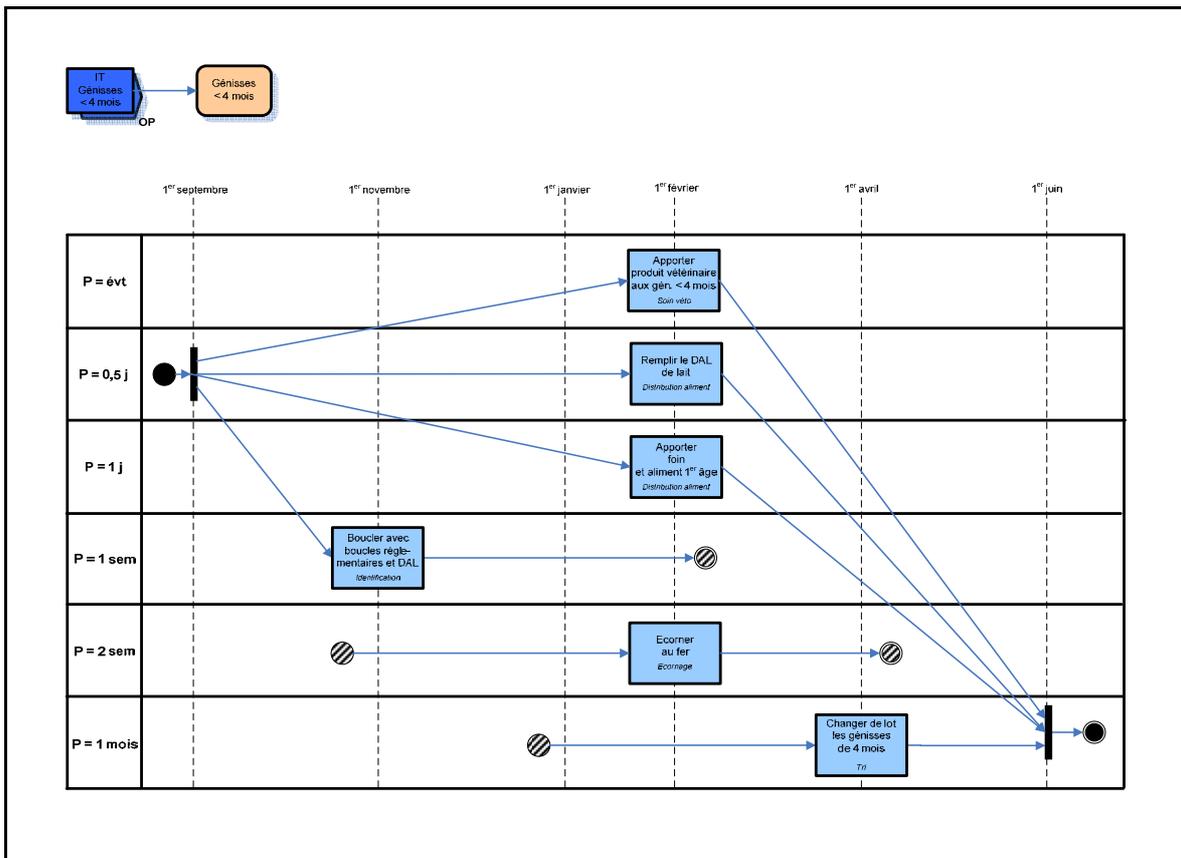


Figure II-70 : Logigramme de procédure "Génisses de moins de 4 mois"

4.5. Diagramme de mise en œuvre de procédure

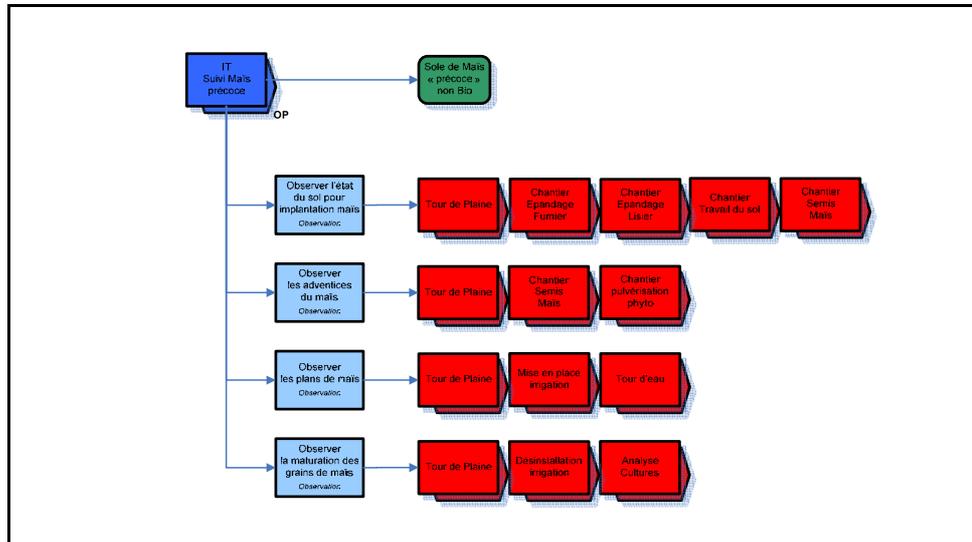


Figure II-71 : Diagramme de mise en œuvre de procédure "IT Suivi Maïs précoce"

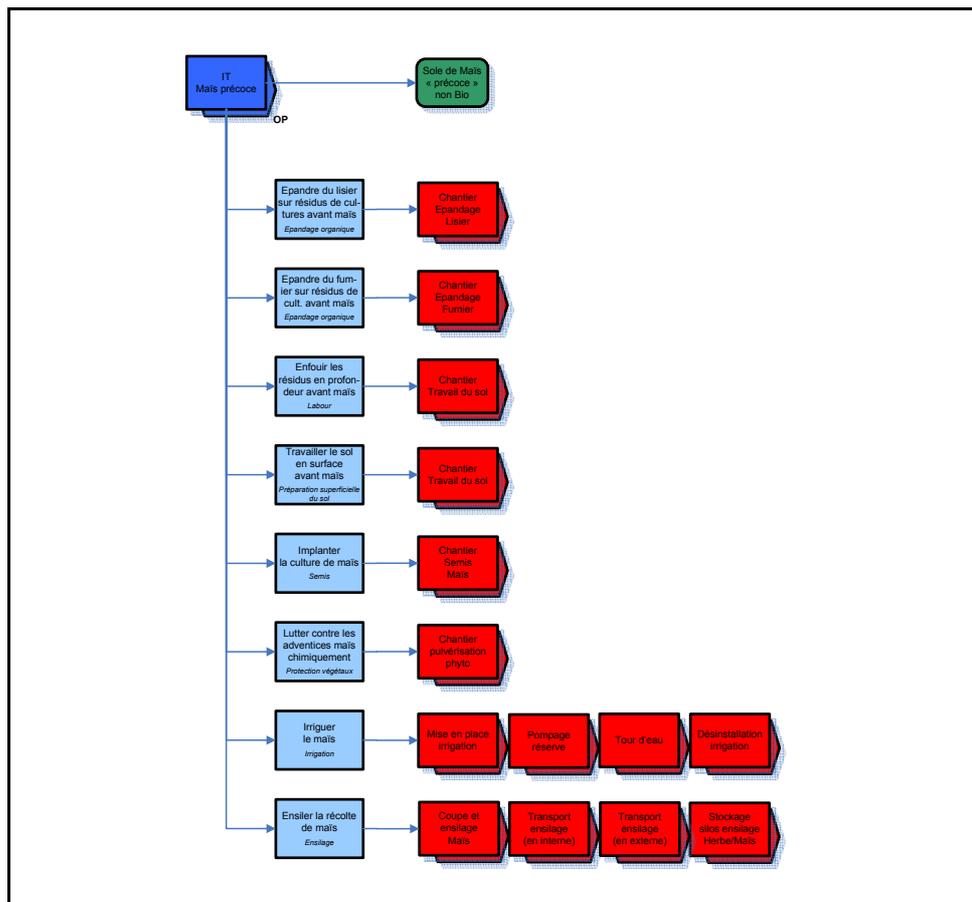


Figure II-72 : Diagramme de mise en œuvre de procédure "IT Maïs précoce"

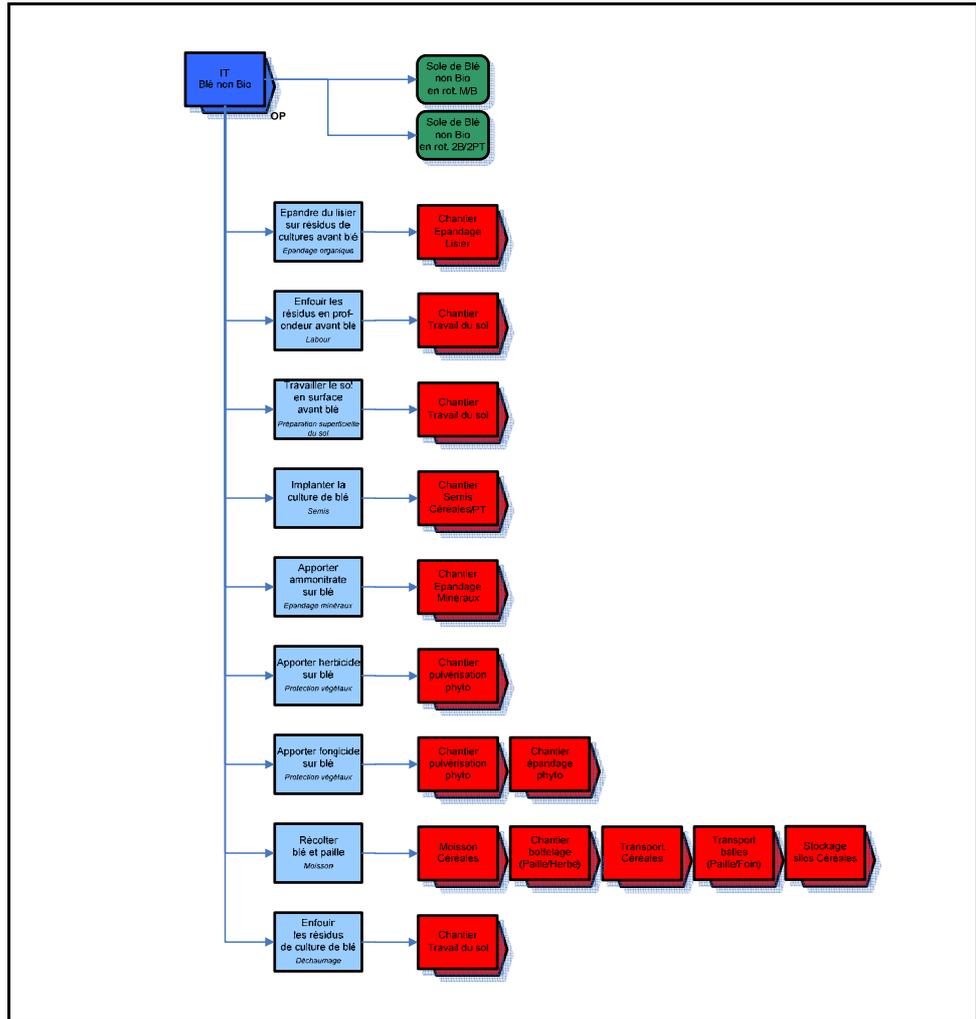


Figure II-73 : Diagramme de mise en œuvre de procédure "IT Blé non Bio"

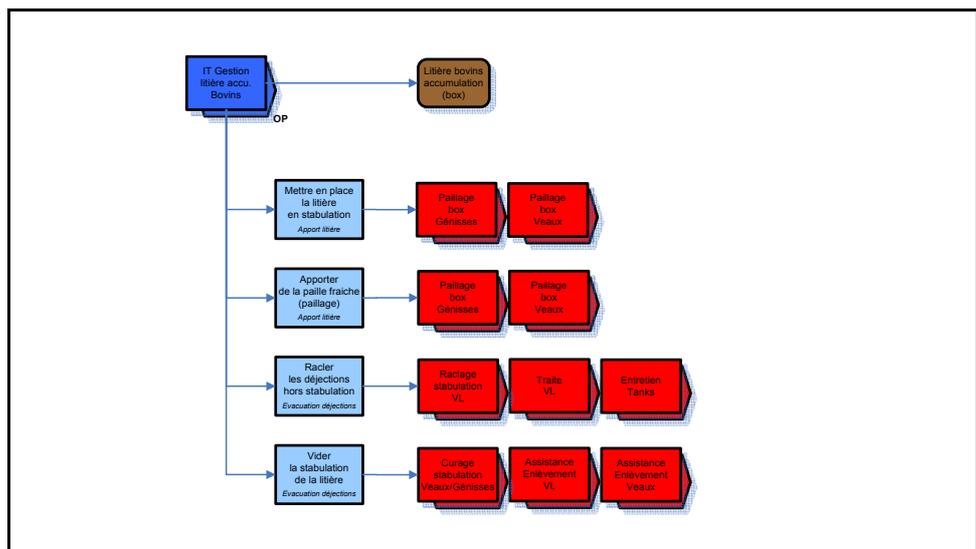


Figure II-74 : Diagramme de mise en œuvre de procédure "Gestion litière accumulation Bovins"

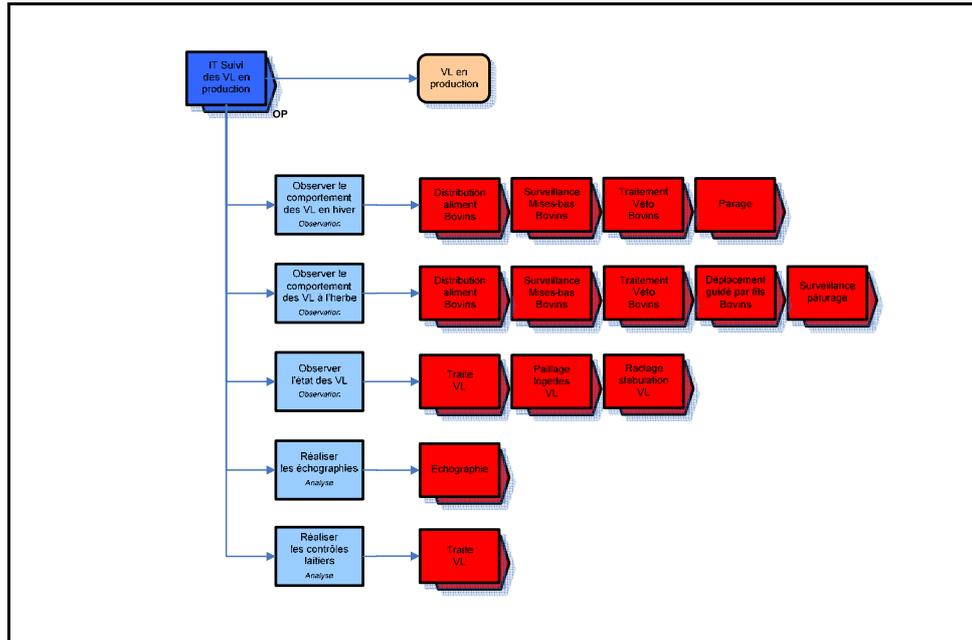


Figure II-75 : Diagramme de mise en œuvre de procédure "IT Suivi des Vaches Laitières en production"

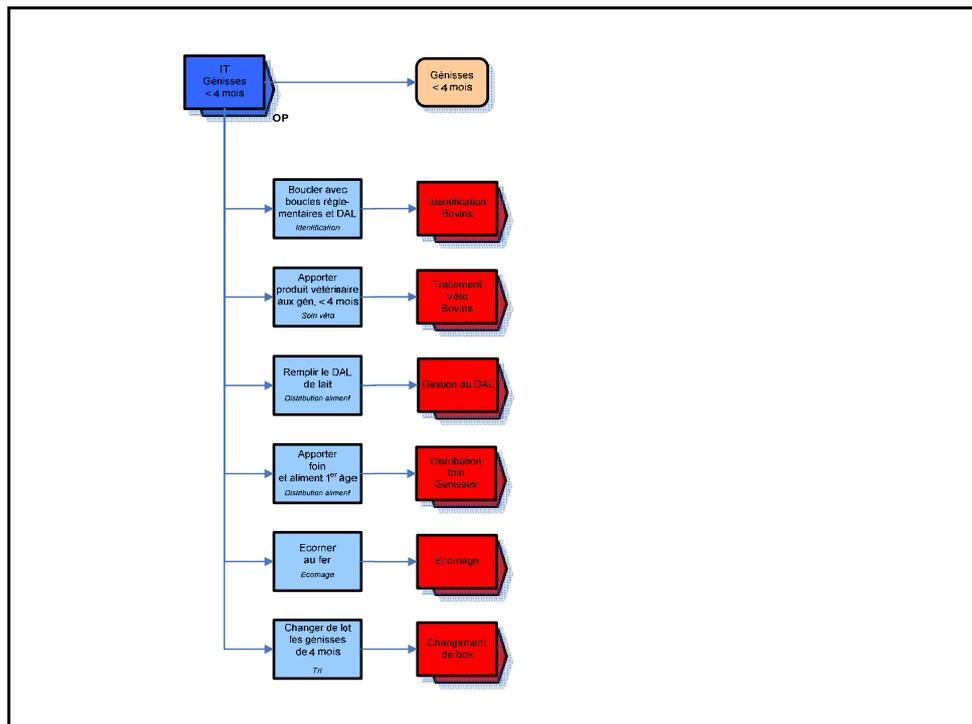


Figure II-76 : Diagramme de mise en œuvre de procédure "IT Génisses de moins de 4 mois"

4.6. Diagramme de pilotage de processus

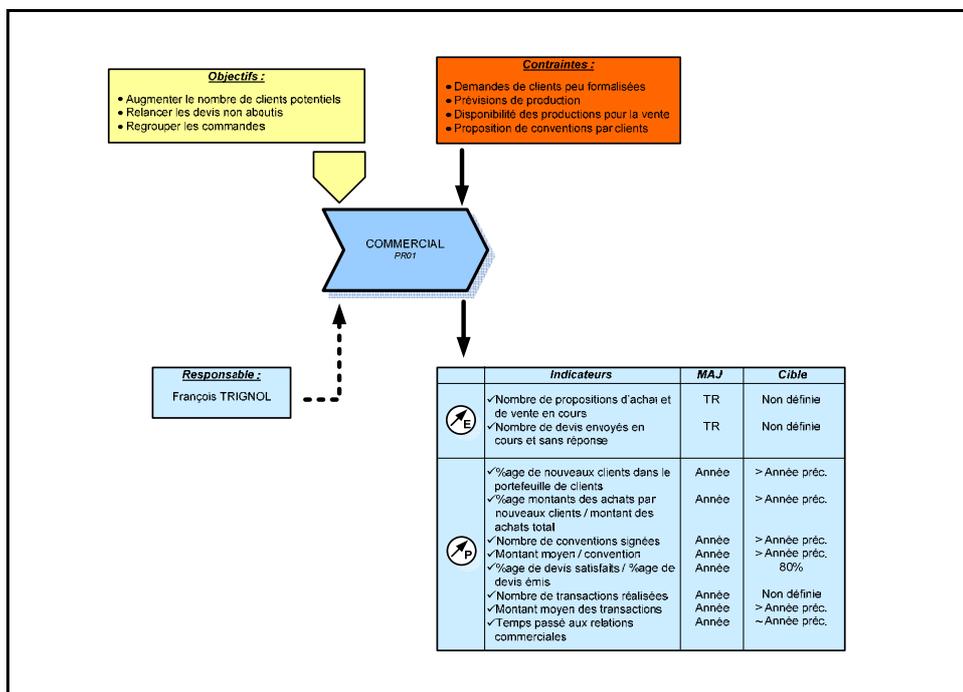


Figure II-77 : Diagramme de pilotage du "Processus Commercial"

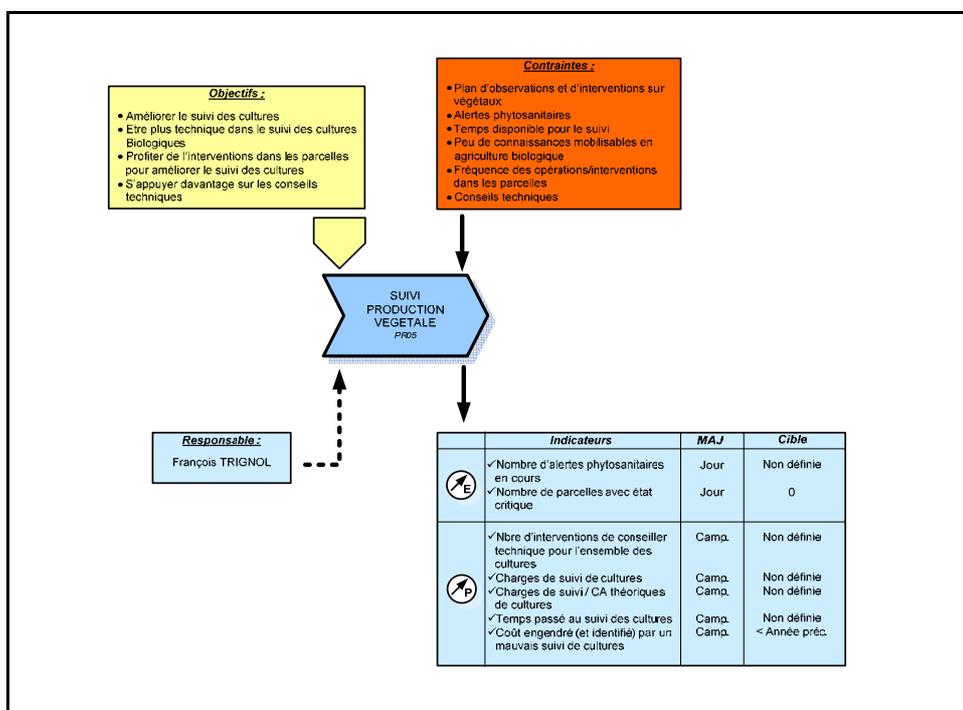


Figure II-78 : Diagramme de pilotage du "Processus Suivi production animale"

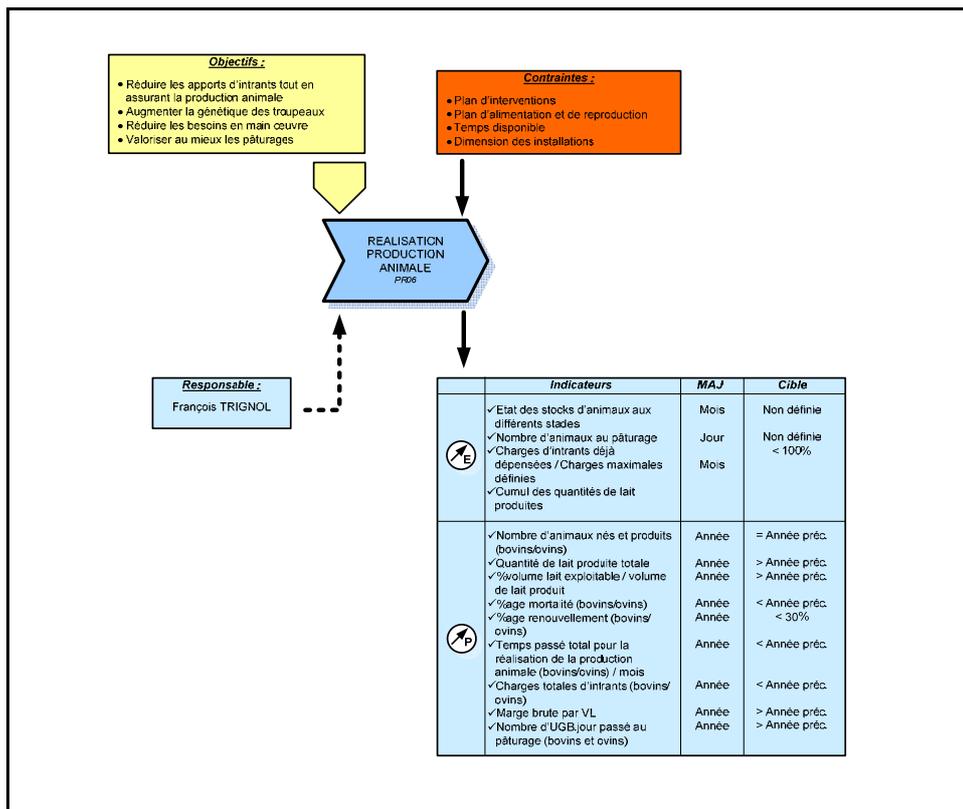


Figure II-79 : Diagramme de pilotage du "Processus Réalisation production animale"

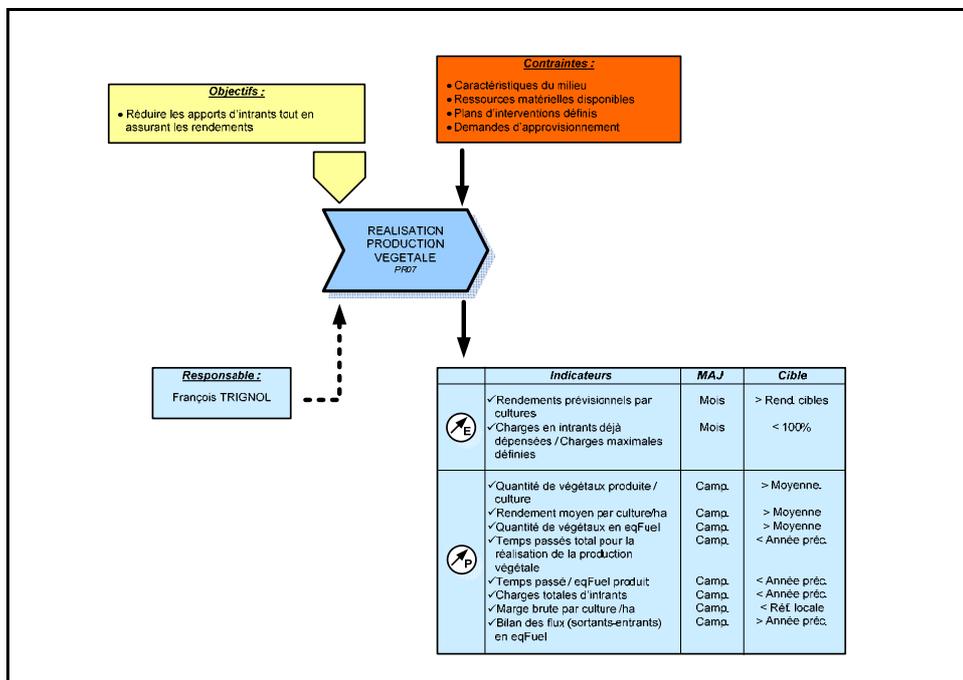


Figure II-80 : Diagramme de pilotage du "Processus Réalisation production végétale"

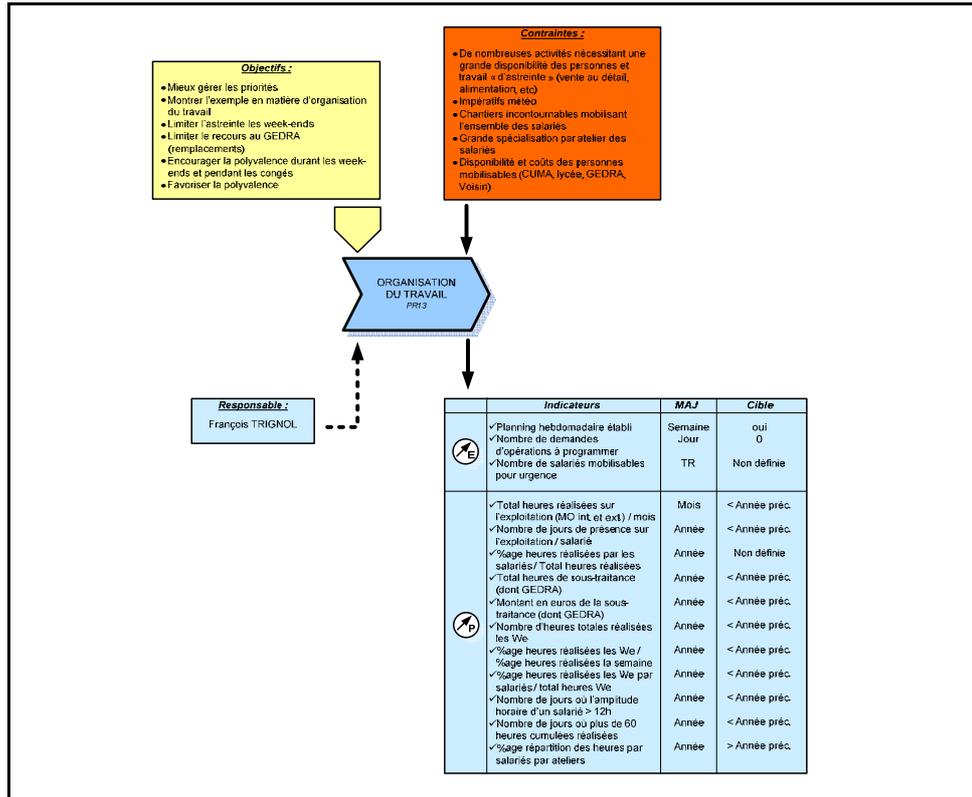


Figure II-81 : Diagramme de pilotage du "Processus Organisation du travail"

4.7. Diagramme de pilotage de procédure

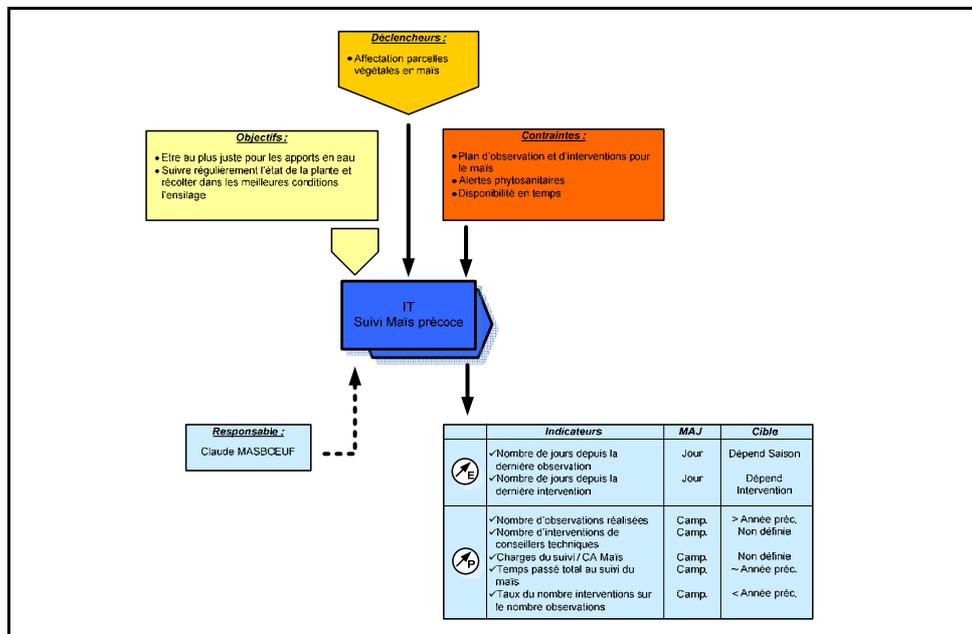


Figure II-82 : Diagramme de pilotage de la procédure "IT Suivi Maïs précoce"

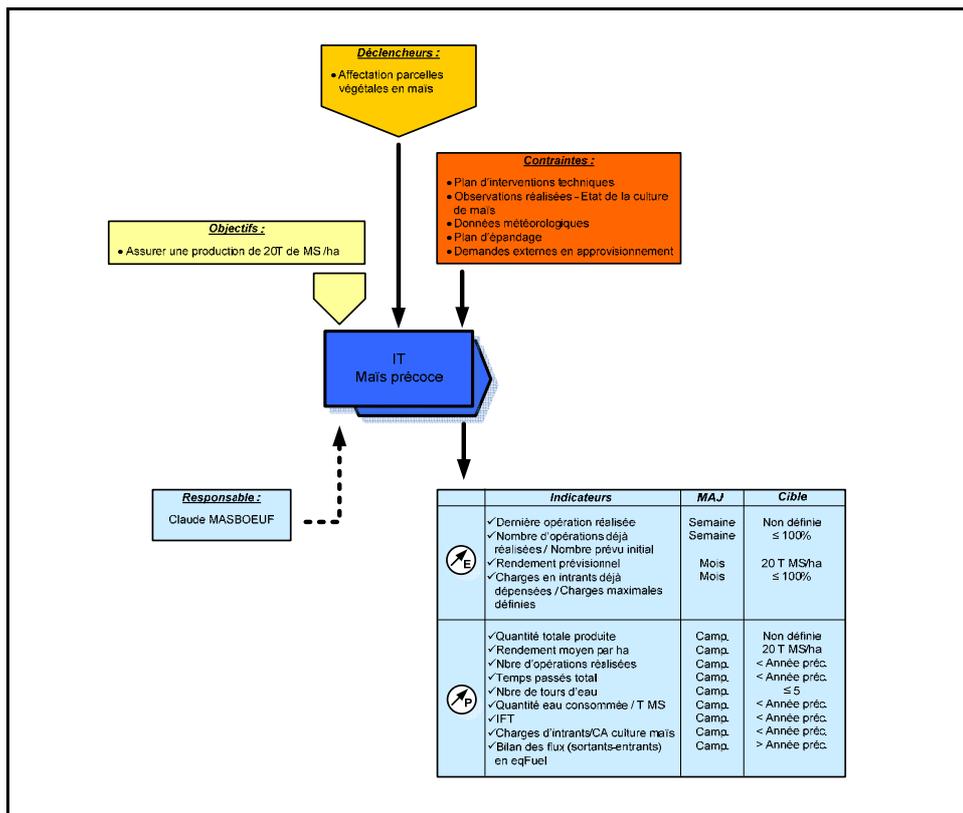


Figure II-83 : Diagramme de pilotage de la procédure "IT Maïs précoce"

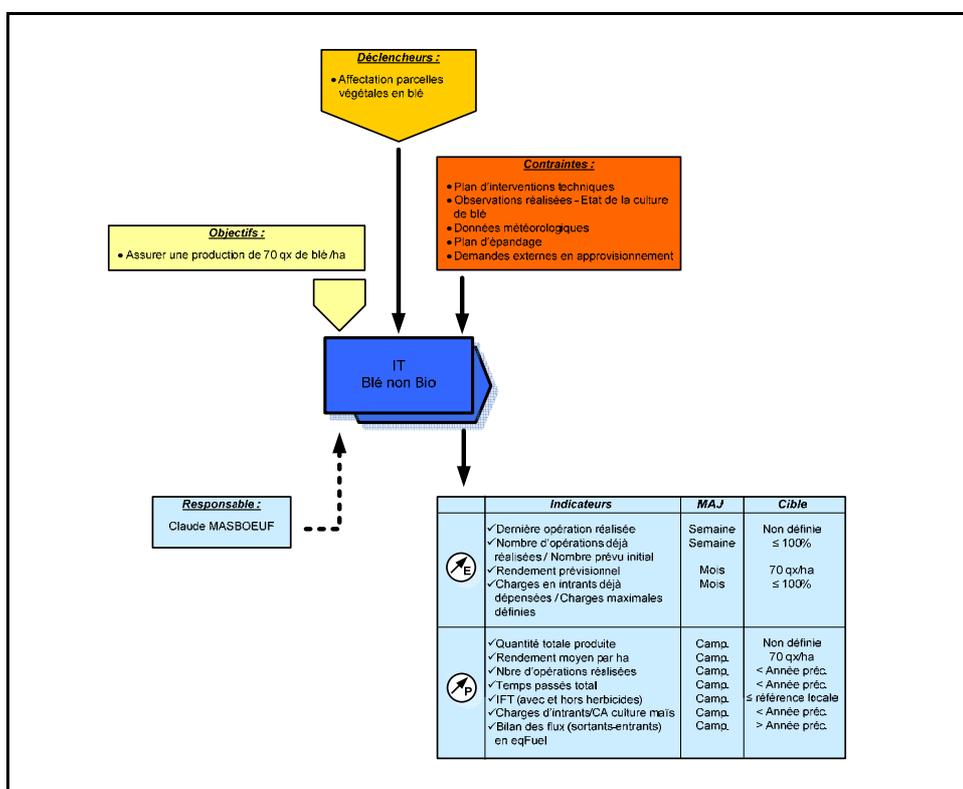


Figure II-84 : Diagramme de pilotage de la procédure "It Blé non Bio"

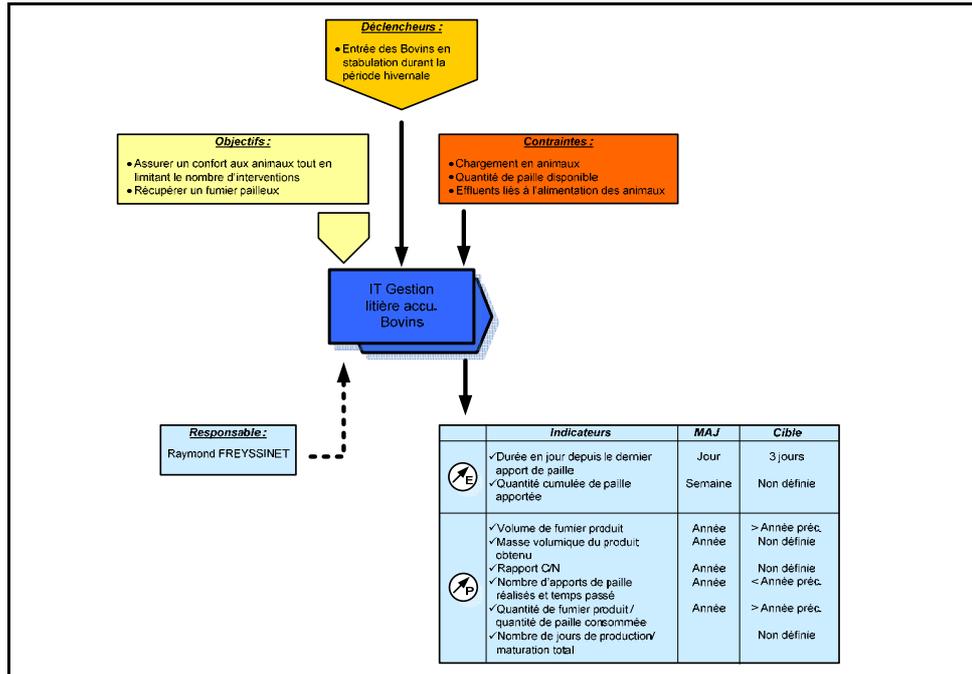


Figure II-85 : Diagramme de pilotage de la procédure "IT Gestion litière accumulation des bovins"

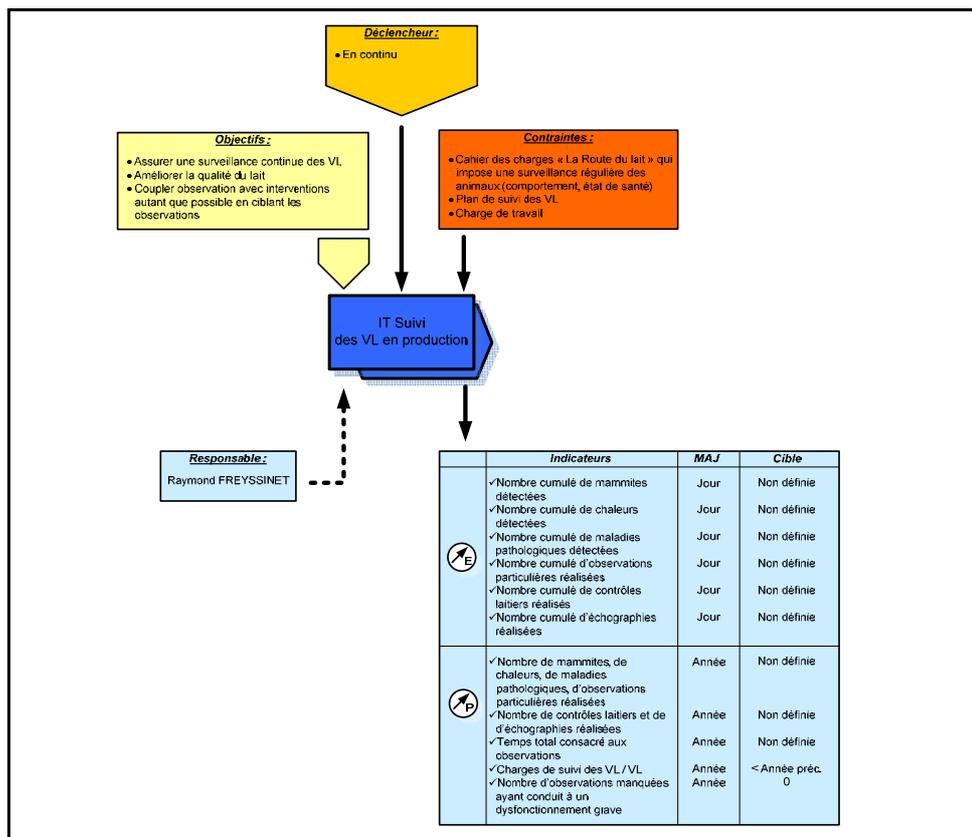


Figure II-86 : Diagramme de pilotage de la procédure "IT Suivi des vaches laitières en production"

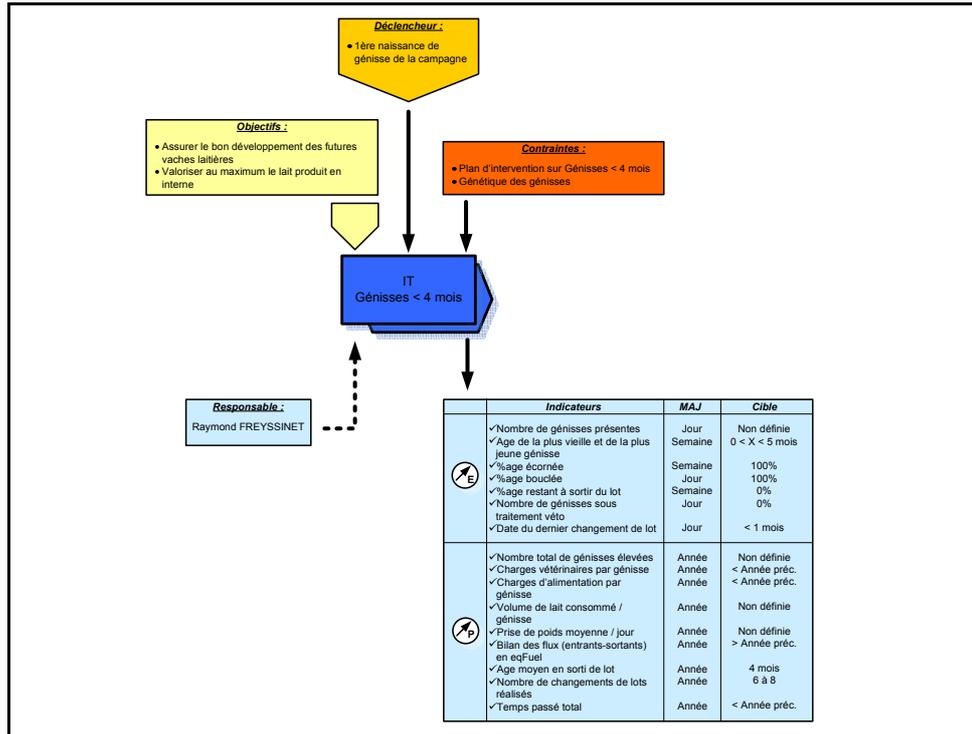


Figure II-87 : Diagramme de pilotage de la procédure "IT Génisses de moins de 4 mois"

4.8. Diagramme de pilotage d'une opération technique

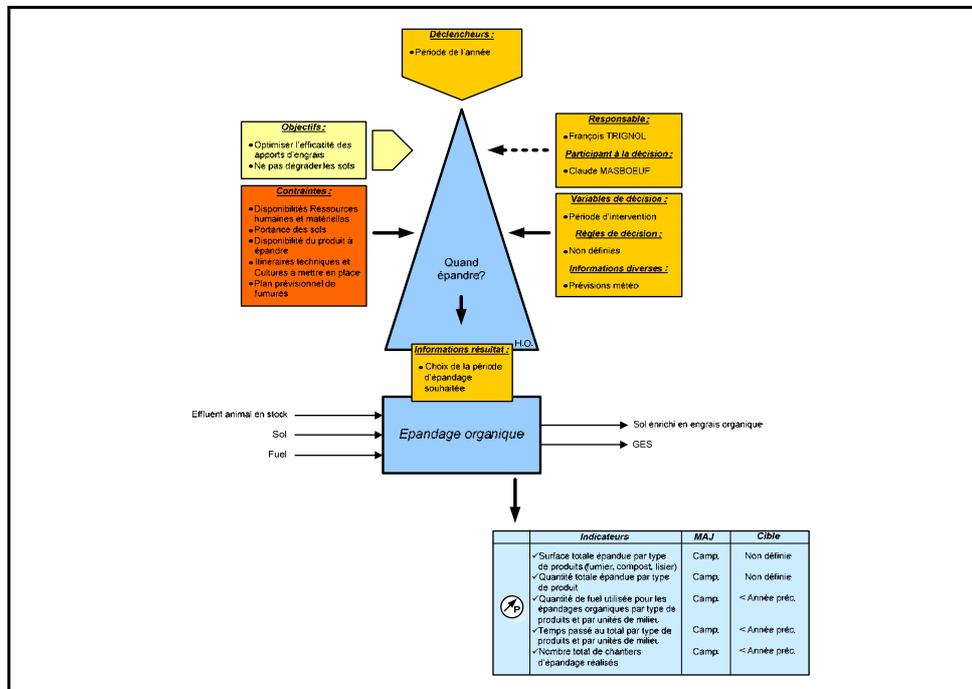


Figure II-88 : Diagramme de pilotage de l'opération technique "Epannage organique"

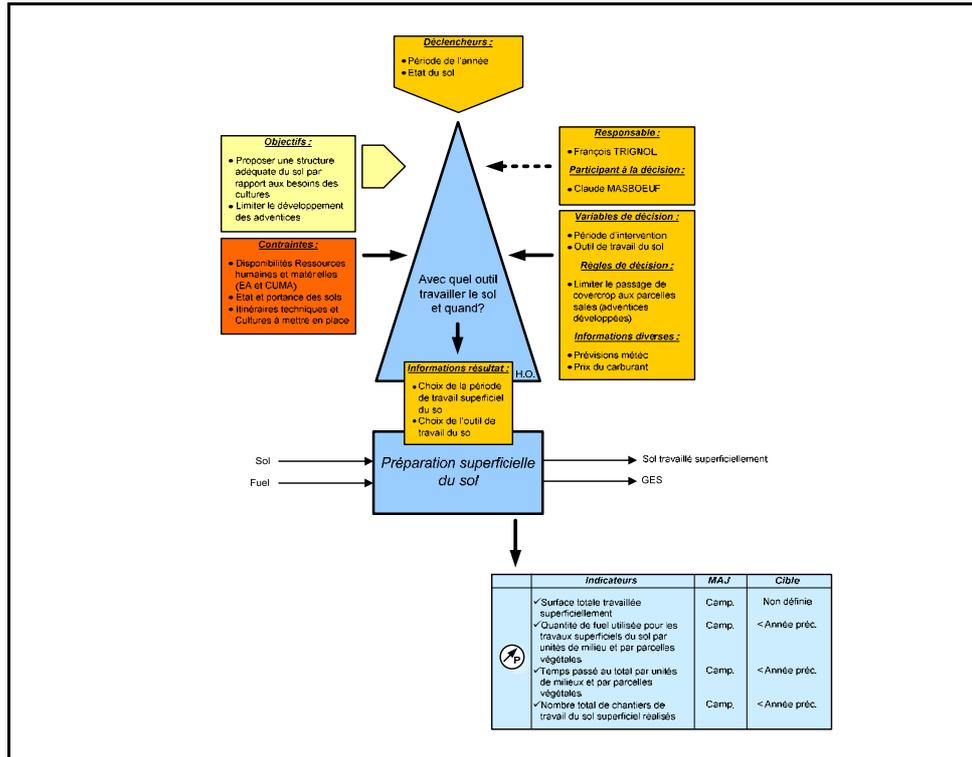


Figure II-89 : Diagramme de pilotage de l'opération technique "Préparation superficielle du sol"

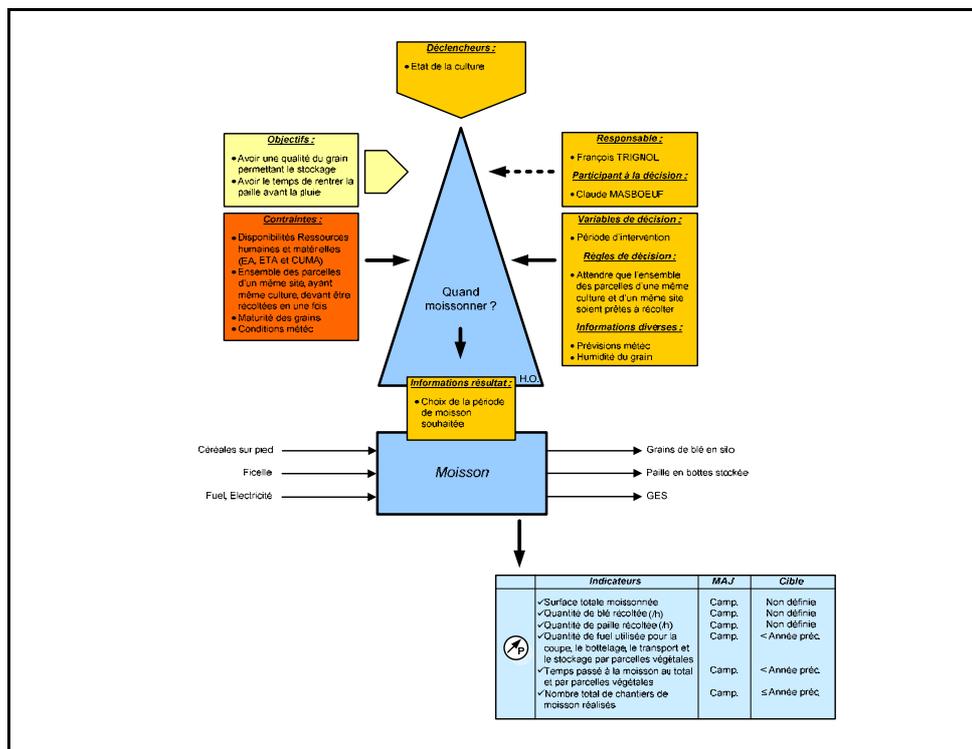


Figure II-90 : Diagramme de pilotage de l'opération technique "Moisson"

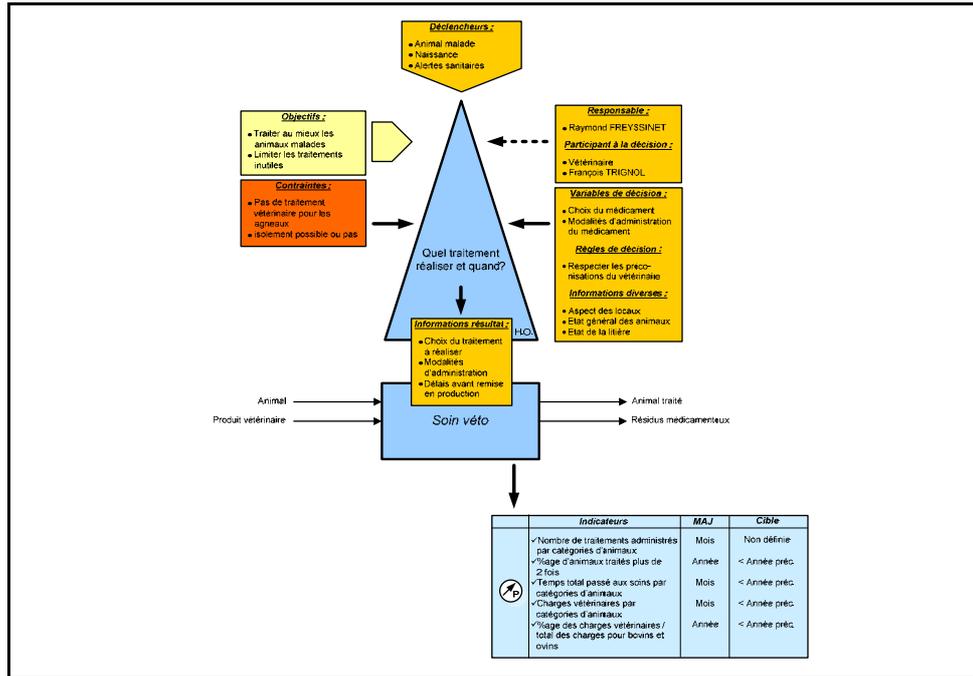


Figure II-91 : Diagramme de pilotage de l'opération technique "Soin veto"

4.9. Diagramme de pilotage d'une opération

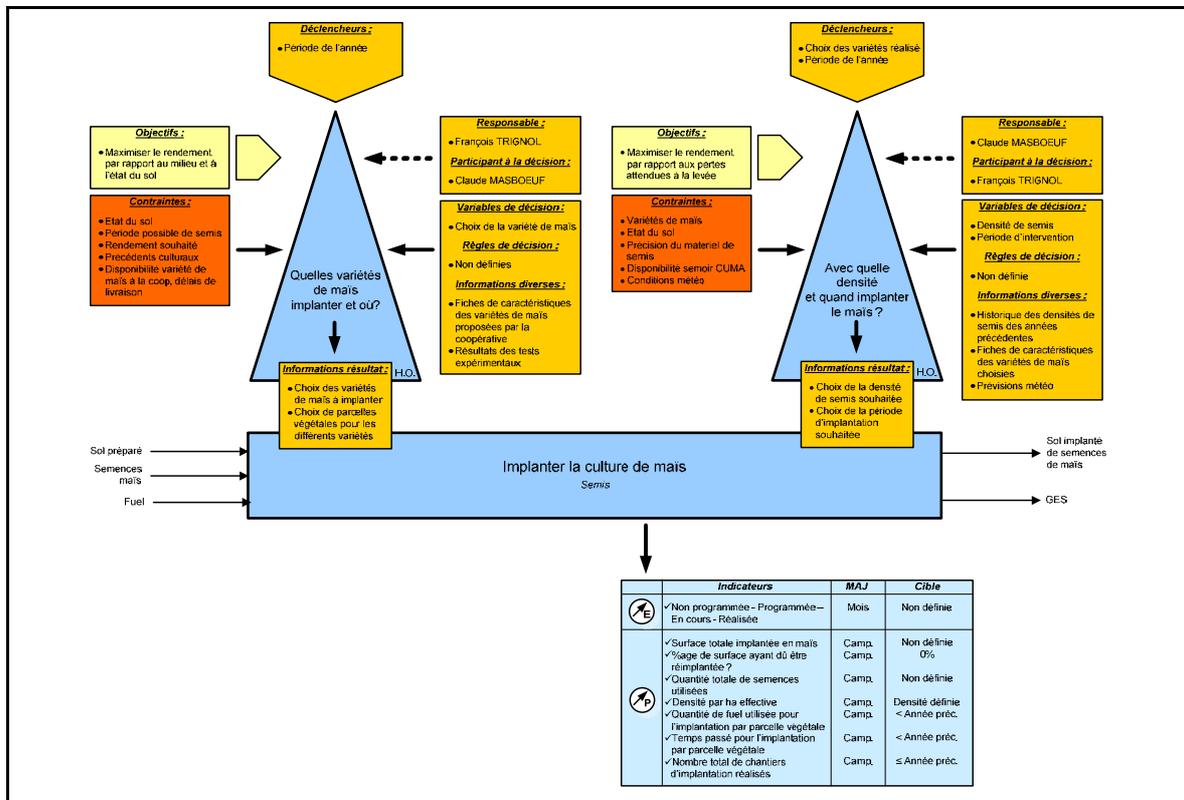


Figure II-92 : Diagramme de pilotage de l'opération "Planter la culture de maïs"

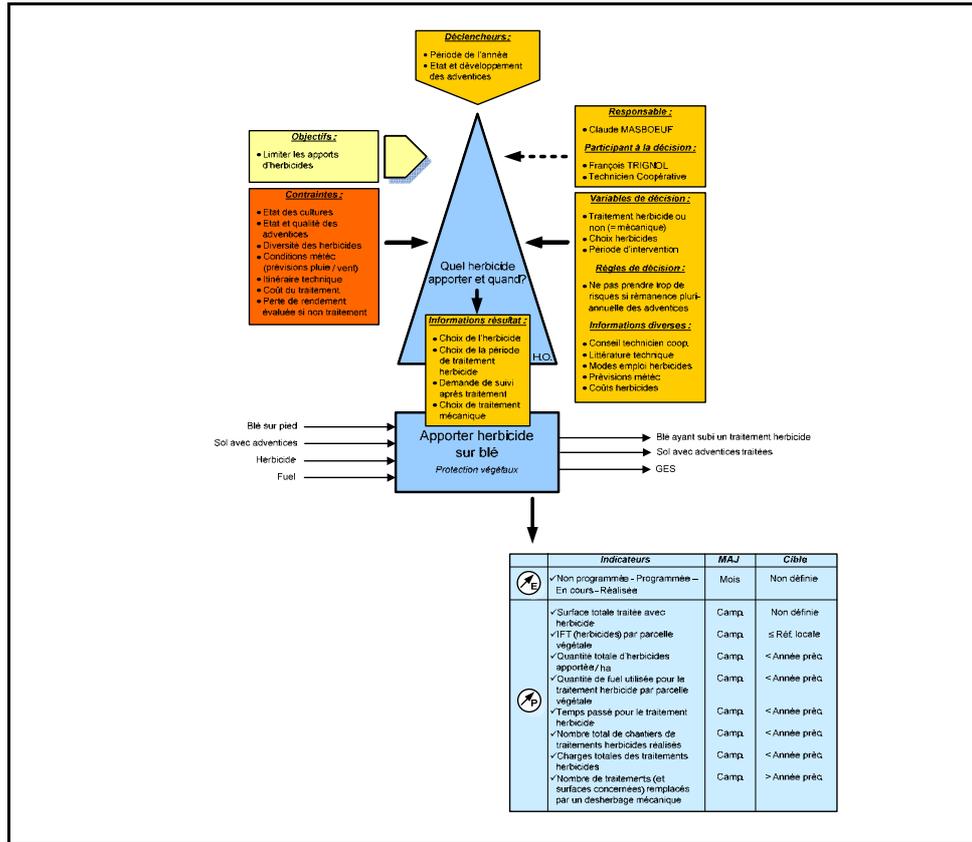


Figure II-93 : Diagramme de pilotage de l'opération "Apporter herbicide sur blé"

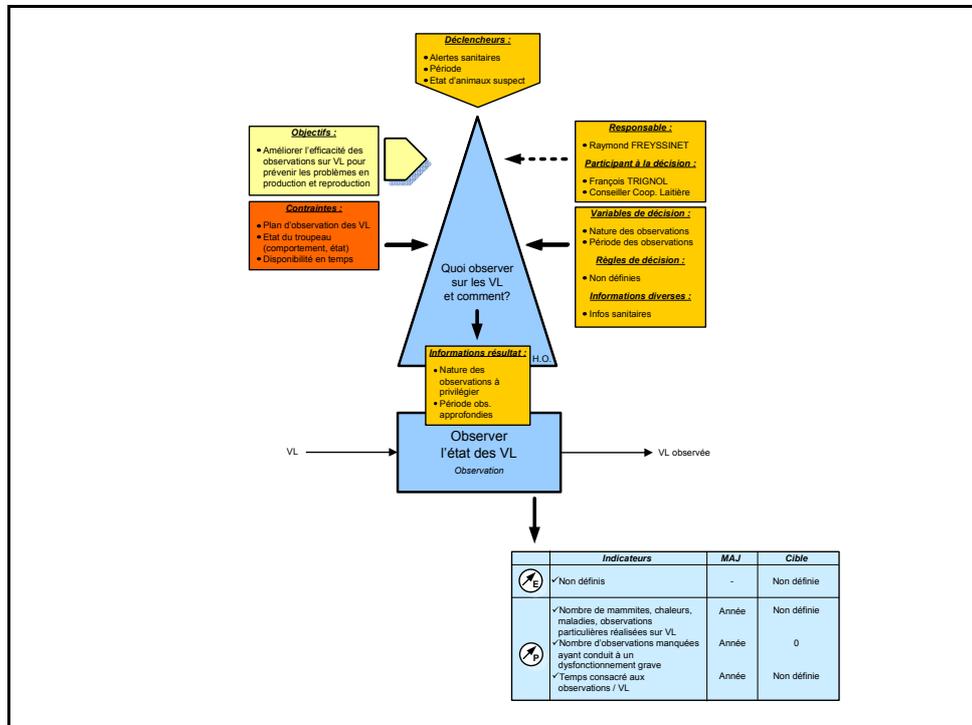


Figure II-94 : Diagramme de pilotage de l'opération "Observer l'état des VL"

5. Modèles de la vue Physique

Pour la vue Physique, nous présentons 29 modèles établis pour l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. La Figure II-95 présente l'articulation entre ces différents modèles. L'organigramme général des unités de travail présente les principales unités de travail de l'exploitation considérée (Figure II-96). Deux unités de travail sont décomposées dans la Figure II-97 : l'"atelier Bovin lait" et l'"atelier cultures". Pour ces deux unités de travail, les travaux et les opérations techniques qu'elles permettent de réaliser sont précisés dans l'organigramme des travaux et les tableaux de correspondance (Figures II-98, II-99, et II-113 à II-116). A un niveau plus fin, 4 unités de travail sont plus particulièrement détaillées : "Alimentation stabulation Bovins", "Travail du sol", "Semis" et "Epannage" (Figures II-101 à II-104). 4 travaux sont également décrits de manière détaillée : "Distribution aliment Bovins", "Chantier Travail du sol", "Chantier Semis Maïs" et "Chantier Epannage Compost" (Figures II-105 à II-108). Cette description est complétée pour chacun des 4 travaux d'un logigramme de tâches (Figures II-109 à II-112). Les diagrammes de pilotage sont enfin définis pour ces 4 unités de travail (Figures II-117 à II-120) et ces 4 travaux (Figures II-121 à 124).

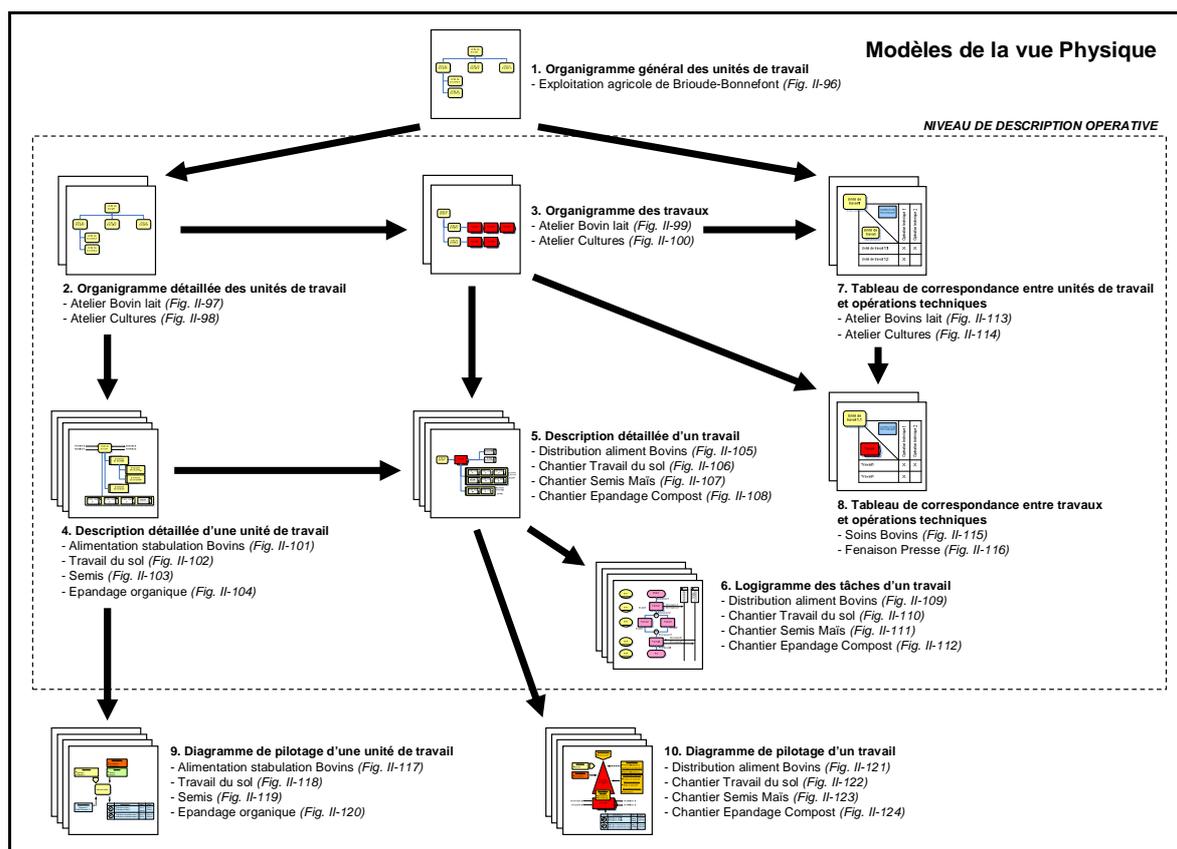


Figure II-95 : Articulation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont présentés pour la vue Physique

5.1. Diagramme général des unités de travail

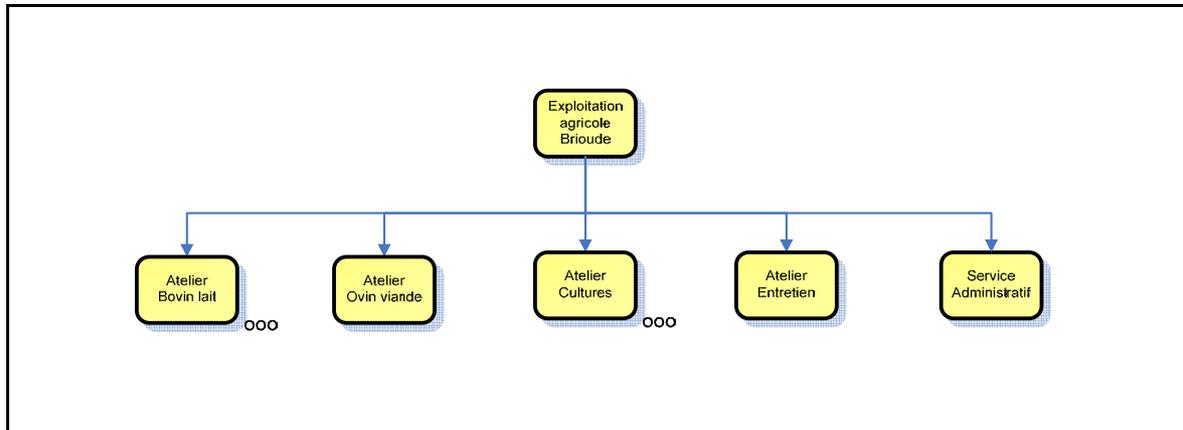


Figure II-96 : Organigramme général des unités de travail de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

5.2. Organigramme détaillé des unités de travail

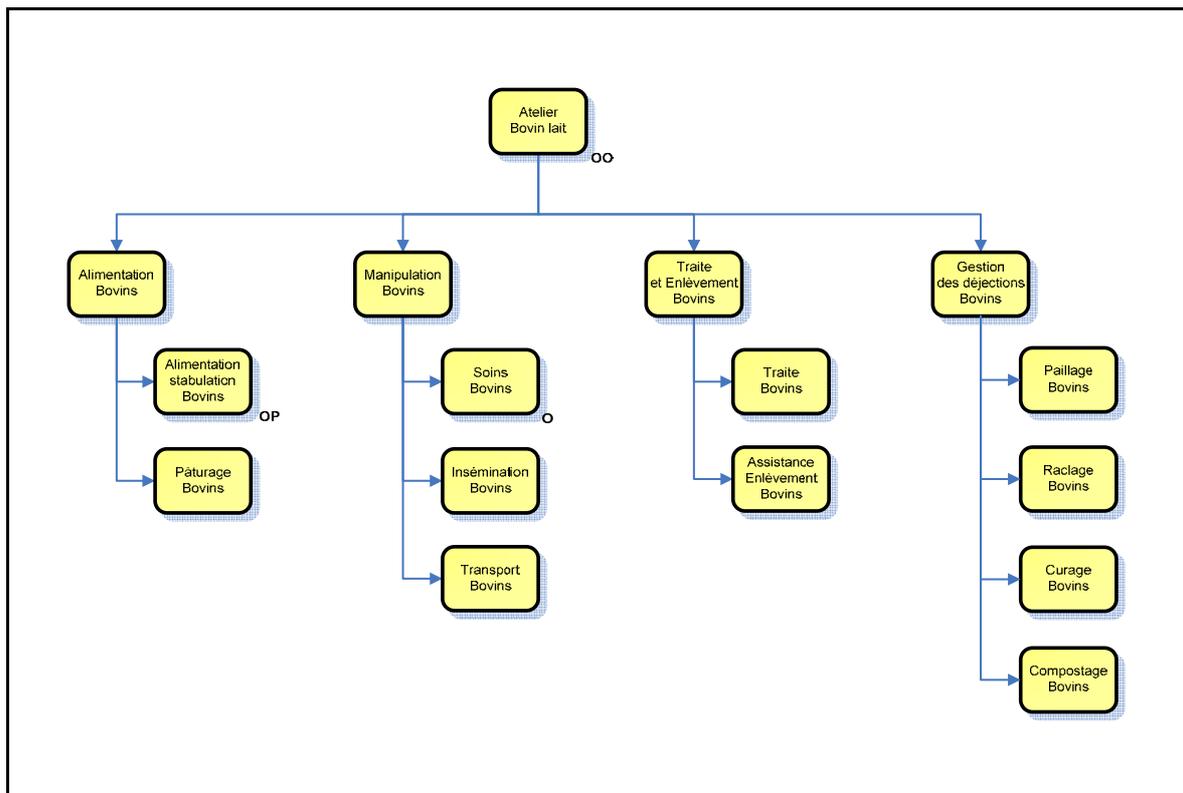


Figure II-97 : Organigramme détaillé des unités de travail "Atelier Bovin lait"

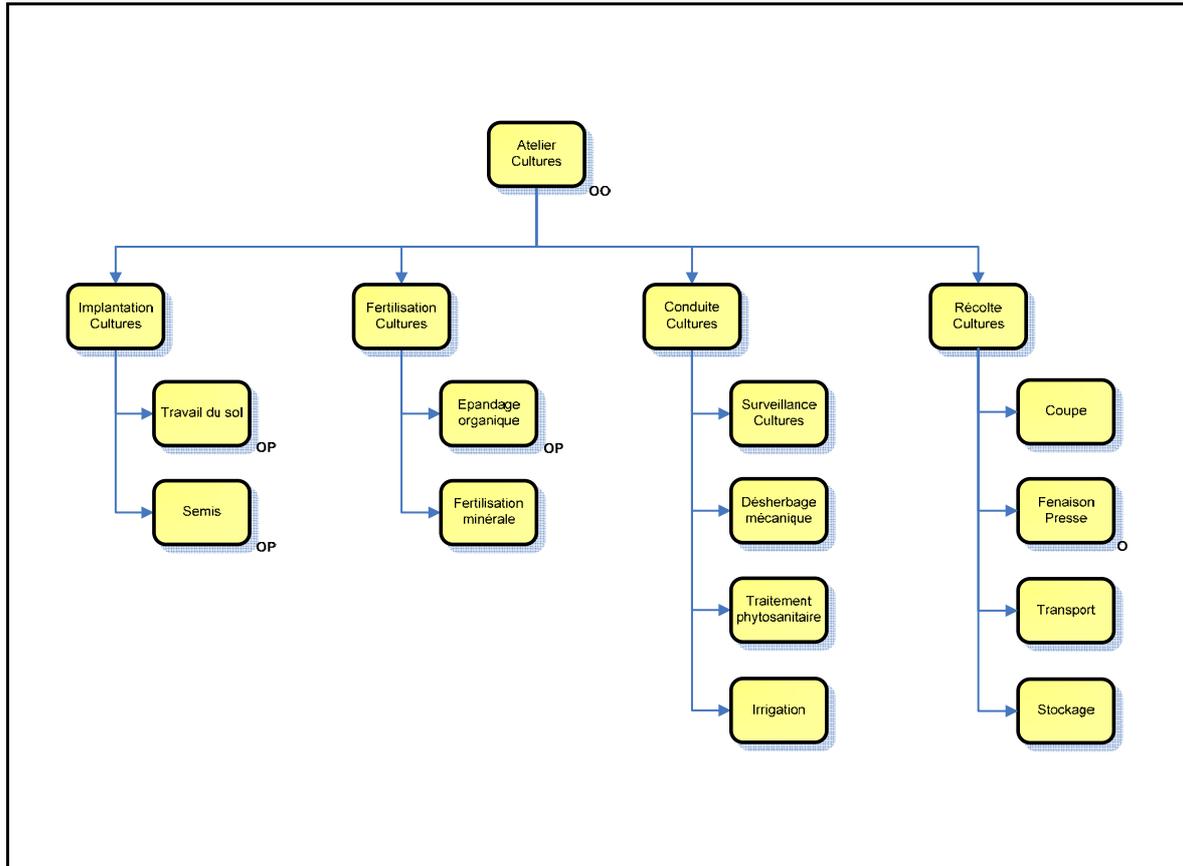


Figure II-98 : Organigramme détaillé des unités de travail "Atelier Cultures"

5.3. Organigramme des travaux

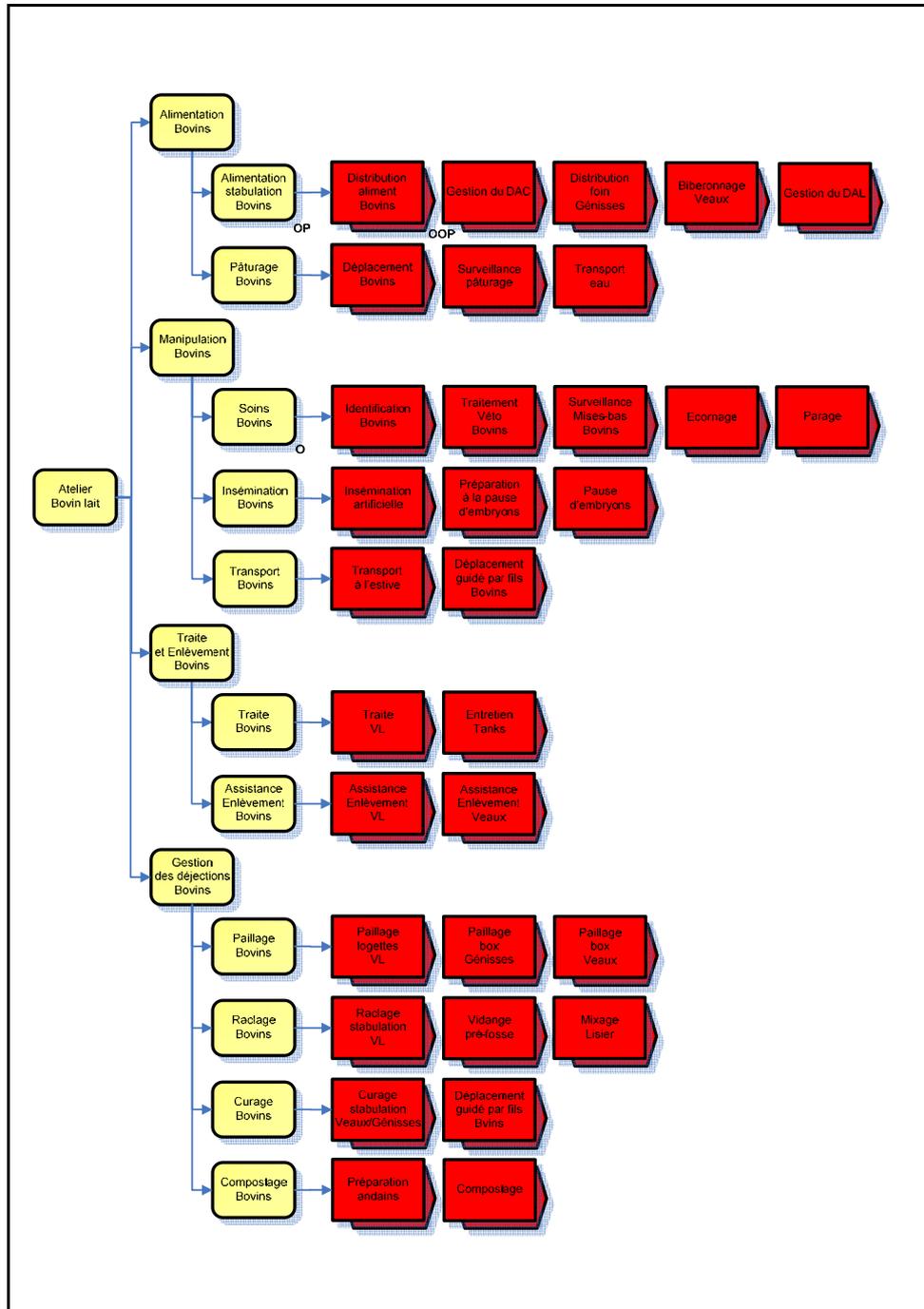


Figure II-99 : Organigramme des travaux pour l'unité de travail "Atelier Bovin lait"

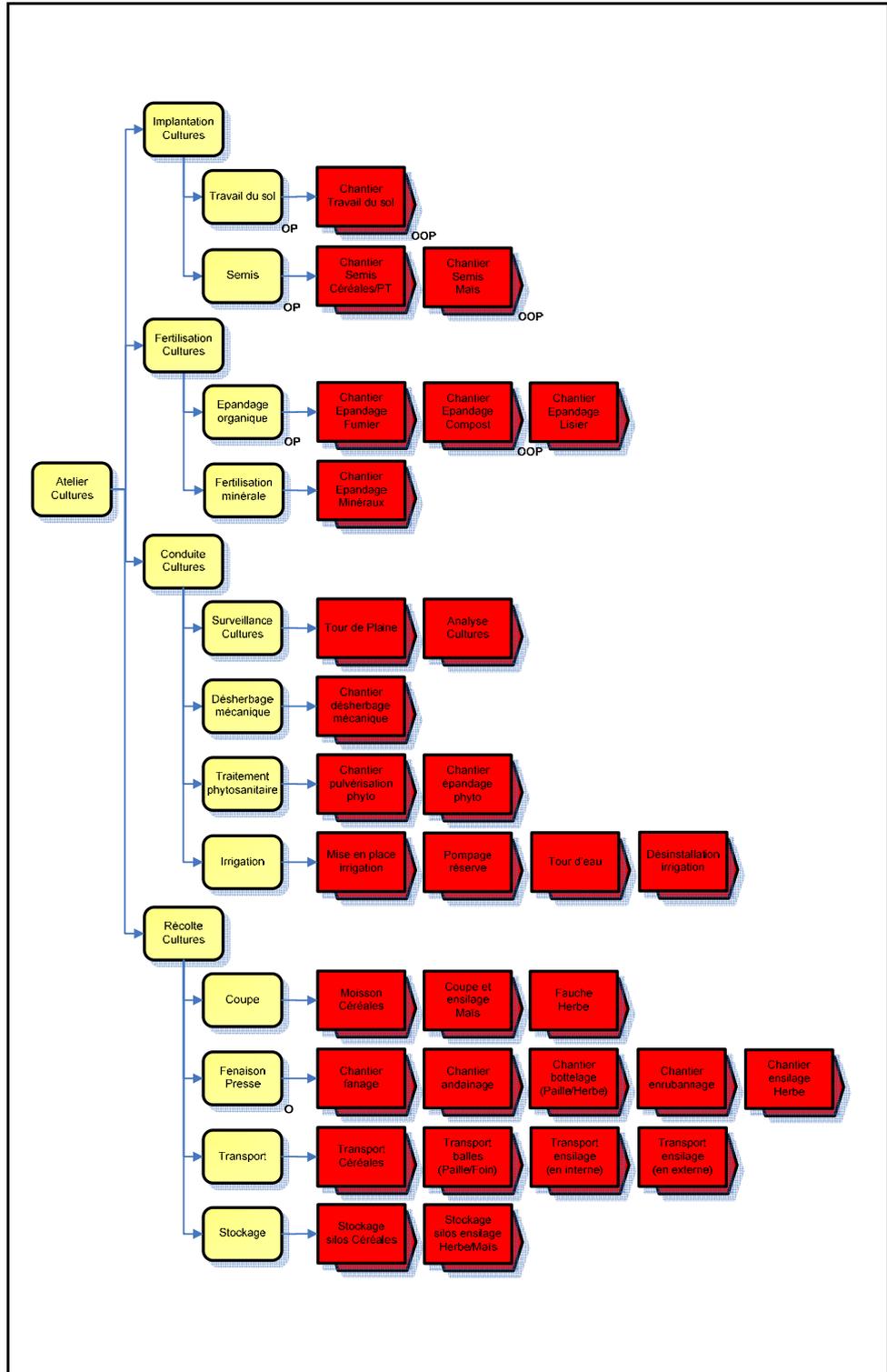


Figure II-100 : Organigramme des travaux pour l'unité de travail "Atelier Cultures"

5.4. Description détaillée d'une unité de travail

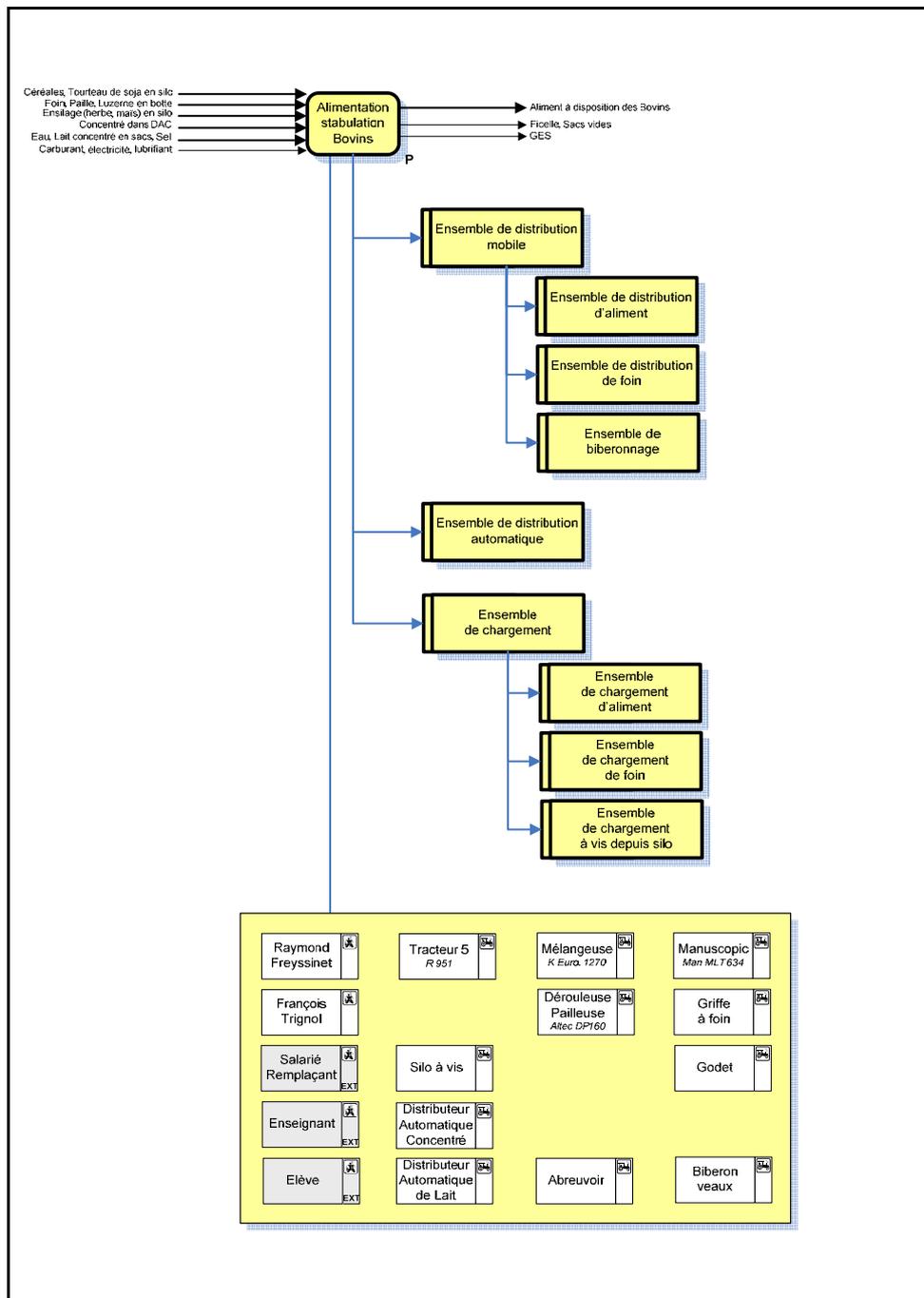


Figure II-101 : Description détaillée de l'unité de travail "Alimentation stabulation bovins"

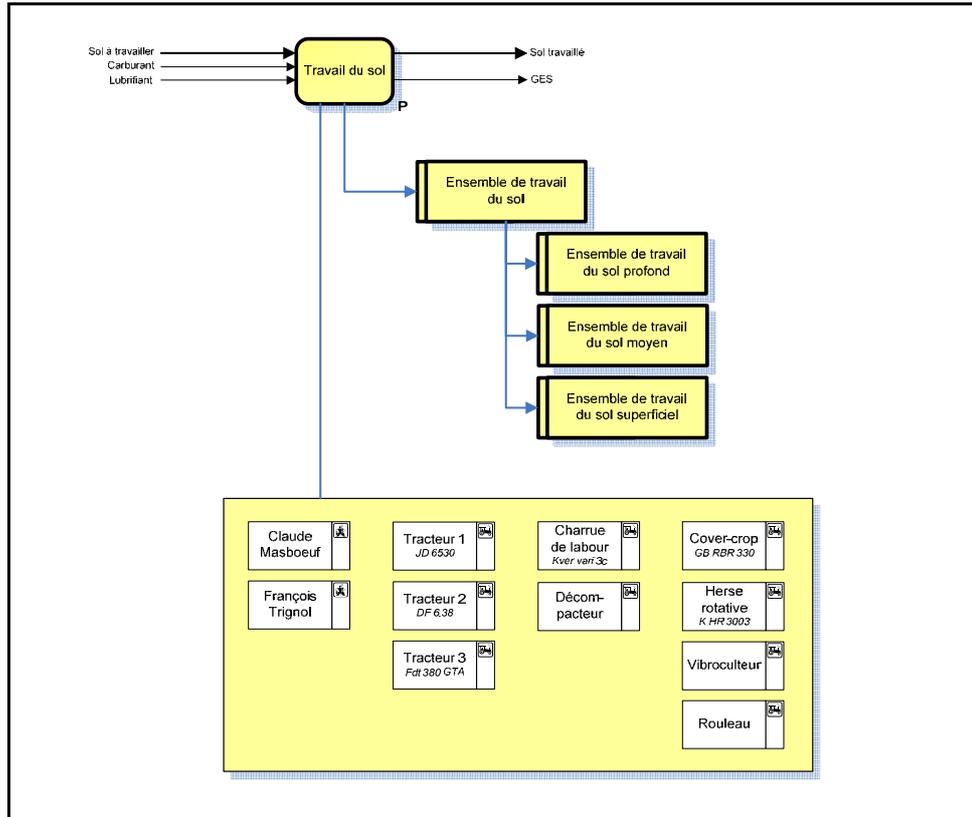


Figure II-102 : Description détaillée de l'unité de travail "Travail du sol"

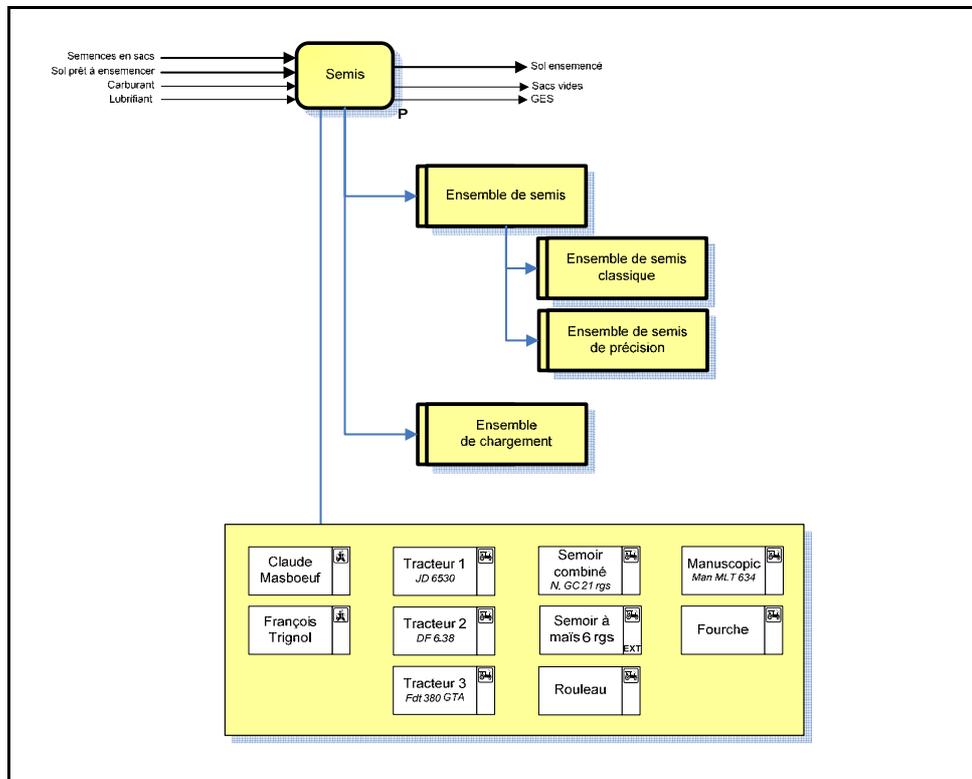


Figure II-103 : Description détaillée de l'unité de travail "Semis"

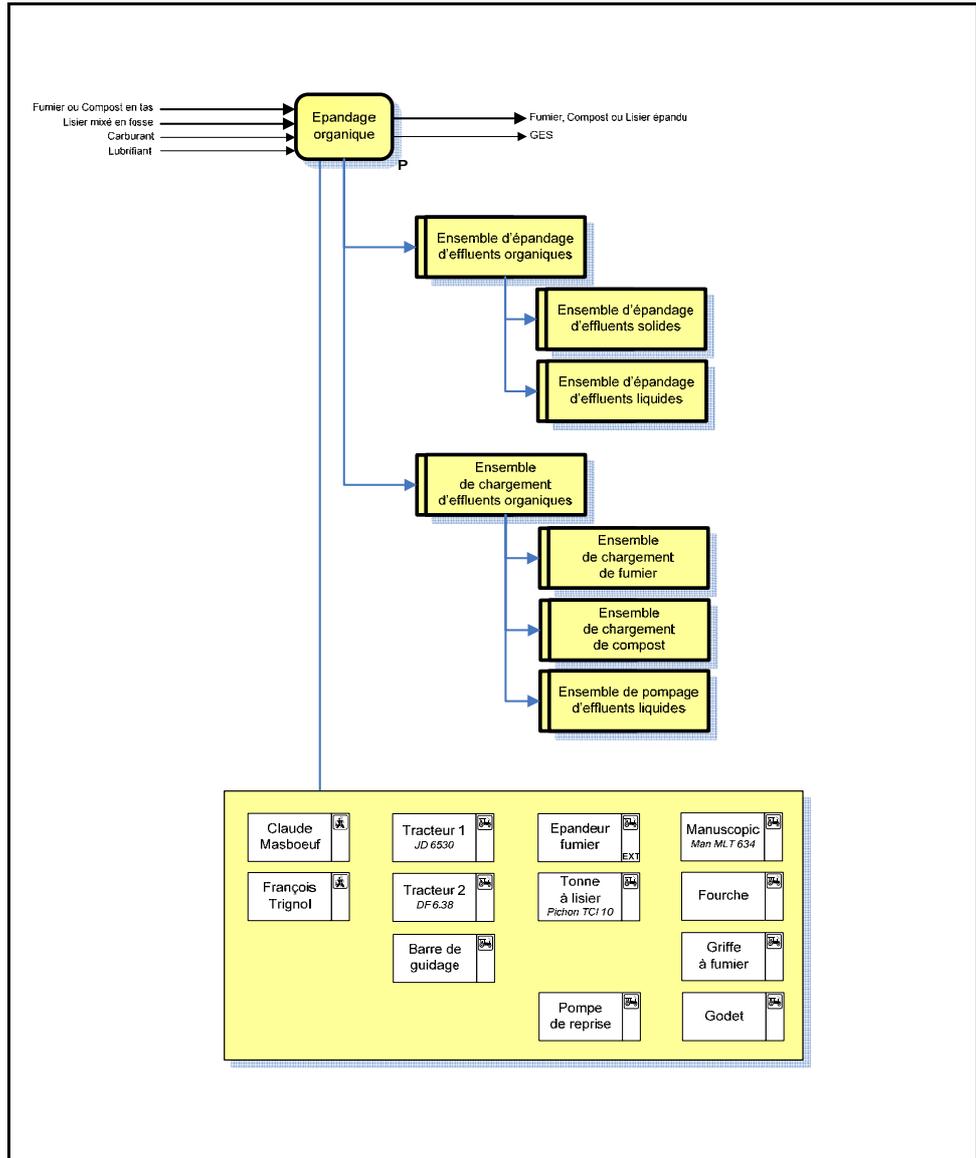


Figure II-104 : Description détaillée de l'unité de travail "Epannage organique"

5.5. Description détaillée d'un travail

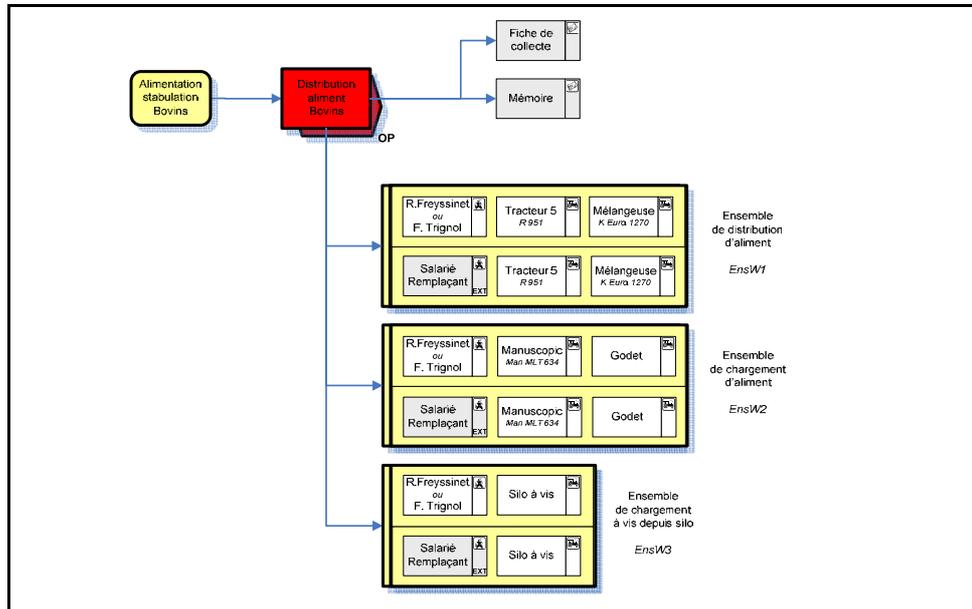


Figure II-105 : Description détaillée du travail "Distribution aliment Bovins"

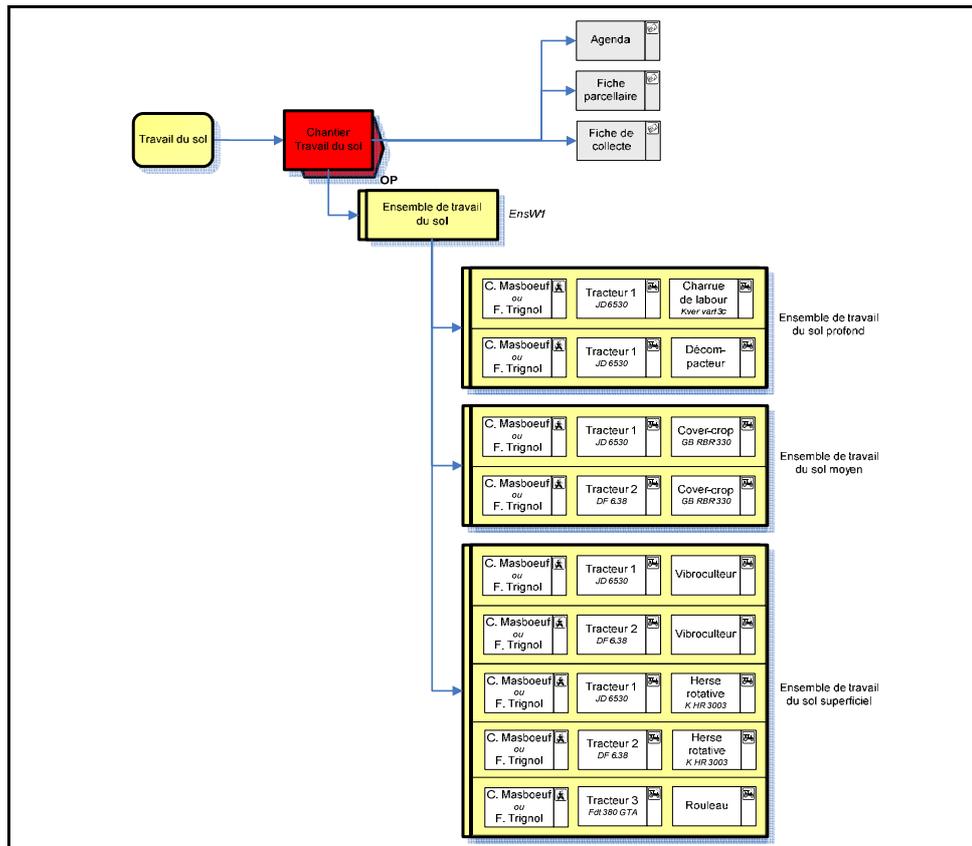


Figure II-106 : Description détaillée du travail "Chantier Travail du sol"

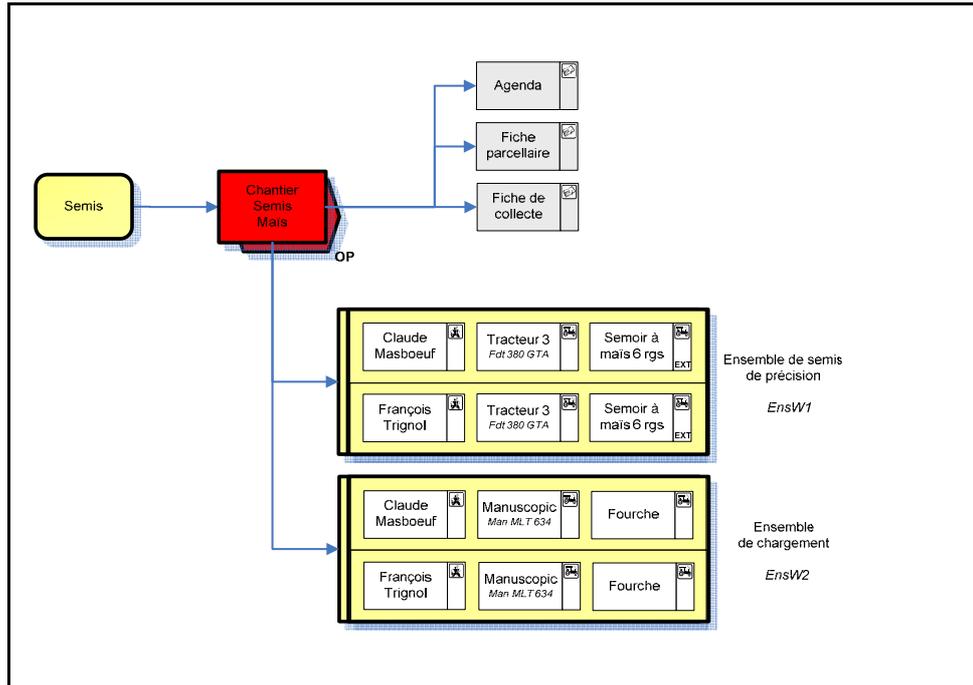


Figure II-107 : Description détaillée du travail "Chantier Semis Maïs"

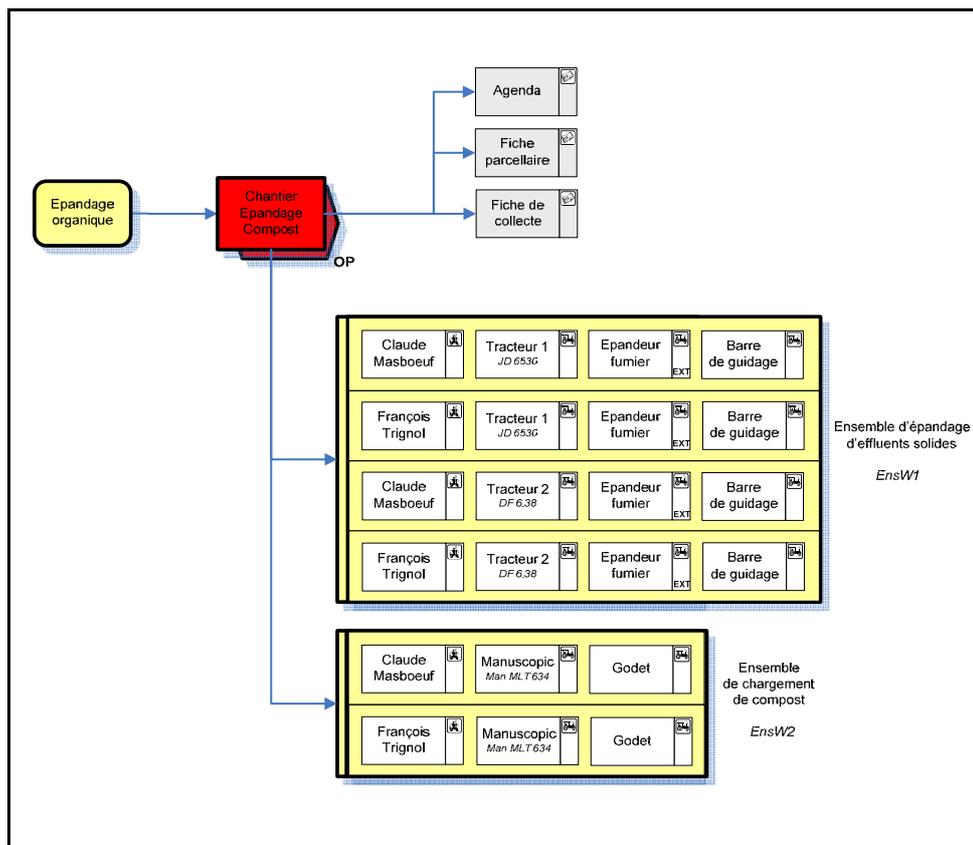


Figure II-108 : Description détaillée du travail "Chantier Epandage Compost"

5.6. Logigramme des tâches d'un travail

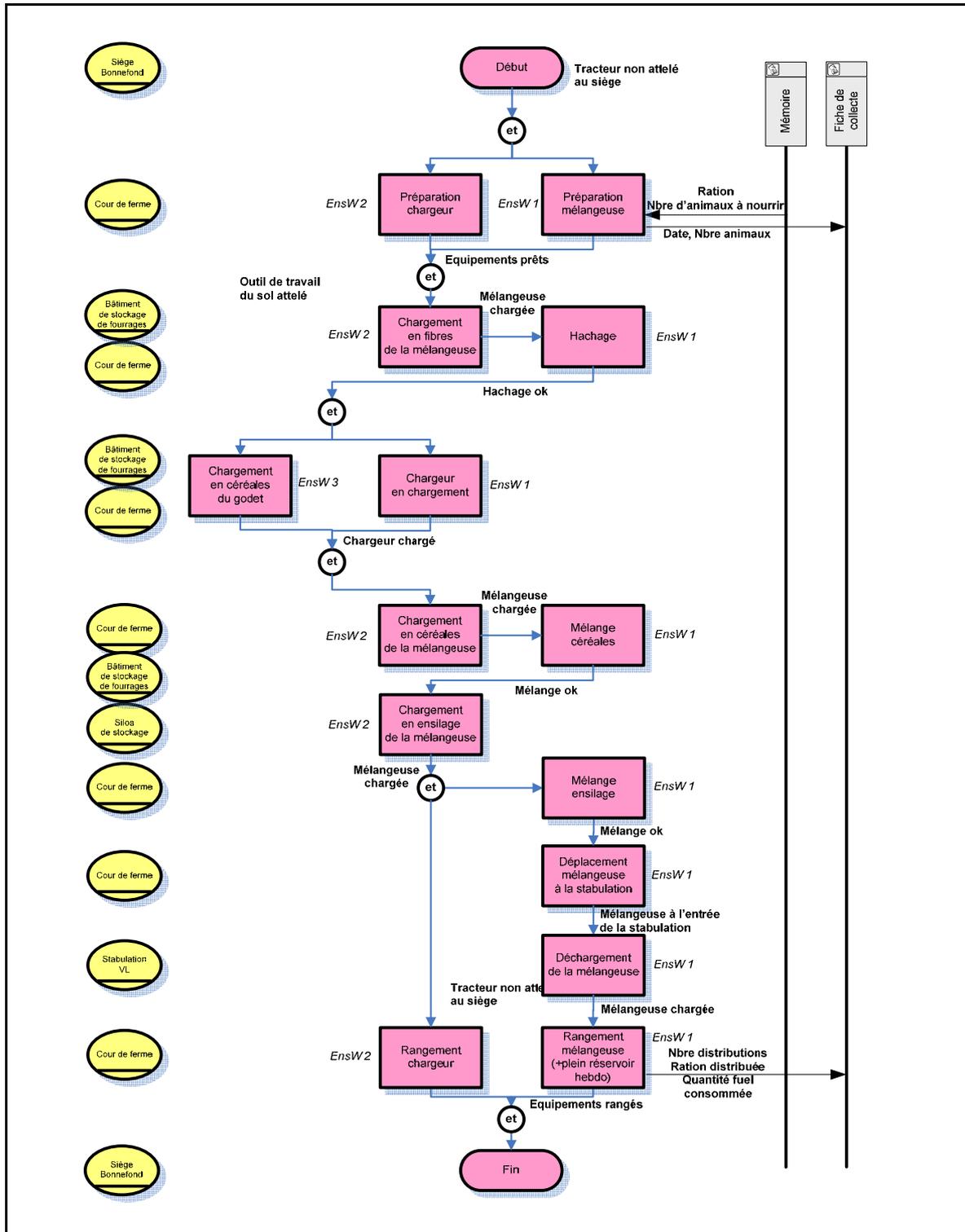


Figure II-109 : Logigramme des tâches du travail "Distribution aliment Bovins"

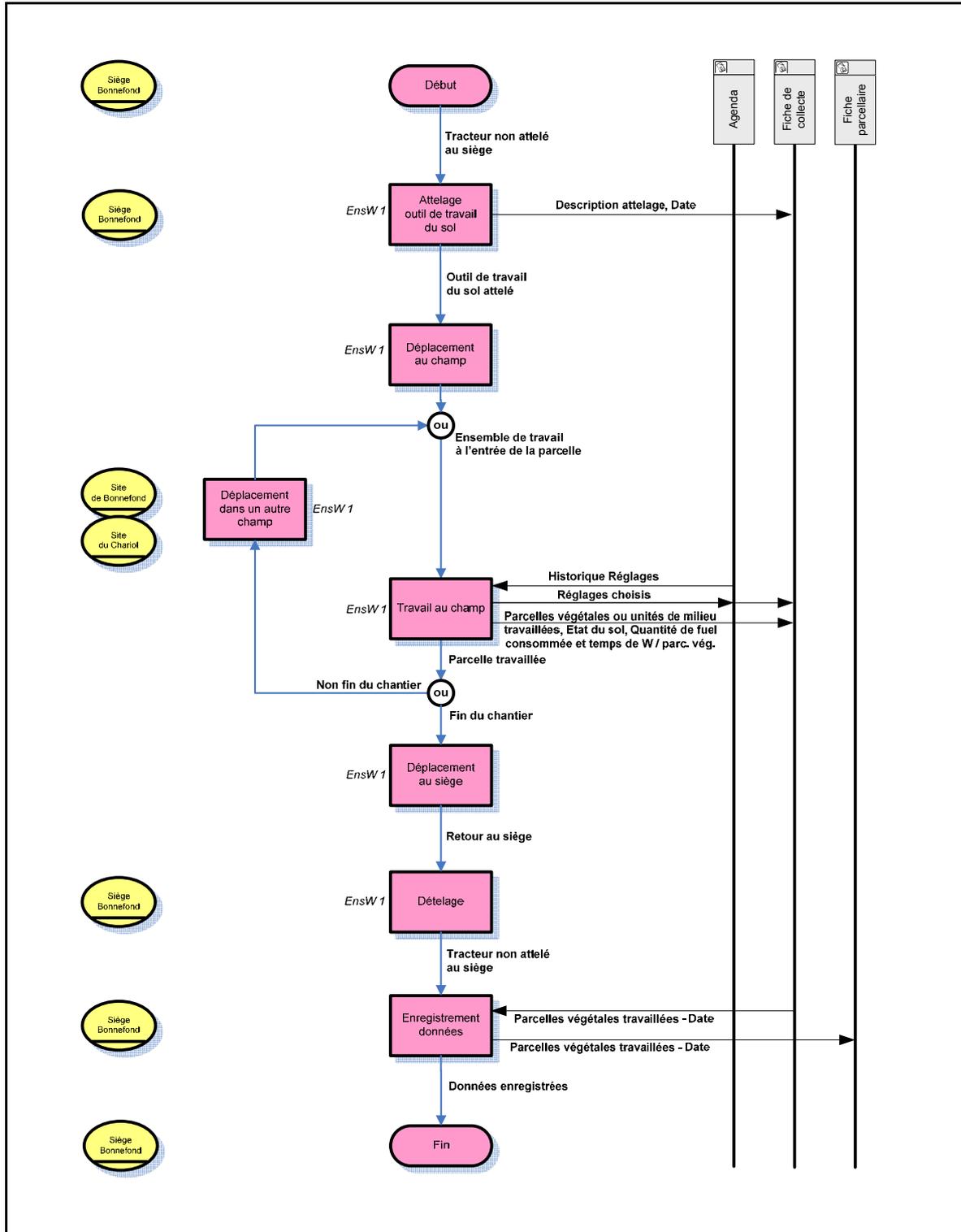


Figure II-110 : Logigramme des tâches du travail "Chantier Travail du sol"

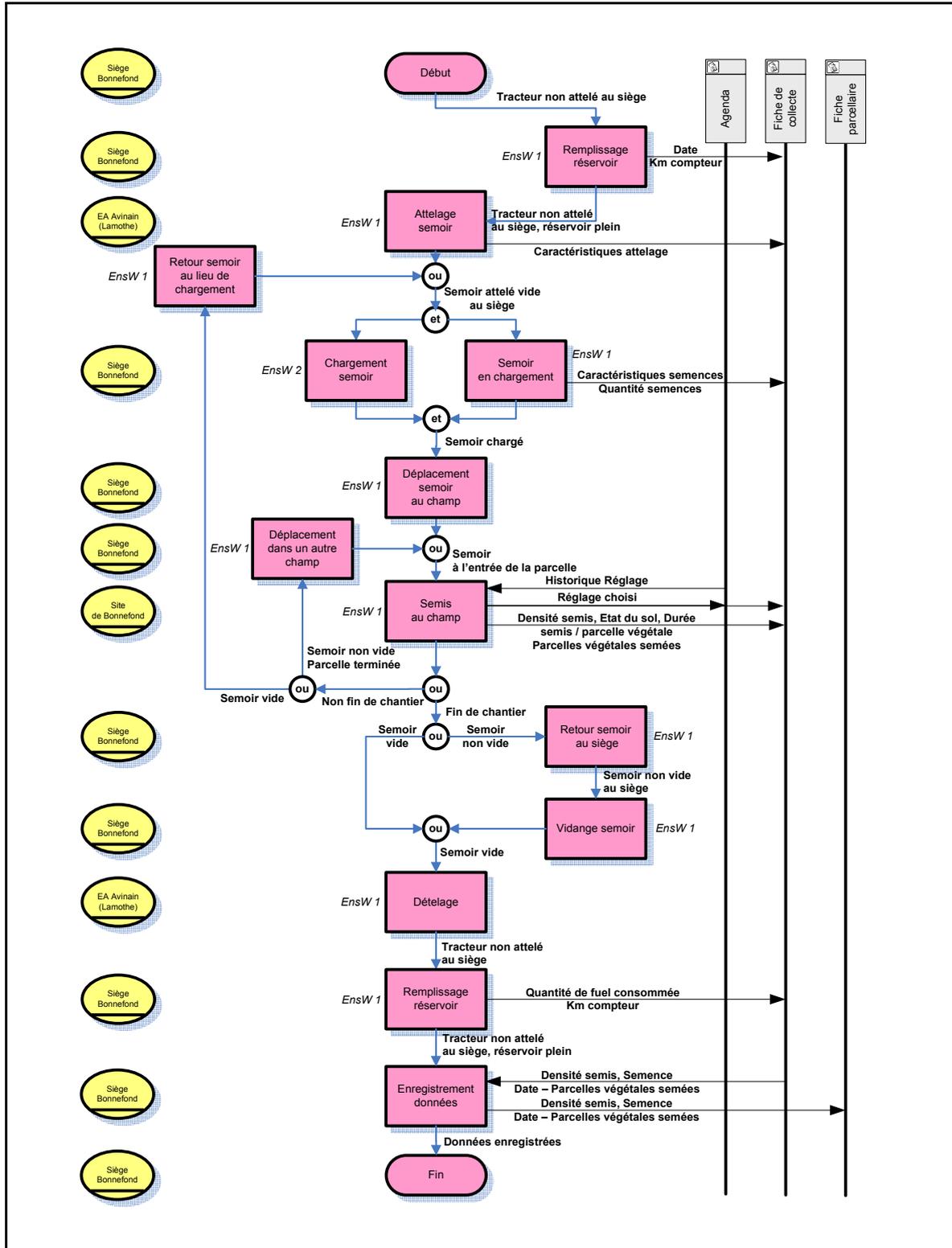


Figure II-111 : Logigramme des tâches du travail "Chantier Semis Mais"

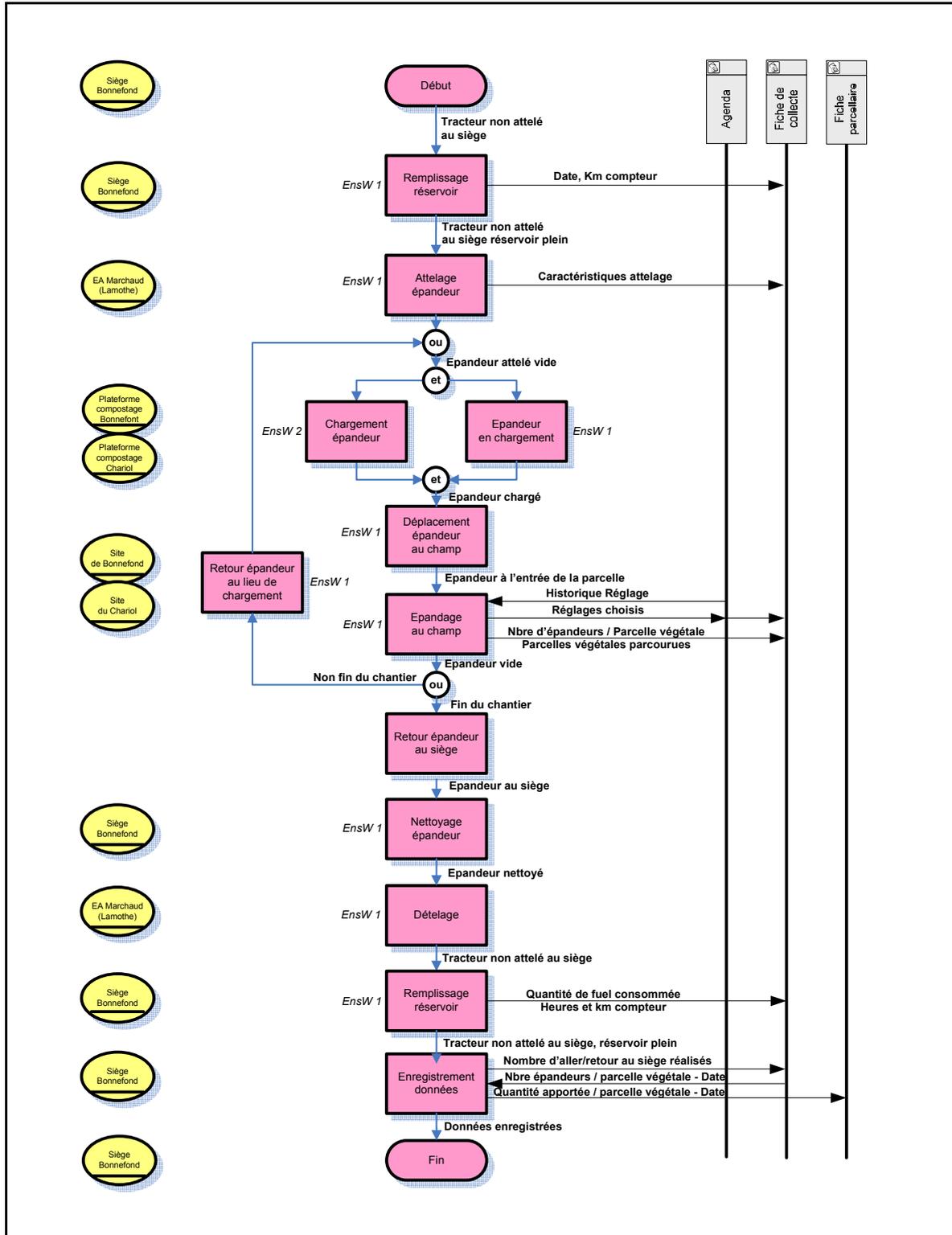


Figure II-112 : Logigramme des tâches du travail "Chantier Epandage Compost"

5.8. Tableau de correspondance entre travaux et opérations techniques

	Identification	Vaccination	Soin veto	Ecornage	Parage	Observation	Tri
Identification Bovins	X					X	
Traitement Veto Bovins		X	X			X	X
Surveillance Mises-Bas Bovins						X	X
Ecornage				X		X	
Parage					X	X	

Figure II-115 : Tableau de correspondance entre les travaux de l'unité de travail "Soin Bovins" et les opérations techniques

	Moisson	Récolte foin	Ensilage	Enrubannage	Observation
Chantier fanaion		X	X		X
Chantier andainage		X			X
Chantier bottelage (Paille/Herbe)	X	X		X	
Chantier enrubannage				X	
Chantier ensilage Herbe			X		

Figure II-116 : Tableau de correspondance entre les travaux de l'unité de travail "Fenaion Presse" et les opérations techniques

5.9. Diagramme de pilotage d'une unité de travail

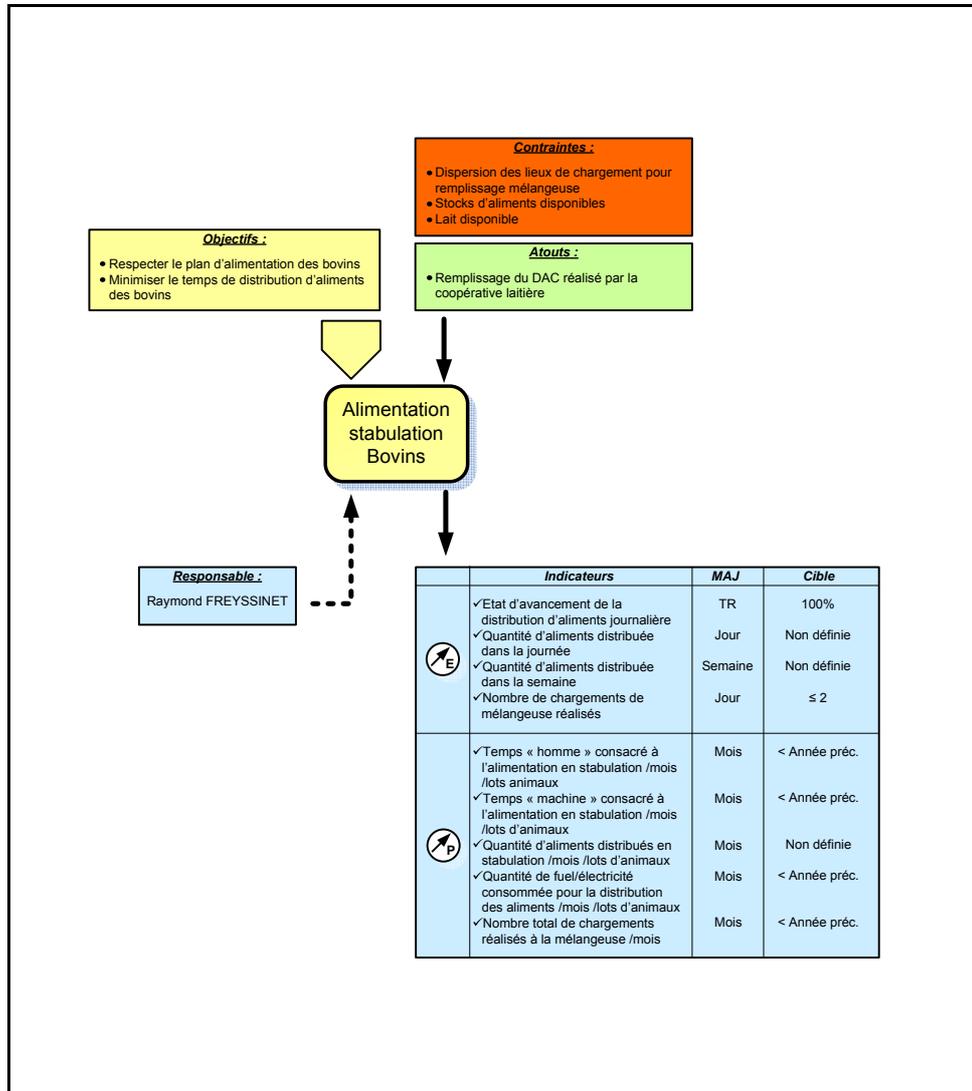


Figure II-117 : Diagramme de pilotage de l'unité de travail "Alimentation stabulation Bovins"

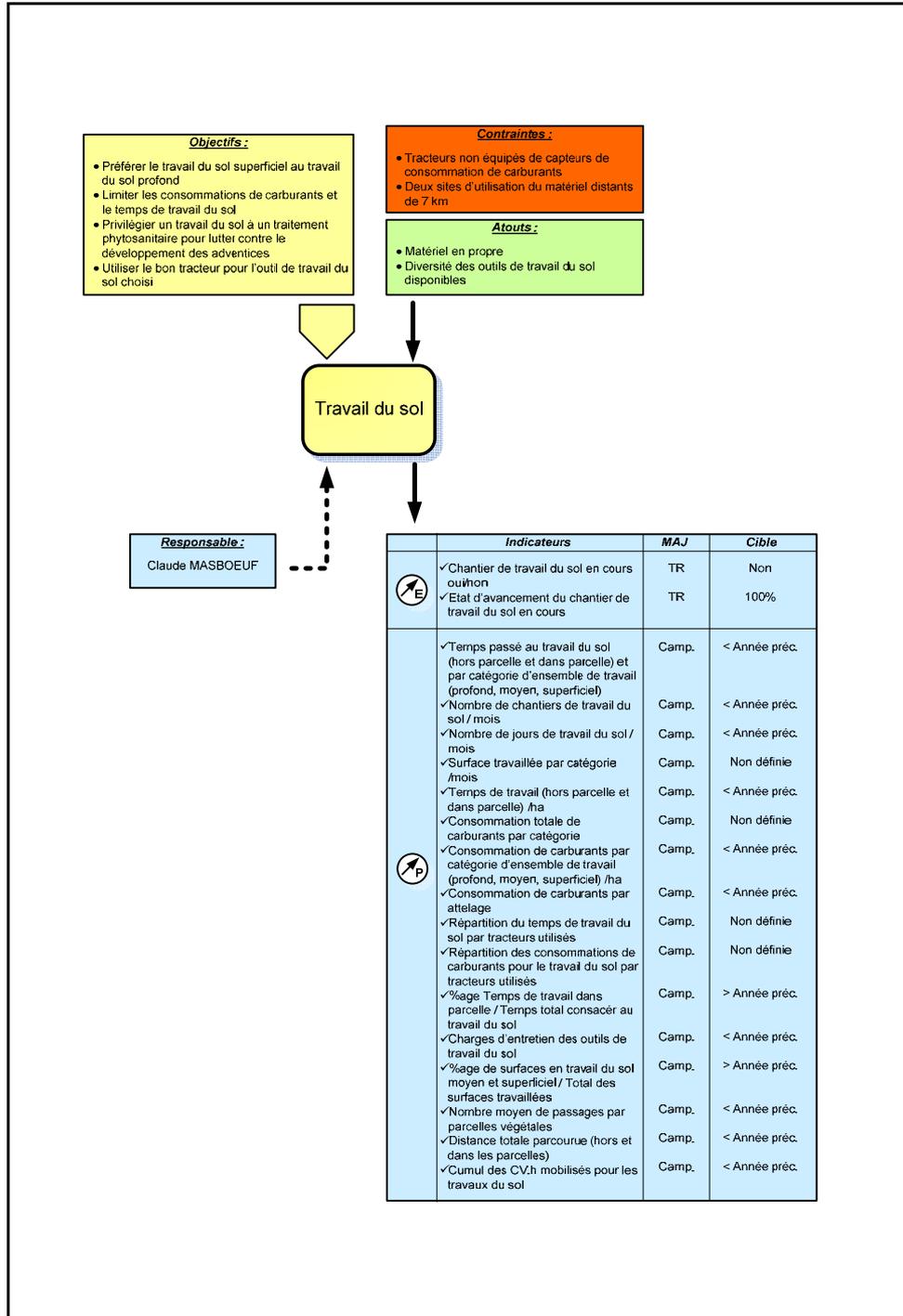


Figure II-118 : Diagramme de pilotage de l'unité de travail "Travail du sol"

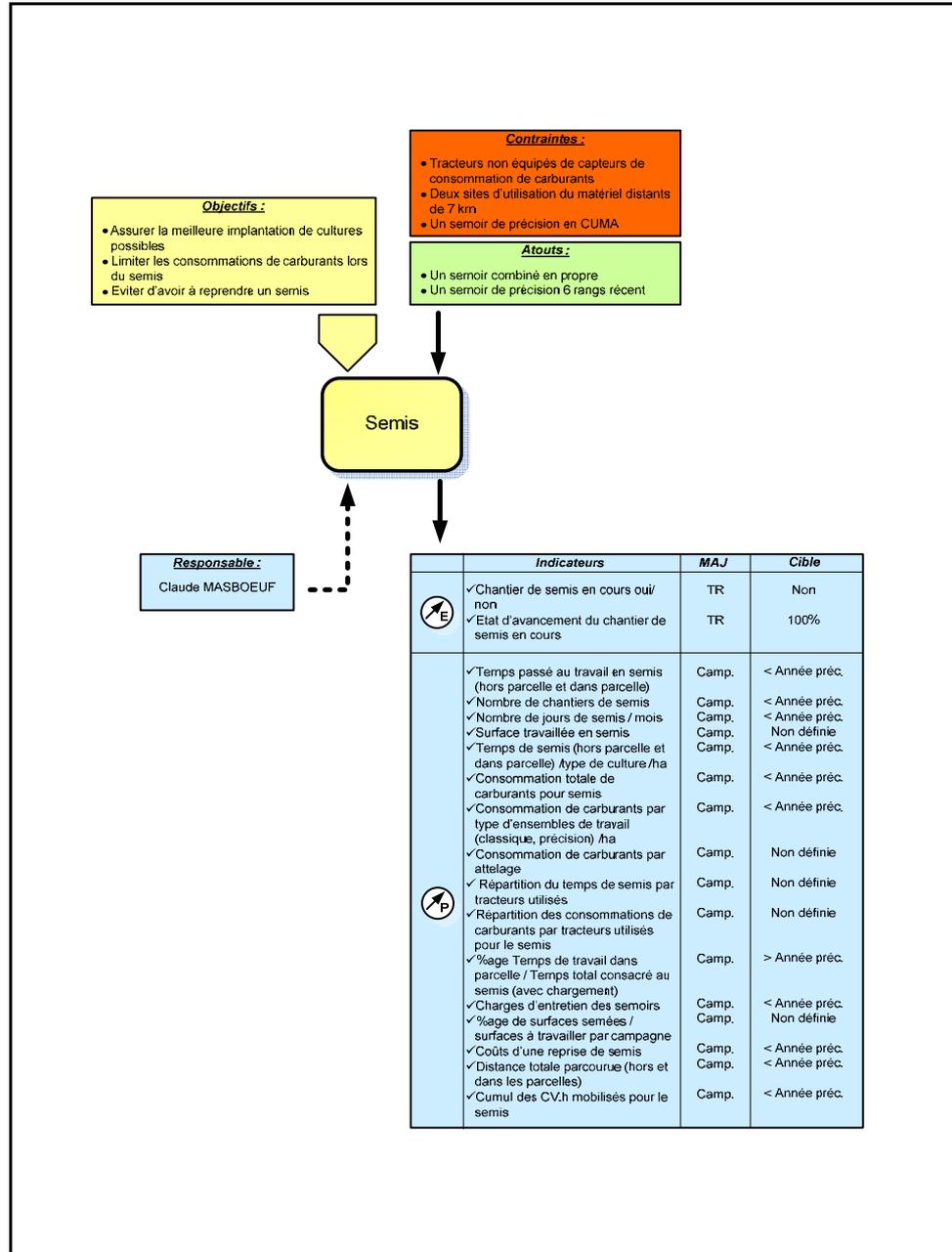


Figure II-119 : Diagramme de pilotage de l'unité de travail "Semis"

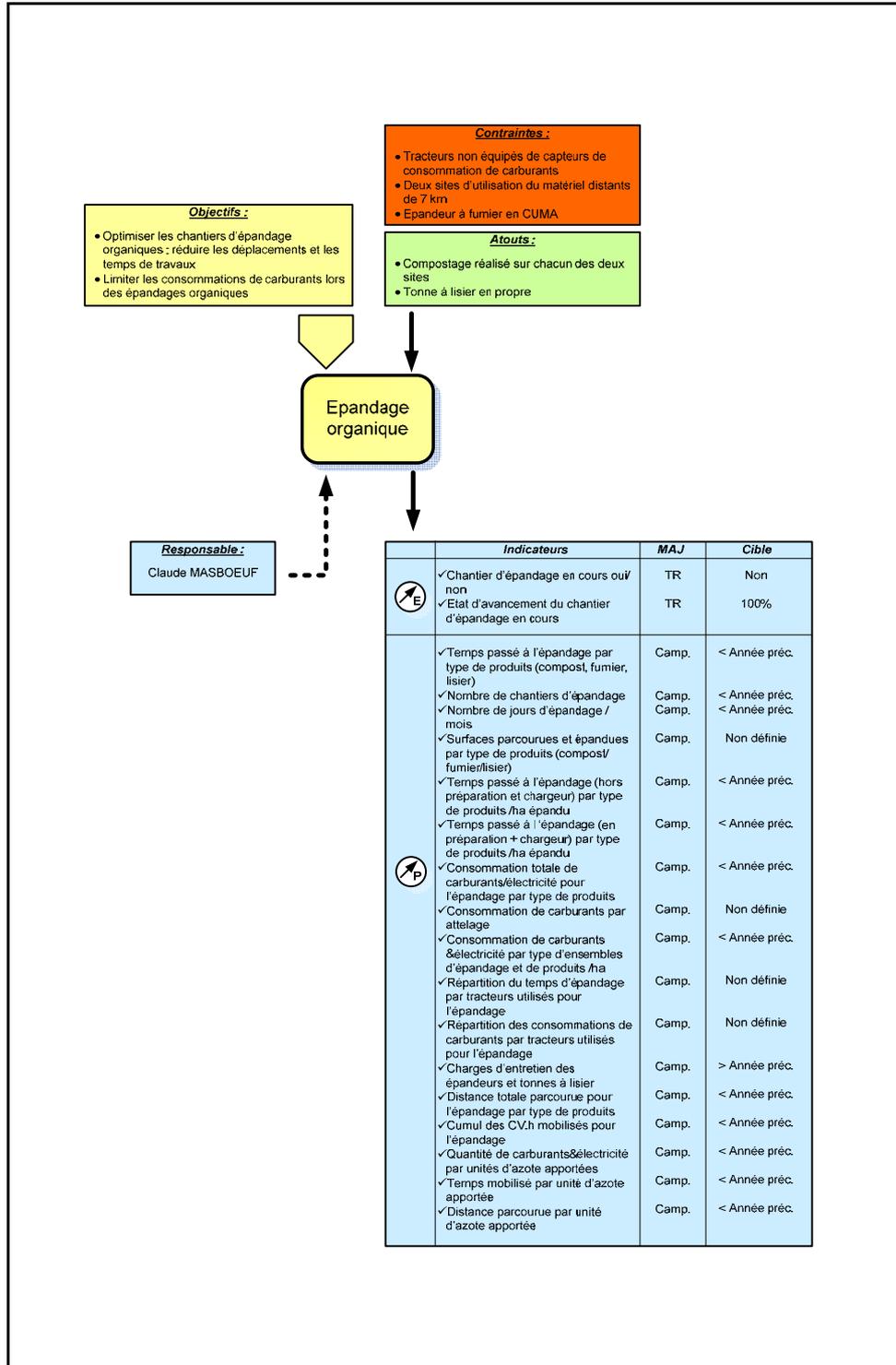


Figure II-120 : Diagramme de pilotage de l'unité de travail "Epannage organique"

5.10. Diagramme de pilotage d'un travail

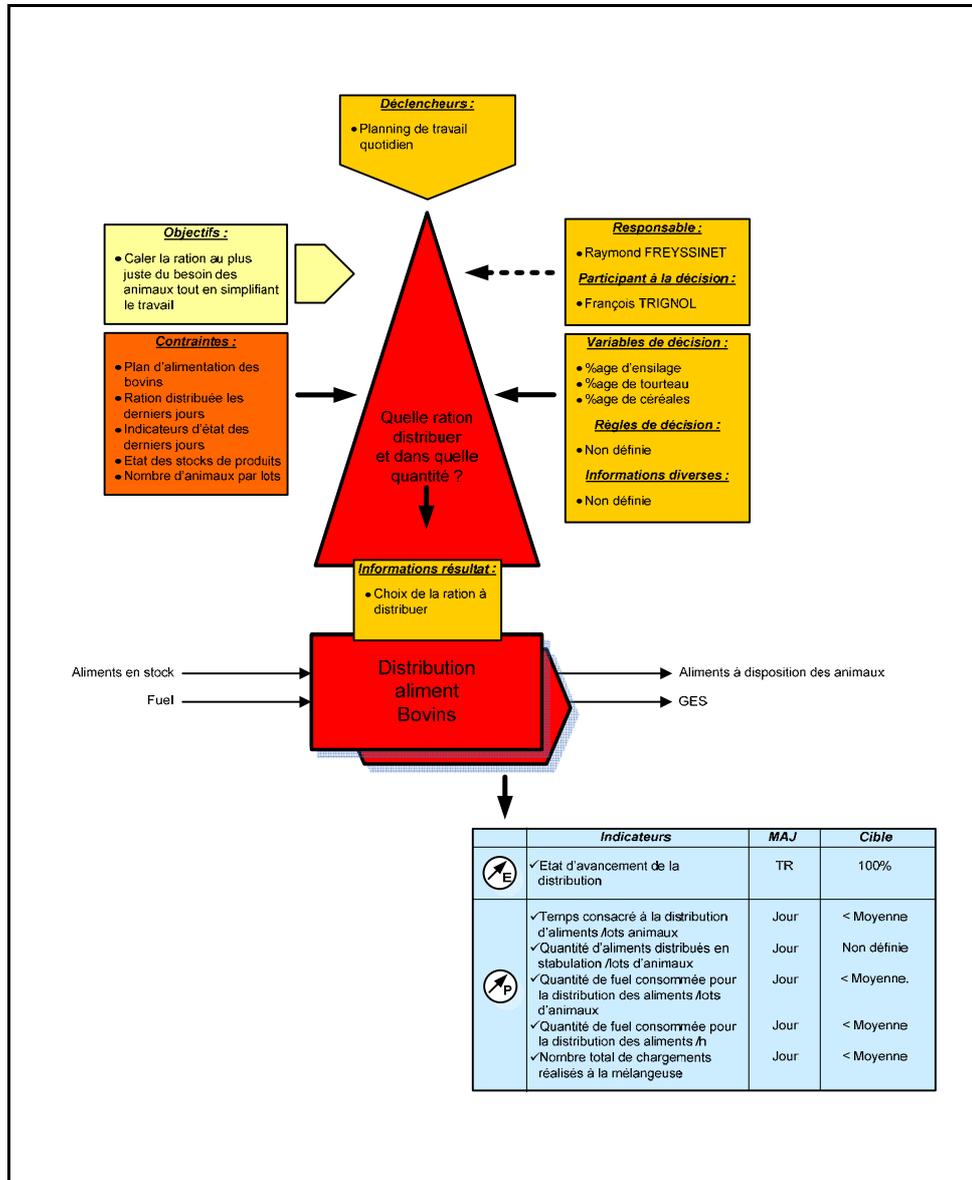


Figure II-121 : Diagramme de pilotage du travail "Distribution aliment Bovins"

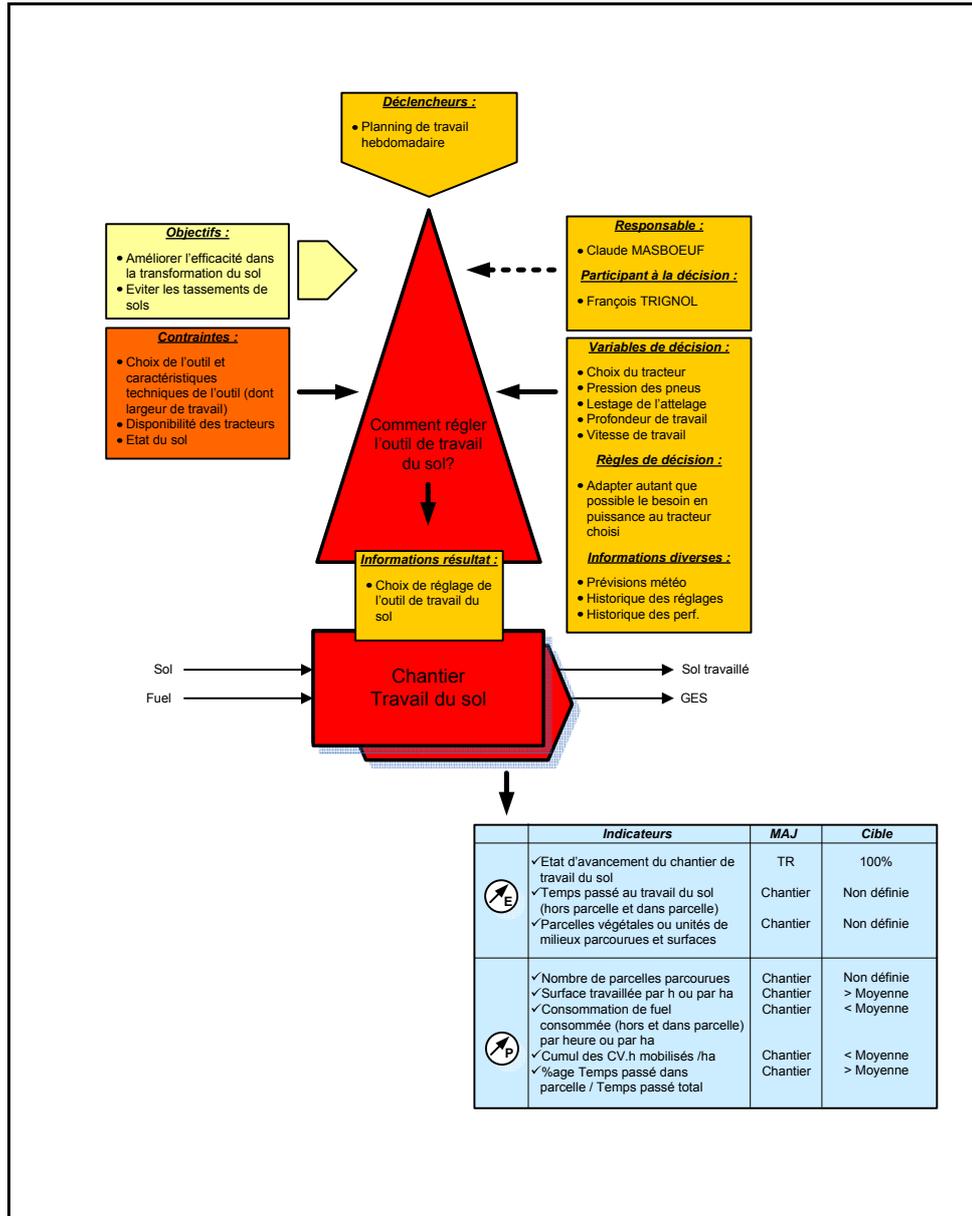


Figure II-122 : Diagramme de pilotage du travail "Chantier Travail du sol"

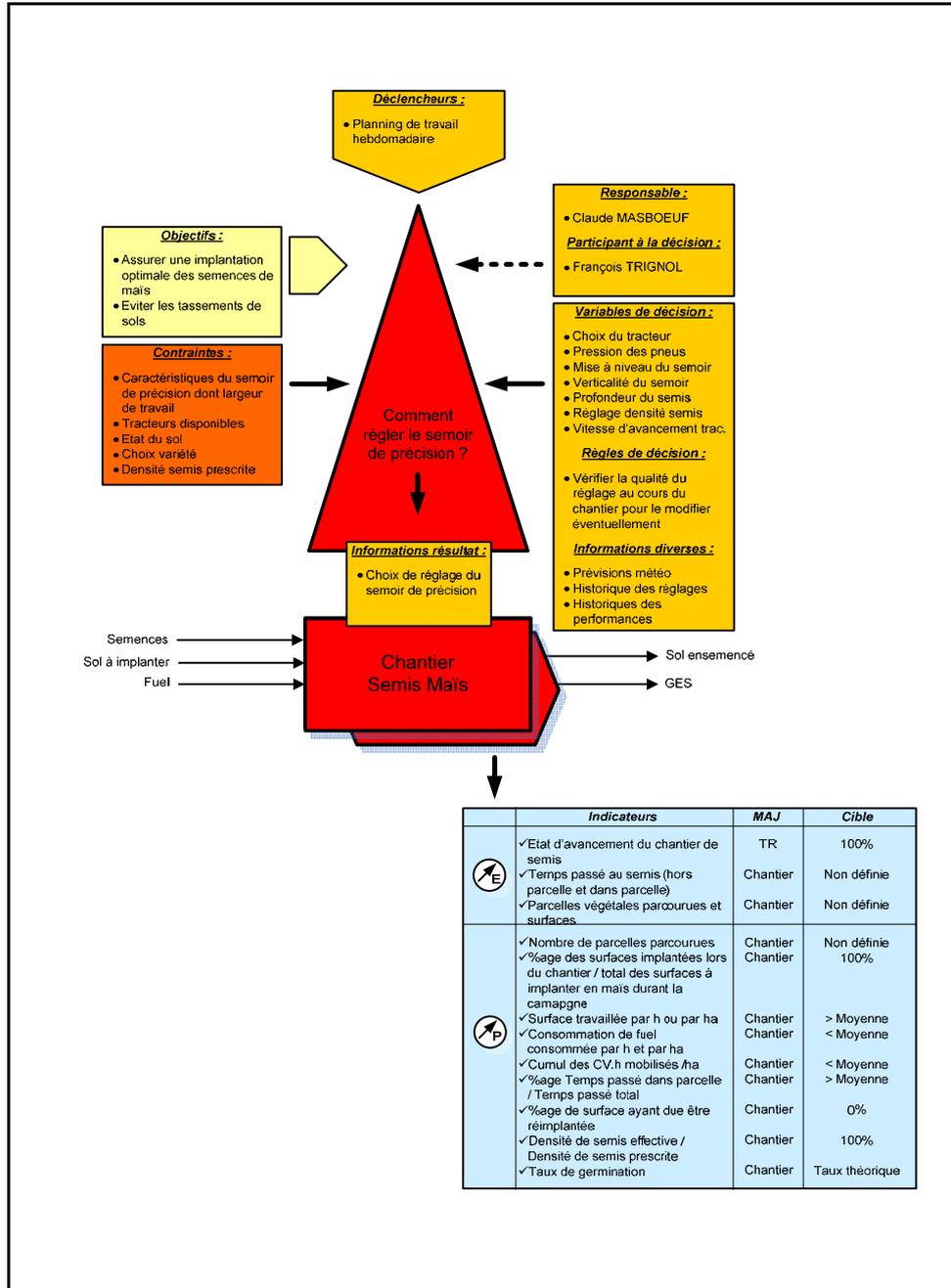


Figure II-123 : Diagramme de pilotage du travail "Chantier Semis Maïs"

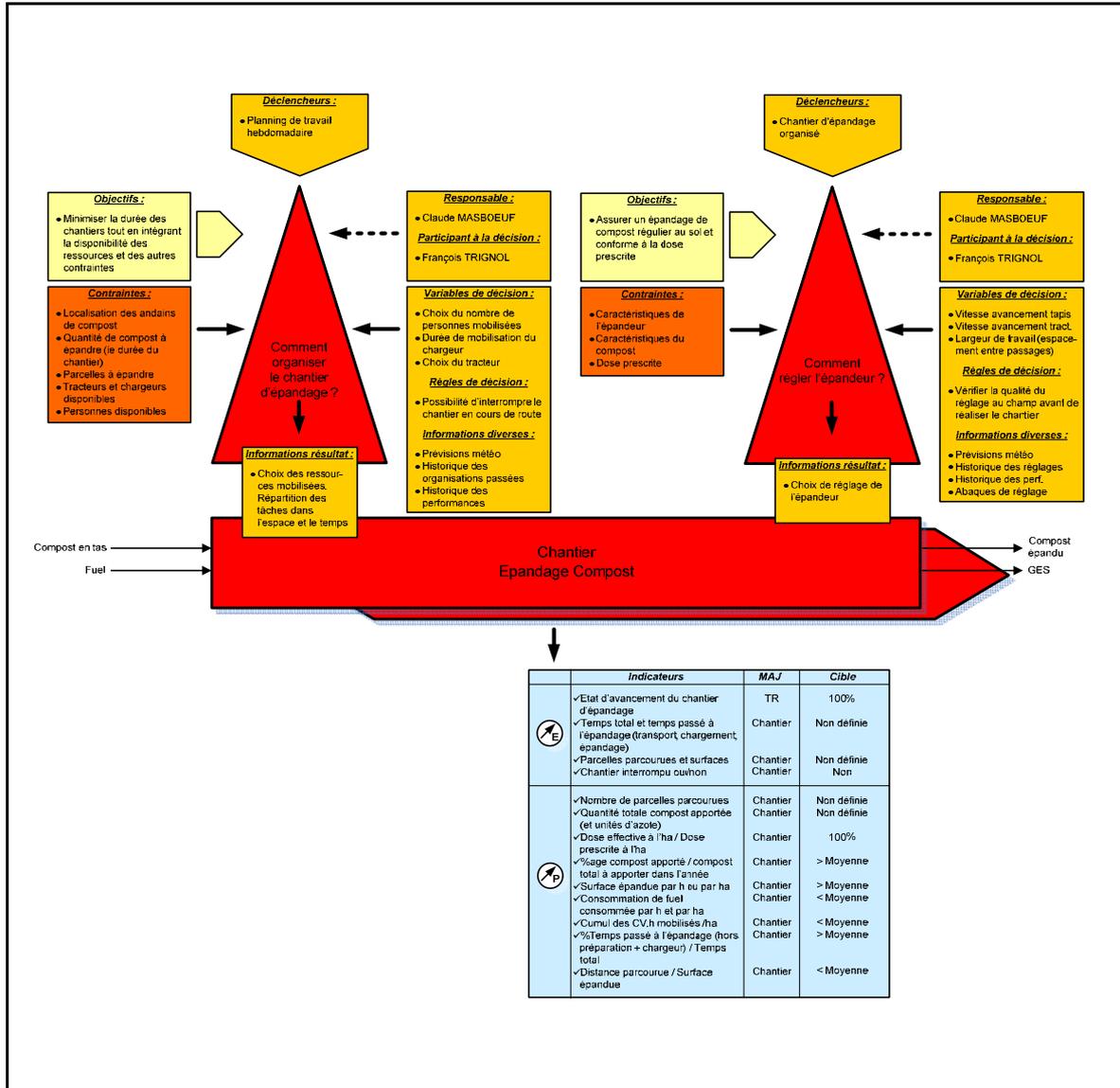


Figure II-124 : Diagramme de pilotage du travail "Chantier Epandage Compost"

6. Modèles de la vue Biophysique

Pour la vue Biophysique, nous présentons 23 modèles établis pour l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. La Figure II-125 présente l'articulation entre ces différents modèles. L'organigramme général des unités biophysiques présente les principales unités biophysiques gérées dans l'exploitation considérée (Figure II-126). La Figure II-127 précise les principaux flux entre ces unités biophysiques. Les Figures II-128 à II-131 détaillent 4 des principales unités biophysiques : "Sole de cultures et d'herbe non Bio", "Troupeau bovin laitier", "Troupeau ovin viande", "Stock de matières organiques non Bio". Les flux circulant entre ces unités biophysiques sont ensuite présentés dans les Figures II-132 à 138. Ces unités sont ensuite placées sur un calendrier pour préciser leur existence au cours de l'année (Figures II-139 à II-141). Les diagrammes de pilotage sont présentés pour 7 unités biophysiques, correspondant à plusieurs niveaux de détail (Figures II-142 à II-148).

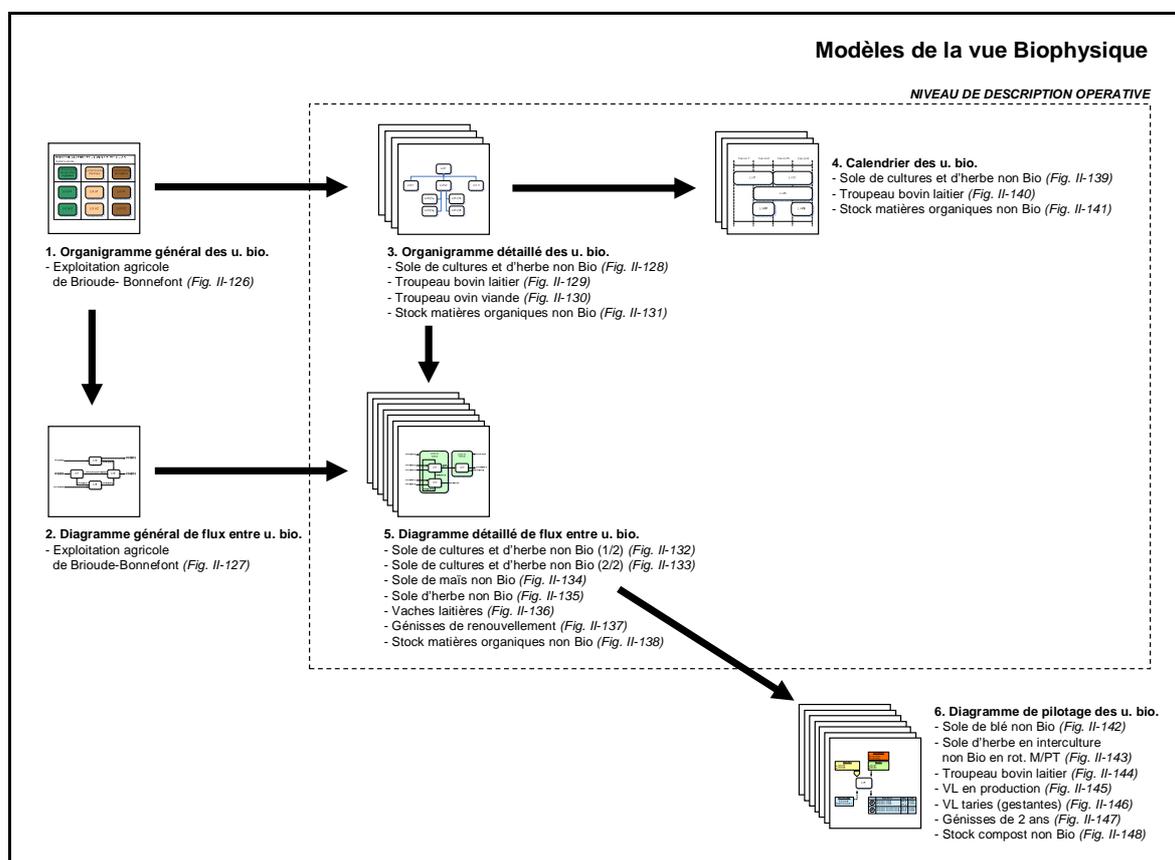


Figure II-125 : Articulation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont présentés pour la vue Biophysique

6.1. Organigramme général des unités biophysiques

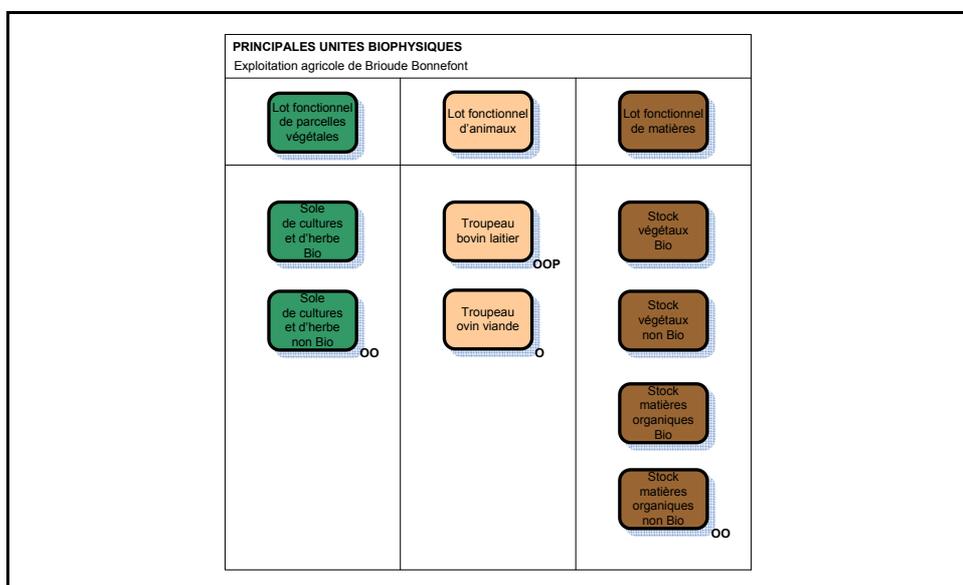


Figure II-126 : Organigramme général des unités biophysiques de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

6.2. Diagramme général de flux entre unités biophysiques

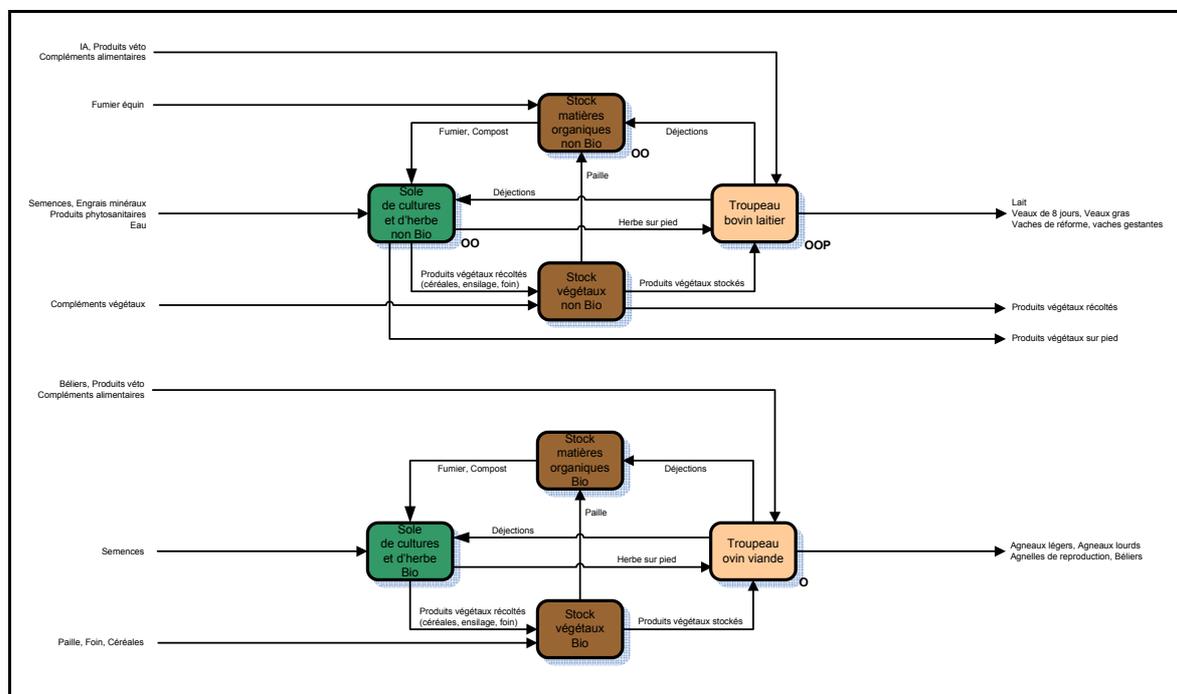


Figure II-127 : Diagramme général de flux entre unités biophysiques de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

6.3. Organigramme détaillé des unités biophysiques

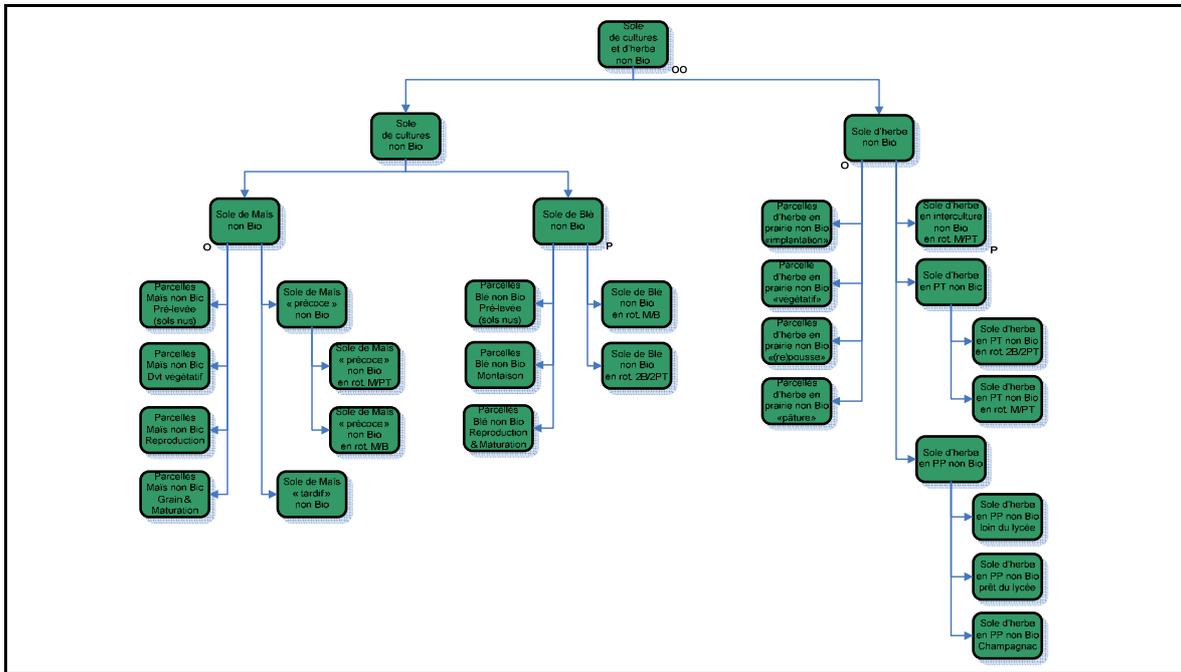


Figure II-128 : Organigramme détaillé de l'unité bio. "Sole de cultures et d'herbe non Bio"

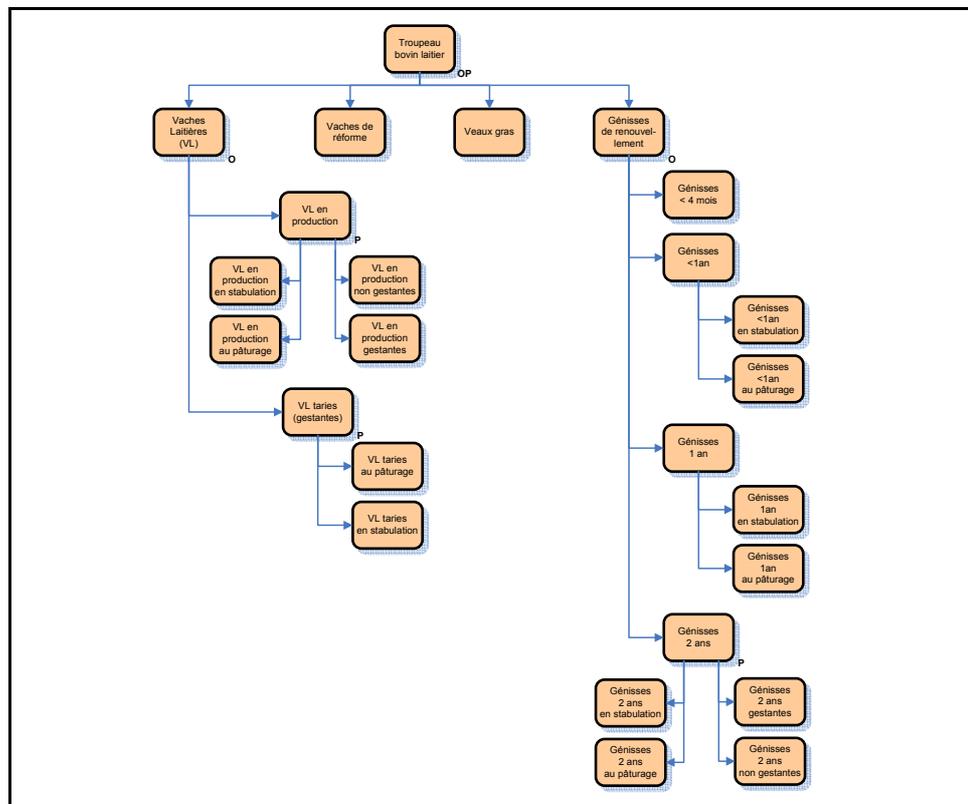


Figure II-129 : Organigramme détaillé de l'unité bio "Troupeau bovin laitier"

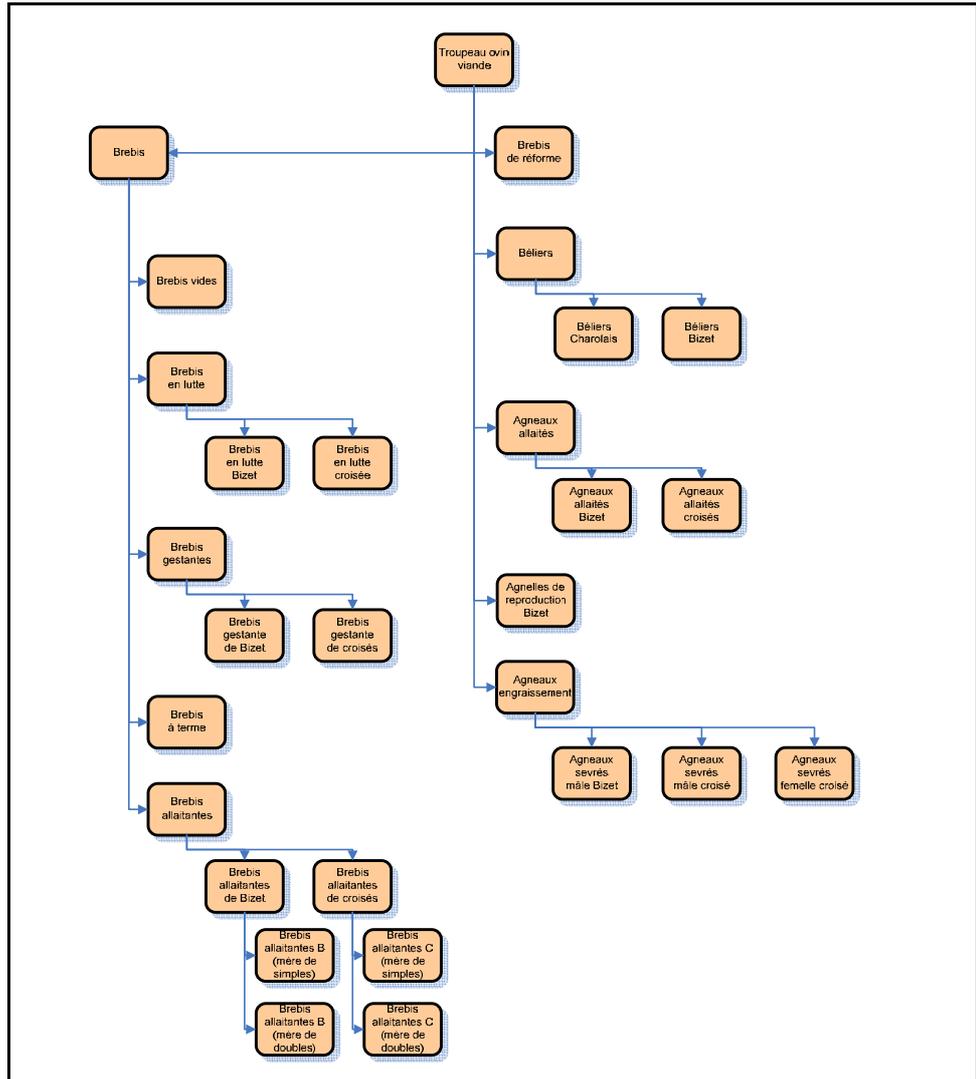


Figure II-130 : Organigramme détaillé de l'unité biophysique "Troupeau ovin viande"

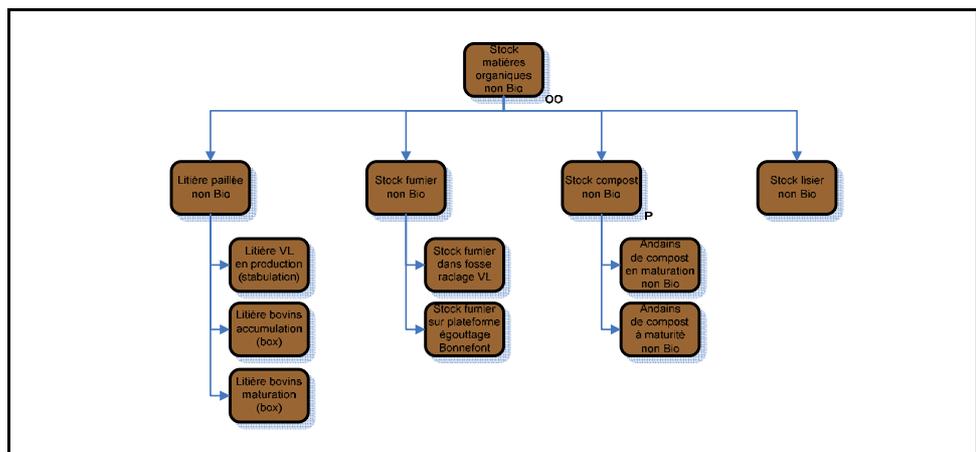


Figure II-131 : Organigramme détaillé de l'unité biophysique "Stock matières organiques non Bio"

6.4. Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques

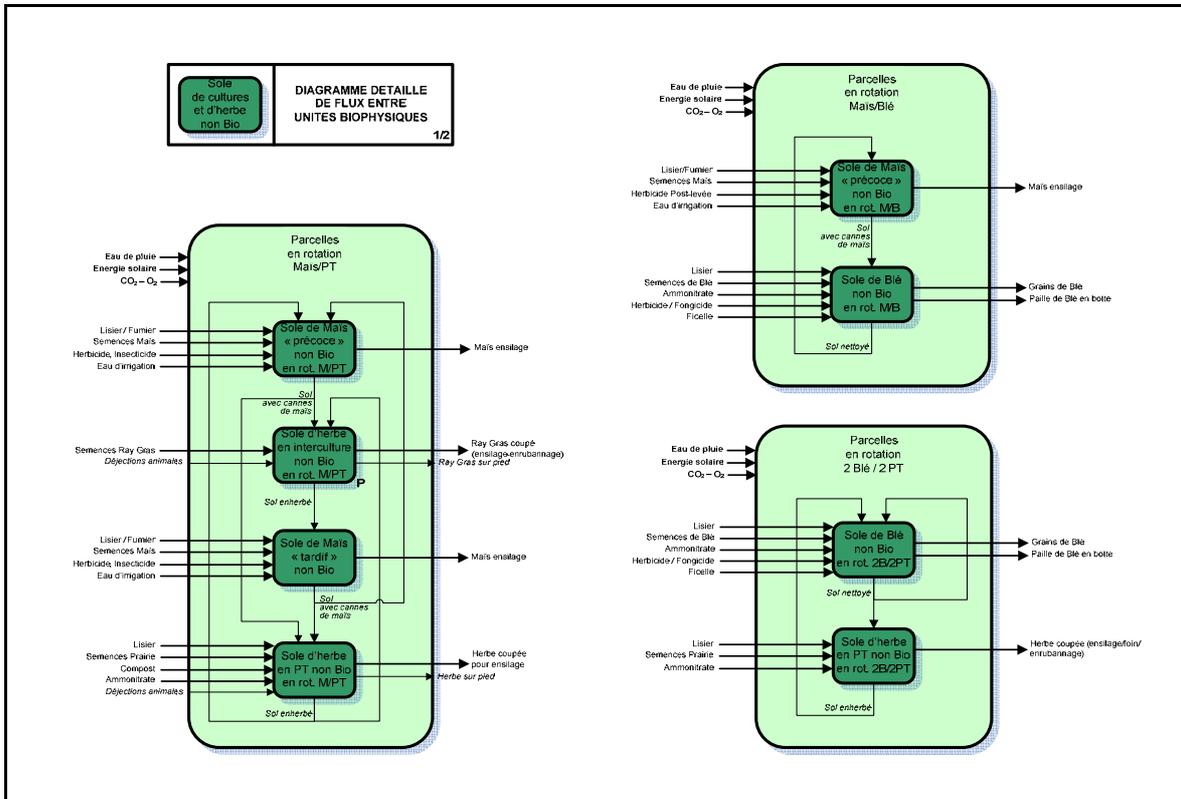


Figure II-132 : Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques pour la "sole de cultures et d'herbe non Bio (1/2)"

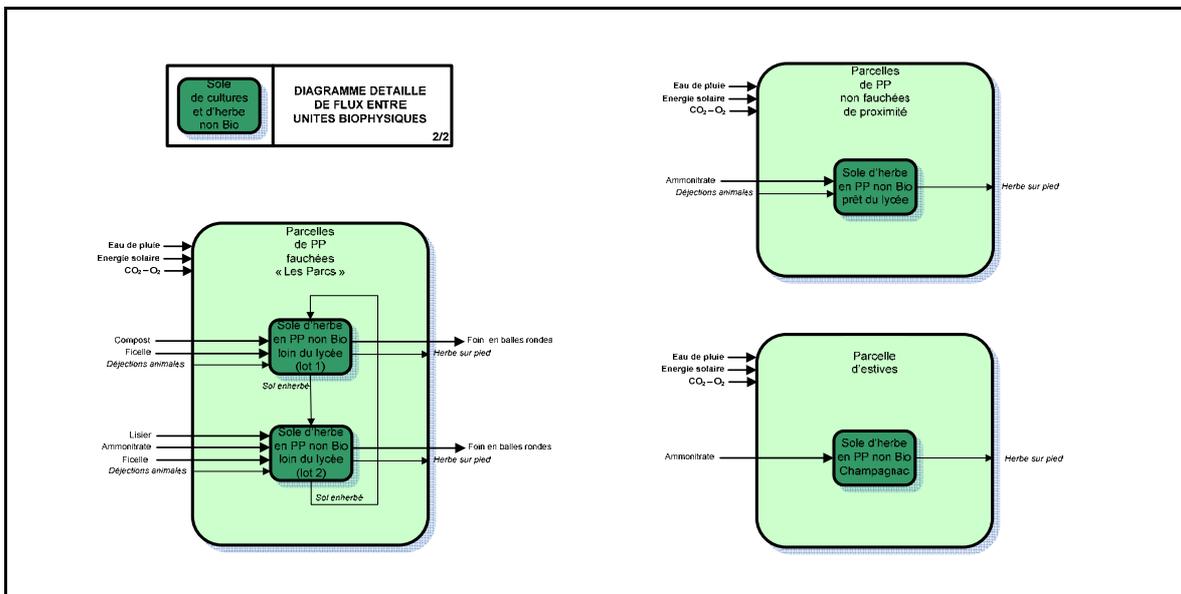
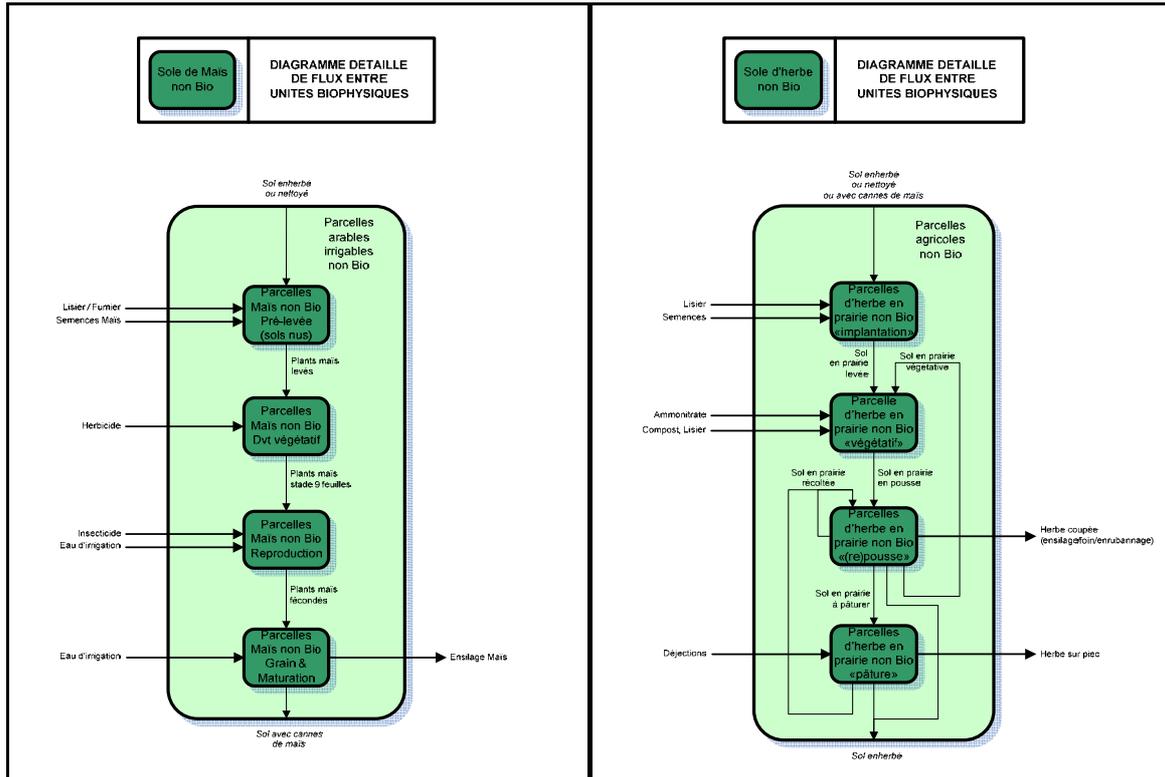


Figure II-133 : Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques pour la "sole de cultures et d'herbe non Bio (2/2)"



Figures II-134 (à gauche) et Figure II-135 (à droite) : Diagrammes détaillé de flux entre unités biophysiques pour la "Sole de maïs non Bio" (à gauche) et pour la "Sole d'herbe non Bio" (à droite)

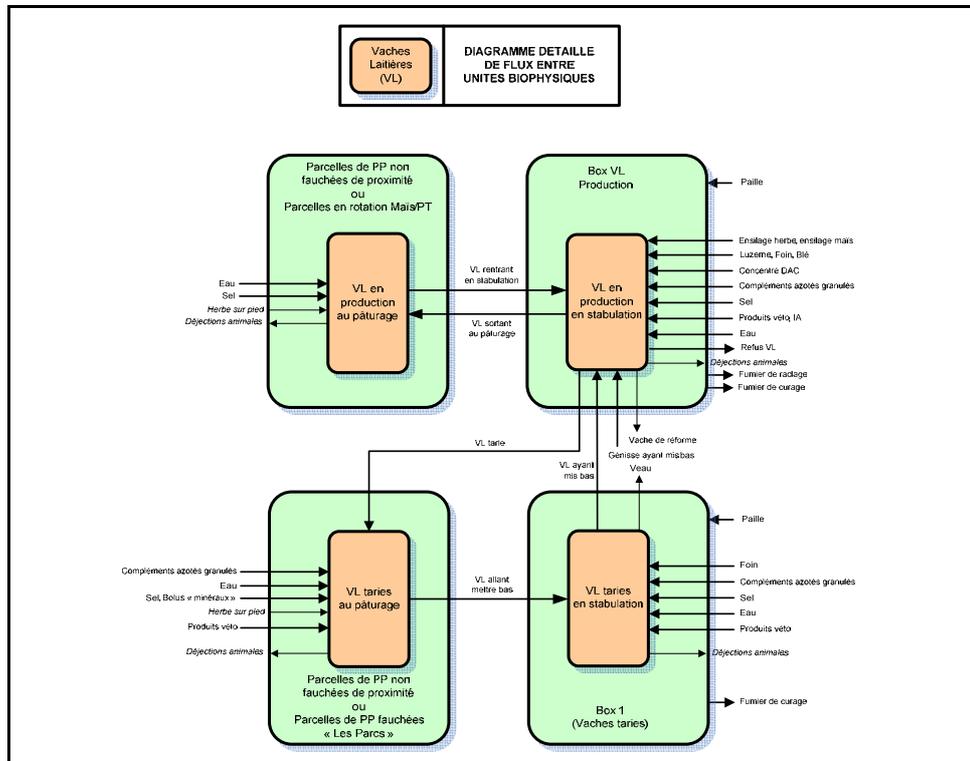


Figure II-136 : Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques pour les "vaches laitières"

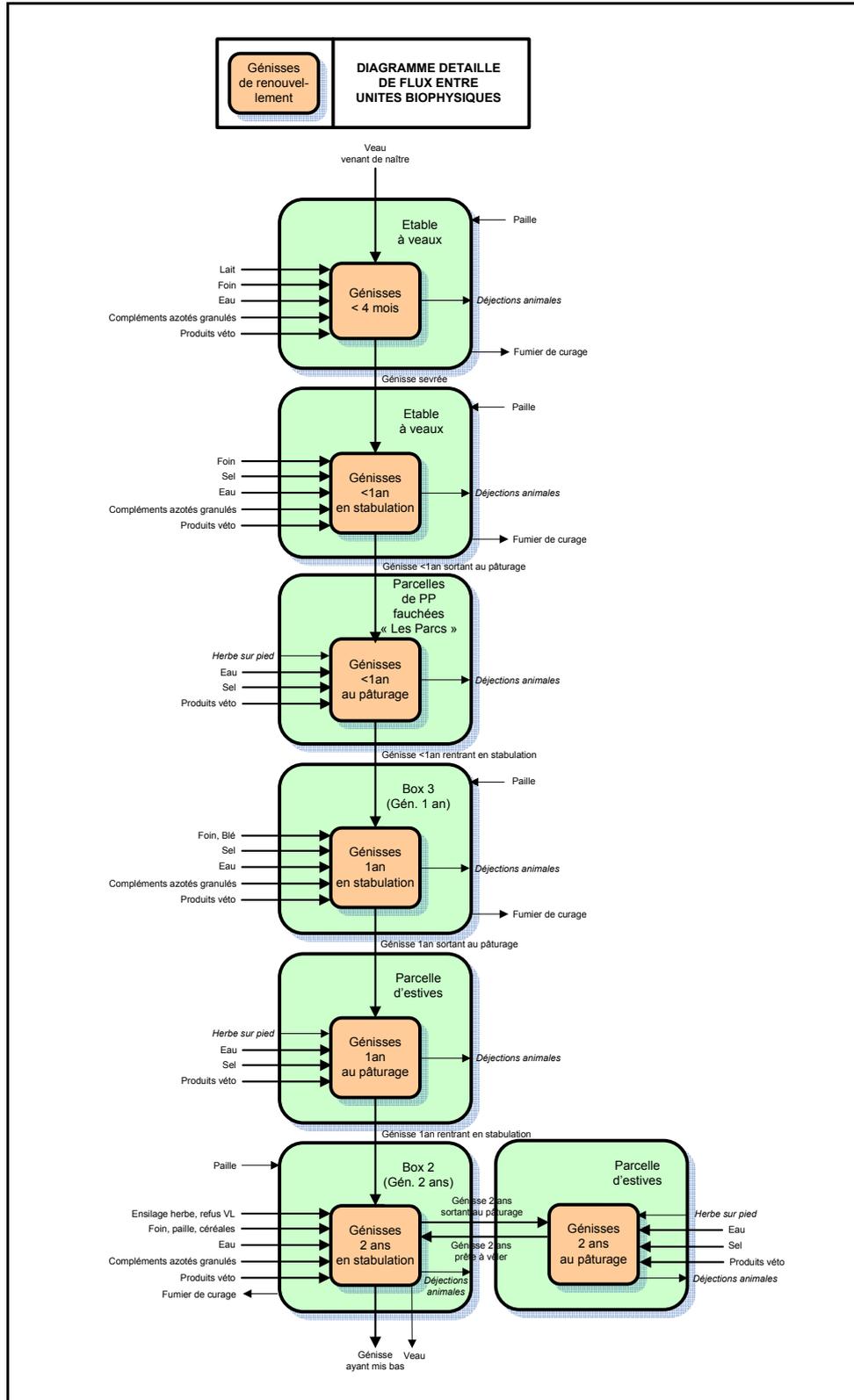


Figure II-137 : Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques pour les "génisses de renouvellement"

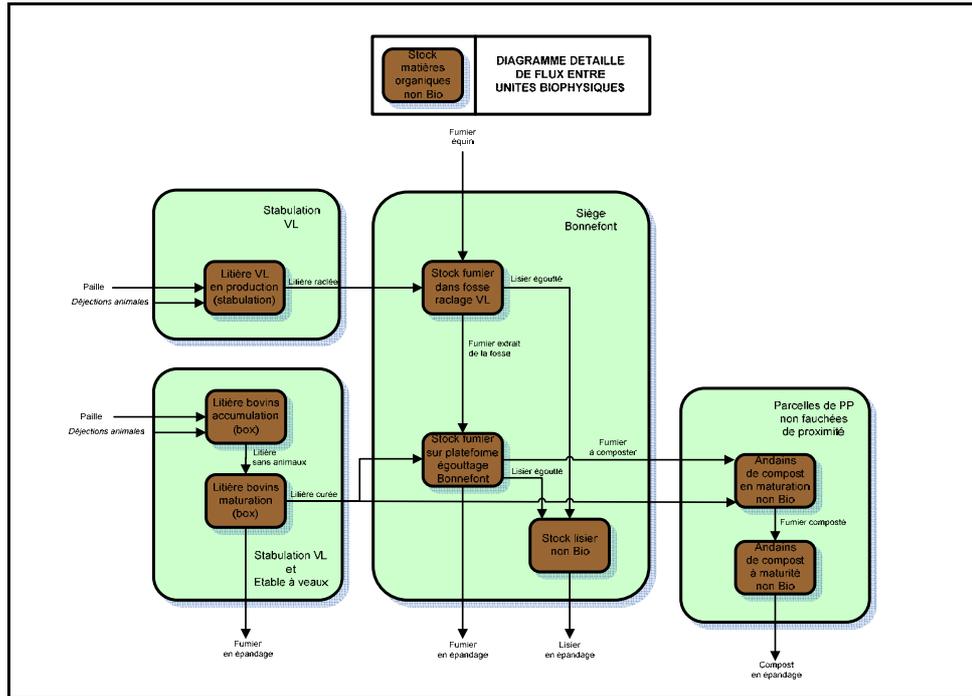


Figure II-138 : Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques pour le "Stock matières organiques non Bio"

6.5. Calendrier des unités biophysiques

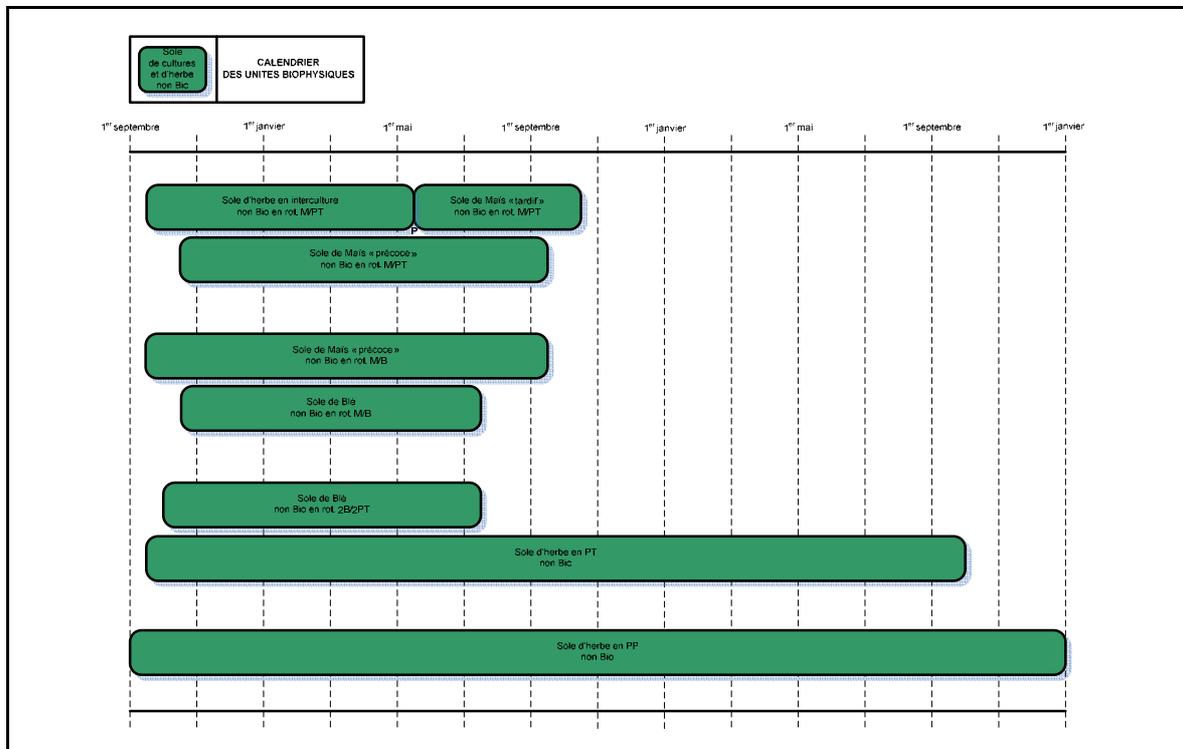


Figure II-139 : Calendrier des unités bio. pour la "Sole de cultures et d'herbe non Bio"

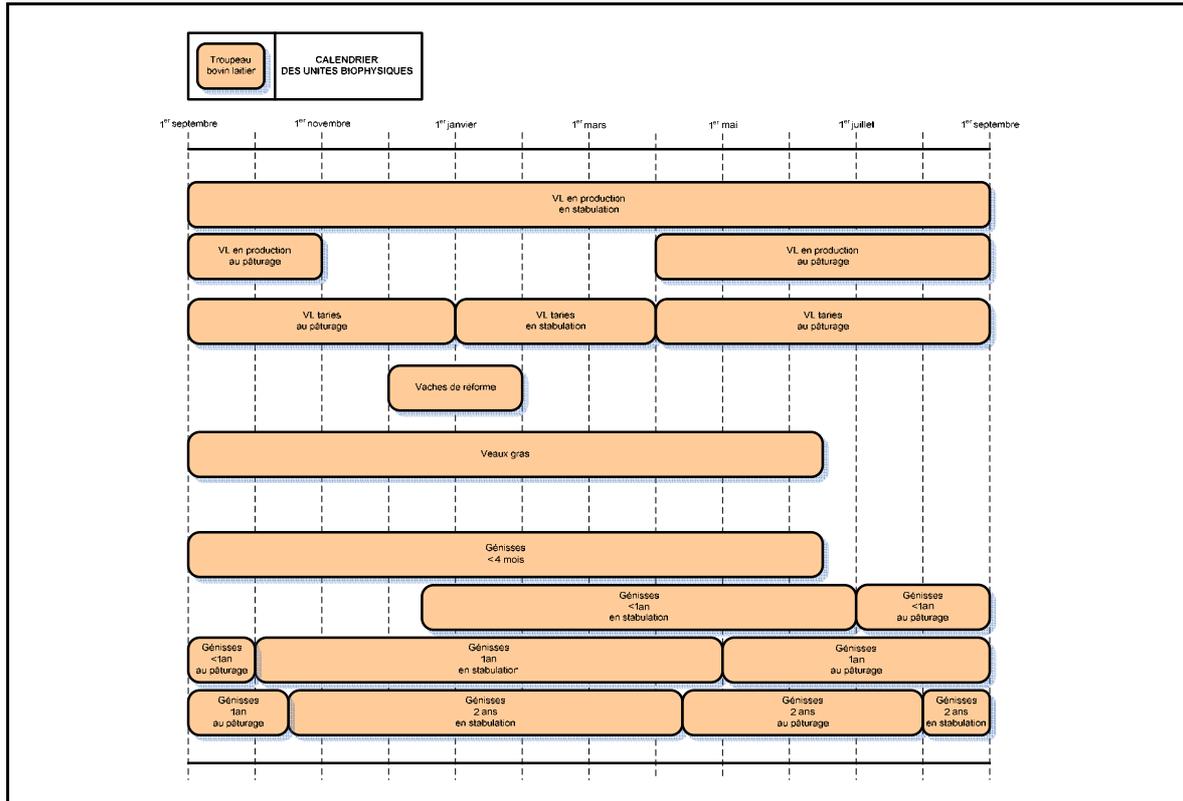


Figure II-140 : Calendrier des unités biophysiques pour le "Troupeau bovin laitier"

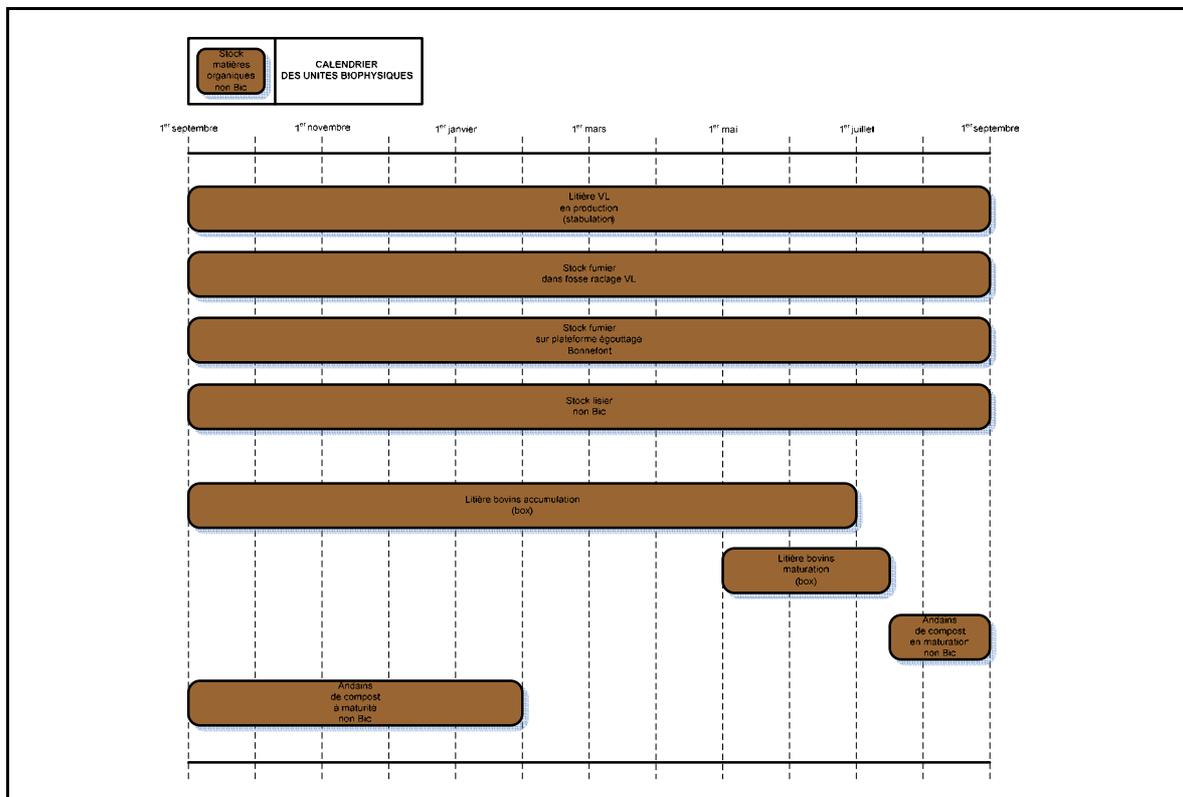


Figure II-141 : Calendrier des unités bio. pour le "Stocke matières organiques non Bio"

6.6. Diagramme de pilotage d'une unité biophysique

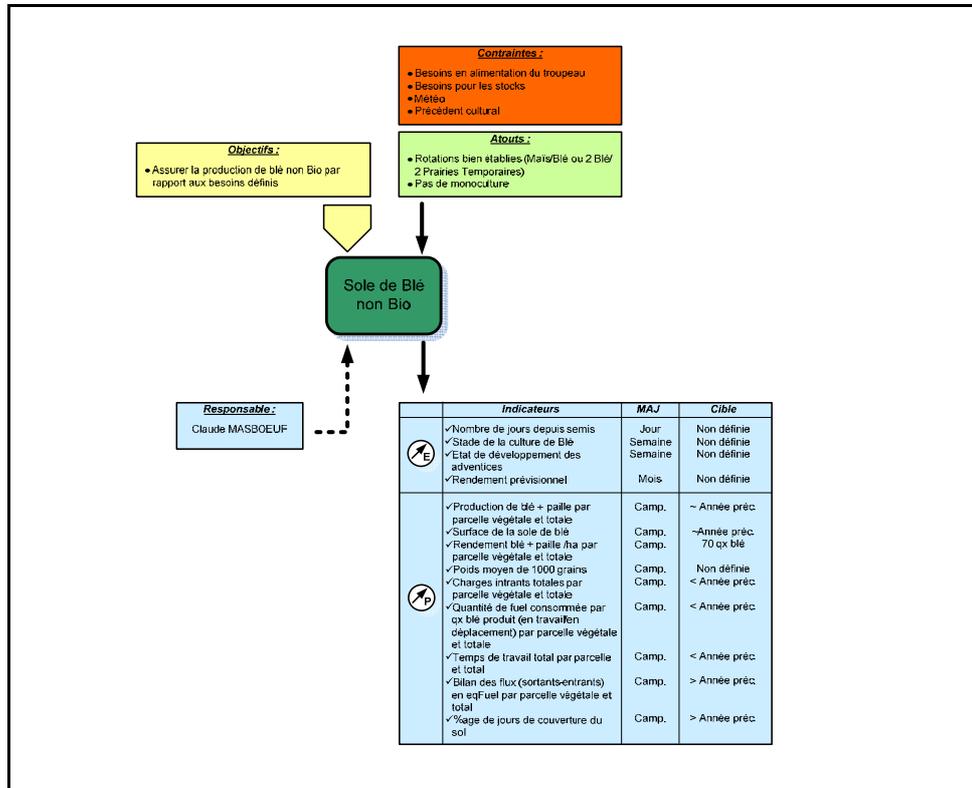


Figure II-142 : Diagramme de pilotage de l'unité bio. "Sole de Blé non Bio"

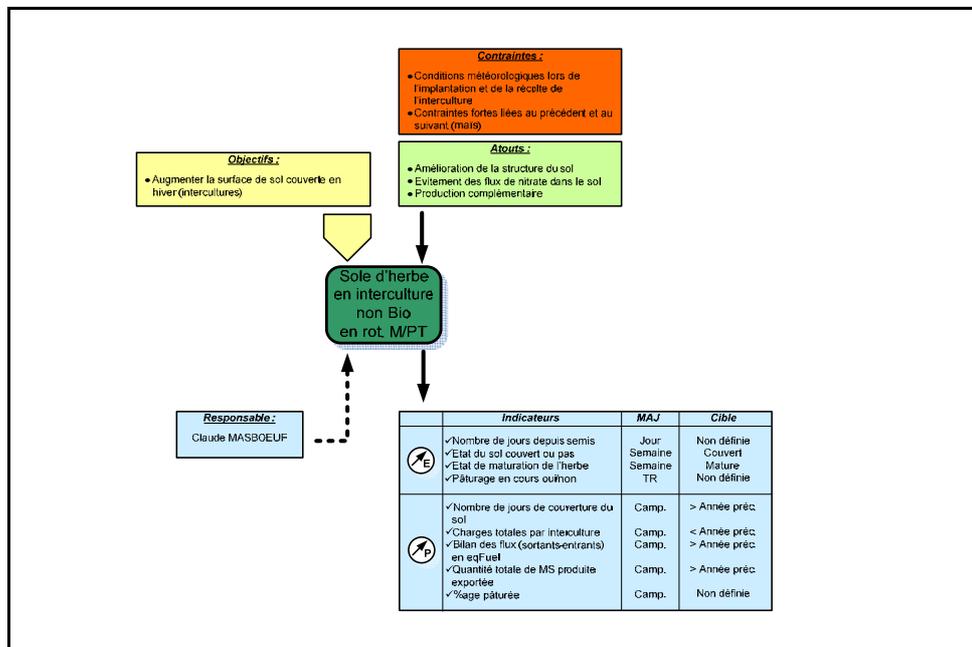


Figure II-143 : Diagramme de pilotage de l'unité biophysique "Sole d'herbe en inter-culture non Bio en rotation Maïs/Prairie Temporaire"

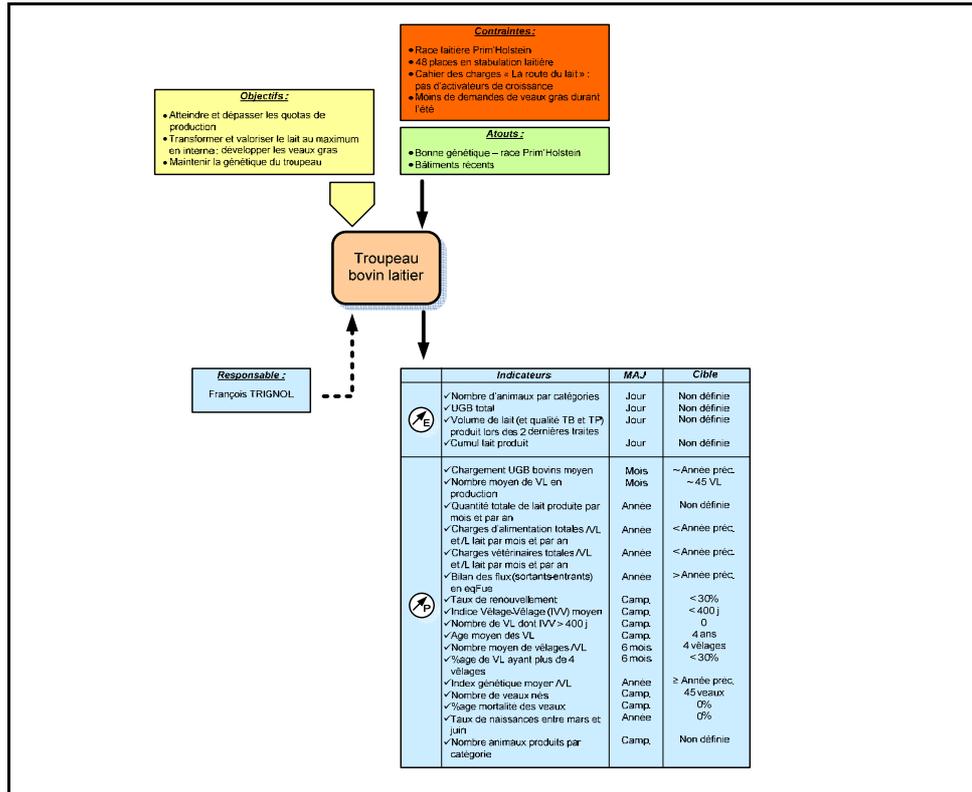


Figure II-144 : Diagramme de pilotage de l'unité biophysique "Troupeau bovin laitier"

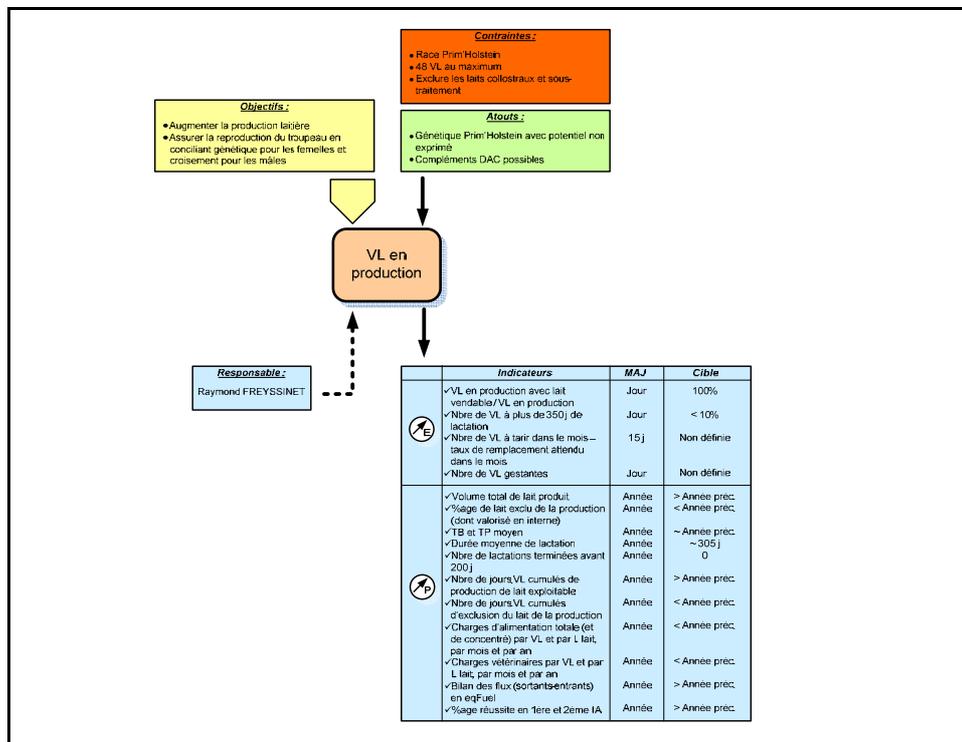


Figure II-145 : Diagramme de pilotage de l'unité biophysique "Vaches Laitières (VL) en production"

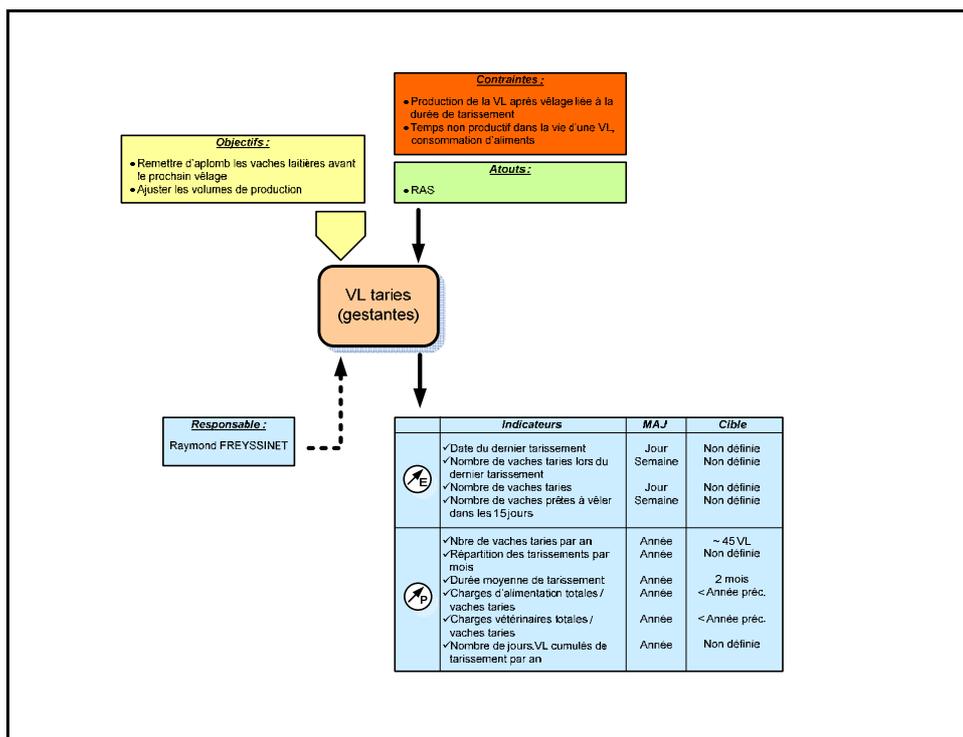


Figure II-146 : Diagramme de pilotage de l'unité biophysique "Vaches laitières (VL) tarées (gestantes)"

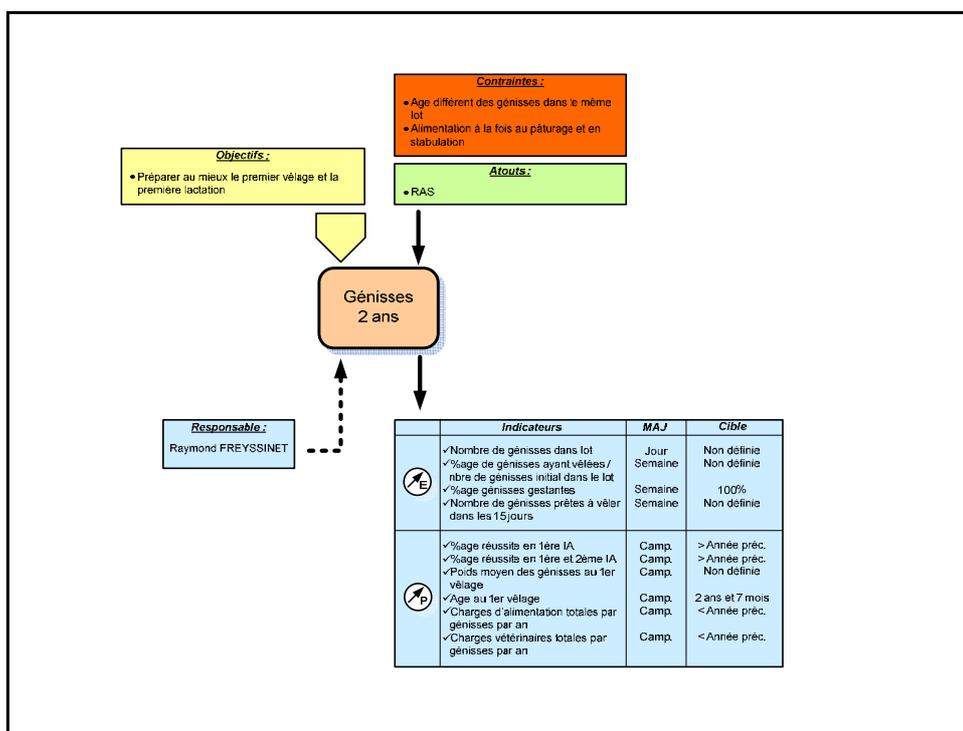


Figure II-147 : Diagramme de pilotage de l'unité biophysique "Génisses de 2 ans"

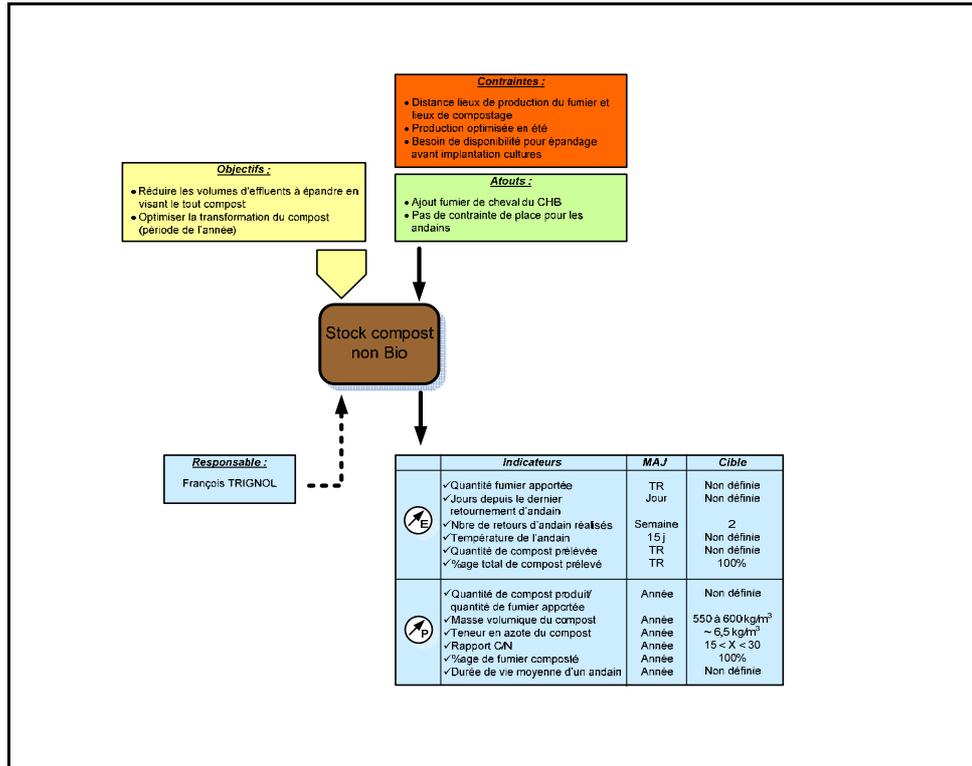


Figure II-148 : Diagramme de pilotage de l'unité biophysique "Stocke compost non Bio"

7. Modèles de la vue Organisation spatiale

Pour la vue Organisation spatiale, nous présentons 18 modèles établis pour l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont. La Figure II-149 présente l'articulation entre ces différents modèles. Concernant les lieux, l'organigramme général des lieux présente les principaux lieux de l'exploitation considérée (Figure II-150). Ces lieux sont détaillés dans les Figures II-152 et II-153 et cartographiés à différents niveaux de détail dans les Figures II-154, II-155 et II-156. La Figure II-157 complète cette cartographie en précisant la localisation des principaux partenaires de l'exploitation que nous avons notamment identifiés dans le Vue Ressource. Concernant les unités de milieu, l'organigramme général des unités de milieu précise les principales unités de milieu de l'exploitation considérée (Figure II-151). Les unités de milieu "Parcelles agricoles non Bio" et "Stabulation VL" sont détaillées dans les Figures II-158 et II-159 et schématisées spatialement, à différentes échelles, dans les Figures II-160 à II-163. Le diagramme de pilotage des unités de milieu précise enfin le pilotage de 4 unités de milieu identifiées dans les organigrammes détaillés des unités de milieu. Ces diagrammes de pilotage sont présentés dans les Figures II-164 à II-167.

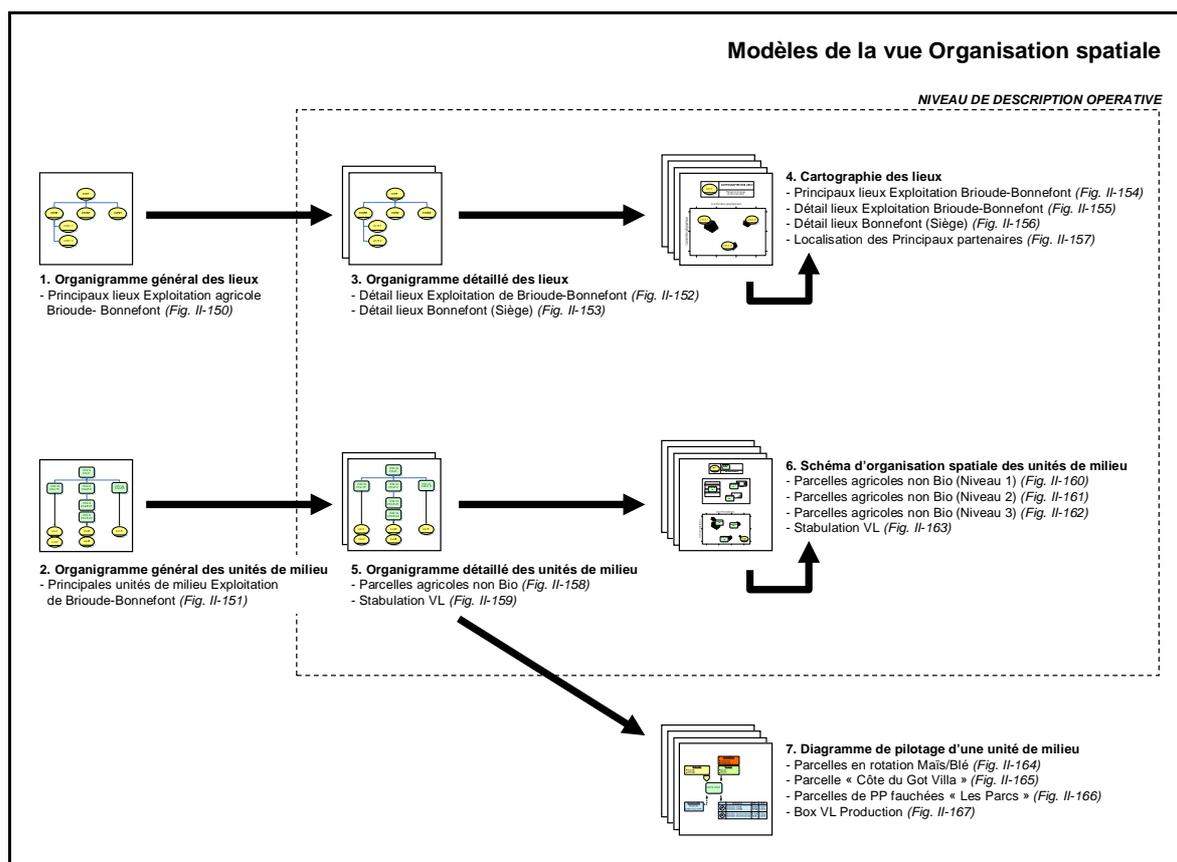


Figure II-149 : Articulation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont présentés pour la vue Organisation spatiale

7.1. Organigramme général des lieux

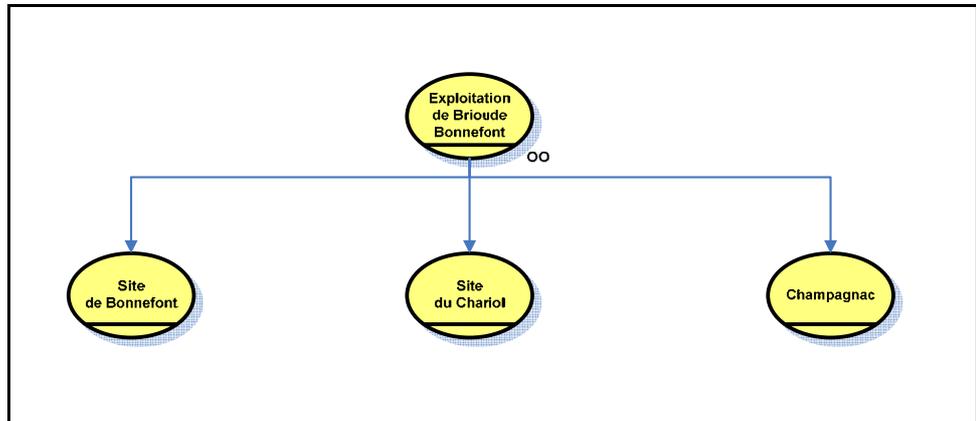


Figure II-150 : Organigramme général des lieux de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

7.2. Organigramme général des unités de milieu

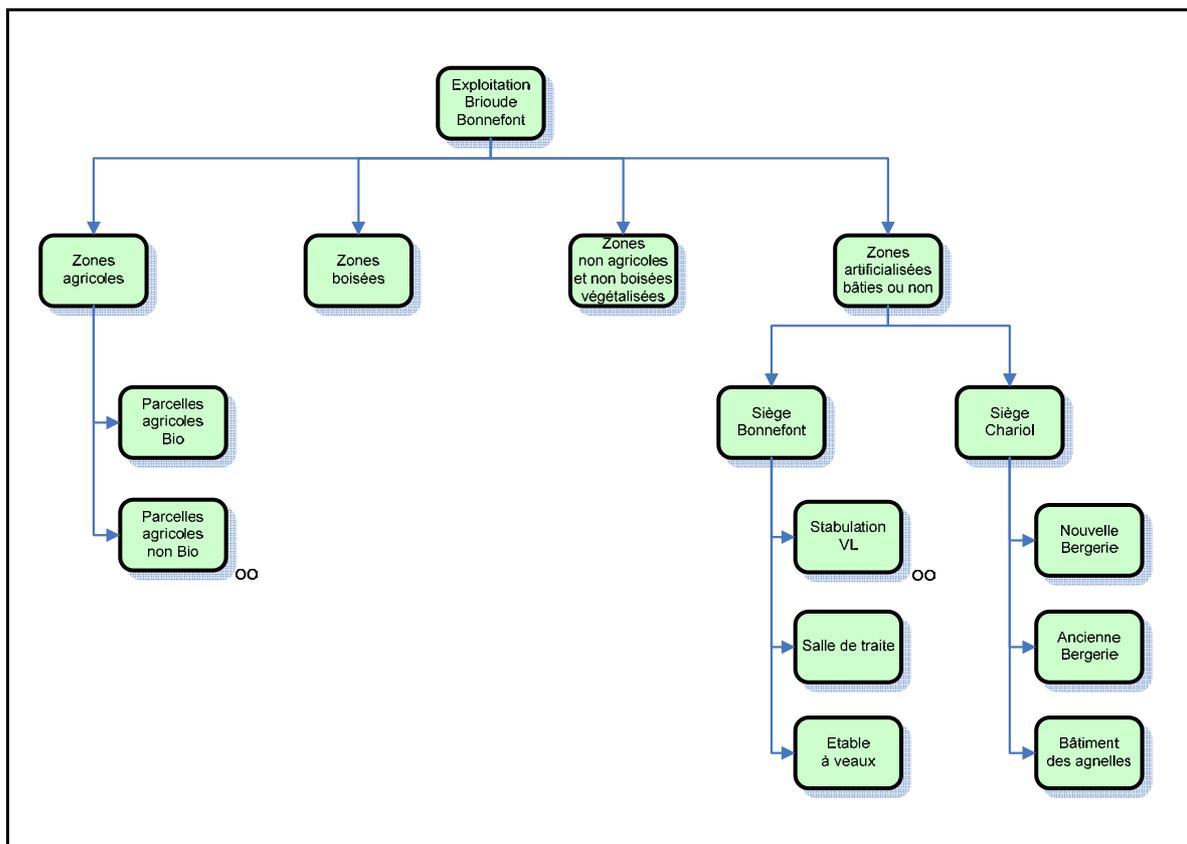


Figure II-151 : Organigramme général des unités de milieu de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

7.3. Organigramme détaillé des lieux

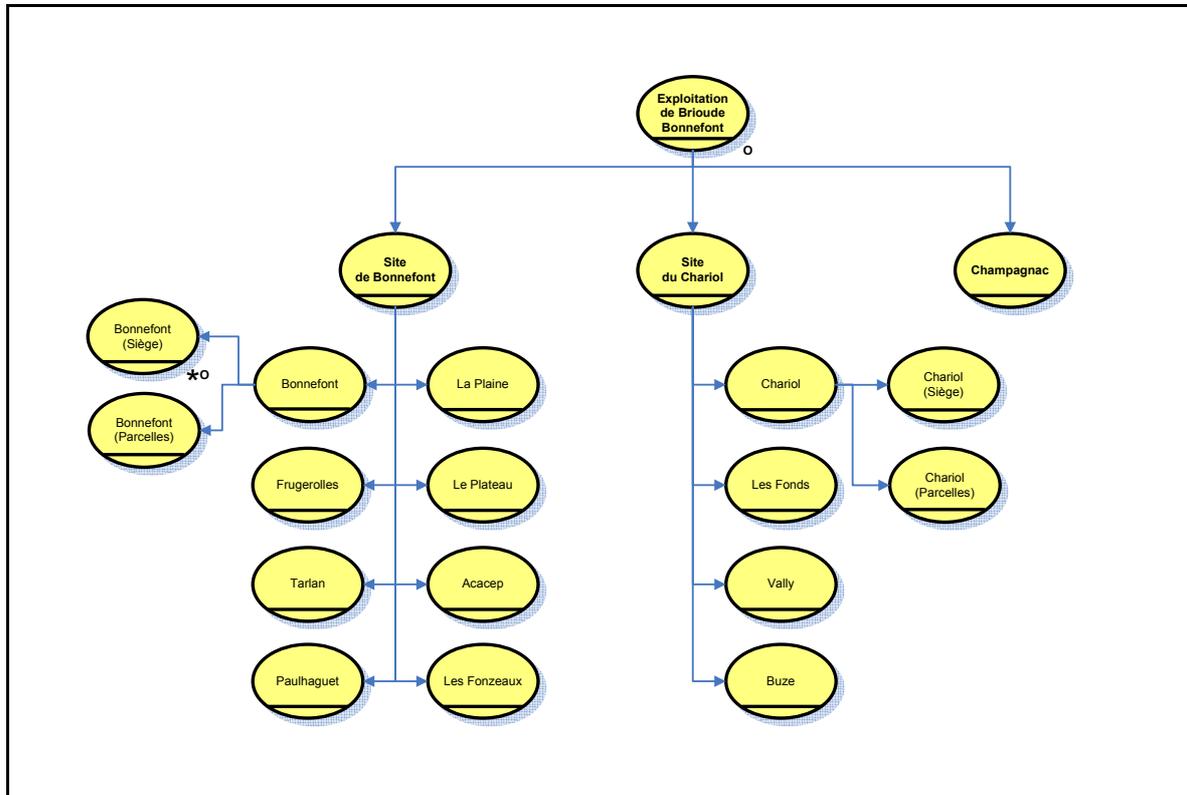


Figure II-152 : Organigramme détaillé des lieux de l'exploitation de Brioude-Bonnefont

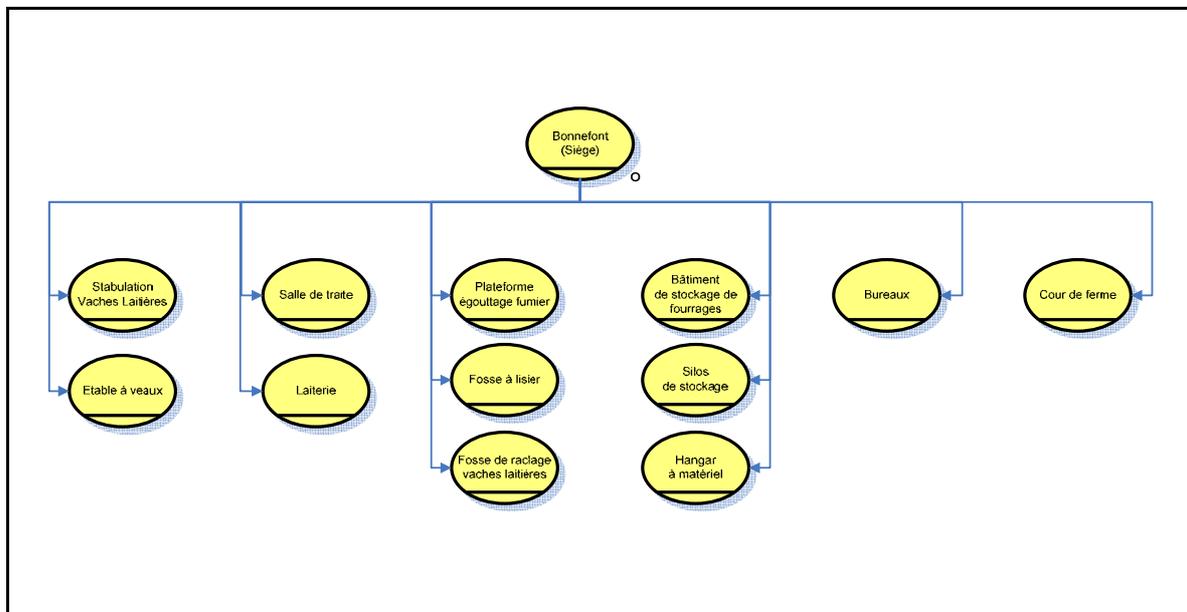


Figure II-153 : Organigramme détaillé des lieux de Bonnefont (Siège)

7.4. Cartographie des lieux

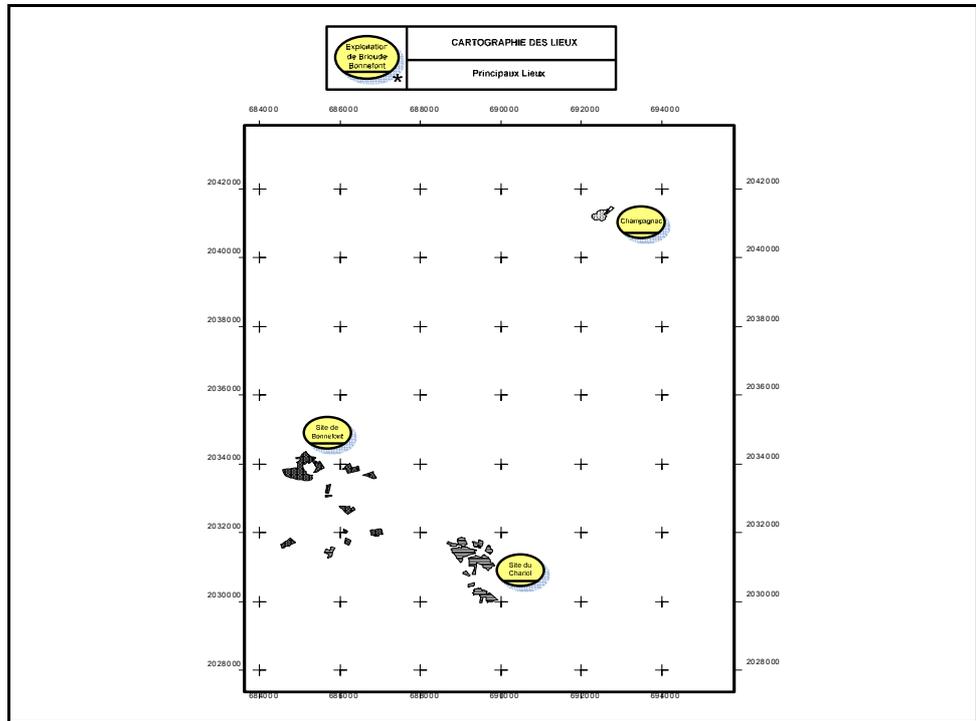


Figure II-154 : Cartographie principaux lieux de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

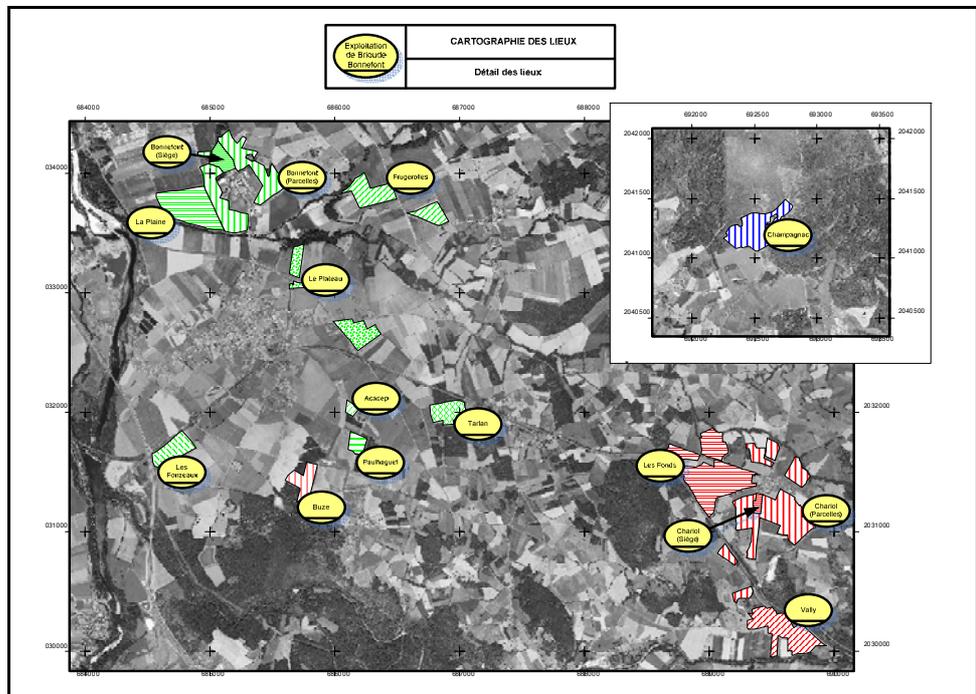


Figure II-155 : Cartographie détaillée des lieux de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont

7.5. Organigramme détaillé des unités de milieu

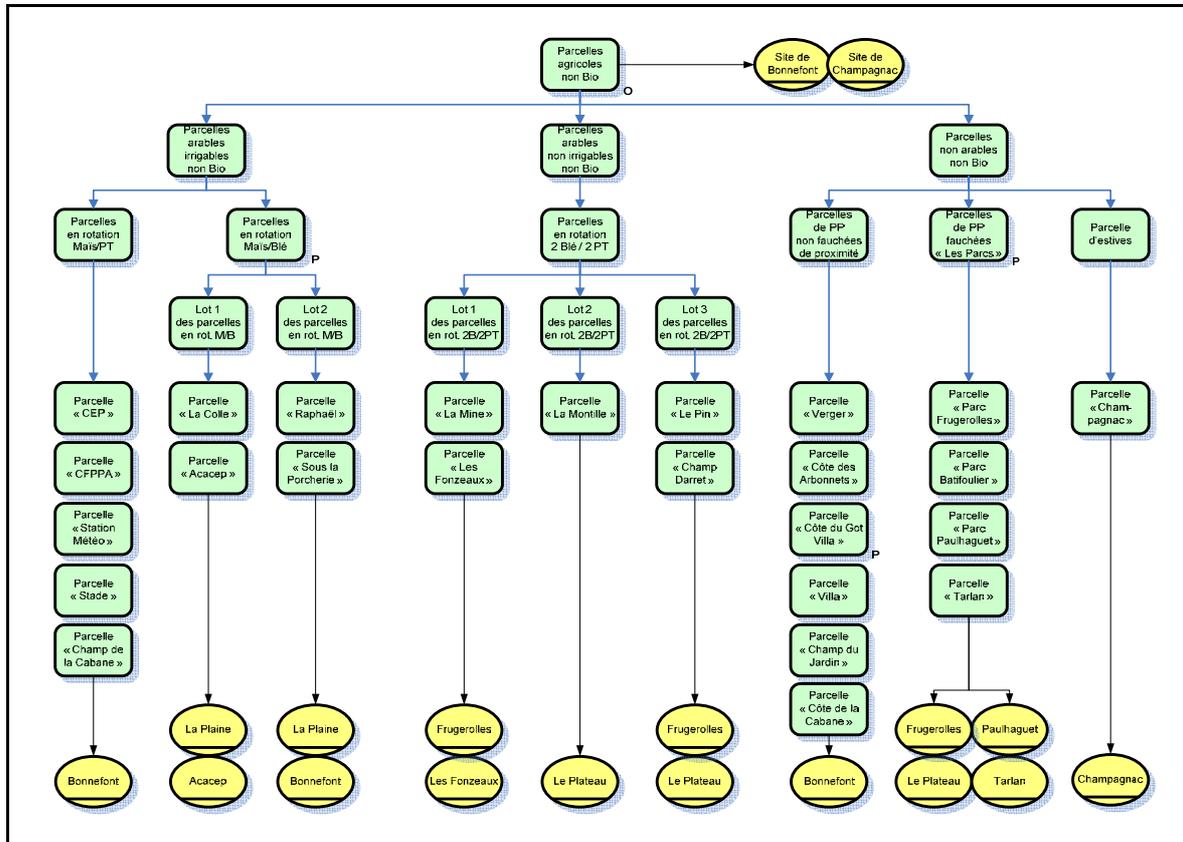


Figure II-158 : Organigramme détaillé des unités de milieu pour les "Parcelles agricoles non Bio"

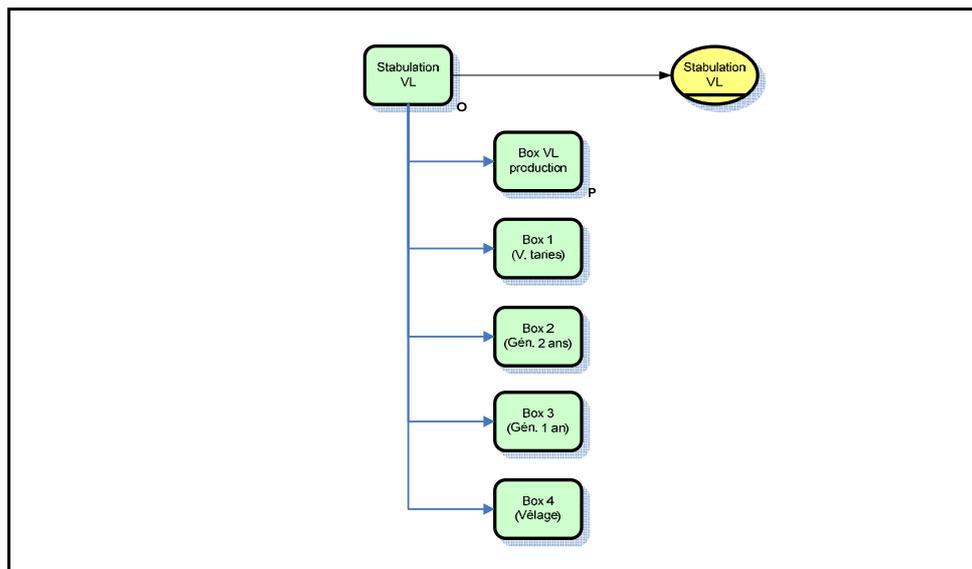


Figure II-159 : Organigramme détaillé des unités de milieu pour la "Stabulation Vaches Laitières (VL)"

7.6. Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu

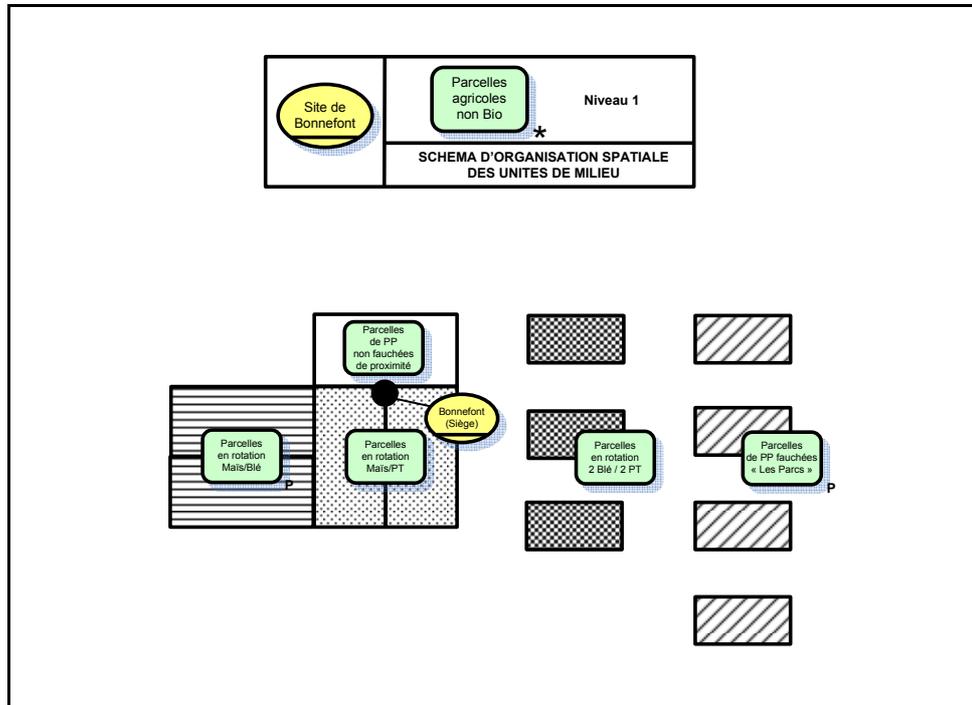


Figure II-160 : Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu pour les "Parcelles agricole non Bio" (Niveau 1)

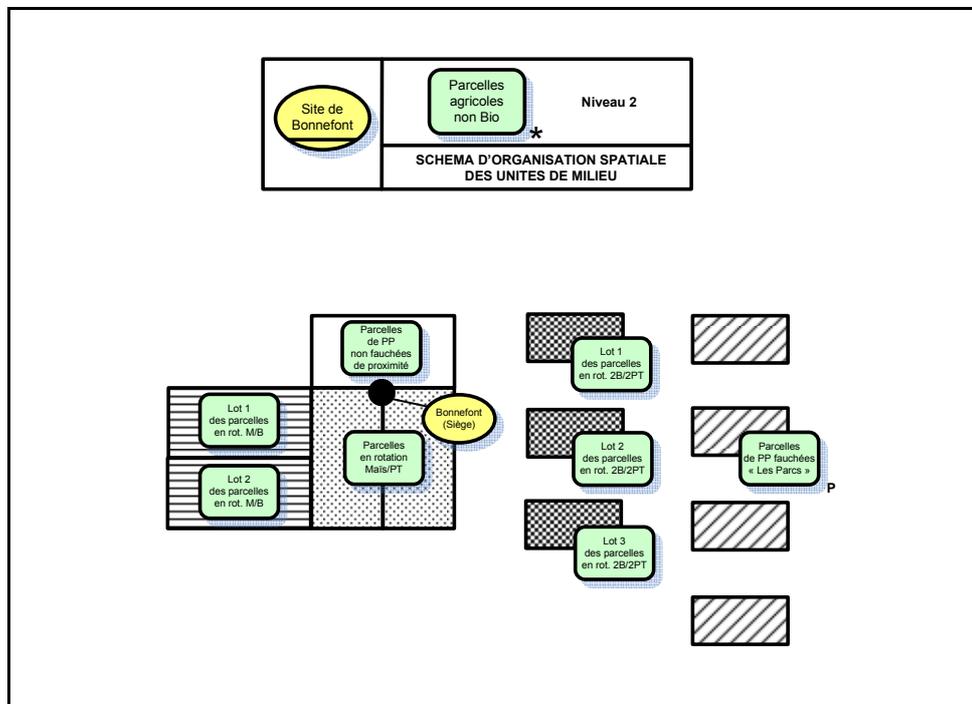


Figure II-161 : Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu pour les "Parcelles agricole non Bio" (Niveau 2)

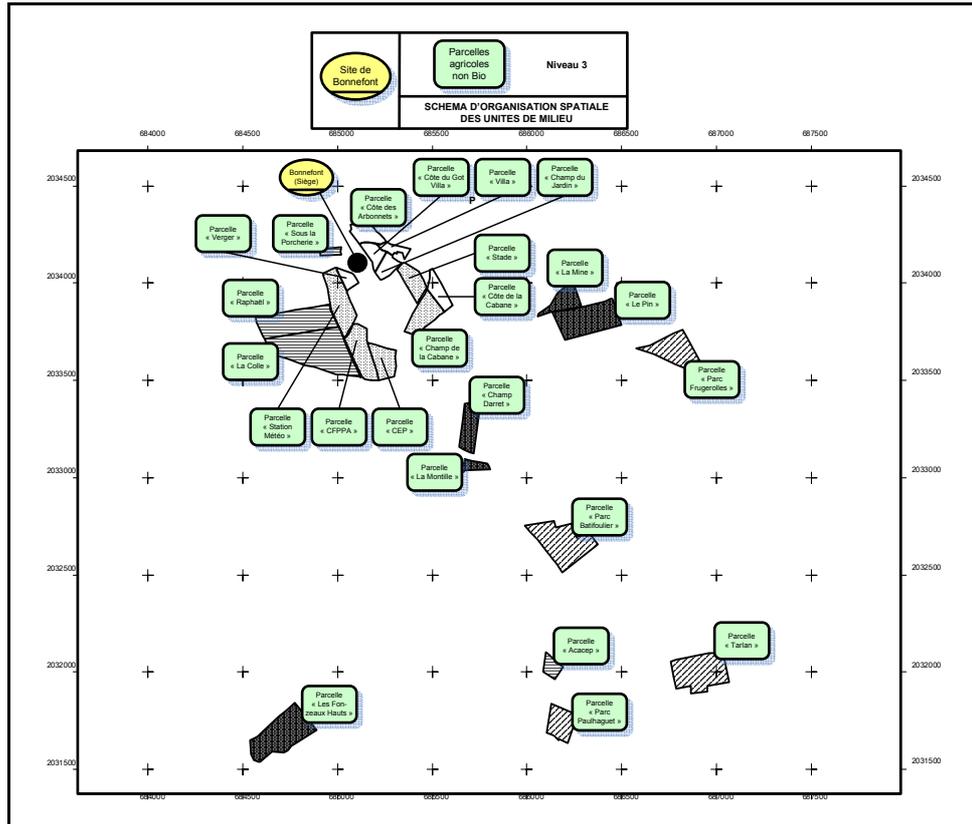


Figure II-162 : Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu pour les "Parcelles agricole non Bio" (Niveau 3)

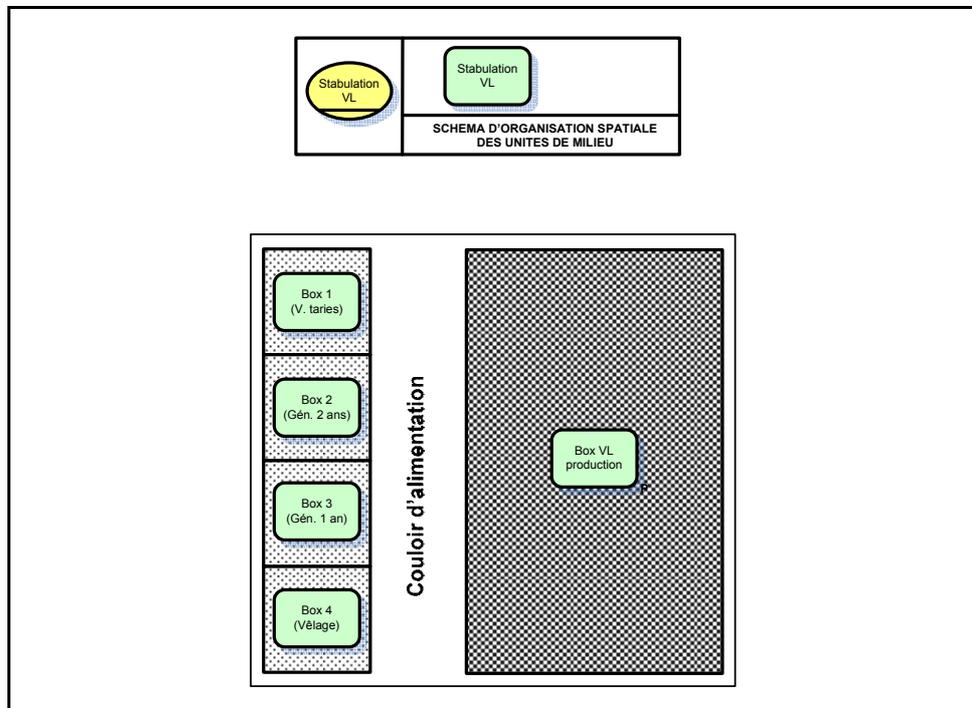


Figure II-163 : Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu pour la "Stabulation Vaches laitières (VL)"

7.7. Diagramme de pilotage d'une unité de milieu

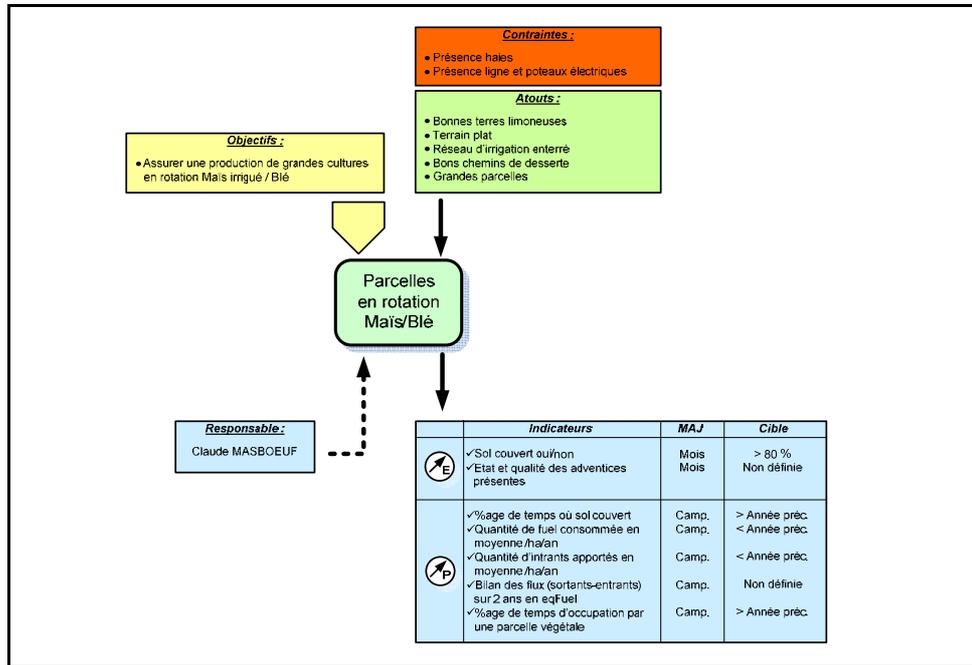


Figure II-164 : Diagramme de pilotage de l'unité de milieu "Parcelles en rotation Maïs/Blé"

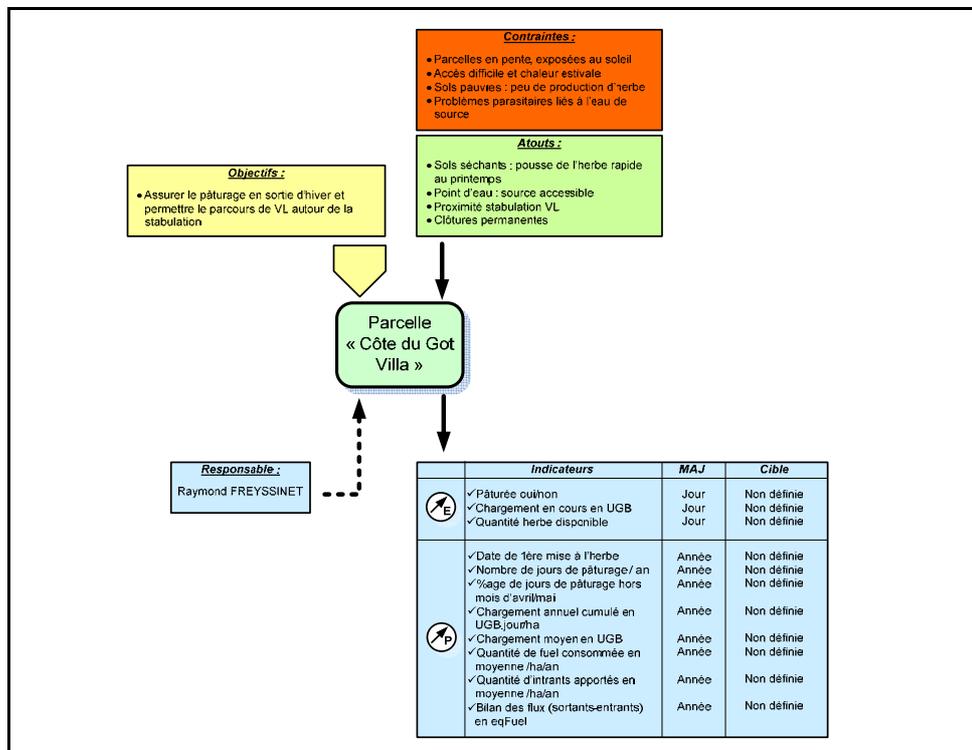


Figure II-165 : Diagramme de pilotage de l'unité de milieu "Parcelles Côte du Got Villa"

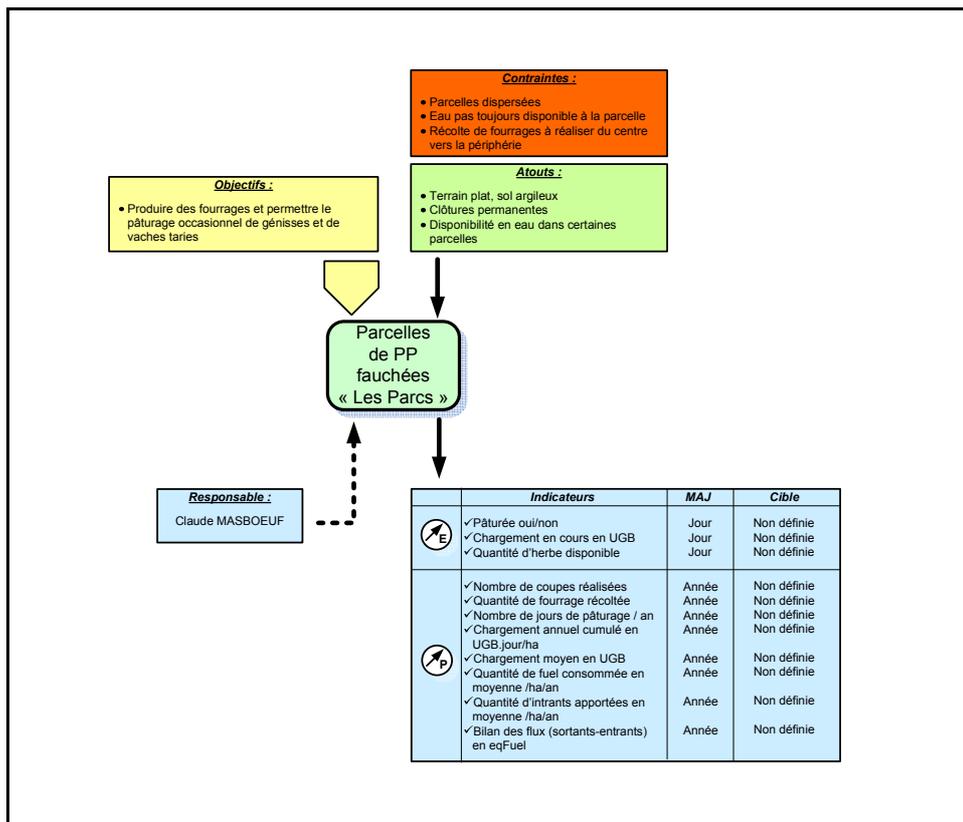


Figure II-166 : Diagramme de pilotage de l'unité de milieu "Parcelles de prairies permanentes (PP) fauchées Les Parcs"

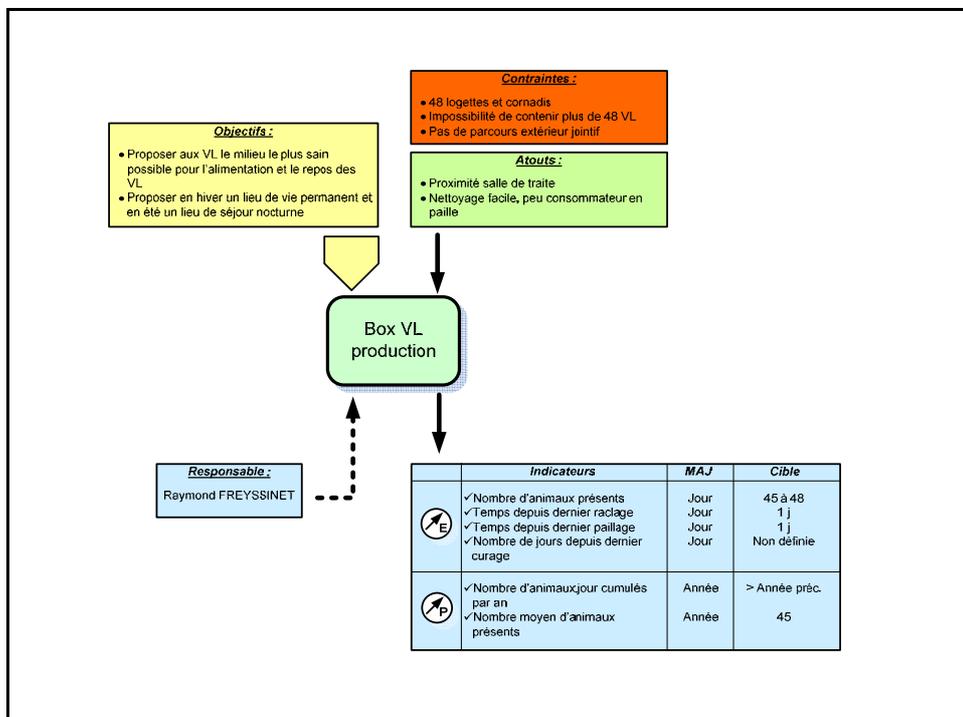


Figure II-167 : Diagramme de pilotage de l'unité de milieu "Box Vaches Laitières (VL) en production"

Tables et index

Une autre lecture
de la thèse

Acronymes, Paragraphes, Illustrations
et Mots-clés

Résumé

Afin de faciliter une lecture ciblée de la thèse et d'approfondir certains aspects, nous proposons dans cette partie de présenter plusieurs tables et index décrivant à la fois les acronymes et abréviations utilisés dans la thèse (**Table 1**), un sommaire détaillé de la thèse, toutes parties confondues (**Table 2**), une liste des différentes illustrations (figures et tableaux) présentées dans la thèse (**Table 3**) et un index thématique portant sur les principaux mots clés de la thèse et permettant de réaliser une recherche ciblée de chacun d'entre eux (**Table 4**).

Table 1

Liste des acronymes et abréviations

A

AAP	Appel A Projet
ABC	Activity Based Costing
ACTA	Réseau des Instituts des filières animales et végétales
ACV	Analyse de Cycle de Vie
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AFNOR	Association Française de Normalisation
AGEA	Approche Globale de l'Exploitation Agricole (Cadre méthodologique)
AgEng	International Conference Agricultural Engineering
AgroParisTech	Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement
AICOSCOPI	Aide à la COncption de Système de COnduite de Production (Projet)
AMS	Analyse Modulaire des Systèmes (Cadre méthodologique)
APCA	Association Permanente des Chambres d'Agriculture
APS	Advanced Planning System
ARIS	Architecture of Integrated Information Systems (Cadre méthodologique)
ARVALIS	Institut du Végétal
ASEA	Approche Spatiale de l'Exploitation Agricole (Cadre méthodologique)
AS-IS	Existant
ATHENA	Advanced Technologies for interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Applications (Projet)

B

BAO	Biologie Assistée par Ordinateur
BD	Base de Données
BPA	Business Process Analysis
BPI	Business Process Integration
BPM	Business Process Modeling

BPMN	Business Process Management Notation
BT	Bilan Travail (Cadre méthodologique)
BTS	Brevet de Technicien Supérieur
Bus-CAN	Bus Controller Area Network

C

CA	Chiffre d'Affaire
CA 43	Chambre d'Agriculture de la Haute-Loire
Camp.	Campagne
CasDAR	Compte d'Affectation Spécial pour le Développement Agricole et Rural
CCI	Chambre de Commerce et d'Industrie
CEI	Commission Electrotechnique Internationale
Cemagref	Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement
CEMAgriM	Cemagref Entreprise Modeling in Agriculture Integrated Methodology
CEN	Comité Européen de Normalisation
CER	Centre d'Economie Rurale
CETIM	CEntre Technique des Industries Mécaniques
CFA	Centre de Formation d'Apprentis
CFPPA	Centre de Formation Professionnelle Pour Adultes
CGI	Centre de Gestion Industriel
CGS	Centre de Gestion Scientifique
CHB	Club Hippique de Brioude
CIA	Computer Integrated Agriculture
CIGR	Commission Internationale du Génie Rural
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIM (niveau)	Computer Independent Model
CIMOSA	Computer Integrated Manufacturing – Open System Architecture (Cadre méthodologique)
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CNERTA	Centre national d'études et de ressources en technologies avancées
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
COPAIN	Equipe de Recherche " Systèmes d'information communicants et agri-environnementaux" (UR TSCF, Cemagref)
CPE	Chaîne de Processus Événementiel
CRAB	Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne
CRAN	Centre de Recherche en Automatique de Nancy
CUMA	Coopérative d'Utilisation de Matériel en Commun

D

DAC	Distributeur Automatique de Concentré
DAL	Distributeur Automatique de Lait
DCP	Diagramme de Chaîne de Processus
DCPV	Diagramme de Chaîne de Plus Value (ARIS)
DDAF 43	Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de la Haute-Loire
DEA	Diplôme d'Etudes Approfondies
DFD	Diagramme de Flux de Données
DG	Description Générale (Niveau de)
DGER	Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche (MAAP)
Dispo.	Disposition
DO	Description Opérative (Niveau de)
DoDAF	Department of Defense Architecture Framework
DP	Description Pilotage (Niveau de)
DRF	Diagramme de Rattachement de Fonction

E

EA	Exploitation Agricole
EARL	Exploitation Agricole à Responsabilité Limitée
EasyDIM	Ingénierie d'Entreprise et de Système d'Information Dirigée par les Modèles (Groupe de travail)
EAT	Eau, Agriculture, Territoires
ECI	Entreprise Communicante et Interopérabilité (groupe de travail, aujourd'hui appelé Easy-DIM)
ED DIMO	Ecole Doctorale "Décision, Informatique, Modélisation, Organisation"
EDI	Echanges de Données Informatisé
EEM	Enterprise Engineering Methodology
EEML	Extended Enterprise Modelling Language
EFITA	European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and Environment
EM	Enterprise Model
EMA	Ecole des Mines d'Alès
EMEA	Ecole de Modélisation d'Entreprise d'Arcachon
ENESAD	Etablissement National d'Enseignement Supérieur Agronomique de Dijon
ENIM	Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz
ENITAB	Ecole Nationale d'Ingénieurs des Travaux Agricoles de Bordeaux
ENITAC	Ecole Nationale d'Ingénieurs des Travaux Agricoles de Clermont Ferrand (aujourd'hui Vet AgroSup)
EML	Enterprise Modelling Language

ENFA	Ecole Nationale de Formation Agronomique
ENGREF	Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts
ENITAB	Ecole Nationale d'Ingénieurs des Travaux Agricoles de Bordeaux
ENSIACET	Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs en Arts Chimiques Et Technologiques
ENSTIMAC	Ecole Nationale Supérieure des Techniques Industrielles et des Mines d'Albi Carmaux
EnsW	Ensemble de Travail
EPLEFPA	Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Agricole
E&P UML	Eriksson & Penker Business Modeling UML Extension (Cadre méthodologique)
EqFuel	Equivalent Fuel (unité de mesure)
ERP	Enterprise Resource Planning
ESA (niveau)	Enterprise Software Application
ESB	Encéphalopathie Spongiforme Bovine
ESPRIT	European Strategic Program on Research in Information Technology
ETA	Entreprise de Travaux Agricoles
Evt	Evénement(iel)

F

FCS	Facteur Clé de Succès
FIDO	Function, Information, Dynamics, and Organization
FIEA	France Informatique ElevAge
FMIS	Farm Management Information System
FNCUMA	Fédération Nationale des CUMA
FR	Fédération de Recherche
FRS	Farm Record System

G

GAEC	Groupement Agricole d'Exploitation en Commun
GDR I3	Groupe De Recherche "Information, Interaction, Intelligence"
GDR MACS	Groupe De Recherche "Modélisation, Analyse et Conduite des Systèmes dynamiques"
GEDRA	Groupement d'Employeurs de Remplacement Agricole
GEEA	Guide d'Etude de l'Exploitation Agricole (Cadre méthodologique)
Gefex	Base de données des exploitations agricoles et des ateliers technologiques
GEMC	Generic Enterprise Modelling Concept
Gén.	Génisse
GERA	General Enterprise Reference Architecture (Cadre de modélisation)
GERAM	General Enterprise Reference Architecture and Methodology
GES	Gaz à Effet de Serre

GI	Génie Industriel
GIEA	Gestion des Informations de l'Exploitation Agricole (Projet)
GIM	GRAI Integrated Methodology (Cadre méthodologique)
GISEH	Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers (Groupe de travail)
GIS GC-HP2E	Groupement d'Intérêt Scientifique de Grande Culture à Hautes Performances Economiques et Environnementales
GPAO	Gestion de la Production Assistée par Ordinateur
GPQ	Gestion de la Production et de la Qualité (Cours IFMA)
GPS	Global Positionning System
GRAI	Graphe de Résultats et Activités Interreliés
GT	Groupe de Travail

H

H	Horizon
----------	---------

I

IA	Insémination Artificielle
IAE	Institut d'Administration des Entreprises
IC	Ingénierie des Connaissances (Conférence)
ICAM	Integrated Computer Aided Manufacturing
ICPEF	Ingénieur en Chef des Ponts, des Eaux et des Forêts
ICT	Information and Communication Technologies
Id	Identifiant
IDEF	ICAM Definition (Cadre méthodologique)
IEM	Integrated Enterprise Modelling
IFAC	International Federation of Automatic Control
IFIP	International Federation for Information Processing
IFMA	Institut Français de Mécanique Avancée
IFSA	International Farming Systems Association
IFT	Indice de Fréquence de Traitements
IMS	Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système (Bordeaux)
INA P-G	Institut National Agronomique Paris-Grignon
INCOM	Information Control Problems in Manufacturing (Conférence)
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INRA-SAD	INRA– département de recherche Sciences pour l'Action et le Développement
INSA	Institut National des Sciences Appliquées
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

IPEF	Ingénieur des Ponts, des Eaux et des Forêts
IPSEA	Instrumentation et Pilotage Stratégique dans l'Entreprise Agricole
ISIMA	Institut Supérieur d'Informatique de Modélisation et de leurs Applications
ISO	Organisation Internationale de Normalisation
ISTOM	Ecole d'Ingénieur d'Agro-développement International
IT	Itinéraire Technique
IVV	Indice Vêlage-Vêlage

K

KBSI	Knowledge Based Systems, Inc.
-------------	-------------------------------

L

LAMSADE	Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la DEcision
LAPS	Laboratoire d'Automatique, de Productique et du Signal (Bordeaux)
LGIPM	Laboratoire de Génie Industriel et Production Mécanique
LIESP	Laboratoire d'Informatique pour l'Entreprise et les Systèmes de Production
LIMOS	Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes
LISC	Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Complexes (Cemagref)
LMAP	Loi de Modernisation de l'Agriculture et de la Pêche
LOA	Loi d'Orientation Agricole
LSIS	Laboratoire des Sciences de l'Information et des Systèmes

M

MAAP	Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche(actuel)
MAAPAR	Ministère de l'Agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales (ancien)
MACS (GDR)	Modélisation, Analyse et Conduite des Systèmes dynamiques (Groupe De Recherche)
MACSP	Modélisation, Analyse, Conception des Systèmes de Production (Cours IFMA)
MAJ	Mise A Jour
MAP	Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (ancien)
MASK	Méthode d'ingénierie des connaissances
MCC	Modélisation de la Conduite des Cultures
MCT	Modélisation de la Conduite d'un Troupeau de vaches allaitantes
MDA	Model Driven Architecture
MDFIA	Modélisation des Décisions et des Flux d'Information en Agriculture
MDI	Model Driven Interoperability
ME	Modélisation d'Entreprise

MECI	Modélisation d'Entreprise pour la Conception Intégrée (Cadre méthodologique)
MER	Modèle Entité-Relation
MERISE	Méthode d'analyse, de conception et de gestion de projet intégrée
MES	Manufacturing Execution System
MiSD	Methodology for integrated information System Design
MOA	Maîtrise d'OuvrAge
MODAF	British Ministry of Defence Architectural Framework
MOE	Maîtrise d'OEuvre
MOSIM	Conférence francophone de MOdélisation et SIMulation
MP	Module Technologique
MT	Module de Pilotage
MO	Main d'œuvre
MS	Matière Sèche

N

Nbre	Nombre
-------------	--------

O

OFRI	Ontario Forest Research Institute
OID	Opération-Information-Décision (Modèle)
OMG	Object Management Group
ONF	Office National des Forêts
Op.T.	Opération Technique
OSSAD	Office Support System Analysis and Design

P

P	Période
PAC	Politique Agricole Commune
PDA	Personal Digital Assistant
PERA	Purdue Enterprise Reference Architecture (Cadre de modélisation)
PIM (niveau)	Platform Independent Model
PP	Prairie Permanente
PSM (niveau)	Platform Specific Model
PT	Prairie Temporaire
PUF	Presses Universitaires de France
Préc.	Précédent(e)

R

RAS	Rien A Signaler
RB²PM	Role-Based Business Process Model
Réf.	Référence
Res.	Ressource
RFID	Radio Frequency IDentification
RGI	Référentiel Général d'Interopérabilité
RM-ODP	Reference Model of Open Distributed Processing
Rot. 2B/2PT	Rotation 2 Blés / 2 Prairies Temporaires
Rot. M/B	Rotation Maïs / Blé
Rot. M/PT	Rotation Maïs / Prairie Temporaire

S

SADT	Structured Analysis and Design Technic
SAF	Société des Agriculteurs de France
SAPHIR	Système d'Acquisition et de Partage des données Hydrométriques pour l'Irrigation Raisonnée
SAU	Surface Agricole Utile
SCE	Supply Chain Execution
Sco.	Scolaire
SCOR	Supply Chain Operations Reference model
SD	Système de Décision
SE	Système d'Entreprise
SEF	Système d'Entreprise Formalisé
Sem	Semaine
SFER	Société Française d'Economie Rurale
SI	Système d'Information
SIA	Salon International de l'Agriculture
SIF	Système d'Information Formalisé
SIFa	SIF pour l'acquisition de données
SIFg	SIF pour la gestion de l'entreprise
SII	Système d'Information Informatisé
SIMA	Salon International du Machinisme Agricole
SInF	Système d'Information non Formalisé
SInI	Système d'Information non Informatisé
SIRET	Identifiant d'Etablissement
SO	Système Opérant

SPOT	Journal Interne du Cemagref
SYNERGIE (TR)	SYstème d'iNformation Et de Représentation pour la Gestion Intégrée de l'Environnement (Thème de Recherche du Cemagref)
SysML	Systems Modeling Language

T

TB	Taux Butyrique
TEAF	Treasury Enterprise Architecture Framework
TIC	Technologies de l'Information et de la Communication
TIMS (FR)	Technologies de l'Information, de la Mobilité et de la Sûreté (Fédération de Recherche)
TO-BE	Futur
TOGAF	The Open Group Architecture Framework
TOWS	Threats, Opportunities, Weaknesses, Strenghts (Matrice)
TP	Taux Protéique
TPE	Très Petite Entreprise
TR	Temps Réel

U

U. Bio.	Unité Biophysique
UDC	Unité de Comportement (IDEF)
UDE	Unité de Dimension Economique
UEML	Unified Enterprise Modelling Language
UGB	Unité Gros Bétail
UML	Universal Modeling Langage
UMR METAFORT	Unité Mixte de Recherche "Mutations dEs actiVités, des espAces et des Formes d'ORganisation dans les Territoires ruraux" (Cemagref, VetAgroSup, INRA, Agro Paris-Tech)
UMR TETIS	Unité Mixte de Recherche "Territoires, Environnement, Télédétection et Information Spatiale" (Cemagref, Agro ParisTech, CIRAD)
UPRA	Unité nationale de sélection et de Promotion de la RAce
UR DFCF	Unité de Recherche " Dynamiques et Fonctions des espaces ruraux" (Cemagref)
UR TSCF	Unité de Recherche "Technologie et Systèmes d'Information pour les Agrosystèmes (Cemagref)
UTH	Unité de Travail Humain

V

VIE	Volontariat International en Entreprise
VL	Vache Laitière

W

WCCA World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources

Z

ZAC Zone d'Aménagement Concerté

Table 2

Table des matières

Remerciements	3
Sommaire général	5
Introduction générale	9
Partie 1	11
Des enjeux de gestion actuels à la nécessité de disposer d'un cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole	
Contexte et enjeux de la recherche	
Résumé	13
Chapitre 1.	15
Evolution du contexte et de l'entreprise agricoles : enjeux de gestion actuels et nécessaire maîtrise de l'information	
<i>Résumé – Sommaire</i>	15
1. Du modèle "industriel" des années 1960-70 au modèle "familial" des années 1980-90	16
1.1. Le modèle "industriel" comme référence des années 1960-70	16
1.2. Le système "famille-exploitation" comme référence des années 1980-90.....	17
2. L'exploitation agricole d'aujourd'hui : une véritable entreprise	19
2.1. Un contexte en pleine évolution.....	19
2.2. L'affirmation de l'exploitation agricole comme entreprise de production de biens et de services	20
2.3. Enjeux de gestion communs à l'entreprise industrielle et particularités	22
3. De la nécessité de maîtriser l'information et les outils de gestion	24
<i>Conclusion</i>	25
Chapitre 2.	27
Le système d'information : un outil de gestion indispensable, une nécessaire adaptation aux besoins de chaque entreprise agricole	

<i>Résumé – Sommaire</i>	27
1. Le système d'information de l'entreprise industrielle	28
1.1. Définitions et rôles du système d'information	28
1.2. Dimension technologique et évolutions récentes	31
1.3. Etat des lieux du système d'information de l'entreprise industrielle	32
2. Le système d'information de l'entreprise agricole : état des lieux et problèmes actuels	34
2.1. Evolution du système d'information de l'entreprise agricole.....	34
2.2. Une adoption technologique limitée	35
2.3. Les problèmes actuels	35
3. Définition et enjeux pour le système d'information de l'entreprise agricole	38
3.1. Une proposition de définition	38
3.2. Perspectives et enjeux pour le système d'information de l'entreprise agricole.....	40
<i>Conclusion</i>	44

Chapitre 3. 45

De la nécessité de disposer d'un cadre méthodologique de représentation métier pour aider à identifier les besoins de chaque entreprise agricole

<i>Résumé – Sommaire</i>	45
1. Modéliser pour comprendre, communiquer et agir	46
1.1. Une nécessaire abstraction : modèle et langage de représentation.....	46
1.2. Modèle et système : la démarche systémique	46
2. Modéliser le système d'information pour le concevoir	49
2.1. Modèles du système d'information et niveaux de modélisation.....	49
2.2. Modèles du système d'information et langages.....	51
2.3. Intérêts et limites des modèles et langages issus de l'ingénierie des systèmes d'information	53
3. Modéliser le système entreprise pour aider à identifier les besoins métier	55
3.1. Modélisation d'entreprise, modèles et langages métiers	55
3.2. Des cadres méthodologiques pour des approches structurées	58
3.3. Un cadre méthodologique pour l'entreprise agricole : un véritable enjeu.....	60
<i>Conclusion</i>	62

Partie 2 63

La représentation métier de l'entreprise agricole : intérêts et limites des cadres méthodologiques existants

Etat de l'art, problématique et méthodologie

<i>Résumé</i>	65
---------------------	----

Chapitre 4. 67

Intérêts et limites des cadres méthodologiques issus du secteur agricole

<i>Résumé – Sommaire</i>	67
--------------------------------	----

1. Présentation des cadres méthodologiques existants	68
1.1. L'Approche Globale de l'Exploitation Agricole (AGEA)	68
1.2. L'Approche Spatiale de l'Exploitation Agricole (ASEA).....	71
1.3. Les autres cadres méthodologiques	74
2. Analyse des cadres méthodologiques existants	75
2.1. Grille d'analyse.....	75
2.2. Intérêts et limites	77
<i>Conclusion</i>	81

Chapitre 5. 83

Intérêts et limites des cadres méthodologiques issus du secteur industriel manufacturier

<i>Résumé – Sommaire</i>	83
1. Présentation des cadres méthodologiques existants	84
1.1. CIMOSA	85
1.2. GRAI/GIM	86
1.3. ARIS.....	88
1.4. IDEF.....	88
1.5. "E&P UML"	91
1.6. MECI.....	91
1.7. AMS	92
1.8. Les autres cadres méthodologiques	94
2. Analyse des cadres méthodologiques existants	95
2.1. Grille d'analyse.....	95
2.2. Intérêts et limites	96
<i>Conclusion</i>	101

Chapitre 6. 103

Vers un nouveau cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole

<i>Résumé – Sommaire</i>	103
1. Notre problématique : quel apport de la Modélisation d'Entreprise pour la représentation métier des entreprises agricoles ?	104
1.1. Intérêts et limites des approches sectorielles.....	104
1.2. Contributions possibles de la Modélisation d'Entreprise : exemple hospitalier et problématique agricole.....	105
2. Notre approche méthodologique : pluridisciplinaire et multisectorielle	107
2.1. Présentation générale de notre approche	107
2.2. L'entreprise agricole de production de biens et de service comme objet d'étude	107
2.3. Le cadre CEMAgriM comme proposition de cadre méthodologique issu du Génie Industriel, des Sciences de Gestion et des Sciences Biotechniques	110
2.4. L'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont comme cas d'illustration	112
<i>Conclusion</i>	114

Partie 3	115
Proposition d'un cadre méthodologique pour la représentation métier de l'entreprise agricole : le cadre CEMAgriM	
Résultats	
Résumé	117
Chapitre 7.	119
Proposition d'une représentation systémique renouvelée de l'entreprise agricole et du cadre de modélisation CEMAgriM	
<i>Résumé – Sommaire</i>	119
1. Une représentation systémique renouvelée pour l'entreprise agricole	120
1.1. L'entreprise agricole et ses sous-systèmes	120
1.2. L'entreprise agricole et son environnement	125
1.3. Proposition d'une représentation systémique de l'entreprise agricole pour le cadre CEMAgriM	128
2. Un cadre de modélisation structurant pour la représentation métier des différents aspects de l'entreprise agricole	132
2.1. Aspects de l'entreprise à modéliser et choix des vues de modélisation	132
2.2. Cycle de vie des modèles d'entreprise et choix des phases de modélisation	136
2.3. Proposition d'un cadre de modélisation pour le cadre CEMAgriM	136
<i>Conclusion</i>	139
Chapitre 8.	141
Proposition du cadre conceptuel unifié CEMAgriM pour la représentation métier de l'entreprise agricole	
<i>Résumé – Sommaire</i>	141
1. Quels concepts définir pour le cadre conceptuel CEMAgriM ?	142
1.1. Quels concepts pour représenter les aspects "informationnels" ?	143
1.2. Quels concepts pour représenter les aspects "fonctionnels" ?	149
1.3. Quels concepts pour représenter les aspects "organisationnels" ?	163
1.4. Quels concepts pour représenter les aspects "décisionnels" ?	168
2. Modéliser le système d'information pour le concevoir	176
2.1. Définition des principaux concepts	176
2.2. Définition des concepts complémentaires	182
2.3. Proposition de méta-modèle conceptuel	183
<i>Conclusion</i>	184
Chapitre 9.	185
Premières propositions de modèles, langage graphique et démarches pour le cadre méthodologique CEMAgriM	
<i>Résumé – Sommaire</i>	185
1. Proposition de modèles par vue de modélisation	186
1.1. Modèles de la vue Ressource	186
1.2. Modèles de la vue Environnement	189

1.3. Modèles de la vue Processus.....	190
1.4. Modèles de la vue Physique.....	193
1.5. Modèles de la vue Biophysique.....	195
1.6. Modèles de la vue Organisation spatiale.....	196
2. Proposition de langage graphique	199
2.1. Proposition de symboles graphiques pour les principaux concepts	199
2.2. Proposition de langage graphique pour les différents modèles	199
3. Proposition de démarches	203
3.1. Démarches issues des secteurs agricole et industriel	203
3.2. Une première proposition de démarche générique	203
<i>Conclusion</i>	206

Partie 4 **207**

Mise en application du cadre méthodologique CEMAgriM, contributions et recherches futures

Discussion et perspectives

Résumé	209
---------------------	------------

Chapitre 10. **211**

Mise en application du cadre méthodologique CEMAgriM et discussion autour des modèles obtenus

<i>Résumé – Sommaire</i>	211
1. Présentation du cas d'illustration et de l'approche adoptée pour l'élaboration des modèles	212
1.1. L'entreprise agricole de l'EPLÉFPA de Brioude-Bonnefont	212
1.2. Une approche conforme à la démarche générique du cadre CEMAgriM.....	212
2. Présentation des modèles obtenus	215
2.1. Au niveau de description générale.....	215
2.2. Au niveau de description opérative	219
2.3. Au niveau de description pilotage	230
3. Discussion autour des modèles obtenus et plus généralement sur le cadre méthodologique CEMAgriM.....	203
3.1. Discussion autour des modèles obtenus	203
3.2. Discussion sur le cadre méthodologique CEMAgriM	203
<i>Conclusion</i>	206

Chapitre 11. **243**

Originalité du cadre méthodologique CEMAgriM, contributions scientifiques et perspectives de recherche

<i>Résumé – Sommaire</i>	243
1. Originalité du cadre CEMAgriM et contributions scientifiques	244
1.1. En Modélisation d'Entreprise.....	245
1.2. En Ingénierie des Systèmes d'Information	251

1.3. En Sciences de Gestion	253
1.4. En Sciences Biotechniques	255
2. Perspectives de recherche autour du cadre CEMAgriM.....	257
2.1. Une opérationnalisation du cadre méthodologique CEMAgriM pour aider à identifier les besoins de gestion des entreprises agricoles	257
2.2. Une ouverture à d'autres systèmes d'étude pour le cadre CEMAgriM	260
2.3. Du cadre CEMAgriM à la (ré)ingénierie des systèmes d'information.....	262
2.4. Du cadre CEMAgriM à la (ré)ingénierie d'entreprise.....	263
2.5. De l'utilisation du cadre CEMAgriM pour la structuration des données et la formalisation des connaissances du domaine agricole.....	265
2.6. De l'utilisation du cadre CEMAgriM pour la pédagogie, l'évaluation et la simulation des systèmes de production agricoles.....	267
<i>Conclusion</i>	269

Conclusion générale **271**

Bibliographie **273**

Annexes I **303**

Présentation détaillée des cadres méthodologiques, des cadres de modélisation et des cadres conceptuels identifiés

Eléments de l'état de l'art

Résumé **305**

Annexe I.1. **307**

Cadre méthodologique CIMOSA

1. Présentation générale.....	307
2. Cadre de modélisation.....	308
2.1. Vues de modélisation	308
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	308
2.3. Dimension de généralité.....	309
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	309
3. Cadre conceptuel.....	310
3.1. Définition des concepts de base "constructs"	310
3.2. Méta-modèle	311
4. Modèles et langages graphiques	312
4.1. Modèles et vues de modélisation.....	312
4.2. Langages graphiques.....	313
4.3. Exemples de modèles	314

Annexe I.2. 317

Cadre méthodologique GIM

1. Présentation générale.....	317
2. Cadre de modélisation.....	318
2.1. Vues de modélisation	318
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	318
2.3. Dimension de généralité.....	319
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	319
3. Cadre conceptuel.....	319
3.1. Définition des concepts de base "constructs"	319
3.2. Méta-modèle	321
4. Modèles et langages graphiques	322
4.1. Modèles et vues de modélisation.....	322
4.2. Langages graphiques.....	323
4.3. Exemples de modèles	325

Annexe I.3. 327

Cadre méthodologique ARIS

1. Présentation générale.....	327
2. Cadre de modélisation.....	327
2.1. Vues de modélisation	327
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	328
2.3. Dimension de généralité.....	328
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	329
3. Cadre conceptuel.....	329
3.1. Définition des concepts de base "constructs"	329
3.2. Méta-modèle	334
4. Modèles et langages graphiques	334
4.1. Modèles et vues de modélisation.....	334
4.2. Langages graphiques.....	337
4.3. Exemples de modèles	337

Annexe I.4. 349

Cadre méthodologique IDEF

1. Présentation générale.....	349
2. Cadre de modélisation.....	350
2.1. Vues de modélisation	350
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	350
2.3. Dimension de généralité.....	351
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	351
3. Cadre conceptuel.....	351
3.1. Définition des concepts de base "constructs"	351
3.2. Méta-modèle	352
4. Modèles et langages graphiques	352
4.1. Modèles et vues de modélisation.....	352
4.2. Langages graphiques.....	354
4.3. Exemples de modèles	355

Annexe I.5. 359

Cadre méthodologique E&P UML

1. Présentation générale.....	359
2. Cadre de modélisation.....	359
2.1. Vues de modélisation	359
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	360
2.3. Dimension de généricité.....	360
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	360
3. Cadre conceptuel.....	361
3.1. Définition des concepts de base "constructs"	361
3.2. Méta-modèle	362
4. Modèles et langages graphiques	363
4.1. Modèles et vues de modélisation.....	363
4.2. Langages graphiques.....	364
4.3. Exemples de modèles	367

Annexe I.6. 375

Cadre méthodologique MECI

1. Présentation générale.....	375
2. Cadre de modélisation.....	376
2.1. Vues de modélisation	376
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	376
2.3. Dimension de généricité.....	377
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	377
3. Cadre conceptuel.....	377
3.1. Définition des concepts de base "constructs"	377
3.2. Méta-modèle	380
4. Modèles et langages graphiques	381
4.1. Modèles et vues de modélisation.....	382
4.2. Langages graphiques.....	382
4.3. Exemples de modèles	383

Annexe I.7. 385

Cadre méthodologique AMS

1. Présentation générale.....	385
2. Cadre de modélisation.....	386
2.1. Vues de modélisation	386
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	386
2.3. Dimension de généricité.....	386
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	386
3. Cadre conceptuel.....	387
3.1. Définition des concepts de base "constructs"	387
3.2. Méta-modèle	388
4. Modèles et langages graphiques	389
4.1. Modèles et vues de modélisation.....	389
4.2. Langages graphiques.....	389
4.3. Exemples de modèles	390

Annexe I.8. 391**Cadres de modélisation complémentaires et issus du secteur industriel**

<i>Résumé – Sommaire</i>	391
1. Le cadre de modélisation ZACHMAN	392
2.1. Vues de modélisation	392
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	392
2.3. Dimension de généralité.....	393
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	393
2. Le cadre de modélisation PERA	394
2.1. Vues de modélisation	394
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	395
2.3. Dimension de généralité.....	395
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	396
3. Le cadre de modélisation SAGACE	397
2.1. Vues de modélisation	397
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	397
2.3. Dimension de généralité.....	397
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	398
4. Le cadre de modélisation OLYMPIOS	398
2.1. Vues de modélisation	398
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	398
2.3. Dimension de généralité.....	399
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	399
5. Le cadre de modélisation GERA	399
2.1. Vues de modélisation	399
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	401
2.3. Dimension de généralité.....	402
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	403
6. Le cadre de modélisation ISO 19439	403
2.1. Vues de modélisation	403
2.2. Phases de modélisation d'entreprise	404
2.3. Dimension de généralité.....	404
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	404

Annexe I.9. 405**Cadres conceptuels complémentaires et issus du secteur industrie**

<i>Résumé – Sommaire</i>	405
1. Cadre conceptuels issus des travaux de définition d'ontologies métier, de normalisation et de standardisation	406
1.1. "The Enterprise Ontology"	406
1.2. Pré-norme ENV 12204	408
1.3. Standard RM-ODP.....	411
1.4. Standard UEML.....	413
1.5. Standard ATHENA POP*.....	415
1.6. Norme ISO 19440.....	417
1.7. Norme NF X50-310	419
1.8. ISO – Rapport technique 10314	423
2. Cadres conceptuels issus de travaux divers	424
2.1. Méthode OSSAD	424
2.2. Approche MEGA	426

2.3. Approche IEM.....	429
2.4. Approche EEML.....	430
2.5. Proposition de Lorino (Activité).....	432
2.6. Proposition de Debauche <i>et al.</i> (Processus).....	435
2.7. Proposition de Mougin (Processus).....	436
2.8. Proposition de Morley <i>et al.</i> (Processus).....	439
2.9. Proposition de Saidani et Nurcan (Processus).....	442
2.10. Proposition de Darras (Entreprise).....	443
2.11. Proposition de Canavesio et Martinez (Projet).....	445

Annexe I.10. 447

Cadres conceptuels complémentaires et issus du secteur agricole

<i>Résumé – Sommaire</i>	447
1. Le cadre conceptuel du projet GIEA	448
1.1. Le "méta-modèle Sol".....	448
1.2. Le "méta-modèle Elevage".....	451
1.3. Le "méta-modèle Exploitation".....	455
2. Les autres cadres conceptuels identifiés	457
2.1. Proposition de Goense et Hofstee (Opérations).....	457
2.2. Proposition de Fountas <i>et al.</i> (Décisions).....	459
2.3. Proposition de Sebillotte et Soler (Décisions).....	461

Annexes II 463

Présentation détaillée du cadre méthodologique CEMAgriM et de modèles réalisés

Précisions sur les résultats et leur mise en application

Résumé	465
---------------------	------------

Annexe II.1. 467

Présentation détaillée du cadre méthodologique CEMAgriM

<i>Résumé – Sommaire</i>	467
1. Présentation générale	468
2. Cadre de modélisation	469
2.1. Vues de modélisation.....	469
2.2. Phases de modélisation d'entreprise.....	469
2.3. Dimension de généricité.....	470
2.4. Représentation du cadre de modélisation.....	471
3. Cadre conceptuel	471
3.1. Définition des concepts de base "constructs".....	471
3.2. Méta-modèle.....	478
4. Modèles et langages graphiques	479
4.1. Modèles et vues de modélisation.....	479
4.2. Langages graphiques.....	486
4.3. Exemples de modèles.....	486
5. Démarche générique de modélisation	495

Annexe II.2.	497
Présentation détaillée de modèles réalisés sur l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	
<i>Résumé – Sommaire</i>	497
1. Présentation de l'exploitation de Brioude-Bonnefont	498
2. Modèles de la vue Ressource	500
2.1. Inventaire des principaux objets.....	501
2.2. Inventaire détaillé des objets	502
2.3. Description des processus biophysiques d'objet	504
2.4. Cycle de vie d'objet.....	506
2.5. Diagramme de pilotage d'objet.....	509
3. Modèles de la vue Environnement	510
3.1. Vue générale des prestations.....	511
3.2. Vue générale des engagements.....	512
3.3. Diagramme d'environnement de prestations.....	513
3.4. Diagramme d'environnement d'engagements.....	517
3.5. Diagramme de pilotage de prestation	519
3.6. Diagramme de pilotage d'engagement	521
4. Modèles de la vue Processus	522
4.1. Cartographie de processus	523
4.2. Description détaillé de processus	523
4.3. Tableau de correspondance entre procédures et opérations techniques.....	528
4.4. Logigramme de procédure	529
4.5. Diagramme de mise en œuvre de procédure.....	532
4.6. Diagramme de pilotage de processus.....	535
4.7. Diagramme de pilotage de procédure	537
4.8. Diagramme de pilotage d'une opération technique.....	540
4.9. Diagramme de pilotage d'une opération	542
5. Modèles de la vue Physique	544
5.1. Diagramme général des unités de travail	545
5.2. Organigramme détaillé des unités de travail	545
5.3. Organigramme des travaux	547
5.4. Description d'une unité de travail.....	549
5.5. Description détaillée d'un travail.....	552
5.6. Logigramme des tâches d'un travail	554
5.7. Tableau de correspondance entre unités de travail et opérations techniques	558
5.8. Tableau de correspondance entre travaux et opérations techniques.....	559
5.9. Diagramme de pilotage d'une unité de travail	560
5.10. Diagramme de pilotage d'un travail.....	564
6. Modèles de la vue Biophysique	568
6.1. Organigramme général des unités biophysiques	569
6.2. Diagramme général de flux entre unités biophysiques	569
6.3. Organigramme détaillé des unités biophysiques.....	570
6.4. Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques	572
6.5. Calendrier des unités biophysiques	575
6.6. Diagramme de pilotage d'une unité biophysique	577
7. Modèles de la vue Organisation spatiale	581
7.1. Organigramme général des lieux	582
7.2. Organigramme général des unités de milieu.....	582
7.3. Organigramme détaillé des lieux.....	583
7.4. Cartographie des lieux	584
7.5. Organigramme détaillé des unités de milieu	586

7.6. Schéma d'organisation spatiale	587
7.7. Diagramme de pilotage d'une unité de milieu.....	589

Tables et index **591**

Une autre lecture de la thèse

Acronymes, Paragraphes, Illustrations, et Mots-clés

Résumé	593
---------------------	------------

Table 1.	595
-----------------	------------

Liste des acronymes

Table 2.	605
-----------------	------------

Table des matières

Table 3.	619
-----------------	------------

Table des illustrations

1. Figures	619
------------------	-----

2. Tableaux	629
-------------------	-----

Table 4.	633
-----------------	------------

Index thématique

Addenda **637**

Un autre regard sur la thèse

Conduite du projet de recherche et valorisation

Résumé	639
---------------------	------------

Addendum 1.	641
--------------------	------------

Un nouveau chapitre de thèse

<i>Résumé – Sommaire</i>	641
--------------------------------	-----

1. Genèse et cadre général de la thèse	642
---	------------

1.1. Opportunités et projet professionnel.....	642
--	-----

1.2. Le projet de recherche dans son contexte.....	642
--	-----

1.3. De l'idée à la construction d'un sujet de thèse	643
--	-----

2. Déroulement et conduite du projet de recherche	643
--	------------

2.1. De la planification à la réalisation.....	643
--	-----

2.2. Un adossement à d'autres projets	647
---	-----

2.3. La thèse et ses partenaires	649
--	-----

2.4. Valorisation et communication	650
--	-----

3. Quelques retours d'expérience	652
3.1. Une thèse : une expérience professionnelle formatrice	652
3.2. Une thèse : un projet à organiser.....	653
3.3. Une thèse : un investissement personnel important.....	659

Addendum 2. 661

Les publications de l'auteur durant la thèse

1. Publications dans revue et chapitre d'ouvrage	661
2. Publications dans conférences internationales.....	661
3. Publications dans conférences nationales	662
4. Rapports	663
5. Rapports de stages ou post-doctorants encadrés ou suivis.....	663
6. Cours et enseignements	664
7. Autres publications	665

Table 3

Table des illustrations

1. Figures**Partie 1**

Figure 1.1	Evolution des modèles de l'exploitation agricole	25
Figure 1.2	Niveaux de gestion et besoins en information	30
Figure 1.3	Système d'information et couverture des fonctions et des niveaux décisionnels de la chaîne de valeur de l'entreprise industrielle	33
Figure 1.4	Proposition de représentation pour le système d'information de l'entreprise agricole	38
Figure 1.5	Distinction entre le Système d'Information Formalisé pour l'acquisition de données (SI-Fa) et le SIF pour la gestion de l'entreprise (SIFg)	39
Figure 1.6	Perspectives d'évolution pour le Système d'Information de l'entreprise agricole : formalisation et informatisation	40
Figure 1.7	La modélisation systémique (d'après (Le Moigne, 1977))	48
Figure 1.8	Les quatre niveaux de modélisation du système d'information selon (Longépé, 2004)	50
Figure 1.9	La modélisation métier de l'entreprise pour aider à identifier les besoins de gestion et la conception de systèmes d'information	57
Figure 1.10	Description d'un cadre méthodologique issu de la Modélisation d'Entreprise	59

Partie 2

Figure 2.1	L'exploitation agricole de l'EPLFPA de Marmilhat	69
Figure 2.2	Modélisation des processus opérationnels : Exemple de schéma de conduite du processus de production de la betterave à sucre (AGEA)	70
Figure 2.3	Modélisation des processus décisionnels : Exemple de schéma de fonctionnement au niveau stratégique (AGEA)	70
Figure 2.4	Modélisation de l'organisation des ressources animales : Exemple de calendrier d'allotement pour un élevage de brebis (ASEA)	72
Figure 2.5	Modélisation des processus opérationnels : Exemple d'organisation spatiale et temporelle des opérations liées aux cultures (ASEA)	73
Figure 2.6	Modélisation des processus: Exemple d'organisation spatiale des principaux processus en lien avec la répartition spatiale des atouts/contraintes du territoire de l'exploitation agricole (ASEA)	73
Figure 2.7	Représentation systémique de l'entreprise selon CIMOSA (d'après (El Mhamedi, 2002))	85
Figure 2.8	Représentation systémique de l'entreprise selon GRAI/GIM (Roboam, 1993)	86
Figure 2.9	Grille GRAI d'un système d'élevage (Abt et al., 2005a)	87
Figure 2.10	Diagrammes IDEF0 d'un atelier de production végétale (Vittoz, 2005)	89
Figure 2.11	Diagramme A0 – IDEF0 – "Produire des betteraves à sucre" (Vittoz, 2005)	90
Figure 2.12	Diagramme A4 – IDEF0 – "Suivre les cultures" (Vittoz, 2005)	90
Figure 2.13	Représentation systémique de l'entreprise selon MECI (d'après (Pourcel et al., 2005b))	92
Figure 2.14	Représentation systémique de l'entreprise selon AMS	93
Figure 2.15	Modèle AMS d'un système d'élevage (Abt et al., 2005a; Bigeon et al., 2005)	94
Figure 2.16	Surface Agricole Utile (SAU) des exploitations agricoles professionnelles (Données Agreste 2007)	109

Figure 2.17	Répartition des exploitations agricoles professionnelles par type de production (Données Agreste 2007)	109
Figure 2.18	Exploitations agricoles suivies dans le cadre de nos travaux	110
Figure 2.19	Le cadre méthodologique CEMAgriM pour la représentation métier des entreprises agricoles dans une démarche d'ingénierie d'entreprise et de système d'information	111
Figure 2.20	Les composantes du cadre méthodologique CEMAgriM	111
Figure 2.21	L'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont	113

Partie 3

Figure 3.1	L'exploitation agricole vue comme un système de production et sa décomposition en plusieurs sous-systèmes fonctionnels (Attonaty, 1980; Hénin, 1980)	121
Figure 3.2	Le système "exploitation agricole" et sa décomposition à travers le modèle Opération-Information-Décision (OID) (Landais et al., 1990)	122
Figure 3.3	Le système "famille-exploitation" et sa décomposition à travers le modèle Opération-Information-Décision (OID) (Bonneviale et al., 1989; Osty, 1978)	122
Figure 3.4	Le système "exploitation agricole" et sa décomposition en système de production et système de gestion (Keating et al., 2001; Sorensen et al., 1992)	123
Figure 3.5	Le système de production de l'exploitation agricole et sa décomposition en système pilote, système opérant et appareil producteur (Martin-Clouaire et al., 2000; Martin-Clouaire et al., 2003b)	124
Figure 3.6	Le système de production de l'exploitation agricole et sa décomposition en système de décision, système technique et système biophysique (Le Gal et al., 2010)	124
Figure 3.7	L'entreprise et son environnement immédiat (Desreumaux, 1998)	125
Figure 3.8	Le système "exploitation agricole" et son ouverture sur l'environnement selon Coudrieau (Coudrieau, 1988)	127
Figure 3.9	Le système "famille-exploitation" et son ouverture sur l'environnement selon Gafsi (Gafsi, 1996)	127
Figure 3.10	Proposition de représentation systémique de l'entreprise agricole pour le cadre CEMAgriM	132
Figure 3.11	Les 6 points de vue de modélisation du système "entreprise agricole" dans le cadre CEMAgriM	135
Figure 3.12	Le cadre de modélisation CEMAgriM	138
Figure 3.13	Proposition de cadre conceptuel pour représenter les aspects "informationnels" de l'entreprise agricole	148
Figure 3.14	Les relations de l'entreprise agricole avec son environnement transactionnel : Prestations et Engagements	151
Figure 3.15	Distinction entre la "vision gestionnaire" et la "vision exécutive" : les concepts d'Itinéraire technique et d'Opération technique vs les concepts de Travail et de Tâche	157
Figure 3.16	Articulation des concepts de Processus, Procédure, Fonction, Opération Technique, Opération, Travail et Tâche pour décrire le fonctionnement de l'entreprise agricole	161
Figure 3.17	Proposition de cadre conceptuel pour représenter les aspects "fonctionnels" de l'entreprise agricole	162
Figure 3.18	Proposition de cadre conceptuel pour représenter les aspects "organisationnels" de l'entreprise agricole	168
Figure 3.19	Proposition de cadre conceptuel pour représenter les aspects "décisionnels" de l'entreprise agricole	175
Figure 3.20	Méta-modèle conceptuel simplifié du cadre méthodologique CEMAgriM	183
Figure 3.21	Concepts mobilisés par les modèles de la vue Ressource	188
Figure 3.22	Concepts mobilisés par les modèles de la vue Environnement	189
Figure 3.23	Concepts mobilisés par les modèles de la vue Processus	191
Figure 3.24	Concepts mobilisés par les modèles de la vue Physique	193
Figure 3.25	Concepts mobilisés par les modèles de la vue Biophysique	195
Figure 3.26	Concepts mobilisés par les modèles de la vue Organisation spatiale	197
Figure 3.27	Exemples de transposition de symboles du cadre ARIS au cadre CEMAgriM	199

Figure 3.28	Symboles graphiques adoptés pour représenter les principaux concepts du cadre CEMAgriM	200
Figure 3.29	Exemples de formalismes graphiques définis pour le cadre CEMAgriM	202
Figure 3.30	Proposition de démarche générique de modélisation pour le cadre CEMAGRIM : cycle de vie d'un projet d'ingénierie d'entreprise et de système d'information	204
Figure 3.31	Proposition de démarche générique de modélisation pour le cadre CEMAGRIM : ordre d'élaboration des différents modèles	205

Partie 4

Figure 4.1	Présentation du cas d'illustration : l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont	213
Figure 4.2	Démarche de modélisation adoptée pour la réalisation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont	214
Figure 4.3	Inventaire des principaux objets de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	216
Figure 4.4	Vue générale des prestations de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	217
Figure 4.5	Diagramme général de flux entre unités biophysiques de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	218
Figure 4.6	Organigramme général des unités de milieu de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	218
Figure 4.7	Inventaire détaillé des objets "matériel mobile"	220
Figure 4.8	Inventaire détaillé des objets "Personnel externe"	220
Figure 4.9	Description des processus biophysiques d'objet "Blé"	221
Figure 4.10	Diagramme d'environnement de prestations "Fourniture de lait de vache"	222
Figure 4.11	Diagramme d'environnement d'engagements "Qualité production"	222
Figure 4.12	Description détaillée du "Processus Réalisation production végétale" et de la procédure "Itinéraire technique du Blé non Bio"	223
Figure 4.13	Organigramme détaillé des unités de travail "Atelier Cultures" et description détaillée de l'unité de travail "Epannage organique" et du travail "Chantier Epannage Compost"	224
Figure 4.14	Logigramme des tâches du travail "Chantier Epannage Compost" pour le système existant (Analyse) et le système cible (Conception)	225
Figure 4.15	Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques pour une partie de la "sole de cultures et d'herbe non Bio"	226
Figure 4.16	Calendrier des unités biophysiques pour le "Troupeau bovin laitier"	227
Figure 4.17	Organigramme détaillé et cartographie des lieux du Siège de l'exploitation de Brioude-Bonnefont	228
Figure 4.18	Cartographie de localisation des principaux partenaires de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	229
Figure 4.19	Schémas d'organisation spatiale des unités de milieu "parcelles agricoles non Bio"	229
Figure 4.20	Diagramme de pilotage d'objet "Tracteur"	231
Figure 4.21	Diagramme de pilotage de prestation "Fourniture de lait de vache"	231
Figure 4.22	Diagramme de pilotage du "Processus Commercial"	233
Figure 4.23	Diagramme de pilotage de la procédure "IT Blé non Bio"	233
Figure 4.24	Diagramme de pilotage de l'opération technique "Préparation superficielle du sol"	234
Figure 4.25	Diagramme de pilotage du travail "Chantier Travail du sol"	235
Figure 4.26	Diagrammes de pilotage des unités biophysiques "troupeau bovin laitier", "vaches laitières en production" et "vaches tarées" de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	236
Figure 4.27	Diagramme de pilotage de l'unité de milieu "Parcelles en rotation Maïs/Blé"	236
Figure 4.28	Les différentes composantes du cadre méthodologique CEMAgriM	244
Figure 4.29	Positionnement et contributions scientifiques vis-à-vis du cadre général GERAM (en rouge) (IFIP-IFAC Task Force, 1999)	245
Figure 4.30	Proposition de représentation des documents et des informations qu'ils permettent d'acquérir et de remobiliser (Abt et al., 2010)	260

Figure 4.31	Perspectives de recherche dans le domaine de l'ingénierie d'entreprise et des systèmes d'information à partir du cadre méthodologique CEMAgriM	264
Figure 4.32	Perspectives d'utilisation du cadre CEMAgriM pour la structuration des données et la formalisation des connaissances du domaine agricole	265
Figure 4.33	Exemple du modèle de la base de données établi dans le cadre du projet EnergéTIC basé sur le cadre conceptuel CEMAgriM	266
Figure 4.34	Exemple du modèle de l'entrepôt de données établi dans le cadre du projet EnergéTIC basé sur le cadre conceptuel CEMAgriM	266

Annexe I

Figure I-1	Représentation systémique de l'entreprise selon CIMOSA (d'après (El Mhamedi, 2002))	307
Figure I-2	Le cube CIMOSA (Vernadat, 1999)	309
Figure I-3	Méta-modèle conceptuel simplifié de CIMOSA	312
Figure I-4	Modèles graphiques proposés par le cadre méthodologique CIMOSA	313
Figure I-5	Représentation de l'activité CIMOSA	313
Figure I-6	Exemple de modèle de domaines avec CIMOSA (Vernadat, 1996)	314
Figure I-7	Exemple de modèle de comportement avec CIMOSA (Vernadat, 1996)	314
Figure I-8	Exemple de modélisation fonctionnelle avec CIMOSA (Kosanke et al., 1999c)	315
Figure I-9	Représentation systémique de l'entreprise selon GRAI/GIM (Roboam, 1993)	317
Figure I-10	Le cadre de modélisation GRAI/GIM (Vallespir et al., 2002)	319
Figure I-11	Méta-modèle conceptuel simplifié de GRAI/GIM	321
Figure I-12	Modèles graphiques proposés par le cadre méthodologique GRAI/GIM	323
Figure I-13	Représentation de la grille GRAI (macro-structure)	324
Figure I-14	Représentation des activités d'exécution et de décision des réseaux GRAI (micro-structure)	324
Figure I-15	Exemple de grille GRAI (Vallespir et al., 2002)	325
Figure I-16	Exemple de réseau GRAI (Vallespir et al., 2002)	325
Figure I-17	Exemple de modèle de système physique (Besombes et al., 2004)	326
Figure I-18	Exemple de modèle de processus / fonction (Balaidi et al., 2006)	326
Figure I-19	La maison ARIS d'après (Scheer, 2002)	329
Figure I-20	Méta-modèle conceptuel simplifié d'ARIS	334
Figure I-21	Modèles graphiques proposés pour le cadre méthodologique ARIS	336
Figure I-22	Exemple (1/2) de Diagramme de Chaîne de Plus Value (Cartographie de processus)	337
Figure I-23	Exemple (2/2) de Diagramme de Chaîne de Plus Value (DCPV)	338
Figure I-24	Exemple de Chaîne de Processus Événementiel (CPE)	338
Figure I-25	Exemple de Diagramme de Rattachement de Fonction (DRF)	339
Figure I-26	Exemple de Diagramme de Chaîne de Processus (DCP)	339
Figure I-27	Exemple de Diagramme de flux d'information	340
Figure I-28	Exemple de Diagramme d'évènements	340
Figure I-29	Exemple de Diagramme input/output	340
Figure I-30	Exemple d'Arbre de fonctions	341
Figure I-31	Exemple d'Arbre d'indicateurs	341
Figure I-32	Exemple de Diagramme d'objectifs	342
Figure I-33	Exemple de Diagramme d'applications	342
Figure I-34	Exemple d'Organigramme	343
Figure I-35	Exemple de Modèle des ressources techniques	343
Figure I-36	Exemple de Diagramme de réseau	344
Figure I-37	Exemple de Hiérarchisation des sites	344
Figure I-38	Exemples de Modèle entité/relation (MER)	345
Figure I-39	Modèle de termes spécifiques	345
Figure I-40	Diagramme de catégories de coûts	346

Figure I-41	Diagramme de matière (lien entre matière et emballage)	346
Figure I-42	Diagramme d'échange de prestations / produits	346
Figure I-43	Arbre de prestations / produits	347
Figure I-44	Arbre de produits	347
Figure I-45	Matrice de choix de produits	347
Figure I-46	Méta-modèle conceptuel simplifié pour le cadre méthodologique IDEF. Proposition à partir de (Mayer et al., 1992)	352
Figure I-47	Principaux modèles graphiques proposés par le cadre méthodologique IDEF	353
Figure I-48	Représentation de l'activité IDEF0/SADT et décomposition hiérarchique des diagrammes IDEF0 (I.G.L.Technology, 1989; Pierreval, 1990)	354
Figure I-49	Description des éléments du langage IDEF3 (Mayer et al., 1995)	354
Figure I-50	Exemple de diagramme d'activité (IDEF0) (Mayer et al., 1992)	355
Figure I-51	Exemple de diagramme de classe d'entité (IDEF1) (KBSI, 1992)	355
Figure I-52	Exemples de diagramme entité/relation (IDEF1x) (gauche) et de modèle statique de données (IDEF4) (droite) (KBSI, 1995b)	356
Figure I-53	Exemple de modèle dynamique de données (IDEF4) (KBSI, 1995b)	356
Figure I-54	Exemple de modèle de comportement de données (IDEF4) (KBSI, 1995b)	356
Figure I-55	Exemple de modèle de l'ontologie (IDEF5) (KBSI, 1994)	357
Figure I-56	Exemple de sous-modèle d'équipements (Facility submodel - IDEF2) (Mayer et al., 1992)	357
Figure I-57	Exemple de diagramme de description des flux de contrôle de processus (Process Flow Description Diagram - IDEF3) (Mayer et al., 1995)	358
Figure I-58	Exemple de diagramme de transition d'états d'objet (Object State Transition Network Diagram - IDEF3) (Mayer et al., 1995)	358
Figure I-59	L'architecture métier "E&P UML" (Eriksson et al., 2000)	360
Figure I-60	Méta-modèle conceptuel simplifié de "E&P UML"(d'après (Eriksson et al., 2000))	362
Figure I-61	Modèles graphiques proposés pour le cadre méthodologique "E&P UML"	364
Figure I-62	Représentation générique de la matrice TOWS	365
Figure I-63	Représentation générique d'un diagramme de but/problème (Eriksson et al., 2000)	365
Figure I-64	Représentation générique d'un diagramme de processus (Eriksson et al., 2000)	366
Figure I-65	Représentation générique d'un diagramme de ligne d'assemblage (Eriksson et al., 2000)	366
Figure I-66	Exemple de matrice TOWS (Weihrich, 1982)	367
Figure I-67	Exemple de modèle conceptuel (Eriksson et al., 2000)	367
Figure I-68	Exemple de diagramme de but/problème (Eriksson et al., 2000)	368
Figure I-69	Exemple de diagramme de processus (Eriksson et al., 2000)	368
Figure I-70	Exemple de diagramme de processus avec couloirs (Eriksson et al., 2000)	369
Figure I-71	Exemple de diagramme de processus avec évènements (Eriksson et al., 2000)	369
Figure I-72	Exemple de modèle hiérarchique des évènements (Eriksson et al., 2000)	369
Figure I-73	Exemple de diagramme de ligne d'assemblage (Eriksson et al., 2000)	370
Figure I-74	Exemple de diagramme de cas d'utilisation (Eriksson et al., 2000)	370
Figure I-75	Exemple de modèle de ressource (Eriksson et al., 2000)	371
Figure I-76	Exemple de modèle d'information (Eriksson et al., 2000)	371
Figure I-77	Exemple de modèle d'organisation (Eriksson et al., 2000)	371
Figure I-78	Exemple de diagramme d'état/transition de ressources (Eriksson et al., 2000)	372
Figure I-79	Exemple de diagramme métier de séquence (Eriksson et al., 2000)	372
Figure I-80	Exemple de diagramme métier de collaboration (Eriksson et al., 2000)	373
Figure I-81	Exemple de diagramme de topologie système (Eriksson et al., 2000)	373
Figure I-82	Représentation systémique de l'entreprise (système opératoire / unité organisationnelle) selon MECI (d'après (Pourcel et al., 2005b))	375
Figure I-83	Méta-modèle conceptuel simplifié de MECI (d'après (Pourcel et al., 2002; Pourcel et al., 2005b))	380
Figure I-84	Modèles graphiques proposés par le cadre méthodologique MECI	381
Figure I-85	Représentation de l'activité MECI (Pourcel et al., 2002)	382
Figure I-86	Représentation du processus MECI (Pourcel et al., 2002)	382

Figure I-87	Représentation d'un composant d'organisation (unité organisationnelle) MECI (Pourcel et al., 2002)	383
Figure I-88	Exemple de carte de processus (Pourcel, 2007)	383
Figure I-89	Exemple de modèle détaillé de processus (Clémentz et al., 2006)	384
Figure I-90	Exemple de modèle facteur clés de succès (FCS) (Clémentz et al., 2007)	384
Figure I-91	Représentation du système entreprise selon la méthode AMS (Mélèse, 1984)	385
Figure I-92	Méta-modèle simplifié du cadre AMS (d'après (Mélèse, 1984))	388
Figure I-93	Représentation de l'activité AMS en couple "module de pilotage – module technologique" (d'après (Mélèse, 1984))	389
Figure I-94	Exemple de représentation modulaire/organique d'une usine (Mélèse, 1984)	390
Figure I-95	The Zachman Enterprise Architecture Framework (Frankel et al., 2003)	393
Figure I-96	Le cadre de modélisation PERA (Williams, 1998)	396
Figure I-97	La matrice SAGACE (Penalva, 2004)	398
Figure I-98	Les 4 types de vues de GERA en lien avec les phases de modélisation (IFIP-IFAC Task Force, 1999)	400
Figure I-99	Les phases de modélisation (cycle de vie) du cadre de modélisation GERA (IFIP-IFAC Task Force, 1999)	402
Figure I-100	Le cadre de modélisation GERA (IFIP-IFAC Task Force, 1999)	403
Figure I-101	Le cadre de modélisation de la norme ISO 19439 (AFNOR, 2006)	404
Figure I-102	Méta-modèle conceptuel simplifié de "The Enterprise Ontology"	408
Figure I-103	Méta-modèle conceptuel simplifié de la pré-norme ENV 12204	411
Figure I-104	Méta-modèle conceptuel simplifié du standard RM-ODP	413
Figure I-105	Méta-modèle conceptuel simplifié du standard UEML	414
Figure I-106	Méta-modèle conceptuel simplifié du standard ATHENA POP*	417
Figure I-107	Méta-modèle conceptuel simplifié de la norme ISO 19440	419
Figure I-108	Méta-modèle conceptuel simplifié de la norme NF X50-310	422
Figure I-109	Méta-modèle conceptuel simplifié du Rapport Technique 10314 de l'ISO	424
Figure I-110	Méta-modèle conceptuel simplifié de la méthode OSSAD	426
Figure I-111	Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche MEGA	428
Figure I-112	Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche IEM	430
Figure I-113	Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche EEML	431
Figure I-114	Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Lorino (Lorino, 2003)	434
Figure I-115	Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Debauche	436
Figure I-116	Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Mougín	439
Figure I-117	Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Morley et al.	441
Figure I-118	Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Saidani et Nurcan (RB2PM)	443
Figure I-119	Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Darras	445
Figure I-120	Méta-modèle conceptuel simplifié de l'approche proposée par Canavesio	446
Figure I-121	Méta-modèle conceptuel "Sol" simplifié	451
Figure I-122	Méta-modèle conceptuel "Elevage" simplifié	454
Figure I-123	Méta-modèle conceptuel "Exploitation" simplifié	546
Figure I-124	Méta-modèle conceptuel simplifié proposé par Goense et Hofstee	459
Figure I-125	Méta-modèle conceptuel simplifié proposé par Fountas et al. (Fountas et al., 2006)	461
Figure I-126	Méta-modèle conceptuel simplifié proposé par Sebillotte et Soler (Sebillotte et al., 1988)	462

Annexe II

Figure II-1	Représentation systémique de l'entreprise agricole selon le cadre CEMAgriM	468
Figure II-2	Le cadre de modélisation CEMAgriM	471
Figure II-3	Méta-modèle conceptuel simplifié pour le cadre méthodologique CEMAgriM	479
Figure II-4	Modèles graphiques proposés pour le cadre méthodologique CEMAgriM au niveau de description générale	485

Figure II-5	Modèles graphiques proposés pour le cadre méthodologique CEMAgriM au niveau de description opérative	485
Figure II-6	Modèles graphiques proposés pour le cadre méthodologique CEMAgriM au niveau de description pilotage	486
Figure II-7	Symboles graphiques adoptés pour représenter les principaux concepts du cadre CEMAgriM	487
Figure II-8	Formalismes graphiques proposés pour l'établissement des modèles de la Vue Ressource du cadre méthodologique CEMAgriM	488
Figure II-9	Formalismes graphiques proposés pour l'établissement des modèles de la Vue Environnement du cadre méthodologique CEMAgriM	489
Figure II-10	Formalismes graphiques proposés pour l'établissement des modèles de la Vue Processus du cadre méthodologique CEMAgriM	491
Figure II-11	Formalismes graphiques proposés pour l'établissement des modèles de la Vue Physique du cadre méthodologique CEMAgriM	492
Figure II-12	Formalismes graphiques proposés pour l'établissement des modèles de la Vue Biophysique du cadre méthodologique CEMAgriM	493
Figure II-13	Formalismes graphiques proposés pour l'établissement des modèles de la Vue Organisation spatiale du cadre méthodologique CEMAgriM	494
Figure II-14	Démarche générique de modélisation pour le cadre CEMAgriM : cycle de vie d'un projet d'ingénierie d'entreprise et de système d'information	495
Figure II-15	Démarche générique de modélisation pour le cadre CEMAgriM : ordre d'élaboration des différents modèles	496
Figure II-16	L'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont	498
Figure II-17	Quelques images de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont (Sources : Vincent Abt et EPLEFPA Brioude-Bonnefont)	499
Figure II-18	Articulation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont présentés pour la vue Ressource	500
Figure II-19	Inventaire des principaux objets de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	501
Figure II-20	Inventaire détaillé des objets "matériel mobile"	502
Figure II-21	Inventaire détaillé des objets "outil informatique"	502
Figure II-22	Inventaire détaillé des objets "Salarié"	503
Figure II-23	Inventaire détaillé des objets "Personnel externe"	503
Figure II-24	Inventaire détaillé des objets "Document d'acquisition"	504
Figure II-25	Description des processus biophysiques d'objet "Bovin femelle Prim'Holstein"	504
Figure II-26	Description des processus biophysiques d'objet "Ovin femelle Bizet"	505
Figure II-27	Description des processus biophysiques d'objet "Maïs"	505
Figure II-28	Description des processus biophysiques d'objet "Blé"	506
Figure II-29	Description des processus biophysiques d'objet "Effluent animal"	506
Figure II-30	Cycle de vie d'objet "Bovin femelle Prim'Holstein"	506
Figure II-31	Cycle de vie d'objet "Ovin femelle Bizet"	507
Figure II-32	Cycle de vie d'objet "Maïs"	507
Figure II-33	Cycle de vie d'objet "Blé"	508
Figure II-34	Cycle de vie d'objet "Effluent animal"	508
Figure II-35	Diagramme de pilotage d'objet "Tracteur"	509
Figure II-36	Diagramme de pilotage d'objet "Salarié"	509
Figure II-37	Articulation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont présentés pour la vue Environnement	510
Figure II-38	Vue générale des prestations de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	511
Figure II-39	Vue générale des engagements de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	512
Figure II-40	Diagramme d'environnement de prestations "Fourniture de lait de vache"	513
Figure II-41	Diagramme d'environnement de prestations "Fourniture de bovins laitiers"	514
Figure II-42	Diagramme d'environnement de prestations "Mise à disposition de ressources pour la formation"	515
Figure II-43	Diagramme d'environnement de prestations "Prêt de ressources"	516

Figure II-44	Diagramme d'environnement d'engagements "Quantité production"	517
Figure II-45	Diagramme d'environnement d'engagements "Qualité production"	518
Figure II-46	Diagramme de pilotage de prestation "Fourniture de lait de vache"	519
Figure II-47	Diagramme de pilotage de prestation "Fourniture de bovins laitiers"	519
Figure II-48	Diagramme de pilotage de prestation "Mise à disposition de ressources pour la formation"	520
Figure II-49	Diagramme de pilotage de prestation "Prêt de ressources"	520
Figure II-50	Diagramme de pilotage d'engagement "Quantité de production"	521
Figure II-51	Diagramme de pilotage d'engagement "Qualité de production"	521
Figure II-52	Articulation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLEFPA de Brioude-Bonnefont présentés pour la vue Processus	522
Figure II-53	Cartographie des processus de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	523
Figure II-54	Description détaillée du "Processus Commercial"	523
Figure II-55	Description détaillée du "Processus Conception production animale"	524
Figure II-56	Description détaillée du "Processus Conception production végétale"	524
Figure II-57	Description détaillée du "Processus Suivi production animale"	525
Figure II-58	Description détaillée du "Processus Suivi production végétale"	525
Figure II-59	Description détaillée du "Processus Réalisation production animale"	526
Figure II-60	Description détaillée du "Processus Réalisation production végétale"	526
Figure II-61	Description détaillée du "Processus Logistique interne"	527
Figure II-62	Description détaillée du "Processus Organisation du travail"	527
Figure II-63	Tableau de correspondance entre procédures du "Processus Réalisation production animale" et opérations techniques	528
Figure II-64	Tableau de correspondance entre procédures du "Processus Réalisation production végétale" et opérations techniques	528
Figure II-65	Logigramme de procédure "IT Suivi Maïs précoce"	529
Figure II-66	Logigramme de procédure "IT Maïs précoce"	529
Figure II-67	Logigramme de procédure "IT Blé non Bio"	530
Figure II-68	Logigramme de procédure "IT Gestion litière accumulation Bovins"	530
Figure II-69	Logigramme de procédure "Suivi des Vaches Laitières en production"	531
Figure II-70	Logigramme de procédure "Génisses de moins de 4 mois"	531
Figure II-71	Diagramme de mise en œuvre de procédure "IT Suivi Maïs précoce"	532
Figure II-72	Diagramme de mise en œuvre de procédure "IT Maïs précoce"	532
Figure II-73	Diagramme de mise en œuvre de procédure "IT Blé non Bio"	533
Figure II-74	Diagramme de mise en œuvre de procédure "Gestion litière accumulation Bovins"	533
Figure II-75	Diagramme de mise en œuvre de procédure "IT Suivi des Vaches Laitières en production"	534
Figure II-76	Diagramme de mise en œuvre de procédure "IT Génisses de moins de 4 mois"	534
Figure II-77	Diagramme de pilotage du "Processus Commercial"	535
Figure II-78	Diagramme de pilotage du "Processus Suivi production animale"	535
Figure II-79	Diagramme de pilotage du "Processus Réalisation production animale"	536
Figure II-80	Diagramme de pilotage du "Processus Réalisation production végétale"	536
Figure II-81	Diagramme de pilotage du "Processus Organisation du travail"	537
Figure II-82	Diagramme de pilotage de la procédure "IT Suivi Maïs précoce"	537
Figure II-83	Diagramme de pilotage de la procédure "IT Maïs précoce"	538
Figure II-84	Diagramme de pilotage de la procédure "It Blé non Bio"	538
Figure II-85	Diagramme de pilotage de la procédure "IT Gestion litière accumulation des bovins"	539
Figure II-86	Diagramme de pilotage de la procédure "IT Suivi des vaches laitières en production"	539
Figure II-87	Diagramme de pilotage de la procédure "IT Génisses de moins de 4 mois"	540
Figure II-88	Diagramme de pilotage de l'opération technique "Epandage organique"	540
Figure II-89	Diagramme de pilotage de l'opération technique "Préparation superficielle du sol"	541
Figure II-90	Diagramme de pilotage de l'opération technique "Moisson"	541

Figure II-91	Diagramme de pilotage de l'opération technique "Soin véto"	542
Figure II-92	Diagramme de pilotage de l'opération "Implanter la culture de maïs"	542
Figure II-93	Diagramme de pilotage de l'opération "Apporter herbicide sur blé"	543
Figure II-94	Diagramme de pilotage de l'opération "Observer l'état des VL"	543
Figure II-95	Articulation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont présentés pour la vue Physique	544
Figure II-96	Organigramme général des unités de travail de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	545
Figure II-97	Organigramme détaillé des unités de travail "Atelier Bovin lait"	545
Figure II-98	Organigramme détaillé des unités de travail "Atelier Cultures"	546
Figure II-99	Organigramme des travaux pour l'unité de travail "Atelier Bovin lait"	547
Figure II-100	Organigramme des travaux pour l'unité de travail "Atelier Cultures"	548
Figure II-101	Description détaillée de l'unité de travail "Alimentation stabulation bovins"	549
Figure II-102	Description détaillée de l'unité de travail "Travail du sol"	550
Figure II-103	Description détaillée de l'unité de travail "Semis"	550
Figure II-104	Description détaillée de l'unité de travail "Epannage organique"	551
Figure II-105	Description détaillée du travail "Distribution aliment Bovins"	552
Figure II-106	Description détaillée du travail "Chantier Travail du sol"	552
Figure II-107	Description détaillée du travail "Chantier Semis Maïs"	553
Figure II-108	Description détaillée du travail "Chantier Epannage Compost"	553
Figure II-109	Logigramme des tâches du travail "Distribution aliment Bovins"	554
Figure II-110	Logigramme des tâches du travail "Chantier Travail du sol"	555
Figure II-111	Logigramme des tâches du travail "Chantier Semis Maïs"	556
Figure II-112	Logigramme des tâches du travail "Chantier Epannage Compost"	557
Figure II-113	Tableau de correspondance entre les unités de travail de l'"Atelier Bovin lait" et les opérations techniques	558
Figure II-114	Tableau de correspondance entre les unités de travail de l'"Atelier Cultures" et les opérations techniques	558
Figure II-115	Tableau de correspondance entre les travaux de l'unité de travail "Soin Bovins" et les opérations techniques	559
Figure II-116	Tableau de correspondance entre les travaux de l'unité de travail "Fenaison Presse" et les opérations techniques	559
Figure II-117	Diagramme de pilotage de l'unité de travail "Alimentation stabulation Bovins"	560
Figure II-118	Diagramme de pilotage de l'unité de travail "Travail du sol"	561
Figure II-119	Diagramme de pilotage de l'unité de travail "Semis"	562
Figure II-120	Diagramme de pilotage de l'unité de travail "Epannage organique"	563
Figure II-121	Diagramme de pilotage du travail "Distribution aliment Bovins"	564
Figure II-122	Diagramme de pilotage du travail "Chantier Travail du sol"	565
Figure II-123	Diagramme de pilotage du travail "Chantier Semis Maïs"	566
Figure II-124	Diagramme de pilotage du travail "Chantier Epannage Compost"	567
Figure II-125	Articulation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont présentés pour la vue Biophysique	568
Figure II-126	Organigramme général des unités biophysiques de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	569
Figure II-127	Diagramme général de flux entre unités biophysiques de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	569
Figure II-128	Organigramme détaillé de l'unité bio. "Sole de cultures et d'herbe non Bio"	570
Figure II-129	Organigramme détaillé de l'unité bio "Troupeau bovin laitier"	570
Figure II-130	Organigramme détaillé de l'unité biophysique "Troupeau ovin viande"	571
Figure II-131	Organigramme détaillé de l'unité biophysique "Stock matières organiques non Bio"	571
Figure II-132	Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques pour la "sole de cultures et d'herbe non Bio (1/2)"	572

Figure II-133	Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques pour la "sole de cultures et d'herbe non Bio (2/2)"	572
Figure II-134	Diagrammes détaillé de flux entre unités biophysiques pour la "Sole de maïs non Bio"	573
Figure II-135	Diagrammes détaillé de flux entre unités biophysiques pour la "Sole d'herbe non Bio"	573
Figure II-136	Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques pour les "vaches laitières"	573
Figure II-137	Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques pour "génisses de renouvellement"	574
Figure II-138	Diagramme détaillé de flux entre unités biophysiques pour le "Stock matières organiques non Bio"	575
Figure II-139	Calendrier des unités bio. pour la "Sole de cultures et d'herbe non Bio"	575
Figure II-140	Calendrier des unités biophysiques pour le "Troupeau bovin laitier"	576
Figure II-141	Calendrier des unités bio. pour le "Stocke matières organiques non Bio"	576
Figure II-142	Diagramme de pilotage de l'unité bio. "Sole de Blé non Bio"	577
Figure II-143	Diagramme de pilotage de l'unité biophysique "Sole d'herbe en inter-culture non Bio en rotation Maïs/Prairie Temporaire"	577
Figure II-144	Diagramme de pilotage de l'unité biophysique "Troupeau bovin laitier"	578
Figure II-145	Diagramme de pilotage de l'unité biophysique "Vaches Laitières (VL) en production"	578
Figure II-146	Diagramme de pilotage de l'unité biophysique "Vaches laitières (VL) tarées (gestantes)"	579
Figure II-147	Diagramme de pilotage de l'unité biophysique "Génisses de 2 ans"	579
Figure II-148	Diagramme de pilotage de l'unité biophysique "Stocke compost non Bio"	580
Figure II-149	Articulation des modèles de l'exploitation agricole de l'EPLFPA de Brioude-Bonnefont présentés pour la vue Organisation spatiale	581
Figure II-150	Organigramme général des lieux de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	582
Figure II-151	Organigramme général des unités de milieu de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	582
Figure II-152	Organigramme détaillé des lieux de l'exploitation de Brioude-Bonnefont	583
Figure II-153	Organigramme détaillé des lieux de Bonnefont (Siège)	583
Figure II-154	Cartographie principaux lieux de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	584
Figure II-155	Cartographie détaillée des lieux de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	584
Figure II-156	Cartographie détaillée des lieux de Bonnefont (Siège)	585
Figure II-157	Cartographie de localisation des principaux partenaires de l'exploitation agricole de Brioude-Bonnefont	585
Figure II-158	Organigramme détaillé des unités de milieu pour les "Parcelles agricoles non Bio"	586
Figure II-159	Organigramme détaillé des unités de milieu pour la "Stabulation Vaches Laitières (VL)"	586
Figure II-160	Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu pour les "Parcelles agricole non Bio" (Niveau 1)	587
Figure II-161	Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu pour les "Parcelles agricole non Bio" (Niveau 2)	587
Figure II-162	Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu pour les "Parcelles agricole non Bio" (Niveau 3)	588
Figure II-163	Schéma d'organisation spatiale des unités de milieu pour la "Stabulation Vaches laitières"	588
Figure II-164	Diagramme de pilotage de l'unité de milieu "Parcelles en rotation Maïs/Blé"	589
Figure II-165	Diagramme de pilotage de l'unité de milieu "Parcelles Côte du Got Villa"	589
Figure II-166	Diagramme de pilotage de l'unité de milieu "Parcelles de prairies permanentes (PP) fauchées Les Parcs"	590
Figure II-167	Diagramme de pilotage de l'unité de milieu "Box Vaches Laitières (VL) en production"	590

Addendum I

Figure A-1	Les différentes étapes du projet de recherche	644
Figure A-2	Temps consacré à la thèse par rapport aux autres projets	647
Figure A-3	Répartition, par activités, du temps consacré à la thèse	647
Figure A-4	Exemples d'outils mis en place dans le cadre de ma thèse	654
Figure A-5	Une thèse, une tranche de vie : quelques exemples personnels...	659

2. Tableaux

Partie 1

Tableau 1.1	Evolution conjointe du contexte, des modèles et des enjeux de gestion de l'exploitation agricole	25
Tableau 1.2	Principaux langages de représentation pour la spécification et la conception du système d'information	52
Tableau 1.3	Aspects de l'entreprise à modéliser et exemples de modèles	56

Partie 2

Tableau 2.1	Présentation des cadres méthodologiques identifiés et issus du secteur agricole	76
Tableau 2.2	Grille d'analyse et caractérisation des cadres méthodologiques issus du secteur agricole	78
Tableau 2.3	Principaux cadres méthodologiques issus du secteur industriel	84
Tableau 2.4	Grille d'analyse et caractérisation des cadres méthodologiques issus du secteur industriel manufacturier	96
Tableau 2.5	Synthèse des intérêts et limites des cadres méthodologiques pour la représentation métier d'une entreprise industrielle manufacturière	100

Partie 3

Tableau 3.1	Description des 4 vues de modélisation présentées dans la norme ISO 19439 (AFNOR, 2006)	133
Tableau 3.2	Description des dimensions du cadre de modélisation CEMAgriM	137
Tableau 3.3	Termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur industriel pouvant se rapporter au concept d'Objet	143
Tableau 3.4	Termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur industriel pouvant se rapporter aux concepts d'Équipement, de Matière, de Document et de Personne	145
Tableau 3.5	Termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur industriel pouvant se rapporter aux concepts de Prestation et d'Organisation	149
Tableau 3.6	Principaux concepts identifiés dans la littérature du secteur agricole et traitant des aspects "fonctionnels" de l'entreprise agricole	155
Tableau 3.7	Termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur industriel pouvant se rapporter aux concepts de Processus, Procédure, Fonction, Opération technique, Opération et Tâche	160
Tableau 3.8	Quelques concepts et définitions identifiés dans le secteur industriel pour décrire l'organisation du système physique d'une entreprise	164
Tableau 3.9	Termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur agricole pouvant se rapporter aux concepts d'Unité biophysique et d'Unité de milieu	167
Tableau 3.10	Termes et définitions issues d'une bibliographie du secteur industriel pouvant correspondre aux concepts de Décision, d'Objectif, de Variable de décision, de Contrainte, de Règle de décision, d'Information, d'Indicateur de performance, et de Déclencheur	171
Tableau 3.11	Concepts retenus pour décrire le pilotage des concepts de base du cadre conceptuel CEMAgriM	175
Tableau 3.12	Principaux concepts du cadre méthodologique CEMAgriM	181
Tableau 3.13	Concepts complémentaires pour le cadre méthodologique CEMAgriM	183
Tableau 3.14	Modèles, issus de la bibliographie, mobilisés pour définir les modèles (et les formalismes graphiques) par vue de modélisation du cadre CEMAgriM	187
Tableau 3.15	Présentation des modèles de la vue Ressource	188
Tableau 3.16	Présentation des modèles de la vue Environnement	190
Tableau 3.17	Présentation des modèles de la vue Processus	192

Tableau 3.18	Présentation des modèles de la vue Physique	194
Tableau 3.19	Présentation des modèles de la vue Biophysique	196
Tableau 3.20	Présentation des modèles de la vue Organisation spatiale	197
Tableau 3.21	Répartition des modèles selon les vues de modélisation et les niveaux de description du cadre de modélisation CEMAgriM	198

Partie 4

Tableau 4.1	Comparaison entre les concepts définis dans le cadre conceptuel CEMAgriM et la norme ISO 19440	250
Tableau 4.2	Grille d'analyse et caractérisation du cadre méthodologique CEMAgriM au regard des cadres méthodologiques issus des secteurs industriels et agricole	252

Annexe I

Tableau I-1	Concepts de base du cadre méthodologique CIMOSA	311
Tableau I-2	Concepts de base du cadre méthodologique GRAI/GIM	321
Tableau I-3	Concepts de base du cadre méthodologique ARIS	332
Tableau I-4	Autres concepts proposés par le cadre méthodologique ARIS	333
Tableau I-5	La famille des méthodes IDEF	349
Tableau I-6	Concepts de base du cadre méthodologique IDEF	351
Tableau I-7	Concepts de base du cadre méthodologique E&P UML	362
Tableau I-8	Concepts de base du cadre méthodologique MECI	380
Tableau I-9	Concepts de base du cadre méthodologique AMS (d'après (Mélèse, 1984))	388
Tableau I-10	Principaux concepts décrits dans "The Enterprise Ontology"	407
Tableau I-11	Principaux concepts décrits dans la pré-norme ENV 12204	410
Tableau I-12	Principaux concepts décrits dans le standard RM-ODP	412
Tableau I-13	Principaux concepts décrits dans le standard UEML	414
Tableau I-14	Principaux concepts décrits dans le standard ATHENA POP*	416
Tableau I-15	Principaux concepts décrits dans la norme ISO 19440	419
Tableau I-16	Principaux concepts décrits dans la norme NF X50-310	422
Tableau I-17	Principaux concepts décrits dans le Rapport Technique 10314 de l'ISO	423
Tableau I-18	Principaux concepts décrits dans l'approche OSSAD	425
Tableau I-19	Principaux concepts décrits dans l'approche MEGA	428
Tableau I-20	Principaux concepts décrits dans l'approche IEM	429
Tableau I-21	Principaux concepts décrits dans l'approche EEML	431
Tableau I-22	Principaux concepts proposés par Lorino (Lorino, 2003)	434
Tableau I-23	Principaux concepts proposés par Debauche	435
Tableau I-24	Principaux concepts proposés par Mougin	438
Tableau I-25	Principaux concepts proposés par Morley et al.	441
Tableau I-26	Principaux concepts décrits dans l'approche proposée par Saidani et Nurcan (RB2PM)	442
Tableau I-27	Principaux concepts proposés par Darras	444
Tableau I-28	Principaux concepts proposés par Canavesio et Martinez	446
Tableau I-29	Principaux concepts décrits dans le "méta-modèle Sol"	450
Tableau I-30	Principaux concepts décrits dans le "méta-modèle Elevage"	454
Tableau I-31	Principaux concepts décrits dans le "méta-modèle Exploitation"	456
Tableau I-32	Principaux concepts proposés par Goense et Hofstee	458
Tableau I-33	Principaux concepts proposés par Fountas et al. (Fountas et al., 2006)	460
Tableau I-34	Principaux concepts proposés par Sebillotte et Soler (Sebillotte et al., 1988)	462

Annexe II

Tableau II-1	Principaux concepts du cadre méthodologique CEMAgriM	477
Tableau II-2	Concepts complémentaires pour le cadre méthodologique CEMAgriM	478
Tableau II-3	Répartition des modèles selon les vues de modélisation et les niveaux de description du cadre de modélisation CEMAgriM	484

Addendum 1

Tableau A-1	Calendrier prévisionnel et réalisation du projet de recherche	646
Tableau A-2	Autres projets construits et menés conjointement au projet de thèse	648
Tableau A-3	Les différents partenaires de la thèse et leur mobilisation dans d'autres projets	649
Tableau A-4	Participation aux colloques, congrès et séminaires durant la thèse	650
Tableau A-5	Identification des revues intéressantes pour les recherches bibliographiques et une publication des travaux de thèse	651
Tableau A-7	Formations suivies durant la thèse	653
Tableau A-6	Proposition d'outils de gestion pour l'organisation et le suivi de la thèse	658

Table 4

Index thématique

A

AGEA	68-71 , 72, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 121, 134, 153, 174, 187, 196, 203, 241, 252, 253, 258, 267
AMS	56, 84, 92-94 , 97, 99, 100, 101, 123, 159, 164, 168, 170, 171, 187, 188, 190, 192, 194, 196, 197, 201, 385-390
ARIS	56, 84, 88 , 96, 97, 100, 101, 106, 144, 145, 147, 152, 164, 166, 171, 187, 188, 190, 192, 194, 196, 197, 199, 201, 206, 248, 251, 252, 257, 258, 327-347 , 486
ASEA	68, 71-73 , 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 126, 134, 187, 196, 197, 203, 258, 267

B

BPMN	52, 201, 258
-------------	--------------

C

Cadre méthodologique	58-59 , 60-61, 62, 67-81, 83-101 , 103-112 , 114, 115-206, 212-214, 237-242, 243-269, 307-388 , 467-496
Cadre conceptuel	58, 61, 81, 85, 94, 96, 98, 100, 101, 104, 106, 112, 114, 141-184 , 199, 206, 212, 240, 241, 244, 245, 246, 247, 248, 250, 253, 255, 256, 258, 265-267, 310-312 , 319-321 , 329-334 , 351-352 , 361-362 , 377-380 , 387-388 , 405-446 , 447-462
CEMAgriM	110-112 , 114, 128-132 , 134, 136-138 , 139, 142, 169, 174, 175, 176-183 , 184, 186-198 , 199-202 , 203-205 , 206, 211-242, 243-269, 467-496 , 497-590
CIMOSA	56, 84, 85-86 , 96, 97, 98, 100, 101, 123, 136, 143, 144, 147, 152, 158, 159, 160, 171, 187, 188, 190, 192, 194, 196, 197, 248, 251, 252, 307-315 , 330, 399, 402, 404, 408, 429, 443
Cadre de modélisation	58, 59, 100, 106, 112, 114, 132-138 , 139, 142, 184, 198, 203, 206, 240, 241, 244, 245, 246, 247, 253, 255, 259, 308-309 , 318-319 , 327-328 , 350-351 , 359-360 , 373-374 , 386 , 391-404 , 469-471

D

Démarche de modélisation	58, 60, 61, 62, 69, 71, 74, 75, 77, 78, 81, 84, 93, 95, 97, 98, 100, 101, 104, 105, 106, 112, 114, 203-205 , 206, 212-214, 241, 242, 244, 245, 246, 252, 258 , 259, 264, 269, 470, 495-496
---------------------------------	---

E

E&P UML	56, 84, 91 , 97, 100, 101, 143, 145, 152, 170, 171, 187, 188, 190, 194, 196, 262, 359-373
Expression des besoins métiers	53-57 , 58-61, 62, 68, 77, 81, 85, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 96, 104, 105, 106, 107, 109, 112, 113, 114, 136, 142, 156, 168, 184, 191, 212, 213, 219, 221, 222, 224, 230, 232, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 244, 247, 251, 253, 254, 255, 257-259, 261-263, 269, 468

F

Formalisme graphique	Voir langage de modélisation
-----------------------------	------------------------------

G

GERA(M)	58, 84, 94, 135, 136, 246, 399-403
GRAI	56, 84, 86-87 , 92, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 106, 121, 152, 159, 167, 168, 170, 171, 172, 173, 187, 188, 190, 192, 194, 196, 197, 201, 248, 251, 252, 258, 263, 264, 317-326 , 399, 443
GIEA	145, 146, 150, 165, 166, 167, 253, 267, 448-456
GIM	Voir GRAI

I

IDEF	56, 84, 88-90 , 97, 98, 99, 100, 101, 104, 152, 170, 187, 188, 190, 192, 194, 196, 197, 258, 323, 349-358 , 429
Ingénierie d'entreprise	55, 61, 106, 107, 110, 111, 112, 114, 128, 133, 134, 136, 142, 184, 204, 206, 212, 240, 242, 244, 246, 247, 257, 263-264 , 269, 468, 495
Ingénierie des Systèmes d'Information	49, 52, 53-61, 62, 79, 80, 81, 91, 104, 106, 107, 110, 111, 112, 114, 128, 133, 134, 136, 142, 184, 204, 206, 212, 240, 242, 244, 245-247, 251-253 , 257, 258, 259, 262-263 , 269, 468, 470, 495
ISO 19440	94, 143, 144, 145, 147, 149, 152, 158, 160, 164, 170, 171, 172, 247, 249-250 , 257, 415, 417-419

L

Langage de modélisation	46, 47, 51, 52, 57, 58, 60, 61, 62, 74, 75, 78, 79, 81, 85-95, 96, 97, 100, 101, 106, 199-202 , 212, 230, 232, 237, 239-240, 241, 242, 246, 252, 253, 254, 256, 267, 313, 323-324, 337, 354, 364-366, 382-383, 389, 486-494
--------------------------------	---

M

MECI	56, 84, 91-92 , 97, 100, 101, 144, 152, 159, 160, 164, 170, 171, 187, 188, 192, 375-384
MEGA	152, 158, 159, 160, 166, 170, 187, 190, 192, 194, 196, 197, 426-428

Modèle 46-48, 49-57, 58, 59-61, 62, 69-73, 79, 81, 95-99, 100, 102, 104, 105, 106, 110, 112, 113, 114, 137, 139, 142, **186-198**, 199, 201, 203, 204, 205, 244, 245, 246, 252, 254, 258, 259, 262, 263, 264, 267, 269, **312-313**, 314-315, **322-323**, 325-326, **334-336**, 337-347, **352-353**, 355-358, **363-364**, 367-373, 381, 383-384, **389**, 390, **479-486**, 497-590

Modélisation d'entreprise 55-61, 62, 84, 94, 98, 101, 104-106, 110, 114, 121, 133, 136, 139, 142, 147, 201, 244, **245-251**, 257, 258, 259, 268, 269

O

Ontologie 95, **267**, 353, 357, 406, 448

P

PERA 94, **394-396**

Phase de modélisation Voir Cadre de modélisation

R

Représentation systémique 28, 30, **38-40**, **47-48**, 59, 68, 85, 86, 92, 93, 97, 112, 114, **119-139**, 240, 244, 254, 255, 267, 268, 307, 317, 375, **468**

Représentation métier 59, 61, 62, 68, 74, 75, 79, 81, 95, 96, 100, 101, 104, 105, 107, 110, 111, 114, 132, 134, 136, 139, 244, 262

S

Système d'information 23, 24, 25, **27-44**, 47, **49-55**, 57, 58, 61, 62, 75, 79, 88, 94, 95, 96, 98, 101, 121, **129-130**, **139**, 147, 150, 157, 168, 221, 247, 248, 251, 253, 255, 262, 263, 269, **468**

Système d'acquisition **34-39**, 41, 43, 44, 112, **130**, 139, 157, 203, 212, 214, 219, 221, 224, 225, 238, 247, 253, 254, **468**, 500

U

UML **51-52**, 53, 54, 91, 142, 183, 187, 188, 190, 194, 201, 251, 262, 266, 305, 359

V

Vue de modélisation Voir Cadre de modélisation

Addenda

Un autre regard sur la thèse

Conduite du projet de recherche
et valorisation

Résumé

La réalisation d'une thèse est un exercice long et jalonné de nombreuses étapes, qui mobilise le doctorant sur plusieurs années. Si la thèse peut être vue comme une formation universitaire sanctionnée par un diplôme, elle mérite également d'être considérée comme un projet de recherche à part entière. A ce titre, la conduite d'une thèse représente une expérience professionnalisante et valorisante à différents points de vue tant au niveau des connaissances que des compétences développées.

Je propose dans cet addenda de porter un autre regard sur la thèse présentée dans ce manuscrit en présentant la démarche que j'ai adoptée durant plus de 6 ans pour initier et conduire ces travaux de thèse (**Addendum 1**). Je propose également de présenter les différentes valorisations de mes travaux de recherche, directement ou indirectement liés à cette thèse, pour illustrer l'interaction entre ce projet et les autres projets auxquels j'ai eu l'opportunité de participer durant ces 6 dernières années (**Addendum 2**).

Addendum 1

Un nouveau chapitre de thèse

Résumé

Depuis plusieurs années un certain nombre de mémoires de thèse propose d'inclure un chapitre présentant les travaux du doctorant en tant que projet de recherche. L'expérience que j'ai menée durant ces 6 dernières années me pousse à rédiger un tel chapitre aujourd'hui pour replacer cette thèse dans son contexte institutionnel, partager sur mon vécu et ce long aboutissement, mais aussi formuler quelques retours d'expérience et proposer quelques outils à destination des futurs doctorants.

Je propose donc dans cet Addendum de présenter tout d'abord la genèse et le cadre général de ma thèse, de décrire le déroulement et la conduite du projet de recherche, et de présenter quelques retours et réflexions sur la base de cette expérience.

Sommaire

- 1 Genèse et cadre général de la thèse**
 - 1.1 Opportunités et projet professionnel
 - 1.2 Le projet de recherche dans son contexte
 - 1.3 De l'idée à la construction d'un sujet de thèse

- 2 Déroulement et conduite du projet de recherche**
 - 2.1 De la planification à la réalisation
 - 2.2 Un adossement à d'autres projets
 - 2.3 La thèse et ses partenaires
 - 2.4 Valorisation et communication

- 3 Quelques retours d'expérience**
 - 3.1 Une thèse : une expérience professionnelle formatrice
 - 3.2 Une thèse : un projet à organiser
 - 3.3 Une thèse : un investissement personnel important

1. Genèse et cadre général de la thèse

1.1. Opportunités et projet professionnel

Ingénieur Agronome, diplômé de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon (INA P-G) en 2000, et Ingénieur des Ponts, des Eaux et des Forêts (IPEF), diplômé de l'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF) en 2001, j'ai obtenu un DEA en Sciences de l'Information Géographique à l'Université Marne La Vallée en 2001. Après plusieurs stages réalisés dans le domaine de la recherche (7 mois au CIRAD à Montpellier et 2 mois à l'OFRI à Sault Sainte Marie au Canada), je me suis engagé dans un Volontariat International en Entreprise (VIE) au Gabon pour travailler, au sein d'une filiale de l'ONF-International, à l'élaboration et à la mise en œuvre des plans d'aménagement forestiers.

A mon retour du Gabon en 2003, souhaitant m'impliquer dans la recherche finalisée, j'ai saisi l'opportunité de rejoindre le Cemagref pour construire une problématique de recherche autour de l'analyse préalable et de la spécification des besoins en systèmes d'information au sein de l'Unité de Recherche "Technologies et Systèmes d'Information pour les Agrosystèmes" (UR TSCF) à Clermont-Ferrand. Tout d'abord en tant que chef de projet de recherche (2004-2007) puis en tant qu'adjoint au chef de l'unité de recherche, délégué pour le site de Montoldre (2008-2010), je me suis ainsi investi dans la construction et la réalisation d'une thèse tout en m'impliquant dans l'élaboration et la réalisation d'autres projets de recherche et de développement, et, depuis 2008, dans la gestion et le suivi des activités conduites sur le site de recherche et d'expérimentation de Montoldre (Allier) du Cemagref qui compte une trentaine de personnes.

1.2. Le projet de recherche dans son contexte

Arrivé au Cemagref en 2004, en fin de cycle de programmation, j'ai veillé à inscrire mon projet de recherche dans le nouveau contrat quadriennal du Cemagref (2005-2008) qui soulignait la nécessité de "proposer de nouvelles méthodes pour modéliser et comprendre la complexité des systèmes, en priorité aux échelles intermédiaires de temps et d'espace (celle de la gestion) et tout particulièrement pour l'élaboration d'outils d'aide à la décision et de systèmes d'information".

Le contexte national, et notamment à travers le projet de loi d'orientation agricole de 2005 qui visait à "conforter les exploitations agricoles françaises en favorisant leur évolution vers une démarche d'entreprise" ainsi que le contexte régional, et notamment à travers la mise en place du groupe de travail sur les systèmes complexes de production au sein de la Fédération de Recherche TIMS qui visait à renforcer les collaborations scientifiques

dans le domaine de la modélisation des systèmes de production agricoles et industriels, ont contribué à faire émerger la problématique de cette thèse.

1.3. De l'idée à la construction d'un sujet de thèse

A mon arrivée au Cemagref, la mission de construire une problématique de recherche autour de l'expression des besoins en systèmes d'information des systèmes agri-environnementaux m'a été confiée avec pour idée d'utiliser la modélisation d'entreprise issue du secteur manufacturier.

En 2004, tout en découvrant de nouveaux secteurs d'activité (industrie, recherche) et de nouvelles disciplines (sciences de gestion, génie industriel), et en me formant à de nouveaux outils (méthodes de modélisation d'entreprise, UML), je me suis ainsi investi dans la construction d'un sujet de thèse en Sciences de Gestion inscrit dans l'axe 3.1 du Thème de Recherche SYNERGIE du Cemagref portant sur les "Méthodes d'analyse préalable et de spécification des Systèmes d'Informations".

En resserrant le système d'étude autour de l'exploitation agricole et en visant avant tout la représentation métier des entreprises agricoles pour aider à l'identification des besoins de gestion sans aller jusqu'à la spécification des systèmes d'information, nous avons pu finaliser un sujet de thèse au début de l'année 2005 et l'initier en mars. Inscrite en Sciences de Gestion à l'Université Paris-Dauphine, et compte tenu des différentes disciplines mobilisées, cette thèse a bénéficié d'une codirection entre Michel Nakhla, rattaché au Centre de Gestion Scientifique (CGS) et professeur à Mines ParisTech et à Agro ParisTech, et Henri Pierreval, rattaché au Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes (LIMOS) et professeur à l'IFMA.

2. Déroulement et conduite du projet de recherche

2.1. De la planification à la réalisation

La construction du projet et les premiers mois de la thèse ont permis de planifier, très en amont, le déroulement de la thèse sur 3 années. Dès le début du projet, six étapes avaient été identifiées pour répondre à la problématique de recherche : une étude des cadres méthodologiques issues des secteurs agricoles et industriels avec une première réalisation de modèles et une confrontation aux réalités du terrain (étapes 1 et 2), une étude des entreprises agricoles, de leurs besoins de gestion, de leurs besoins en systèmes d'information et de leurs particularités au regard des entreprises industrielles (étape 3), une proposition de cadre méthodologique adapté aux entreprises agricoles (étape 4), une mise en application du cadre méthodologique sur un cas concret (étape 5) et la rédaction du manuscrit de thèse (étape 6) (Figure A-1). La planification initiale du projet de recherche avait

ainsi permis de définir plusieurs jalons : étape 1 à la fin 2005, étape 2 à la fin 2006, étape 3 au début 2007, étape 4 à la fin 2007, étapes 5 et 6 tout au long de la thèse en visant une soutenance à la mi-2008 (Tableau A-1). Elle avait également permis d'identifier les besoins en ressources humaines et matérielles à mobiliser, les travaux de terrain à mener, les formations à suivre et les valorisations à prévoir. Elle avait permis en outre d'identifier sept grandes activités à mener (bibliographie, réunions et conférences, réflexions, études terrain et modélisation, encadrement, rédaction de publications et du manuscrit, administratif et divers).

Si les jalons ont glissé de plusieurs mois à partir de 2007, nous retrouvons à l'issue de la thèse les six étapes initiales de son déroulement (Tableau A-1) :

- **Etape 1 – "Etude des cadres méthodologiques issus du secteur agricole"**. Cette étape a consisté en un état de l'art, une analyse et une mise en application des cadres méthodologiques existants et issus du secteur agricole. Ces travaux se sont particulièrement appuyés sur les exploitations agricoles des lycées de Marmilhat et de Brioude-Bonnefont, et ont mobilisé pour partie des étudiants en BTS pour la conduite de l'AGEA. Les principaux résultats de cette étape, finalisée en décembre 2005, ont servi à alimenter le **Chapitre 4** et l'**Annexe I-10**.

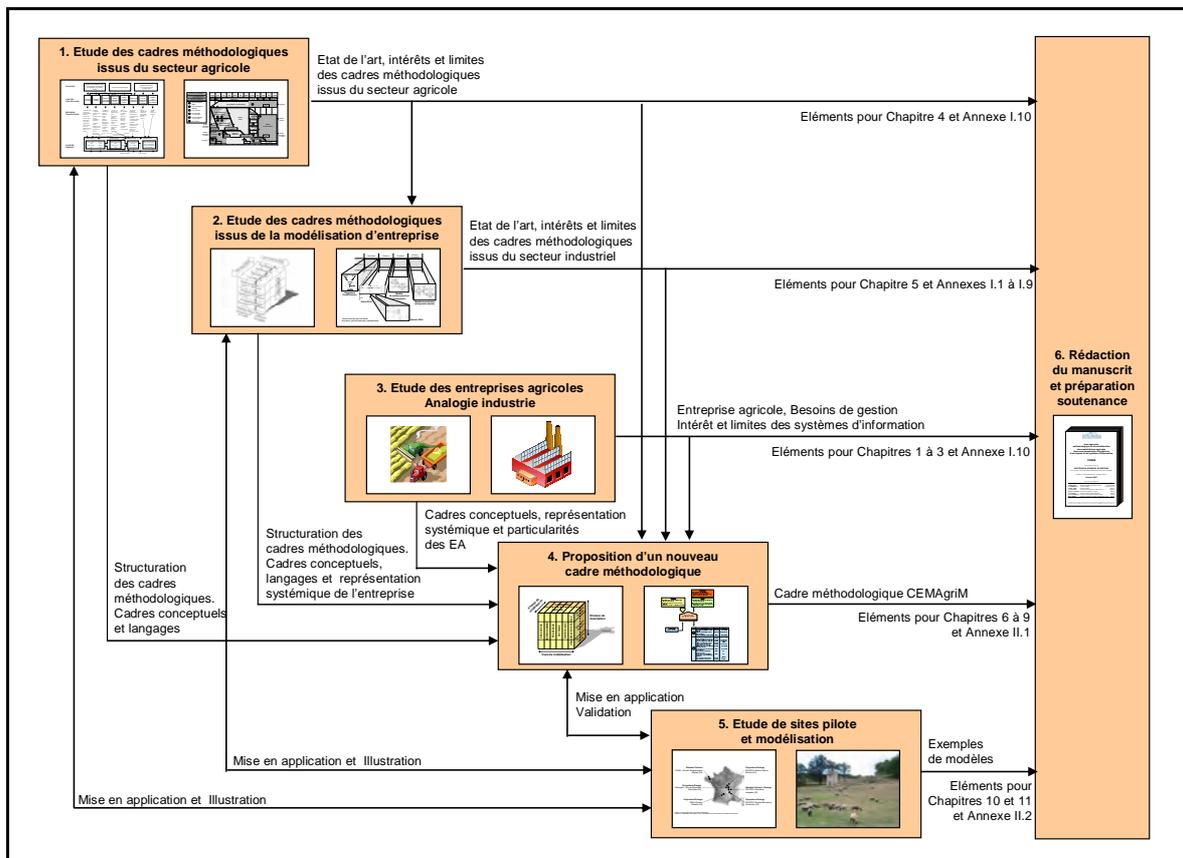


Figure A-1 : Les différentes étapes du projet de recherche

- **Etape 2 – "Etude des cadres méthodologiques issus du secteur industriel"**. Cette étape a consisté en un état de l'art, une analyse et une mise en application des cadres méthodologiques existants et issus du secteur industriel. Ces travaux se sont particulièrement appuyés sur les exploitations agricoles du lycée de Marmilhat, du GAEC Ray (03) et de l'EARL Rivedor (46), et ont bénéficié de l'appui de 3 étudiants de l'IFMA (Jean-Baptiste Bigeon, Cédric Durand, et Cédric Vittoz). Les principaux résultats de cette étape, finalisée en juin 2007, ont servi notamment à alimenter le **Chapitre 5** et les **Annexes I-1 à I-9**.
- **Etape 3 – "Etude des entreprises agricoles. Analogie industrie"**. Cette étape a consisté en une étude des exploitations agricoles, de leurs particularités et leurs besoins de gestion. Cette étude, complétée d'un travail bibliographique dans le domaine des sciences de gestion (théories des parties prenantes, gestion des entreprises), de la systémique et de l'informatique, s'est appuyée pour partie sur le travail d'une stagiaire de l'IFMA en stage de fin d'études (Emeline Perrier). Devant la complexité des systèmes étudiés et la diversité des informations à collecter, cette étape n'a pu être finalisée qu'en mars 2007 et non en juin 2006 comme initialement prévu. Les principaux résultats de cette étape ont servi notamment à alimenter les **Chapitres 1 à 3** et l'**Annexe I-10**.
- **Etape 4 – "Proposition d'un nouveau cadre méthodologique"**. Cette étape a consisté en la proposition des différentes composantes du cadre méthodologique CEMAgriM. Elle a bénéficié des réflexions conduites dans le cadre du projet GIEA et du projet EnergÉTIC, et a permis notamment d'alimenter les **Chapitres 6 à 9** et l'**Annexe II-1**. Cette étape est celle qui a pris le plus de retard dans la réalisation de la thèse. Initialement prévue pour la fin 2007, elle n'a véritablement débutée qu'en 2008 pour se terminer en juin 2010. Ce retard peut s'expliquer d'une part par la difficulté que nous avons rencontrée à définir un cadre conceptuel cohérent inspiré des cadres existants et qui a nécessité une structuration particulière de tous les éléments bibliographiques pour pouvoir les mobiliser et avancer pas à pas dans la réflexion. Il peut s'expliquer d'autre part par mon investissement dès 2007 dans plusieurs projets de recherche, menés conjointement à la thèse, et mon changement d'affectation début 2008 qui ne m'a permis de me plonger dans ces réflexions conceptuelles que par courtes périodes. Nous espérons que ce délai a permis de mûrir davantage le cadre méthodologique proposé ici.
- **Etape 5 – "Etude de sites pilote et modélisation"**. Cette étape a consisté à confronter sans cesse nos réflexions et nos propositions aux réalités du terrain. L'étude des sites pilotes

réalisée au début de la thèse a permis de mettre en oeuvre et de tester les cadres existants sur de véritables exploitations agricoles, mais aussi d'alimenter nos réflexions sur les besoins de gestion des entreprises agricoles et l'analogie avec les entreprises industrielles. La mise en œuvre du cadre méthodologique sur l'exploitation agricole du lycée de Brioude-Bonnefont et les modèles établis en fin de thèse ont permis par ailleurs d'illustrer et de discuter notre proposition. Les principaux résultats de cette étape ont servi notamment à alimenter les **Chapitres 10 et 11** et l'**Annexe II-2**.

- **Etape 6 – "Rédaction du manuscrit et préparation de la soutenance"**. Cette étape a été initiée le plus tôt possible dans le déroulement du projet de manière à formaliser rapidement le fruit des différentes réflexions menées. Le plan de thèse a notamment été établi dès la fin 2006 et une première proposition de texte pour les **Chapitres 1 à 5** et les **Annexes I** a été rédigée à la mi-2007. Ces chapitres ont été revus en 2010 et complétés des autres éléments de la thèse en 2010.

X Prévu - ■ Réalisé

	2005				2006				2007				2008				2009				2010			
	T1	T2	T3	T4																				
1. Etude des cadres méthodologiques issus du secteur agricole	■	■	■	■																				
2. Etude des cadres issus de la modélisation d'entreprise	■	■	■	■		■		■	■															
3. Etude des entreprises agricoles. Analogie industrie					■	■	■	■	■															
4. Proposition d'un nouveau cadre méthodologique									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5. Etude des sites pilote et modélisation	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■
6. Rédaction du manuscrit et préparation soutenance									■	■	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■

Tableau A-1 : Calendrier prévisionnel et réalisation du projet de recherche

Globalement, la réalisation de cette thèse se sera échelonnée sur 6 ans, et aura représenté un total de plus de 6000 heures de travail. La Figure A-2 présente la répartition sur les 6 années (2005 à 2010) du temps consacré à la thèse dans le cadre de mes activités. Nous noterons particulièrement l'impact sur cette répartition du temps de travail de mon implication dans d'autres projets de recherche dès 2007 et de mon changement d'affectation au 1^{er} janvier 2008. La Figure A-3 présente quant à elle la répartition par activités identifiées du temps consacré à la thèse. Nous noterons tout particulièrement l'importance du travail bibliographique (20% du temps), du travail de terrain et de modélisation (15%) et du travail de rédaction à la fois de publications et du manuscrit de thèse (30%).

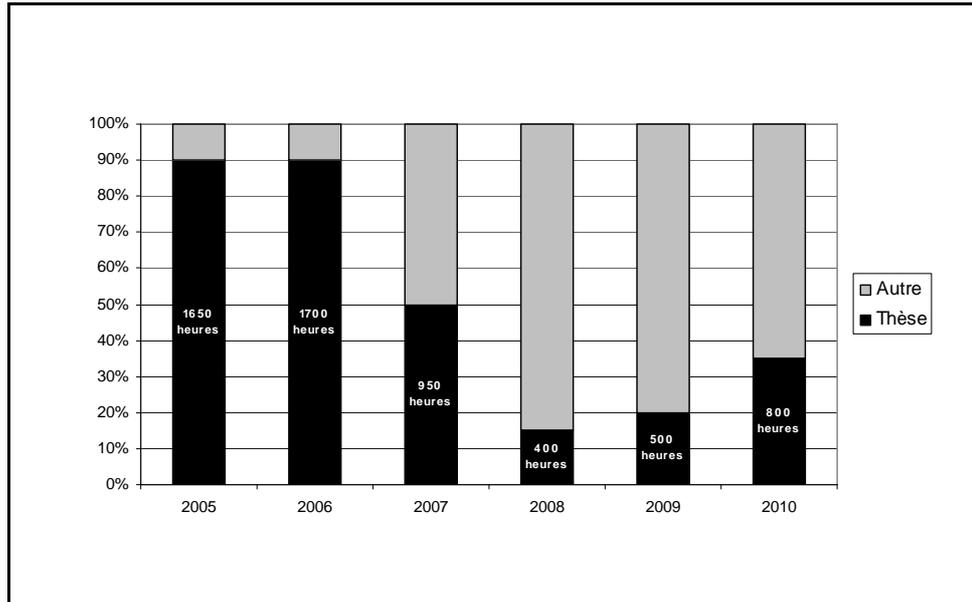


Figure A-2 : Temps consacré à la thèse par rapport aux autres projets

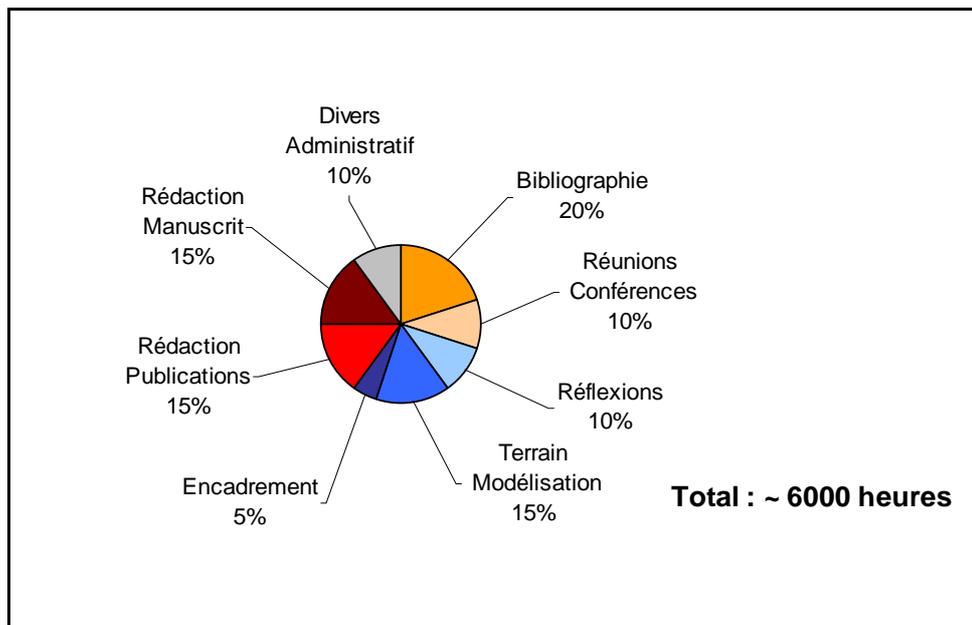


Figure A-3 : Répartition, par activités, du temps consacré à la thèse

2.2. Un adossement à d'autres projets

Comme nous venons de le voir, cette thèse a été menée conjointement à d'autres projets dans lesquels je me suis particulièrement investi. Ces projets constituent une forme très intéressante de valorisation et d'enrichissement de mes travaux de thèse et représentent un lieu d'échange privilégié avec les différents partenaires. Le Tableau A-2 présente les principaux projets auxquels j'ai participé. Nous noterons particulièrement l'apport du pro-

jet GIEA pour alimenter nos réflexions concernant la proposition d'un cadre conceptuel adapté aux entreprises agricoles, l'apport du projet Traçabilité pour caractériser les contraintes et les modes de gestion de l'information au sein de l'entreprise agricole, l'apport du projet EasyDIM pour approfondir les langages de modélisation d'entreprise, l'apport du projet SAPHIR pour mettre en œuvre une méthodologie de modélisation d'entreprise étendue aux systèmes agri-environnementaux, et l'apport du projet EnergéTIC pour finaliser le cadre conceptuel et approfondir la formalisation des besoins en gestion de l'information dans l'entreprise agricole.

Période	Projets	Objectifs généraux et principales contributions
2005-07	<p>Projet GIEA "Gestion des Informations de l'Exploitation Agricole" <i>Projet ADAR - AAP 2004</i></p>	<p>Elaboration d'un dictionnaire de concepts pour l'interopérabilité sémantique des systèmes d'informations agricoles. Définition de référentiels métiers. Participation aux travaux des groupes techniques. Valorisation scientifique du projet.</p> <p><i>2 mois d'Appui méthodologique et scientifique en modélisation conceptuelle des systèmes d'information</i></p>
2006-07	<p>Projet Traçabilité "Analyse des outils et données pour la traçabilité en exploitation agricole" <i>Projet ADAR - AAP 2004</i></p>	<p>Caractérisation, définition, origine, devenir et utilité des données collectées en exploitations agricoles à mettre à la disposition d'un tiers. Valorisation scientifique du projet.</p> <p><i>2 mois d'Appui méthodologique et d'Expertise sur la gestion documentaire des entreprises</i></p>
2006-07	<p>Projet EasyDIM "Ingénierie d'Entreprise et de Système d'Information Dirigée par les Modèles : Conception, Intégration et Usages" <i>Projet inter-groupes de travail au sein du GDR MACS</i></p>	<p>Etude bibliographique dans le domaine de la modélisation d'entreprise. Définition des objectifs d'un nouveau groupe de travail fédérateur au sein du GDR MACS, le groupe EasyDIM.</p> <p><i>1 mois d'Expertise en modélisation d'entreprise et d'ouverture au secteur agricole</i></p>
2007	<p>Projet SAPHIR "Système d'Acquisition et de Partage de Données Hydro pour l'Irrigation Raisonnée" <i>Projet sur convention d'appui technique MAAP-Cemagref</i></p>	<p>Analyse des pratiques en matière de gestion volumétrique de l'irrigation en France. Modélisation de l'organisation départementale et caractérisation des principaux flux d'informations. Valorisation scientifique du projet.</p> <p><i>1 mois d'Appui méthodologique et scientifique en modélisation d'entreprise et des organisations</i></p>
2008-11	<p>Projet EnergéTIC "Evaluation fine des performances énergétiques des entreprises agricoles par l'utilisation des NTIC" <i>Projet CasDAR - AAP 2008</i></p>	<p>Mise en place de solutions technologiques pour permettre d'acquies en routine des données pour le pilotage opérationnel des performances énergétiques de l'exploitation agricole et l'élaboration de bilans énergétiques plus fins à l'échelle de la parcelle, de l'atelier de production ou de l'opération. Suivi de 8 exploitations pilotes (lycées agricoles, instituts techniques, chambres d'agricultures, Cemagref) et étude de faisabilité pour une mise en place à plus grande échelle.</p> <p><i>6 mois de Montage et de Pilotage du projet, d'Appui méthodologique et scientifique</i></p>

Tableau A-2 : Autres projets construits et menés conjointement au projet de thèse

2.3. La thèse et ses partenaires

Le travail d'identification des partenaires de la thèse a été très important au moment de la définition du sujet de thèse compte tenu de la pluridisciplinarité des travaux. En m'appuyant sur des partenariats à la fois scientifiques (au sein du GDR MACS) mais aussi applicatifs (au sein des EPLEFPA de Marmilhat et de Brioude notamment), j'ai ainsi pu conduire mes travaux de recherche en alliant une approche très conceptuelle des problématiques de gestion avec une approche mobilisant en permanence les acteurs de terrain.

Outre les collaborations internes avec les différents chercheurs de l'UMR TETIS et de l'UR TSCF, mes activités de recherche m'ont permis de développer six grands types de collaborations, reprises dans le Tableau A-3 : partenaires régionaux (FR TIMS avant tout), membres du comité de suivi de la thèse, partenaires scientifiques (GDR MACS), acteurs du terrain (exploitations agricoles, lycées agricoles, réseau des exploitations des EPLEFPA) et acteurs techniques (instituts techniques, associations, éditeurs de logiciels) renforcés par mon implication dans d'autres projets.

Type de collaboration	Partenaires	Travaux en commun
Régionale	FR TIMS LIMOS – IFMA UMR METAFORT LISC	<ul style="list-style-type: none"> Echanges scientifiques Co-publications scientifiques
Comité de suivi de thèse	AgroParisTech – CGS ENSTIMAC – CGI Commission Européenne ENITAB INRA-SAD	<ul style="list-style-type: none"> Echanges scientifiques Co-publications scientifiques
Scientifique	Membres du GDR MACS dont : CRAN, Nancy-Université IMS/LAPS, Bordeaux LIESP, INSA Lyon LGIPM/ENIM, Metz LSIS, Marseille	<ul style="list-style-type: none"> Echanges scientifiques Etat de l'art bibliographique Projet EasyDIM
Lycées agricoles (EPLFPA)	EPLFPA de Brioude-Bonnefont EPLFPA de Marmilhat EPLFPA de Moulins-Neuvy EPLFPA de Vesoul	<ul style="list-style-type: none"> Etudes terrain et expertises Modèles d'exploitation agricole Publications scientifiques Projet Casdar EnergéTIC
Métier agricole	ACTA ARVALIS CRAB ENESAD FNCUMA Institut de l'élevage SOLAGRO	<ul style="list-style-type: none"> Echanges scientifiques et techniques Co-publications scientifique et technique Projet ADAR Traçabilité Projet Casdar EnergéTIC
Métier informatique agricole	ACTA Informatique AgroEDI Editeurs de logiciels FIEA MAAP	<ul style="list-style-type: none"> Echanges scientifiques et techniques Publications scientifiques et techniques Projet ADAR GIEA

Tableau A-3 : Les différents partenaires de la thèse et leur mobilisation dans d'autres projets

2.4. Communication et valorisation

Communication. Le sujet de thèse s'inscrivant à l'interface de plusieurs disciplines, l'échange et la communication autour des avancées du projet ont été encouragés durant la thèse pour murir les réflexions et acquérir des connaissances dans différents domaines scientifiques et techniques. J'ai ainsi veillé par exemple à participer au plus grand nombre de manifestations organisées par le GT ECI (aujourd'hui GT EasyDIM) du GDR MACS (Ecoles de Modélisation d'Entreprise, Journées Nationales, Workshops annuels) pour alimenter mes réflexions et échanger autour de la transposition de la modélisation d'entreprise à un "nouveau" secteur d'activité, le secteur agricole. Le Tableau A-4 récapitule les principales manifestations (Journées d'information, Colloques, etc.) auxquels j'ai participé durant ma thèse pour alimenter mes réflexions et parfaire mes connaissances.

Année	Titre	Lieu	Nature de la participation	Rayonnement
2005	Congrès Traçabilité 2005	Paris	Participation	National
	SIMA 2005	Villepinte	Participation	National
	Journées Nationales du GDR MACS	Clermont-Fd	Participation	National
	2 ^{ème} Workshop ECI à l'IAE	Paris	Participation	National
	GI 2005	Besançon	Communication orale	International
	EFITA 2005	Portugal	Communication orale	International
	Journées Modélisation Cemagref	Clermont-Fd	Participation	Cemagref
	Journées SAF – LOA	Paris	Participation	National
	Colloques AgriMMedia	Paris	Participation	National
Journées IDS-Scheer	Paris	Participation	National	
2006	Journées Nationales du GDR MACS	Paris	Participation	National
	3 ^{ème} Workshop ECI à l'IAE	Paris	Participation	National
	MOSIM'06	Maroc	Communication orale	International
	WCCA'2006	USA	Communication orale	International
	Ecole "Qualité en recherche"	Grande Motte	Participation	National
	3 ^{ème} Ecole de Modélisation d'Entreprise	Arcachon	Communication orale	National
Colloque GIEA et Traçabilité	Paris	Participation	National	
2007	Journées Nationales du GDR MACS	La Rochelle	Participation	National
	4 ^{ème} Workshop ECI à l'IAE	Paris	Communication orale	National
	GI 2007	Canada	Communication orale	International
	Journées Modélisation Cemagref	Clermont-Fd	Communication orale	Cemagref
2008	SIA – Terre d'Info	Paris	Communication orale	National
	INFORSID 2008	Fontainebleau	Participation	National
	Journées ACV de l'ADEME	Paris	Participation	National
ECOTECHS'08	Montoldre	Organisation/Animation	National	
2009	SIMA 2009	Villepinte	Participation	International
	ECOTECHS'09	Montoldre	Coordination/Organisation	International
	Journées Nationales du GDR MACS	Ancey	Communication orale	National
2010	ECOTECHS 2010	Montoldre	Participation/Organisation	International
	ROBOTICS 2010	Montoldre	Participation/Organisation	International
	AgEng 2010	Clermont-Fd	Participation	International

Tableau A-4 : Participation aux colloques, congrès et séminaires durant la thèse

Valorisation. Dans notre cas, la pluridisciplinarité de la thèse impose une valorisation des travaux dans plusieurs disciplines (gestion, génie industriel, agronomie, informatique) et une valorisation de résultats très variés (états de l’art, méthodes, réflexions conceptuelles, modèles, propositions de systèmes d’information agricoles, etc.). Au moment de la construction du sujet de thèse, un travail avait été mené pour identifier les principales pistes de valorisation des travaux de thèse qu’il s’agisse de conférences nationales et internationales ou de revues scientifiques et techniques. Le Tableau A-5 présente la liste des revues que nous avons identifiées à la fois pour une publication des travaux de thèse mais aussi pour une recherche bibliographique.

Durant la thèse, un certain nombre d’éléments ont pu être valorisés au travers d’articles de revue ou d’ouvrage, de conférences nationales et internationales. Les résultats obtenus dans le cadre de cette thèse, ou indirectement dans le cadre des projets menés conjointement, ont ainsi fait l’objet de 5 articles dans des revues scientifiques et techniques, d’un chapitre d’ouvrage, de 8 articles de conférences internationales et de 6 articles de conférences nationales. L’**Addendum A-2** précise ces différents éléments de valorisation. A ce jour, un article dans une revue scientifique internationale est en cours de rédaction pour présenter le cadre méthodologique CEMAgriM dans sa globalité. D’autres articles de valorisation pourraient être envisagés à l’avenir, mais la finalisation toute récente en 2010 du cadre méthodologique n’a pas permis d’avancer davantage sur ce point à l’heure où je finalise ce manuscrit de thèse.

Principales revues identifiées	Autres revues identifiées
Agronomie	Annual Review in Control
Agricultural Systems	Les Cahiers de la multifonctionnalité
Cahiers Agricultures	Compte-rendu Académie Agriculture
Computers and Electronics in Agriculture	Fourrages
Computers in Industry	Gérer et comprendre
Farm Management	International Journal of Production Economics
Ingénierie EAT (Sciences, Eaux, Territoires)	International Journal of Production Management
International Journal of Computer Integrated Manufacturing	Journal of Systems and Software
Ingénierie des Systèmes d’Information	Management Science
International Journal of Production Research	Production Planning and Control
Natures, Sciences, Sociétés	
Revue Française de Gestion	
Revue Française de Gestion Industrielle	

Tableau A-5 : Identification des revues intéressantes pour les recherches bibliographiques et une publication des travaux de thèse

3. Quelques retours d'expérience

3.1. Une thèse : une expérience professionnelle formatrice

La réalisation d'une thèse est un long projet, à l'aboutissement d'autant plus difficile et pénible que sa durée s'allonge. Mais la réalisation d'une thèse n'en demeure pas moins une expérience riche et formatrice tant sur le plan de l'approfondissement d'un domaine de connaissances (lectures, échanges, formations, etc.) que sur le plan de l'appropriation d'une démarche scientifique (problématisation, expérimentation, modélisation, rédaction scientifique, etc.) mais aussi sur le plan de la conduite d'un projet pluriannuel (planification, réalisation, conception d'outils de gestion), point sur lequel je reviendrai dans les paragraphes suivants. Pour ces différentes raisons, la réalisation d'une thèse est avant tout une expérience professionnelle formatrice, que le doctorant se destine ou non à poursuivre dans le domaine de la recherche.

Cette expérience, enrichie par le suivi de plusieurs formations (Tableau A-6), m'a ainsi permis d'acquérir des connaissances dans des secteurs d'activité (agricole, industriel) et des disciplines (sciences de gestion, génie industriel, informatique, agronomie, zootechnie) variés. A travers cette expérience, j'ai ainsi pu développer des compétences très complémentaires dans le domaine de la recherche mais aussi du développement. Outre l'approfondissement d'un domaine de connaissances particulier (la modélisation d'entreprise), j'ai ainsi pu enrichir ma connaissance du fonctionnement et de l'organisation des systèmes de production agricoles et acquérir une bonne expertise dans le domaine de la conception des systèmes d'information agricoles. Mais cette expérience m'a avant tout permis de découvrir le monde de la recherche académique, ses modes de fonctionnement, et de faire l'apprentissage des différentes composantes d'une véritable approche scientifique : recherche bibliographique, échanges entre pairs et construction de réseaux, rédaction scientifique, communication et valorisation des travaux, encadrement de scientifiques et de stagiaires, etc. Mes travaux ont permis, je l'espère, de produire à ce jour des connaissances nouvelles partagées et diffusées à travers une dizaine de publications scientifiques, ma participation à une vingtaine de conférences scientifiques nationales et internationales, la construction de partenariats scientifiques régionaux et nationaux et l'identification de plusieurs perspectives de recherche, présentées dans le **Chapitre 11**, et qui pourraient être portées par l'unité de recherche TSCF. En effet, si la thèse apparaît comme une expérience professionnelle formatrice, elle n'en est pas moins un projet de recherche s'inscrivant dans le cadre des activités d'un laboratoire de recherche. Inscrire la thèse dans les préoccupations scientifiques du laboratoire est un gage de réussite et de poursuite des travaux de thèse après le départ du doctorant.

Thème	Formation	Organisée par	Durée	Année
Modélisation d'entreprise	Méthodes de modélisation d'entreprise	IFMA (Cours MACSP, 2 ^{ème} Année)	20 heures	2004
	Modélisation d'Entreprise et Système d'Information	GDR MACS (2 ^{ème} Ecole de ME)	3 jours	2004
	Modélisation d'Entreprise et Décision	GDR MACS (3 ^{ème} Ecole de ME)	2 jours	2006
Modélisation	Analyse et Conception objet avec UML et Objecteering	Cemagref (Prestataire : Softeam)	5 jours	2004
	Outil de modélisation ARIS Business Architect	IDS Scheer	2 jours	2006
Gestion	Gestion de production	IFMA (Cours GPQ, 2 ^{ème} Année)	20 heures	2005
	Planification avec les logiciels ERP et APS	GDR MACS et Université d'Auvergne (Ecole Automne)	3 jours	2004
Démarche scientifique	Ecrire la Science	Cemagref (Prestataire : Dyade)	3 jours	2004
	Anglais scientifique	Cemagref (CCI)	5 jours	2005
	Outil de gestion bibliographique Endnote	Cemagref	6 heures	2004 2006

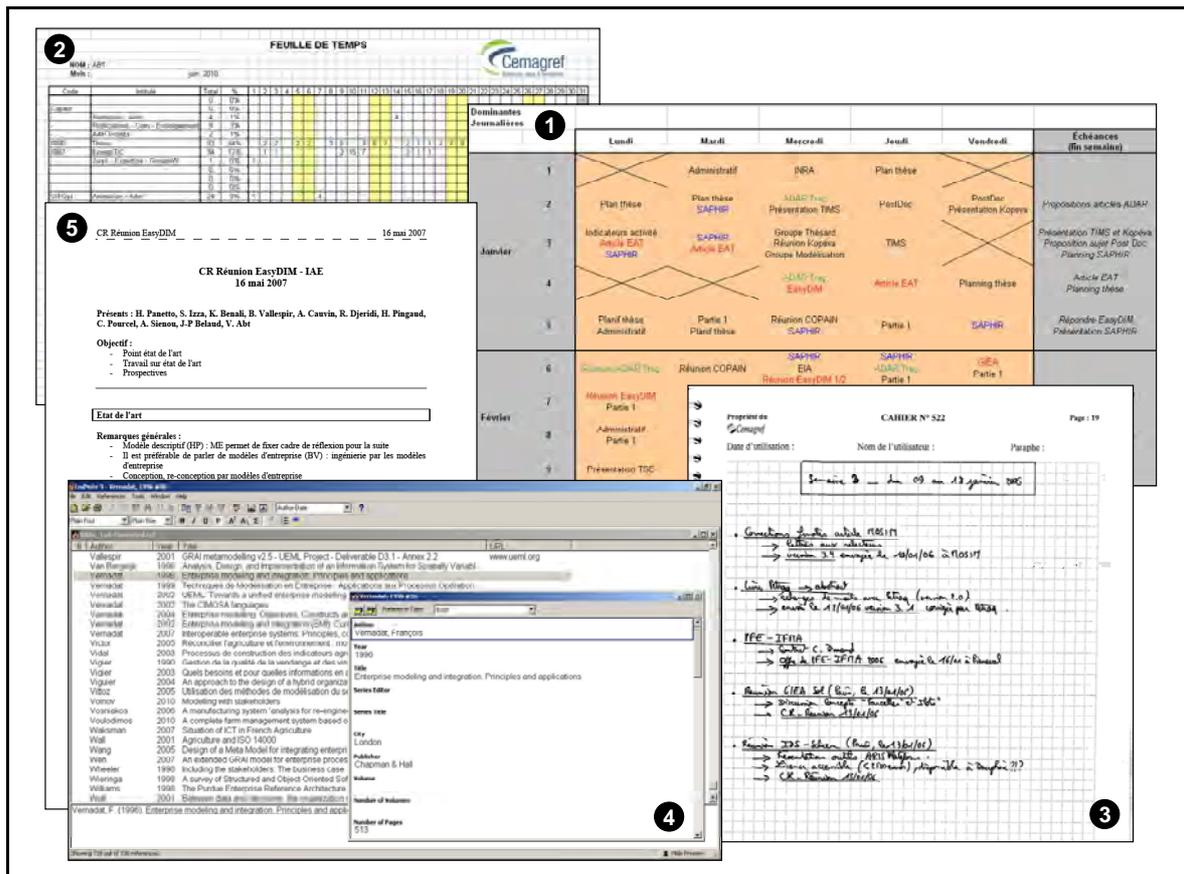
Tableau A-6 : Formations suivies durant la thèse

3.2. Une thèse : un projet à organiser

Que les résultats attendus ne soient pas parfaitement connus au démarrage d'une thèse, la réalisation de cette dernière n'en demeure pas moins un long projet qu'il convient de planifier, de jalonner et de piloter, pour veiller à atteindre les objectifs définis et pour éviter une dérive trop importante des échéances. Mon expérience de réalisation d'une thèse sur plus de 6 années n'est vraisemblablement pas le meilleur exemple de planification et de conduite de projet, mais je tenais absolument à écrire ces quelques lignes pour présenter les différents outils de gestion que j'ai mis en place durant ma thèse et qui m'ont permis de garder le "cap" durant ces six longues années en restant le plus cohérent possible avec les enjeux et les objectifs définis au démarrage du projet.

Je me suis notamment appuyé sur le guide FD X 50-551 qui formule quelques "recommandations pour l'organisation et la réalisation d'une activité de recherche en mode projet" (AFNOR, 2003) pour inscrire la réalisation de ma thèse dans une démarche qualité et organiser au mieux mon travail afin de ne pas oublier le passé (assurer la traçabilité des documents produits et des travaux déjà menés, rendre compte du cheminement des réflexions) tout en anticipant le futur (structurer les réflexions, organiser et planifier les travaux futurs, maîtriser les risques). Une telle démarche doit pouvoir être supportée par des outils de gestion appropriés et surtout personnalisés qui constituent un véritable travail de construction le plus tôt possible après

le démarrage de la thèse. La Figure A-4 présente quelques uns des outils mis en place dans le cadre de ma thèse : planification mensuelle et hebdomadaire, suivi des temps, bilan hebdomadaire, base de données bibliographiques et compte-rendu de réunion. Les paragraphes suivants visent à présenter plus en détail les différents outils de gestion que j'ai mobilisés dans le cadre de ma thèse et qu'il me semble intéressant de présenter ici pour aider d'actuels ou futurs doctorants à organiser leur travail. J'identifie notamment trois grandes catégories d'outils : les outils pour le pilotage et le suivi de l'avancement de la thèse, les outils pour la gestion de la bibliographie et les outils pour la traçabilité des informations.



1. Planification mensuelle et hebdomadaire – 2. Suivi des temps – 3. Bilan hebdomadaire – 4. Base de données bibliographiques – 5. Compte-rendu de réunion

Figure A-4 : Exemples d'outils mis en place dans le cadre de ma thèse

Des outils pour le pilotage et le suivi de l'avancement de la thèse. Dans le cadre de ma thèse, j'ai été amené à mettre en place plusieurs outils de ce type, parmi lesquels :

- **Un guide méthodologique.** Rédigé suite à mon premier comité de suivi de thèse, dans les premiers mois de ma thèse, ce guide clarifie le positionnement de mes travaux (contexte, état du problème, hypothèses de travail, problématique), recense les principales parties prenantes (commanditaires de la recherche, bénéficiaires, utilisateurs directs ou indirects de

la thèse, doctorant et partenaires), identifie l'opportunité et la faisabilité de ma thèse, détermine la stratégie de résolution et propose une planification et une organisation des travaux sur la durée de la thèse (jalons à 3 ans et à 1 an, mise en place des moyens, démarche scientifique, outils de gestion, ouverture et valorisation). Sans être une contrainte immuable, il m'a servi de référence aussi bien pour mon organisation au jour le jour que pour les décisions d'orientations stratégiques prises.

- **Un comité de suivi de thèse.** Outre les échanges réguliers avec le ou les directeurs de thèse, il est important de pouvoir réunir, une fois par an, un comité de suivi de thèse regroupant différents experts des domaines abordés dans la thèse et différentes parties prenantes des travaux de thèse. En visant une première réunion dans les six premiers mois de la thèse, ce comité de suivi pourra aider à définir les composantes du guide méthodologique présenté ci-dessus. J'avais notamment fait précéder chacune des réunions du comité de suivi d'un rapport d'avancement des travaux. Ces réunions ont systématiquement permis de dresser un bilan des travaux réalisés et de réfléchir aux ajustements nécessaires en termes d'orientation de recherche, de calendrier de la thèse, de méthodologie, de publications, d'encadrements de stagiaires et de participation à certains séminaires.
- **Des rapports d'avancement.** Il est important de faire un point régulier sur l'avancement des travaux. La fréquence des rapports d'avancement est à caler en fonction de l'investissement en temps consacré à la thèse. Au démarrage de ma thèse, je m'étais ainsi attaché à produire un rapport d'avancement semestriel alors qu'en fin de thèse, c'est avec une fréquence annuelle que je proposais une synthèse de l'avancée de mes travaux. Ces rapports d'avancement sont l'occasion notamment de proposer un réajustement des activités et de la planification sur la période à venir.
- **Une planification mensuelle et hebdomadaire.** Pour permettre d'organiser son travail au mois ou à la semaine et vérifier la faisabilité des objectifs que nous nous sommes assignés, il est utile de disposer d'un outil de représentation et de planification des activités journalières aux horizons mensuels et hebdomadaires. Cet outil peut prendre plusieurs formes. Je l'ai notamment fait évoluer tout au long de ma thèse pour intégrer le besoin de planifier les activités de différents projets à la fois. Notons que cet outil peut servir, a posteriori, de traçabilité des activités réalisées.
- **Un suivi des temps.** Cet outil est indispensable pour tracer et rendre compte de la répartition par activité du temps de travail du doctorant (bibliographie, rédaction, réunions, etc.). Il est d'autant plus important dans le cadre de la

conduite conjointe de plusieurs projets de recherche pour évaluer le temps consacré à chacun de ces projets. Dans les deux cas, il permet d'analyser l'organisation du travail du doctorant et les éventuels retards pris dans l'exécution de la thèse.

- **Des bilans hebdomadaires.** Autres outils utiles pour se représenter de manière synthétique l'avancée des travaux du doctorant, les bilans hebdomadaires permettent de résumer les réalisations et les avancées dans les travaux à la fin de chaque semaine. Utilisant des cahiers de laboratoires, j'ai réalisé pendant plusieurs mois ce type de bilan hebdomadaire, tenant sur une seule page, pour retracer le travail réalisé sur une semaine, préciser les principaux documents produits et les réunions auxquelles j'avais assisté. Ce type de bilan est vraisemblablement plus pertinent qu'un document de traçabilité par type de contacts ou par type d'actions comme je l'avais défini initialement.

Des outils pour la gestion de la bibliographie. Compte tenu de l'importance de la recherche bibliographique dans une thèse, il est important de disposer rapidement d'outils pour gérer au mieux références et veilles bibliographiques. Dans le cadre de ma thèse, j'ai été amené à mettre en place plusieurs outils de ce type, parmi lesquels :

- **Une base de données bibliographiques.** Cette base bibliographique est le principal outil du doctorant et du scientifique. Consolidée dans l'outil Endnote, la base de données que j'ai alimentée tout au long de ma thèse compte aujourd'hui plus de 800 références. Elle me permet de retrouver facilement l'ensemble des références bibliographiques mobilisées dans le cadre de mes travaux. Sa réalisation a nécessité la définition et le suivi d'un mode opératoire pour l'enregistrement de toute nouvelle référence bibliographique identifiée, en définissant notamment les modalités d'archivage et un jeu de métadonnées utiles à leur remobilisation (Thème, Sous-thème, Etat de lecture, Partie de la thèse concernée, etc.). La structuration des données dans une telle base permet en outre d'y rattacher les fiches de lecture, mais aussi et surtout de remobiliser et de mettre en forme automatiquement ces références lors de tout exercice de rédaction scientifique.
- **Une veille bibliographique.** Un autre point important de la gestion de la bibliographie réside dans la mise en place d'une veille bibliographique permanente pour suivre de manière continue les articles scientifiques et techniques intéressants pour ses propres travaux, ce qui ne dispense pas pour autant d'une recherche approfondie selon les besoins. L'identification des revues pertinentes et la définition de mots clés sont des étapes importantes pour aider à paramétrer efficacement cette veille bibliographique.

- **Une veille "communication"**. En complément de la veille bibliographique, cette veille vise à identifier les principales conférences et manifestations qui rentrent dans le champ de la thèse et pourraient permettre d'échanger sur l'avancée des travaux. Le rythme et la période des conférences et appels à communication étant dans bien des cas réguliers d'une manifestation à l'autre, j'avais notamment travaillé à la définition d'un tableau récapitulatif des principaux événements et échéances de manière à choisir au mieux la conférence en fonction de l'avancée des travaux.

Des outils pour la traçabilité des informations. Compte tenu des différentes informations collectées tout au long de la thèse (entretiens, réunions, réflexions, décisions, suivis terrain, etc.), il est important de mettre en place des outils permettant de tracer au mieux ces différentes informations. Outre la mise en place d'une structuration réfléchie des répertoires informatiques et des dossiers papiers, j'ai ainsi essayé de mettre en place plusieurs outils de gestion, parmi lesquels :

- **Des cahiers de suivi.** Ces cahiers de suivi, aussi appelés dans certains cas "cahiers de laboratoire", peuvent être définis par type d'activités (réunions, terrain, réflexions) ou par projet. J'avais notamment défini un cahier de suivi pour les différentes réunions et entretiens dans le cadre de mes travaux de recherche, un autre pour le suivi de chacun des sites pilotes, et un autre pour la traçabilité de mes diverses réflexions quotidiennes.
- **Des comptes-rendus de réunions.** Il n'est pas toujours évident de trouver le temps, après une réunion (entretiens, rencontres informelles, manifestations, conférences, etc.), pour rédiger un compte-rendu synthétique du contenu de cette dernière. Pourtant, c'est un exercice très utile pour reformuler ce qui a été présenté, tracer les réflexions et les idées que cette rencontre nous a inspiré et retrouver, plusieurs mois après, ces différents éléments reportés dans le compte-rendu. J'ai essayé, autant que faire se peut, dans le cadre de la conduite de mon projet de thèse, de rédiger après chaque réunion un compte-rendu reprenant les principaux points discutés, les tâches à réaliser et les points de réflexion utiles à remobiliser durant ma thèse. Lors de l'élaboration du cadre conceptuel CEMAgriM, j'ai ainsi pu remobiliser les 80 comptes-rendus réalisés durant ma thèse pour alimenter mes réflexions conceptuelles.

En guise de synthèse, le Tableau A-7 reprend les différents outils de gestion introduits dans les paragraphes précédents.

Finalités	Proposition d'outils	Objectif	Remarques
Pilotage et suivi de l'avancement de la thèse	Guide méthodologique	<ul style="list-style-type: none"> Clarifier le positionnement des travaux et identifier les parties prenantes Planifier les travaux sur 3 ans et définir les modalités d'organisation du travail 	A rédiger dans les premiers mois de la thèse, idéalement à la suite du premier comité de suivi qui aura servi à la valider.
	Comité de suivi de thèse	<ul style="list-style-type: none"> Dresser un bilan de l'avancée des travaux Proposer les réajustements nécessaires et planifier les travaux pour l'année à venir 	Doit regrouper des parties prenantes et des experts des domaines couverts par la thèse. Une première réunion à envisager dans les 6 premiers mois de la thèse.
	Rapports d'avancement	<ul style="list-style-type: none"> Faire un point sur l'avancement des travaux Proposer les réajustements de planning 	Fréquence (semestrielle ou annuelle) à définir en fonction du temps consacré à la thèse. Difficile à tenir sur la fin de thèse.
	Planification mensuelle et hebdomadaire	<ul style="list-style-type: none"> Organiser son travail à court terme 	Cet outil peut permettre de tracer a posteriori les activités réalisées. Exemple de la vignette 1 (Figure A-4).
	Suivi des temps	<ul style="list-style-type: none"> Tracer et rendre compte de la répartition du temps par activités et par projets 	Catégories et projets à définir au cas par cas. Unité horaire pertinente pour un suivi fin. Exemple de la vignette 2 (Figure A-4).
	Bilans hebdomadaires	<ul style="list-style-type: none"> Tracer de manière synthétique, mais précise, l'avancée des travaux 	Sous la forme d'un cahier de laboratoire, en mobilisant par exemple une feuille par semaine. Exemple de la vignette 3 (Figure A-4).
Gestion de la bibliographie	Base de données bibliographiques	<ul style="list-style-type: none"> Structurer les références bibliographiques identifiées Faciliter leur remobilisation 	Prévoir un jeu personnalisé de métadonnées pour faciliter l'interrogation de la base. Utiliser des outils informatiques existants. Se doter de modes opératoires pour l'enregistrement et l'archivage des références bibliographiques. Exemple de la vignette 4 (Figure A-4).
	Veille bibliographique	<ul style="list-style-type: none"> Identifier en continu les références bibliographiques intéressantes 	Identifier revues et mots clés pour paramétrer les alertes bibliographiques.
	Veille "communication"	<ul style="list-style-type: none"> Identifier les principales manifestations et conférences intéressantes 	Identifier les principales conférences au préalable, leur saisonnalité et leur périodicité.
Traçabilité des informations	Cahiers de suivi	<ul style="list-style-type: none"> Tracer les différentes informations collectées 	Définir un cahier de suivi par projet ou activité.
	Comptes-rendus de réunion	<ul style="list-style-type: none"> Tracer les informations échangées dans le cadre des réunions Tracer les réflexions et faciliter leur remobilisation 	Définir un modèle de compte-rendu permettant de mettre en avant les éléments utiles et à remobiliser ultérieurement dans la thèse. Exemple de la vignette 5 (Figure A-5).

Tableau A-7 : Proposition d'outils de gestion pour l'organisation et le suivi de la thèse

3.3. Une thèse : un investissement personnel important

Je terminerai cet addendum et cette thèse en rappelant que la réalisation d'une thèse constitue et nécessite, qu'on le veuille ou non, un investissement personnel important. Selon les thèses, cet investissement sera vraisemblablement différent d'une personne à l'autre. Dans mon cas, la problématique passionnante de ma thèse et les champs thématiques encore relativement vierges et inexplorés m'ont poussé à m'investir énormément dans ces réflexions. Mon investissement par ailleurs dans les autres activités de l'unité de recherche m'ont ainsi poussé à consacrer une grande partie de mon temps extra-professionnel à poursuivre et finaliser ces travaux.

En écrivant ces dernières lignes, je tiens à renouveler tous mes remerciements à Caroline pour m'avoir soutenu tout au long de ces années et avoir accepté que je m'investisse autant dans ce projet au détriment bien souvent de nos activités personnelles et familiales. Voilà désormais une longue page qui se tourne tant d'un point de vue professionnel que personnel comme j'ai tenté de le représenter en images dans la Figure A-5...



Figure A-5 : Une thèse, une tranche de vie : quelques exemples personnels...

Addendum 2

Les publications de l'auteur durant la thèse

1. Publications dans revue et chapitre d'ouvrage

Abt V., (2010) « Éco-indicateurs et systèmes de production agricoles face à l'enjeu énergétique », *Sciences Eaux & Territoires*, n° 3, *In press*.

Abt V., Havet A., Gilain-Gaillet C., Gautier J.-M., Joly N., (2010) « Gestion et intégration des documents de traçabilité dans les exploitations d'élevage : réalités et améliorations possibles », *Cahiers Agricultures*, vol. 19, n° 1, p. 7-13.

Abt V., Vigier F., Schneider M., (2009) « Enterprise Business Modelling Languages Applied to Farm Enterprise: a Case Study for IDEF0, GRAI-Grid and AMS Languages », in Papajorgji P. et al., *Advances in Modelling Agricultural Systems*, Springer-Verlag, p. 167-191.

Abt, V. (2009) « Insertion territoriale d'un centre de recherche : le site de recherche et d'expérimentation de Montoldre et son Pôle Epannage Environnement », *Revue d'Auvergne*, n° Spécial « Développement, Attractivité et Ingénierie des Territoires. Des enjeux de recherche pour l'action et la formation », p. 111-113.

Chataigner J., **Abt V.**, Champomier J.-C., (2008) « Pratiquer la gestion volumétrique à l'échelle départementale : état des lieux et analyse à travers une démarche de modélisation ». *Ingénieries-EAT*, n°53, p. 21-33.

Abt V., Sellam M. (2007) « Documentation et traçabilité dans les exploitations agricoles : vers une gestion documentaire de qualité ». *Ingénieries - EAT*, n° 52, p. 49-60.

Dufy L., **Abt V.**, Poyet P., (2006) « GIEA : Gestion des Informations de l'Exploitation Agricole. Un projet au service de l'interopérabilité sémantique de la profession agricole », *Ingénieries - EAT*, n° 48, p. 27-36.

2. Publications dans conférences internationales

Roussey C., Soullignac V., Champomier J.-C., **Abt V.**, Chanet J.-P., (2010) « Ontologies in Agriculture ». *International Conference on Agriculture Engineering (AgEng 2010)*, Clermont-Ferrand, France, September 6-8, 10 p.

Abt V., Magne M.-A., (2008) « The role of semi-formal enterprise models to support flexibility management in farm enterprise », *8th European Sym-*

posium of the International Farming Systems Association (IFSA 2008), Clermont-Ferrand, France, July 6-10, 2 p.

Abt V., Pierreval H., Nakhla M., (2007) « Evolution du contexte et nouvelles perspectives pour l'exploitation agricole en génie industriel », *7^{ème} Congrès international de génie industriel (GI 2007)*, Trois-Rivières, Québec, Canada, 5-8 juin, 12 p.

Abt V., Perrier E., Vigier F., (2006) « Towards an Integration of Farm Enterprise Information Systems: A first Analysis of the Contribution of ERP Systems to Software Function Requirements », *4th World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources (WCCA 2006)*, Orlando, USA, 24-26 July, p. 469-474.

Boffety D., Barbe E., Chanet J.-P., André G., **Abt V.**, Vigier F., (2006) « Implementation of mixed communication solutions, satellite and Wi-Fi, applied to agriculture. Experiments conducted in the French agricultural sector within the framework of the European project Twister », *4th World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources (WCCA 2006)*, Orlando, USA, 24-26 July, p. 217-222.

Abt V., Pierreval H., Lardon S., Steffe J., (2006) « Modéliser le fonctionnement et l'organisation des exploitations agricoles : quelles méthodes pour le secteur agricole? », *6^{ème} Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation (MOSIM'06)*, Rabat, Maroc, 3-5 avril 2006, p. 805-814.

Abt V., Vigier F., Pierreval H., Bigeon J.-B., Durand C., (2005) « Using enterprise modelling methodologies for modelling agricultural activities and identifying information requirements. A case study of a livestock farm », *EFITA/WCCA 2005 Joint Conference*, Vila Real, Portugal, July 25-28, p. 33-38.

Abt V., Pierreval H., Vigier F., Bigeon J.-B., Durand C., (2005) « Modélisation d'entreprise et secteur agricole : modélisation d'une exploitation d'élevage », *6^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI 2005)*, Besançon, France, 7-10 juin, 9 p.

3. Publications dans conférences nationales

Abt V., (2009) « Première proposition d'un cadre de représentation adapté à l'entreprise agricole et issu de la modélisation d'entreprise », *12^{ème} Journées STP du GDR MACS, Réunion GT Easy-DIM & C2EI & Flux logistiques*, Annecy, France, 28-29 octobre.

Pradel M., Boffety D., **Abt V.** (2009) « Vers une évaluation plus fine des performances énergétiques des exploitations agricoles : quels indicateurs et quelles solutions technologiques pour les renseigner ? », *Symposium ECO-TECHS'09*, Montoldre, France, 22-23 octobre, 2 p.

Abt V., Magne M.-A., (2007) « De l'intérêt des modèles semi-formels pour l'expression des besoins métiers dans le secteur agricole », *Journées de la Modélisation au Cemagref*, Aubière, 26-27 novembre, 2 p.

Abt V., (2007) « Les cadres de représentation de la décision dans l'entreprise. Eléments de réflexion à partir de l'entreprise agricole », *4^{ème} Workshop ECI "Ingénierie et gestion des processus d'entreprise"*, IAE, Paris, 15 mai, 7 p.

Abt V., (2006) « Cadres de représentation de la décision pour l'entreprise agricole », *3^{ème} Ecole de Modélisation d'Entreprise*, Arcachon, 2-4 octobre.

Abt V., Vigier F., (2006) « Le projet GIEA : Gestion des Informations de l'Exploitation Agricole. Appui méthodologique et expertise du Cemagref », Colloque "Gestion des informations de l'exploitation agricole et traçabilité", MAP, Paris, 20 décembre, 4 p.

4. Rapports

Pradel M., **Abt V.**, Buisson J., (2009). « Etat des lieux des outils, indicateurs et données pour l'évaluation des performances énergétiques à l'échelle de l'exploitation agricole », Document de travail, *Projet EnergéTIC*, 6 p. + Annexes.

Champomier, J. C. et **Abt V.** (2007). « Le Projet SAPHIR (Système d'Acquisition et de Partage de Données Hydrométriques pour l'Irrigation Raisonnée) - Rapport final 2006-2007 », Synthèse et rapport d'étude avec annexes, 47 p.

ACTA, (2007). « Mes documents sur l'exploitation : description et éléments de gestion », Guide méthodologique issu du projet ADAR Traçabilité, 383 p.

Abt V. (2005). « Approche spatiale de l'exploitation agricole de Marmilhat », Document de synthèse, 14 p + présentation.

Abt V., (2005). « Guide méthodologique pour la conduite de la thèse de Vincent Abt », Document de travail, 28 p.

5. Rapports de stages ou post-doctorats encadrés ou suivis

Buisson J., (2009), « Etat de l'art des outils, indicateurs et données pour l'évaluation des performances énergétiques des exploitations agricoles ». Mémoire de licence professionnelle "Gestion durable des ressources en agriculture", Université Blaise Pascal - Cemagref, 79 p.

Magne M.-A., (2008) « Proposition d'une démarche structurée de modélisation, mobilisant des langages de modélisation adaptés du secteur industriel, pour comprendre et analyser les besoins en Systèmes d'Information (SI) des exploitations agricoles ». Rapport final de post-doctorat, 1^{er} août 2007-30 sept. 2008, 7 p.

Ibrahim Doutoum M. A., (2008) « Modélisation et optimisation de la logistique es Coopératives d'Utilisation du Matériel Agricole. Mémoire de fin d'études Master 2, ISIMA - Cemagref, 45 pages + Annexes.

Perrier E., (2006) « Etude conceptuelle des activités et des processus de l'entreprise agricole : apport des méthodes de modélisation d'entreprise et des ERP du secteur industriel ». Projet de Fin d'études IFMA, IFMA - Cemagref, 36 p.

Vittoz C., (2005) « Utilisation des méthodes de modélisation du secteur industriel pour représenter la conduite d'un système de production végétale ». Projet de Fin d'Etude IFMA, IFMA - Cemagref, 62 p.

Thomazo E., (2005) « De la gestion environnementale à la gestion des informations sur l'exploitation agricole : application au projet GIEA ». Rapport de stage 2^{ème} année INA P-G, Cemagref, 26 p.

Bigeon J.-B., Durand C., (2005) « Modélisation d'un système de production agricole ». Rapport de projet IFMA 2^{ème} année, IFMA - Cemagref, 45 p.

Giraud, G., Guérin T., (2009) « Simulation d'une coopérative d'utilisation du matériel agricole (CUMA) ». Rapport de projet de 2^{ème} année d'école d'ingénieur – Filières "Génie logiciel et Systèmes informatiques " et "Systèmes d'Information et Aide à la Décision", ISIMA-LIMOS-Cemagref, 40 p.

6. Cours et enseignements

Abt V., (2009) « Expression des besoins métiers et méthodes semi-formelles ». Enseignement ENITAB-Montpellier SupAgro-ENESAD (2x2 heures) – Module de 3^{ème} année "Conception de systèmes d'information environnementaux communicants".

Abt V., (2009) « Evolution du contexte agricole et positionnement de la recherche en Système d'Information ». Enseignement ENITAB-Montpellier SupAgro-ENESAD (2 heures) – Module de 3^{ème} année "Conception de systèmes d'information environnementaux communicants".

Abt V., (2007 et 2008) « Gestion durable et exploitation des forêts naturelles tropicales. Des enjeux internationaux à la mise en œuvre opérationnelle ». Enseignement ISTOM (12 heures) - Module de 4^{ème} année "Production forestière".

Abt V., (2005) « Peut-on concilier "production" et "gestion durable" des ressources agricoles et forestières? Cas de l'aménagement forestier au Gabon. Pratiques de gestion des entreprises industrielles forestières ». Enseignement ISTOM (6 heures) - Module de 4^{ème} année "Agroforesterie".

7. Autres publications

Abt V., (2006) « Thèse et démarche qualité. Objectif : mieux organiser son travail », *Spot*, n° 167, p 3.

Abt V., (2010) « Ecotechs'09 : Maîtriser l'énergie sur les exploitations agricoles », *Spot*, n° 211, p. 11.

Abt V., (2010) « A Montoldre, une exploitation agricole à l'interface du TR INSPIRE et du TR MOTIVE », *Spot*, n° 212, p. 8.

Abt V., Poissonnier C., (2010b) « Sécurité : Manipulation et stockage des produits », *Spot*, n° 213, p. 9.

Abt V., (2010) « Partenaires régionaux - Le Conseil Général de l'Allier à Montoldre », *Spot*, n° 214, p. 11.

Vu : le Président et les membres du jury MM. Chanet, Gafsi, Giard, Nakhla, Pierreval, Pingaud, Vernadat, Vissac.

Vu et permis d'imprimer : le Vice-Président du Conseil Scientifique Chargé de la Recherche de l'Université Paris Dauphine.

RESUME

L'évolution du contexte agricole pousse à considérer l'exploitation agricole comme une véritable entreprise qui doit maîtriser ses performances et ses informations et disposer d'outils de gestion adaptés à ses besoins. Les recherches en Modélisation d'Entreprise ont montré l'intérêt de disposer de modèles et de méthodologies pour la représentation métier du fonctionnement et de l'organisation des entreprises industrielles afin de concevoir des outils adaptés à leurs besoins. De telles méthodes n'existent pas dans le secteur agricole et aucune méthode industrielle n'a été transposée à notre connaissance dans ce secteur. Nous nous proposons dans cette thèse d'évaluer les contributions de la Modélisation d'Entreprise pour aider à identifier les besoins de gestion des entreprises agricoles. Nous nous proposons dans cette thèse d'investiguer et d'évaluer les contributions de la Modélisation d'Entreprise pour aider à identifier les besoins de gestion des entreprises agricoles dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. En nous intéressant plus particulièrement aux entreprises agricoles ayant une production diversifiée, et sur la base d'un important travail bibliographique sur les méthodes existantes, nous définissons et proposons le cadre méthodologique CEMAgriM (Cemagref Entreprise Modeling in Agriculture Integrated Methodology). Ce cadre s'appuie sur une représentation systémique renouvelée de l'entreprise agricole, un cadre de modélisation structurant pour la représentation métier des différents aspects de l'entreprise, un cadre conceptuel inspiré du secteur industriel et adapté aux systèmes de production agricoles, un jeu de modèles, un langage de représentation graphique et une démarche générique de modélisation. Nous proposons une mise en application de ce cadre sur l'exploitation agricole du lycée de Brioude-Bonnefont et montrons en quoi ce cadre est notamment utile à la définition de systèmes d'acquisition, de tableaux de bords d'indicateurs ou d'outils d'aide à la décision. Nous discutons enfin des perspectives de recherche autour de notre proposition.

MOTS-CLES : Modélisation d'entreprise, Exploitation agricole, Expression des besoins métiers, Ingénierie dirigée par les modèles, Ingénierie d'entreprise, Système d'information.

ABSTRACT

The recent evolution of the agricultural context pushes to consider a farm as a real enterprise requiring performances and information management but also management tools adapted to their needs. Researches in Enterprise Modeling have shown the benefits of having models and methodologies to obtain a business representation of industrial enterprises operation and organisation in order to define management tools adapted to their needs. In agriculture, such methods do not exist and no industrial methods have been transposed as we know in this sector yet. We thus propose in this thesis to evaluate the contributions of enterprise modeling to help identifying farm business management needs. We thus propose in this thesis to investigate and evaluate the contributions of enterprise modeling methodologies to help identifying farm business management needs in an enterprise and information system engineering perspective. By focusing specifically on diversified farms, and based on an important bibliographical study of the existing methodologies, we define and propose the methodological framework CEMAgriM (Cemagref Integrated Enterprise Modeling Methodology in Agriculture). This framework is based on a renewed systemic representation of the farm, a modeling framework for structuring the representation of various farm business aspects, a conceptual framework adapted to agricultural production systems, a set of models, a graphical modeling language and a generic modeling approach. We propose an implementation of this framework on the Brioude-Bonnefont High School's farm and show how it is especially useful to define acquisition systems, reporting tables of indicators, and decision support systems. We then discuss research perspectives around our proposal.

TITLE : A methodological and modelling approach for farms in an enterprise and information systems engineering perspective.

KEYWORDS : Enterprise Modeling, Farm Enterprise, Business Requirements Identification, Model Driven Engineering, Enterprise Engineering, Information System.



Vincent ABT est Ingénieur Agronome, diplômé de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon en 2000, et Ingénieur des Ponts, des Eaux et des Forêts, diplômé de l'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts en 2001. Il obtient en 2001 un Diplôme d'Etudes Approfondies en Sciences de l'Information Géographique de l'Université Marne-La Vallée. Après une expérience professionnelle au Gabon dans le domaine de la gestion durable des forêts tropicales, il intègre le Cemagref, Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement, au sein de l'Unité de Recherche "Technologies et Systèmes d'Information pour les Agro-systèmes". Il y développe des compétences en Modélisation d'Entreprise, en Sciences de Gestion et en Informatique tout d'abord en tant que chef de projet sur le site des Cézeaux (Puy de Dôme) (2004-2007) puis en tant qu'adjoint au chef d'unité, délégué pour le site de Montoldre (Allier) (2008-2010). Il est depuis le 1^{er} octobre 2010 responsable du service Europe-Programmation à la Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guyane.