



HAL
open science

RECORD : une plate-forme de modélisation et simulation pour les agro-écosystèmes

Stéphane S. Couture

► **To cite this version:**

Stéphane S. Couture. RECORD : une plate-forme de modélisation et simulation pour les agro-écosystèmes. Séminaire Economie de la Production, Sep 2012, Montpellier, France. pp.30. hal-02810193

HAL Id: hal-02810193

<https://hal.inrae.fr/hal-02810193>

Submitted on 6 Jun 2020

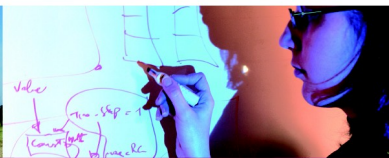
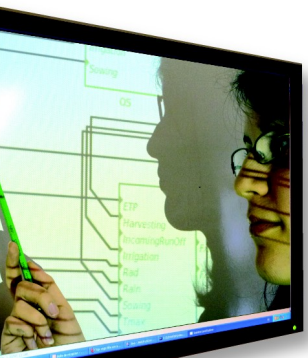
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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.



RECORD : une plate-forme de modélisation et simulation pour les agro-écosystèmes

Stéphane Couture (en collaboration avec Hélène Raynal)
UBIA-Toulouse



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



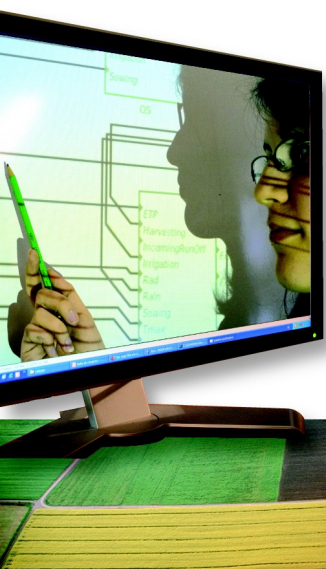
RECORD :

REnovation et COORDination de la modélisation de cultures pour la gestion des agro-écosystèmes

Plan

- Contexte, Historique et Organisation : structures associées à la plate-forme et leurs missions
- Design et caractéristiques de la plate-forme
- Les fonctionnalités logicielles
- Les modèles et couplages
- Comment l'utiliser dans le département ? Réflexions sur les besoins

Contexte, Historique du projet et organisation de la plate-forme



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

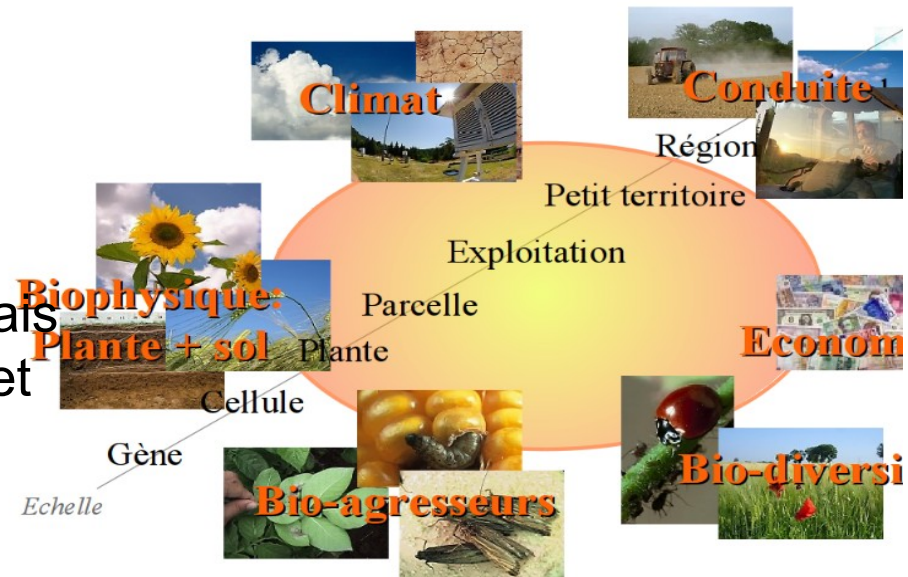


Contexte

Reconnaissance de la **complexité** des systèmes de production

Identification du besoin d'approches génériques **pluridisciplinaires** et **multi-échelles** reposant sur la **modélisation** et la **simulation**

Existence de modèles de simulation mais absence d'outil pour les coupler et les utiliser à **différentes échelles spatiales et temporelles**



Nécessité d'un **outil partagé** pour :

- Lever des verrous de modélisation
- Lever des verrous informatiques
- Capitaliser et réutiliser des modèles

Historique du projet RECORD et la plate-forme actuelle

A l'origine, une initiative de l'INRA en 2006 de créer une **plate-forme open source** pour unifier la communauté travaillant sur les **agro-écosystèmes**.

Plate-forme pour concevoir, lier et fournir des modèles et d'outils d'aide à la **modélisation et à la simulation**

La plate-forme actuelle **opérationnelle depuis janvier 2011** :

- Solution logicielle opérationnelle
- Expérience acquise à partir de **projets pilotes**
- Plate-forme transversale INRA **pluri-départements** (partenaires actuels MIA, EA, SAE2, SAD, PHASE mais potentiellement d'autres départements : EFPA, GAP, SPE, BV ...)
- identifiée « **Dispositif et infrastructure scientifique de portée collective** » (confer « Validation des SSDD 2011-2015 » - Collège Direction INRA)

Organisation de la plate-forme

Comité scientifique

Réseau des utilisateurs

Equipe opérationnelle
PF RECORD

Organisation de la plate-forme

Comité scientifique

Réseau des utilisateurs

Equipe opérationnelle
PF RECORD

Animateur : B.Goffinet (MIA, U.BIA)

Participants :

G.Richard (EA), F.Garcia (MIA), A-F.Adam (GAP),
P.Faverdin (PHASE), J-M. Meynard (SAD),
A.Thomas (SAE2), H.Raynal (PF RECORD), J-E.
Bergez (anim. Réseau des utilisateurs), G.Quesnel
(Logiciel VLE), H.Monod (Réseau MEXICO),
D.Makowski (RMT Modelia), P.Vissac (GIS
Relance Agronomique), J-P Müller (CIRAD)

Missions :

- Orienter le dévpt stratégique de la PF
- Rôle d'évaluation et de conseil concernant les activités de la PF et du Réseau

Réunion annuelle

Organisation de la plate-forme

-

Comité scientifique

Réseau des utilisateurs

Equipe opérationnelle
PF RECORD

Animateur : J-E. Bergez (UMR AGIR, INRA Toulouse)

Représentants :

S.Couture (SAE2), A.Joannon (SAD), O.Martin (PHASE), H.Raynal (PF RECORD)

Participants :

L'ensemble des utilisateurs (ingénieurs et chercheurs) de la PF RECORD

Missions :

- Animer la communauté
Organisation Journée annuelle des modélisateurs RECORD (dernier vendredi de janvier)
- Emettre en direction de la PF des demandes, des propositions de soutien, d'encadrement, de formation et d'évolution technique

Réunions mensuelles

Organisation de la plate-forme

-

Comité scientifique

Réseau des utilisateurs

Equipe opérationnelle
PF RECORD

Responsable opérationnelle : H.Raynal (U.BIA, INRA Toulouse)

Equipes :

*P.Chabrier (IE1, MIA), N.Rousse (IR2, MIA),
R.Trepos (IR2, MIA), E. Casellas (IR2, MIA)
+ CDD*

+ Intégration d'informaticiens à temps plein ou partiel, issus d'autres unités de départements partenaires :

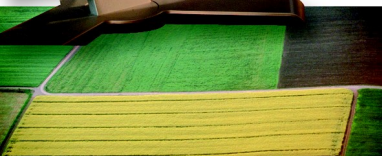
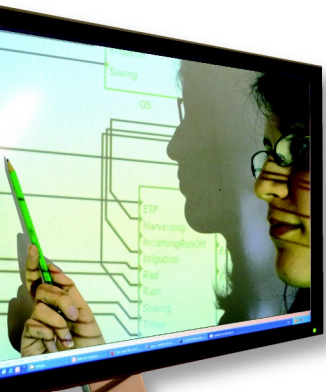
L.Perochon (PHASE) à 80% (Départ)

JC. Poupa (SAE2)

Missions :

*> Assurer l'ingénierie générique du projet
> Soutenir (conseiller, former, encadrer, accompagner) les équipes scientifiques utilisatrices de RECORD*

Principes et caractéristiques de la plate-forme



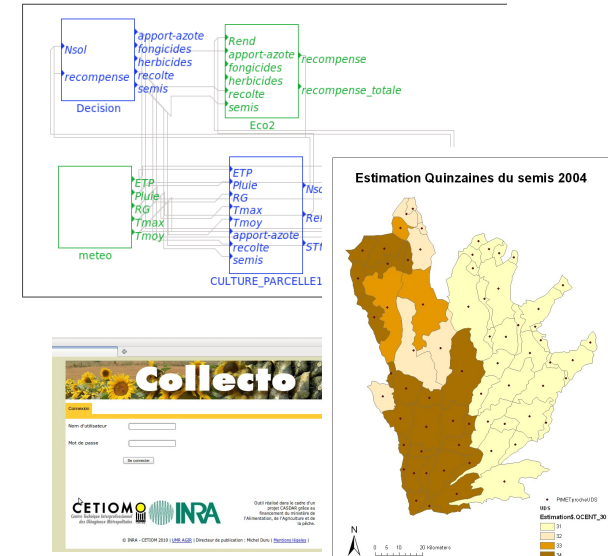
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Le design de la plate-forme

La **plate-forme** fournit :

- le **logiciel** (VLE) pour la modélisation avec la capacité d'intégrer des modèles existants = le **noyau** de la plate-forme
- Un **ensemble de modules** relatifs aux systèmes de production agricole qui peuvent être réutilisés pour construire de nouveaux modèles.
- Un **ensemble de modèles publiés** (Ex: STICS) qui peuvent être réutilisés dans différents contextes de simulation et couplés au sein de la plate-forme avec d'autres grands modèles.



Le design de la plate-forme

La **plate-forme** permet aux scientifiques de :

- **développer de nouveaux modèles** comme des composants modulaires à différentes échelles spatiales et temporelles
- **travailler avec des modèles de simulation** : définir des plans d'expériences pour les simulations, analyse de sensibilité, optimisation.

La plate-forme est en **perpétuel développement**.

Les concepts sous-jacents

Modélisation

- Modélisation système dynamique
- Approche systémique
- Modélisation à évènements discrets (DEVS)
- Approche modulaire, hiérarchique
- Modularité libre facilitant l'intégration de modèles et le couplage
- Multi-formalisme - Couplage hétérogène

Informatique

- VLE
- Orientée objet – C++
- poste de travail
- Linux et Windows
- Composants/modèles implémentés sous forme de paquets informatiques
- GPL License

Les caractéristiques de la plate-forme

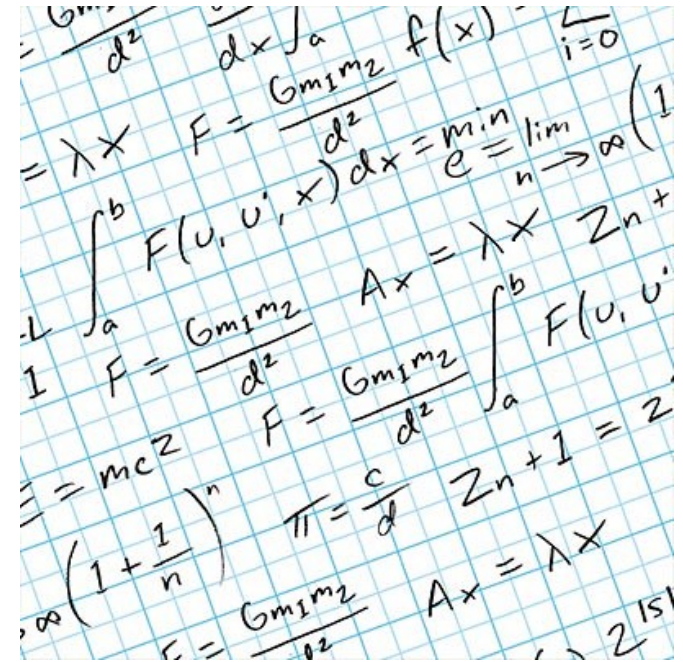
Propose différents formalismes en terme de modélisation :

Equations aux différences

Equations différentielles

Automates à états finis

Capacité à coupler des modèles ayant ces différents formalismes : modèles biophysiques, modèles de décision, modèles climatiques...



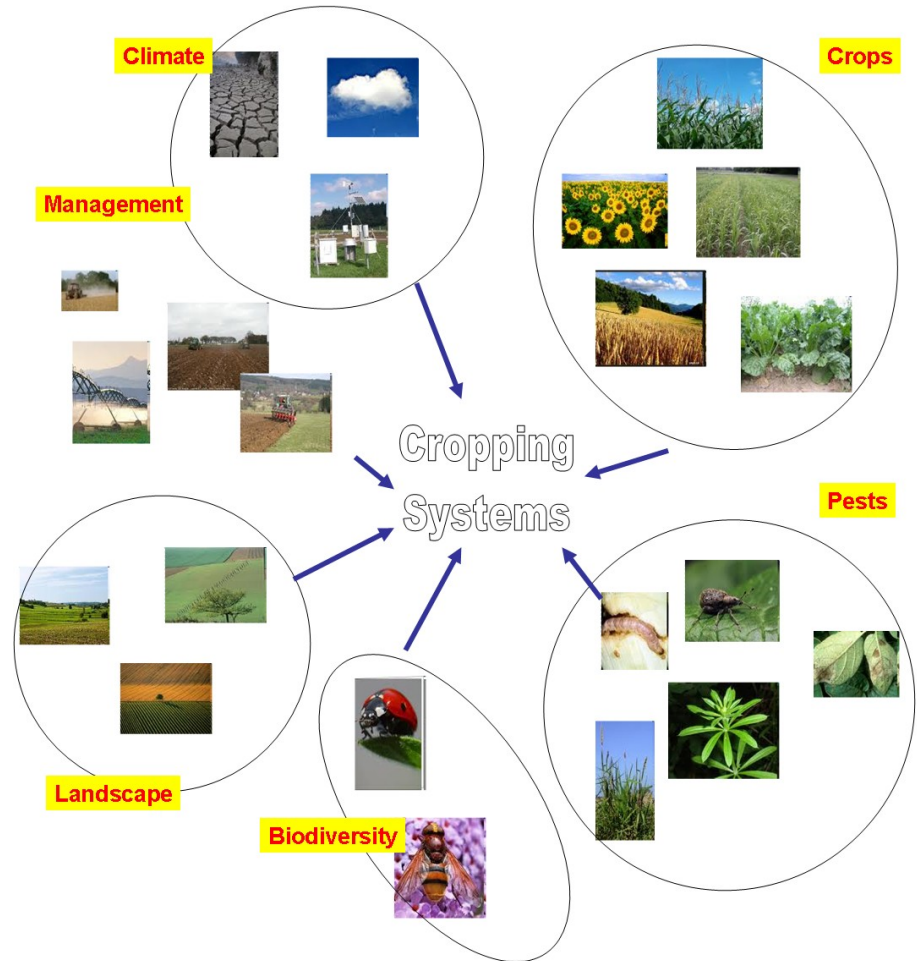
Les caractéristiques de la plate-forme

En terme de **modélisation**, la plate-forme permet l'intégration de **modèles hétérogènes** et le développement de modèles de culture à différentes **échelles spatiales et temporelles**.

---> Facilite le travail **multi-disciplinaire**

---> Capacité à prendre en compte tous les **différents éléments des systèmes de cultures**.

---> Chaque élément peut être exprimé dans le **formalisme mathématique le plus adapté**.



Les caractéristiques de la plate-forme

En terme de simulations, la plate-forme permet de faire des **multi-simulations**

- **Plusieurs simulations** peuvent être **lancées** en même temps en utilisant différentes bases de données pour la paramétrisation.

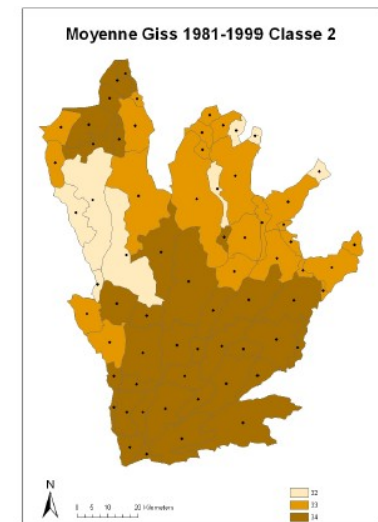
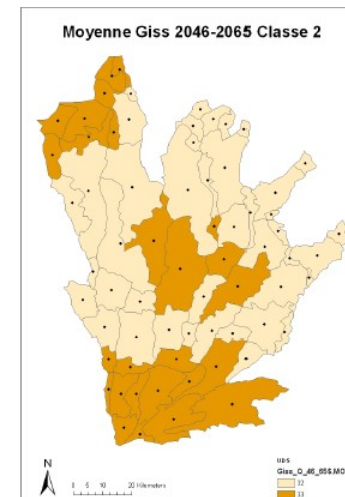
- Des **plans d'expériences** peuvent être créés et lancés.

- La multi-simulation peut être utilisé pour **extrapoler des résultats obtenus à la parcelle à des niveaux régionaux ou nationaux.**

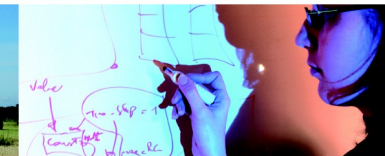
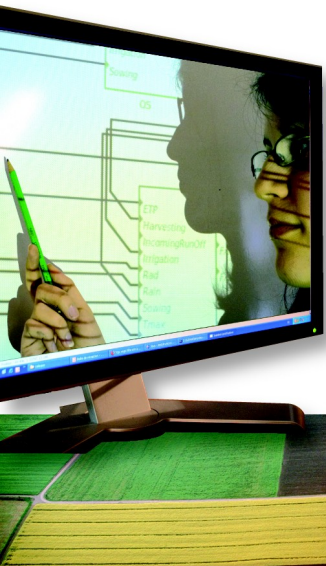
- Travail en **cluster**

Exemple: Le même modèle est simulé pour différentes parcelles à une échelle régionale

(évolution de la date de semis pour le maïs dans le Sud-Ouest de la France selon différents scénarios de changement climatique).



Les fonctionnalités logicielles



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Le logiciel VLE : Virtual Laboratory Environment

<http://www.vle-project.org>

- Le projet RECORD a choisi de baser le développement de la plate-forme à partir du **logiciel VLE**
- Environnement générique de modélisation et simulation basé sur le **formalisme DEVS** (Discrete Event System Specification). DEVS définit un modèle atomique comme un ensemble de **ports d'inputs et d'outputs** et un ensemble de **fonctions de transition**.
- **Architecture modulaire** et fonctionnalités permettant de modéliser, simuler et analyser les systèmes dynamiques dits complexes.
- Ce logiciel fournit un ensemble de **bibliothèques C++** et de programmes comme un **simulateur**, une **interface graphique** pour développer les modèles et des **outils** pour analyser et visualiser les résultats des simulations.

Couplage au logiciel statistique R : librairie RVLE



R: un environnement complet pour l'analyse statistique

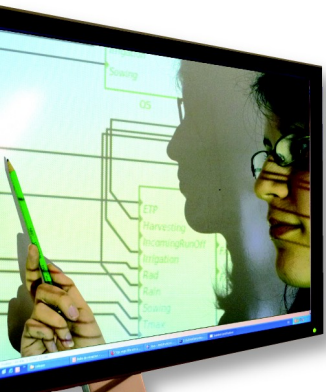
Beaucoup de paquets disponibles qui concernent l'exploration de modèles (Analyse de sensibilité, estimation de paramètres ...)

Un paquet « **RVLE** » permet d'appeler depuis R, un simulateur développé sur la plate-forme. Le simulateur est vu comme une fonction R.

Usages :

- Travail d'exploration statistique du modèle
- Lancer des simulations sans passer par l'interface graphique gvle
- Interfaçage avec bases de données
- Plans pour les analyses de sensibilité
- Estimation de paramètres

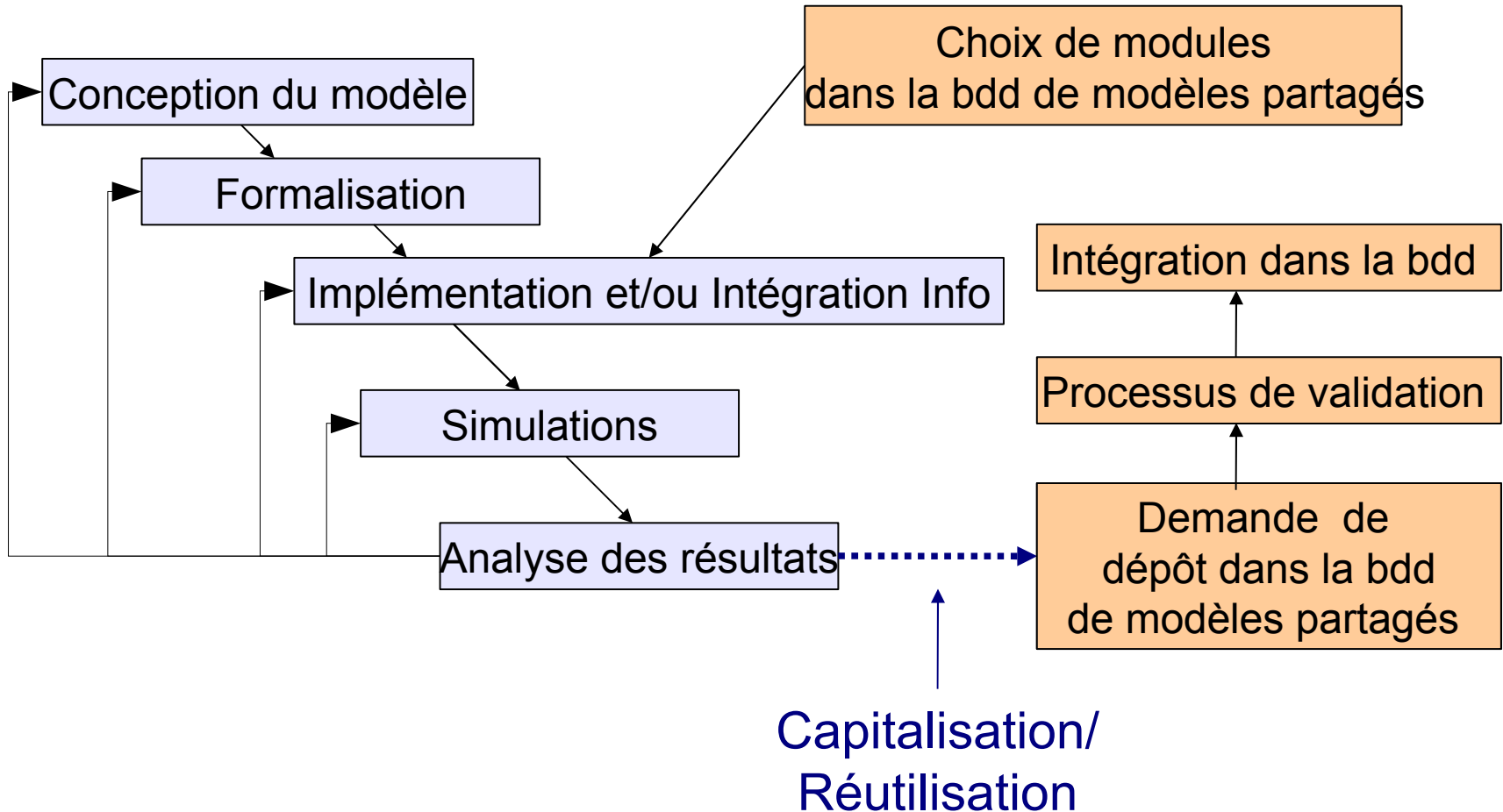
Modèles et couplages



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Rappel sur le processus de développement de modèles et d'intégration dans la bdd



Bibliothèque de modèles : un outil pour capitaliser et faciliter la ré-utilisation des modèles

- Le logiciel VLE n'inclut pas de modèles.

Quand on veut utiliser un modèle, il faut le télécharger depuis la bibliothèque et l'installer.

- RECORD met à disposition la bibliothèque de modèles :
 - organisée en bdd
 - chaque modèle est référencé à l'aide de différents champs d'information (domaine d'utilisation, caractéristiques fonctionnelles et non-fonctionnelles, auteurs, versions ...)
 - possibilité de télécharger directement le modèle (paquet) (les modalités de téléchargement définies avec l'auteur du modèle)

Capitalisation de modèles dans la bdd

3 types de modèles :

Modèles génériques : lecture série climatique, générateur de série climatique ...

Modèles spécifiques des AES (projets scientifiques) : ex Modèles de culture, modèles intégrés/couplés ...

Modèles à vocation d'exemples pédagogiques

Qui peut alimenter ?

Tout utilisateur peut proposer son modèle au Réseau des utilisateurs.

Processus défini dans la Charte des utilisateurs de la plate-forme

Modèles disponibles (<http://www4.inra.fr/record/Bibliotheque-de-modeles>)

Modèles	Système simulé	État du dévpt	Intégration dans la bdd
STICS	culture-sol	Opérat.	En cours
SUNFLO	tournesol	Opérat.	Oui
HERBSIM	prairie	Opérat.	Oui
SPUDGRO	Pomme de terre	Opérat.	Oui
AZODYN	Sol- blé / colza	Opérat.	En cours
2CV	Maïs -sol	Opérat.	Oui
CERES-EGC	Sol - blé	En attente ...	Non
MODERATO	décision	Operat.	Non
MELODIE	décision	En attente ...	Non
TNT	sol-hydro	En attente ...	Non
WHEATPEST	Bioagresseurs du blé	Operat.	Oui

Couplage de modèles

Le couplage de 2 modèles est réalisé via des connexions entre les ports d'entrée et de sortie de modèle.

Réalisation : via l'interface graphique gvle, (ou en utilisant les fonctions de l'extension Executive)

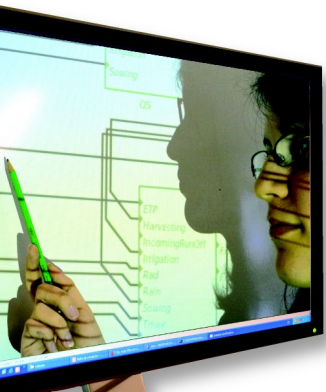
Couplage de modèles hybrides (avec des formalismes différents) exemple : Modèle de culture (Eq aux différences) et Modèle de décision (Évènement discret)

Limites : pas de contrôle de cohérence. Sous la responsabilité du modélisateur et de ce qui est écrit dans la documentation du modèle

Modèles intégrés disponibles

Modèles	couplages	état
MicMac	Meteo + Biophys + decision + rotation	Candidat bdd
MOuSTICS	Meteo + Biophys + decision	Candidat bdd
ARCHIDEMIO	Meteo + Biophys (architecture) + epidemio	Candidat bdd
CRASH	Meteo + Biophys + decision	Candidat bdd
POPSY	Meteo + Biophys + decision + économie	Candidat bdd
ACASSYA	Meteo + Biophys + decision + hydro + élevage	Candidat bdd

Usages dans le département SAE2 et besoins



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Pourquoi utiliser RECORD

Développement d'**outils génériques**

Appui **scientifique** de l'équipe

Collaboration entre communautés scientifiques

Plate-forme de modélisation ouverte avec des caractéristiques originales :

- Intégration de **modèles hétérogènes**
- Différents **formalismes mathématiques**
- Lancement des **simulations à grande échelle**
- Un ensemble de **modules** et de **modèles**
- Lien avec un logiciel statistique.

Comment l'utiliser dans le département ? Réflexions sur les besoins

Utilisations potentielles dans le département

- Tous travaux de couplages bio-économiques
- Modèles de simulation
- Pluridisciplinarité

Réflexions sur les besoins :

- **Scientifiques**
 - Stage sur la méta-modélisation
 - Optimisation
 - Risque
 - Spatialisation
- **Opérationnels**
 - Lien avec les outils informatiques du département
 - Lien avec les bases de données économiques

Ressources et contacts

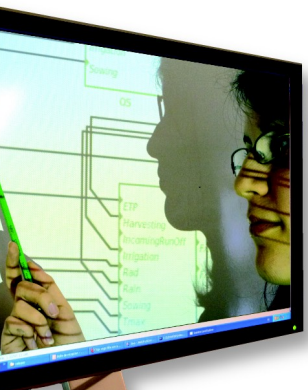
Un site web : <http://www4.inra.fr/record>

Une communauté scientifique

contact: Jacques-Eric.Bergez@toulouse.inra.fr

Une équipe opérationnelle :

contact : Helene.Raynal@toulouse.inra.fr



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

