



HAL
open science

Analyse des systèmes de culture présents en Bourgogne, Midi-Pyrénées et Pays de la Loire

Rémy Ballot, Marion Soulié, Laurence Guichard, Catherine Mignolet, Elise
Pelzer, Thomas Puech, Céline Schott

► To cite this version:

Rémy Ballot, Marion Soulié, Laurence Guichard, Catherine Mignolet, Elise Pelzer, et al.. Analyse des systèmes de culture présents en Bourgogne, Midi-Pyrénées et Pays de la Loire. [Contrat] 2017. hal-02790040

HAL Id: hal-02790040

<https://hal.inrae.fr/hal-02790040>

Submitted on 5 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.

Tâche 3.1 :

Analyse des systèmes de culture présents en Bourgogne, Midi-Pyrénées et Pays de la Loire

Livrable L3.1



Rémy Ballot, INRA UMR Agronomie
Marion Soulié, INRA UMR Agronomie

Titre du document : Analyse des systèmes de culture présent en Bourgogne, Midi-Pyrénées et Pays de la Loire, livrable L3.1.

Auteurs : - Rémy Ballot (INRA – UMR Agronomie)
- Marion Soulié (INRA – UMR Agronomie)

Sous la relecture de : - Laurence Guichard (INRA – UMR Agronomie)
- Catherine Mignolet (INRA – UR SAD-ASTER)
- Elise Pelzer (INRA – UMR Agronomie)
- Thomas Puech (INRA – UR SAD-ASTER)
- Céline Schott (INRA – UR SAD-ASTER)

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme investissements d'avenir portant la référence ANR-10-EQXP-17 (Centre d'accès sécurisé aux données – CASD).

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme investissements d'avenir portant la référence ANR-13-AGRO-0004 (LEGITIMES).

Sommaire

Introduction.....	12
I. Matériel et méthodes.....	15
A. Matériel	15
1. Présentation des bases de données utilisées.....	15
a. Le Recensement Général de l’Agriculture.....	15
b. Statistique Agricole Annuelle	16
c. Enquête « pratiques culturales » du SSP	17
d. Homogénéisation de la nomenclature entre les BDD et nomenclature des données	19
2. Outils utilisés pour la réalisation de la tâche 3.1	20
a. Le logiciel QGIS	20
b. Accès aux données via le CASD	21
c. Logiciel R	21
B. Méthodes	22
1. Analyse historique des assolements	22
2. Description des systèmes de culture actuels.....	22
a. Etude des successions de cultures	23
b. Etude des itinéraires techniques.....	25
c. Etude des systèmes de culture	28
II. Résultats	32
A. Evolution des assolements.....	32
1. Bourgogne.....	33
2. Midi-Pyrénées.....	44
3. Pays de la Loire	55
B. Systèmes de culture actuels.....	65
1. Bourgogne.....	65
a. Description des successions de cultures	65
b. Description des itinéraires techniques.....	68
c. Description des systèmes de culture	84
2. Midi-Pyrénées.....	91
a. Description des successions culturales	91
b. Description des itinéraires techniques.....	94
c. Description des systèmes de culture	109
3. Pays de la Loire	115
a. Description des successions culturales	115
b. Description des itinéraires techniques.....	118

c. Description des systèmes de culture	135
III. Conclusion et perspectives	146
Références bibliographiques	148
Annexes	149

Table des figures

Figure 1 : localisation des régions administratives et des territoires étudiés dans le cadre du projet ANR-LEGITIMES12	
Figure 2 : Valeurs propres des axes d'un exemple d'analyse factorielle illustrant un cas où on retient les trois premiers axes (en vert : valeurs propres supérieures à 1 et rupture dans la décroissance des valeurs propres à partir du quatrième axe)	27
Figure 3 : Contribution des variables à chaque facteur d'une analyse factorielle (en MAJUSCULE, variables qualitatives, en minuscule, variables quantitatives) (contribution en pourcentage par rapport à l'ensemble des variables)	27
Figure 4 : Gains d'inertie inter-groupes associés à chaque niveau de regroupement pour un exemple de classification ascendante hiérarchique (en noir, nombre de groupes permettant de maximiser la variabilité intergroupe, soit 3 groupes)	28
Figure 5 : Étapes de combinaison de la classification de successions culturelles et des classifications d'itinéraires techniques en une typologie de systèmes de culture	29
Figure 6 : évolution spatiale et temporelle des STH en Bourgogne de 1970 à 2013	33
Figure 7 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en prairies temporaires (graminées) en Bourgogne de 1970 à 2013	34
Figure 8 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en prairies artificielles (légumineuses) en Bourgogne de 1970 à 2013	35
Figure 9 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en blé tendre en Bourgogne de 1970 à 2013	36
Figure 10 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en orge en Bourgogne de 1970 à 2013	37
Figure 11 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en colza en Bourgogne de 1970 à 2013	38
Figure 12 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en maïs grain en Bourgogne de 1970 à 2013	39
Figure 13 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en maïs fourrage en Bourgogne de 1970 à 2013	40
Figure 14 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en tournesol en Bourgogne de 1970 à 2013	41
Figure 15 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en céréales secondaires (dont blé dur) en Bourgogne de 1970 à 2013	42
Figure 16 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en légumes secs et en protéagineux en Bourgogne de 1970 à 2013	42
Figure 17 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en soja en Bourgogne de 1970 à 2013	44
Figure 18 : évolution spatiale et temporelle des STH en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013	45
Figure 19 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en prairies temporaires (graminées) en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013	45
Figure 20 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en prairies artificielles (légumineuses) en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013	46
Figure 21 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en blé tendre en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013	47
Figure 22 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en tournesol en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013	48
Figure 23 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en maïs grain en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013	49
Figure 24 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en blé dur en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013	50
Figure 25 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en orge en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013	50
Figure 26 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en maïs fourrage en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013	51
Figure 27 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en céréales secondaires en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013. Attention : de 1970 à 1988, les données sur les mélanges de céréales et sur le sorgho ne sont pas disponibles pour les statistiques agricoles annuelles (courbe). Le pic de surface en 1989 ne doit donc pas être considéré comme une augmentation important cette année-là car il y a 2 catégories supplémentaires prises en compte à partir de 1989.	52
Figure 28 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en colza en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013	53
Figure 29 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en soja en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013	54
Figure 30 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en légumes secs et en protéagineux en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013	55
Figure 31 : évolution spatiale et temporelle des STH en Pays de la Loire de 1970 à 2013	56
Figure 32 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en prairies temporaires (graminées) en Pays de la Loire de 1970 à 2013	56
Figure 33 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en prairies artificielles (légumineuses) en Pays de la Loire de 1970 à 2013	57
Figure 34 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en blé tendre en Pays de la Loire de 1970 à 2013	58

<i>Figure 35 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en maïs fourrage en Pays de la Loire de 1970 à 2013</i>	59
<i>Figure 36 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en maïs grain en Pays de la Loire de 1970 à 2013</i>	60
<i>Figure 37 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en colza en Pays de la Loire de 1970 à 2013</i>	61
<i>Figure 38 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en orge en Pays de la Loire de 1970 à 2013</i>	62
<i>Figure 39 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en céréales secondaires (dont blé dur) en Pays de la Loire de 1970 à 2013</i>	63
<i>Figure 40 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en tournesol en Pays de la Loire de 1970 à 2013</i>	64
<i>Figure 41 : évolution des surfaces en légumes secs et en protéagineux en Pays de la Loire de 1970 à 2013</i>	64
<i>Figure 42 : principaux motifs de successions « grossiers » (grain 1) mis en évidence en Bourgogne à partir de données issues de l'enquête « pratiques culturelles grandes cultures 2011 ». 9 principaux motifs de successions grossiers illustrent 90 % des parcelles agricoles étudiées.</i>	65
<i>Figure 43 : principaux motifs de successions de grain 2 mis en évidence en Bourgogne à partir de données issues de l'enquête « pratiques culturelles grandes cultures 2011 ». 6 principaux motifs de successions de grain 2 illustrent 50 % des parcelles agricoles étudiées.</i>	67
<i>Figure 44 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé tendre en Bourgogne.</i>	69
<i>Figure 45 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques de l'orge d'hiver en Bourgogne</i>	72
<i>Figure 46 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du triticale en Bourgogne</i>	74
<i>Figure 47 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du colza en Bourgogne</i>	75
<i>Figure 48 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du tournesol en Bourgogne</i>	78
<i>Figure 49 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du pois de printemps en Bourgogne</i>	80
<i>Figure 50 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du maïs en Bourgogne</i>	82
<i>Figure 51 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des cinq groupes constitués sur les variables de temps long</i>	85
<i>Figure 52 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza - au moins 2 céréales - Colza et cér à paille, labour et app orga peu fréquents</i>	87
<i>Figure 53 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Prairie - Monoculture - Successions avec prairies</i>	87
<i>Figure 54 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Monoculture céréales - Cér à paille dominantes, labour fréquent</i>	88
<i>Figure 55 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza et légumineuses - au moins 2 céréales - Colza et cér à paille, labour et app orga peu fréquents</i>	88
<i>Figure 56 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza - au moins 2 céréales - Cér à paille dominantes, labour fréquent</i>	89
<i>Figure 57 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Maïs - au moins 2 céréales - Cér à paille et cult d'été, labour et app orga fréquent</i>	89
<i>Figure 58 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza et tournesol - au moins 2 céréales - Colza et cér à paille, labour et app orga peu fréquents</i>	90
<i>Figure 59 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Monoculture maïs - Cult d'été dominantes, labour fréquent</i>	90
<i>Figure 60 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Au moins 2 maïs - céréales - Cult d'été dominantes, labour fréquent</i>	91
<i>Figure 61 : principaux motifs de successions grossiers mis en évidence en Midi-Pyrénées à partir de données issues de l'enquête « pratiques culturelles grandes cultures 2011 ». 8 principaux motifs de successions grossiers illustrent 90 % des parcelles agricoles étudiées.</i>	91
<i>Figure 62: principaux motifs de successions de grain 2 mis en évidence en Midi-Pyrénées à partir de données issues de l'enquête « pratiques culturelles grandes cultures 2011 ». 6 principaux motifs de successions de grain 2 illustrent 50 % des parcelles agricoles étudiées.</i>	93

<i>Figure 63 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des quatre itinéraires techniques du blé tendre en Midi-Pyrénées</i>	95
<i>Figure 64 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des deux itinéraires techniques du blé dur en Midi-Pyrénées</i>	96
<i>Figure 65 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des deux itinéraires techniques de l'orge d'hiver en Midi-Pyrénées</i>	98
<i>Figure 66 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des deux itinéraires techniques du triticale en Midi-Pyrénées</i>	100
<i>Figure 67 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du colza en Midi-Pyrénées</i>	102
<i>Figure 68 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des deux itinéraires techniques du pois d'hiver en Midi-Pyrénées</i>	105
<i>Figure 69 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du maïs en Midi-Pyrénées</i>	107
<i>Figure 70 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois groupes constitués sur les variables de temps long en Midi-Pyrénées</i>	110
<i>Figure 71 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Prairie - monoculture - Successions avec prairies avec apports organiques</i>	112
<i>Figure 72 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Tournesol - céréale - Successions tournesol - céréales à paille avec labour occasionnel</i>	112
<i>Figure 73 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Monoculture maïs - Monoculture de maïs avec labour fréquent</i>	113
<i>Figure 74 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Tournesol - au moins 2 céréales - Successions tournesol - céréales à paille avec labour occasionnel</i>	113
<i>Figure 75 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza et tournesol - céréale - Successions tournesol - céréales à paille avec labour occasionnel</i>	114
<i>Figure 76 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Prairie - tête de rotation - céréale - Successions avec prairies avec apports organiques</i>	114
<i>Figure 77 : principaux motifs de successions grossiers mis en évidence en Pays de la Loire à partir de données issues de l'enquête « pratiques culturelles grandes cultures 2011 ». 10 principaux motifs de successions grossiers illustrent 90 % des parcelles agricoles étudiées.</i>	115
<i>Figure 78: principaux motifs de successions de grain 2 mis en évidence en Pays de la Loire à partir de données issues de l'enquête « pratiques culturelles grandes cultures 2011 ». 12 principaux motifs de successions de grain 2 illustrent 50 % des parcelles agricoles étudiées.</i>	117
<i>Figure 79 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du blé tendre en Pays de la Loire</i>	119
<i>Figure 80 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des deux itinéraires techniques du blé dur en Pays de la Loire</i>	121
<i>Figure 81 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques de l'orge d'hiver en Pays de la Loire</i>	123
<i>Figure 82 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du triticale en Pays de la Loire</i>	125
<i>Figure 83 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des quatre itinéraires techniques du colza en Pays de la Loire</i>	128
<i>Figure 84 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du tournesol en Pays de la Loire</i>	130
<i>Figure 85 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du pois de printemps en Pays de la Loire</i>	132
<i>Figure 86 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du maïs en Pays de la Loire</i>	134
<i>Figure 87 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois groupes constitués sur les variables de temps long en Pays de la Loire</i>	136
<i>Figure 88 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Au moins 2 prairies - tête de rotation - céréale - Successions avec prairies</i>	139

<i>Figure 89 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Maïs - céréale - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques</i>	139
<i>Figure 90 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Prairie - tête de rotation - Successions avec prairies</i>	140
<i>Figure 91 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Maïs - au moins 2 céréales - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques</i>	140
<i>Figure 92 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza - au moins 2 céréales - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques</i>	141
<i>Figure 93 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza et maïs - au moins 2 céréales - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques</i>	141
<i>Figure 94 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Au moins 2 maïs - céréale - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques</i>	142
<i>Figure 95 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Monoculture maïs - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques</i>	142
<i>Figure 96 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Au moins 2 prairies - céréale - Successions avec prairies</i>	143
<i>Figure 97 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza et maïs - céréale - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques</i>	143
<i>Figure 98 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza - au moins 2 céréales - Successions maïs - céréales à paille sans apports organiques</i>	144
<i>Figure 99 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Maïs et tournesol - céréale - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques</i>	144
<i>Figure 100 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Maïs - céréale - Successions maïs - céréales à paille sans apports organiques</i>	145

Table des tableaux

Tableau 1 : présentation synthétique des régions et des territoires étudiés dans le cadre du projet LEGITIMES.	14
Tableau 2 : Tableau de synthèse sur les caractéristiques des données issues du recensement agricole	16
Tableau 3 : Tableau de synthèse sur les caractéristiques des données issues de la Statistique Agricole Annuelle	17
Tableau 4 : Tableau de synthèse sur les caractéristiques des données issues des enquêtes « Pratiques culturelles »	18
Tableau 5 : Homogénéisation de la nomenclature des différentes catégories de prairies entre les 3 bases de données	19
Tableau 6 : détail des cultures composant chacune des classes utilisées pour cette étude	20
Tableau 7 : seuils des surfaces (en % SAU) en STH en Midi-Pyrénées pour chacune des cartes générées indépendamment, en considérant uniquement 3 classes d'effectifs égaux (quantiles)	21
Tableau 8 : exemple d'adaptation des seuils entre les différentes cartes d'un atlas (adaptation des seuils de l'exemple du tableau 8)	21
Tableau 9 : indications sur le nombre de parcelles enquêtées pour l'enquête « Pratiques Culturelles Grandes Cultures 2011 » et leur représentativité au sein de chacune des régions administratives étudiées dans le cadre du projet LEGITIMES	23
Tableau 10 : exemples de séquences de cultures et de motifs de successions simples mis en évidence avec les données issues de l'enquête « Pratiques culturelles grandes cultures 2011 »	24
Tableau 11 : Regroupement des cultures pour l'étude des assolements	24
Tableau 12 : Détail des variables sélectionnées ou calculées pour l'ensemble des cultures	26
Tableau 13 : surfaces (en hectares) des régions agricoles d'intérêt pour le projet ANR-LEGITIMES lors des recensements généraux de l'agriculture	32
Tableau 14 : classement des cultures (hors prairies) par région en fonction de leur surface moyenne de 2004 à 2013	32
Tableau 15 : Exemples de séquences de cultures associées aux motifs de grain 1 de type : « 1 tête de rotation suivie d'au moins 1 an de céréale » en Bourgogne.	66
Tableau 16 : correspondance entre les motifs de grain 2 cumulant 50% de l'échantillon et les motifs de grain 1 en Bourgogne.	68
Tableau 17 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé tendre en Bourgogne	68
Tableau 18 : Distribution des parcelles de blé tendre en Bourgogne entre les quatre itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	70
Tableau 19 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques de l'orge d'hiver en Bourgogne	71
Tableau 20 : Distribution des parcelles d'orge d'hiver en Bourgogne entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	72
Tableau 21 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du triticale en Bourgogne	73
Tableau 22 : Distribution des parcelles de triticale en Bourgogne entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	74
Tableau 23 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du colza en Bourgogne	75
Tableau 24 : Distribution des parcelles de colza en Bourgogne entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	76
Tableau 25 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du tournesol en Bourgogne	77
Tableau 26 : Distribution des parcelles de tournesol en Bourgogne entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	78
Tableau 27 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du pois de printemps en Bourgogne	79
Tableau 28 : Distribution des parcelles de pois de printemps en Bourgogne entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	80
Tableau 29 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du maïs en Bourgogne	81
Tableau 30 : Distribution des parcelles de maïs en Bourgogne entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	83
Tableau 31 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des variables de temps long en Bourgogne	84
Tableau 32 : Distribution des parcelles entre les cinq groupes constitués sur les variables de temps long et présentation de leurs caractéristiques	85

Tableau 33 : Historiques cultureux classés par ordre décroissant d'effectif et part d'effectif, part cumulée d'effectif et part de surface extrapolée pour la Bourgogne et nombre de systèmes de culture tiré de chaque historique cultural	86
Tableau 34 : Exemples de séquences de cultures associées aux motifs de grain 1 de type : « 1 tête de rotation suivie d'au moins 1 an de céréale » en Midi-Pyrénées.	92
Tableau 35 : correspondance entre les 6 principaux motifs de grain 2 et les motifs de grain 1 en Midi-Pyrénées.	94
Tableau 36 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé tendre en Midi-Pyrénées	94
Tableau 37 : Distribution des parcelles de blé tendre en Midi-Pyrénées entre les quatre itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	95
Tableau 38 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé dur en Midi-Pyrénées	96
Tableau 39 : Distribution des parcelles de blé dur en Midi-Pyrénées entre les deux itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	97
Tableau 40 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques de l'orge d'hiver en Midi-Pyrénées	97
Tableau 41 : Distribution des parcelles d'orge d'hiver en Midi-Pyrénées entre les deux itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	99
Tableau 42 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du triticale en Midi-Pyrénées	100
Tableau 43 : Distribution des parcelles de triticale en Midi-Pyrénées entre les deux itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	101
Tableau 44 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du colza en Midi-Pyrénées	101
Tableau 45 : Distribution des parcelles de colza en Midi-Pyrénées entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	103
Tableau 46 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du tournesol en Midi-Pyrénées	103
Tableau 47 : Distribution des parcelles de tournesol en Midi-Pyrénées entre les deux itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	104
Tableau 48 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du pois d'hiver en Midi-Pyrénées	105
Tableau 49 : Distribution des parcelles de pois d'hiver en Midi-Pyrénées entre les deux itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	106
Tableau 50 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du maïs en Midi-Pyrénées	106
Tableau 51 : Distribution des parcelles de maïs en Midi-Pyrénées entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	108
Tableau 52 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des variables de temps long en Midi-Pyrénées	109
Tableau 53 : Distribution des parcelles de pois de printemps entre les trois groupes constitués sur les variables de temps long en Midi-Pyrénées et présentation de leurs caractéristiques	110
Tableau 54 : Historiques cultureux classés par ordre décroissant d'effectif et part d'effectif, part cumulée d'effectif et part de surface extrapolée en Midi-Pyrénées et nombre de systèmes de culture tiré de chaque historique cultural	111
Tableau 55 : Exemples de séquences de cultures associées aux motifs de grain 1 de type : « 1 tête de rotation suivie d'au moins 1 an de céréale » en Pays de la Loire.	116
Tableau 56 : correspondance entre les motifs de grain 2 cumulant 50% de l'effectif et les motifs de grain 1 en Pays de la Loire.	118
Tableau 57 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé tendre en Pays de la Loire	118
Tableau 58 : Distribution des parcelles de blé tendre en Pays de la Loire entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	120
Tableau 59 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé dur en Pays de la Loire	121
Tableau 60 : Distribution des parcelles de blé dur en Pays de la Loire entre les deux itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques	122

<i>Tableau 61 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques de l'orge d'hiver en Pays de la Loire</i>	122
<i>Tableau 62 : Distribution des parcelles d'orge d'hiver en Pays de la Loire entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques</i>	124
<i>Tableau 63 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du triticale en Pays de la Loire</i>	125
<i>Tableau 64 : Distribution des parcelles de triticale en Pays de la Loire entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques</i>	126
<i>Tableau 65 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du colza en Pays de la Loire</i>	127
<i>Tableau 66 : Distribution des parcelles de colza en Pays de la Loire entre les quatre itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques</i>	129
<i>Tableau 67 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du tournesol en Pays de la Loire</i>	129
<i>Tableau 68 : Distribution des parcelles de tournesol en Pays de la Loire entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques</i>	131
<i>Tableau 69 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du pois de printemps en Pays de la Loire</i>	131
<i>Tableau 70 : Distribution des parcelles de pois de printemps en Pays de la Loire entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques</i>	133
<i>Tableau 71 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé tendre en Pays de la Loire</i>	133
<i>Tableau 72 : Distribution des parcelles de maïs en Pays de la Loire entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques</i>	135
<i>Tableau 73 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des variables de temps long en Pays de la Loire</i>	135
<i>Tableau 74 : Distribution des parcelles de pois de printemps entre les trois groupes constitués sur les variables de temps long en Pays de la Loire et présentation de leurs caractéristiques</i>	137
<i>Tableau 75 : Historiques cultureux classés par ordre décroissant d'effectif et part d'effectif, part cumulée d'effectif et part de surface extrapolée en Pays de la Loire et nombre de systèmes de culture tiré de chaque historique cultural</i>	138

Introduction

Ce travail s'intègre dans la tâche 3 du projet ANR-LEGITIMES et plus précisément dans la tâche 3.1 : **analyse des systèmes de culture et territoires passés et présents**. Cette tâche a pour objectif de reconstituer les systèmes de culture passés dans les 3 territoires étudiés dans le projet et de réaliser l'évaluation de leurs performances. Cette ressource sera utilisée dans l'analyse du verrouillage (T1.1), l'identification de voies de déverrouillage basés sur les services écosystémiques (T1.3) et pour la conception des systèmes de culture et des scénarios territoriaux innovants, avec les acteurs (T3.3, T3.5) (ANR-LEGITIMES, 2013).

Pour rappel, les régions d'intérêt pour LEGITIMES sont la Bourgogne, Midi-Pyrénées et les Pays de la Loire (figure 1). Au sein de chacune de ces régions, un territoire plus limité a été identifié en fonction des attentes et des objectifs des partenaires locaux :

- en Bourgogne, il s'agit du plateau de Langres (au Nord de la Bourgogne, à cheval entre la Côte-d'Or et la Haute-Marne) ;
- en Midi-Pyrénées, il s'agit de la région agricole de Lomagne (à cheval entre le Gers et le Tarn-et-Garonne) ;
- en Pays de la Loire, la zone sélectionnée regroupe le pays de Châteaubriant et le pays d'Ancenis (à l'Est - Nord-Est de la Loire-Atlantique).

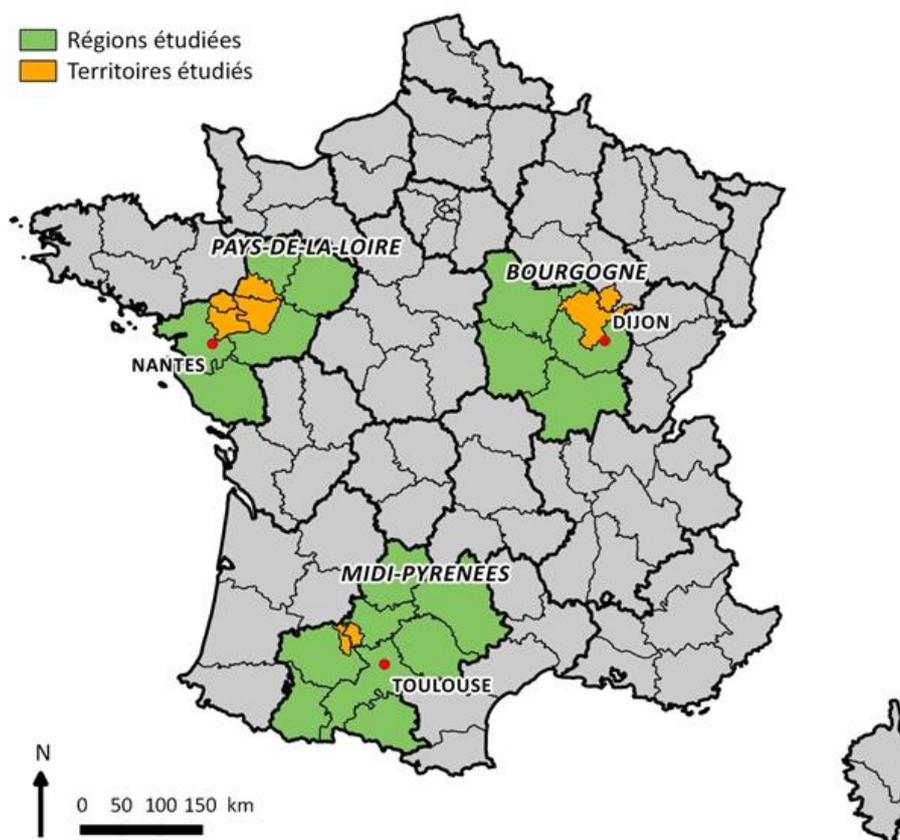


Figure 1 : localisation des régions administratives et des territoires étudiés dans le cadre du projet ANR-LEGITIMES

Le tableau 1 présente brièvement le contexte pédoclimatique et l'agriculture dans ces 3 régions administratives et apporte quelques éléments d'informations sur le choix des petits territoires retenus pour le projet. Plus d'informations sont disponibles dans les monographies sur les territoires, en ligne sur le site intranet du projet (<https://www6.inra.fr/legitimes/Intranet-LEGITIMES/Tache-0/Territoires-etudies>), dans le livrable L3.3 et dans l'annexe 1, qui est une cartographie des OTEX en Bourgogne, Midi-Pyrénées et Pays de la Loire.

Afin de répondre aux objectifs de la tâche 3.1, le travail est divisé en 4 étapes :

- étude de l'évolution de l'assolement dans ces 3 régions administratives afin notamment de mettre en évidence les principales cultures produites ainsi que les légumineuses présentes dans les territoires étudiés ;
- étude des successions culturales dans les 3 régions administratives pour présenter d'une part les principales successions de cultures mais également pour montrer dans quelles successions sont intégrées les légumineuses ;
- étude des principaux itinéraires techniques par culture dans les 3 régions administratives à partir des enquêtes « pratiques culturales » ;
- à partir des étapes précédentes, identifier les principaux systèmes de culture.

Tableau 1 : présentation synthétique des régions et des territoires étudiés dans le cadre du projet LEGITIMES.

(Pour plus de détails sur le contexte pédoclimatique et l'agriculture au sein de ces régions, se référer aux monographies sur les territoires, disponibles en ligne sur le site internet du projet, et au livrable L3.3.)

	Bourgogne	Midi-Pyrénées	Pays de la Loire
Relief et types de sols	<p>5 types de sols :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sols alluviaux, présents en fond de vallée - sols calcimagnésiques (dans la côte viticole), peu profonds sur les plateaux - sols brunifiés (type de sol le plus fréquent en Bourgogne) - sols podzoliques (caractéristiques du Morvan) - sols hydromorphes (absents des plateaux calcaires) 	<ul style="list-style-type: none"> - Alternance de plaines et de coteaux encadrés par 2 reliefs montagneux (Pyrénées et Massif Central) - Zone de vallée : relief plat, sols majoritairement composés de limons fins +/- caillouteux et +/- filtrants - Zone de coteaux molassiques : relief vallonnée, sols de type argilo-calcaire. Bas de coteaux : sols assez fertiles et complexe argilo-humique important. Haut de coteaux : sols superficiels soumis à l'érosion 	<p>6 grands types de sols dominants en Pays de la Loire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sols calcaires à calciques (surtout Sud Vendée, Est Maine-et-Loire et Sud Mayenne) - sols caillouteux non calciques (surtout frontière entre Mayenne et Sarthe) - sols sableux (surtout Sarthe) - sols limoneux (moitié Nord Vendée, Est Sarthe et Loire-Atlantique) - sols argileux - sols de marais (surtout Sud Vendée et au Sud de la façade atlantique)
Conditions climatiques	<p>Climat dominant sous influence océanique atlantique. Climat général tempéré, souvent humide et aux températures rarement extrêmes</p>	<p>Climat de type océanique dégradé avec des caractéristiques climatiques contrastées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Printemps humide et ensoleillé - Été sec et chaud, orage fréquents - Hiver doux et humide en plaine, précipitations importantes sur les reliefs 	<p>Dégradé climatique en raison de l'étalement de la région des côtes vers l'intérieur des terres mais toutefois, forte influence océanique : faibles amplitudes thermiques, hivers doux, étés ensoleillés</p>
Activité agricole	<ul style="list-style-type: none"> - SAU moy/exploitation à dominante céréalière = 163 ha - 1,6 % de la SAU en AB - Principales activités agricoles : élevage de bovins viandes, grandes cultures, viticulture, production avicole - Très faible connexion entre les élevages et grandes cultures 	<ul style="list-style-type: none"> - SAU moy/exploitation = 48 ha - 5,4 % de la SAU en AB - 3 activités agricoles principales : élevage bovin, élevage ovin et grandes cultures - Quelques zones mineures de production arboricole (Tarn-et-Garonne) et viticole (vignobles de Fronton, Gaillac et Cahors). - 1^{ère} région productrice de soja en France 	<ul style="list-style-type: none"> - SAU moy/exploitation = 55 ha - 5,2 % de la SAU en AB - Agriculture d'abord tournée vers l'élevage des bovins, porcs et volailles - Egalement place importante de l'horticulture, du maraîchage, de la viticulture, de l'arboriculture et de l'activité semencière
Situation géographique	<p>Région agricole « Plateau Langrois (à cheval entre l'Yonne et la Côte d'Or, entre Niry et Saint-Seine)</p>	<p>RA de la Lomagne (à cheval sur le Gers et le Tarn-et-Garonne)</p>	<p>Pays de Châteaubriant et pays d'Ancenis (à l'Est - Nord-Est de la Loire-Atlantique) (approximativement les régions agricoles du pays de Châteaubriant et du bocage Angevin)</p>
Contexte	<ul style="list-style-type: none"> - Agriculture conventionnelle (AC) et agriculture biologique (AB). - Insertion progressive des légumineuses dans les systèmes bio. - Culture de la luzerne chez les éleveurs. - Sur la zone, présence de parcelles expérimentales coordonnées par les coopératives chez les agriculteurs. - Grosses exploitations : 300 à 700 ha. - En majorité, systèmes grandes cultures : colza-blé-orge 	<ul style="list-style-type: none"> - Sols argilo et argilo-limoneux en fond de vallée - Sols limono-sableux de type boubènes - Coteaux argilo-calcaire soumis à l'érosion et au ruissellement - A 90 %, des systèmes de grandes cultures - Agriculteurs qui expérimentent déjà des cultures associées. - Site de collecte de légumes secs inclus dans la zone. - Pois protéagineux à destination animale : accord avec la coopérative UNICOR basée en Aveyron 	<ul style="list-style-type: none"> - 2 zones représentatives d'une activité de polyculture-élevage - Une dynamique forte concernant les légumineuses - Des cultures de légumineuses à la fois fourragères (luzerne) et à graines (lupin et pois essentiellement) - Des possibilités de valorisation de la luzerne en déshydratation (projet usine sur la zone) - Des capacités de stockage et de tri sur la zone permettant la réception de mélanges céréale-légumineuse - Une diversité de sol (y compris à l'échelle de l'exploitation)
Contraintes	<ul style="list-style-type: none"> - Sols superficiels, potentiels de rendements faibles. - Ressource en eau limitante. - AAC Boux-sous-Salmaise (nitrates eaux souterraines) 	<ul style="list-style-type: none"> - MAET DCE Gimone (2008 – 201). - AAC Beaumont-Lomagne (39 000 ha). - Zone vulnérable Nitrate. 	<ul style="list-style-type: none"> - Approvisionnement des élevages (bovins et monogastriques) en protéines - Surfaces en zones humides et risques de pollution nitrates et pesticides
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Réintroduire des légumineuses à graines - Améliorer et stabiliser la marge brute - Développer des associations en AB (blé/pois ou blé/féverole ou blé/lentille) - En conventionnel, innovations marché et insertion dans la rotation (pois résistant au gel, lentille, féverole, pourquoi pas des associations... ?) 	<ul style="list-style-type: none"> - Conventionnel : développer les légumineuses à graines. - AB : valoriser l'effet précédent des légumineuses pour les blés meuniers (en précédent ou en association) + valoriser une unité de triage en ensachement de légumes secs (alimentation humaine). 	<ul style="list-style-type: none"> - Accroître l'autonomie en protéines sur les exploitations - Diversifier les cultures de vente (notamment avec du lupin)

I. Matériel et méthodes

A. Matériel

1. Présentation des bases de données utilisées

Le travail de la tâche 3.1 a mobilisé 3 bases de données différentes : le Recensement Général de l'Agriculture (RGA), la Statistique Agricole Annuelle (SAA) et les enquêtes « Pratiques culturelles » du SSP (enquête « PK »). Ces bases présentent des caractéristiques différentes décrites dans les sous-chapitres suivants pour chacune des Bases De Données (BDD). Leur diversité nous permet de décrire l'évolution temporelle de l'assolement, des successions de cultures et des systèmes de culture bourguignons, midi-pyrénéens et ligériens.

a. Le Recensement Général de l'Agriculture

Le Recensement Général de l'Agriculture (RGA) est réalisé auprès de l'ensemble des exploitations agricoles françaises depuis 1955, environ tous les 10 ans, par le ministère en charge de l'agriculture. C'est de cette enquête que provient l'essentiel des données disponibles pour étudier l'agriculture en France (Richard-Schott, 2009). Il porte sur les caractéristiques sociotechniques et structurelles de l'exploitation, à savoir les activités, l'utilisation du sol, les productions, les cheptels d'animaux présents, les équipements utilisés sur l'exploitation et la population qui vit ou travaille sur l'exploitation. Les caractéristiques utiles pour cette étude sont détaillées dans le tableau 2.

Les recensements de 1970, 1979, 1988, 2000 et 2010 sont consultables sur demande auprès des services de la Statistique agricole ou sur leur site d'accès aux données (DISAR) (le RA de 1955 n'existe pas sous forme informatisée). Selon l'échelle spatiale à étudier, il peut être nécessaire de faire une demande auprès du Comité du secret statistique.

Tableau 2 : Tableau de synthèse sur les caractéristiques des données issues du recensement agricole

Caractéristiques des données issues du Recensement Général de l'Agriculture	
Accès aux données	Données disponible en ligne (DISAR) ou accessibles via le Centre d'Accès Sécurisé (CASD) sous contrôle du Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture (dépend de l'échelle spatiale à étudier)
Etendue spatiale	<ul style="list-style-type: none"> - Maillage le plus large : France entière - Maillages intermédiaires : région administrative, département, commune... - Maillage le plus fin : exploitation agricole (mais attention au secret statistique¹ pour la diffusion des données... !) <p><i>Remarque : les données dont nous disposons pour l'étude sont à l'échelle de la région agricole</i></p>
Etendue temporelle	1970, 1979, 1988, 2000, 2010
Données utilisées pour l'étude	- Occupation du sol
Utilisation dans cette étude	Etude de l'assolement (cartographie), des systèmes de culture et des itinéraires techniques des cultures
Echelle spatiale utilisée	Région agricole ²
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Exhaustivité des données (toutes les exploitations agricoles sont enquêtées) - Possibilité de travailler à des échelles spatiales fines - Profondeur temporelle importante (données disponibles depuis 1970) - Nomenclature des cultures très détaillée
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Seulement 1 enquête tous les 10 ans environ et seulement 5 recensements disponibles - Difficultés pour accéder aux données complètes (SSP) - Le respect du secret statistique peut contraindre à supprimer de l'information quand on descend à des échelles spatiales fines - Modification de la nomenclature d'une enquête à l'autre - Pas de distinction entre cultures de printemps et cultures d'hiver (sauf en 2010) - Identification des exploitations en AB depuis 2000 seulement

b. Statistique Agricole Annuelle

Comme son nom l'indique, la Statistique Agricole Annuelle (SAA) est réalisée chaque année sur l'ensemble du territoire français à la maille départementale. C'est une opération de synthèse qui permet notamment d'obtenir des informations sur l'utilisation du territoire, la répartition des terres arables, les superficies, rendements, productions récoltées pour la partie végétale... Ces informations sont issues de diverses sources comme par exemple :

¹ **Secret statistique** : les règles du secret statistique empêchent la diffusion d'informations personnelles permettant de remonter à l'exploitation agricole. Pour diffuser des données sur une culture, il faut qu'au moins 3 exploitations par entité spatiale soient concernées par une culture et/ou qu'une exploitation ne représente pas à elle seule plus de 85 % du résultat total.

² **Région agricole** : « elle est définie par un nombre entier de communes formant une zone d'agriculture homogène. Elle peut être à cheval sur plusieurs départements. La France métropolitaine est découpée en 411 régions agricoles (Agreste, 2014a). Attention, ne pas confondre avec la région administrative.

- des enquêtes réalisées par le SSP, plus ou moins exhaustives (RGA, enquête structure...)
- des données administratives, comme par exemple celles issues des formulaires de demande d'aides de la PAC ;
- des évaluations de correspondants et d'experts locaux ;
- des données chiffrées fournies par les organismes techniques professionnels...

Les caractéristiques des données de la Statistique Agricole Annuelle utiles pour cette étude sont détaillées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Tableau de synthèse sur les caractéristiques des données issues de la Statistique Agricole Annuelle

Caractéristiques des données issues de la Statistique Agricole Annuelle	
Accès aux données	Données accessibles facilement sur internet via l'outil <i>DISAR</i> développé par l'Agreste ou par email pour les données plus anciennes
Etendue spatiale	Données disponibles à l'échelle de la France, de la région administrative et du département
Etendue temporelle	<ul style="list-style-type: none"> - Données disponibles de 1989 à 2013 sur l'outil <i>DISAR</i> - Possibilité de récupérer sur demande par email au SSP des données plus anciennes (pour certaines cultures uniquement)
Données utilisées pour l'étude	<ul style="list-style-type: none"> - Occupation du sol - Rendement des cultures
Utilisation dans cette étude	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi temporel des surfaces des principales cultures et des légumineuses → courbes d'évolution régionales
Echelle temporelle utilisée	Annuelle
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Profondeur temporelle importante et facilement accessible - Liste des cultures disponibles détaillée - Distinction entre les cultures de printemps et les cultures d'hiver - Nomenclature homogène entre toutes les années
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de distinction entre les modes de production des cultures (en particulier pas d'identification des cultures conduites en AB) - Echelle la plus fine = échelle départementale - Méthode d'acquisition des données (lors de la phase d'enquête) pas très explicite

c. Enquête « pratiques culturales » du SSP

L'enquête sur les pratiques culturales a été réalisée en 1986, 1994, 2001, 2006 et 2011 (mais celle de 1986 n'est pas disponible pour cette étude). Cette enquête est un outil majeur de description des pratiques des exploitants agricoles. Les questions de cette enquête portent sur les interventions culturales réalisées depuis la récolte du précédent jusqu'à la récolte de la culture interrogée : travaux du sol, fumure organique et minérale, traitements phytosanitaires. L'enquête sur les pratiques culturales a pour objectif de

reconstituer l'itinéraire technique : cahier des charges, précédents culturels, interculture, préparation du sol, semis, fertilisation, lutte contre les bioagresseurs des cultures (produits phytosanitaires utilisés et doses), irrigation, rendement et raisonnements des interventions. L'enquête PK permet notamment de connaître les précédents culturels jusqu'à 5 ans sur chaque parcelle enquêtée (depuis l'enquête 2006). Les caractéristiques des données de l'enquête pratiques culturelles de 2011 sont détaillées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Tableau de synthèse sur les caractéristiques des données issues des enquêtes « Pratiques culturelles »

Caractéristiques des données issues de l'enquête « Pratiques culturelles » 2011	
Accès aux données	Données individuelles accessibles via un serveur distant sécurisé par empreinte digitale (SDBox) sous contrôle du SSP du Ministère de l'Agriculture
Etendue spatiale	<ul style="list-style-type: none"> - Maillage le plus large : France entière - Maillages intermédiaires : région administrative, département, commune... - Maillage le plus fin : parcelle agricole
Etendue temporelle	Pratiques culturelles de la campagne 2010-2011. Sont également disponibles les précédents culturels jusqu'à 5 ans avant l'année enquêtée (campagne 2005-2006 à 2009-2010)
Données utilisées pour l'étude	<ul style="list-style-type: none"> - Occupation du sol l'année n et jusqu'à l'année n-5 - Rendement des cultures de la campagne enquêtée - Informations détaillées sur les pratiques culturelles des cultures pour la campagne enquêtée - Informations sur les pratiques de labour et d'apport organique sur les précédents culturels - Données complémentaires telles que les informations sur l'orientation technique de l'exploitation, cahier des charges, etc.
Utilisation dans cette étude	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstitution des successions culturelles majoritaires de 2006 à 2011 - Description des ITK des cultures en 2011 - Reconstitution des SDC
Echelle spatiale utilisée	Région administrative
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Accès aux précédents culturels - Rendements des précédents disponibles - Données sur les pratiques culturelles de la culture enquêtée - Possibilité de faire le lien entre les ITK et la succession de cultures (du moins, les précédents) - Nomenclature des cultures détaillée - Distinction entre cultures de printemps et cultures d'hiver
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Difficultés pour accéder aux données individuelles (CASD) - Echantillon restreint et réparti spatialement de façon hétérogène selon les cultures - Obligation de travailler à des échelles spatiales larges - Données exhaustives sur les pratiques culturelles disponibles uniquement pour la culture de l'année d'enquête (biais de l'effet « année »)

d. Homogénéisation de la nomenclature entre les BDD et nomenclature des données

La nomenclature des cultures n'est pas toujours homogène entre les différentes bases de données utilisées. De plus, pour une même BDD (en particulier le RGA), la nomenclature des cultures a évolué entre les différentes phases d'enquête. Un travail d'homogénéisation a donc dû être réalisé avant de commencer l'analyse des données. L'homogénéisation la plus importante a concerné la nomenclature des prairies (tableau 5).

Tableau 5 : Homogénéisation de la nomenclature des différentes catégories de prairies entre les 3 bases de données

RGA	SAA	Enquête « PK »	<u>Nomenclature retenue</u>
Prairies artificielles	Prairies artificielles	Prairies artificielles	<u>Prairies artificielles</u>
Prairies temporaires	Prairies temporaires	Prairies temporaires (semées depuis moins de 6 ans)	<u>Prairies temporaires</u>
STH	STH peu productives Prairies naturelles semées depuis plus de 6 ans	Prairies permanentes	<u>Surfaces toujours en herbe (STH)</u>

De plus, dans la nomenclature des données brutes, les données sur certaines cultures étaient disponibles uniquement au sein d'une classe (c'est-à-dire que nous ne disposons pas des données pour la culture seule). Cependant, ces regroupements de cultures ne sont pas homogènes tous les ans. Ainsi, afin d'étudier des classes homogènes entre toutes les années d'enquêtes, certaines classes ont dû être regroupées entre elles. Par exemple, dans les RGA de 1970, 1979 et 1988, il existait une catégorie « Féveroles et fèves ». A partir de 2000, cette catégorie a été remplacée par la catégorie « Féverole » seule et la fève a été intégrée dans la catégorie « Autres légumes secs ». Afin d'avoir des données cohérentes d'une année sur l'autre, un regroupement de classes a été réalisé, ce qui a entraîné une perte en précision. Nous avons ainsi suivi l'évolution des surfaces de la catégorie « Légumes secs et protéagineux » (= haricot sec, fève, féveroles, lupin...) pour pouvoir suivre une catégorie homogène entre les 5 années de recensement au lieu de suivre les catégories « Féverole », « Lupin », « Lentille », « Pois protéagineux »... Nous avons également regroupé certaines cultures dont les surfaces représentaient une trop faible proportion de la SAU totale du territoire étudié, comme par exemple certaines céréales. Si besoin, il est toutefois possible d'accéder ponctuellement au détail d'une culture appartenant à une classe.

Le tableau 6 précise la composition de chacune des classes qui seront au final utilisées dans cette étude (sauf les prairies qui ont été présentées dans le tableau 5).

Tableau 6 : détail des cultures composant chacune des classes utilisées pour cette étude

Regroupement de cultures :	RGA	SAA
Autres céréales	Cette catégorie regroupe les céréales à paille secondaires et les céréales dont les surfaces sont faibles (inférieures à 2 % à l'échelle régionale) : alpiste, avoine, mélanges de céréales, millet, sarrasin³, seigle, sorgho, triticale... Pour les données SAA et les RGA, le blé dur en Pays de la Loire et en Bourgogne est compris dans cette catégorie.	
Blé	Lorsque le présent rapport cite le blé, il s'agit de la somme entre le blé tendre et le blé dur (semences comprises). Sinon, la distinction entre les deux sera précisée.	
Colza	Les surfaces en colza correspondent en fait à la somme entre le colza et la navette . La distinction n'est pas faite dans les BDD.	
Légumes secs (et protéagineux)	Somme entre la catégorie protéagineux (ci-dessous) et les cultures suivantes : haricots secs, lentilles, pois sec, lupin, vesce...	
Maïs	Lorsque le présent rapport cite le maïs, il s'agit de la somme entre le maïs fourrage et le maïs grain (semences comprises). Sinon, la distinction entre les deux sera précisée.	
Protéagineux	Cette catégorie n'existe que pour le RGA de 2010 : les cultures sont les mêmes que pour la SAA (ci-contre).	Somme entre : Pois protéagineux, fèves, féveroles et lupin.

2. Outils utilisés pour la réalisation de la tâche 3.1

Les courbes d'évolution des cultures et des successions de cultures ont été réalisées avec le logiciel Microsoft® Excel 2010.

a. Le logiciel QGIS

La cartographie des résultats a été réalisée à l'aide du **logiciel QGIS 2.2.0-Valmeria** qui est un logiciel open source de SIG (Systèmes d'Informations Géographiques). Sur les cartes, les surfaces sont représentées dans des classes de pourcentage de SAU.

Pour les cartes seules, les seuils correspondent aux quantiles : dans chacune des classes de surface, les effectifs sont égaux. En revanche, pour les atlas de cartes, c'est-à-dire pour les cartes qui présentent l'évolution des surfaces d'une même culture, les légendes ont dû être adaptées et homogénéisées pour permettre la comparaison entre cartes. En effet, sur QGIS, les cartes sont générées indépendamment les unes des autres et les seuils des classes ne sont pas forcément identiques. Par exemple, dans le cas des STH en Midi-Pyrénées, si nous voulons comparer les cartes de 1970, 1979 et 1988 avec une légende à 3 classes, nous obtenons les seuils suivants pour chacune des années (tableau 7) :

³ Le sarrasin n'appartient pas à la famille des céréales. Cependant, la nomenclature des RGA impose de le considérer dans ce groupe car les surfaces en sarrasin sont incluses dans la catégorie « Autres céréales ».

Tableau 7 : seuils des surfaces (en % SAU) en STH en Midi-Pyrénées pour chacune des cartes générées indépendamment, en considérant uniquement 3 classes d'effectifs égaux (quantiles)

	1970	1979	1988
Classe 1	[10,1 – 23,7[[8,4 – 22,8[[1,6 – 15,3[
Classe 2	[23,7 – 53[[22,8 – 52,3[[15,3 – 29[
Classe 3	[53 – 94,2[[52,3 – 95,6[[29 – 72,3[
Valeur mini :	10,1	8,4	1,6
Valeur maxi :	94,2	95,6	72,3

D'après le tableau 7, il est aisé de voir que les seuils sont différents, en particulier pour l'année 1988. Les seuils des classes entre les cartes des différentes années ont donc dû être adaptés. Nous avons donc considéré la moyenne des seuils de chacune des cartes (sauf pour le seuil mini et le seuil maxi où nous avons considéré respectivement la plus petite valeur et la plus grande valeur de toutes les cartes). Ainsi, dans l'exemple du tableau 7, la légende de l'atlas des 3 années sera (tableau 8) :

Tableau 8 : exemple d'adaptation des seuils entre les différentes cartes d'un atlas (adaptation des seuils de l'exemple du tableau 8)

	Légende atlas des 3 années	Calcul
Classe 1	[1,6 – 20,6[$(23,7 + 22,8 + 15,3)/3 = 20,6$
Classe 2	[20,6 – 44,8[$(53 + 52,3 + 29)/3 = 44,8$
Classe 3	[44,8 – 95,6[

b. Accès aux données via le CASD

L'accès à l'ensemble des données des enquêtes « Pratiques culturelles » et des RGA est réglementé et contrôlé par le centre d'accès sécurisé distant aux données (CASD), dépendant de l'INSEE. Cet accès est possible uniquement après autorisation individuelle du CASD. L'accès à ces données se fait à distance via un ordinateur dédié, dénommé SD-Box, relié au serveur central du CASD par une connexion internet. Cet ordinateur dédié permet d'accéder à des données individuelles confidentielles non diffusables : il n'est pas possible de les utiliser sur un autre ordinateur. Pour utiliser les résultats des travaux réalisés sur cette box, une demande d'extraction des données auprès du CASD est nécessaire : elle nécessite de sélectionner le (ou les) jeu(x) de données correspondant(s), après s'être assuré qu'ils respectaient les règles du secret statistique.

L'accès aux données via le CASD est une procédure nouvelle qui, tant qu'elle n'est pas rôdée, complique singulièrement le travail de la recherche : long délai (quelques mois) pour obtenir l'autorisation d'accéder aux données, demandes d'extraction pour pouvoir valoriser les données, vérification du secret statistique, explicitation des différentes agrégations effectuées pour faciliter le contrôle par le CASD, et délais d'extraction qui peuvent nécessiter plusieurs jours. De plus, selon les données à extraire, le respect du secret statistique peut contraindre à supprimer de l'information importante.

c. Logiciel R

Les analyses statistiques nécessaires à la description des itinéraires techniques et systèmes de culture récents ont été réalisées à l'aide du logiciel R (version 3.2) et du package FactoMineR (version 1.26) dédié à l'analyse exploratoire de jeu de données.

B. Méthodes

1. Analyse historique des assolements

A partir des données de la SAA et des 5 RGA, une analyse historique de l'assolement dans les 3 régions d'étude de LEGITIMES a été réalisée afin de :

- étudier la répartition géographique des principales cultures et leurs surfaces dans chacune des régions administratives ;
- étudier leur évolution au cours du temps ;
- mettre en évidence les légumineuses encore cultivées ou ayant été cultivées, même sur de faibles surfaces, pour utiliser ces informations lors de la construction des systèmes de culture (T3.3).

Du fait de la disponibilité annuelle des données de la Statistique Agricole sur le long terme, celles-ci ont été utilisées pour observer l'évolution par année des surfaces des cultures à l'échelle régionale et à l'échelle départementale depuis 1970 (construction de courbes d'évolution par culture et par région administrative).

Les données des 5 RGA ont été utilisées pour cartographier précisément, à l'échelle des régions agricoles, l'évolution de l'assolement des principales cultures.

Pour être plus précis dans la cartographie, il aurait été possible de cartographier les surfaces à l'échelle des petites régions agricoles. Cependant, pour certaines cultures à une telle échelle, les règles du secret statistique nous auraient contraints à perdre de l'information. Afin de présenter des résultats les plus complets possibles (*i.e.* sans secret statistique), nous avons donc choisi de représenter les surfaces à l'échelle des régions agricoles.

Pour les courbes d'évolution et pour les cartes, les surfaces sont représentées en pourcentage de la SAU totale du territoire étudié. Ainsi :

$$\% SAU [culture_x, région_y] = ((surface\ culture_x\ dans\ la\ région_y) / (SAU\ totale\ région_y)) * 100$$

Remarque : l'ensemble des cultures présentes dans une région n'a pas été étudié. Mais nous avons préalablement vérifié que l'ensemble des cultures prises en compte dans cette étude représentent au moins 90 % des surfaces cultivées des régions agricoles bourguignonnes, midi-pyrénéennes et ligériennes. Lorsque ce n'est pas le cas, il s'agit en fait de surfaces arboricoles, viticoles ou maraichères. De plus, la SAU totale de la région prise en compte est la moyenne de la SAU régionale sur la période étudiée. Nous avons toutefois vérifié au préalable que la SAU régionale n'évolue pas de façon trop importante sur la période étudiée pour ne pas fausser les résultats.

2. Description des systèmes de culture actuels

Dans cette partie, nous cherchons à mettre en évidence les principaux systèmes de culture⁴ (SDC) dans chacune des régions administratives. Pour cela, nous avons utilisé l'enquête « pratiques culturelles grandes cultures » de 2011 (informations sur les successions et sur les itinéraires techniques de la période récente). L'étude des SDC est réalisée en plusieurs étapes décrites dans les différentes parties qui suivent.

Les performances environnementales et économiques de ces systèmes de culture sont évaluées grâce à l'outil d'évaluation CRITER (<https://www6.inra.fr/means/Outils-d-analyse-multicritere/MASC/Presentation-de-CRITER>) afin de les comparer aux SDC innovants conçus lors de la tâche 3.3.

⁴ Système de culture (Sebillotte, 1990) : ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles cultivées de manière identique. Chaque système se définit par :

- la nature des cultures et leur ordre de successions,
- les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés.

a. Etude des successions de cultures

L'étude des principales successions de cultures a été réalisée pour une période récente de 2006 à 2011, dans chacune des régions d'intérêt du projet ANR-LEGITIMES. Nous avons utilisé les données issues de l'enquête pratiques culturelles de 2011 pour reconstituer les successions : la nomenclature des cultures y est relativement détaillée et les 5 précédents culturaux sont connus. Cette enquête fournit par ailleurs des informations sur l'itinéraire technique mis en place en 2011 sur les cultures suivantes : blé dur, blé tendre, colza, maïs fourrage, maïs grain, orge, pois protéagineux, tournesol et triticales. Ces informations seront mobilisées pour reconstituer les systèmes de culture.

Les enquêtes pratiques culturelles imposent, pour des raisons de représentativité statistique, de présenter les résultats à l'échelle de la région administrative, ou selon un autre maillage, mais pas plus fin. Nous ne pouvons donc pas étudier les successions à l'échelle des « petits » territoires de LEGITIMES. L'échantillon enquêté est composé selon les régions d'environ 1 200 à 1 700 parcelles agricoles, qui cumulent entre 0,2 et 0,3 % de la SAU de chacune des régions. En surface extrapolée, les cultures et département sélectionnés au sein de chaque région visent à assurer une représentativité de 33 à 43% de la SAU régionale (tableau 9).

Tableau 9 : indications sur le nombre de parcelles enquêtées pour l'enquête « Pratiques Culturelles Grandes Cultures 2011 » et leur représentativité au sein de chacune des régions administratives étudiées dans le cadre du projet LEGITIMES

	Bourgogne	Midi-Pyrénées	Pays de la Loire
Nombre total de parcelles enquêtées	1 214	1 425	1 674
SAU totale des parcelles enquêtées (ha)	5203	4981	7139
SAU totale régionale (ha)	1 882 735	2 516 589	2 209 807
% SAU enquêtées par rapport à la SAU régionale	0,3	0,2	0,3
Surface extrapolée (ha)	796 370	819 991	949 861
% surface extrapolée par rapport à la SAU régionale	42	33	43

Lors d'une analyse préliminaire des successions, une confusion de déclaration des différents types de prairies a été mise en évidence. Par exemple, sur une même parcelle agricole enquêtée, les cultures suivantes étaient déclarées : Blé – Prairie temporaire – **Prairie artificielle** – Prairie temporaire – Prairie temporaire – Maïs. Dans cet exemple, il semble qu'il y ait eu confusion une année entre prairie artificielle et temporaire. Pour éviter des artefacts dans les résultats, nous avons regroupé les prairies artificielles et les prairies temporaires dans un groupe « prairies non permanentes » pour l'enquête PK 2011 (de 2006 à 2011).

Dans cette partie, nous appelons « séquence de cultures » l'enchaînement brut des cultures sur une parcelle donnée pendant la période étudiée (de 2006 à 2011). Et nous appelons « succession de cultures » ou « motif de succession » l'interprétation simplifiée des séquences de cultures. Le tableau 10 présente quelques exemples simples de séquences de cultures issues de l'enquête PK 2011 et leur motif de succession associé.

Tableau 10 : exemples de séquences de cultures et de motifs de successions simples mis en évidence avec les données issues de l'enquête « Pratiques culturelles grandes cultures 2011 »

Séquences de cultures						Motif de succession associé aux séquences de cultures
2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Maïs	Maïs	Maïs	Maïs	Maïs	Maïs	<i>Monoculture de maïs</i>
Blé	Maïs	Blé	Maïs	Blé	Maïs	<i>Maïs - Blé</i>
Colza	Blé	Blé	Colza	Blé	Blé	<i>Colza – Blé - Blé</i>
Blé	Colza	Blé	Blé	Colza	Blé	
Prairie	Prairie	Maïs	Blé	Maïs	Blé	<i>Au moins 2 ans de prairie + « Maïs – Blé... »</i>

Pour caractériser les principales successions dans les trois régions étudiées, nous avons décrit des motifs de succession avec 2 niveaux de précision, appelés grain 1 et grain 2:

- grain 1 : c'est le niveau de description le plus grossier. Il permet de donner une idée du type de successions mises en place dans chacune des régions. Les cultures sont regroupées en 8 catégories, détaillées dans le tableau 11 : Autres céréales, Céréales à paille, Jachères, Légumineuses annuelles, Prairies non permanentes, Prairie permanente, Têtes de rotations, Autres cultures ;
- grain 2 : c'est le niveau de description le plus détaillé des successions. Par rapport au grain 1, les têtes de rotation sont détaillées, comme indiqué dans la deuxième colonne du tableau 11 ;

Tableau 11 : Regroupement des cultures pour l'étude des assolements

Nomenclature des groupes de cultures	Cultures prises en compte dans les groupes
Céréales à paille	Avoine ; blé dur ; blé tendre ; escourgeon ; orge ; seigle ; triticale → <i>quand c'est possible, distinction entre céréale de printemps ou céréale d'automne</i>
Autres céréales	Sorgho grain, mélange, sarrasin... → <i>cette catégorie existe déjà telle quelle dans la nomenclature de l'enquête (hormis le sorgho que nous avons ajouté), c'est pourquoi le sarrasin, qui n'est pas une céréale, en fait partie</i>
Jachères (hors jachères industrielles)	Jachères en sol nu ; jachères avec couvert végétal spontané ; jachères avec couvert végétal semé
Légumineuses annuelles	<i>Uniquement des légumineuses annuelles</i> → fève ; féverole ; haricot ; lentille ; lupin doux ; pois chiche ; pois protéagineux ; soja ; vesce...
Prairies non permanentes	Prairies temporaires semées principalement de graminées et prairies artificielles → <i>regroupement de ces 2 types de prairies car confusions de la part des enquêteurs lors des déclarations</i>
Prairies permanentes	Prairies d'au moins 6 ans
Tête de rotation	Colza ; lin oléagineux ; lin textile ; maïs grain ; maïs fourrage ; tournesol
Autres cultures	Autres cultures industrielles (chanvre papier, chicorée à café...) ; autres fourrages annuels (sorgho fourrager...) ; autres oléagineux (œillette, ricin...) ; autres plantes textiles ; betterave industrielle ; chanvre ; fleurs et plantes ornementales, pépinières ; houblon ; légumes frais, fraises, melons ; plantes médicinales, à parfum ou condimentaires ; plantes sarclées fourragères (chou, betterave...) ; pomme de terre ; riz, semences grainières ; tabac ; vergers ; vignes → <i>cultures minoritaires dans les régions étudiées, peu d'intérêt pour cette étude</i>

Seuls les principaux motifs de succession de cultures ont été caractérisés. Les légumineuses annuelles étant minoritaires dans chacune des régions étudiées, nous les avons regroupées dans un unique groupe pour cette partie.

/! Tous les résultats sur les successions culturales sont présentés en pourcentage du nombre total d'enquêtes, et non pas en pourcentage de la SAU. C'est une information importante à retenir lors de la lecture et de l'interprétation des résultats.

b. Etude des itinéraires techniques

Pour chacune des cultures enquêtées et chacune des trois régions d'étude, une typologie des itinéraires techniques (ITK) a été réalisée sur la base des données de l'enquête "Pratiques culturales", campagne statistique 2011.

Sebillotte (1978) définit l'ITK comme une "suite logique et ordonnée de techniques appliquées à une culture". Pour l'ensemble des parcelles enquêtées, nous disposons d'un ensemble de variables correspondant chacune à une technique constituant l'ITK de la culture enquêtée. La notion de suite ordonnée suppose que ces techniques ne sont pas indépendantes les unes des autres, mais raisonnées en cohérence. Nous avons donc fait l'hypothèse que la grande diversité des parcelles enquêtées peut être « résumée » par des groupes correspondant à des combinaisons dominantes de techniques.

La méthode mise en oeuvre pour identifier ces groupes combine une analyse factorielle et une classification ascendante hiérarchique. Il s'agit d'une méthode couramment mise en oeuvre dans le cas de jeux de données dont les variables sont identifiées pour présenter des relations entre elles. Les étapes de mise en oeuvre de cette méthode sont détaillées ci-dessous.

- ***Etape 1 - Sélection des variables***

A partir de l'ensemble des variables de l'enquête, un jeu de variables a été sélectionné (ou calculé). Elles sont des descripteurs couramment utilisés de l'ITK, du lendemain de la récolte du précédent, jusqu'à la récolte de la culture considérée (tableau 12). A noter que toutes les variables présentées dans le tableau ne sont pas considérées pour toutes les cultures.

La distribution de chacune de ces variables a été observée. Seules les variables présentant de la variabilité au sein de l'échantillon ont été retenues comme variables actives⁵ de l'étape d'analyse factorielle. Les variables homogènes, considérées comme non discriminantes pour l'analyse, ont été conservées comme variables illustratives (annexe 3).

Les corrélations des variables deux-à-deux ont également été considérées, afin de s'assurer de ne pas introduire de couples de variables actives directement liées, qui conditionneraient fortement les résultats de l'analyse factorielle. Une seule variable a été retenue comme active lorsqu'un couple de variable présentait un coefficient de corrélation supérieur ou égal à 0,8.

⁵ Variable active : Variable servant à la construction des axes d'une analyse factorielle. A l'inverse, une variable dite illustrative n'intervient pas dans la construction des axes.

Tableau 12 : Détail des variables sélectionnées ou calculées pour l'ensemble des cultures

Les variables qualitatives apparaissent en MAJUSCULES, les variables quantitatives apparaissent en minuscules

Gestion de l'interculture précédente
- RÉSIDUS DU PRÉCÉDENT exportés / restitués
- PRÉSENCE D'UN COUVERT INTERMÉDIAIRE oui / non
Travail du sol
- LABOUR oui / non
- Nombre d'interventions de travail du sol autres que labour
Implantation
- DATE DE SEMIS précoce / normale / tardive
Fertilisation
- APPORT ORGANIQUE oui / non
- Dose N
- Nb apports engrais azotés
- STRATÉGIE pas d'apport / avant levée / avant et après levée / après levée
Désherbage
- DÉSHERBAGE MÉCANIQUE oui / non
- Nombre d'applications d'herbicides
- STRATÉGIE impasse / automne / automne et sortie hiver / sortie hiver
- STRATÉGIE impasse / pré-levée / pré et post-levée / post-levée
Fongicides
- Nombre d'applications de fongicides
Insecticides
- INSECTICIDES oui / non
- Nombre d'applications d'insecticides
Régulateurs
- RÉGULATEUR oui / non
- Nombre d'applications de régulateurs
Irrigation
- PARCELLE IRRIGUÉE oui / non
Autres variables illustratives
- ift
- Rendement (q/ha)
- ORIENTATION grande culture / polyculture-élevage / élevage / autre
- sau (ha)
- CERTIFICATION AB oui / non

- **Etape 2 - Sélection des données**

Pour rappel, cette typologie d'itinéraires techniques vise à être croisée à une typologie des successions culturales pour aboutir à une typologie de systèmes de culture. Par conséquent, le jeu de données mobilisé est le même pour les deux analyses.

- **Etape 3 - Analyse factorielle**

Le jeu de variables retenu comprend à la fois des variables quantitatives et qualitatives. La méthode retenue est donc l'Analyse Factorielle de Données Mixtes (AFDM - Pagès, 2004). Le traitement des données a été réalisé à l'aide de la fonction FAMD du package FactoMineR (Lé et al., 2008).

La mise en œuvre d'une analyse factorielle génère un certain nombre d'axes (ou facteurs, ou composantes), qui du premier au dernier portent une part décroissante de l'information contenue dans le jeu de données initial. Ces axes (sur lesquels sont représentés les individus à travers leurs coordonnées) constituent les données d'entrée de l'étape suivante de classification. Les derniers axes portent une part d'information qui peut être négligée pour simplifier l'information.

Pour déterminer le nombre d'axes à conserver, plusieurs règles énumérées par Köbrich et al. (2003) ont été croisées :

- rejeter les axes dont la valeur propre (eigenvalue) est inférieure à 1 ;

- retenir l'ensemble des axes jusqu'à ce qu'on observe une rupture dans la décroissance des valeurs propres. La figure 2 illustre la mise en oeuvre de cette règle de décision dans une situation conduisant à retenir les trois premiers axes d'une analyse factorielle.

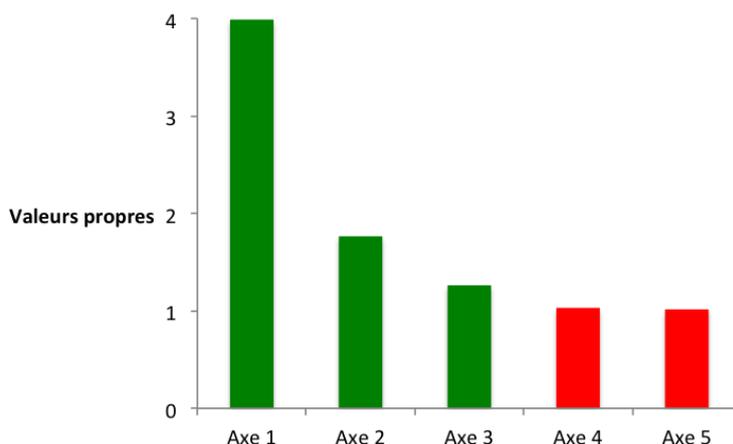


Figure 2 : Valeurs propres des axes d'un exemple d'analyse factorielle illustrant un cas où on retient les trois premiers axes (en vert : valeurs propres supérieures à 1 et rupture dans la décroissance des valeurs propres à partir du quatrième axe)

Aucun seuil n'a été fixé quant au cumul d'inertie porté par les axes retenus. Nous considérons en effet que l'objectif de cette étape n'est pas d'expliquer toute la variabilité du jeu de données analysé, mais d'identifier les combinaisons de techniques dominantes qui permettront de dresser une représentation simplifiée de la diversité des itinéraires techniques.

Köbrich et al. (2003) suggèrent de retenir le nombre d'axes le plus élevé parmi l'ensemble des règles de décision mises en oeuvre. Nous avons choisi en priorité de retenir les axes auxquels contribuent de façon équilibrée plusieurs variables (ou modalités de variables qualitatives) différentes (si une seule variable contribue de façon très dominante à un axe, cela signifie qu'il n'illustre pas de combinaisons de techniques). La figure 3 illustre la mise en oeuvre de cette règle de décision dans une situation conduisant à retenir les trois premiers axes d'une analyse factorielle, une seule variable contribuant pour plus de 50% aux quatrième et cinquième axes (annexe 4).

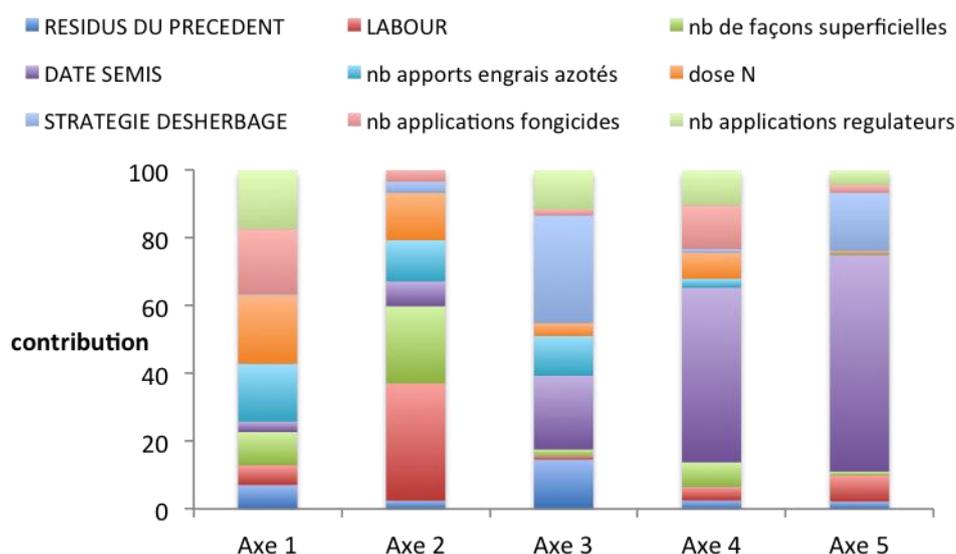


Figure 3 : Contribution des variables à chaque facteur d'une analyse factorielle (en MAJUSCULE, variables qualitatives, en minuscule, variables quantitatives) (contribution en pourcentage par rapport à l'ensemble des variables)

- **Etape 4 - Classification**

L'objectif de cette étape est de regrouper l'ensemble des individus en différents groupes, sur la base de leurs coordonnées sur les axes conservés. Le classement des individus en groupe a été réalisé par Classification Ascendante Hiérarchique (CAH, fonction HCPC du package FactoMineR - Lé et al., 2008), méthode de Ward - Ward, 1963). Le nombre de groupes distingués est celui suggéré par le package, pour maximiser la variabilité inter-groupes et minimiser la variabilité intra-groupes. La figure 4 présente un exemple pour lequel un regroupement en trois groupes est suggéré (annexe 5).

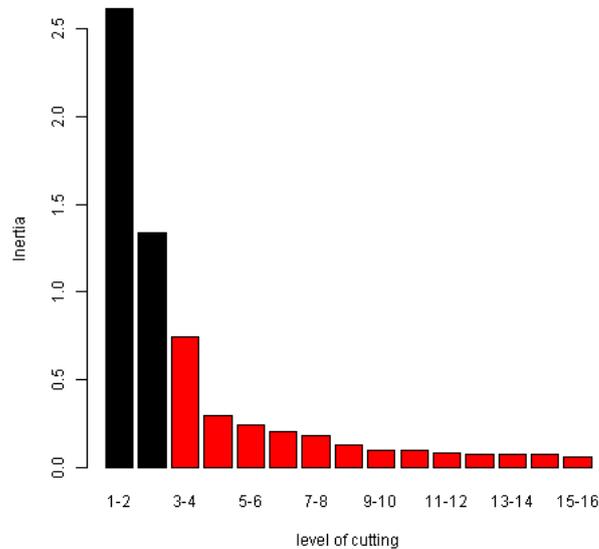


Figure 4 : Gains d'inertie inter-groupes associés à chaque niveau de regroupement pour un exemple de classification ascendante hiérarchique (en noir, nombre de groupes permettant de maximiser la variabilité intergroupe, soit 3 groupes)

Dans la section résultats, la distribution entre groupes est donnée en part de l'effectif enquêté et en part de surfaces extrapolées (calculée à partir des coefficients d'extrapolation fournis par le SSP). Ces coefficients permettent d'apprécier la part occupée par chaque groupe sur l'ensemble des surfaces occupées par la culture considérée dans une région donnée.

c. Etude des systèmes de culture

L'objectif de cette étape est de combiner, d'une part la classification des successions culturales (présentée dans le chapitre I.B.2.a.), et d'autre part la classification des itinéraires techniques (présentée dans le chapitre I.B.2.b.), pour aboutir à une typologie de systèmes de culture. Chaque système de culture type est défini par une succession culturale et par un ITK associé à chaque terme de la succession. Les grandes étapes sont présentées dans la figure 5.

Base de données utilisée : **enquête « Pratiques culturelles grandes cultures » (PK) de 2011**

Etendue temporelle : campagnes culturelles 2005-2006 à 2010-2011

Etendue spatiale : utilisation des données à l'échelle régionale

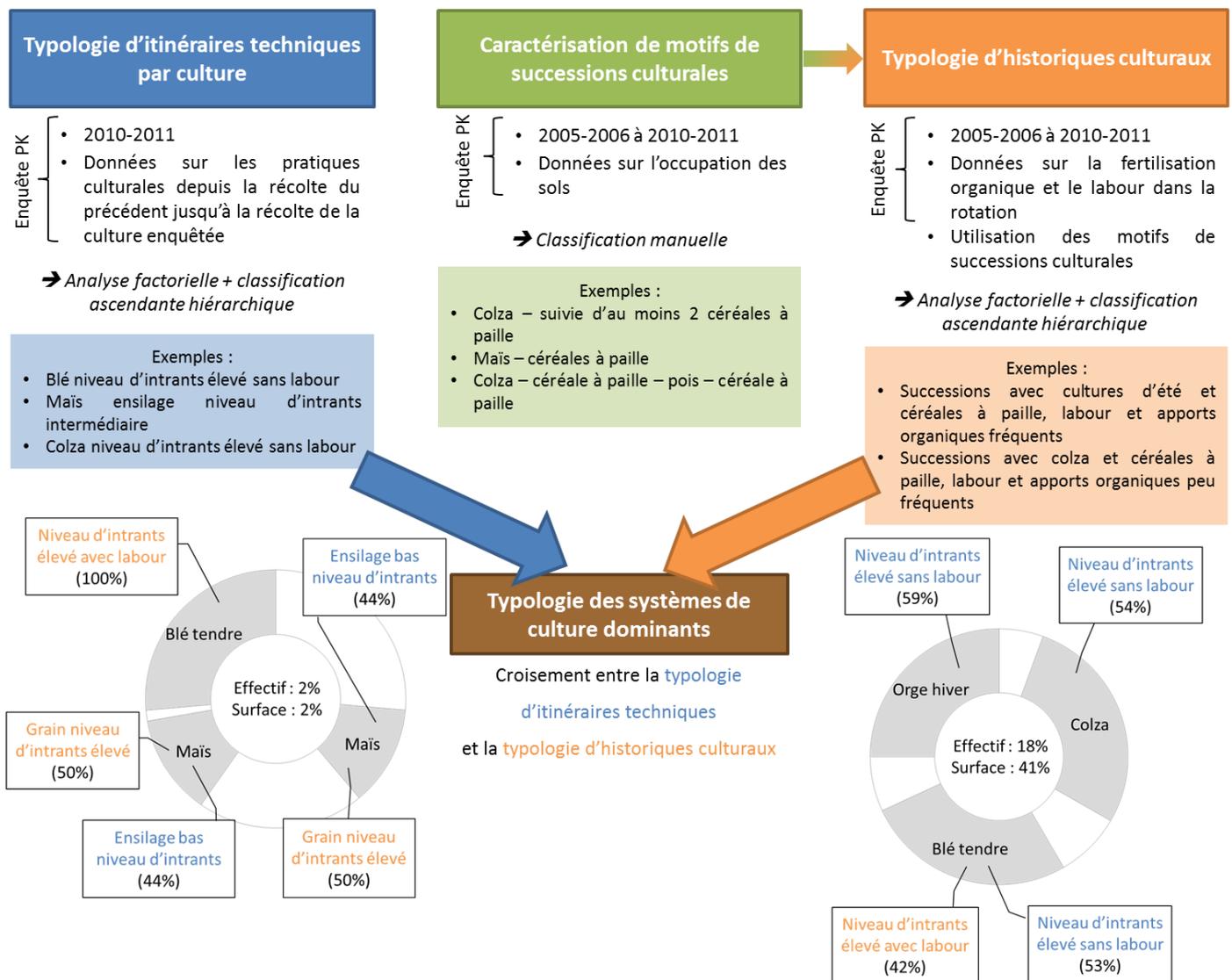


Figure 5 : Étapes de combinaison de la classification de successions culturelles et des classifications d'itinéraires techniques en une typologie de systèmes de culture

Cette typologie de systèmes de culture s'appuie donc sur les étapes de classification des successions culturelles et des itinéraires techniques, détaillées préalablement.

• **Etape 1 - Classification des variables de temps long**

L'objectif de cette étape est de servir de trait d'union entre la classification des successions culturelles d'une part et les classifications d'itinéraires techniques d'autre part. On entend par "variable de temps long" toutes les variables portant sur une période plus large que la campagne culturelle 2010-2011 ciblée par l'enquête. Il s'agit d'informations sur la nature des cultures en place (mobilisée pour la classification des successions), le recours au labour et la réalisation d'apports organiques pour les campagnes 2005-2006 à 2009-2010.

Cette classification des variables de temps long a été réalisée selon la même méthodologie que celle détaillée précédemment pour les classifications d'itinéraires techniques, en combinant analyse factorielle et classification ascendante hiérarchique. L'analyse a porté sur l'ensemble des parcelles conservées pour les classifications d'itinéraires techniques, toutes cultures confondues (annexes 6, 7 et 8).

- **Etape 2 : Classification d'historiques culturaux**

Cette étape croise, d'une part, la classification des successions et, d'autre part, la classification des variables de temps long, pour aboutir à une classification d'historiques culturaux.

On entend par "historique cultural" le croisement d'un motif de succession culturale de grain 2 (présentée dans le chapitre A.2.a.) et d'un groupe issu de la classification des variables de temps long. Cela revient à décliner chaque succession par les variantes de pratiques de recours au labour et aux apports organiques.

Les historiques culturaux ainsi constitués ont été triés par effectif décroissant et seuls ceux permettant de cumuler 50% de l'effectif total ont été considérés pour les étapes suivantes.

De la même manière que pour les itinéraires techniques, la distribution des historiques culturaux est donnée en part de l'effectif enquêté, ainsi qu'en part de surfaces extrapolées. Pour chaque historique cultural, la part de surfaces extrapolées est à comprendre comme un pourcentage des surfaces couvertes par les cultures enquêtées pour la région considérée.

Les coefficients d'extrapolation étant estimés indépendamment pour chaque culture enquêtée, les parts de surfaces extrapolées ont été calculées à l'échelle du sous-échantillon de chaque culture dans un premier temps. Dans un second temps, elles ont été agrégées en pondérant par la part respective de chaque culture dans l'assolement régional l'année de l'enquête (source : statistique agricole annuelle).

Dans le cas des historiques culturaux avec prairies, plusieurs motifs de succession ont parfois été regroupés en un seul historique cultural. En effet, selon la distance entre l'année de retournement de prairie et l'année couverte par l'enquête, on aboutit parfois à des séquences de culture différentes qui semblent être des rotations proches. C'est le cas par exemple des motifs « au moins deux prairies – tête de rotation – céréale à paille » et « prairie – tête de rotation – céréale à paille ».

- **Etape 3 : Typologie de systèmes de culture**

Cette étape vise à traduire chaque historique cultural en une ou plusieurs rotation(s) et à associer à chaque culture de la rotation un ou plusieurs ITK, issus de la classification des ITK.

On entend par "système de culture" une succession d'ITK correspondant chacun à une culture d'une rotation donnée.

La déclinaison des historiques culturaux en rotations se base sur les fréquences moyennes des différentes cultures dans la succession et sur des connaissances des règles d'enchaînement des cultures. Dans certains cas, un même historique cultural peut donner lieu à plusieurs rotations.

Par exemple, en Bourgogne, pour l'historique cultural "colza - au moins deux céréales à paille avec labour et apports organiques peu fréquents", le colza présente une fréquence moyenne de 0,32, le blé tendre de 0,35 et l'orge d'hiver de 0,26. Les autres cultures présentent une fréquence proche de 0. On en déduit une rotation colza - blé - orge d'hiver, en considérant (par expertise) que le blé vient prioritairement en première paille et l'orge en céréale secondaire.

L'affectation d'un itinéraire technique à chaque culture d'une rotation se base sur la distribution des parcelles enquêtées entre itinéraires techniques pour un historique cultural donné. Dès qu'un itinéraire technique rassemble au moins 33% des parcelles enquêtées pour une culture donnée dans un historique cultural donné, il a été considéré. Par conséquent, plusieurs systèmes de culture peuvent être différenciés pour une seule rotation, afin de rendre compte de cette diversité d'itinéraires techniques.

Par exemple, en Bourgogne, pour l'historique cultural "colza - au moins deux céréales à paille avec labour et apports organiques peu fréquents", pour le blé, deux itinéraires techniques regroupant une part négligeable des parcelles sont associées aux itinéraires techniques "bas niveau d'intrants" et "niveau d'intrants intermédiaires" qui ne sont donc pas considérés par la suite. En revanche, les itinéraires techniques "niveau d'intrants élevé avec labour" et "niveau d'intrants élevé sans labour" rassemblent respectivement 42% et 52% de l'effectif. Pour les deux autres cultures de la succession (colza et orge d'hiver), un seul itinéraire technique rassemble plus de 33% de l'effectif. Par conséquent, deux systèmes de

culture sont décrits pour cet historique cultural, correspondant aux deux alternatives d'itinéraires techniques rencontrées pour le blé.

Au final, un motif de succession peut être décliné en plusieurs historiques culturaux, chacun pouvant être décliné en plusieurs rotations pouvant elles-mêmes donner lieu à la description de plusieurs systèmes de culture.

II. Résultats

A. Evolution des assolements

La majorité des résultats est présentée sous forme cartographique : il est important de bien lire la légende des cartes avant de les interpréter car les seuils et les couleurs choisis pour leur représentation peuvent influencer l'interprétation du lecteur (annexe 2).

L'objectif du projet n'étant pas de comparer les territoires entre eux mais de caractériser les systèmes de culture de chacun des territoires, les résultats sont présentés séparément pour chacune des régions administratives étudiées par LEGITIMES.

Pour information, le tableau 13 présente la SAU totale des régions agricoles d'intérêt pour le projet LEGITIMES lors des 5 années des recensements généraux de l'agriculture. Nous remarquons que la SAU des différents territoires a peu évolué sur les périodes enquêtées.

Tableau 13 : surfaces (en hectares) des régions agricoles d'intérêt pour le projet ANR-LEGITIMES lors des 5 recensements généraux de l'agriculture

Région administrative	Région Agricole (numéro RA)	1970	1979	1988	2000	2010	Moyenne des 5 RGA
Bourgogne	Plateaux de Bourgogne (186)	115796	122286	122707	122645	124035	121494
	Plateau Langrois (311)	154616	161408	160294	166377	169161	162371
Midi-Pyrénées	Lomagne (384)	74829	73125	74349	73456	71979	73548
Pays de la Loire	Pays de Châteaubriant (104)	50328	49196	47533	45095	44057	47242
	Bocage Angevin (356)	375044	369859	354097	337024	325981	352401

Au sein de chaque région, les résultats sur les prairies sont présentés en premier. Ensuite, les cultures sont présentées dans l'ordre décroissant d'occupation de la SAU régionale. Afin d'aider à la lecture, le tableau 14 présente le classement des cultures dans chacune des régions, en prenant en compte la moyenne des surfaces sur les 10 dernières années disponibles avec les SAA (2004 à 2013).

Tableau 14 : classement des cultures (hors prairies) par région en fonction de leur surface moyenne de 2004 à 2013

Bourgogne		Midi-Pyrénées		Pays de la Loire	
Culture	Surface moyenne (2004 à 2013)	Culture	Surface moyenne (2004 à 2013)	Culture	Surface moyenne (2004 à 2013)
Blé tendre	313 670 ha	Blé tendre	225 876 ha	Blé tendre	364 598 ha
Orge	188 360 ha	Tournesol	196 318 ha	Maïs fourrage	269 094 ha
Colza	166 890 ha	Maïs grain	181 253 ha	Maïs grain	138 714 ha
Maïs grain	49 330 ha	Blé dur	116 766 ha	Colza	54 634 ha
Maïs fourrage	30 360 ha	Orge	87 255 ha	Orge	47 438 ha
Tournesol	29 230 ha	Maïs fourrage	45 344 ha	Céréales secondaires	48 639 ha
Céréales secondaires	18 890 ha	Céréales secondaires	42 806 ha	Tournesol	38 544 ha
Légumes secs, protéagineux	13 395 ha	Colza	41 173 ha	Légumes secs, protéagineux	18 667 ha
Soja	4 846 ha	Soja	19 911 ha	Soja	141 ha
		Légumes secs, protéagineux	17 187 ha		

1. Bourgogne

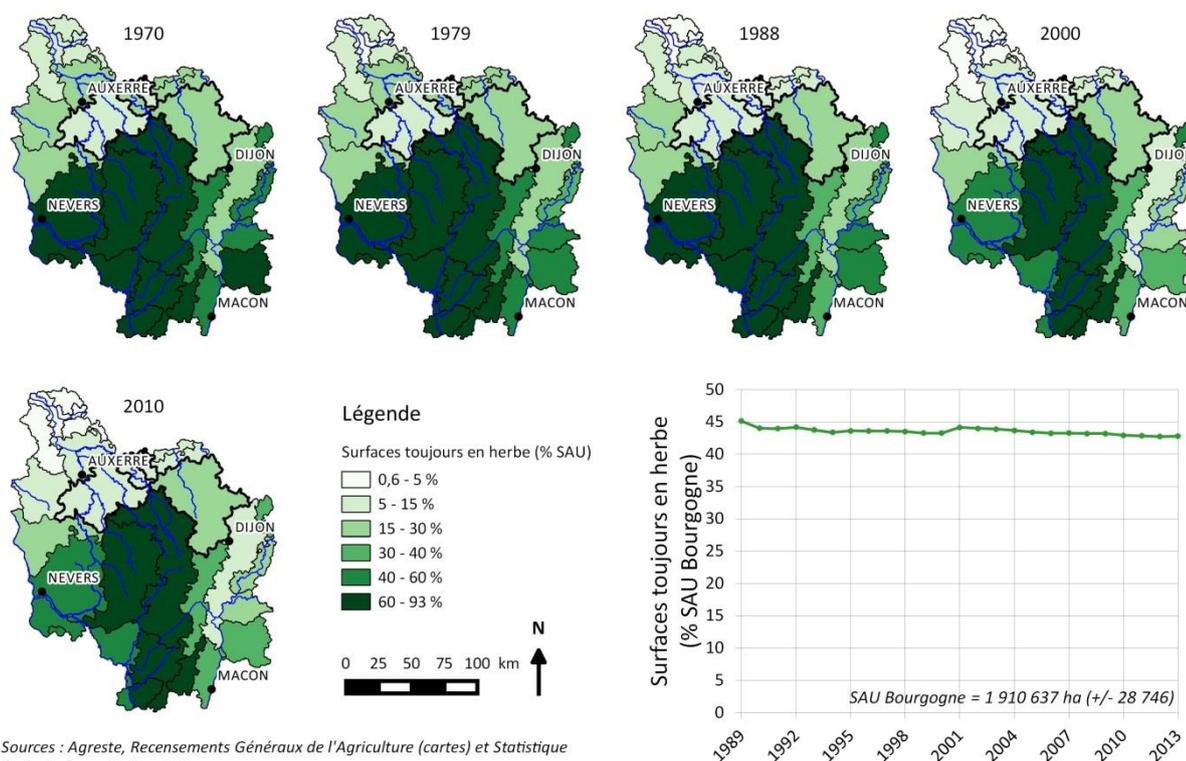
La figure 6 présente d'une part la répartition spatiale des **surfaces toujours en herbe (STH)** en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles en 1970, 1979, 1988, 2000 et 2010, et d'autre part l'évolution des STH en Bourgogne de 1989 à 2013. Les **STH** sont majoritaires en Bourgogne. Elles représentent en moyenne, entre 1989 et 2013, 43,5 % de la SAU totale bourguignonne et peuvent occuper jusqu'à 93 % de la SAU à l'échelle des régions agricoles (figure 6). Leur surface est relativement stable depuis 1970, malgré une légère décroissance visible sur la courbe depuis 1989 et repérable sur les cartes. Elles sont surtout présentes dans la moitié Ouest de Saône-et-Loire, la moitié Est de la Nièvre et au Sud-Ouest de la Côte d'Or, dans les zones où les OTEX liées à l'élevage bovins allaitants sont très développées, voire omniprésentes (élevage de la race charolaise dans le Morvan).

Dans les deux régions agricoles d'intérêt pour le projet LEGITIMES, les **STH** sont plus faibles que la moyenne bourguignonne :

- sur le plateau Langrois, elles représentent de 25,1 % (en 1970) à 19,9 % (en 2010) de la SAU totale de la RA ;
- sur les plateaux de Bourgogne, les surfaces en STH sont encore plus faibles : de 12,2 % (en 1970) à seulement 6,7 % (en 2013) de la SAU totale de la RA.

Ces deux régions agricoles sont situées dans une zone où l'OTEX grandes cultures est majoritaire.

Evolution des surfaces toujours en herbe en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 6 : évolution spatiale et temporelle des STH en Bourgogne de 1970 à 2013

La figure 7 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **prairies temporaires (prairies composées essentiellement de graminées)** en Bourgogne. D'après les SAA, elles n'ont cessé de diminuer de 1970 à 1991 : leur proportion dans la SAU bourguignonne a ainsi été divisée par plus de 1,5, passant de 6,6 % à 3,9 % de la SAU. Ces surfaces se sont stabilisées pendant environ 10 ans autour de 3,9 % de la SAU et elles se sont redéveloppées à partir de 2002 pour atteindre 6 % de la SAU totale bourguignonne en 2013. D'après les cartes issues des données des 5 derniers RGA, les surfaces en **prairies temporaires** sont faibles voire très faibles sur la pointe nord de la Bourgogne (en particulier lors des 2 derniers RGA) (dans les régions agricoles « Champagne crayeuse », « Basse Yonne » et « Pays d'Othe » en particulier) et sur la partie est de la région (dans les RA « Val de Saône », « La plaine » et « Côte viticole et arrière côte de Bourgogne en particulier »), dans les zones où les OTEX liées à l'élevage de bovins allaitants sont très développées, voire omniprésentes.

La proportion de **prairies temporaires** par rapport à la SAU totale de la RA des plateaux de Bourgogne est faible par rapport à la moyenne bourguignonne les 5 années des RGA : dans l'ordre chronologique, elles représentent 7,1 – 3,3 – 2,2 – 1,3 et 1,8 % de la SAU totale de la RA, soit 2 à 3 fois moins que la moyenne bourguignonne la même année. Dans la RA du plateau Langrois, les surfaces en **prairies temporaires** sont relativement proches de la moyenne bourguignonne, sauf en 1970 et en 1979 où elles représentent respectivement 13,7 % et 9,1 % de la SAU de la RA (contre 6,6 % et 6,2 % pour la moyenne bourguignonne).

Evolution des surfaces en prairies temporaires en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)

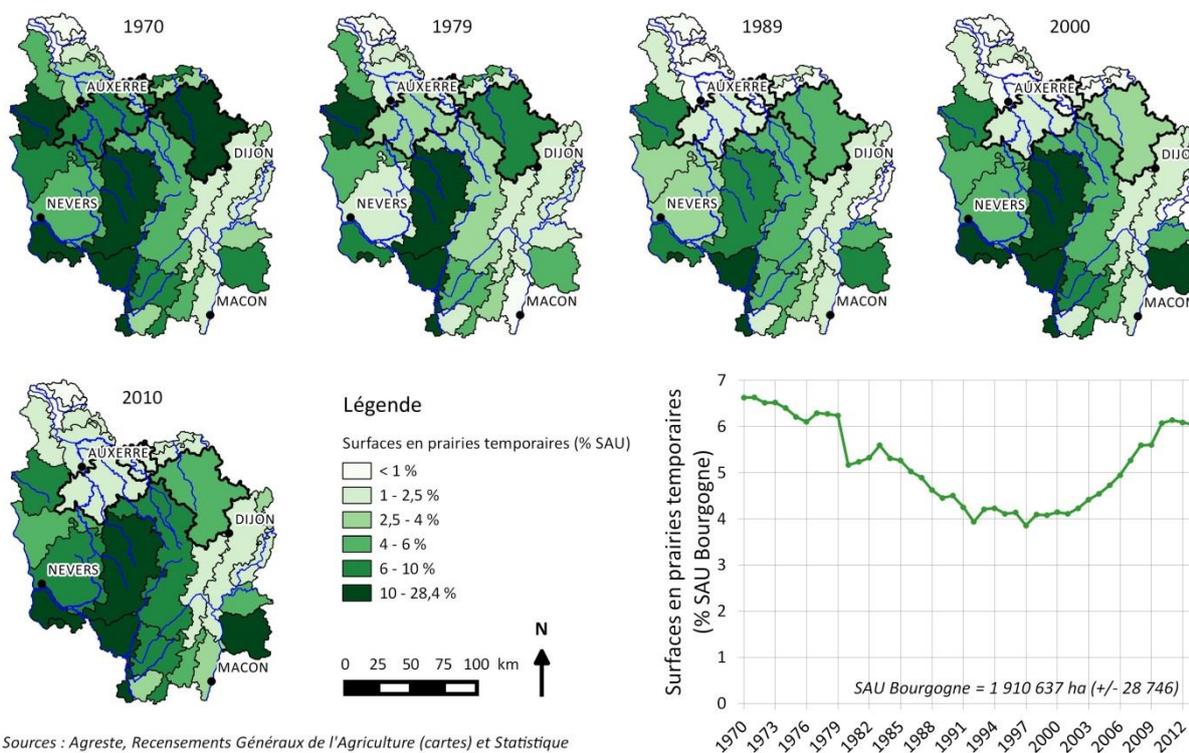
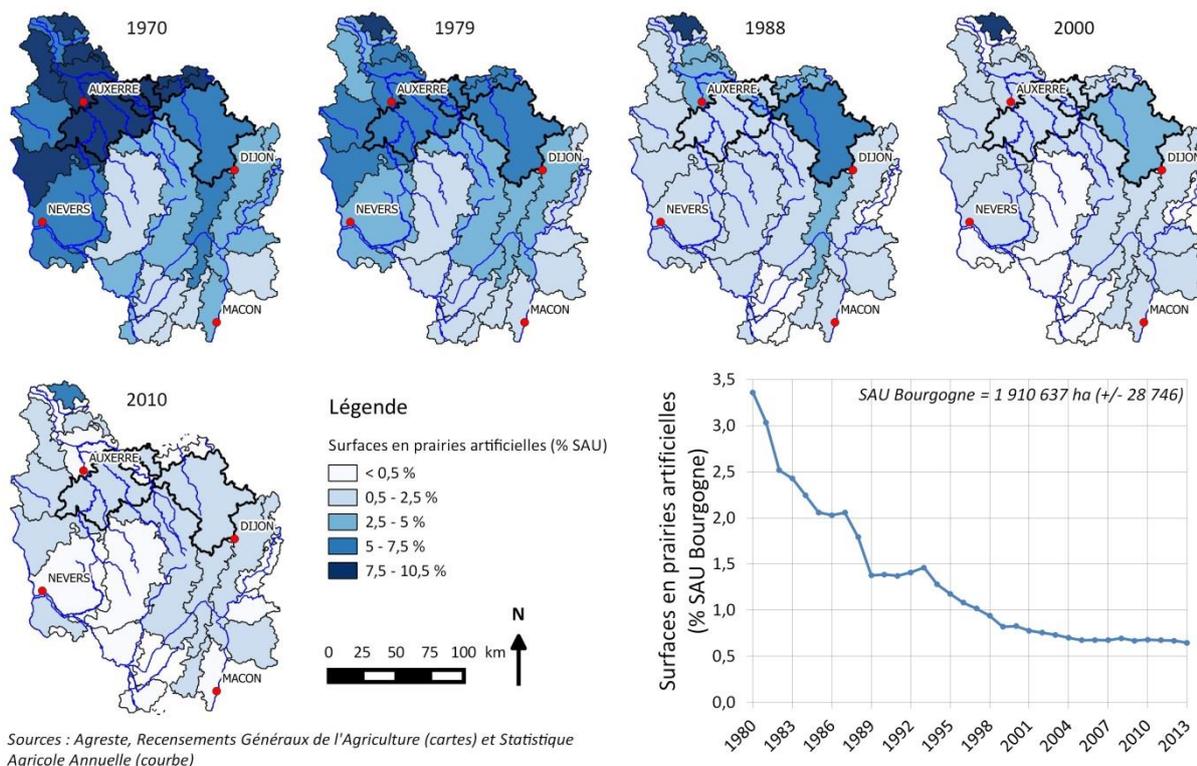


Figure 7 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en prairies temporaires (graminées) en Bourgogne de 1970 à 2013

Evolution des surfaces en prairies artificielles en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

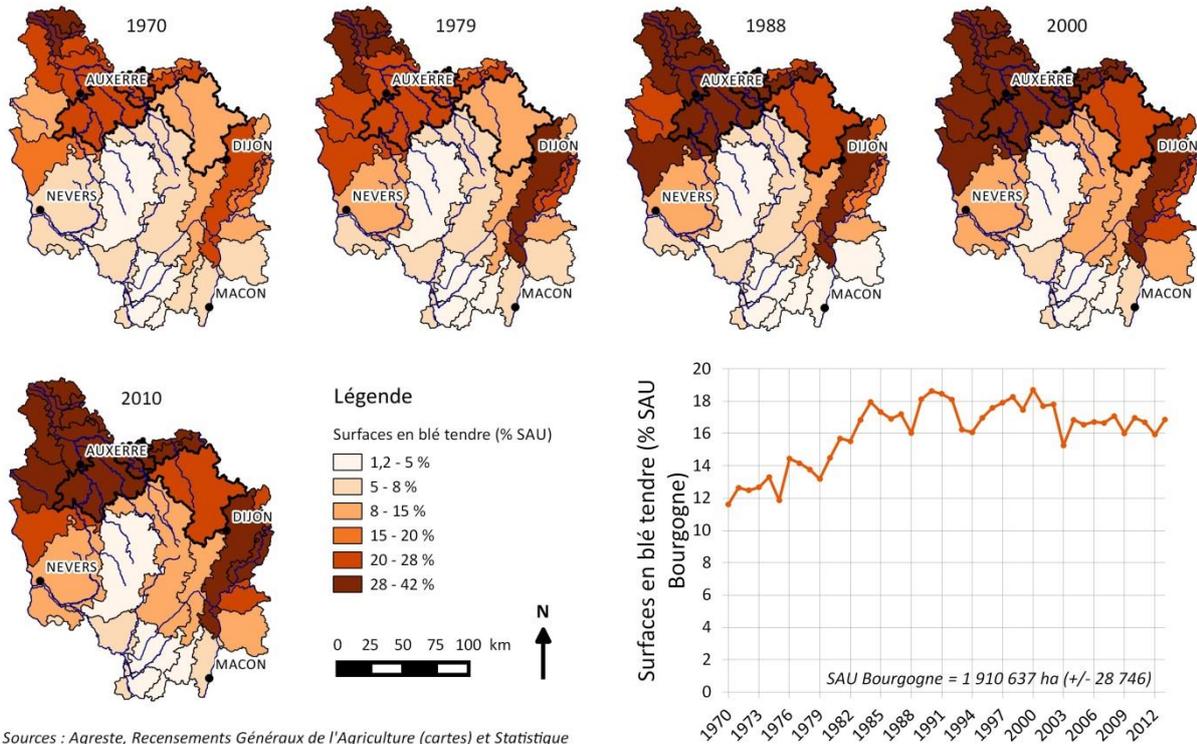
Figure 8 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en prairies artificielles (légumineuses) en Bourgogne de 1970 à 2013

La figure 8 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **prairies artificielles (prairies composées essentiellement de légumineuses)** en Bourgogne. Celles-ci ne cessent de décroître à l'échelle régionale depuis 1980 (SAA) et les cartes semblent montrer la même tendance à partir des données des RGA. En 1980, les **prairies artificielles** représentent 3,4 % de la SAU totale bourguignonne. A partir de 1998, elles représentent moins de 1 % de la SAU (soient moins de 19 000 hectares). Les **prairies artificielles** sont plus importantes dans l'Yonne et au Nord de la Côte d'Or jusqu'en 1988, en lien avec la présence de coopératives de déshydratation de la luzerne. Au-delà, elles sont peu représentées dans toute la région, en particulier dans le sud-ouest.

Sur les plateaux de Bourgogne, la diminution des surfaces des **prairies artificielles** est très importante : elles représentaient 8,4 % de la SAU de la RA en 1970 contre seulement 0,8 % en 2010 (soit 10,7 fois moins). Cette diminution est moins importante sur le plateau Langrois : de 6,6 % de la SAU en 1970 à 2,3 % en 2010 (soit 2,9 fois moins).

La figure 9 présente d'une part la répartition spatiale des surfaces en **blé tendre** en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles en 1970, 1979, 1988, 2000 et 2010, et d'autre part l'évolution des surfaces en **blé tendre** en Bourgogne de 1989 à 2013. En moyenne en Bourgogne de 1970 à 2013, les surfaces en **blé tendre** sont les surfaces les plus importantes parmi les cultures annuelles : 16,1 % de la SAU totale bourguignonne. Les surfaces en **blé tendre** ont augmenté de 1970 à 1986, passant de 12 % de la SAU à environ 17 % de la SAU totale bourguignonne. A partir de 1986, les surfaces en **blé tendre** sont restées à peu près stables. A l'inverse des STH, les surfaces en **blé tendre** sont plus importantes dans l'Yonne, au Nord de la Nièvre ainsi qu'à l'Est de la Côte d'Or. C'est particulièrement dans ces zones que les OTEX « Céréales et oléoprotéagineux » et « Autres grandes cultures » sont les plus développées en Bourgogne.

Evolution des surfaces en blé tendre en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)

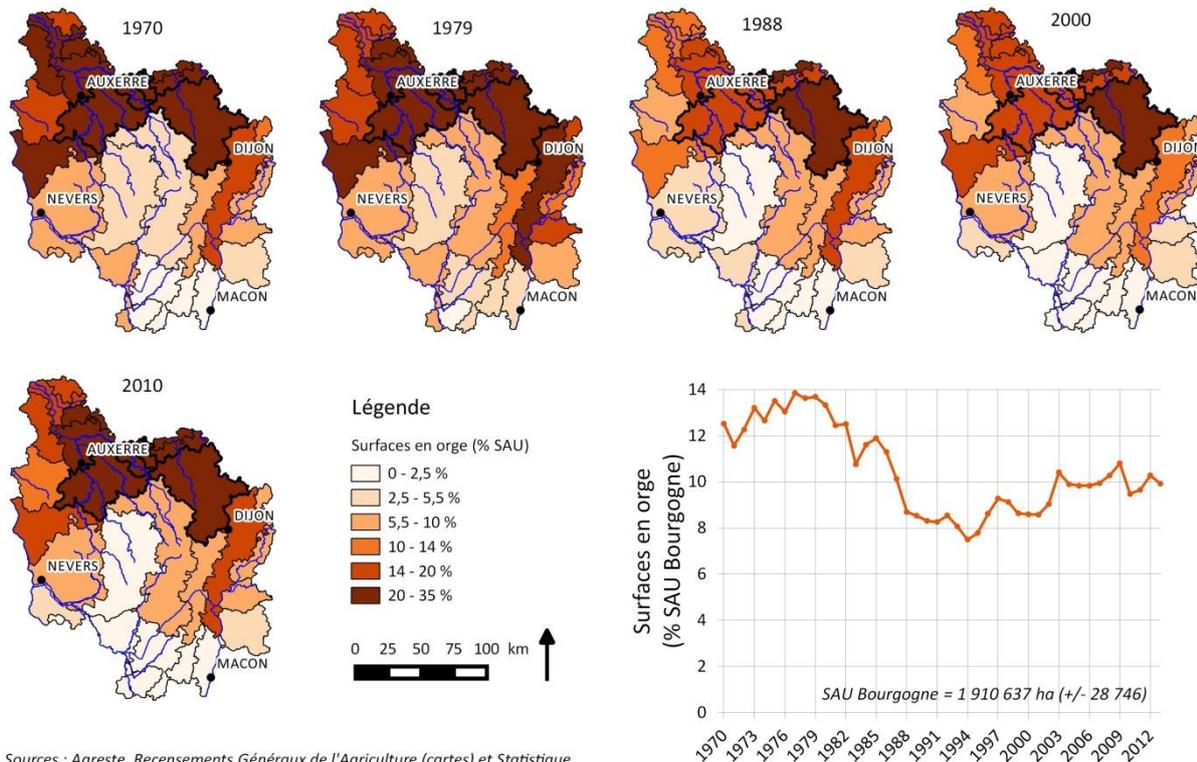


Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 9 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en blé tendre en Bourgogne de 1970 à 2013

Dans la région agricole du plateau Langrois, les surfaces en **blé tendre** sont à peu près les mêmes que la moyenne régionale : elles évoluent de 13 % en 1970 à 23,9 % en 2010. Sur les plateaux de Bourgogne, les surfaces en **blé tendre** sont plus importantes : elles évoluent de 21,8 % en 1970 à 31,3 % en 2010.

Evolution des surfaces en orge en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 10 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en orge en Bourgogne de 1970 à 2013

La figure 10 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **orge** en Bourgogne entre 1970 et 2013. Au cours de cette période, les surfaces en **orge** évoluent entre 7,5 et 13,9 % de la SAU bourguignonne (soient environ 143 300 hectares et 265 600 hectares). Elles décroissent à partir de 1980 jusqu'en 1994 environ (7,5 %) et regagnent légèrement du terrain jusqu'en 2013. Les cartes illustrent également cette évolution des surfaces en **orge**. L'**orge** est surtout cultivée dans la moitié nord de la Bourgogne (Yonne, Côte d'Or et Nord-Ouest de la Nièvre), là où les OTEX grandes cultures sont majoritaires en Bourgogne.

Dans les deux régions agricoles d'intérêt pour le projet LEGITIMES, lors des 5 années de recensements agricoles, les surfaces en **orge** sont plus élevées que la moyenne bourguignonne :

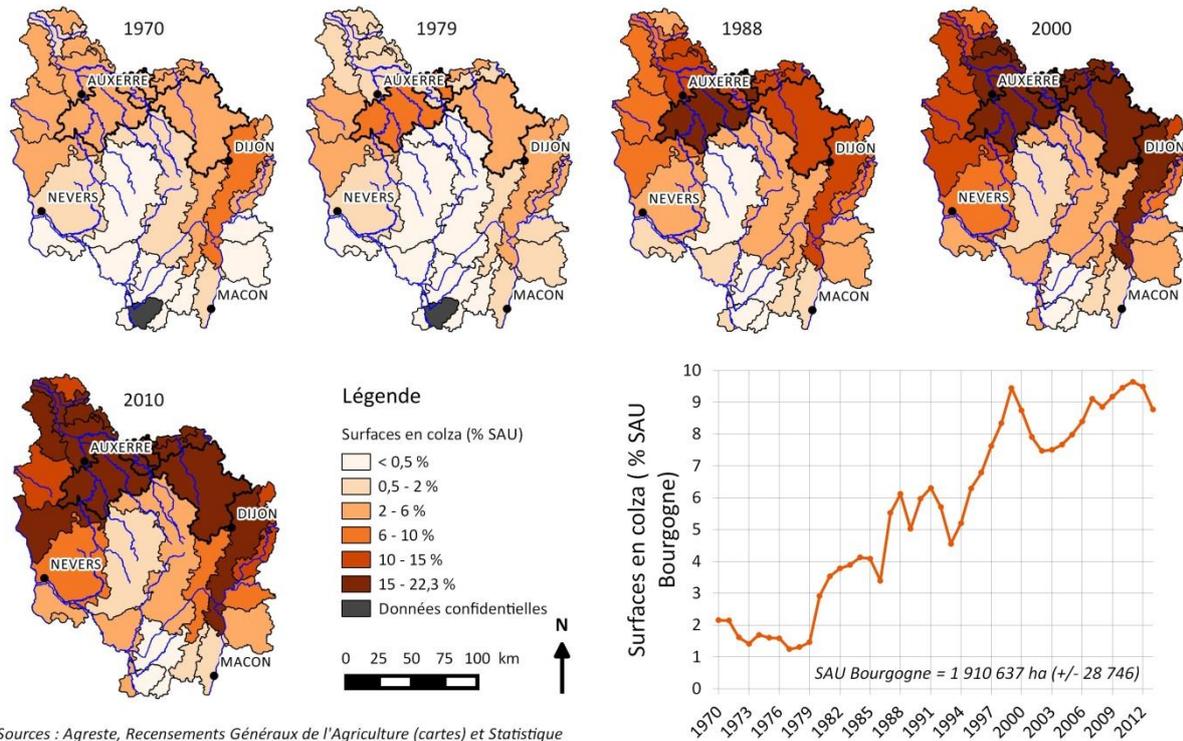
- sur le plateau Langrois, les surfaces en **orge** sont les plus élevées de Bourgogne (après la RA de Tonnerrois) et varient entre 20,1 % (2000) et 34,7 % (1979) ;
- sur les plateaux de Bourgogne, les surfaces en **orge** varient entre 16 % (1988 et 2000) et 30,4 % (1979).

La figure 11 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **colza** en Bourgogne. Depuis 1970, les surfaces de **colza** en Bourgogne n'ont cessé d'augmenter, passant d'environ 1,5 % dans les années 70 à plus de 9 % en 2013 (soient environ 172 000 hectares). Les besoins en huile expliquent en partie cette augmentation des surfaces en colza. Les surfaces en **colza** ont augmenté dans toutes les RA bourguignonnes et sont localisées principalement dans les parties nord et est de la Bourgogne (Yonne et Côte d'Or principalement).

Dans les 2 régions agricoles qui nous intéressent, les surfaces en **colza** occupent :

- de 3,8 à 17,5 % de la SAU du plateau Langrois entre 1970 et 2010 ;
- de 6 à 21,5 % de la SAU des plateaux de Bourgogne entre 1970 et 2000 (20,6 % en 2010).

Evolution des surfaces en colza en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



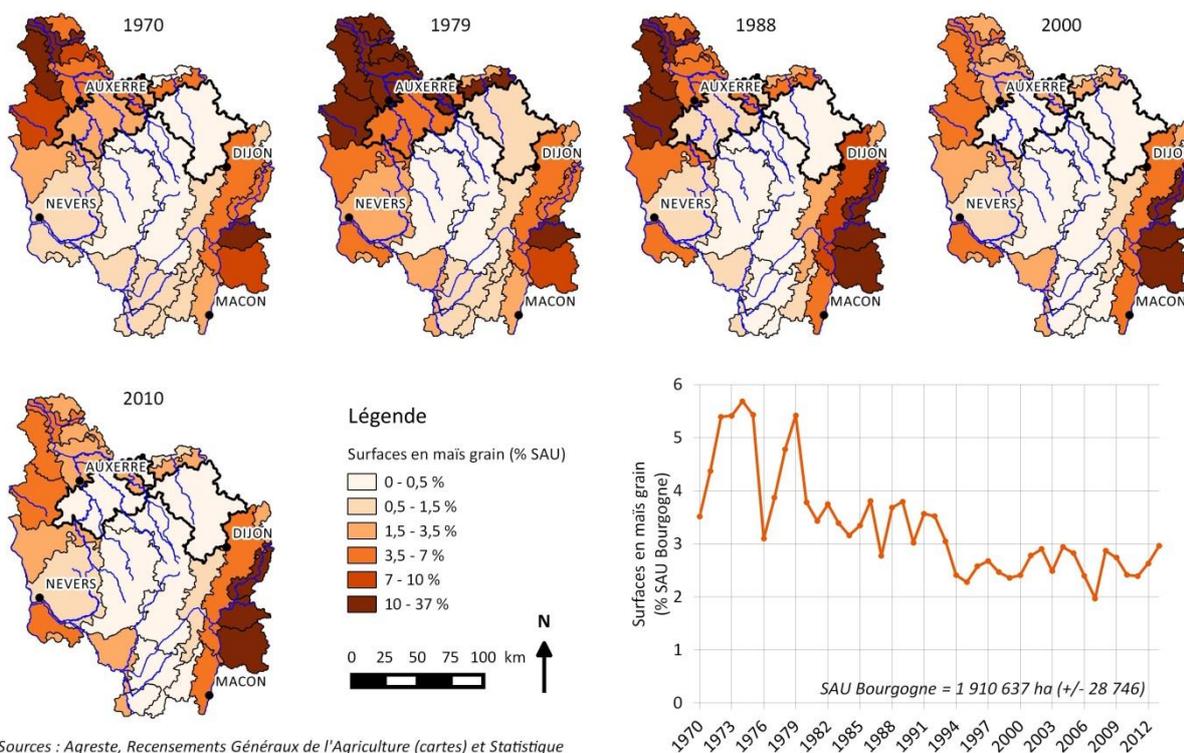
Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 11 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en colza en Bourgogne de 1970 à 2013

La figure 12 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **maïs grain** en Bourgogne. De 1970 à 1981, celles-ci fluctuent entre 3,1 et 5,6 % de la SAU totale bourguignonne. A partir de 1981, la proportion de surfaces en **maïs grain** en Bourgogne décroît légèrement jusqu'à atteindre environ 2,5 % de la SAU totale en 1996 (soient environ 48 000 hectares). Au-delà, les surfaces évoluent entre 2 et 3 % de la SAU bourguignonne. Les surfaces en **maïs grain** sont principalement localisées dans la moitié Ouest de l'Yonne et à l'Est de la Côte d'Or et de la Saône-et-Loire.

Sur le plateau Langrois, les surfaces en **maïs grain** sont anecdotiques : elles représentent au maximum 0,8 % de la SAU de la RA (en 1979) (soient environ 1 300 hectares). Elles sont également très faibles sur les plateaux de Bourgogne, bien qu'elles représentent jusqu'à 3,8 % de la SAU en 1979 (moyenne des 5 RGA = 1,5 % de la SAU du plateau Langrois (environ 1 800 hectares)).

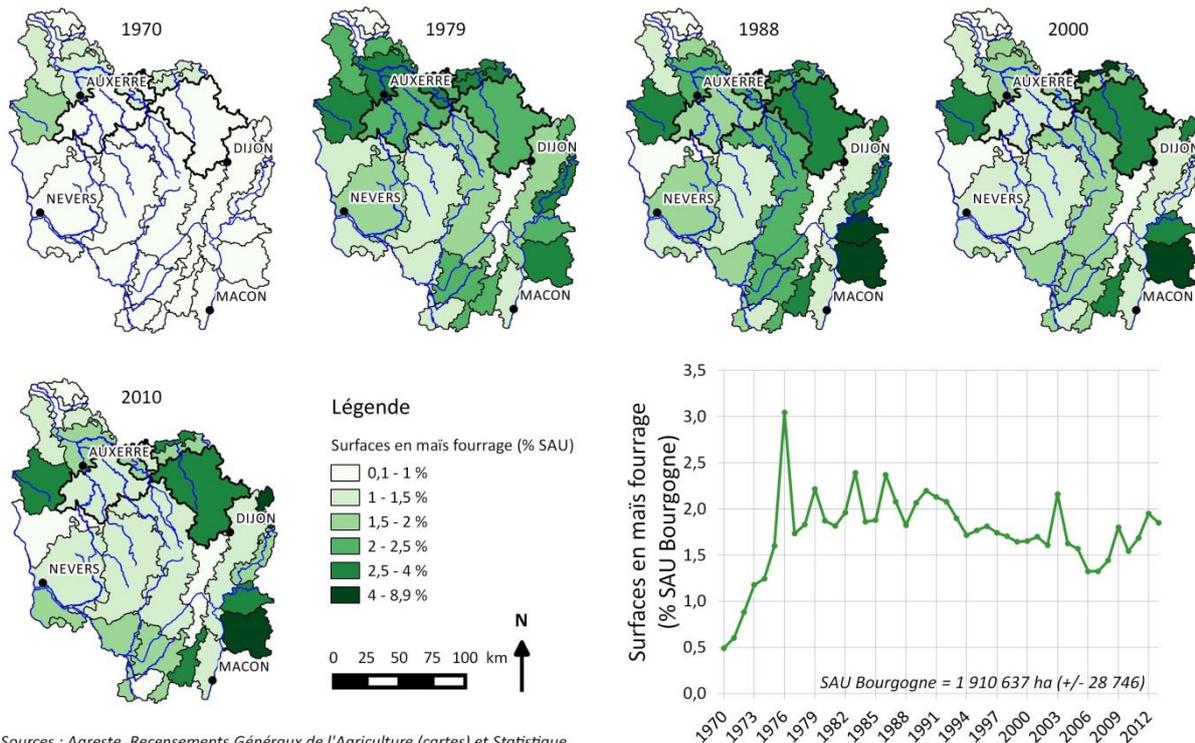
Evolution des surfaces en maïs grain en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 12 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en maïs grain en Bourgogne de 1970 à 2013

Evolution des surfaces en maïs fourrage en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 13 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en maïs fourrage en Bourgogne de 1970 à 2013

La figure 13 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **maïs fourrage** en Bourgogne. Le **maïs fourrage** est peu développé en Bourgogne. Malgré une faible implantation dans la région, ses proportions dans la SAU bourguignonne ont connu une croissance exponentielle entre 1970 et 1976, passant de 0,5 à 3 % de la SAU. Puis le **maïs fourrage** s'est stabilisé autour de 1,8 % de la SAU régionale jusqu'en 2013 (environ 34 400 hectares). Les surfaces en maïs fourrage sont relativement homogènes sur l'ensemble de la région.

Sur le plateau Langrois, la proportion de surfaces en **maïs fourrage** des 4 derniers RGA est stable : elle représente 2,5 % de la SAU totale de la RA (environ 4 000 hectares). Sur les plateaux de Bourgogne, la proportion de **maïs fourrage** est moins stable et varie (faiblement) autour de 1,4 % de la SAU totale de la RA (moyenne des 5 RGA).

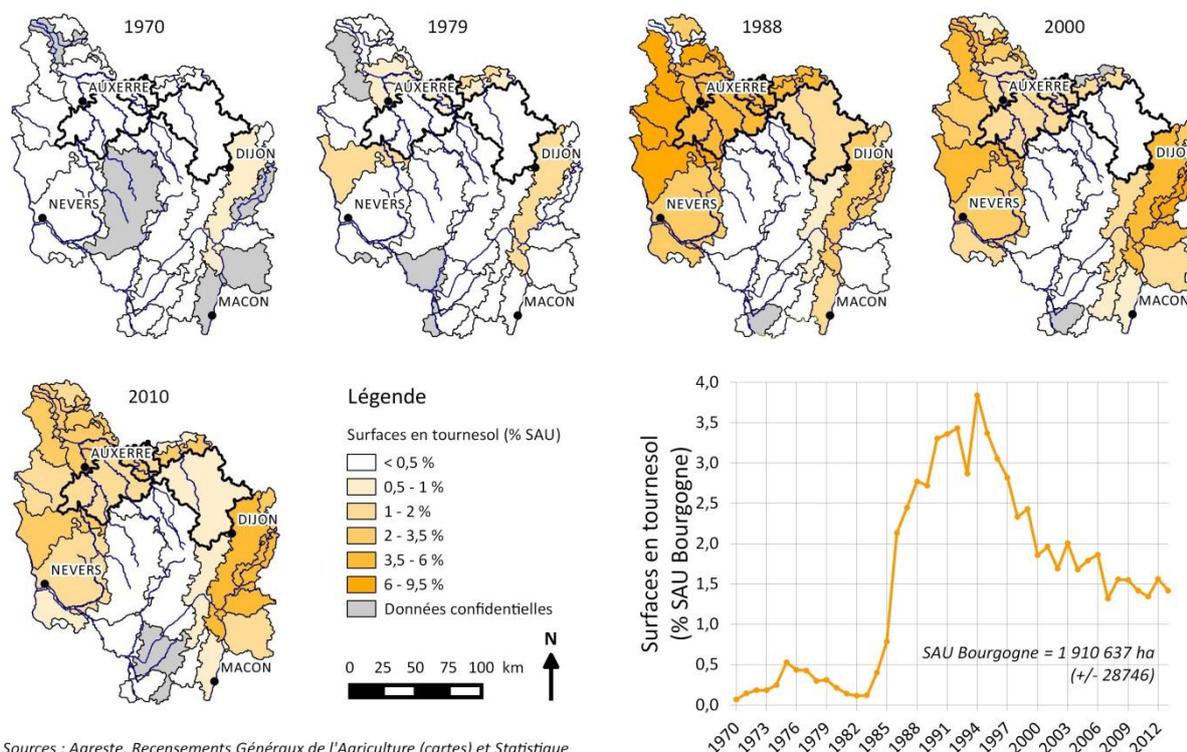
La figure 14 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **tournesol** en Bourgogne. En 1970, le **tournesol** est absent des surfaces bourguignonnes, comme le montrent la courbe d'évolution des surfaces et la carte du RGA 1970. Il commence à se développer à la fin des années 1980 et connaît une croissance exponentielle : en 10 ans, les surfaces en **tournesol** représentent de 0,2 % environ à plus de 3,5 % de la SAU totale bourguignonne, soit un passage de 4700 ha environ à plus de 64 900 ha. Le développement « brutal » du **tournesol** s'explique par un besoin en huile et l'arrivée de variétés résistantes au mildiou, maladie qui aurait pu remettre en cause cette culture à ses débuts (Mestries, communication personnelle, Août 2014). A partir du milieu des années 90 et jusqu'en 2013, ses surfaces ne cessent de diminuer jusqu'à atteindre 26 700 hectares, soit plus de 2 fois moins qu'au début des années 90. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette réduction des surfaces (Jouffret *et al.*, 2011) :

- la stagnation des rendements moyens du **tournesol** en France ces 20 dernières années ;
- les réformes de la PAC ;
- la concurrence du colza, qui s'est développé en même temps que le **tournesol** et qui présente des marges brutes supérieures à celles du **tournesol**.

D'après les cartes des RGA, le **tournesol** n'est pas cultivé dans une zone regroupant les régions agricoles suivantes : Morvan, Auxois, Charollais, Sologne bourbonnaise, Clunyois et Brionnais, c'est-à-dire les régions agricoles où l'élevage est largement dominant dans l'agriculture.

Sur le plateau Langrois, les surfaces en **tournesol** sont très faibles et n'excèdent pas 1,2 % de la SAU totale de la RA (soient environ 1 900 hectares) (en 1988). Sur les plateaux de Bourgogne, la proportion de **tournesol** dans la SAU est faible aussi mais atteint tout de même 5,6 % de la SAU en 1988 (moyenne des 5 RGA = 1,7 % de la SAU de la RA, soient environ 2 000 hectares). Ces 2 RA ont une agriculture à dominante grandes cultures.

Evolution des surfaces en tournesol en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

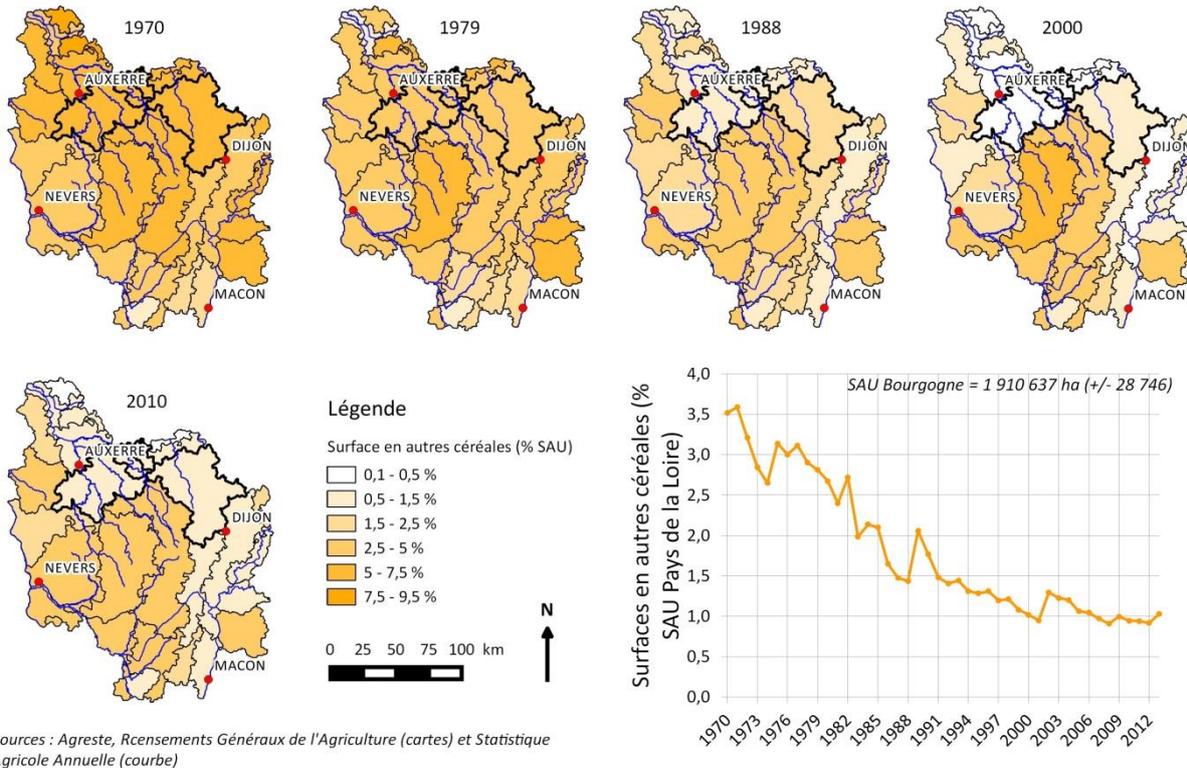
Figure 14 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en tournesol en Bourgogne de 1970 à 2013

La figure 15 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **céréales secondaires (avoine, mélange de céréales, seigle, sorgho...)** et en **blé dur** en Bourgogne. Il faut noter que pour les SAA (courbe), les données sur les mélanges de céréales et sur le sorgho ne sont disponibles qu'à partir de 1989 : ainsi, 2 cultures supplémentaires sont prises en compte en 1989 dans le groupe « céréales secondaires ».

De même que pour les prairies artificielles ci-dessus, la proportion de surfaces en **céréales secondaires** ne cesse de diminuer depuis 1970 : 3,5 % de la SAU bourguignonne en 1970 contre seulement 1 % en 2013. Les surfaces en **autres céréales** sont relativement homogènes en Bourgogne.

Sur le plateau Langrois et sur les plateaux de Bourgogne, les proportions en **autres céréales** sont quasiment identiques (à 0,5 % près) et évoluent environ de 7 % de la SAU de la RA en 1970 à 1,3 % de la SAU en 2010.

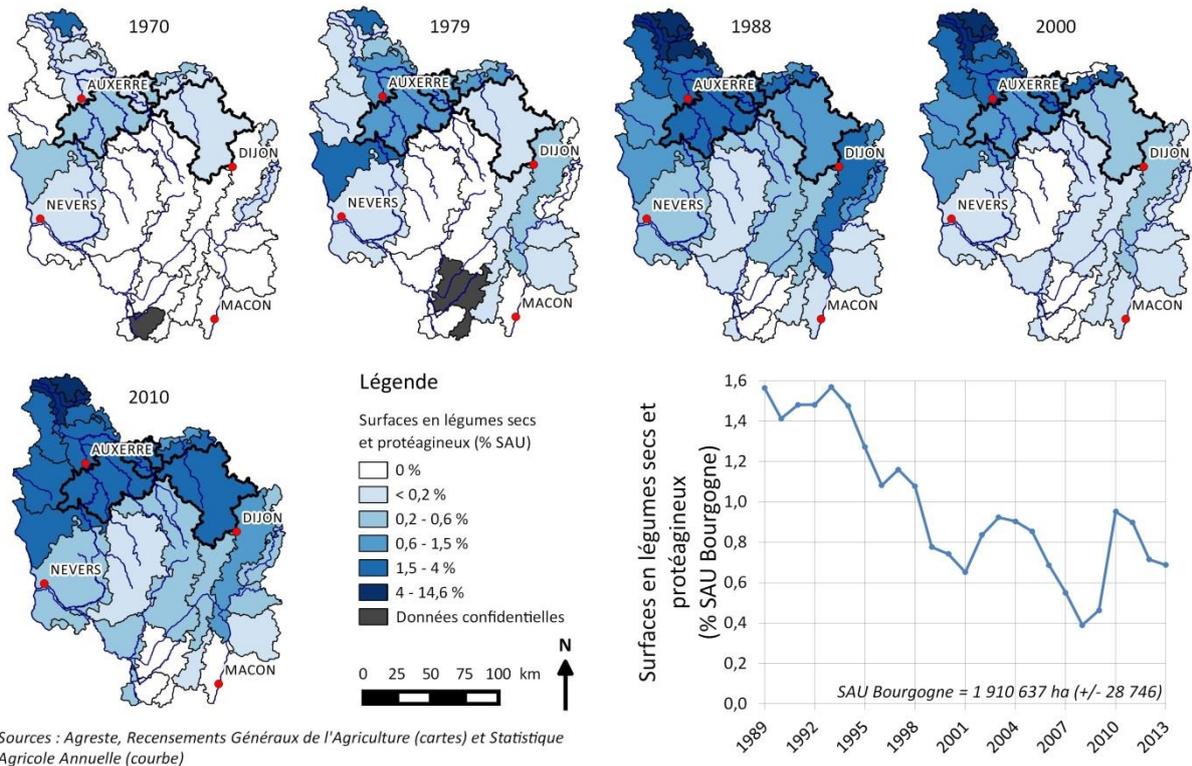
Evolution des surfaces en céréales secondaires (et en blé dur) en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 15 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en céréales secondaires (dont blé dur) en Bourgogne de 1970 à 2013

Evolution des surfaces en légumes secs et en protéagineux en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 16 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en légumes secs et en protéagineux en Bourgogne de 1970 à 2013

La figure 16 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **légumes secs et en protéagineux** en Bourgogne entre 1970 et 2013. D'après les cartes, les surfaces **en légumes secs et en protéagineux** ont augmenté de 1970 à 1988. D'après les SAA, à partir du début des années 90, elles ont été divisées par 4 en moins de 20 ans : environ 30 000 hectares jusqu'en 1995 et seulement 7 300 en 2008. D'après le SSP (2012), la chute des surfaces en **protéagineux** dans les années 90 s'est faite en faveur des surfaces en colza, qui ont sextuplé en Bourgogne à cette période. La perte de surfaces en **protéagineux** coïncide également avec la période de développement du tournesol en Bourgogne (à une moindre échelle que le colza). En 2010, les protéagineux ont connu un regain d'intérêt, notamment grâce à la mise en place d'aides spécifiques pour les **protéagineux** cette année-là. La carte du RGA de 2010 confirme cette observation. Le pic de 2010 ne dure pas et dès 2011, les surfaces en **légumes secs et en protéagineux** commencent déjà à diminuer jusqu'en 2013. L'évolution de ces surfaces est également liée à l'évolution de la marge brute de ces cultures par rapport aux autres cultures qui leur sont substituables (SSP, 2012). Les surfaces en **légumes secs et protéagineux** sont plus importantes dans le Nord et le Nord-Est de la Bourgogne, c'est-à-dire dans les zones de grandes cultures.

D'après les 5 RGA, dans les 2 RA bourguignonnes étudiées dans LEGITIMES, la tendance est la même, bien que la proportion de **légumes secs et de protéagineux** est environ 2 fois plus élevée sur les plateaux de Bourgogne que sur le plateau Langrois :

- une augmentation des surfaces entre 1970 et 1988, environ 7 fois plus en 18 ans ;
- une chute entre 1988 et 2000, environ 2 fois moins ;
- et le pic de 2010 qui double les surfaces par rapport au RGA de 2000.

La figure 17 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **soja** en Bourgogne entre 1970 et 2013. Cette culture est presque absente de la région bourguignonne : en moyenne entre 1989 et 2013, elle occupe 0,4 % de la SAU régionale, soient environ 7 100 hectares. Au maximum, en 1990, elle représente 0,8 de la SAU bourguignonne (14 653 hectares). Cependant, dans quelques régions agricoles à l'Est de la Bourgogne, le **soja** peut représenter jusqu'à 3,7 % de la SAU de la RA (régions agricoles « La Plaine », « Val de Saône », « Bresse Chalonnaise » et Bresse Louhannaise »).

Sur les plateaux de Bourgogne et le plateau Langrois, le **soja** est véritablement anecdotique : lors des 5 années de recensement, il occupe au maximum respectivement 100 hectares et 120 hectares environ (en 1988).

Evolution des surfaces en soja en Bourgogne à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)

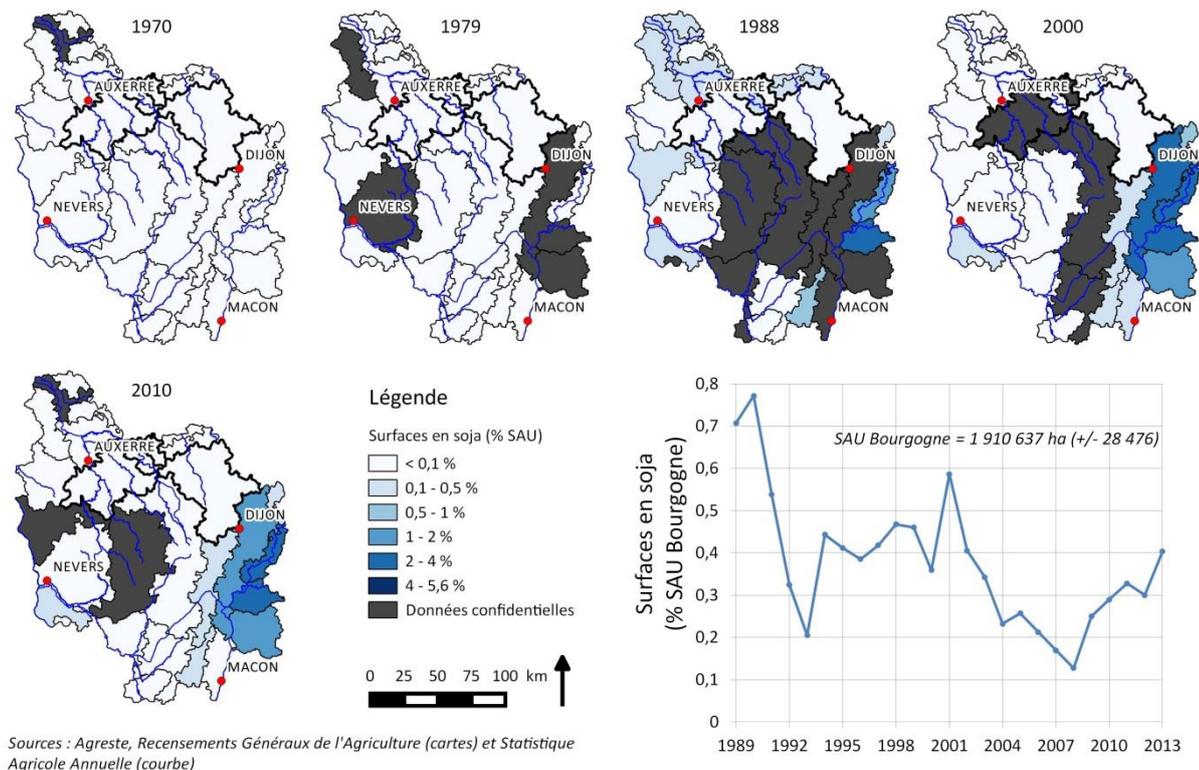


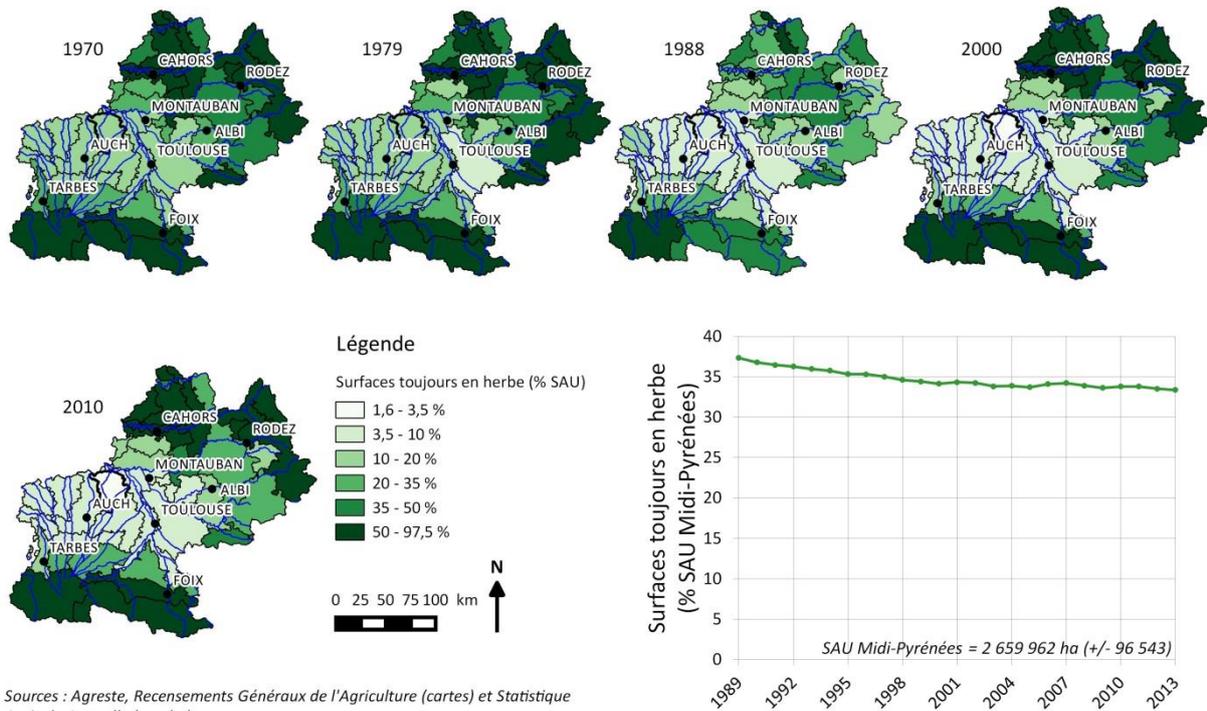
Figure 17 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en soja en Bourgogne de 1970 à 2013

2. Midi-Pyrénées

La figure 18 présente l'évolution spatiale et temporelle des **surfaces toujours en herbe** en Midi-Pyrénées entre 1970 et 2013. Les **STH** sont les surfaces majoritaires en Midi-Pyrénées : elles représentent environ 35 % de la SAU totale midi-pyrénéenne entre 1989 et 2013 (environ 931 000 hectares). Tout au long de cette période, la proportion de **STH** a tendance à diminuer légèrement et de façon continue. La proportion de **STH** dans les RA midi-pyrénéenne est plus importante dans l'Aveyron, le Lot et le Sud de la région, au niveau des Pyrénées. Ce sont notamment dans ces zones que les OTEX liées à l'élevage de bovins, ovins et caprins sont les plus développées, voire omniprésentes.

Dans la région agricole de Lomagne, la proportion de **STH** a beaucoup diminué : elle a été divisée par 3 en 20 ans (passant de 19,9 % de la SAU de la RA en 1970 à 6,4 % en 1988) et elle a été divisée par 8,7 en 40 ans (2,3 % de la SAU en 2010).

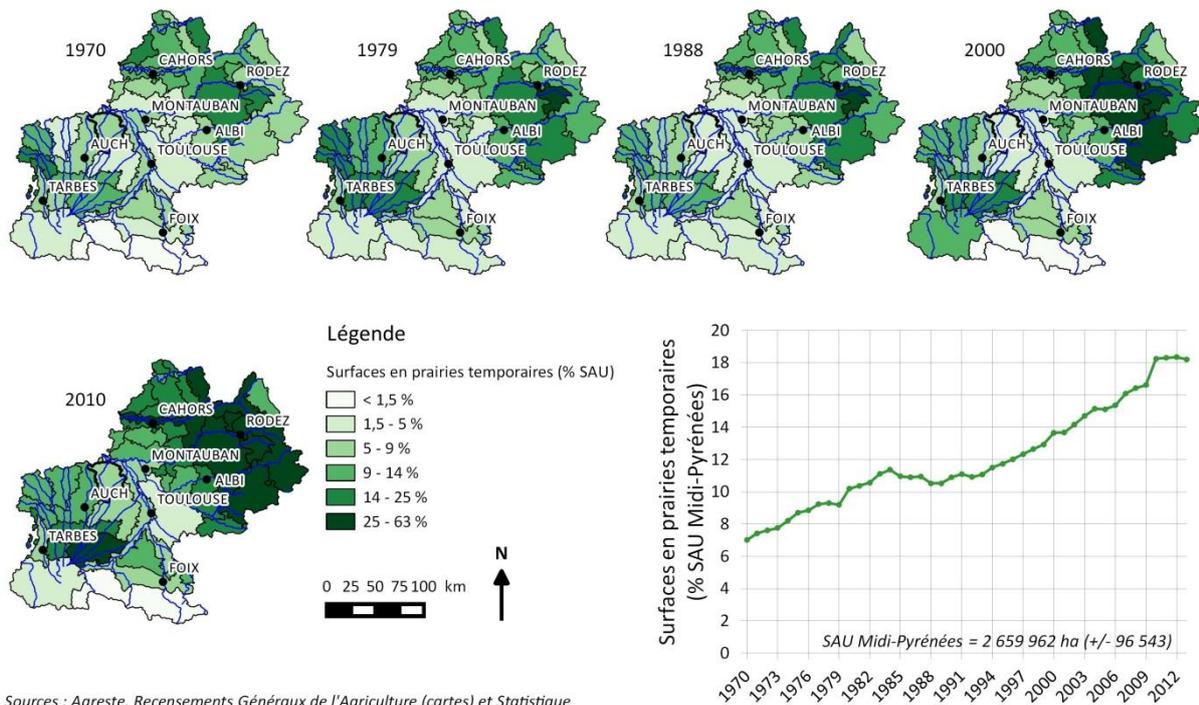
Evolution des surfaces toujours en herbe en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 18 : évolution spatiale et temporelle des STH en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013

Evolution des surfaces en prairies temporaires en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



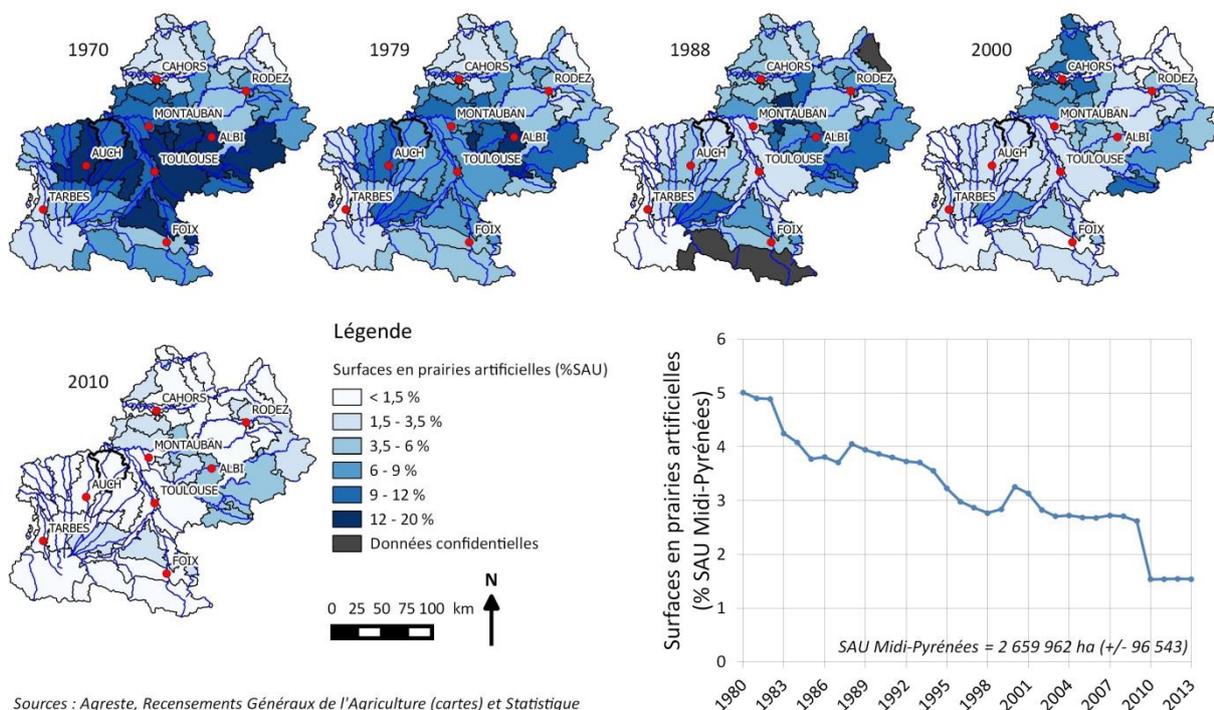
Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 19 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en prairies temporaires (graminées) en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013

La figure 19 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces des **prairies temporaires** (**prairies composées essentiellement de graminées**) en Midi-Pyrénées entre 1970 et 2013. D'après la courbe, la proportion des **prairies temporaires** dans la SAU totale midi-pyrénéenne ne cesse d'augmenter depuis 1970, passant de 7 % en 1970 à 18,2 % de la SAU en 2013. Les cartes des RGA confirment cette observation à l'échelle des RA. Les **prairies temporaires** se sont surtout développées dans le Nord-Est de la région Midi-Pyrénées et assez peu au centre et au Sud-Est.

En Lomagne, la proportion de **prairies temporaires** oscille entre 3,3 % de la SAU de la RA (en 2000) et 6,7 % (en 1979). En moyenne sur les 5 RGA, elles représentent 5 % de la SAU de la RA.

Evolution des surfaces des prairies artificielles en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 20 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en prairies artificielles (légumineuses) en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013

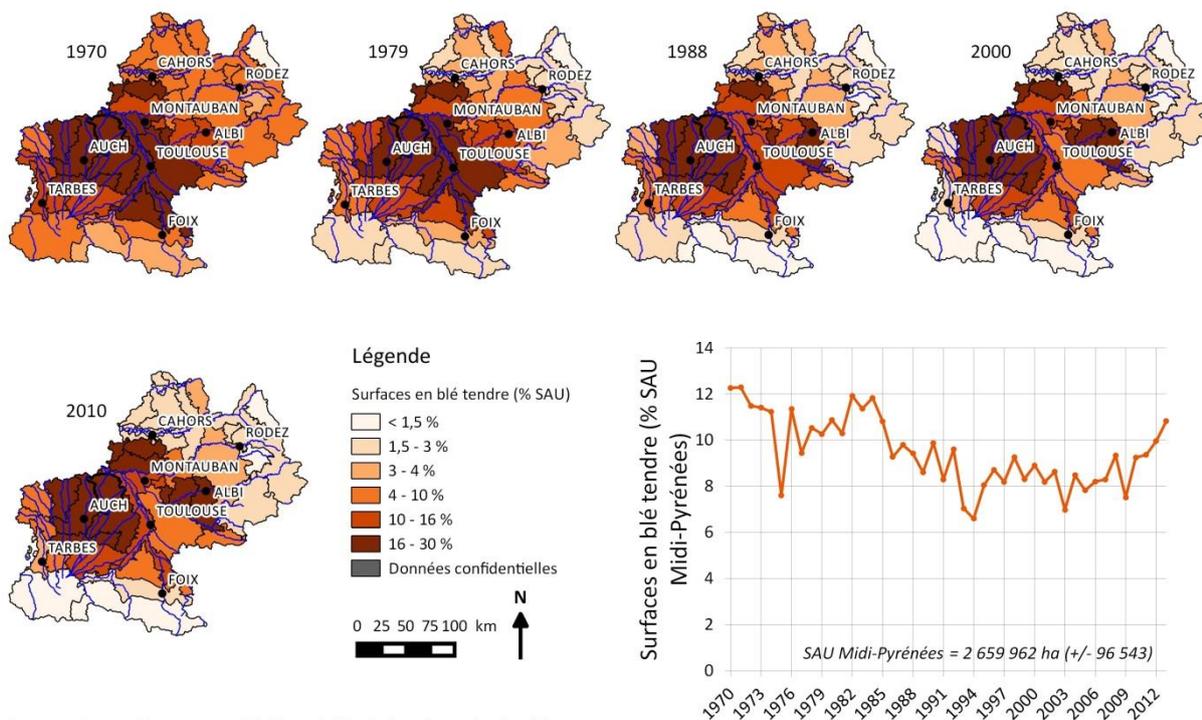
La figure 20 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **prairies artificielles** (**prairies composées essentiellement de légumineuses**) en Midi-Pyrénées entre 1970 et 2013. Les surfaces en **prairies artificielles** ne cessent de décroître en Midi-Pyrénées, tant à l'échelle de la région administrative (courbe) qu'à l'échelle des régions agricoles (cartes). En 1980, en Midi-Pyrénées, elles représentaient 5 % de la SAU totale de la région (soient 136 500 hectares) ; en 2013, elles ne représentent plus que 1,5 % de la SAU régionale (soient 38 535 hectares). Les **prairies artificielles** sont plus concentrées dans la partie centrale de Midi-Pyrénées, entre les lignes délimitées par Foix-Tarbes et Rodez-Cahors. C'est également dans cette zone que les grandes cultures sont les plus développées dans la région.

Dans la RA de Lomagne, les surfaces en **prairies artificielles** ne cessent de décroître également. D'après les recensements agricoles, elles représentaient 11,3 % de la SAU totale de la RA en 1970 et ne représentent plus que 0,5 % en 2010 (soient environ 360 hectares).

La figure 21 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces de **blé tendre** en Midi-Pyrénées entre 1970 et 2013. D'après la courbe, la proportion de **blé tendre** dans la SAU totale midi-pyrénéenne est discontinue dans le temps. Sur la période étudiée, elle oscille entre 6,6 % de la SAU totale midi-pyrénéenne et 12,3 %, avec une moyenne de 9,5 %. A l'inverse des STH, les surfaces en **blé tendre** sont plus importantes dans la partie centrale de Midi-Pyrénées et relativement faibles au Nord et au Sud de la région à cause des Pyrénées et du Massif Central.

Dans la région de Lomagne, les surfaces en **blé tendre** sont très développées et stables entre les 5 RGA : elles représentent en moyenne 24,4 % de la SAU totale de la RA.

Evolution des surfaces en blé tendre en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

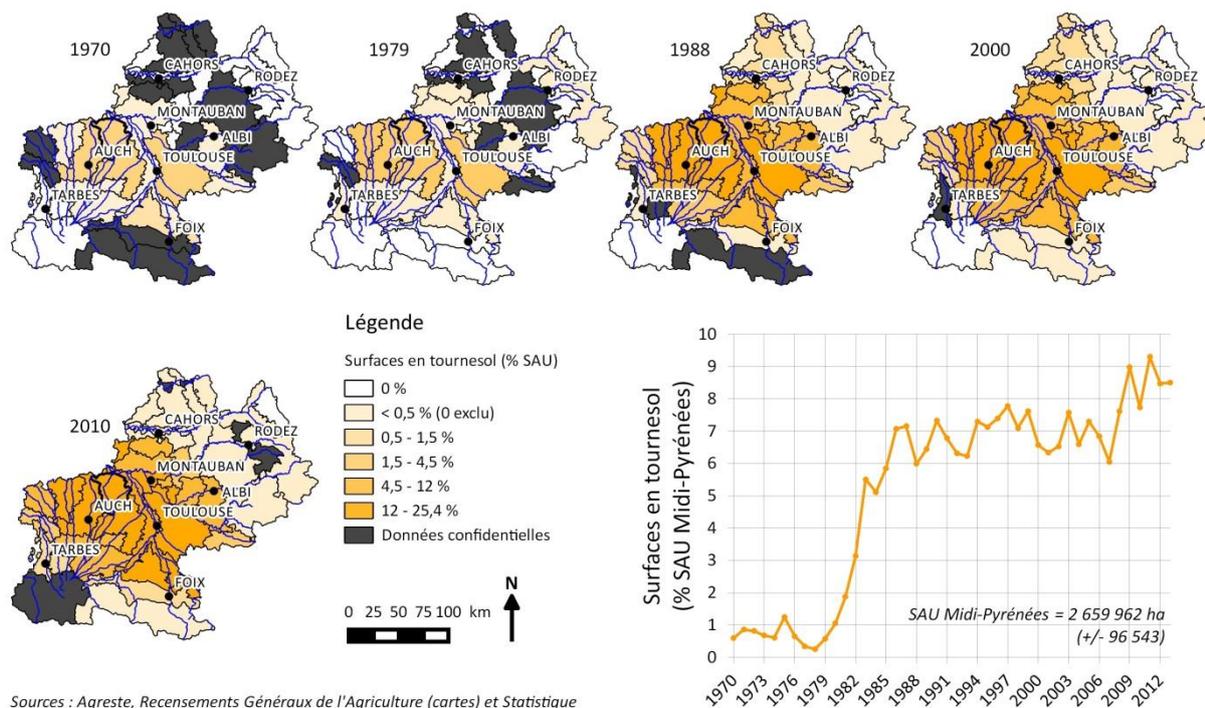
Figure 21 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en blé tendre en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013

La figure 22 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **tournesol** en Midi-Pyrénées entre 1970 et 2013. D'après la courbe et les cartes, le **tournesol** était très peu cultivé, voire absent dans certaines RA, en Midi-Pyrénées jusqu'à la fin des années 1970. Pendant les années 1980, les surfaces en **tournesol** en Midi-Pyrénées connaissent une croissance exponentielle : en 10 ans, elles ont été multipliées par 10, passant d'environ 18 000 ha à plus de 180 000 ha. Le développement exponentiel du **tournesol** s'explique par un besoin en huile et l'arrivée de variétés résistantes au mildiou, maladie qui aurait pu remettre en cause cette culture à ses débuts (Mestries, communication personnelle, Août 2014).

A partir de la fin des années 80, les surfaces en tournesol se stabilisent à peu près : la stagnation des rendements moyens du tournesol et la concurrence d'autres cultures qui présentent des marges brutes plus élevées peuvent justifier cette stagnation. Au-delà de 2007, les surfaces en tournesol se redéveloppent légèrement, ce qui peut s'expliquer par la stabilisation des prix et le découplage des aides (Jouffret *et al.*, 2011). D'après les 3 derniers RGA, les surfaces en **tournesol** sont plus développées dans le Gers, dans la moitié Ouest de la Haute-Garonne, à l'Ouest du Tarn et dans le Tarn-et-Garonne. En revanche, les surfaces de tournesol sont quasiment absentes dans l'Ariège, l'Aveyron, au Sud de la Haute-Garonne, dans les Hautes Pyrénées et dans le Lot : ce sont des zones montagneuses (Pyrénées et Massif Central) où l'élevage est très développé (zones de prairies).

La région agricole de Lomagne est la seconde RA midi-pyrénéenne où le **tournesol** est le plus développé. Ses surfaces représentent en 1988, 2000 et 2010 respectivement 18 %, 22, 7 % et 23,4 % de la SAU totale de la RA.

Evolution des surfaces en tournesol en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



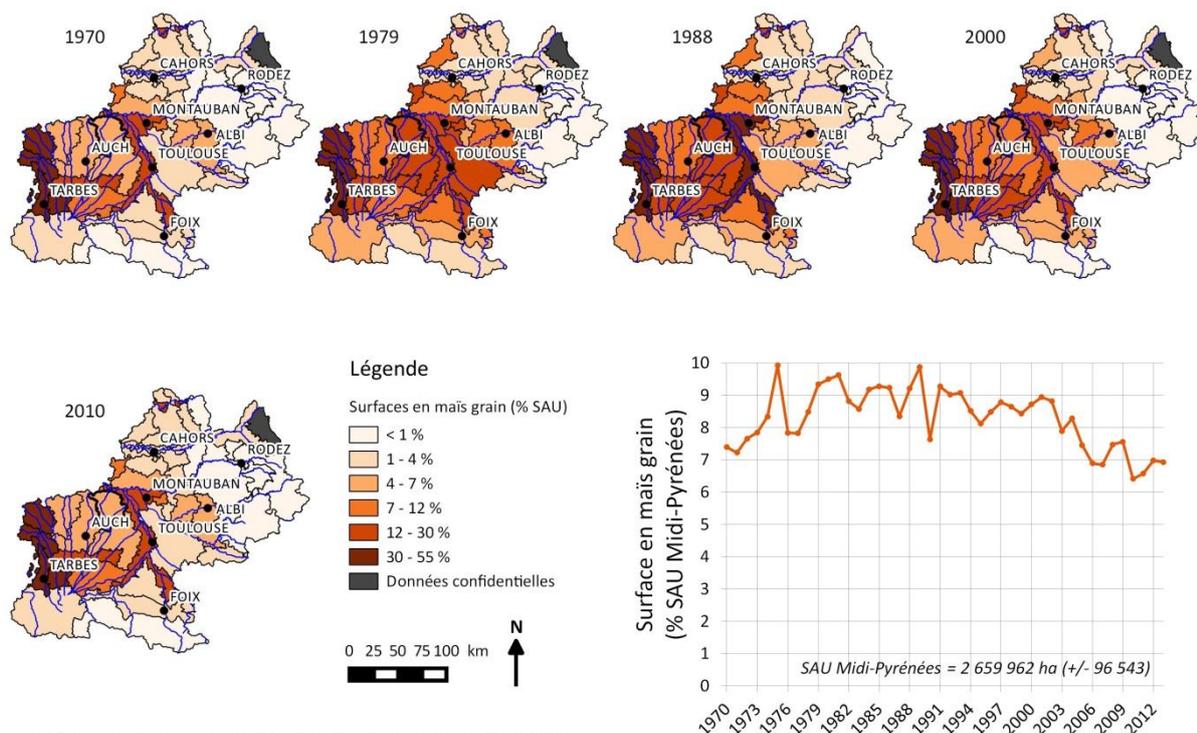
Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 22 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en tournesol en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013

La figure 23 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces de **maïs grain** en Midi-Pyrénées entre 1970 et 2013. D'après la courbe, la proportion de **maïs grain** dans la SAU totale midi-pyrénéenne est discontinue dans le temps. Sur la période étudiée, elle oscille entre 6,9 et 9,9 % de la SAU totale régionale, avec une moyenne de 8,3 % sur les 43 ans (soient en moyenne 220 700 hectares). La tendance serait à vérifier les prochaines années mais les surfaces en **maïs grain** semblent diminuer légèrement depuis 2002. Les surfaces en maïs grain sont développées dans les mêmes régions agricoles que le blé tendre.

Dans la RA de Lomagne, la proportion de surfaces en **maïs grain** est légèrement supérieure à celle de Midi-Pyrénées la même année mais semble toutefois évoluer de la même façon que l'échelle région administrative. Le **maïs grain** représente entre 6,1 % (en 2010) et 13,6 % (en 1979) de la SAU totale de la RA, avec une moyenne sur les RGA de 10,4 % (soit environ 7 600 hectares).

Evolution des surfaces en maïs grain en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et l'échelle régionale (courbe)



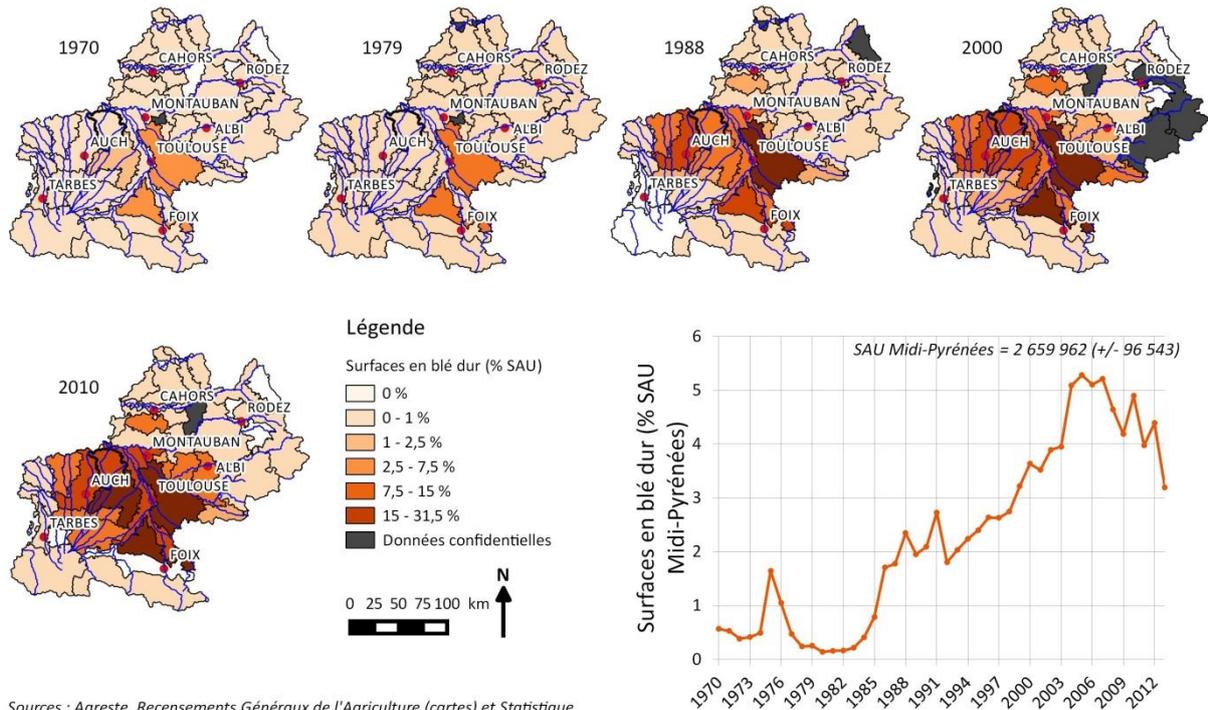
Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 23 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en maïs grain en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013

La figure 24 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **blé dur** en Midi-Pyrénées entre 1970 et 2013. D'après la courbe, les surfaces en **blé dur** étaient presque inexistantes en Midi-Pyrénées entre 1970 et le milieu des années 80 : en moyenne, 0,5 % de la SAU totale Midi-Pyrénéenne sur cette période, soient environ 13 700 hectares de **blé dur**. Au-delà, les surfaces en **blé dur** n'ont cessé d'augmenter jusqu'à représenter 5,3 % de la SAU midi-pyrénéenne en 2005 (soient 135 366 hectares). Jusqu'en 2013, la proportion de **blé dur** chute progressivement : 3,2 % de la SAU en 2013 (soient 80 144 hectares). La proportion de surfaces en **blé dur** est plus importante dans la partie centre de la région, en particulier à l'Est de Toulouse.

Les surfaces en **blé dur** sont anecdotiques en Lomagne en 1970 et 1979 : elles ne représentent respectivement que 0,4 et 0,7 % de la SAU totale de la RA (soient environ 300 hectares). A partir du recensement agricole de 1988, les surfaces en **blé dur** représentent entre 6,4 et 10,2 % de la SAU de la RA (entre 4700 et 7500 hectares environ) : entre 1979 et 1988, les surfaces en **blé dur** ont été multipliées par plus de 16.

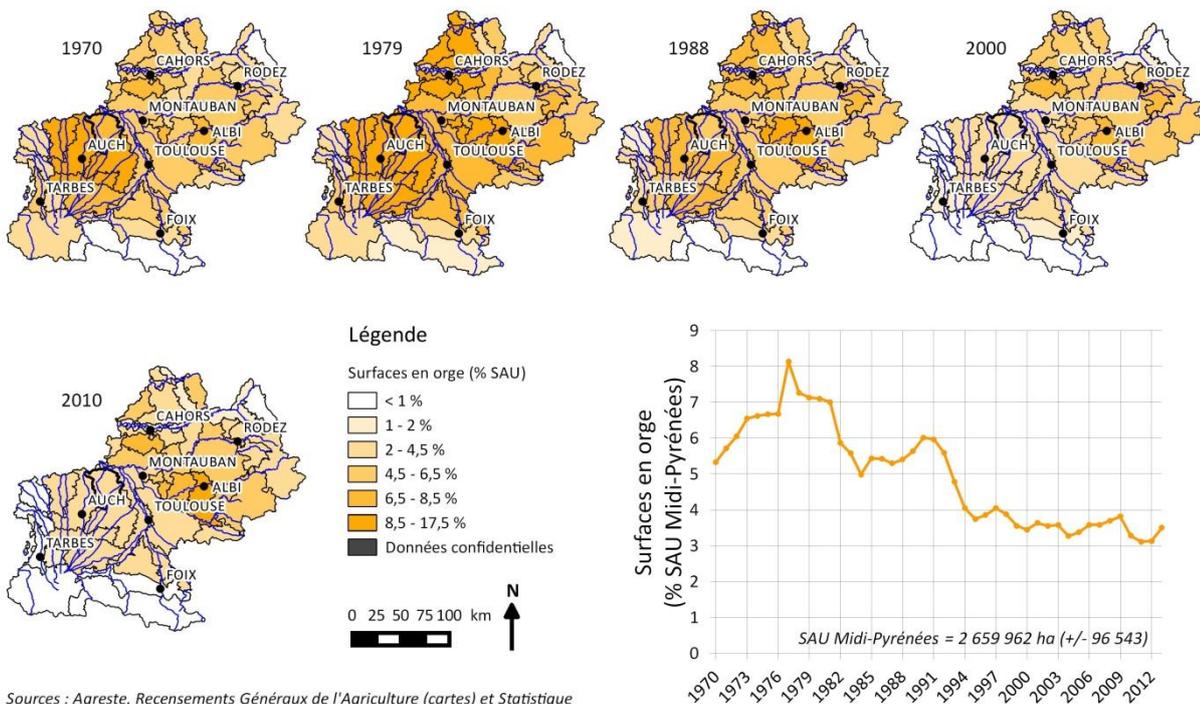
Evolution des surfaces en blé dur en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 24 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en blé dur en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013

Evolution des surfaces en orge en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 25 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en orge en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013

La figure 25 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **orge** en Midi-Pyrénées entre 1970 et 2013. D'après la courbe, la proportion de surfaces en **orge** augmente entre 1970 et 1977, jusqu'à

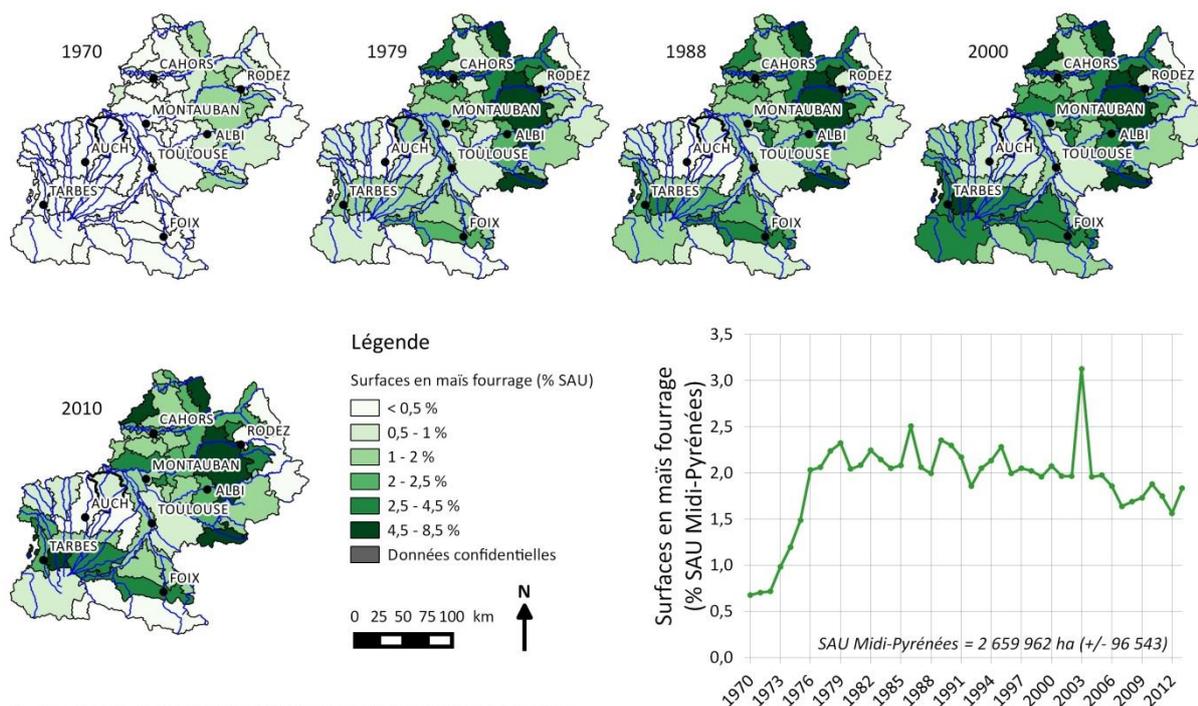
atteindre 8 % de la SAU totale Midi-pyrénéenne (soient environ 220 700 hectares). Au-delà, les surfaces ne cessent de décroître jusqu'à atteindre environ 3,5 % de la SAU midi-pyrénéenne dans les années 2000 et ce jusqu'en 2013 (environ 93 000 hectares, soit 2,4 fois moins qu'en 1977). D'après les cartes issues des données des RGA, les surfaces en **orge** sont très faibles et tendent à disparaître dans le temps dans le sud de la région Midi-Pyrénées (ligne reliant Tarbes à Foix). Au Nord de cette ligne, les surfaces sont relativement homogènes, même si les proportions d'**orge** dans les RA à proximité d'Albi, Auch, et Cahors sont légèrement supérieures.

L'évolution des surfaces en **orge** dans la RA de Lomagne suit les mêmes tendances que la moyenne midi-pyrénéenne. Toutefois, en 1970 et en 1979, la proportion de surfaces en **orge** en Lomagne est plus importante que la moyenne midi-pyrénéenne ces mêmes années : respectivement 8,2 % et 11,6 % de la SAU totale de Lomagne contre seulement 5,3 % et 7,1 % de la SAU midi-pyrénéenne.

La figure 26 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **maïs fourrage** en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013. D'après les SAA, le **maïs fourrage** a commencé à se développer en Midi-Pyrénées au début des années 70. A partir de 1976, ses surfaces se stabilisent jusqu'en 2013 et représentent environ 2,1 % de la SAU totale midi-pyrénéenne, soient environ 54 250 hectares. Les surfaces en **maïs fourrage** commencent à se développer au Nord de la région : dans l'Aveyron, le Lot et le Tarn. Elles se développent ensuite également dans le Sud, à la lisière des Pyrénées mais assez peu dans la partie centrale. Le maïs fourrage s'est uniquement développé dans les zones d'élevage.

Dans la région de Lomagne, les surfaces en **maïs fourrage** sont faibles lors des 5 recensements agricoles : elles varient entre 0,3 % (en 1970) et 1,6 % (en 1979) de la SAU totale de la RA (soient moins de 4 400 hectares (zone de grandes cultures).

Evolution des surfaces en maïs fourrage en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

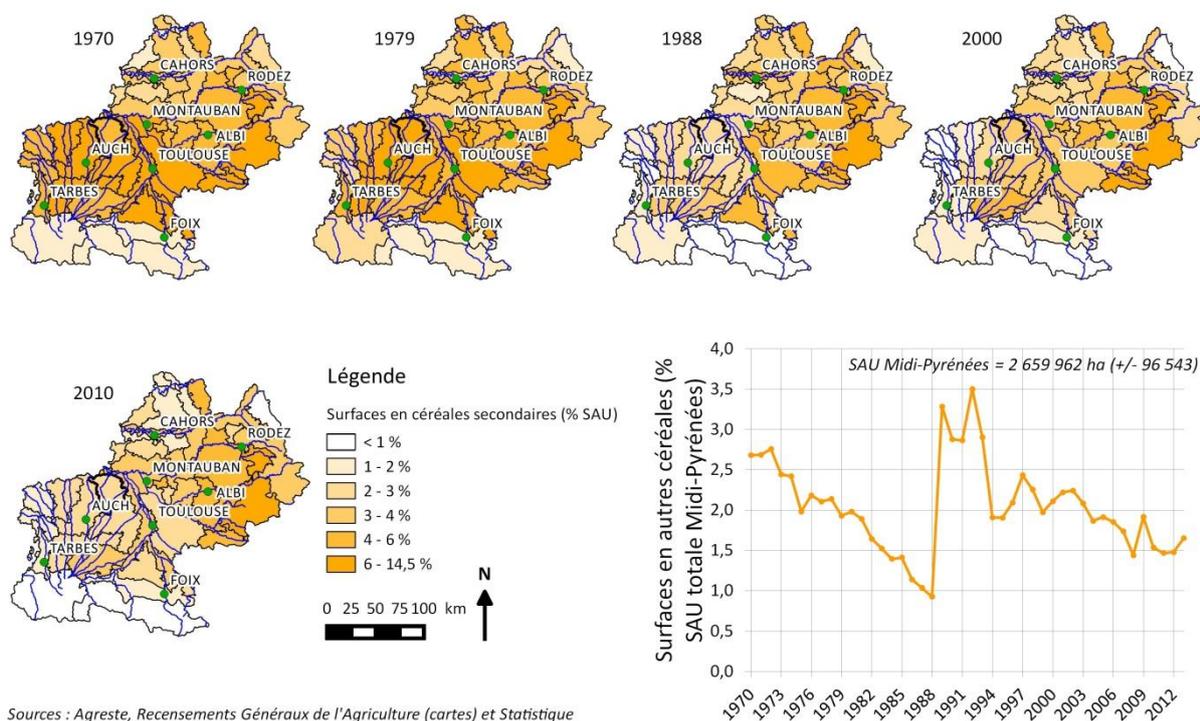
Figure 26 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en maïs fourrage en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013

La figure 27 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **céréales secondaires (avoine, mélange de céréale, seigle...)** (le blé dur n'est PAS pris en compte dans cette catégorie en Midi-Pyrénées) en Midi-Pyrénées entre 1970 et 2013. Attention, de 1970 à 1988, les données sur les mélanges de céréales et sur le sorgho ne sont pas disponibles pour les statistiques agricoles annuelles (courbe). Le pic de surfaces en 1989 ne doit donc pas être considéré comme une augmentation importante cette année-là car il y a 2 catégories en plus prises en compte à partir de 1989.

Abstraction faite de l'ajout des 2 catégories supplémentaires, les surfaces en **céréales secondaires** décroissent depuis 1970. Seules les surfaces en mélange de céréales restent stables, malgré une moyenne très faible : environ 14 000 hectares de 1989 à 2013. De même que pour l'orge, les surfaces en **céréales secondaires** sont très faibles et tendent à disparaître dans le temps dans les RA les plus au Sud de Midi-Pyrénées.

En Lomagne, les surfaces en **autres céréales** évoluent entre 7,6 % (en 1979) et 2,5 % de la SAU totale de la RA (en 1988 t 2010). De 1970 et 2010, les surfaces en **céréales secondaires** ont été divisées par plus de 2 en Lomagne.

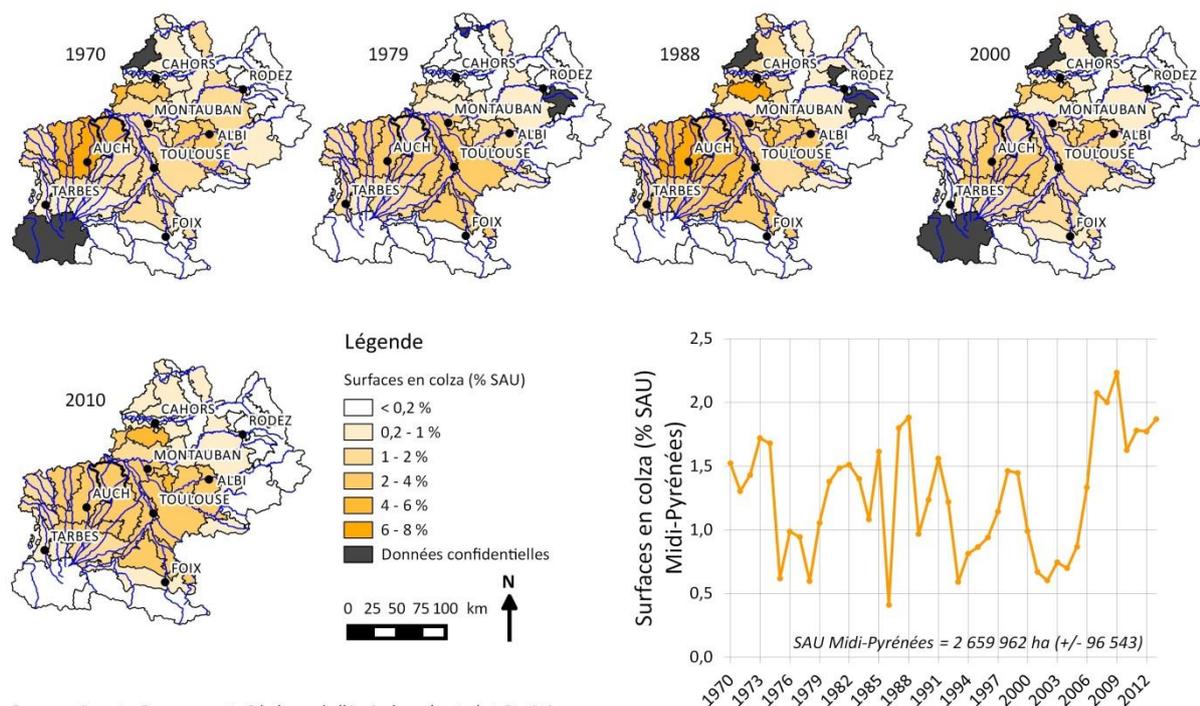
Evolution des surfaces en céréales secondaires en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 27 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en céréales secondaires en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013. Attention : de 1970 à 1988, les données sur les mélanges de céréales et sur le sorgho ne sont pas disponibles pour les statistiques agricoles annuelles (courbe). Le pic de surface en 1989 ne doit donc pas être considéré comme une augmentation important cette année-là car il y a 2 catégories supplémentaires prises en compte à partir de 1989.

Evolution des surfaces en colza en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 28 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en colza en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013

La figure 28 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **colza** en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013. Elles sont relativement faibles et variables sur la période étudiée. D'après les SAA, le **colza** n'excède pas 2,3 % de la SAU totale midi-pyrénéenne. De plus, en seulement une ou deux année(s), les surfaces en **colza** peuvent être divisées/multipliées par plus de 2 de façon régulière : par exemple, en 1985, 44 165 hectares de **colza** sont cultivés en Midi-Pyrénées contre seulement 11 200 en 1986, soit 3 fois moins. Les surfaces en **colza** sont anecdotiques voire inexistantes dans les régions agricoles situées à l'Est et au Nord de l'Aveyron ainsi qu'au Sud de l'Ariège, de la Haute-Garonne et des Hautes-Pyrénées (dans les zones montagneuses). C'est dans l'Est du Gers que les surfaces en **colza** sont les plus développées (environ 4 % de la SAU des RA concernées). C'est notamment le cas en Lomagne, où la proportion moyenne (5 RGA) de colza par rapport à la SAU de la RA est égale à 3,9 %. Le **colza** représente environ entre 1100 (en 2000) et 3600 hectares (en 1970) en Lomagne.

La figure 29 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **soja** en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013. Le soja est la principale légumineuse cultivée en Midi-Pyrénées (hors prairies artificielles) : de 1989 à 2013, il représente entre 0,4 et 2,5 % de la SAU régionale (soient entre 9 100 et 65 900 hectares). L'évolution des surfaces en **soja** est liée aux réformes de la PAC. De 1989 à 1992 et depuis la fin des années 90 jusqu'en 2008 environ, les surfaces en **soja** tendent à baisser (divisées par 4 lors de la première période et par 6 lors de la seconde période). L'augmentation des surfaces en **soja** au début des années 90 puis en 2010 (dans une moindre mesure) coïncide avec 2 mesures politiques : la réforme Mac Sharry en 1992 (aides directes pour compenser la diminution des prix) et plan français de 2010 qui soutient la production de protéagineux. Après 1992, les surfaces en **soja** en Midi-Pyrénées ont été multipliées par 4,5 en moins de 5 ans : en 1992, il n'y avait que 14 500 hectares de soja ; ses surfaces représentaient plus de 50 000 hectares entre 1995 et 2001. Le soja commence à se développer à la fin des années 70 dans le Tarn-et-Garonne, le Tarn et le Nord du Gers et de la Haute-Garonne. A partir de 1988, il s'est implanté dans presque toute la région, hormis les zones d'élevage (Pyrénées, Aveyron et Lot).

Dans la région agricole de Lomagne, il n’y avait pas du tout de **soja** en 1970. De 1979 à 2000, ses surfaces augmentent, passant de 0,5 % à 4 % de la SAU de la RA (soit environ de 370 à 2 900 hectares). Lors du RGA de 2010, il ne représente plus que 2 % de la SAU (1 470 hectares environ).

Evolution des surfaces en soja en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)

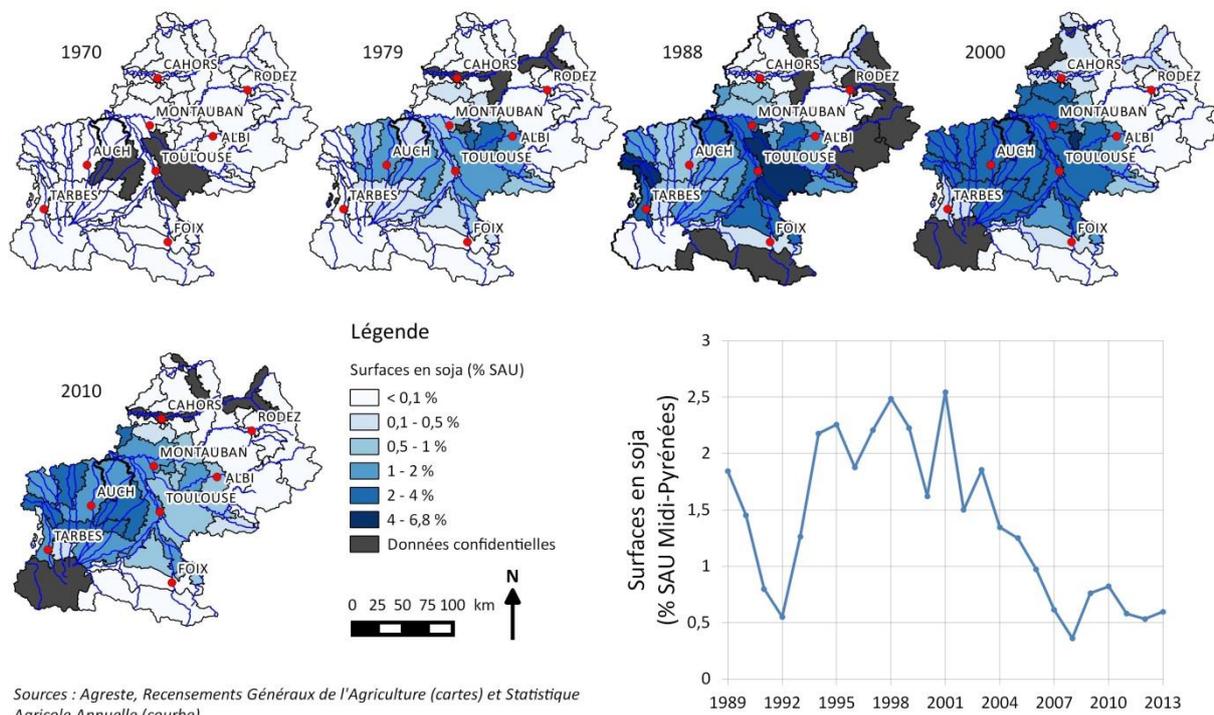


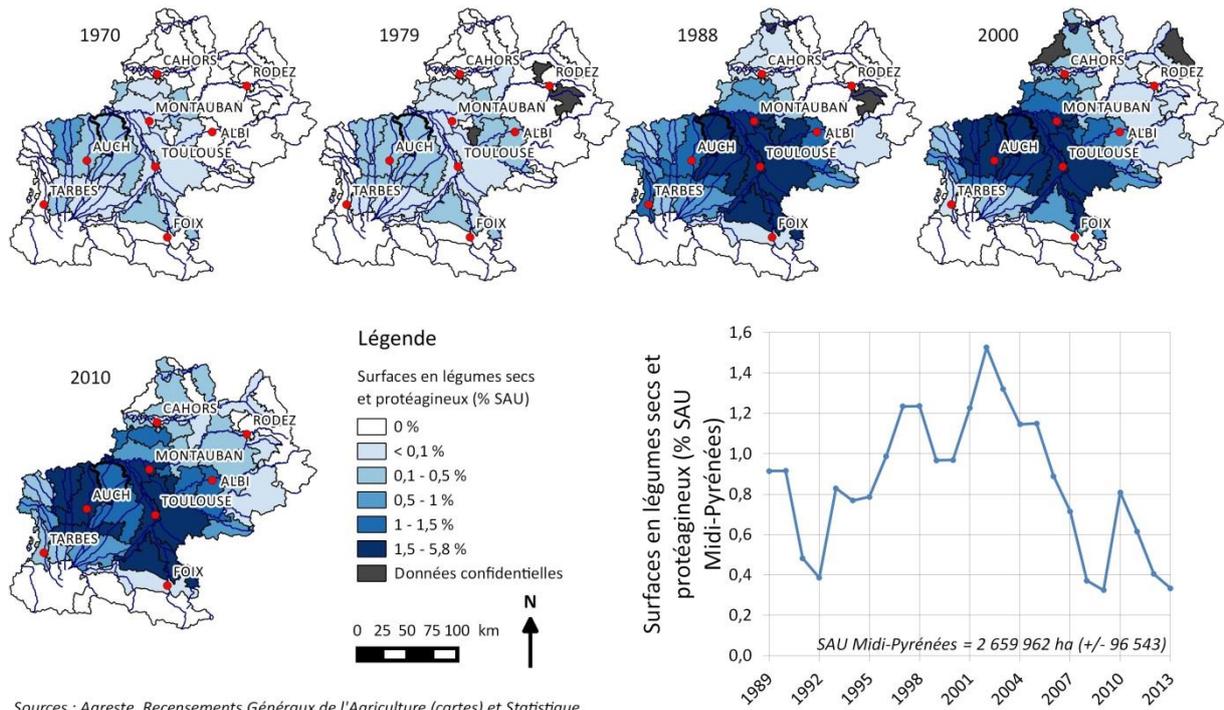
Figure 29 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en soja en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013

La figure 30 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **légumes secs et en protéagineux** en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013. Mis à part en 1991 et 1992 où les surfaces ont été divisées par 2, la proportion de **légumes secs et de protéagineux** dans la SAU midi-pyrénéenne a augmenté de 1989 à 2002. C'est cette dernière année que les surfaces ont été les plus développées : 39 382 hectares alors que sur le reste de la période des SAA, elles ne dépassent pas 30 000 hectares.

Au-delà de 2002, elles diminuent jusqu'en 2013 où elles ne représentent plus que 0,3 % de la SAU midi-pyrénéenne (soient 8 300 hectares). Toutefois, un pic de production est remarquable en 2010 : de 2009 à 2010, les surfaces ont doublé, passant de 8 200 hectares (le minimum atteint en Midi-Pyrénées entre 1989 et 2013) à 20 400 hectares. Ce pic de production s'explique par la mise en place d'une aide spécifique pour les **protéagineux** en 2010. D'après le SSP (2012), l'évolution des surfaces en **protéagineux** s'explique en partie par la variation de leur marge brute par rapport aux autres cultures qui leur sont substituables. En Midi-Pyrénées, les **protéagineux et les légumes secs** sont plus développés au Nord de la Haute-Garonne, dans le Gers, dans le Tarn et dans le Tarn-et-Garonne : c'est également dans ces départements que les OTEX grandes cultures sont les plus développées.

Dans la région de Lomagne, les surfaces évoluent de la même façon qu'en Midi-Pyrénées. Sur les 5 années enquêtées par les RGA, elles ne dépassent pas 2 100 hectares (soit 2,9 % de la SAU de la RA) (en 2000). En 2010, elles ne représentent plus que 1 % de la SAU, soient 750 hectares seulement.

Evolution des surfaces en légumes secs et protéagineux en Midi-Pyrénées à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 30 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en légumes secs et en protéagineux en Midi-Pyrénées de 1970 à 2013

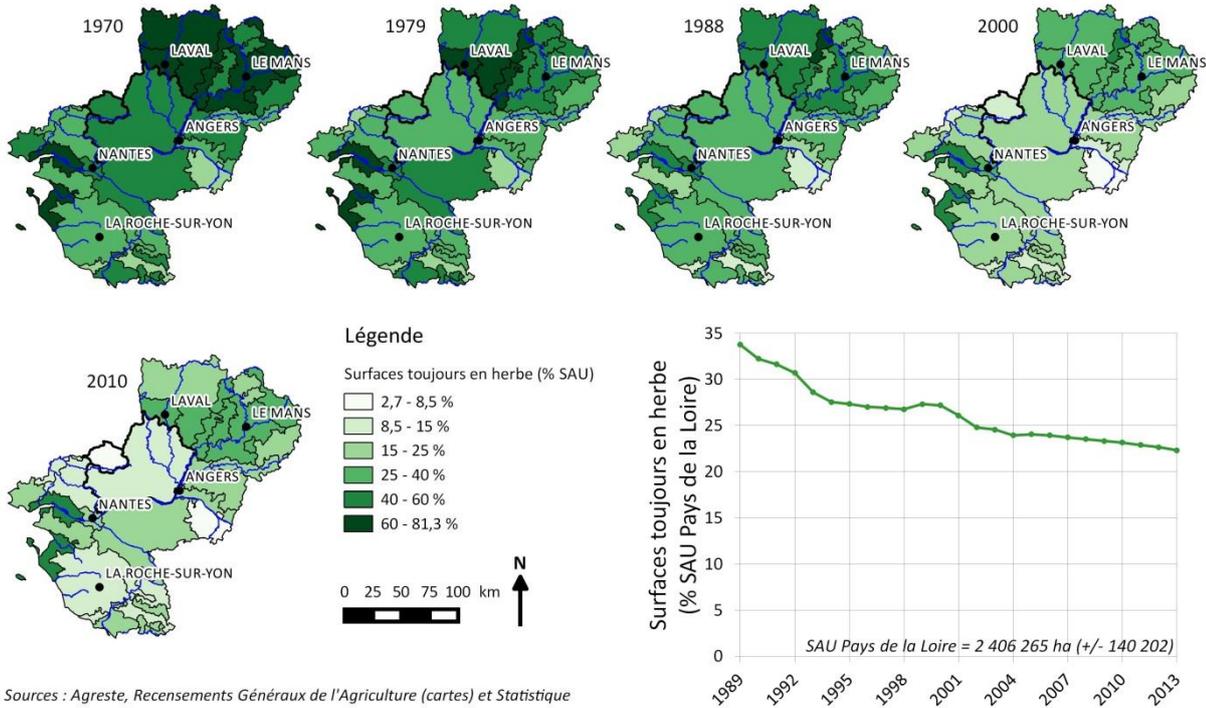
3. Pays de la Loire

La figure 31 présente l'évolution spatiale et temporelle des **surfaces toujours en herbe** en Pays de la Loire de 1970 à 2013. D'après les SAA (uniquement à partir de 1989), les **STH** ne cessent de décroître jusqu'en 2013 : en 1989, elles représentaient 33,8 % de la SAU ligérienne (soit 813 081 hectares) et elles n'en représentent plus que 22,3 % en 2013 (soient environ 1,5 fois moins). A l'échelle des régions agricoles, elles représentaient jusqu'à 80 % de la SAU (au Nord-Est). La répartition des **STH** en Pays de la Loire est relativement homogène, bien qu'elles semblent légèrement plus représentées au Nord de la région.

Dans les deux RA ligériennes retenues pour le projet LEGITIMES - le pays de Châteaubriant et le bocage Angevin (qui englobe le pays d'Ancenis) – les **STH** décroissent de façon importante entre 1970 et 2013 :

- dans le pays de Châteaubriant, les **STH** représentaient 51,8 % de la SAU totale de la RA, elles n'en représentent plus que 8,5 % en 2010 (soit 6 fois moins) ;
- dans le bocage Angevin, elles représentaient 45,1 de la SAU totale de la RA, elles n'en représentent plus que 12,8 % en 2010 (soit 3,5 fois moins).

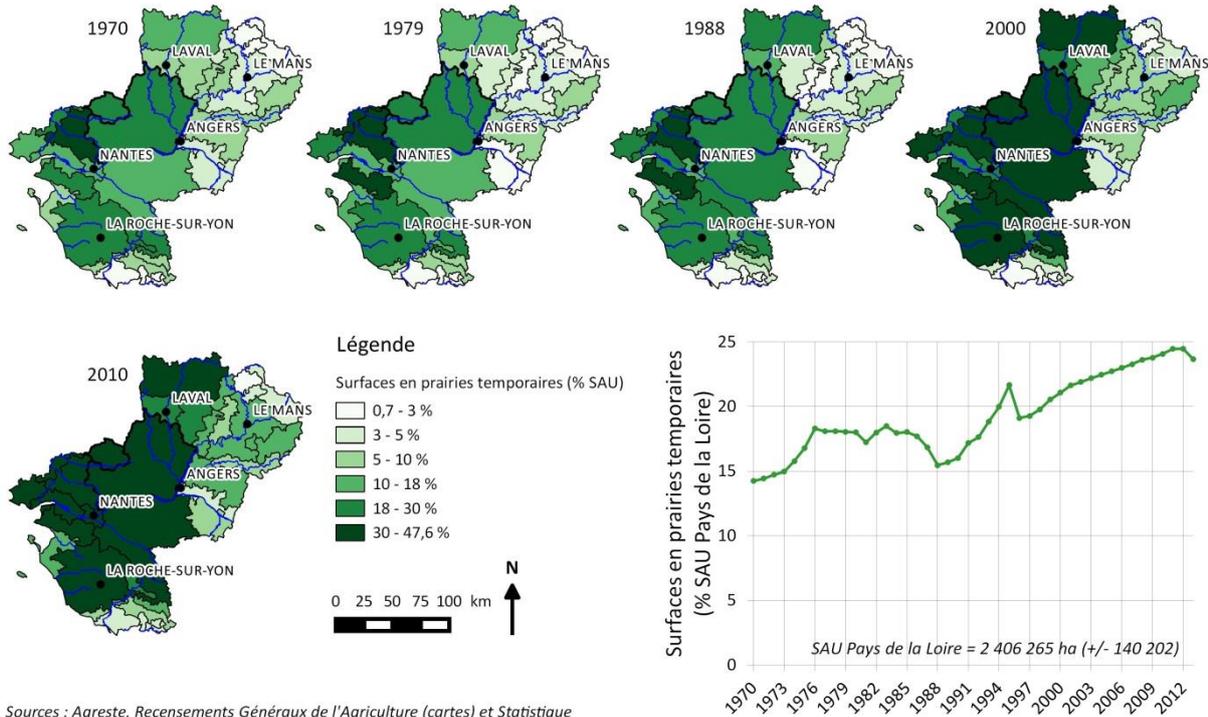
Evolution des surfaces toujours en herbe en Pays de la Loire à l'échelle des régions agricoles (courbes)
et à l'échelle régionale (carte)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 31 : évolution spatiale et temporelle des STH en Pays de la Loire de 1970 à 2013

Evolution des surfaces en prairies temporaires en Pays de la Loire à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

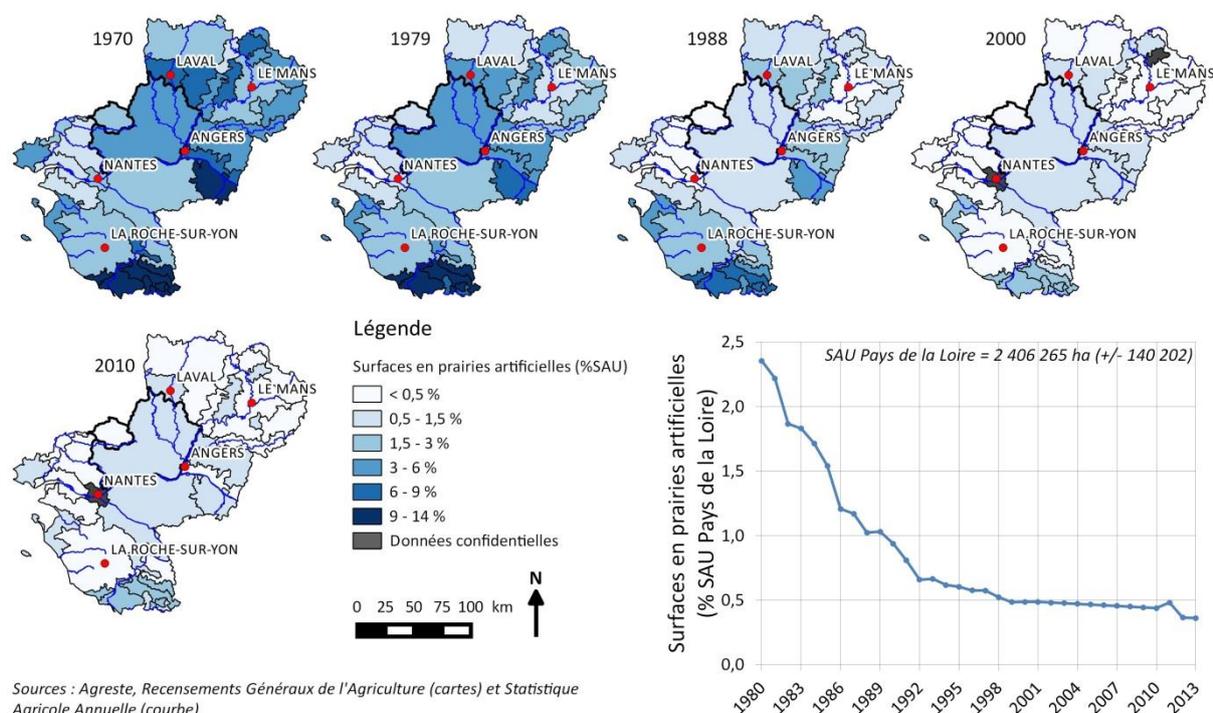
Figure 32 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en prairies temporaires (graminées) en Pays de la Loire de 1970 à 2013

La figure 32 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **prairies temporaires (prairies composées essentiellement de graminées)** en Pays de la Loire de 1970 à 2013. A l'échelle régionale

(courbe), nous pouvons observer une augmentation de ces surfaces sur la période étudiée : en 1970, les **prairies temporaires** représentaient 14,2 % de la SAU totale midi-pyrénéenne (soient 372 500 hectares), elles sont 1,4 fois plus importantes en 2013, avec 24,1 % de la SAU (soient 520 408 hectares). La proportion de **prairies temporaires** dans les RA ligériennes est plus faible à l'Est des Pays de la Loire et tout au Sud de la Vendée.

Les 2 RA d'intérêt pour LEGITIMES se situent dans la zone ligérienne où la proportion de **prairies temporaires** est la plus importante. En effet, elles représentent de 19 à 40 % de la SAU totale dans le pays de Châteaubriant et 20 à 33 % de la SAU totale du bocage Angevin.

Evolution des surfaces des prairies artificielles en Pays de la Loire à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 33 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en prairies artificielles (légumineuses) en Pays de la Loire de 1970 à 2013

La figure 33 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **prairies artificielles (prairies composées essentiellement de légumineuses)** en Pays de la Loire de 1970 à 2013. D'après les SAA, elles ne cessent de décroître de 1980 à 2013 : en 30 ans, elles ont été divisées par 7,5, passant de 59 800 hectares à seulement 7 900 hectares. Leur diminution a été plus intense entre 1980 et le début des années 90. Lors de leur apogée, les **prairies artificielles** étaient plus développées dans les RA au Sud de la Vendée ainsi qu'en Mayenne et dans la Sarthe.

Les surfaces en **prairies artificielles** ont également diminué dans les 2 RA étudiées pour LEGITIMES : elles ont été divisées par 14 dans le pays de Châteaubriant (passant d'environ 1 300 hectares à seulement 100 hectares) et divisées par 9 dans le bocage Angevin (passant de 16 500 hectares à 1760 hectares).

La figure 34 présente l'évolution spatiale des surfaces en **blé tendre** en Pays de la Loire de 1970 à 2013. A l'échelle régionale, depuis 1970, les surfaces en **blé tendre** ont été multipliées par 1,7, passant de 201 641 hectares en 1970 à 338 540 hectares en 2013. La proportion de **blé tendre** est plus importante dans les RA de l'Est et du Sud ligérien puisqu'il peut représenter plus de 30 % de la SAU totale de la RA.

Dans les RA d'intérêt pour LEGITIMES, les surfaces en **blé tendre** ont également augmenté entre 1970 et 2010 : elles ont été multipliées par 2,5 en 40 ans. Dans le pays de Châteaubriant, elles représentaient 7,4 % de la SAU (soient environ 3 300 hectares) en 1970 et 17,9 % de la SAU en 2010 (soient environ 8 400 hectares). Dans le bocage Angevin, le **blé tendre** représentait 8,2 % de la SAU (soient environ 28 900 hectares) en 1970 et 20,9 % de la SAU en 2010 (soient environ 73 600 hectares).

Evolution des surfaces en blé tendre en Pays de Loire à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)

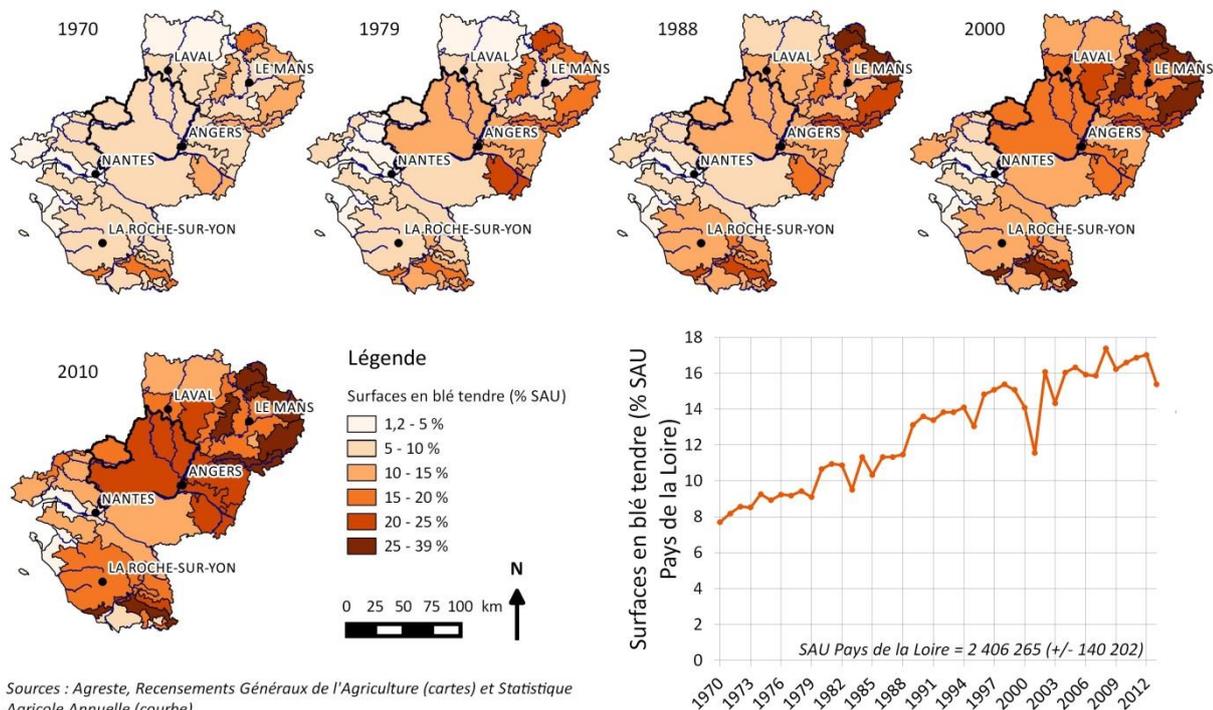
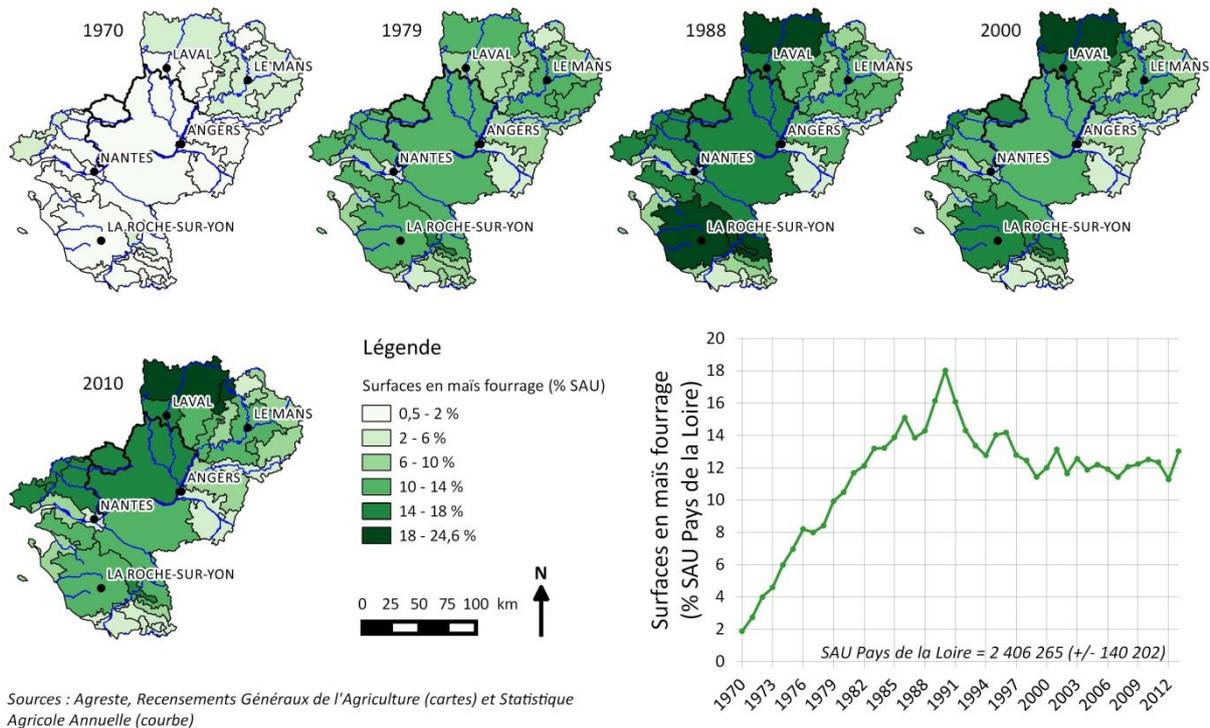


Figure 34 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en blé tendre en Pays de la Loire de 1970 à 2013

Evolution des surfaces en maïs fourrage en Pays de la Loire à l'échelle des régions agricoles (cartes) à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

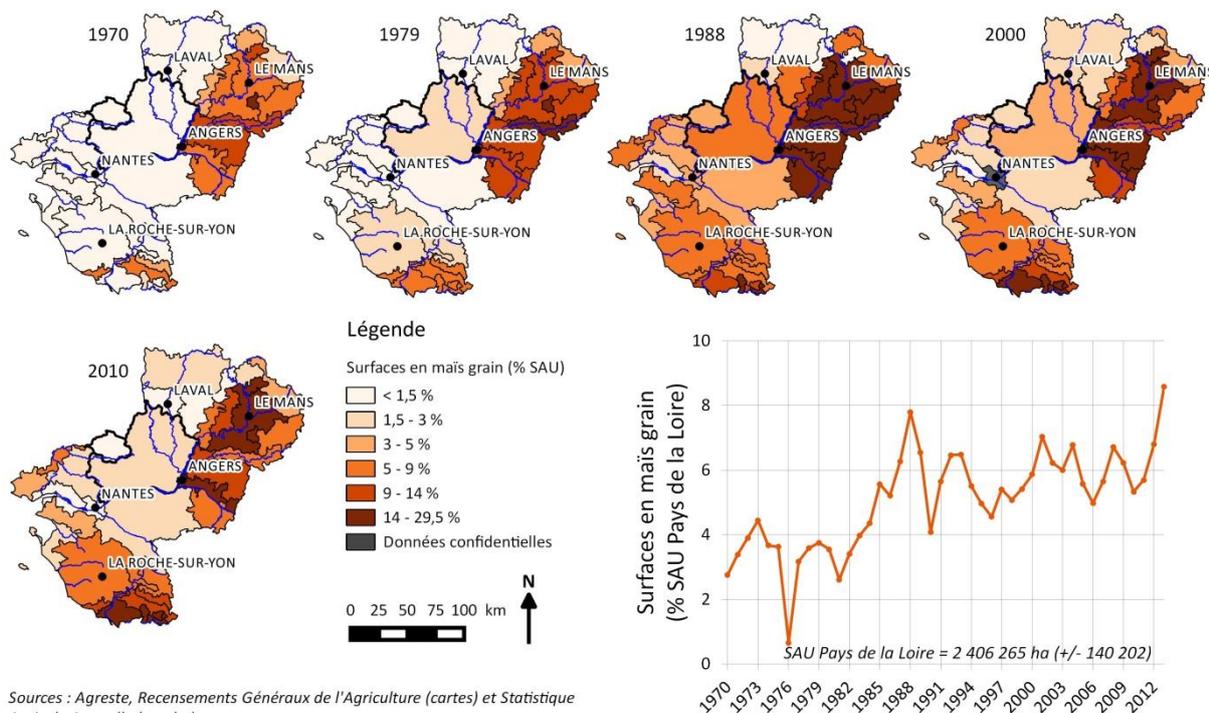
Figure 35 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en maïs fourrage en Pays de la Loire de 1970 à 2013

La figure 35 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **maïs fourrage** en Pays de la Loire de 1970 à 2013. Elles ont très fortement augmenté de 1970 à 1990, comme le montrent la courbe et les cartes. En Pays de la Loire, elles ne représentaient que 1,9 % de la SAU totale (49 000 hectares), c'est-à-dire 8,8 fois moins qu'en 1990 où elles représentaient 18 % de la SAU totale ligérienne (431 243 hectares). Après 1990 et jusqu'à la fin des années 90, les surfaces en **maïs fourrage** ont été divisées par 5 : en moyenne, de 1997 à 2013, les surfaces en **maïs fourrage** ne représentent plus que 11,8 % de la SAU totale ligérienne (environ 275 000 hectares). Les surfaces en **maïs fourrage** sont plus développées dans les RA du Nord des Pays de la Loire.

Les proportions de **maïs fourrage** dans la SAU des 2 RA ligériennes d'intérêt pour LEGITIMES sont très proches et évoluent de la même façon que la moyenne régionale. Dans le pays de Châteaubriant, le **maïs fourrage** représente entre 1,7 % (1970) et 16,5 % (2010) de la SAU de la RA. Dans le bocage Angevin, il représente entre 1,5 % (1970) et 15,5 % (1988) de la SAU totale de la RA.

La figure 36 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **maïs grain** en Pays de la Loire de 1970 à 2013. D'après la courbe issue des SAA, les surfaces en **maïs grain** évoluent en dents de scie sur la période étudiée. Globalement, elles tendent à augmenter entre 1970 et 2013 : respectivement 71 900 et 188 745 hectares de surfaces en **maïs grain**. En 1976, les surfaces en **maïs grain** ont chuté, occupant seulement 16850 hectares en Pays de la Loire alors qu'en 1975 et en 1977, nous en comptons 96 487 hectares (soit 5,7 fois plus). A l'inverse, 2 faibles pics de production de **maïs grain** en Pays de la Loire sont remarquables en 1988 et en 2013 : il représente respectivement 7,8 % (188 900 hectares) et 8,9 % (188 745 hectares) de la SAU ligérienne ces 2 années. Les surfaces en **maïs grain** sont plus développées dans les RA à Est et au Sud des Pays de la Loire.

Evolution des surfaces en maïs grain en Pays de la Loire à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 36 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en maïs grain en Pays de la Loire de 1970 à 2013

En 1970 et en 1979, le **maïs grain** est très anecdotique dans le pays de Châteaubriant : seuls 100 hectares en 1970 et 280 hectares en 1979 sont cultivés (soit respectivement 0,2 % et 0,6 % de la SAU). Le pic de production de 1988 est bien plus important dans le pays de Châteaubriant : le **maïs grain** représente 4,5 % de la SAU (2100 hectares), soit entre 7 et 22 fois plus que lors des 2 précédents RGA. Il représente ensuite environ 1,5 % de la SAU. Dans le bocage Angevin, le pic de 1988 est également remarquable : en 1970 et 1979, il représente en moyenne 1,7 % de la SAU de la RA contre 6,6 % en 1988 (soit environ 4 fois plus que les 2 RGA précédents). Lors des 2 derniers RGA, le **maïs grain** occupe en moyenne 2,6 % de la SAU du bocage Angevin.

La figure 37 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **colza** en Pays de la Loire de 1970 à 2013. Jusqu'au milieu des années 90, le colza est presque inexistant dans les surfaces agricoles ligériennes (malgré un petit pic de production en 1988 où les surfaces en **colza** ont atteint 26 500 hectares, soit environ 3 fois plus que les années précédentes). Dès les années 1990, les surfaces en **colza** augmentent jusqu'à atteindre 3 % de la SAU totale ligérienne en 2013, c'est-à-dire 65 000 hectares. Autour de 1999, un second pic de production du **colza** est remarquable : cette année-là, il représente 2,4 % de la SAU (55 300 hectares), soit environ 2 fois plus que les années précédentes. Le **colza** est plus développé dans les régions agricoles du Sud de la Vendée et de l'Est ligérien, où il peut représenter jusqu'à 10 % de la SAU de la RA.

Evolution des surfaces en colza en Pays de la Loire à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)

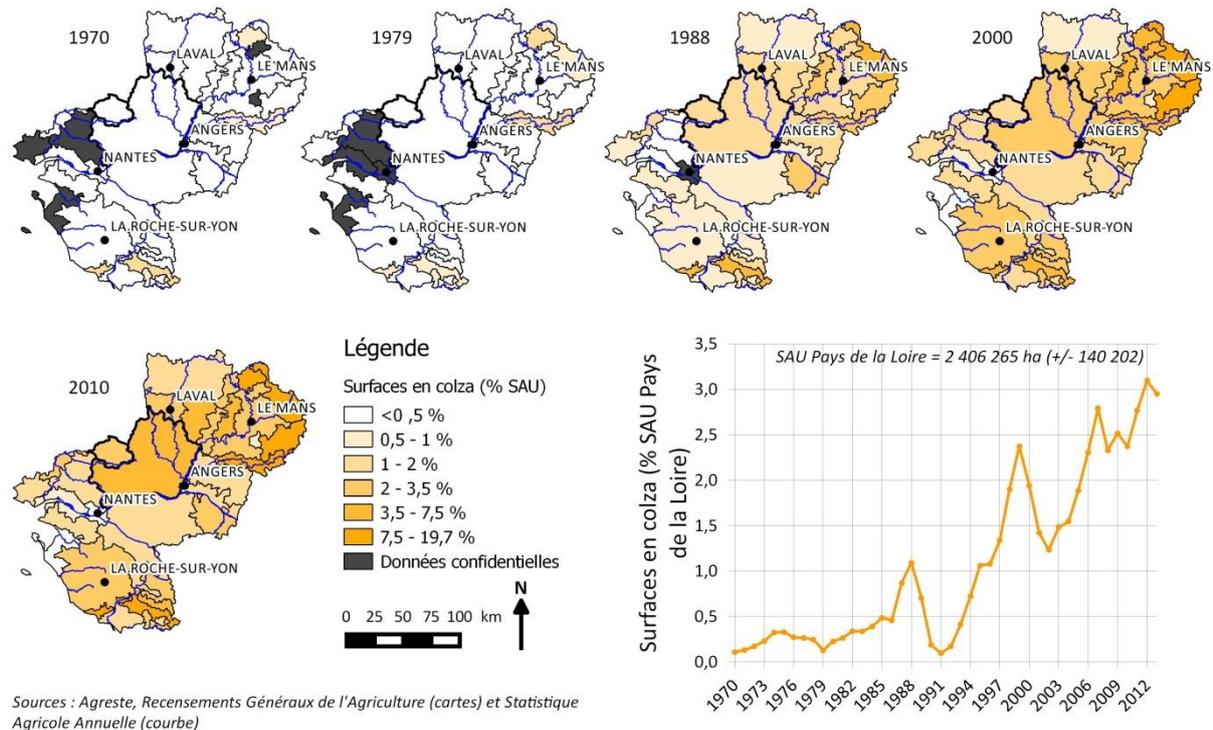


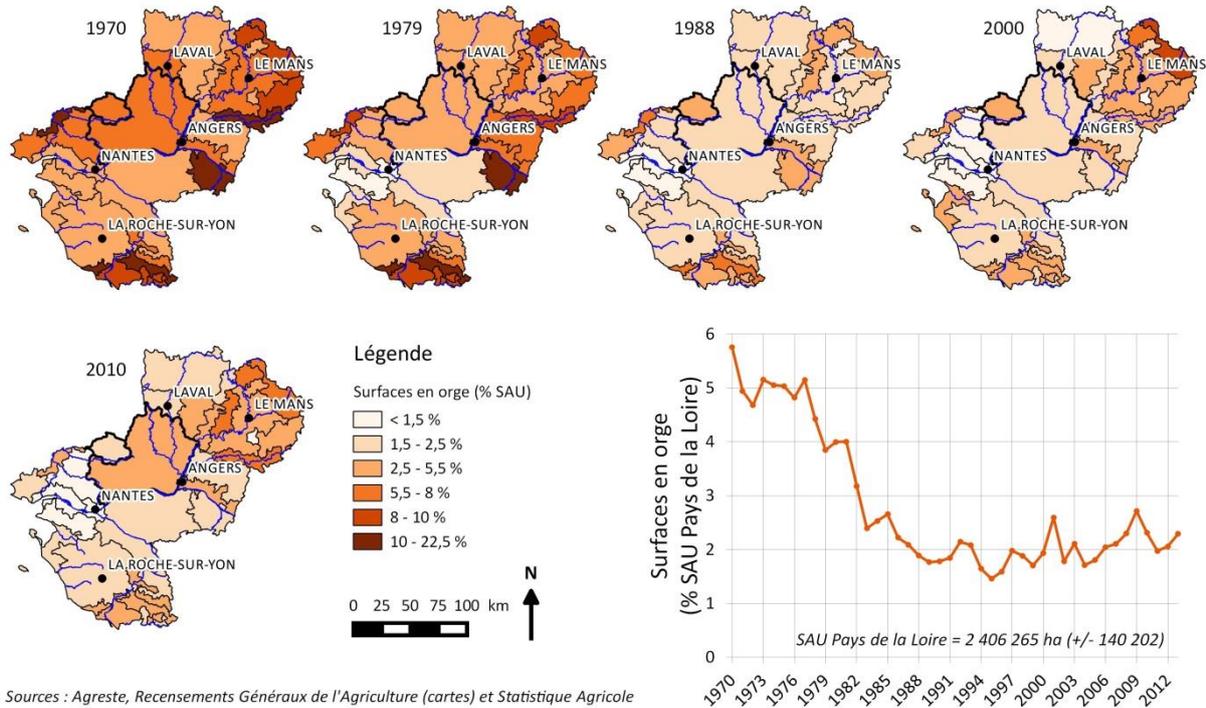
Figure 37 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en colza en Pays de la Loire de 1970 à 2013

Dans le pays de Châteaubriant, il n'y avait aucune surface en **colza** lors des 2 premiers recensements agricoles. De 1988 à 2010, ses surfaces ont doublé puisqu'il représentait respectivement 1,6 % et 3,2 % de la SAU de la RA. Dans le bocage Angevin, le **colza** ne représentait que 0,3 % de la SAU lors des 2 premiers RGA (soient environ 1050 hectares). De même qu'à l'échelle des Pays de la Loire, ses surfaces se sont développées en 1988 et à partir de la fin des années 90 : en 1988, le **colza** représentait 1,5 % de la SAU de la RA, proportion qui a été multipliée par 2,5 en 2010.

La figure 38 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **orge** en Pays de la Loire de 1970 à 2013. De 1970 jusqu'au milieu des années 80, les surfaces en **orge** ont été divisées par 3. Elles se sont ensuite stabilisées jusqu'en 2013 : 150 504 hectares d'**orge** (5,8 % de la SAU ligérienne) en 1970 et en moyenne 46 000 hectares (2 %) entre 1986 et 2013. L'**orge** est plus développée dans les RA au Sud de la Vendée, à l'Est et également un peu au centre des Pays de la Loire (notamment dans le Pays de Châteaubriant et le bocage Angevin).

Les proportions de surface en **orge** dans les 2 RA ligériennes d'intérêt pour LEGITIMES sont très proches des valeurs régionales et ont évolué de façon identique.

Evolution des surfaces en orge en Pays de la Loire à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

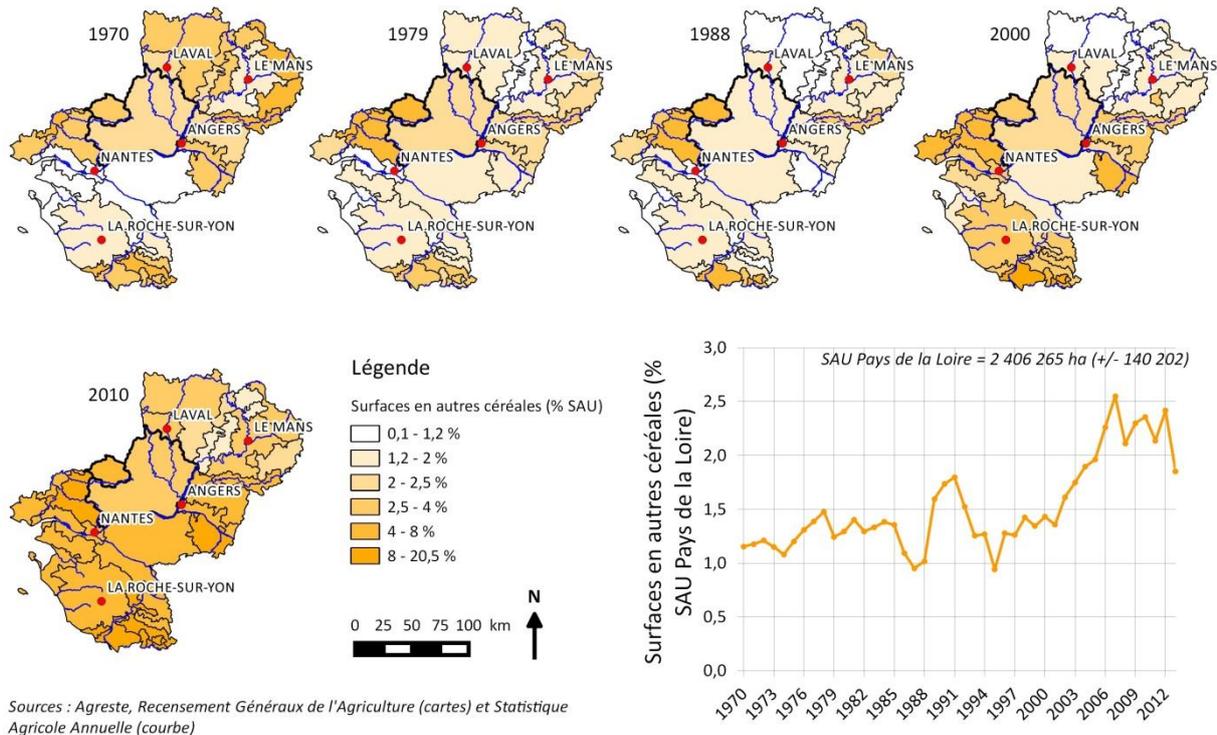
Figure 38 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en orge en Pays de la Loire de 1970 à 2013

La figure 39 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **céréales secondaires (avoine, blé dur, mélange de céréales, seigle...)** en Pays de la Loire de 1970 à 2013. Attention, de 1970 à 1988, les données sur les mélanges de céréales et sur le sorgho ne sont pas disponibles pour les statistiques agricoles annuelles (courbe). L'augmentation des surfaces en 1989 correspond simplement à l'ajout des données de 2 cultures supplémentaires jusqu'en 2013.

Sur toute la période étudiée, les surfaces en **céréales secondaires** sont peu développées (au maximum, 50 755 hectares en 2007). Jusqu'au début des années 2000, les **céréales secondaires** représentaient en moyenne 1,3 % de la SAU, soient environ 32 000 hectares. Au début des années 2000, leurs surfaces augmentent légèrement (en particulier celles du blé dur) et représentent environ 2 % de la SAU au début des années 2010 (environ 50 000 hectares). La localisation des **céréales secondaires** est variable entre les 5 RGA.

Dans le pays de Châteaubriant, les surfaces en **céréales secondaires** sont plus développées que la moyenne ligérienne. En 1970, elles représentaient déjà 2,7 % de la SAU de la RA puis leur surface a augmenté jusqu'en 2010 où elles représentent 7 % de la SAU de la RA (soient environ 3 300 hectares). Dans le bocage Angevin, l'évolution des surfaces en **céréales secondaires** est plus variable : de 1970 à 2010, elles représentent respectivement 2,4 - 2,3 - 1,8 - 2 et 3,7 % de la SAU de la RA.

Evolution des surfaces en céréales secondaires et en blé dur en Pays de la Loire à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



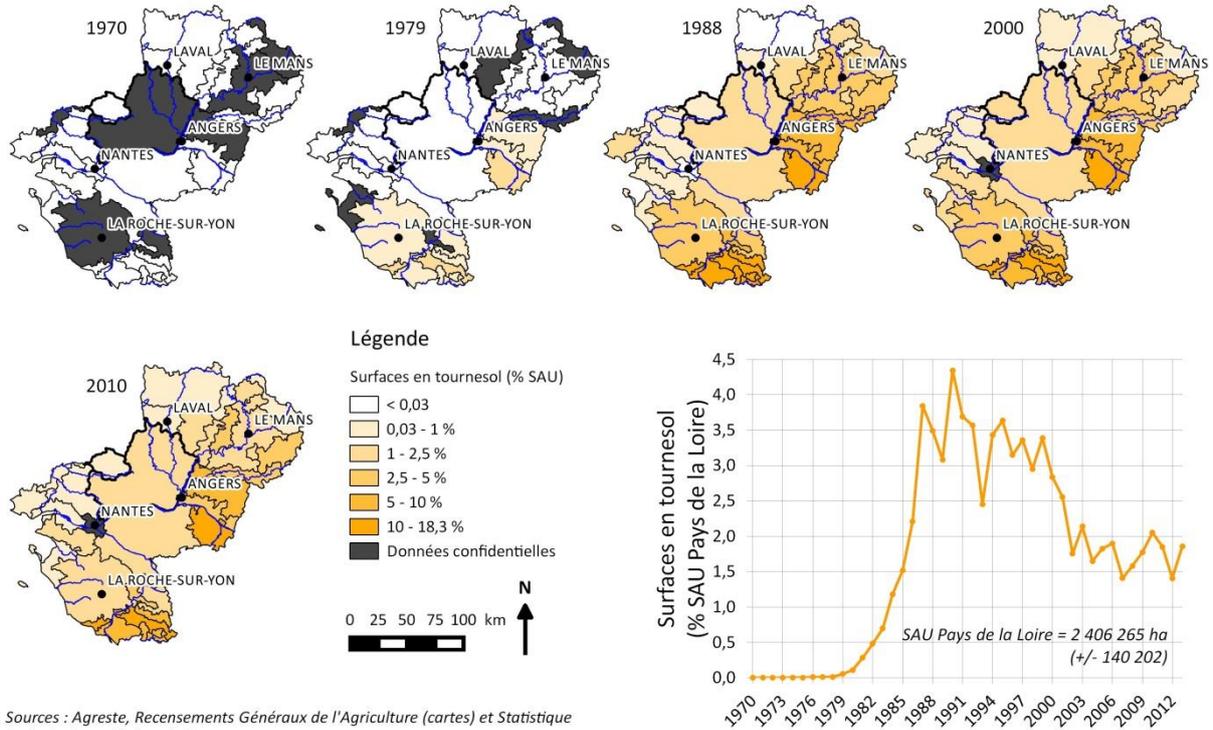
Sources : Agreste, Recensement Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 39 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en céréales secondaires (dont blé dur) en Pays de la Loire de 1970 à 2013

La figure 40 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **tournesol** en Pays de la Loire de 1970 à 2013. Jusqu'à la fin des années 70, le **tournesol** est absent des surfaces agricoles ligériennes (mis à part au Sud de la Vendée et à l'Est du Maine-et-Loire en 1979). Ses surfaces « explosent » dans les années 80 jusqu'à atteindre leur maximum en 1990 : le **tournesol** représente alors 4,3 % de la SAU ligérienne, soient environ 103 900 hectares. Le développement exponentiel du tournesol s'explique par un besoin en huile et l'arrivée de variétés résistantes au mildiou, maladie qui aurait pu remettre en cause cette culture à ses débuts (Mestries, communication personnelle, Août 2014). Au-delà, les surfaces en **tournesol** diminuent jusqu'au début des années 2000, où elles ne représentent plus qu'environ 2 % de la SAU. La stagnation des rendements moyens du tournesol en France ces 20 dernières années et les réformes de la PAC peuvent expliquer cette décroissance des surfaces (Jouffret *et al.*, 2011). De plus, la concurrence d'autres cultures présentant des marges brutes supérieures à celles du tournesol explique aussi cette perte d'intérêt pour le tournesol. Les surfaces en tournesol se sont stabilisées autour de 2 % de la SAU depuis environ 10 ans. Le **tournesol** est plus développé au Sud de la Vendée et à l'Est du Maine-et-Loire : ce sont également dans ces 2 zones que l'OTEX « Grandes cultures » est la plus développée (même si minoritaire par rapport aux OTEX d'élevage).

Le **tournesol** est presque absent des 2 RA d'intérêt pour LEGITIMES, en particulier dans le pays de Châteaubriant. En effet, d'après les données des RGA, il ne représente pas plus de 1 % de la SAU du pays de Châteaubriant (soient 470 hectares, en 2000) et 2,5 % de la SAU du bocage Angevin (soient 8 800 hectares).

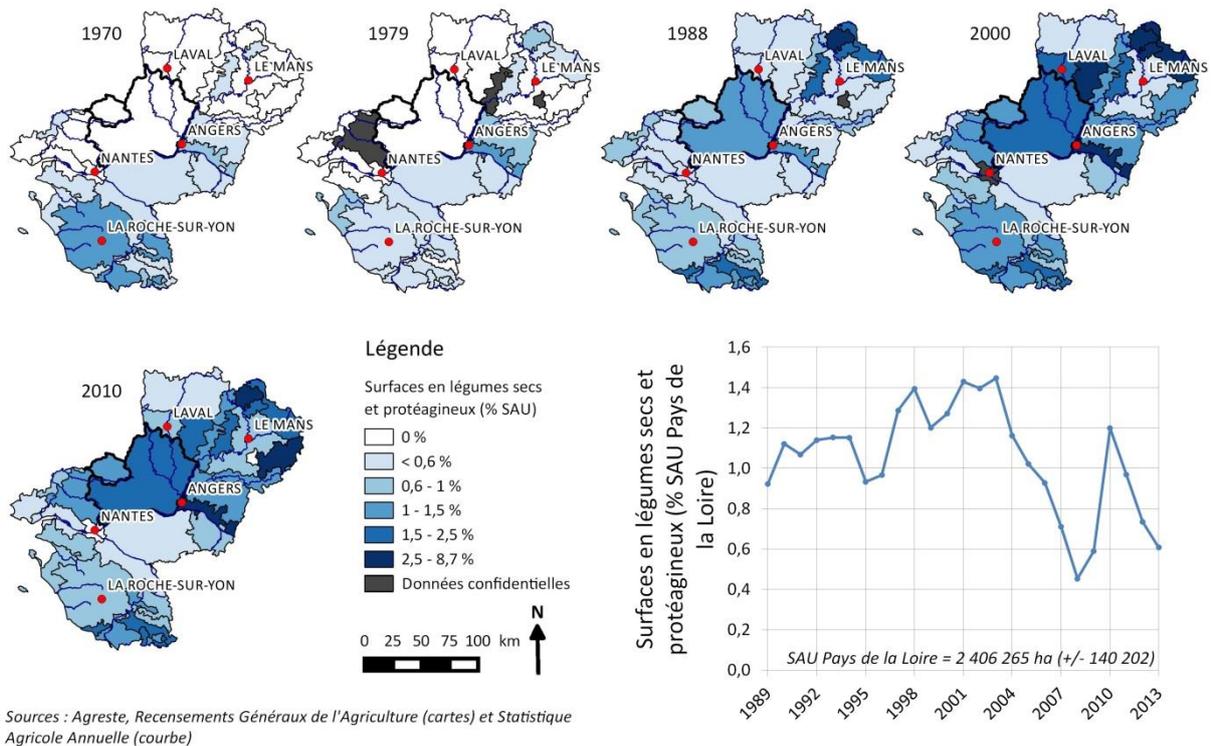
Evolution des surfaces en tournesol en Pays de la Loire à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 40 : évolution spatiale et temporelle des surfaces en tournesol en Pays de la Loire de 1970 à 2013

Evolution des surfaces en légumes secs et en protéagineux en Pays de la Loire à l'échelle des régions agricoles (cartes) et à l'échelle régionale (courbe)



Sources : Agreste, Recensements Généraux de l'Agriculture (cartes) et Statistique Agricole Annuelle (courbe)

Figure 41 : évolution des surfaces en légumes secs et en protéagineux en Pays de la Loire de 1970 à 2013

La figure 41 présente l'évolution spatiale et temporelle des surfaces en **légumes secs et en protéagineux** en Pays de la Loire de 1970 à 2013. La proportion de **légumes secs et de protéagineux** dans la

SAU ligérienne a légèrement augmenté de 1989 à 2002 (x 1,5). C'est entre 2001 et 2003 que les surfaces ont été les plus développées : environ 32 400 hectares (soit 1,4 % de la SAU régionale). Au-delà de 2002, elles diminuent jusqu'en 2008 où elles ne représentent plus que 0,5 % de la SAU ligérienne (soient 10 100 hectares). En 2010, les surfaces en **protéagineux** se développent brutalement grâce à la mise en place d'une aide PAC spécifique pour ces cultures : de 2009 à 2010, les surfaces ont été multipliées par 2,5, passant respectivement de 10 100 à 26 500 hectares. Au-delà, les surfaces en **protéagineux** ont continué à baisser : elles ont été divisées par 2 de 2010 à 2013. D'après le SSP (2012), l'évolution des surfaces en **protéagineux** s'explique en partie par la variation de leur marge brute par rapport aux autres cultures qui leur sont substituables. En Pays de la Loire, les **protéagineux et les légumes secs** sont plus développés dans la Sarthe, au Sud de la Vendée et dans la zone frontalière entre la Mayenne, la Loire-Atlantique et le Maine-et-Loire : ce sont des zones où les OTEX dominantes sont « polyélevage dominant » et « polyculture et polyélevage ».

Lors des RGA de 1970 et 1979, il n'y avait pas de **légumes secs et de protéagineux** dans le pays de Châteaubriant et dans le bocage Angevin. En revanche, dans le pays de Châteaubriant, leurs surfaces ne cessent d'augmenter entre les 3 derniers RGA : en 1988, il y en avait environ 280 hectares contre environ 680 hectares en 2010 (soit 2,4 fois plus). Dans le bocage Angevin, les surfaces augmentent entre 1988 et 2000 (respectivement 3 800 et 7 000 hectares) puis diminuent légèrement en 2010 (5 900 hectares).

B. Systèmes de culture actuels

1. Bourgogne

a. Description des successions de cultures

A partir des 1079 parcelles agricoles étudiées grâce à l'enquête PK 2011, nous avons mis en évidence 16 motifs de succession de grain 1 en Bourgogne, qui permettent d'illustrer 99 % de l'échantillon enquêté. Parmi ces 16 motifs de succession, seulement 9 permettent d'expliquer 90 % de l'échantillon (figure 42).

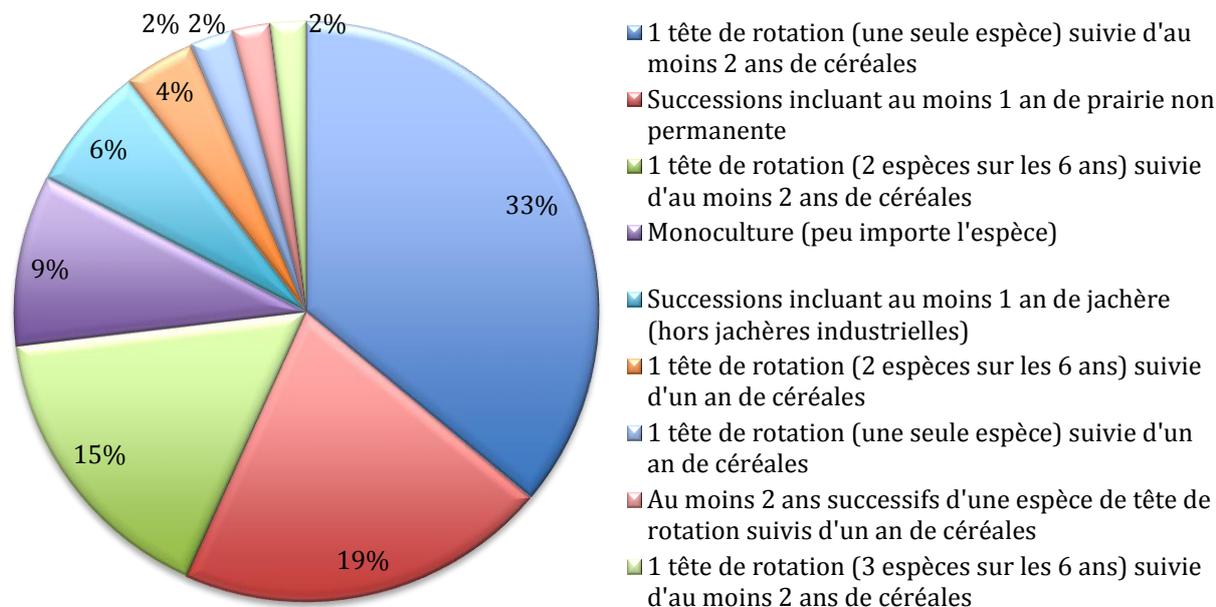


Figure 42 : principaux motifs de successions « grossiers » (grain 1) mis en évidence en Bourgogne à partir de données issues de l'enquête « pratiques culturales grandes cultures 2011 ». 9 principaux motifs de successions grossiers illustrent 90 % des parcelles agricoles étudiées.

Les motifs de succession alternant un an de tête de rotation (avec 1, 2 ou 3 espèce(s) différente(s)) et au moins une année de céréale (toutes espèces confondues à ce niveau de précision) représentent plus de 50 % de l'échantillon étudié. Ils peuvent être répartis en 5 classes, présentées ci-dessous par ordre décroissant de représentativité dans l'échantillon. Le tableau 15 présente quelques exemples de séquences de cultures associées aux motifs présentés ci-dessous :

- i) le motif « alternance entre 1 an de tête de rotation (1 seule espèce de TR dans les séquences de cultures correspondantes) et au moins 2 ans de céréales (toutes espèces confondues) » (33 % de l'échantillon) ;
- ii) le motif « alternance entre 1 an de tête de rotation (2 espèces de TR dans les séquences de cultures correspondantes) et au moins 2 ans de céréales (toutes espèces confondues) » (15 % de l'échantillon) ;
- iii) le motif « alternance entre 1 an de tête de rotation (2 espèces de TR dans les séquences de cultures correspondantes) et 1 an de céréale (toutes espèces confondues) » (4 % de l'échantillon) ;
- iv) le motif « alternance entre 1 an de tête de rotation (1 seule espèce de TR dans les séquences de cultures correspondantes) et 1 an de céréale (toutes espèces confondues) » (2 % de l'échantillon) ;
- v) le motif « alternance entre 1 an de tête de rotation (3 espèces de TR dans les séquences de cultures correspondantes) et 1 an de céréale (toutes espèces confondues) » (1 % de l'échantillon).

Tableau 15 : Exemples de séquences de cultures associées aux motifs de grain 1 de type : « 1 tête de rotation suivie d'au moins 1 an de céréale » en Bourgogne.

Séquences de cultures						Motifs de succession de grain 1
2006	2007	2008	2009	2010	2011	
<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille de printemps	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille de printemps	i) 1 an TR – au moins 2 ans de céréale(s)
<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	
Céréale à paille de printemps	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	
Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	ii) 1 an de TR (2 espèces) – au moins de 2 ans de céréales
Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille de printemps	
<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille de printemps	<u>Légumineuse</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	
Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	iii) 1 an de TR (2 espèces) – 1 an de céréale
<u>Légumineuse</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Légumineuse</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	
<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille de printemps	
<u>Légumineuse</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Légumineuse</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Légumineuse</u>	Céréale à paille d'automne	iv) 1 an de TR – 1 an de céréale
<u>Tournesol</u>	Céréale à paille de printemps	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille de printemps	
<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Autres céréales	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	
Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	v) 1 an de TR (3 espèces) – 1 an de céréale
<u>Légumineuse</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	
Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille de printemps	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Légumineuse</u>	

D'après la figure 42, les motifs de successions incluant au moins une année de prairie non permanente représentent 19 % de l'échantillon. Si nous y ajoutons les motifs incluant au moins 1 an de jachère, 1/4 des parcelles enquêtées sont représentées. Voici quelques exemples de séquences liées à ces motifs de successions à base de prairie ou jachère :

- Au moins 3 ans de prairie non permanente → Céréale à paille d'automne → Céréale à paille d'automne → Céréale à paille d'automne ;
- Maïs → Céréale à paille d'automne → Prairie non permanente → Prairie non permanente → Maïs → Céréale à paille d'automne ;
- Céréale à paille d'automne → Prairie non permanente → Maïs → Céréale à paille d'automne → Prairie non permanente → Maïs.

Enfin, les monocultures représentent 9 % de l'échantillon enquêté en Bourgogne, dont environ 5 % sont une « monoculture » de céréales : en réalité, il ne s'agit pas d'une véritable monoculture de céréales (dans le sens où il n'y a pas forcément qu'une seule espèce) mais plutôt d'une rotation dans laquelle il n'y a que des céréales, toutes espèces confondues.

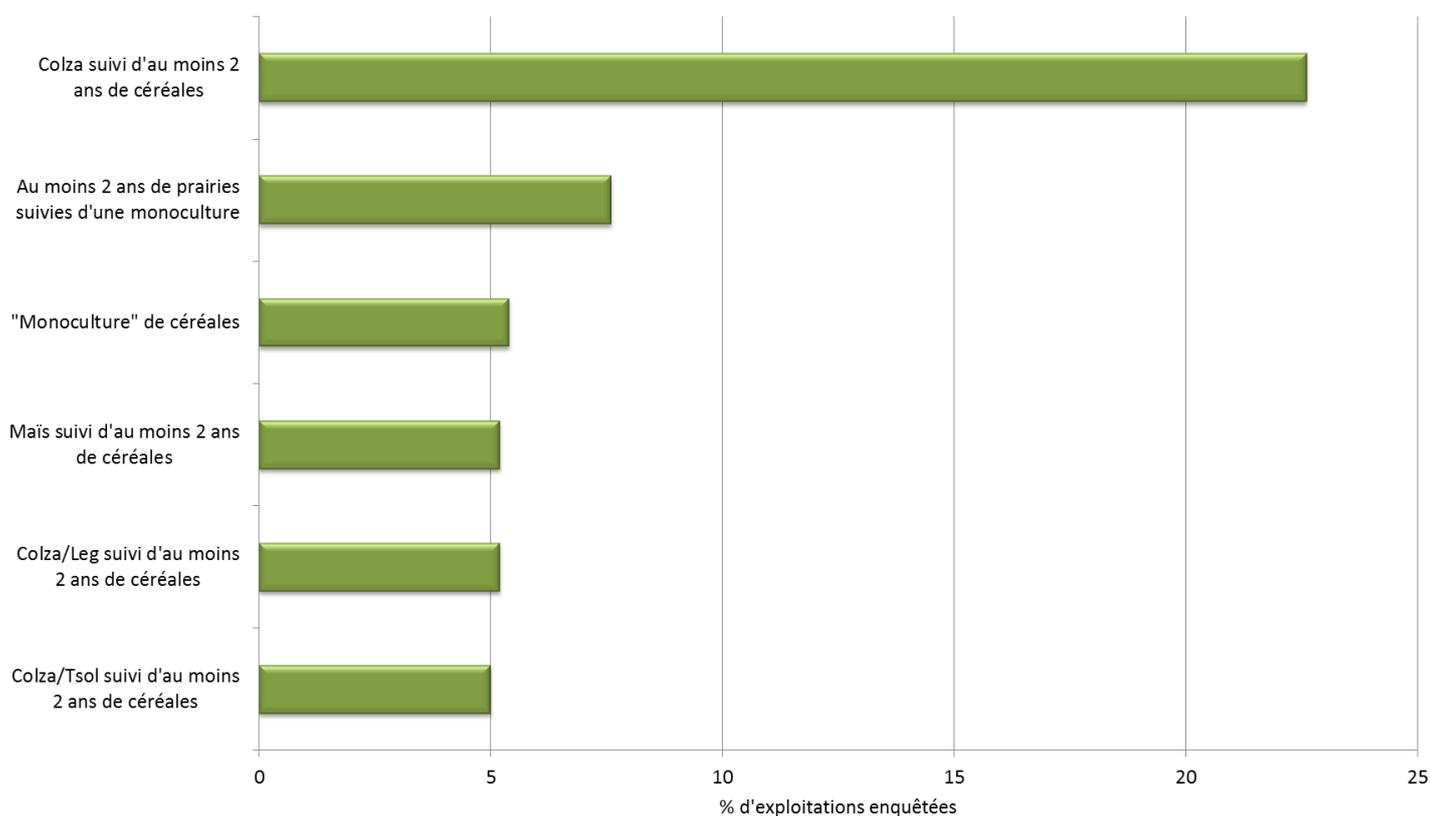


Figure 43 : principaux motifs de successions de grain 2 mis en évidence en Bourgogne à partir de données issues de l'enquête « pratiques culturelles grandes cultures 2011 ». 6 principaux motifs de successions de grain 2 illustrent 50 % des parcelles agricoles étudiées.

A partir des parcelles enquêtées, nous avons identifié 45 motifs de succession de grain 2, c'est-à-dire des motifs pour lesquels nous précisons l'espèce de la tête de rotation. Parmi ces 45 motifs, seuls 6 permettent d'illustrer 50 % des parcelles enquêtées : les rotations bourguignonnes sont peu diversifiées (figure 43).

Le principal motif de succession de grain 2, qui représente plus de 20 % de l'échantillon enquêté, est le motif « 1 an de colza suivi d'au moins 2 ans céréales ». Il s'agit en fait du détail du motif grossier « 1 tête de rotation suivi d'au moins 2 ans de céréales ».

Le motif « au moins 2 ans de prairies suivies d'une monoculture » représente environ 8 % de l'échantillon. A ce niveau, nous ne savons pas de quelle monoculture il s'agit.

Le tableau 16 permet de faire le lien entre les motifs de succession de grain 2 présentés dans la figure 43 et les motifs de succession grossiers correspondants.

Tableau 16 : correspondance entre les motifs de grain 2 cumulant 50% de l'échantillon et les motifs de grain 1 en Bourgogne.

Grain 1		Grain 2	
Motif de succession	% par rapport à l'échantillon	Motif de succession	% par rapport à l'échantillon
1 tête de rotation (une seule espèce) suivie d'au moins 2 ans de céréales	33 %	Colza suivi d'au moins 2 ans de céréales	23 %
		Maïs suivi d'au moins 2 ans de céréales	5 %
1 tête de rotation (2 espèces sur les 6 ans) suivie d'au moins 2 ans de céréales	15 %	Colza/Leg suivi d'au moins 2 ans de céréales	5 %
		Colza/Tsol suivi d'au moins 2 ans de céréales	5 %
Successions incluant au moins 1 an de prairie non permanente	19 %	Au moins 2 ans de prairies suivis d'une monoculture	8 %
Monoculture	9 %	« Monoculture » de céréales	5 %

D'après les motifs de succession de grain 2, le colza est identifié comme la principale tête de rotation bourguignonne, ce qui est cohérent avec les données sur l'assolement présentées dans la partie A.1. En effet, le colza est présent dans 44 % des rotations des parcelles enquêtées (principalement seul ou en alternance avec une autre tête de rotation). Vient ensuite le maïs, qui est présent dans 21 % des rotations de l'échantillon.

b. Description des itinéraires techniques

- **Blé tendre**

Tableau 17 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé tendre en Bourgogne

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS precoce / normale / tardive - APPORTS ORGANIQUES oui / non - dose N - nb apports engrais azotés - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / automne / automne + printemps / printemps - nb applications fongicides - nb applications régulateurs
Etape 2 – Sélection des données	167 parcelles enquêtées 147 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	3 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	4 groupes distingués

Quatre types d'itinéraires techniques sont distingués pour le blé tendre ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 44 et le tableau 18. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Bas niveau d'intrants**" rassemble une parcelle enquêtée sur six. Il se caractérise par l'absence d'apport d'azote sous forme d'engrais minéraux et l'absence de protection

phytosanitaire. Le semis du blé est réalisé tardivement, après un nombre élevé de passages d'outils, hors labour. Près d'une parcelle sur deux reçoit un apport organique. Parmi les parcelles incluses dans ce groupe, on retrouve l'ensemble des parcelles engagées en AB, les autres parcelles (14% du groupe) respectent pratiquement le cahier des charges de l'AB, à l'exception d'une application d'herbicide en sortie d'hiver.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire**" rassemble également environ une parcelle sur six. Il se caractérise par l'exportation fréquente des résidus du précédent et un recours presque systématique au labour. Le recours aux engrais azotés minéraux et aux produits phytosanitaires est intermédiaire : deux apports d'azote, un seul désherbage à l'automne ou sortie hiver, aucun fongicide, ni insecticide, ni régulateur. Une parcelle sur quatre reçoit un apport organique. Les parcelles sont très majoritairement localisées dans des exploitations d'élevage.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé avec labour**" rassemble un peu plus d'une parcelle sur trois. Le blé est majoritairement implanté après labour et plutôt tardivement. Il reçoit une dose d'azote élevée fractionnée en trois apports d'engrais azotés, deux traitements fongicides et un désherbage en sortie d'hiver.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé sans labour**" rassemble aussi environ une parcelle sur trois. Il se distingue du groupe précédent par l'absence de labour et le semis est plus précoce. C'est au sein de ce groupe que l'on retrouve l'essentiel des parcelles faisant l'objet d'une protection insecticide. Le désherbage passe par un traitement à l'automne suivi d'un rattrapage au printemps pour la moitié des parcelles, ou par un seul traitement sortie hiver pour l'autre moitié.

-

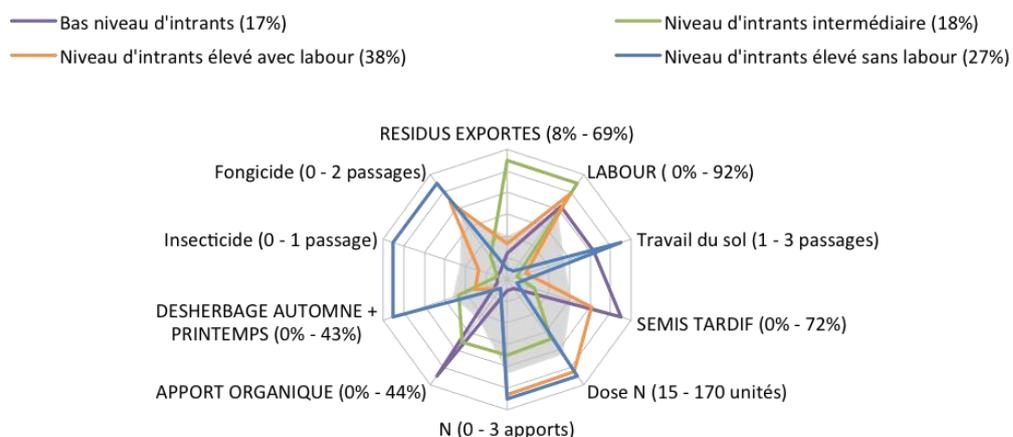


Figure 44 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé tendre en Bourgogne.

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus).

Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 18 : Distribution des parcelles de blé tendre en Bourgogne entre les quatre itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Bas niveau d'intrants	Niveau d'intrants intermédiaire	Niveau d'intrants élevé avec labour	Niveau d'intrants élevé sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	25 (17%)	26 (18%)	56 (38%)	40 (27%)	147 (100%)
% surfaces extrapolées	3%	23%	33%	41%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES					
RÉSIDUS DU PRÉCÉDENT EXPORTÉS	16%	69%	21%	8%	25%
LABOUR	68%	92%	80%	0%	60%
Autres interventions de travail du sol	1-3-3	0-1-2	1-1-2	3-3-3	1-2-3
SEMIS TARDIF	72%	12%	52%	0%	21%
Dose d'azote (U _N)	0-0-0	73-104-128	142-160-180	145-168-191	98-128-175
Nombre d'apports d'azote	0-0-0	2-2-2	3-3-3	3-3-3	2-3-3
APPORTS ORGANIQUES	44%	27%	0%	0%	15%
DÉSHÉRBAGE					
- Impasse	86%				16%
- Automne		46%	5%	18%	15%
- Automne + printemps		15%	9%	43%	18%
- Printemps	12%	35%	84%	40%	51%
Nombre d'insecticides	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-1-1	0-0-0
Nombre de fongicides	0-0-0	0-0-1	1-2-2	2-2-3	0-1-2
AUTRES VARIABLES					
ORIENTATION					
- grandes cultures	40%	12%	61%	73%	52%
- polyculture-élevage	40%	19%	25%	15%	24%
- élevage	20%	69%	11%	0%	21%
CERTIFICATION AB	76%	0%	0%	0%	13%
IFT	0-0-0	1,23-1,90-2,52	2,05-3,26-4,27	3,14-4,46-5,15	1,51-2,83-4,16
Rendement (q/ha)	28-34-40	35-47-55	51-60-69	55-66-77	42-55-67

- **Orge d'hiver**

Tableau 19 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques de l'orge d'hiver en Bourgogne

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - dose N - nb apports engrais azotés - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / automne / automne + printemps / printemps - nb applications fongicides - nb applications régulateurs
Etape 2 – Sélection des données	134 parcelles enquêtées 122 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	3 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour l'orge d'hiver ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 45 et le tableau 20. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire**" rassemble un peu plus d'une parcelle sur trois. Il se caractérise par un recours au labour quasi systématique et un recours moyen aux intrants : une centaine d'unités d'azote apportée en deux passages, un fongicide et pas de régulateur. En revanche, le désherbage est poussé : une parcelle sur deux fait l'objet d'un rattrapage au printemps en plus d'un désherbage d'automne quasi systématique. A noter également que cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations d'élevage. Les résidus du précédent sont exportés dans deux cas sur trois et, même si cette pratique ne concerne qu'une parcelle sur six, c'est uniquement dans ce groupe que l'on retrouve les parcelles ayant reçu un apport organique.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé avec labour**" rassemble près d'une parcelle sur trois. Comme pour le groupe précédent, le recours au labour est presque systématique, mais le recours aux intrants est plus élevé. C'est cet itinéraire technique qui présente la dose d'azote, ainsi que le nombre d'applications de fongicides et régulateurs les plus élevés. En revanche, pour cinq parcelles sur six, le désherbage chimique est réalisé en un seul passage.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé sans labour**" se distingue des précédents par l'absence de recours au labour, compensée par un nombre d'interventions de travail superficiel plus élevé. La dose d'azote apportée est intermédiaire aux deux itinéraires techniques précédents, deux fongicides et un régulateur sont appliqués et enfin le désherbage d'automne est complété par un rattrapage au printemps pour environ deux parcelles sur trois.

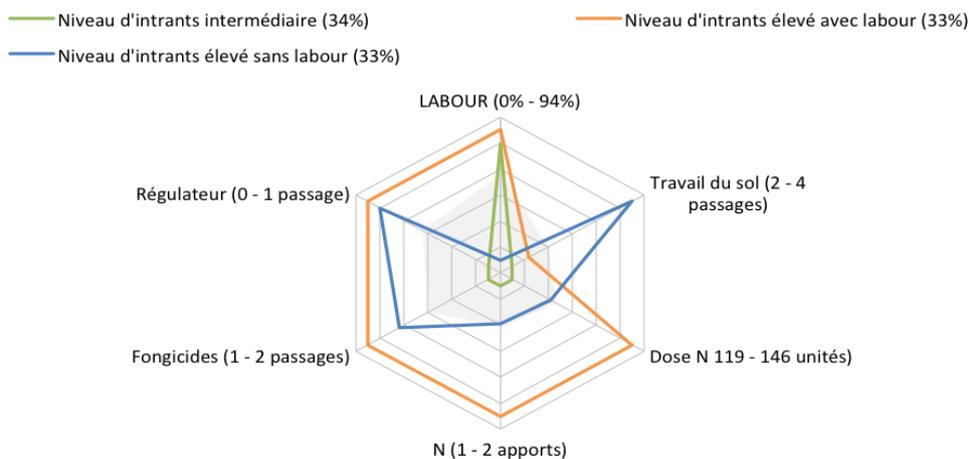


Figure 45 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques de l'orge d'hiver en Bourgogne

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende.

L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus).

Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 20 : Distribution des parcelles d'orge d'hiver en Bourgogne entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Niveau d'intrants intermédiaire	Niveau d'intrants élevé avec labour	Niveau d'intrants élevé sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	45 (34%)	36 (33%)	35 (33%)	116 (100%)
% surfaces extrapolées	26%	44%	30%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
LABOUR	84%	94%	0%	64%
Autres interventions de travail du sol	1-2-2	2-2-3	3-4-4	2-2-3
Dose d'azote (U _N)	94-106-125	136-146-150	101-119-144	105-122-143
Nombre d'apports d'azote	2-2-2	2-2-3	2-2-2	2-2-2
Nombre de fongicides	0-1-1	2-2-2	1-2-2	1-2-2
Nombre de régulateurs	0-0-0	1-1-1	0-1-1	0-1-1
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures	27%	64%	71%	52%
- polyculture-élevage	31%	31%	20%	28%
- élevage	40%	0%	0%	17%
RÉSIDUS DU PRÉCÉDENT EXPORTÉS	84%	58%	43%	64%
SEMIS TARDIF	27%	14%	0%	16%
APPORT ORGANIQUE	16%	0%	0%	9%
DÉSHÉBAGE À L'AUTOMNE	53%	14%	63%	44%
IFT	1,3-2,3-2,9	2,9-3,7-4,5	3,0-3,7-4,5	2,1-3,2-4,0
Rendement (q/ha)	40-48-58	55-62-59	47-59-63	46-55-65

- **Orge de printemps**

Du fait d'un faible effectif de parcelles enquêtées (27 parcelles), l'orge de printemps n'a pas fait l'objet d'une classification. Toutefois, un itinéraire technique type unique a été décrit à partir des données d'enquête et est présenté en annexe 9.

- **Triticale**

Tableau 21 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du triticale en Bourgogne

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - APPORTS ORGANIQUES oui / non - dose N - nb apports engrais azotés - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / automne / automne + printemps / printemps - nb applications fongicides
Etape 2 – Sélection des données	167 parcelles enquêtées 157 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour le triticale ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 46 et le tableau 22. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Bas niveau d'intrants**" rassemble environ une parcelle sur quatre. Une parcelle sur deux reçoit un apport organique, mais la majorité des parcelles ne reçoit pas d'engrais minéral azoté, pas de désherbage et aucun fongicide. Parmi les parcelles de ce groupe, on retrouve l'ensemble des parcelles en AB de l'échantillon.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire**" rassemble environ une parcelle sur trois. Le triticale est implanté plus précocément que pour les autres itinéraires techniques. Deux parcelles sur trois reçoivent un apport organique. La majorité des parcelles reçoit un engrais minéral azoté et aucun fongicide. Pour deux parcelles sur trois, le désherbage d'automne est complété par un rattrapage au printemps.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé**" rassemble autour de deux parcelles sur cinq. Il se distingue par l'absence d'apport organique, compensé par deux apports d'engrais azotés. Il se distingue aussi par l'application d'un fongicide. La majorité des parcelles fait l'objet d'un désherbage en sortie hiver.

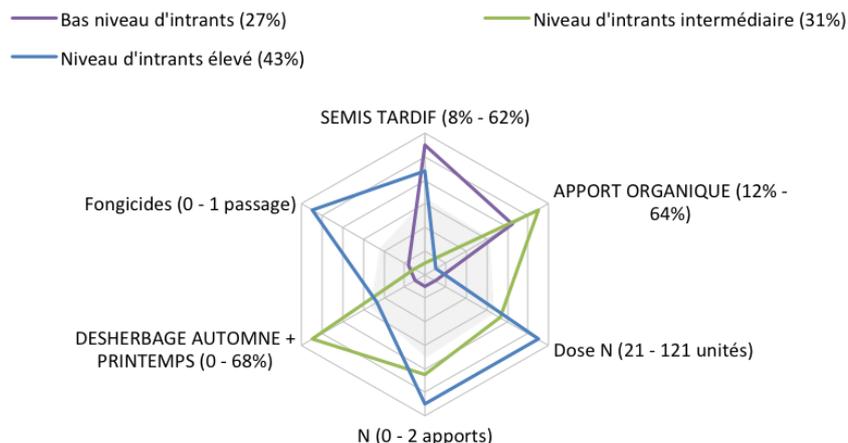


Figure 46 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du triticale en Bourgogne

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus).

Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 22 : Distribution des parcelles de triticale en Bourgogne entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Bas niveau d'intrants	Niveau d'intrants intermédiaire	Niveau d'intrants élevé	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	45 (27%)	53 (31%)	60 (43%)	158 (100%)
% surfaces extrapolées	16%	46%	38%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
SEMIS TARDIF	62%	8%	50%	39%
APPORT ORGANIQUE	51%	64%	12%	41%
Dose d'azote (U _N)	0-22-39	60-83-104	98-121-143	35-80-124
Nombre d'apports d'azote	0-0-1	1-2-2	2-2-2	1-2-2
DÉSHERBAGE À L'AUTOMNE	0%	68%	25%	33%
Nombre de fongicides	0-0-0	0-0-0	0-1-1	0-0-0
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grande culture	11%	0%	17%	11%
- polyculture-élevage	31%	8%	22%	20%
- élevage	51%	89%	60%	67%
CERTIFICATION AB	56%	0%	0%	16%
SAU (ha)	80-129-157	107-158-215	94-154-204	92-148-194
Autres interventions de travail du sol	1-2-3	0-1-2	1-1-2	1-1-2
IFT	0-0-0	1,0-1,4-1,9	1,2-2,0-2,5	0,6-1,3-2,0
Rendement (q/ha)	25-32-40	35-43-50	40-49-57	33-42-50

- **Colza**

Tableau 23 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du colza en Bourgogne

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS precoce / normale / tardive - dose N - nb apports engrais azotés - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / pré-levée / pré + post-levée / post-levée - nb applications fongicides - nb applications insecticides
Etape 2 – Sélection des données	171 parcelles enquêtées 149 parcelles conservées pour l’analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	3 axes de l’AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d’itinéraires techniques sont distingués pour le colza ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 47 et le tableau 24. L’itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L’itinéraire technique “**Niveau d’intrants intermédiaire avec labour**” rassemble une parcelle sur quatre. Il se caractérise par une implantation du colza après labour. Le colza reçoit environ 160 unités d’azote en deux apports, deux insecticides et un fongicide. Le désherbage est réalisé uniquement en pré-semis ou post-semis / pré-levée (pas de rattrapage de post-levée).

- L’itinéraire technique “**Niveau d’intrants intermédiaire sans labour**” rassemble une parcelle sur deux. L’absence de labour est compensée par un nombre plus important de travaux du sol superficiels. Les pratiques de fertilisation azotée et de protection insecticide et fongicide sont proches de celles de l’itinéraire technique précédent. En revanche, dans un cas sur deux, le désherbage fait intervenir un rattrapage de post-levée.

- L’itinéraire technique “**Niveau d’intrants élevés sans labour**” rassemble une parcelle sur quatre. Comme pour l’itinéraire technique précédent, l’absence de labour est compensée par un plus grand nombre de travaux du sol superficiels et un rattrapage de désherbage de post-levée dans un cas sur deux. Cet itinéraire technique se distingue des autres par une dose d’azote sensiblement plus élevée (autour de 175 unités en trois apports), plus d’applications d’insecticides et de fongicides.

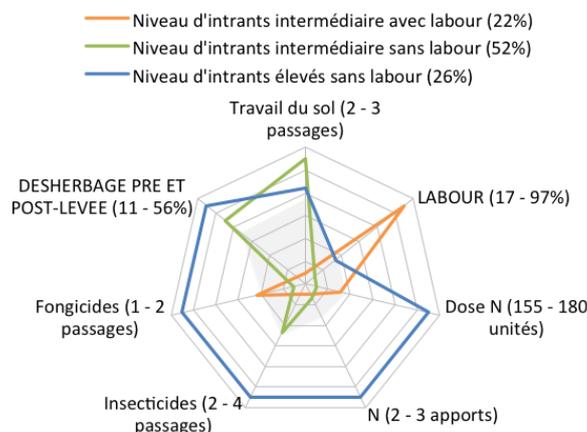


Figure 47 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du colza en Bourgogne

Chaque ligne représente un groupe d’itinéraire technique, dont la part d’effectif qu’il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L’aire grisée correspond à l’ensemble de l’échantillon (tous groupes confondus). Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 24 : Distribution des parcelles de colza en Bourgogne entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Niveau d'intrants intermédiaire avec labour	Niveau d'intrants intermédiaire sans labour	Niveau d'intrants élevé sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	38 (26%)	72 (48%)	39 (26%)	149 (100%)
% surfaces extrapolées	25%	51%	24%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
LABOUR	97%	17%	36%	42%
Autres interventions de travail du sol	1-1-2	3-3-3	2-2-3	2-3-3
Dose d'azote (U _N)	141-160-179	143-155-172	168-179-195	150-162-179
Nombre d'apports d'azote	2-2-2	2-2-2	3-3-3	2-2-3
DÉSHÉRBAGE				
- 1 passage pré-levée	79%	15%	0%	29%
- 2 passages pré-levée	11%	38%	38%	31%
- pré et post-levée	11%	47%	56%	40%
Nombre de fongicides	1-1-2	1-1-1	1-2-2	1-1-2
Nombre d'insecticides	1-2-3	2-3-3	3-3-4	2-3-3
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures	63%	68%	69%	67%
- polyculture-élevage	24%	24%	26%	24%
- élevage	8%	6%	0%	5%
RÉSIDUS DU PRÉCÉDENT EXPORTÉS	45%	60%	36%	50%
SEMIS TARDIF	39%	24%	8%	23%
APPORT ORGANIQUE	16%	17%	10%	15%
IFT	3,8-4,7-5,8	4,6-5,6-6,6	6,3-7,4-8,4	4,6-5,8-7,2
Rendement (q/ha)	26-32-38	28-31-36	28-32-36	27-32-36

- **Tournesol**

Tableau 25 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du tournesol en Bourgogne

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - COUVERT PENDANT L'INTERCULTURE PRECEDENTE oui / non - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - APPORTS ORGANIQUES oui / non - STRATEGIE FERTILISATION impasse / av levée / av et ap levée / ap levée - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / pré-levée / pré + post-levée / post-levée
Etape 2 – Sélection des données	126 parcelles enquêtées 109 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour le tournesol ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 48 et le tableau 26. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Sans labour sans apport organique**" regroupe un peu moins d'une parcelle sur trois. L'absence de labour est compensée par un nombre d'interventions de travail du sol élevé (trois passages). Aucun apport organique n'est réalisé mais le tournesol reçoit une cinquantaine d'unités d'azote par un apport d'engrais minéral. Cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations de grandes cultures.

- L'itinéraire technique "**Avec labour sans apport organique**" concerne environ une parcelle sur deux. Le recours au labour est accompagné d'un travail du sol superficiel de moins que pour l'itinéraire technique précédent. Comme pour l'itinéraire technique précédent, le tournesol ne reçoit pas d'apport organique mais une cinquantaine d'unités d'azote sous forme d'engrais minéral.

- L'itinéraire technique "**Avec labour avec apports organiques**" concerne une parcelle sur cinq environ. Le recours au labour s'accompagne d'un nombre d'autres interventions de travail du sol élevé, ce qui peut être lié à la présence d'un couvert intermédiaire pendant l'interculture précédente pour deux parcelles sur trois. La majorité des parcelles reçoit un apport organique et pas d'engrais minéral azoté.

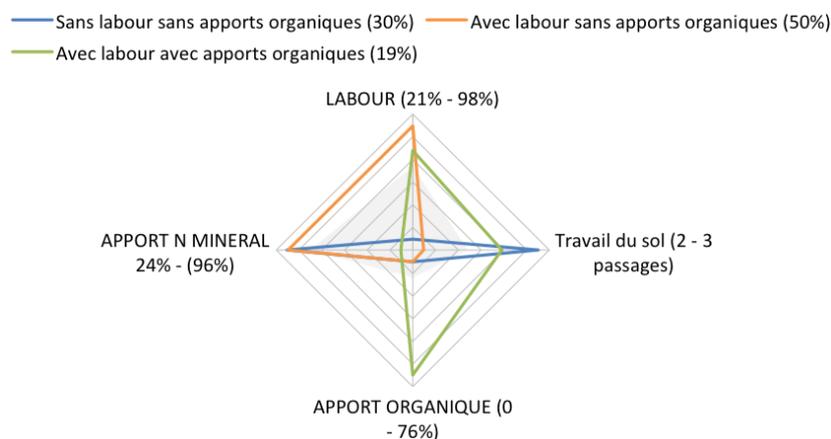


Figure 48 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du tournesol en Bourgogne

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende.

L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus).

Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 26 : Distribution des parcelles de tournesol en Bourgogne entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Sans labour sans apports organiques	Avec labour sans apports organiques	Avec labour avec apports organiques	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	33 (30%)	55 (50%)	21 (19%)	109 (100%)
% surfaces extrapolées	28%	44%	28%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
LABOUR	21%	98%	81%	72%
Autres interventions de travail du sol	3-3-4	1-2-2	2-3-3	2-3-3
APPORT ENGRAIS AZOTÉ MINÉRAL	97%	96%	24%	83%
APPORT ORGANIQUE	0%	0%	76%	17%
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures	82%	69%	52%	70%
- polyculture-élevage	12%	15%	29%	17%
- élevage		5%	14%	7%
SAU (ha)	121-190-229	84-173-219	104-186-240	98-181-229
RÉSIDUS DU PRÉCÉDENT EXPORTÉS	18%	40%	62%	38%
COUVERT PENDANT L'INTERCULTURE PRÉCÉDENTE	18%	24%	67%	30%
SEMIS TARDIF	24%	20%	14%	20%
IFT	1,6-2,4-2,9	1,1-1,9-2,4	0,9-1,9-2,9	1,1-2,1-2,8
Dose d'azote (U _N)	39-47-59	40-51-60	0-0-0	31-42-58
Rendement (q/ha)	24-27-31	26-30-33	25-29-34	25-29-33

- **Pois protéagineux d'hiver**

Comme l'orge de printemps, le pois d'hiver n'a pas fait l'objet de classification du fait d'un effectif de parcelles enquêtées trop faible (31 parcelles). Toutefois, un itinéraire technique type unique a été décrit à partir des données d'enquête et est présenté en annexe 9

- **Pois de printemps**

Tableau 27 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du pois de printemps en Bourgogne

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - COUVERT PENDANT L'INTERCULTURE PRECEDENTE oui / non - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / pré-levée / pré + post-levée / post-levée - nb applications fongicides - nb applications insecticides
Etape 2 – Sélection des données	97 parcelles enquêtées 83 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	3 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour le pois de printemps ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 49 et le tableau 28. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Bas intrants avec labour**" rassemble un quart des parcelles. Le pois est implanté après labour, il fait l'objet d'un désherbage en post-levée et d'un traitement insecticide. Il ne reçoit pas de traitement fongicide. A noter également que pour trois parcelles sur quatre, un couvert est présent pendant l'interculture précédente.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé avec labour**" concerne près de deux parcelles sur cinq. Le pois est implanté après labour, il est majoritairement désherbé en pré-levée et reçoit un traitement fongicide et deux insecticides.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé sans labour**" concerne aussi près de deux parcelles sur cinq. L'absence de recours au labour s'accompagne d'un désherbage en pré-levée complété par un rattrapage en post-levée dans deux cas sur trois. Le pois reçoit un traitement fongicide et un traitement insecticide.

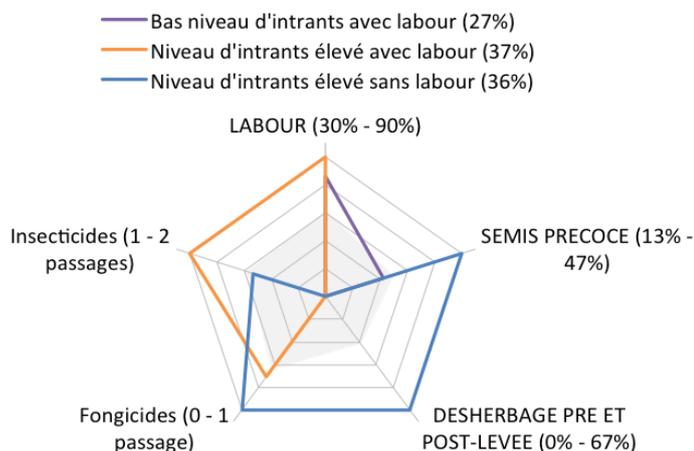


Figure 49 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du pois de printemps en Bourgogne

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus).

Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 28 : Distribution des parcelles de pois de printemps en Bourgogne entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Bas niveau d'intrants avec labour	Niveau d'intrants élevé avec labour	Niveau d'intrants élevé sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	22 (27%)	31 (37%)	30 (36%)	83 (100%)
% surfaces extrapolées	26%	36%	38%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
LABOUR	82%	90%	30%	66%
SEMIS PRÉCOCE	27%	13%	47%	29%
DÉSHERBAGE				
- impasse	36%	0%	0%	12%
- pré-levée seule	0%	84%	20%	39%
- pré + post-levée	0%	0%	67%	27%
- post-levée seule	59%	13%	0%	23%
Nombre de fongicides	0-0-1	1-1-2	1-1-2	0-1-2
Nombre d'insecticides	0-1-1	1-2-2	0-1-2	0-1-2
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures	69%	65%	90%	75%
- polyculture-élevage	23%	29%	10%	20%
- élevage	0%	0%	0%	4%
RÉSIDUS DU PRÉCÉDENT EXPORTÉS	32%	58%	23%	39%
COUVERT PENDANT L'INTERCULTURE PRÉCÉDENTE	73%	19%	30%	37%
IFT	0,2-1,9-2,6	3,0-3,6-4,5	2,9-4,0-5,1	2,2-3,3-4,5
Rendement (q/ha)	24-27-34	32-37-42	25-30-36	25-32-39

- **Maïs**

Tableau 29 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du maïs en Bourgogne

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - COUVERT PENDANT L'INTERCULTURE PRECEDENTE oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS precoce / normale / tardive - APPORT ORGANIQUE oui / non - STRATEGIE FERTILISATION pas d'apport / av levée / av et ap levée / ap levée - DESHERBAGE MECANIQUE oui / non - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / pré-levée / pré + post-levée / post-levée
Etape 2 – Sélection des données	268 parcelles enquêtées 229 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Les parcelles enquêtées en maïs grain et en maïs ensilage ont été analysées comme un seul ensemble. On considère en effet que le maïs peut faire l'objet de pratiques culturales proches, quelle que soit sa valorisation. Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour le maïs ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 50 et le tableau 30. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Ensilage bas niveau d'intrants**" rassemble près d'une parcelle sur deux. Le maïs est semé tardivement, souvent après retournement d'une prairie. La majorité des parcelles reçoit un apport organique, complété par un apport d'engrais minéral (environ 80 unités) avant levée. Le désherbage passe par un seul traitement en pré-levée. Cet itinéraire technique est exclusivement associé à des exploitations avec un atelier d'élevage et donne majoritairement lieu à une valorisation en ensilage.

- L'itinéraire technique "**Ensilage niveau d'intrants intermédiaire**" rassemble près d'une parcelle sur quatre. Les résidus du précédent - céréale à paille - sont majoritairement exportés et une parcelle sur deux reçoit un couvert pendant l'interculture précédente. Ceci s'accompagne d'un nombre d'interventions de travail du sol (hors labour) plus élevé que pour les autres itinéraires techniques. Trois parcelles sur quatre reçoivent un apport organique, complété par un apport d'engrais minéral avant levée et dans un cas sur deux par un second apport après levée. Le désherbage passe majoritairement par un traitement en post-levée. Cet itinéraire technique est presque exclusivement associé à une valorisation en ensilage.

- L'itinéraire technique "**Grain niveau d'intrants élevé**" regroupe environ une parcelle sur quatre. Il se distingue par l'exportation des résidus du précédent. La majorité des parcelles ne reçoit pas d'apport organique et la fertilisation azotée passe par un apport avant levée et un apport après levée (pour une dose moyenne de 145 unités d'azote). Dans deux cas sur trois, le désherbage passe par un traitement en pré-levée ou un traitement en post-levée, mais c'est pour cet itinéraire technique que l'on rencontre le plus fréquemment une stratégie de désherbage combinant pré et post-levée. Cet itinéraire technique donne lieu à une valorisation en grain dans deux cas sur trois.

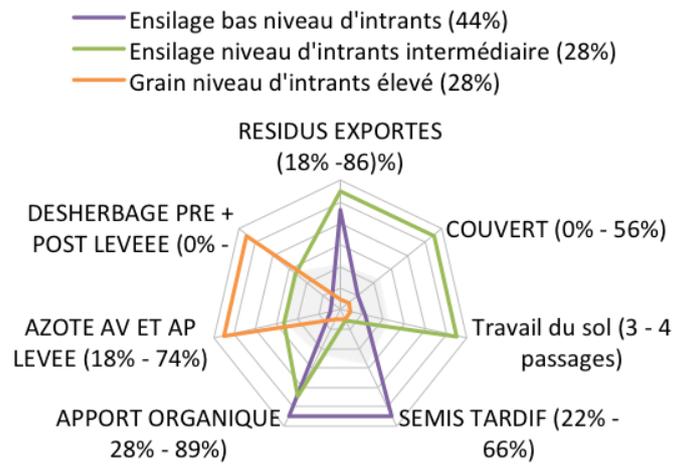


Figure 50 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du maïs en Bourgogne

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus).

Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 30 : Distribution des parcelles de maïs en Bourgogne entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Ensilage bas niveau d'intrants	Ensilage niveau d'intrants intermédiaire	Grain niveau d'intrants élevé	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	100 (44%)	64 (28%)	65 (28%)	229 (100%)
% surfaces extrapolées	25%	31%	45%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
RÉSIDUS DU PRÉCÉDENT EXPORTÉS	74%	86%	18%	27%
COUVERT PENDANT L'INTERCULTURE PRÉCÉDENTE	6%	56%	0%	19%
Autres interventions de travail du sol	2-3-3	3-4-5	2-3-3	2-3-4
SEMIS TARDIF	66%	22%	22%	41%
APPORT ORGANIQUE	89%	77%	28%	32%
ENGRAIS MINÉRAL				
- pas d'apport	9%	0%	0%	4%
- apport av levée	58%	16%	18%	32%
- apport av et ap levée	18%	42%	74%	41%
- apport ap levée	21%	42%	8%	23%
DÉSHERBAGE				
- impasse	11%	6%	0%	7%
- pré-levée seule	69%	19%	34%	45%
- pré + post-levée	0%	13%	29%	13%
- post-levée seule	18%	63%	34%	35%
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures	0%	17%	43%	17%
- polyculture-élevage	13%	50%	34%	29%
- élevage	84%	33%	18%	51%
SAU (ha)	88-152-207	116-200-248	66-140-168	87-162-214
IFT	1,0-1,3-1,6	0,8-1,5-1,9	1,0-1,8-2,1	1,0-1,5-1,9
Dose d'azote (U _N)	44-81-115	81-113-145	116-145-163	73-108-146
Rendement (t _{MS} /ha ou q/ha)	11-13-15	12-14-16	80-92-103	-
VALORISATION GRAIN	23%	13%	64%	30%

c. Description des systèmes de culture

- **Classification des variables de temps long**

Tableau 31 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des variables de temps long en Bourgogne

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none">- fréquence de colza- fréquence de céréales à paille- fréquence de cultures d'été- fréquence de prairies- fréquence de labour- FRÉQUENCE D'APPORTS ORGANIQUES jamais / de temps en temps / tous les 2-3 ans / tous les ans
Etape 2 – Sélection des données	1194 parcelles enquêtées 1061 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	3 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	5 groupes distingués

Les parcelles enquêtées ont été réparties en cinq groupes selon les variables caractérisant les pratiques sur les campagnes culturales 2005-2006 à 2010-2011 ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 51 et le tableau 32.

- Le groupe “Colza et céréales à paille, labour et apports organiques peu fréquents” rassemble plus d'une parcelle sur trois. Sur ces parcelles, du colza a été implanté une année sur quatre en moyenne et des céréales à paille deux années sur trois. Le recours au labour est peu fréquent en moyenne une année sur trois. Moins d'une parcelle sur six a reçu au moins un apport organique au cours des six campagnes. Ces parcelles sont majoritairement associées à des exploitations d'élevage.

- Le groupe “Céréales à paille dominantes, labour fréquent” rassemble environ une parcelle sur quatre. La succession est dominée par les céréales à paille, présentes trois années sur quatre. Le labour intervient pratiquement tous les ans et environ deux parcelles sur trois ont reçu au moins un apport organique au cours des six dernières campagnes.

- Le groupe “Céréales à paille et cultures d'été, labour et apports organiques fréquents” rassemble un peu moins d'une parcelle sur six. La succession fait intervenir cultures d'été (maïs) et céréales à paille en proportions sensiblement équivalentes. Le labour intervient tous les ans et quatre parcelles sur cinq ont reçu au moins un apport organique en six ans.

- Le groupe “Successions avec prairie” rassemble un peu plus d'une parcelle sur dix. Celles-ci se distinguent par la présence de prairies dans la succession. Le labour intervient avec une fréquence variable (fonction du nombre d'années en prairies sur les six années connues) et environ deux parcelles sur trois ont reçu au moins un apport organique en six ans.

- Le groupe “Cultures d'été dominantes, labour fréquent” rassemble environ une parcelle sur vingt. La succession se rapproche d'une monoculture de cultures d'été (maïs) implantées après labour. Une parcelle sur deux a reçu au moins un apport organique au cours des six dernières campagnes.

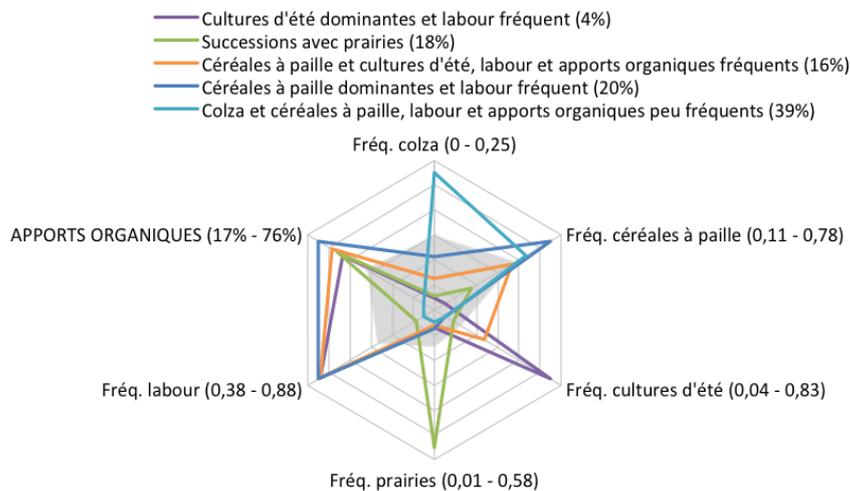


Figure 51 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des cinq groupes constitués sur les variables de temps long

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus).

Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 32 : Distribution des parcelles entre les cinq groupes constitués sur les variables de temps long et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Colza et cér à paille, labour et app orga peu fréquents	Cér à paille dominantes, labour fréquent	Cér à paille et cult d'été, labour et app orga fréquent	Successions avec prairie	Cult d'été dominantes, labour fréquent	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	414 (39%)	215 (20%)	166 (16%)	191 (18%)	75 (7%)	1061 (100%)
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES						
Fréquence de céréales à pailles	0,5-0,62-0,67	0,67-0,75-0,83	0,49-0,52-0,67	0,17-0,28-0,33	0-0,07-0,17	0,5-0,54-0,67
Fréquence de colza	0,17-0,26-0,33	0-0,11-0,17	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0,12-0,2
Fréquence de cultures d'été	0-0-0	0-0,05-0,17	0,33-0,38-0,5	0-0,1-0,17	0,67-0,87-1	0-0,16-0,17
Fréquence de prairies	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0,5-0,58-0,67	0-0-0	0-0-0
Fréquence de labour	0-0,33-0,67	0,83-0,87-1	0,83-0,9-1	0,33-0,43-0,58	0,83-0,83-1	0,33-0,61-1
Apports organiques	15%	61%	82%	65%	54%	49%
AUTRES VARIABLES						
Orientation grande culture	78%	37%	16%	25%	26%	45%
SAU (ha)	112-178-220	93-162-198	89-149-164	100-159-205	73-159-194	97-164-209

- **Classement des historiques cultureux**

Pour la Bourgogne, neuf historiques cultureux représentent 50% de l'effectif de parcelles enquêtées (Tableau 33). Le plus représenté - colza suivi d'au moins 2 céréales à paille avec labour et apports organiques peu fréquents - regroupe 18% de l'effectif enquêté et 41% des surfaces extrapolées. Les autres historiques cultureux rassemblent chacun moins de 10% de l'effectif enquêté et de l'ordre de 1 à 2% des surfaces.

Tableau 33 : Historiques cultureux classés par ordre décroissant d'effectif et part d'effectif, part cumulée d'effectif et part de surface extrapolée pour la Bourgogne et nombre de systèmes de culture tiré de chaque historique cultural

Historique cultural		Effectif	% effectif	% cumulé	% surface	Nb SDC associés
Motif de succession grain 2	Groupe temps long					
Colza - au moins 2 céréales	Colza et cér à paille, labour et app orga peu fréquents	193	18%	18%	41%	2
Prairie - monoculture	Successions avec prairie	62	6%	24%	5%	2
Monoculture céréales	Cér à paille dominantes, labour fréquent	53	5%	29%	2%	1
Colza et légumineuses - au moins 2 céréales	Colza et cér à paille, labour et app orga peu fréquents	46	4%	33%	5%	2
Colza - au moins 2 céréales	Cér à paille dominantes, labour fréquent	45	4%	38%	5%	2
Maïs - au moins 2 céréales	Cér à paille et cult d'été, labour et app orga fréquent	42	4%	42%	2%	6
Colza et tournesol - au moins 2 céréales	Colza et cér à paille, labour et app orga peu fréquents	37	3%	45%	2%	4
Monoculture maïs	Cult d'été dominantes, labour fréquent	36	3%	48%	<1%	2
Au moins 2 maïs - céréales	Cult d'été dominantes, labour fréquent	20	2%	50%	2%	2
						23

- **Typologie des systèmes de culture**

Pour chacun des historiques cultureux cumulant 50% de l'effectif enquêté, les figures suivantes présentent les systèmes de culture auxquels ils donnent lieu, en indiquant le (ou les) itinéraires techniques majoritairement associés à chaque culture de la rotation.

- Pour l'historique cultural avec colza suivi d'au moins deux céréales à paille, avec labour et apports organiques peu fréquents (Figure 52), le colza est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé sans labour". Le blé est associé aux itinéraires techniques "Niveau d'intrants élevé sans labour" ou "Niveau d'intrants élevé avec labour". L'orge est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé sans labour". Cet historique cultural peut donc donner lieu à deux systèmes de culture selon l'itinéraire technique associé au blé.

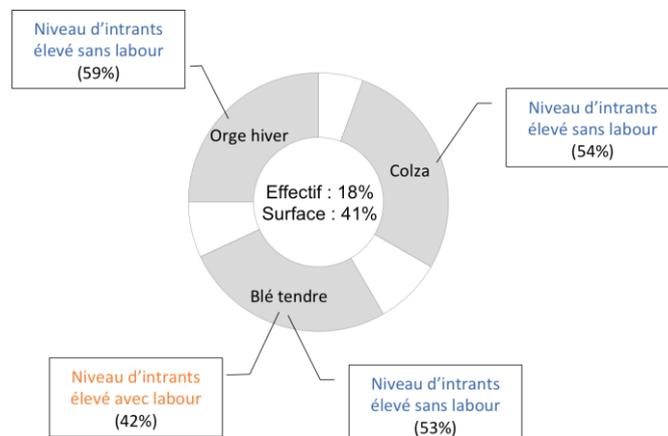


Figure 52 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza - au moins 2 céréales - Colza et cér à paille, labour et app orga peu fréquents

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolée à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- Pour les successions avec prairies (Figure 53), le blé est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Bas niveau d'intrants". Le triticale est associé aux itinéraires techniques "Niveau d'intrants intermédiaire" ou "Niveau d'intrants élevé". Cet historique cultural peut donc donner lieu à deux systèmes de culture selon l'itinéraire technique associé au triticale.

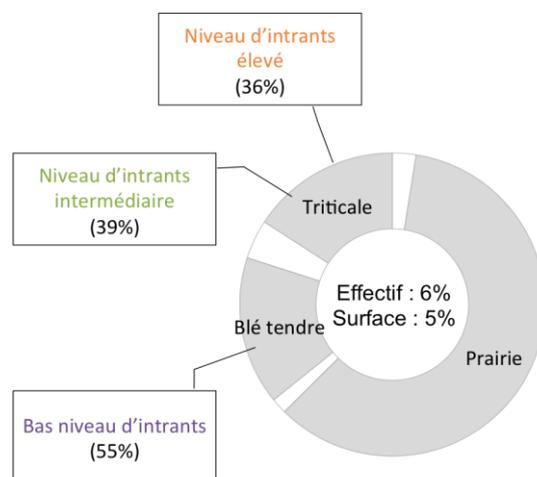


Figure 53 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Prairie - Monoculture - Successions avec prairies

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec monoculture de céréales (figure 54) donne lieu à un unique système de culture. Le blé est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants intermédiaire". Le triticale est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé". L'orge d'hiver est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants intermédiaire". Ce système de culture est vraisemblablement incomplet : la succession de céréales est probablement précédée par une tête de rotation ou une prairie.

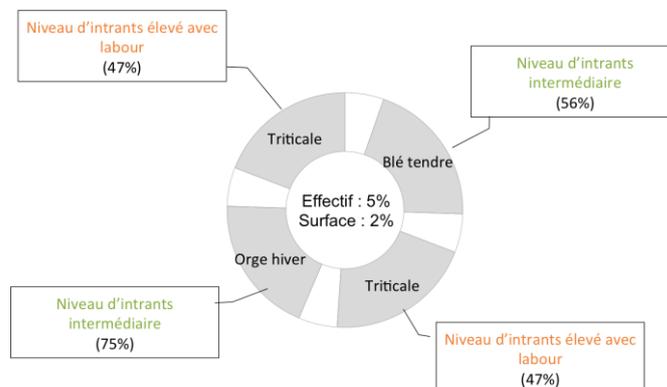


Figure 54 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Monoculture céréales - Cér à paille dominantes, labour fréquent

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec colza, légumineuses et céréales à paille, avec labour et apports organiques peu fréquents (figure 55) peut donner lieu à deux systèmes de culture en fonction de l'itinéraire technique associé à l'orge d'hiver. Un itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé sans labour" est majoritairement associé au colza, au blé et au pois. L'orge d'hiver est associée aux itinéraires techniques "Niveau d'intrants élevé sans labour" ou "Niveau d'intrants élevé avec labour".

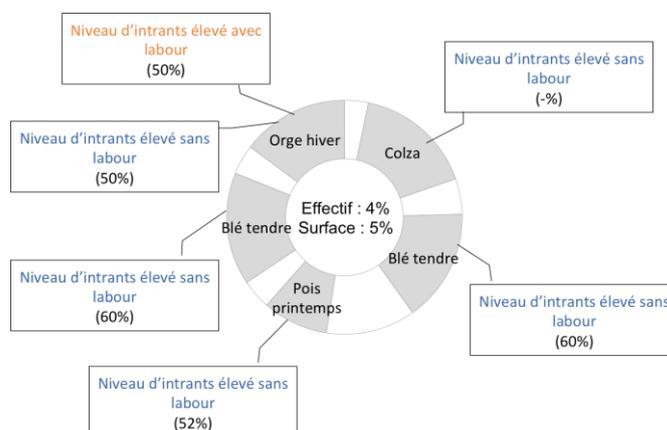


Figure 55 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza et légumineuses - au moins 2 céréales - Colza et cér à paille, labour et app orga peu fréquents

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- Deux systèmes de culture peuvent être distingués à partir de l'historique cultural avec colza et céréales à paille, avec labour fréquent (Figure 56). Le colza est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants intermédiaire sans labour". Le blé est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé avec labour". L'orge d'hiver peut être associée aux itinéraires techniques "Niveau d'intrants intermédiaire" ou "Niveau d'intrants élevé avec labour".

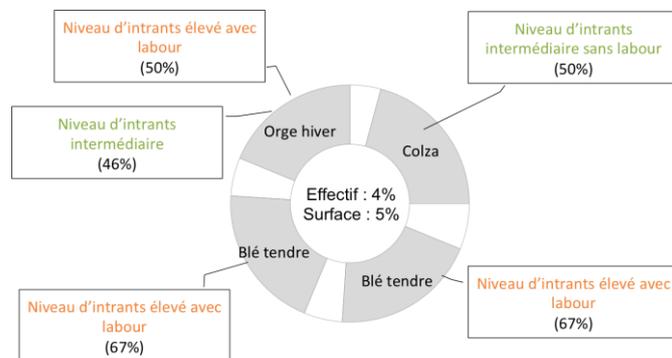


Figure 56 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza - au moins 2 céréales - Cér à paille dominantes, labour fréquent

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec maïs et céréales à paille, avec labour et apports organiques fréquents (figure 57) peut être décliné en six systèmes de culture. Il peut tout d'abord être décliné en deux successions culturales : maïs - blé - blé ou maïs - blé - orge. Le maïs est associé aux itinéraires techniques "Ensilage bas niveau d'intrants" ou "Ensilage niveau d'intrants intermédiaire". Le blé est associé aux itinéraires techniques "Bas niveau d'intrants" ou "Niveau d'intrants élevé avec labour". Enfin l'orge d'hiver est associée à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants intermédiaire". On retiendra que lorsque le maïs est associé à l'itinéraire technique "Ensilage bas niveau d'intrants", le blé est associé à l'itinéraire technique "Bas niveau d'intrants", et lorsque le maïs est associé à l'itinéraire technique "Ensilage niveau d'intrants intermédiaire", le blé peut être associé aux itinéraires techniques "Bas niveau d'intrants" ou "Niveau d'intrants élevé avec labour".

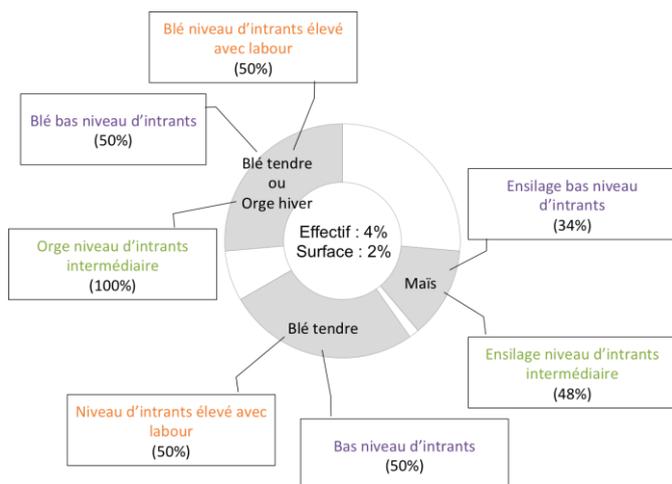


Figure 57 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Maïs - au moins 2 céréales - Cér à paille et cult d'été, labour et app orga fréquent

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec colza, tournesol et céréales à paille, avec labour et apports organiques peu fréquents (Figure 58) peut être décliné en quatre systèmes de culture selon l'itinéraire technique associé au blé tendre. Le colza est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé sans labour". Le blé tendre est associé aux itinéraires techniques "Niveau d'intrants élevé sans labour" ou "Niveau

d'intrants élevé avec labour" et on considère que les deux blés de la rotation peuvent être associés à un itinéraire technique différent. Le tournesol est associé à l'itinéraire technique "Sans labour sans apports organiques". L'orge d'hiver est associée à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé sans labour".

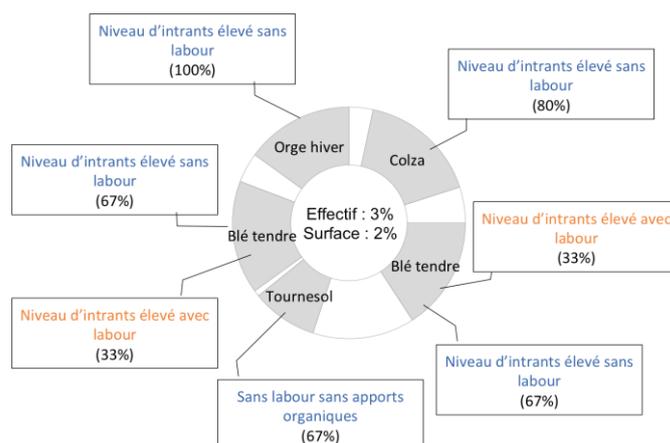


Figure 58 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza et tournesol - au moins 2 céréales - Colza et cér à paille, labour et app orga peu fréquents

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- Deux systèmes de culture sont à distinguer pour la monoculture de maïs (Figure 59). Il peut s'agir d'une monoculture de maïs ensilage avec itinéraire technique "Bas niveau d'intrants" ou d'une monoculture de maïs grain avec itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé".

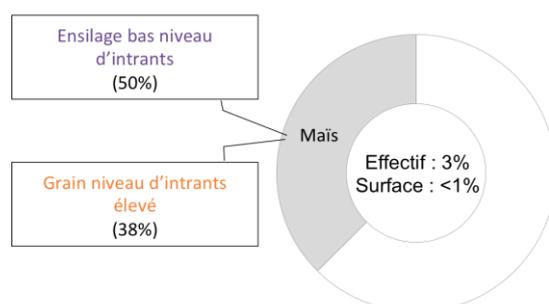


Figure 59 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Monoculture maïs - Cult d'été dominantes, labour fréquent

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec succession de deux maïs et céréale à paille peut être décliné en deux systèmes de culture (Figure 60). Le maïs peut être du maïs ensilage, conduit selon l'itinéraire technique "Bas niveau d'intrants", ou du maïs grain associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé".

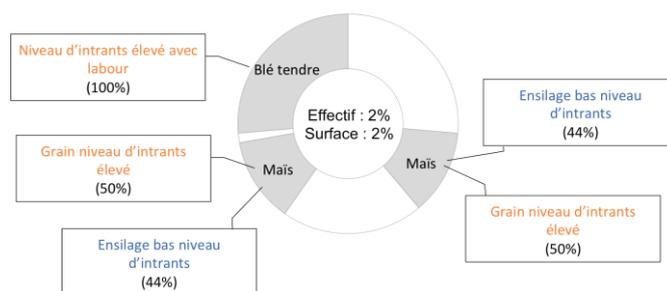


Figure 60 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Au moins 2 maïs - céréales - Cult d'été dominantes, labour fréquent

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

2. Midi-Pyrénées

a. Description des successions culturales

A partir des 1 164 parcelles agricoles étudiées grâce à l'enquête PK 2011, nous avons mis en évidence 15 motifs de succession de grain 1 en Midi-Pyrénées, qui permettent d'illustrer 97 % de l'échantillon enquêté. Parmi ces 15 motifs de succession, seulement 8 permettent d'expliquer 90 % de l'échantillon (figure 61).

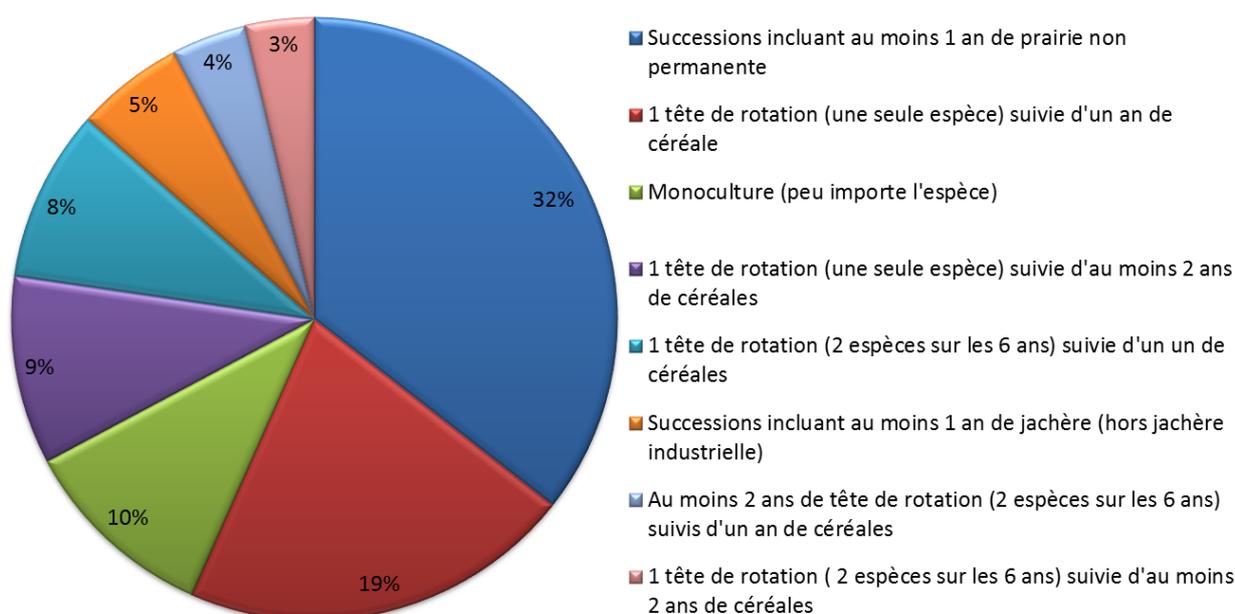


Figure 61 : principaux motifs de successions grossiers mis en évidence en Midi-Pyrénées à partir de données issues de l'enquête « pratiques culturales grandes cultures 2011 ». 8 principaux motifs de successions grossiers illustrent 90 % des parcelles agricoles étudiées.

En Midi-Pyrénées, les motifs de successions alternant un an de tête de rotation (avec 1, 2 ou 3 espèce(s) différente(s)) et au moins une année de céréale (toutes espèces confondues à ce niveau de précision) représentent 41 % de l'échantillon étudié. Ils peuvent être répartis en 6 classes, seules 4 sont représentées dans la figure 61 et présentées ci-dessous, par ordre décroissant :

- Un an de tête de rotation (une seule espèce dans la rotation) suivi d'un an de céréale (19 %) ;
- Un an de tête de rotation (une seule espèce dans la rotation) suivi d'au moins 2 ans de céréales (9 %) ;
- Un an de tête de rotation (2 espèces sur les 6 ans) suivi d'un an de céréale (8 %) ;
- Un an de tête de rotation (2 espèces sur les 6 ans) suivi d'au moins 2 ans de céréales (3 %).

Tableau 34 : Exemples de séquences de cultures associées aux motifs de grain 1 de type : « 1 tête de rotation suivie d'au moins 1 an de céréale » en Midi-Pyrénées.

Séquences de cultures						Motifs de succession de grain 1
2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	i) 1 an de TR – 1 an de céréale
Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	
<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille de printemps	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	
<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	ii) 1 an de TR – au moins de 2 ans de céréales
Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	
Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	
Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Pois protéagineux</u>	iii) 1 an de TR (2 espèces) – 1 an de céréale
Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	
<u>Légumineuse</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Légumineuse</u>	Céréale à paille d'automne	
Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	iv) 1 an de TR (2 espèces) – au moins de 2 ans de céréales
<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Pois protéagineux</u>	
<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	

Un tiers des rotations inclue au moins une année de prairie non permanente (33 %) (37 % si nous incluons les successions avec au moins 1 année de jachère). Voici quelques exemples de séquences de cultures liées à ce motif qui sont réalisées en Midi-Pyrénées :

- 3 ans de prairies non permanentes → 3 ans de céréale à paille d'automne ;
- Maïs → Céréale à paille d'automne → Prairie non permanente → Prairie non permanente → Maïs → Céréale à paille d'automne ;
- Maïs → Prairie non permanente → Prairie non permanente → Maïs → Maïs → Maïs.

Enfin, 10 % des parcelles agricoles enquêtées sont conduites en monoculture, dont 80 % sont des monocultures de maïs.

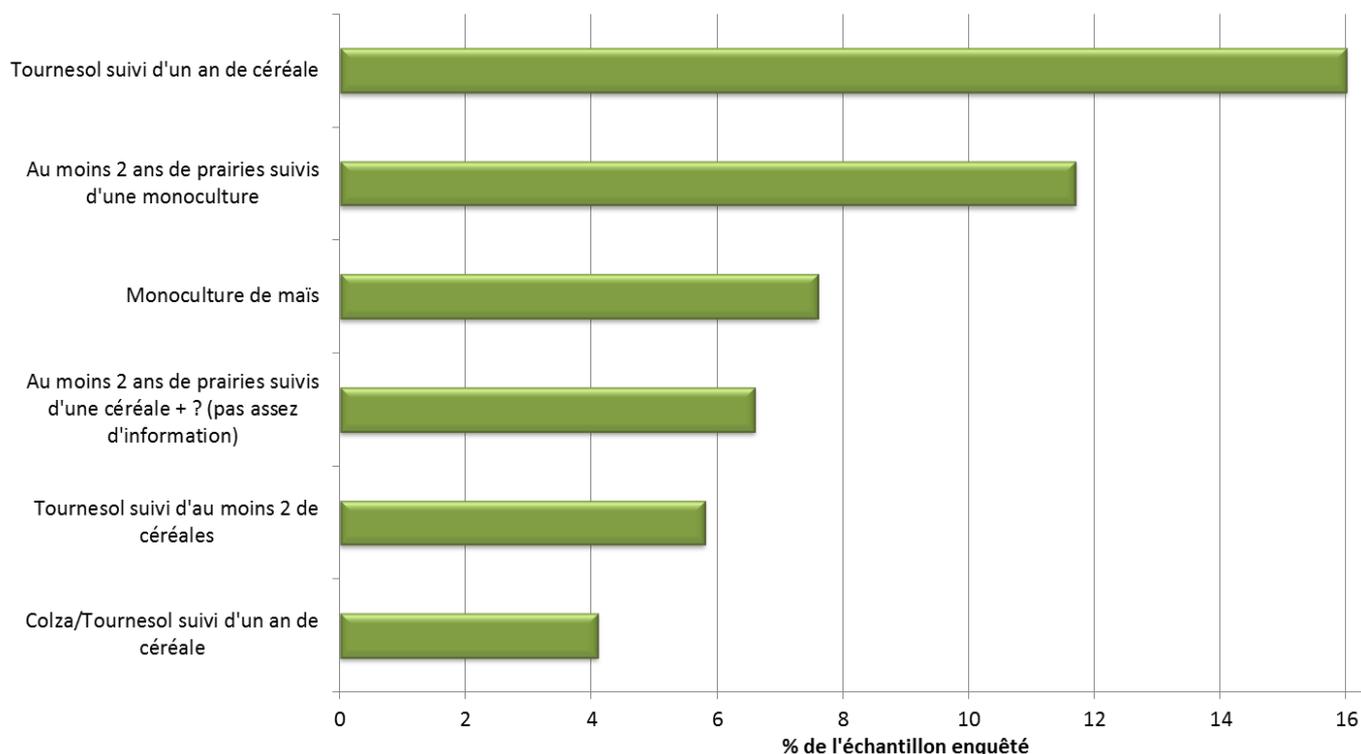


Figure 62: principaux motifs de successions de grain 2 mis en évidence en Midi-Pyrénées à partir de données issues de l'enquête « pratiques culturelles grandes cultures 2011 ». 6 principaux motifs de successions de grain 2 illustrent 50 % des parcelles agricoles étudiées.

A partir des parcelles enquêtées, nous avons identifié 52 motifs de succession de grain 2, c'est-à-dire des motifs pour lesquels nous précisons l'espèce de la tête de rotation. En détaillant la tête de rotation, nous perdons légèrement en représentativité puisque ces motifs n'expliquent plus que 93 % des parcelles enquêtées, au lieu de 97 % au grain 1. Parmi ces 52 motifs, seuls 6 permettent d'illustrer 50 % des parcelles enquêtées : de même que les rotations bourguignonnes, les rotations midi-pyrénéennes sont peu diversifiées (figure 62).

Le motif grossier avec au moins 1 an de prairie non permanente est le principal mais il n'apparaît pas comme majoritaire dans la figure 62 : il y a en fait une grande diversité de rotations à base de prairie (19 au total, au grain 2), le principal étant le motif « au moins 2 années de prairies suivies d'une monoculture » (11,7 %).

D'après les motifs de succession de grain 2, le tournesol est la principale tête de rotation, présent sur 36 % des parcelles agricoles enquêtées. Dans la figure 62, nous le retrouvons dans les motifs « 1 an de tournesol suivi d'un an de céréale » (16 %) ; « 1 an de tournesol suivi d'au moins 2 ans de céréales » (6 %) et « 1 an de colza ou de tournesol suivi d'un an de céréale » (4 %). Vient ensuite le maïs, qui est présent sur 16 % des parcelles enquêtées (dont 7 % sur des parcelles conduites en monoculture de maïs).

Le tableau 35 permet de faire le lien entre les motifs de succession de grain 2 présentés dans la figure 62 et les motifs de succession grossiers correspondant.

Tableau 35 : correspondance entre les 6 principaux motifs de grain 2 et les motifs de grain 1 en Midi-Pyrénées.

Grain 1		Grain 2	
Motif de succession	% par rapport à l'échantillon	Motif de succession	% par rapport à l'échantillon
1 tête de rotation – 1 céréale	19 %	Tournesol suivi d'1 an de céréale	16 %
1 tête de rotation – au moins 2 ans de céréales	9 %	Tournesol suivi d'au moins 2 ans de céréales	6 %
1 tête de rotation (2 espèces) – 1 céréale	8 %	Colza/Tournesol suivi d'1 an de céréale	4 %
Avec prairie non permanente	32 %	Au moins 2 ans de prairies non permanentes suivis d'une monoculture	7 %
		Au moins 2 ans de prairies non permanentes suivis d'au moins 1 an de céréale + ... ?	6 %
Monoculture	10 %	Monoculture de maïs	7 %

b. Description des itinéraires techniques

- **Blé tendre**

Tableau 36 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé tendre en Midi-Pyrénées

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - APPORT ORGANIQUE oui / non - dose N - nb apports engrais azotés - nb applications herbicides - FONGICIDES oui / non
Etape 2 – Sélection des données	226 parcelles enquêtées 178 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 oui / non de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour le blé tendre ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 63 et le tableau 37. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Bas niveau d'intrants sans labour**" rassemble une parcelle sur cinq. Il se caractérise par l'absence de traitements phytosanitaires et d'apports d'azote sous forme minérale. Le blé est majoritairement implanté sans labour et tardivement pour deux parcelles sur trois. Une parcelle sur deux fait l'objet de désherbage mécanique et près d'une parcelle sur deux reçoit un apport organique. Pour deux tiers d'entre elles, il s'agit de parcelles en AB.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire avec labour**" rassemble également une parcelle sur cinq. Il se caractérise par le recours au labour sur la majorité des parcelles. Le blé reçoit autour de 50 unités d'azote par un apport d'engrais minéral et une parcelle sur quatre reçoit un apport organique. Le blé n'est pas désherbé et seule une parcelle sur quatre reçoit une protection fongicide. Cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations d'élevage et, pour un tiers de l'effectif, en AB.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé sans labour**" rassemble près de deux tiers des parcelles. Le blé est implanté sans labour. Il reçoit près de 160 unités d'azote en trois passages, un traitement herbicide en sortie d'hiver et un traitement fongicide. Cet itinéraire technique est majoritairement pratiqué sur des exploitations de grandes cultures.

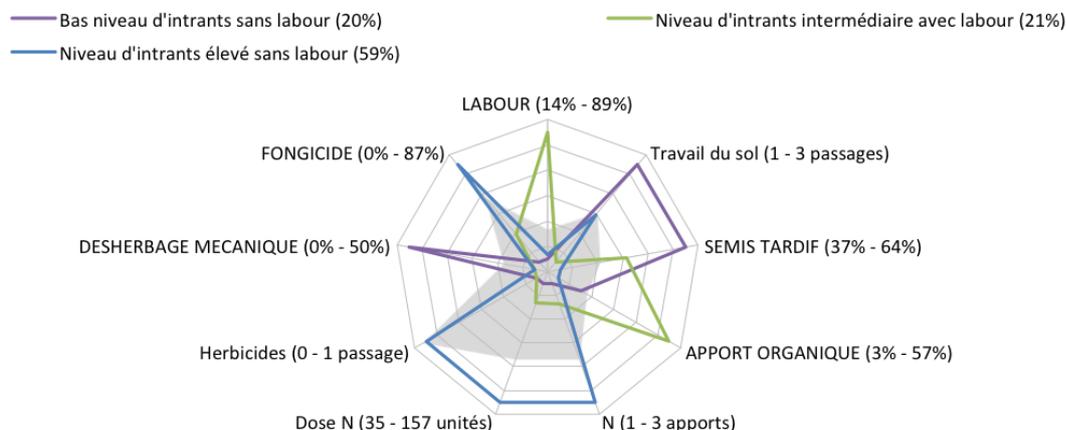


Figure 63 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des quatre itinéraires techniques du blé tendre en Midi-Pyrénées

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus). Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 37 : Distribution des parcelles de blé tendre en Midi-Pyrénées entre les quatre itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Bas niveau d'intrants sans labour	Niveau d'intrants intermédiaire avec labour	Niveau d'intrants élevé avec labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	36 (20%)	37 (21%)	105 (59%)	178 (100%)
% surfaces extrapolées	6%	10%	84%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
LABOUR	14%	89%	16%	31%
Autres interventions de travail du sol	2-3-3	0-1-2	1-2-3	1-2-3
SEMIS TARDIF	64%	51%	37%	46%
Dose d'azote (U _N)	0-35-62	0-54-84	132-157-184	55-111-124
Nombre d'apports d'azote	0-0-1	0-1-2	2-3-3	1-2-3
APPORTS ORGANIQUES	44%	27%	0%	15%
Herbicides (nb passages)	0-0-0	0-0-1	1-1-2	0-1-1
DÉSHERBAGE MÉCANIQUE	50%	0%	0%	12%
FONGICIDES	0%	24%	87%	56%
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures	33%	11%	64%	47%
- polyculture-élevage	39%	19%	12%	19%
- élevage	11%	65%	12%	23%
CERTIFICATION AB	72%	30%	0%	21%
IFT	0-0-0	0-0,7-1,5	1,7-2,4-2,8	1,51-1,6-2,5
Rendement (q/ha)	20-28-34	30-39-50	43-50-55	35-43-53

- **Blé dur**

Tableau 38 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé dur en Midi-Pyrénées

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - dose N - nb apports engrais azotés - HERBICIDES oui / non - FONGICIDES oui / non
Etape 2 – Sélection des données	129 parcelles enquêtées 93 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	2 groupes distingués

Deux types d'itinéraires techniques sont distingués pour le blé dur ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 64 et le tableau 39. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants modéré**" rassemble un tiers de l'effectif. Il se caractérise par un peu moins de 130 unités d'azote apportées en deux apports.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé**" rassemble deux tiers des parcelles. Le blé dur reçoit autour de 180 unités d'azote apportées en quatre apports.

Pour ces deux itinéraires techniques, le blé dur est majoritairement implanté sans labour. Il fait l'objet d'un désherbage en sortie d'hiver et reçoit un traitement fongicide.

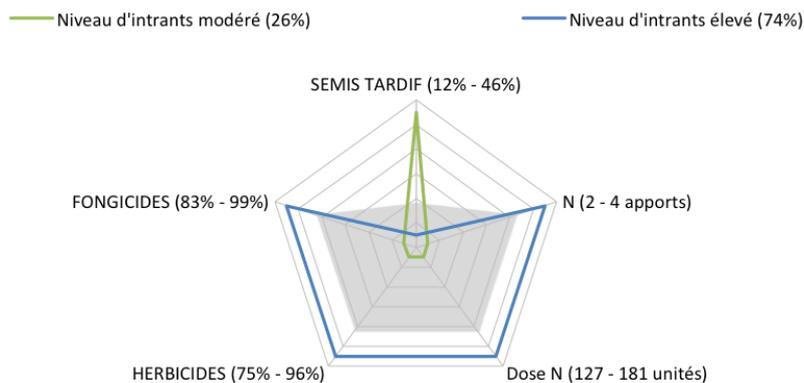


Figure 64 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des deux itinéraires techniques du blé dur en Midi-Pyrénées

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus).

Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 39 : Distribution des parcelles de blé dur en Midi-Pyrénées entre les deux itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Niveau d'intrants modéré	Niveau d'intrants élevé	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	24 (26%)	69 (74%)	93 (100%)
% surfaces extrapolées	32%	68%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES			
SEMIS TARDIF	46%	12%	20%
Dose d'azote (U _N)	113-127-153	162-181-199	149-167-194
Nombre d'apports d'azote	2-2-3	3-4-4	3-3-4
HERBICIDES	75%	96%	90%
FONGICIDES	83%	99%	95%
AUTRES VARIABLES			
ORIENTATION			
- grandes cultures	75%	78%	77%
- polyculture-élevage		16%	14%
- élevage			
IFT	1,3-1,8-2,4	2,6-3,1-3,7	2,1-2,8-3,5
Rendement (q/ha)	30-38-47	42-47-52	40-45-50

• **Orge hiver**

Tableau 40 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques de l'orge d'hiver en Midi-Pyrénées

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS precoce / normale / tardive - APPORT ORGANIQUE oui / non - dose N - nb apoorts engrais azotés - STRATEGIE DESHERBAGE oui / non - FONGICIDES oui / non
Etape 2 – Sélection des données	108 parcelles enquêtées 93 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	3 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour l'orge d'hiver ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 63 et le tableau 41. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Bas niveau d'intrants avec labour**", rassemble environ une parcelle sur six. L'orge est implantée après labour. Elle ne reçoit pas d'engrais azoté ni de traitement phytosanitaire. Près de trois quarts des parcelles reçoivent un apport organique. Cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations d'élevage, en AB pour la moitié d'entre elles.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire avec labour**" rassemble près de deux tiers des parcelles. L'orge est implantée après labour. Deux tiers des parcelles reçoivent un apport organique, en plus de deux apports d'azote sous forme minérale. L'orge fait l'objet d'un désherbage en sortie d'hiver et une parcelle sur deux reçoit un traitement fongicide. Cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations d'élevage.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé sans labour**" rassemble autour de deux parcelles sur cinq. L'orge est implantée sans labour et reçoit environ 110 unités d'azote en deux apports d'engrais. L'orge est désherbée en sortie d'hiver et la majorité des parcelles reçoit un traitement fongicide. Cet itinéraire technique est associé à des exploitations de grande culture ou de polyculture-élevage.

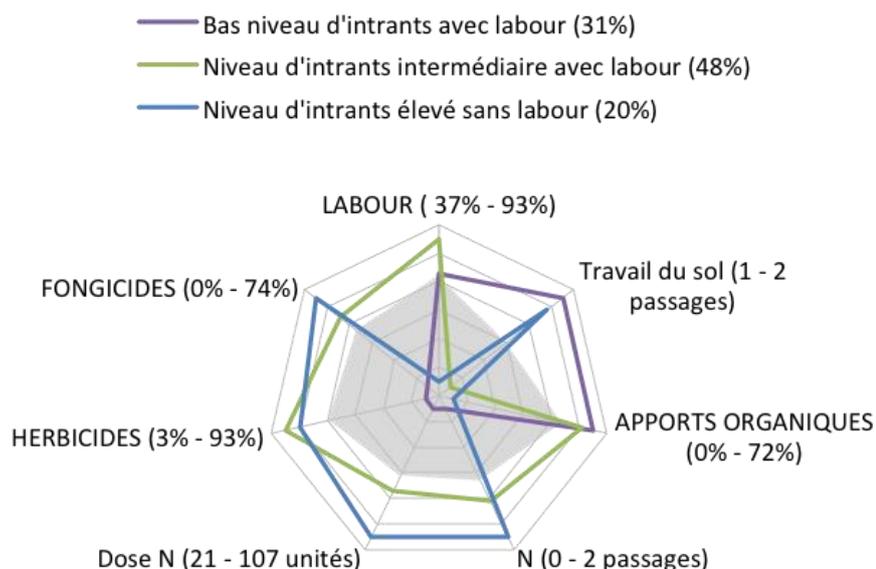


Figure 65 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des deux itinéraires techniques de l'orge d'hiver en Midi-Pyrénées

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus).

Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 41 : Distribution des parcelles d'orge d'hiver en Midi-Pyrénées entre les deux itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Bas niveau d'intrants avec labour	Niveau d'intrants intermédiaire avec labour	Niveau d'intrants élevé sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	29 (31%)	45 (48%)	19 (20%)	93 (100%)
% surfaces extrapolées	16%	62%	23%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
LABOUR	79%	93%	37%	77%
Autres interventions de travail du sol	1-2-3	0-1-1	1-2-2	0-1-2
APPORTS ORGANIQUES	72%	67%	0%	56%
Nombre d'apports d'azote	0-0-1	1-2-2	2-2-3	1-2-2
Dose d'azote (unités)	0-21-45	54-74-99	97-107-124	44-65-100
HERBICIDES	3%	93%	84%	63%
FONGICIDES	0%	58%	74%	45%
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures			37%	10%
- polyculture-élevage	10%	9%	32%	14%
- élevage	86%	89%		72%
CERTIFICATION AB	48%	0%	0%	15%
RÉSIDUS EXPORTÉS	34%	49%	26%	40%
SEMIS TARDIF	24%	0%	47%	19%
IFT	0-0-0	0,8-1,5-2,0	1,5-1,9-2,6	0-1,1-1,9
Rendement (q/ha)	20-33-50	38-47-55	35-42-50	35-41-50

- **Triticale**

Tableau 42 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du triticale en Midi-Pyrénées

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS precoce / normale / tardive - APPORT ORGANIQUE oui / non - dose N - nb apoorts engrais azotés - nb applications herbicides - FONGICIDES oui / non
Etape 2 – Sélection des données	233 parcelles enquêtées 195 parcelles conservées pour l’analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l’AFDM conservés
Etape 4 - Classification	2 groupes distingués

Deux types d’itinéraires techniques sont distingués pour le triticale; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 66 et le tableau 43. L’itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L’itinéraire technique “**Bas niveau d’intrants**”, rassemble environ deux parcelles sur cinq. Le triticale reçoit autour de 30 unités d’azote par un apport d’engrais minéral et une parcelle sur deux reçoit un apport organique. Le triticale n’est pas désherbé et ne reçoit pas de traitement fongicide. Cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations d’élevage, en AB pour près de la moitié d’entre elles.
- L’itinéraire technique “**Niveau d’intrants élevé**” rassemble trois parcelles sur cinq. Le triticale reçoit près de 100 unités d’azote en deux apports d’engrais minéral et deux parcelles sur cinq reçoivent également un apport organique. Le triticale fait l’objet d’un désherbage et un peu plus d’une parcelle sur deux reçoit également un traitement fongicide. Cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations d’élevage.

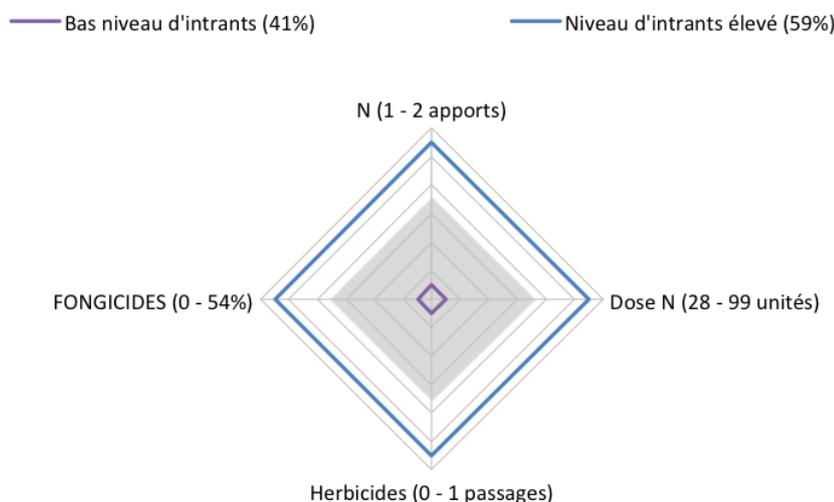


Figure 66 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des deux itinéraires techniques du triticale en Midi-Pyrénées

Chaque ligne représente un groupe d’itinéraire technique, dont la part d’effectif qu’il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L’aire grisée correspond à l’ensemble de l’échantillon (tous groupes confondus).
 Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 43 : Distribution des parcelles de triticale en Midi-Pyrénées entre les deux itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Bas niveau d'intrants avec labour	Niveau d'intrants élevé sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	79 (41%)	116 (59%)	195 (100%)
% surfaces extrapolées	29%	71%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES			
Nombre d'apports d'azote	0-1-1	2-2-2	1-2-2
Dose d'azote (unités)	0-28-50	84-99-1116	39-70-102
Herbicides	0-0-0	1-1-1	0-1-1
FONGICIDES	0%	54%	32%
AUTRES VARIABLES			
ORIENTATION			
- grandes cultures	19%	15%	16%
- polyculture-élevage	14%	16%	15%
- élevage	62%	65%	64%
CERTIFICATION AB	42%	0%	17%
RÉSIDUS EXPORTÉS	33%	47%	42%
LABOUR	67%	72%	70%
Autres interventions de travail du sol	1-2-2	0-1-2	0-1-2
SEMIS TARDIF	37%	20%	27%
APPORTS ORGANIQUES	52%	41%	46%
IFT	0-0-0	1,0-1,6-2,0	0-1,0-1,8
Rendement (q/ha)	25-34-45	40-47-55	33-42-50

• **Colza**

Tableau 44 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du colza en Midi-Pyrénées

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - dose N - nb apports engrais azotés - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / pré-levée / pré + post-levée / post-levée - FONGICIDE oui / non - nb applications insecticides
Etape 2 – Sélection des données	97 parcelles enquêtées 61 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour le colza; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 67 et le tableau 45. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Bas niveau d'intrants avec labour**", rassemble une parcelle sur quatre. Le colza est implanté après labour, il reçoit près de 100 unités d'azote en deux apports d'engrais minéral. Le colza est désherbé en pré-levée uniquement, il fait l'objet d'un traitement insecticide et moins d'une parcelle sur deux reçoit une protection fongicide. Cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations de grandes cultures.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire sans labour**", rassemble un tiers de l'effectif. Le colza est implanté sans labour, il reçoit près de 160 unités d'azote en deux apports d'engrais minéral. Le désherbage de pré-levée est complété par un rattrapage de post-levée pour un peu moins de la moitié des parcelles. Le colza reçoit un traitement insecticide et seulement une parcelle sur cinq reçoit un traitement fongicide. Cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations de grande culture.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé sans labour**" rassemble plus de deux parcelles sur cinq. Le colza est implanté sans labour. Il reçoit 170 unités d'azote en trois apports d'engrais minéral. Pour trois parcelles sur cinq, le désherbage de pré-levée est complété par un rattrapage en post-levée. Le colza reçoit trois traitements insecticides et un traitement fongicide. Cet itinéraire technique est associé à des exploitations de grande culture ou de polyculture-élevage.

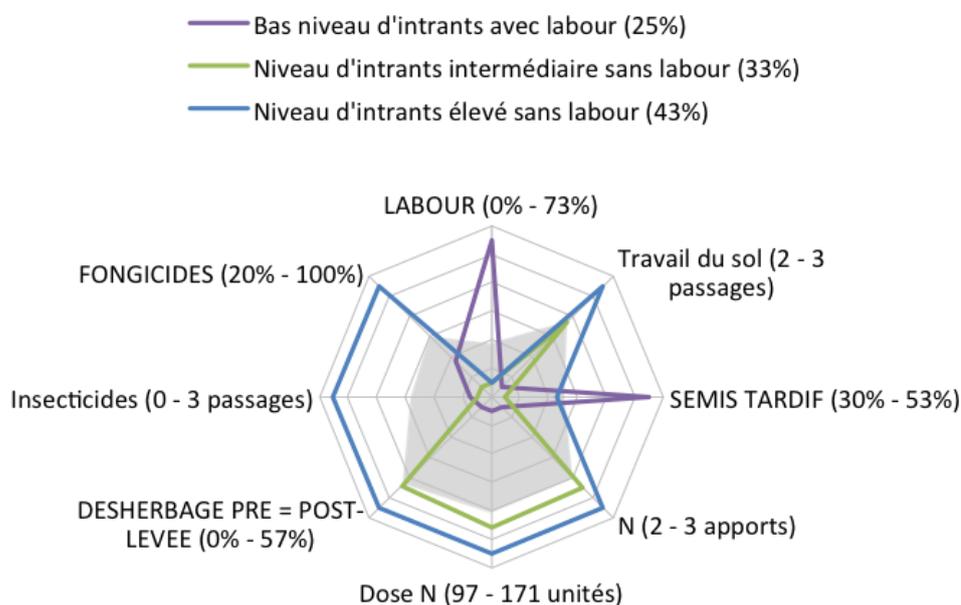


Figure 67 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du colza en Midi-Pyrénées

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus).

Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 45 : Distribution des parcelles de colza en Midi-Pyrénées entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Bas niveau d'intrants avec labour	Niveau d'intrants intermédiaire sans labour	Niveau d'intrants élevé sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	15 (25%)	20 (33%)	26 (43%)	61 (100%)
% surfaces extrapolées	16%	25%	59%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
LABOUR	73%	0%	0%	20%
Autres interventions de travail du sol	1-2-2	2-3-3	3-4-4	2-3-3
SEMIS TARDIF	53%	30%	38%	39%
Nombre d'apports d'azote	1-2-2	2-2-3	2-3-3	2-2-3
Dose d'azote (unités)	44-97-144	134-157-169	155-171-194	132-148-181
DÉSHERBAGE				
- impasse				
- pré-levée seule	87%	55%	42%	57%
- pré + post-levée		45%	58%	43%
- post-levée seule				
Insecticides	0-1-1	0-1-1	2-3-4	1-1-3
FONGICIDES	40%	20%	100%	59%
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures	67%	85%	73%	75%
- polyculture-élevage			23%	16%
- élevage				7%
RÉSIDUS EXPORTÉS	53%	40%	50%	48%
IFT	1,4-2,4-3,2	1,6-2,6-3,1	5,1-6,0-7,1	2,2-4,0-5,9
Rendement (q/ha)	22-24-32	18-21-26	25-28-35	20-25-31

• **Tournesol**

Tableau 46 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du tournesol en Midi-Pyrénées

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - dose N - DESHERBAGE MECANIQUE oui / non - nb applications herbicides
Etape 2 – Sélection des données	233 parcelles enquêtées 192 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	2 groupes distingués

Deux types d'itinéraires techniques sont distingués pour le tournesol; leurs caractéristiques sont présentées par le tableau 47. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Avec labour**", rassemble autour de trois parcelles sur cinq. Il se caractérise par une implantation du tournesol après labour.
- L'itinéraire technique "**Sans labour**" rassemble autour de deux parcelles sur cinq. Il se caractérise par l'implantation du tournesol sans labour.

Dans les deux cas, le tournesol reçoit un peu moins de 50 unités d'azote en un apport d'engrais minéral. Il fait l'objet d'un désherbage. Le désherbage mécanique concerne environ une parcelle sur cinq.

Tableau 47 : Distribution des parcelles de tournesol en Midi-Pyrénées entre les deux itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Avec labour	Sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	120 (63%)	72 (38%)	192 (100%)
% surfaces extrapolées	62%	38%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES			
LABOUR	94%	17%	65%
Autres interventions de travail du sol	2-2-3	3-3-4	2-2-3
AUTRES VARIABLES			
ORIENTATION			
- grandes cultures	61%	75%	66%
- polyculture-élevage	19%	11%	16%
- élevage	8%	6%	7%
RÉSIDUS EXPORTÉS	36%	17%	29%
SEMIS TARDIF	45%	49%	46%
Dose N (unités)	30-44-65	36-46-67	30-45-66
Herbicides	1-1-2	1-1-2	1-1-2
DÉSHERBAGE MÉCANIQUE	13%	26%	18%
IFT	0,8-1,6-2,0	1,0-1,8-2,5	1,0-1,6-2,2
Rendement (q/ha)	19-22-27	20-23-27	19-23-27,5

- **Pois hiver**

Tableau 48 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du pois d’hiver en Midi-Pyrénées

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / automne / automne + printemps / printemps - nb applications fongicides - nb applications insecticides
Etape 2 – Sélection des données	83 parcelles enquêtées 55 parcelles conservées pour l’analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l’AFDM conservés
Etape 4 - Classification	2 groupes distingués

Deux types d’itinéraires techniques sont distingués pour le pois d’hiver ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 68 et le tableau 49. L’itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L’itinéraire technique “**Niveau d’intrants modéré sans labour**”, rassemble un peu plus de trois parcelles sur cinq. Il se caractérise par l’implantation du pois après labour. Le désherbage se fait en un passage en pré-levée ou en post-levée. Le pois reçoit un traitement insecticide et un traitement fongicide. Cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations de grandes cultures.
- L’itinéraire technique “**Niveau d’intrants élevé sans labour**” rassemble près de deux parcelles sur cinq. Le pois est implanté sans labour. Le désherbage de pré-levée est complété par un passage en post-levée pour une parcelle sur quatre. Le pois reçoit deux traitements fongicides et deux traitements insecticides. Cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations de grandes cultures.

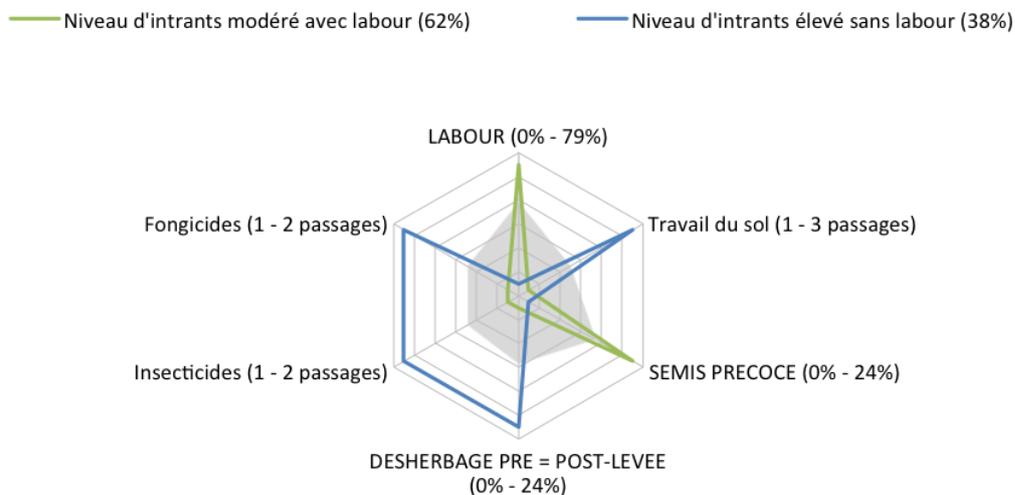


Figure 68 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des deux itinéraires techniques du pois d’hiver en Midi-Pyrénées

Chaque ligne représente un groupe d’itinéraire technique, dont la part d’effectif qu’il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L’aire grisée correspond à l’ensemble de l’échantillon (tous groupes confondus).
 Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 49 : Distribution des parcelles de pois d'hiver en Midi-Pyrénées entre les deux itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Niveau d'intrants modéré sans labour	Niveau d'intrants élevé sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	34 (62%)	21 (38%)	55 (100%)
% surfaces extrapolées	50%	50%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES			
LABOUR	79%	0%	53%
Autres interventions de travail du sol	1-1-2	3-3-4	1-2-3
SEMIS PRÉCOCE	24%	0%	15%
DÉSHERBAGE			
- impasse	18%		11%
- pré-levée seule	44%	48%	45%
- pré + post-levée		24%	11%
- post-levée seule	35%	29%	33%
Insecticides	0-1-2	1-2-3	1-1-2
Fongicides	0-1-2	2-2-2	1-2-2
AUTRES VARIABLES			
ORIENTATION			
- grandes cultures	88%	76%	84%
- polyculture-élevage	9%	14%	11%
- élevage			
RÉSIDUS EXPORTÉS	24%	24%	24%
IFT	2,1-3,3-4,2	3,7-4,8-5,8	2,7-3,9-5,1
Rendement (q/ha)	20-29-38	21-29-38	20-29-38

• **Maïs**

Tableau 50 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du maïs en Midi-Pyrénées

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - COUVERT PENDANT L'INTERCULTURE PRECEDENTE oui / non - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS precoce / normale / tardive - APPORT ORGANIQUE oui / non - STRATEGIE DE FERTILISATION pas d'apport / av levée / av et ap levée . ap levée - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / pré-levée / pré-levée + post-levée / post-levée - DÉSHERBAGE MÉCANIQUE oui / non - IRRIGATION oui / non
Etape 2 – Sélection des données	266 parcelles enquêtées 240 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	3 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour le maïs; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 69 et le tableau 51. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique **“Ensilage bas niveau d'intrants”**, rassemble près d'un tiers des parcelles. Il s'agit majoritairement de maïs ensilage, implanté tardivement après une prairie. La majorité des parcelles reçoit un apport organique, complété par un apport d'engrais minéral avant ou après levée, voire aucun apport pour un tiers des parcelles. Le maïs fait l'objet d'un désherbage en pré ou en post-levée, voire aucun désherbage pour un quart des parcelles. L'itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations d'élevage.
- L'itinéraire technique **“Mixte niveau d'intrants intermédiaire”**, rassemble un peu plus du quart des parcelles. Le maïs peut être valorisé en grain ou en ensilage. Un couvert intermédiaire est présent pendant l'interculture précédente sur la moitié des parcelles. La majorité des parcelles reçoit un apport organique, complété par un apport d'engrais minéral avant ou après levée, voire avant et après levée pour un tiers des parcelles. Le désherbage passe majoritairement par un traitement de pré-levée ou un traitement de post-levée. Cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations d'élevage.
- L'itinéraire technique **“Grain niveau d'intrants élevé”** rassemble deux parcelles sur cinq. Le maïs, valorisé en grain, est semé précocément. Il reçoit deux apports d'engrais azoté minéral avant et après levée. Le désherbage de pré-levée est complété par un traitement en post-levée pour la moitié des parcelles. Deux parcelles sur cinq font l'objet d'un désherbage mécanique. Près des trois quarts des parcelles sont irriguées. Cet itinéraire technique est majoritairement associé à des exploitations de grandes cultures.

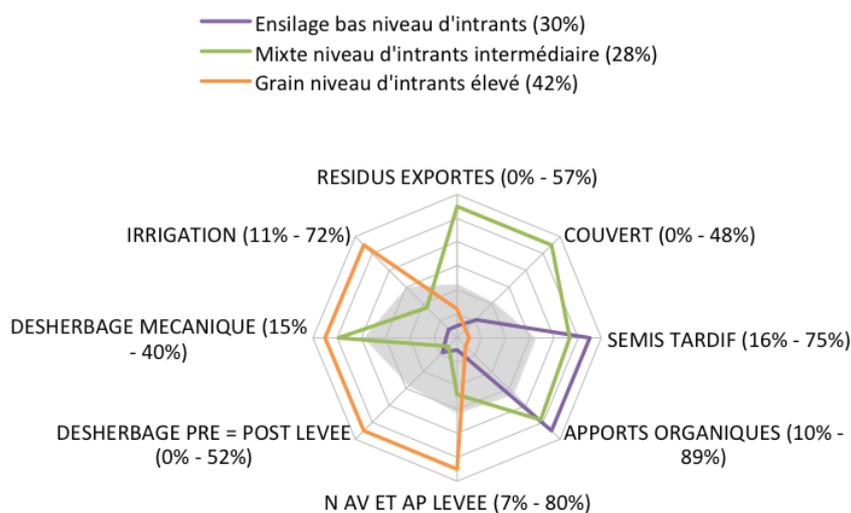


Figure 69 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du maïs en Midi-Pyrénées

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus).

Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 51 : Distribution des parcelles de maïs en Midi-Pyrénées entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Ensilage bas niveau d'intrants	Mixte niveau d'intrants intermédiaire	Grain niveau d'intrants élevé	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	73 (30%)	67 (28%)	100 (42%)	240 (100%)
% surfaces extrapolées	5%	12%	83%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
RÉSIDUS PRÉCÉDENT				
- Restitués	26%	37%	90%	56%
- Exportés		57%	8%	20%
- Sans objet (prairie)	73%			25%
COUVERT EN INTERCULTURE	5%	48%	0%	15%
SEMIS				
- Précoce	0%	7%	62%	28%
- Normal	25%	27%	22%	24%
- Tardif	75%	66%	16%	48%
APPORTS ORGANIQUES	89%	79%	10%	53%
FERTILISATION N				
- pas d'apport minéral	33%	4%	0%	11%
- av levée	40%	24%	9%	23%
- av et ap levée	7%	34%	80%	45%
- ap levée	21%	37%	11%	21%
DÉSHÉRBAGE				
- impasse	26%	9%		11%
- pré-levée seule	38%	63%	34%	43%
- pré + post-levée	4%		52%	24%
- post-levée seule	32%	25%	13%	22%
DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE	15%	37%	40%	32%
IRRIGATION	11%	27%	72%	41%
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures		6%	56%	26%
- polyculture-élevage	4%	21%	17%	14%
- élevage	89%	67%	14%	52%
LABOUR	99%	87%	82%	88%
Autres interventions de travail du sol	0-1-2	1-2-3	2-2-3	1-2-2
IFT	0,5-0,9-1,3	0,8-1,2-1,6	1,5-2,2-2,6	0,9-1,5-2,0
Rendement (q/ha)		80-90-105	90-101-119	83-97-115
Rendement (t_{MS}/ha)	10-11-13	10-12-14		10-12-14

c. Description des systèmes de culture

- **Classification selon les variables de temps long**

Tableau 52 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des variables de temps long en Midi-Pyrénées

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none">- fréquence de tournesol- fréquence de maïs- fréquence de céréales à paille- fréquence de cultures d'été- fréquence de labour- FRÉQUENCE D'APPORTS ORGANIQUES jamais / de temps en temps / tous les 2-3 ans / tous les ans
Etape 2 – Sélection des données	1408 parcelles enquêtées 1129 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Les parcelles enquêtées ont été réparties en trois groupes selon les variables caractérisant les pratiques sur les campagnes culturales 2005-2006 à 2010-2011 ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 70 et le tableau 53.

- Le groupe "**Successions tournesol - céréales à paille avec labour occasionnel**" rassemble la moitié des parcelles. Le tournesol présente une fréquence moyenne d'une année sur quatre à une année sur trois dans la succession. Les céréales à paille sont présentes plus d'une année sur deux. Le labour est occasionnel ; en moyenne il intervient plus d'une année sur trois. Environ 10% des parcelles reçoivent des apports organiques. Ce type est majoritairement associé à des exploitations de grandes cultures.
- Le groupe "**Successions avec prairies avec apports organiques**" rassemble un tiers des parcelles. La succession est dominée par les prairies et les céréales à paille. La fréquence de labour est fonction du nombre d'années en prairie. Quatre parcelles sur cinq font l'objet d'apports organiques. Ce groupe est majoritairement associé à des exploitations d'élevage.
- Le groupe "**Monoculture de maïs avec labour fréquent**" rassemble une parcelle sur six. La succession est dominée par le maïs (trois années sur quatre en moyenne), en alternance avec les céréales à paille. Le labour est presque systématique (près de quatre années sur cinq en moyenne) et la moitié des parcelles reçoivent des apports organiques. Au sein de ce groupe, les parcelles se partagent de façon équilibrée entre exploitations de grandes cultures et exploitations d'élevage.

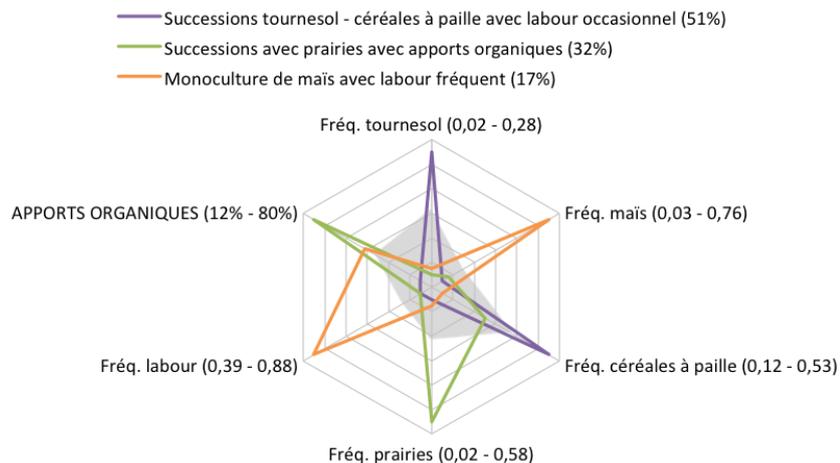


Figure 70 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois groupes constitués sur les variables de temps long en Midi-Pyrénées

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus). Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 53 : Distribution des parcelles de pois de printemps entre les trois groupes constitués sur les variables de temps long en Midi-Pyrénées et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Successions tournesol - céréales à paille avec labour occasionnel	Successions avec prairies avec apports organiques	Monoculture de maïs avec labour fréquent	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	577 (51%)	365 (32%)	187 (17%)	1129 (100%)
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
Fréquence de tournesol	0,17-0,28-0,50	0-0-0	0-0-0	0-0,16-0,33
Fréquence de maïs	0-0-0	0-0,08-0,17	0,50-0,76-1	0-0,17-0,17
Fréquence de céréales à paille	0,50-0,53-0,50	0,17-0,28-0,33	0-0,12-0,17	0,17-0,38-0,50
Fréquence de prairies	0-0-0	0,5-0,58-0,67	0-0-0	0-0,21-0,5
Fréquence de labour	0-0,39-0,50	0,17-0,39-0,50	0,83-0,88-1	0,17-0,47-0,67
APPORTS ORGANIQUES	12%	80%	48%	40%
AUTRES VARIABLES				
Orientation				
- grandes cultures	66%	11%	36%	43%
- polyculture-élevage	16%	13%	19%	16%
- élevage	10%	71%	36%	34%

- **Classement des historiques cultureux**

En Midi-Pyrénées, six historiques cultureux rassemblent 50% de l'effectif de parcelles enquêtées (Tableaux 54). Deux historiques cultureux se détachent et regroupent 17 et 16% des parcelles enquêtées pour 9 et 26% de surfaces extrapolées : il s'agit respectivement des successions avec prairies et des rotations tournesol - céréale à paille avec labour occasionnel. Les autres historiques cultureux rassemblent au maximum 10% des parcelles enquêtées et représentent jusqu'à 10% des surfaces extrapolées.

Tableau 54 : Historiques cultureux classés par ordre décroissant d'effectif et part d'effectif, part cumulée d'effectif et part de surface extrapolée en Midi-Pyrénées et nombre de systèmes de culture tiré de chaque historique cultural

Historique cultural		Effectif	% effectif	% cumulé	% surface	Nb SDC associés
Motif de succession grain 2	Groupe temps long					
Prairie – monoculture / Prairie - Céréale	Successions avec prairies avec apports organiques	189	17%	17%	9%	3
Tournesol - céréale	Successions tournesol - céréales à paille avec labour occasionnel	184	16%	33%	26%	4
Monoculture maïs	Monoculture de maïs avec labour fréquent	88	8%	41%	10%	1
Tournesol - au moins 2 céréales	Successions tournesol - céréales à paille avec labour occasionnel	48	4%	45%	4%	8
Colza et tournesol - céréale	Successions tournesol - céréales à paille avec labour occasionnel	47	4%	49%	6%	2
Prairie - tête de rotation - céréale	Successions avec prairies avec apports organiques	35	3%	52%	3%	2
						20

- **Typologie des systèmes de culture**

Les figures suivantes présentent les historiques cultureux cumulant 50% de l'effectif enquêté. Elles présentent pour chacun d'eux le (ou les) itinéraire(s) technique(s) majoritairement associé(s) à chaque terme de la rotation.

- L'historique cultural avec prairie et monoculture avec apports organiques fait intervenir orge d'hiver et triticales en parts égales dans la succession (Figure 71). Chacune de ces cultures est associée à deux itinéraires techniques différents : "Bas niveau d'intrants avec labour" et "Niveau d'intrants intermédiaire avec labour" pour l'orge, "Bas niveau d'intrants" ou "Niveau d'intrants élevé" pour le triticales. On distinguera trois systèmes de culture pour cet historique cultural en considérant que lorsque l'orge est associée à l'itinéraire technique "Bas niveau d'intrants avec labour", le triticales sera associé à l'itinéraire technique "Bas niveau d'intrants" en cohérence.

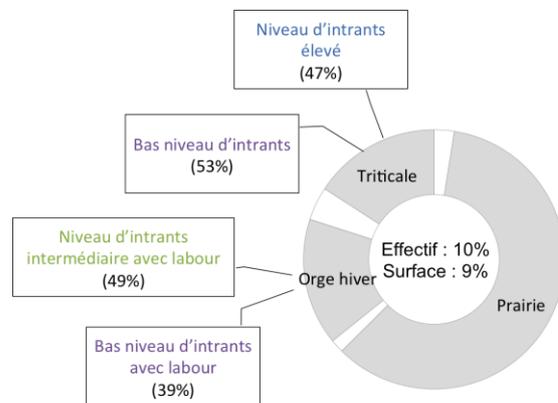


Figure 71 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Prairie - monoculture - Successions avec prairies avec apports organiques

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- La Figure 72 présente l'historique cultural avec alternance de tournesol et céréale à paille et labour occasionnel. Il peut être décliné en quatre systèmes de culture, le tournesol étant associé à deux itinéraires techniques : "Avec labour" ou "Sans labour". On considère qu'il peut être associé alternativement aux deux itinéraires techniques dans une même rotation. Le blé tendre et le blé dur interviennent à parts égales dans la succession. Tous deux sont majoritairement associés à un itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé sans labour".

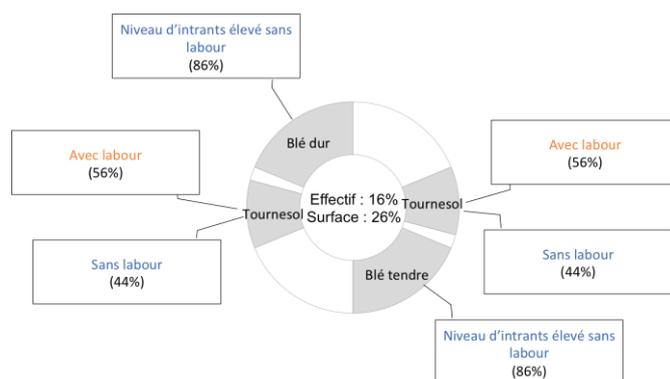


Figure 72 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Tournesol - céréale - Successions tournesol - céréales à paille avec labour occasionnel

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural « monoculture de maïs avec labour fréquent » (Figure 73) correspond à un unique système de culture. Le maïs est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Grain niveau d'intrants élevé".

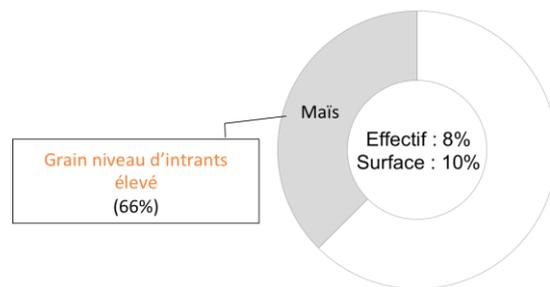


Figure 73 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Monoculture maïs - Monoculture de maïs avec labour fréquent

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec tournesol et au moins deux céréales à paille avec labour occasionnel peut être décliné en huit systèmes de culture (Figure 74). Il peut tout d'abord être décliné en quatre rotations : tournesol - blé dur - blé tendre, tournesol – blé dur – orge d'hiver, tournesol – blé tendre – blé tendre ou tournesol - blé tendre - orge d'hiver. Deux itinéraires techniques différents sont ensuite associés au tournesol : "Avec labour" ou "Sans labour". Toutes les céréales à paille sont majoritairement associées à un itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé sans labour".

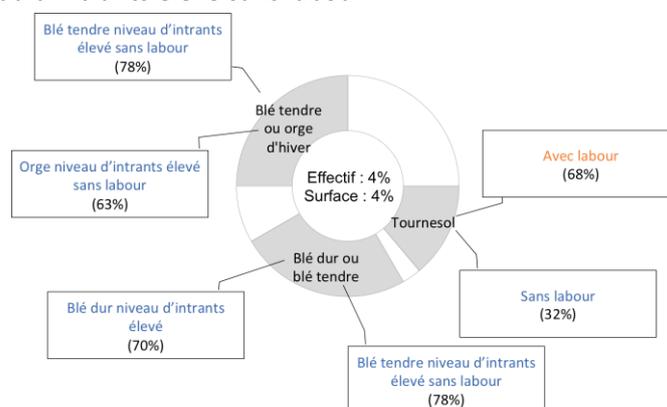


Figure 74 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Tournesol - au moins 2 céréales - Successions tournesol - céréales à paille avec labour occasionnel

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec colza, tournesol et céréales à paille avec labour occasionnel (Figure 75) peut être décliné en deux systèmes de culture selon l'itinéraire technique associé au tournesol : "Avec labour" ou "Sans labour". Les céréales à paille - blé tendre et blé dur - sont majoritairement associées à un itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé sans labour". Le colza est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants intermédiaire sans labour".

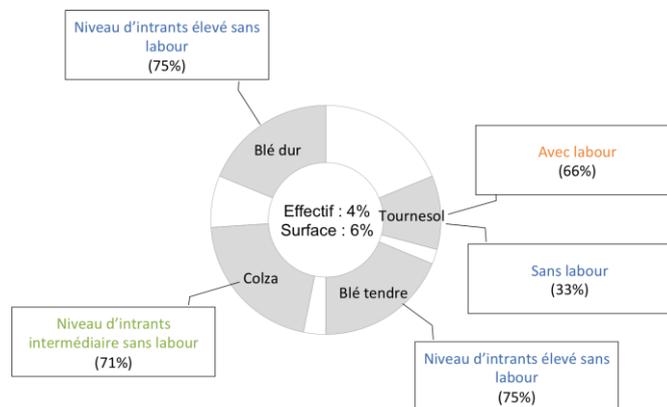


Figure 75 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza et tournesol - céréale - Successions tournesol - céréales à paille avec labour occasionnel

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec prairie, tête de rotation, céréale avec apports organiques (Figure 76) peut être décliné en deux systèmes de culture selon l'itinéraire technique associé au maïs : "Ensilage bas niveau d'intrants" ou "Mixte niveau d'intrants élevé". Le triticale est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé".

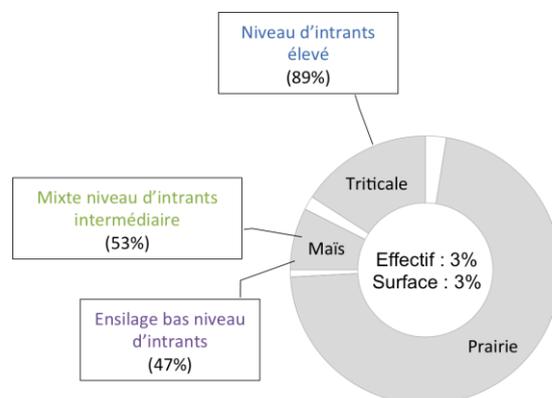


Figure 76 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Prairie - tête de rotation - céréale - Successions avec prairies avec apports organiques

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

3. Pays de la Loire

a. Description des successions culturales

A partir des 1549 parcelles agricoles étudiées grâce à l'enquête PK 2011, nous avons mis en évidence 16 motifs de succession de grain 1 en Pays de la Loire, qui permettent d'illustrer 99 % de l'échantillon enquêté. Parmi ces 16 motifs de succession, seulement 10 permettent d'expliquer 90 % de l'échantillon (figure 77).

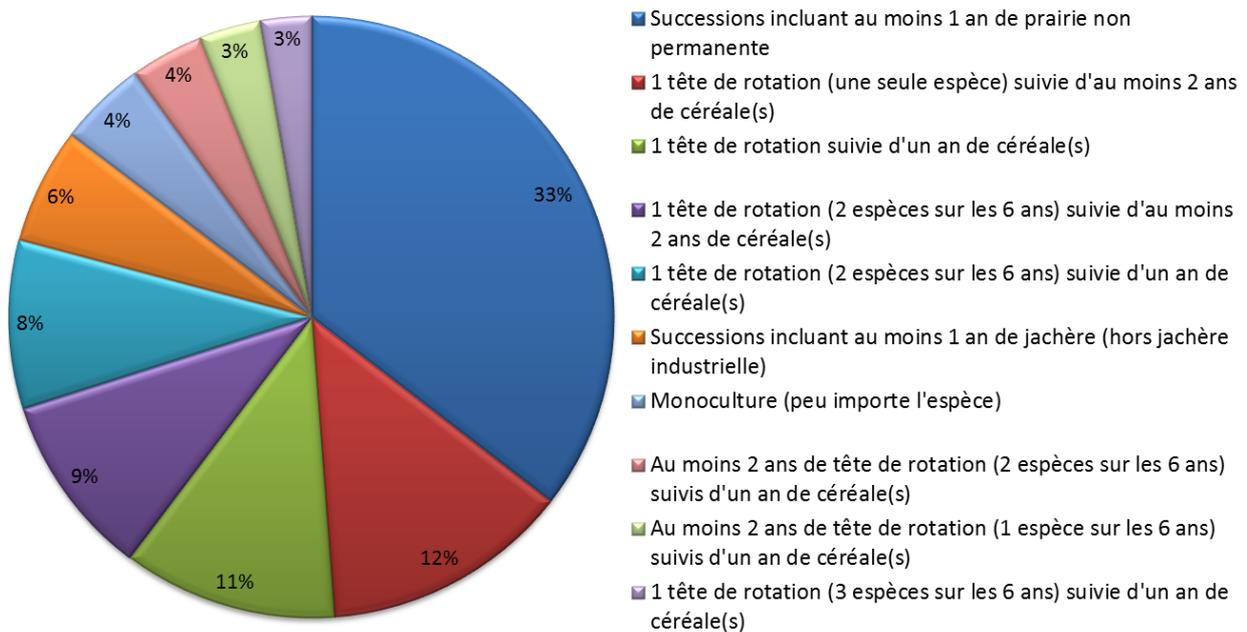


Figure 77 : principaux motifs de successions grossières mis en évidence en Pays de la Loire à partir de données issues de l'enquête « pratiques culturales grandes cultures 2011 ». 10 principaux motifs de successions grossières illustrent 90 % des parcelles agricoles étudiées.

Les motifs de succession alternant un an de tête de rotation (avec 1, 2 ou 3 espèce(s) différente(s)) et au moins une année de céréale (toutes espèces confondues à ce niveau de précision) représentent plus de 40 % de l'échantillon étudié. Ils peuvent être répartis en 5 classes, présentées ci-dessous par ordre décroissant de représentativité de l'échantillon. Le tableau 56 présente quelques exemples de séquences de cultures associées aux motifs présentés ci-dessous :

- i) le motif « alternance entre 1 an de tête de rotation (1 seule espèce de TR dans les séquences de cultures correspondantes) et au moins 2 ans de céréales (toutes espèces confondues) » (12 % de l'échantillon) ;
- ii) le motif « alternance entre 1 an de tête de rotation (1 seule espèce de TR dans les séquences de cultures correspondantes) et 1 an de céréale (toutes espèces confondues) » (11 % de l'échantillon) ;
- iii) le motif « alternance entre 1 an de tête de rotation (2 espèces de TR dans les séquences de cultures correspondantes) et au moins 2 ans de céréales (toutes espèces confondues) » (9 % de l'échantillon) ;
- iv) le motif « alternance entre 1 an de tête de rotation (2 espèces de TR dans les séquences de cultures correspondantes) et 1 an de céréale (toutes espèces confondues) » (8 % de l'échantillon) ;
- v) le motif « alternance entre 1 an de tête de rotation (3 espèces de TR dans les séquences de cultures correspondantes) et 1 an de céréale (toutes espèces confondues) » (3 % de l'échantillon).

Tableau 55 : Exemples de séquences de cultures associées aux motifs de grain 1 de type : « 1 tête de rotation suivie d'au moins 1 an de céréale » en Pays de la Loire.

Séquences de cultures						Motifs de succession de grain 1
2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	i) 1 an de TR – au moins 2 ans de céréale(s)
Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	
<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	
Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	ii) 1 an de TR – 1 an de céréale
<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	
Céréale à paille de printemps	<u>Maïs</u>	Céréale à paille de printemps	<u>Maïs</u>	Céréale à paille de printemps	<u>Maïs</u>	
<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Pois protéagineux</u>	iii) 1 an de TR (2 espèces) – au moins de 2 ans de céréales
Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	
Autres céréales	Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	
Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Pois protéagineux</u>	iv) 1 an de TR (2 espèces) – 1 an de céréale
<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	
Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille de printemps	<u>Tournesol</u>	
Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Pois protéagineux</u>	v) 1 an de TR (3 espèces) – 1 an de céréale
Céréale à paille d'automne	<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	
<u>Colza</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Maïs</u>	Céréale à paille d'automne	<u>Tournesol</u>	Céréale à paille d'automne	

D'après la figure 77, les motifs de successions incluant au moins une année de prairie non permanente représentent 33 % de l'échantillon. Si nous y ajoutons les motifs incluant au moins 1 an de jachère, plus du tiers des parcelles enquêtées sont représentées. Voici quelques exemples de séquences liées à ces motifs de successions à base de prairie ou jachère :

- 4 ans de prairie non permanente → Maïs → Céréale à paille d'automne ;
- Céréale à paille d'automne → Prairie non permanente → Maïs → Céréale à paille d'automne → Prairie non permanente → Maïs ;
- Prairie non permanente → Prairie non permanente → Maïs → Maïs → Maïs → Maïs.

Enfin, les motifs de grain 1 de type « au moins 2 ans de tête de rotation (avec 1 ou 2 espèce(s) différente(s)) suivis d'un an de céréale(s) » représentent 7 % des successions. Voici 2 exemples de ce motif de rotation :

- Maïs → Maïs → Céréale à paille de printemps → Céréale à paille d'automne → Maïs → Maïs ;
- Céréale à paille d'automne → Maïs → Maïs → Céréale à paille d'automne → Maïs → Maïs.

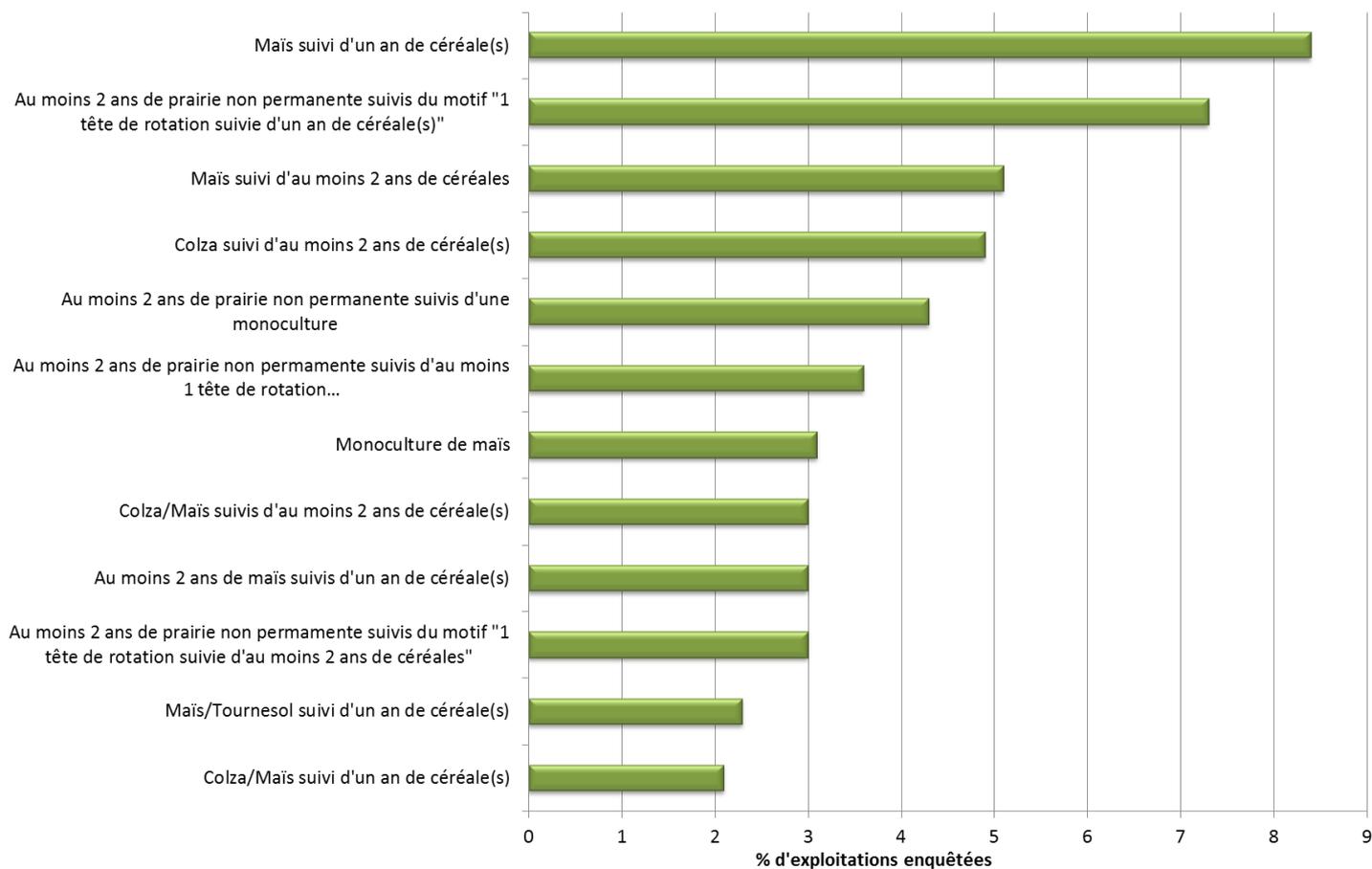


Figure 78: principaux motifs de successions de grain 2 mis en évidence en Pays de la Loire à partir de données issues de l'enquête « pratiques culturales grandes cultures 2011 ». 12 principaux motifs de successions de grain 2 illustrent 50 % des parcelles agricoles étudiées.

A partir des parcelles enquêtées, nous avons identifié 73 motifs de succession de grain 2, c'est-à-dire des motifs pour lesquels nous précisons l'espèce de la tête de rotation. Parmi ces 73 motifs, 12 permettent d'illustrer 50 % des parcelles enquêtées (soit 2 fois plus qu'en Bourgogne) : les rotations ligériennes sont diversifiées (figure 78).

Seuls 4 motifs de successions incluant au moins un an de prairie non permanente, représentant 18 % des parcelles enquêtées, sont mis en évidence dans la figure 78 : il y a en réalité une grande diversité des motifs de successions incluant des prairies non permanentes puisqu'il y en a 22 différents dans l'échantillon étudié.

D'après les motifs de succession de grain 2, le maïs est la principale tête de rotation en Pays de la Loire : il est présent sur 40 % des parcelles enquêtées. Sur la figure 78, nous le retrouvons dans les motifs « 1 an de maïs suivi d'un an de céréale(s) » (8 %) ; « 1 an de maïs suivi d'au moins 2 ans de céréale(s) » (5 %) ; « monoculture de maïs » (3 %) ; « au moins 2 ans de maïs suivis d'un an de céréale(s) » (3 %) ; « 1 an de maïs/tournesol suivi d'un an de céréale(s) » (2 %) et « 1 an de colza/maïs suivi d'un an de céréale » (2 %). Au total, il est présent dans plus de 25 motifs de successions de grain 2.

Le colza est identifié comme la seconde tête de rotation ligérienne, présent sur 20 % des parcelles enquêtées.

Le tableau 56 permet de faire le lien entre les motifs de succession de grain 2 présentés dans la figure 43 et les motifs de succession grossiers correspondant.

Tableau 56 : correspondance entre les motifs de grain 2 cumulant 50% de l'effectif et les motifs de grain 1 en Pays de la Loire.

Grain 1		Grain 2	
Motif de succession	% par rapport à l'échantillon	Motif de succession	% par rapport à l'échantillon
1 tête de rotation suivie d'un an de céréale	11 %	Maïs suivi d'un an de céréale(s)	8 %
1 tête de rotation (2 espèces différentes) suivie d'un an de céréale(s)	8 %	Maïs/Tournesol suivi d'un an de céréale(s)	2 %
		Colza/Maïs suivi d'un an de céréale(s)	2 %
1 tête de rotation suivie d'au moins 2 ans de céréale(s)	12 %	Maïs suivi d'au moins 2 ans de céréale(s)	5 %
		Colza suivi d'au moins 2 ans de céréale(s)	5 %
1 tête de rotation (2 espèces différentes) suivie d'au moins 2 ans de céréale(s)	9 %	Colza/Maïs suivi d'au moins 2 ans de maïs	3 %
Au moins 2 ans de tête de rotation suivis d'un an de céréale(s)	3 %	Au moins 2 ans de maïs suivis d'un an de céréale(s)	3 %
Monoculture	4 %	Monoculture de maïs	3 %
Au moins 1 an de prairie non permanente	33 %	Au moins 2 ans de prairie non permanente + « 1 tête de rotation suivie d'un an de céréale(s) »	7 %
		Au moins 2 ans de prairie non permanente + « Monoculture »	4 %
		Au moins 2 ans de prairie non permanente + au moins 1 tête de rotation...	4 %
		Au moins 2 ans de prairie non permanente + « 1 tête de rotation suivie d'au moins 2 ans de céréale(s) »	3 %

b. Description des itinéraires techniques

• **Blé tendre**

Tableau 57 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé tendre en Pays de la Loire

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS precoce / normale / tardive - APPORT ORGANIQUE oui / non - dose N - nb apoorts engrais azotés - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / automne / automne + printemps / printemps - nb applications fongicides - nb applications insecticides - nb d'applications régulateurs
Etape 2 – Sélection des données	228 parcelles enquêtées 219 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour le blé tendre; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 79 et le tableau 58. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Bas niveau d'intrants avec labour**" rassemble près d'une parcelle enquêtée sur cinq. Le blé est implanté plutôt tardivement, après labour. Une parcelle sur deux reçoit un apport organique, mais le blé ne reçoit ni engrais minéral azoté, ni traitement phytosanitaire. Au sein de ce groupe, cinq parcelles sur six sont en AB.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire avec labour**" rassemble plus de la moitié des parcelles enquêtées. Le blé est implanté après labour. Il reçoit près de 120 unités d'azote en deux apports d'engrais et un traitement fongicide. Il est désherbé en un passage, majoritairement en sortie d'hiver, voire à l'automne.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé sans labour**" rassemble un peu plus du quart des parcelles. Le blé reçoit un peu plus de 140 unités d'azote en trois apports, un traitement insecticide, deux traitements fongicides et un régulateur. Il est majoritairement désherbé en un passage, sortie hiver.

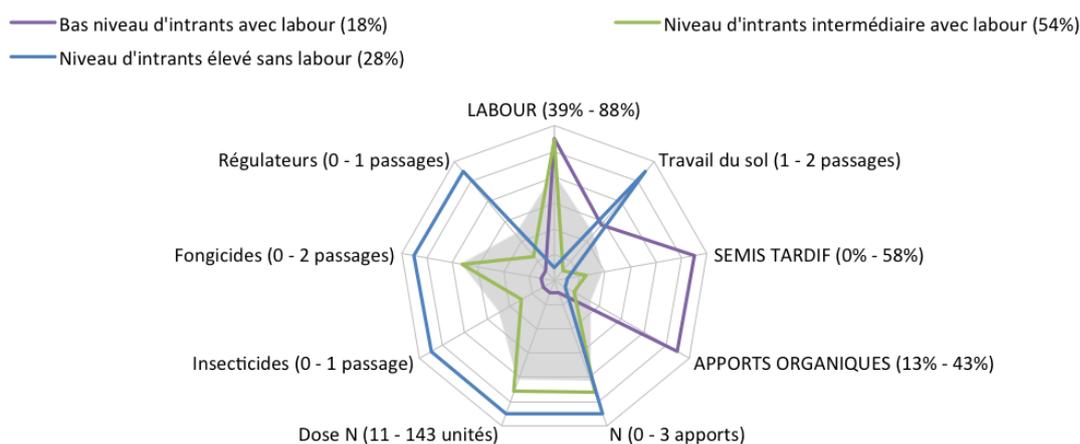


Figure 79 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du blé tendre en Pays de la Loire

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus). Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 58 : Distribution des parcelles de blé tendre en Pays de la Loire entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Bas niveau d'intrants avec labours	Niveau d'intrants intermédiaire avec labour	Niveau d'intrants élevé sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	40 (18%)	118 (54%)	61 (28%)	219 (100%)
% surfaces extrapolées	3%	65%	33%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
LABOUR	88%	87%	39%	74%
Autres interventions de travail du sol	0-1-2	0-1-1	1-2-2	0-1-2
SEMIS TARDIF	58%	8%	0%	16%
APPORTS ORGANIQUES	43%	15%	13%	20%
Nombre d'apports d'azote	0-0-0	2-2-3	2-3-3	2-2-3
Dose N (unités)	0-0-0	97-118-141	125-143-167	81-105-149
Insecticides	0-0-0	0-0-0	0-1-1	0-0-0
Fongicides	0-0-0	1-1-2	2-2-3	1-2-2
Régulateurs	0-0-0	0-0-0	0-1-1	0-0-0
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures	15%	9%	15%	12%
- polyculture-élevage	25%	20%	18%	21%
- élevage	55%	65%	66%	63%
CERTIFICATION AB	85%	0%	0%	16%
RÉSIDUS EXPORTÉS	18%	35%	36%	26%
DÉSHERBAGE				
- Impasse	93%			17%
- Automne		31%	8%	19%
- Automne + printemps		15%	20%	14%
- Printemps		54%	72%	50%
IFT	0-0-0	1,8-2,8-3,5	3,2-4,4-5,4	1,5-2,7-3,9
Rendement (q/ha)	30--36-45	53-62-70	65-71-80	50-60-74

- **Blé dur**

Tableau 59 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé dur en Pays de la Loire

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - dose N - IRRIGATION oui / non
Etape 2 – Sélection des données	89 parcelles enquêtées 82 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	2 groupes distingués

Deux types d'itinéraires techniques sont distingués pour le blé dur. L'un d'eux rassemble seulement 15 parcelles : ses caractéristiques ne sont donc pas présentées ici. Les caractéristiques de l'autre sont présentées par la figure 80 et le tableau 60. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants modéré en sec**" rassemble près de la moitié des parcelles. Il se caractérise par une conduite en sec du blé, qui reçoit environ 160 unités d'azote en trois apports. Le blé est désherbé en sortie d'hiver, il reçoit deux fongicides.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé avec irrigation**" rassemble un tiers des parcelles, majoritairement irriguées. Le blé reçoit plus de 200 unités en quatre apports. Il est également désherbé en sortie d'hiver et fait l'objet de deux traitements fongicides.

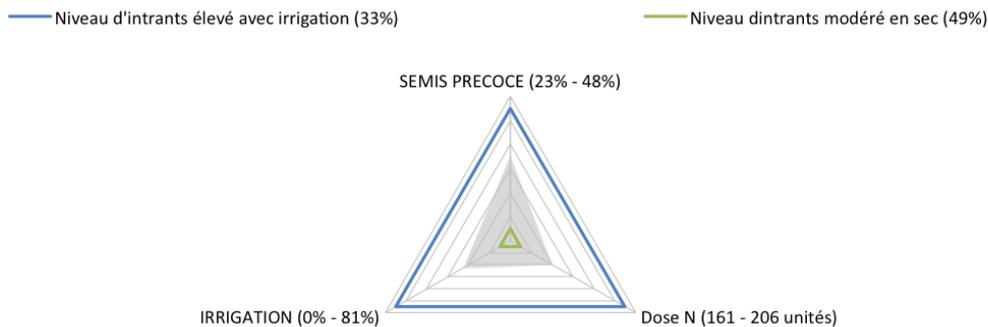


Figure 80 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des deux itinéraires techniques du blé dur en Pays de la Loire

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus).

Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 60 : Distribution des parcelles de blé dur en Pays de la Loire entre les deux itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Niveau d'intrants modéré en sec	Niveau d'intrants élevé avec irrigation	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	40 (49%)	27 (33%)	82 (100)
% surfaces extrapolées	37%	45%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES			
SEMIS PRÉCOCE	23%	48%	39%
Dose N (unités)	134-161-190	186-206-232	139-174-208
IRRIGATION	0%	81%	28%
AUTRES VARIABLES			
ORIENTATION			
- grandes cultures	33%	56%	45%
- polyculture-élevage	30%	22%	26%
- élevage	30%	11%	22%
LABOUR	100%	89%	79%
Autres interventions de travail du sol	0-0-1	0-0-1	0-1-1
IFT	2,4-2,8-3,2	2,4-2,9-3,2	2,4-2,8-3,2
Rendement (q/ha)	40-58-75	61-64-70	43-59-70

- **Orge hiver**

Tableau 61 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques de l'orge d'hiver en Pays de la Loire

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS precoce / normale / tardive - APPORT ORGANIQUE oui / non - dose N - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / automne / automne + printemps / printemps - nb applications fongicides - REGULATEUR oui / non
Etape 2 – Sélection des données	81 parcelles enquêtées 72 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	3 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour l'orge d'hiver. Leurs caractéristiques sont présentées par la figure 81 et le tableau 62. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants modéré avec labour**" rassemble un peu plus du quart des parcelles enquêtées. L'orge est implantée après labour. Elle reçoit un peu plus de 80 unités d'azote en deux apports. Elle reçoit un traitement fongicide, aucun régulateur et est désherbée en un passage en sortie d'hiver ou à l'automne.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé avec labour**" rassemble environ deux parcelles sur cinq. Il est caractérisé par le recours au labour, environ 120 unités d'azote apportées en deux apports, deux traitements fongicides et un régulateur pour plus de deux tiers des parcelles. L'orge est désherbée en un passage, majoritairement en sortie d'hiver, voire à l'automne.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé sans labour**" rassemble un tiers des parcelles. L'orge reçoit environ 120 unités d'azote en deux apports, un fongicide, un régulateur sur plus de la moitié des parcelles. Pour environ un quart des parcelles, le désherbage passe par deux traitements, à l'automne et sortie hiver.

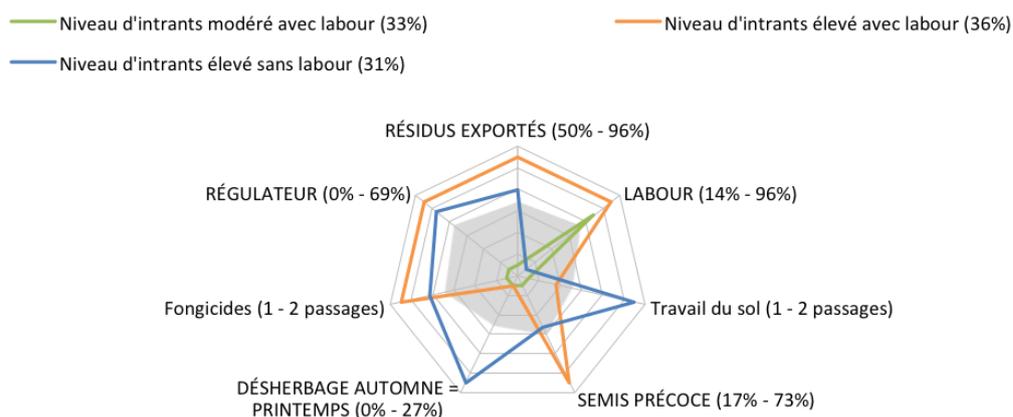


Figure 81 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques de l'orge d'hiver en Pays de la Loire

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus). Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 62 : Distribution des parcelles d'orge d'hiver en Pays de la Loire entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Niveau d'intrants modéré avec labour	Niveau d'intrants élevé avec labour	Niveau d'intrants élevé sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif	24 (33%)	26 (36%)	22 (31%)	72 (100%)
% surfaces extrapolées	27%	39%	34%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
RÉSIDUS EXPORTÉS	50%	96%	82%	76%
LABOUR	79%	96%	14%	65%
Autres interventions de travail du sol	0-1-1	1-1-2	2-2-3	1-2-2
SEMIS PRÉCOCE	17%	73%	41%	44%
DÉSHÉRBAGE				
- impasse	13%			4%
- automne	38%	38%	14%	31%
- automne + printemps			27%	11%
- printemps	42%	62%	59%	54%
Fongicides	0-1-1	2-2-2	1-1-2	1-2-2
RÉGULATEUR	0%	69%	59%	44%
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures		27%	18%	15%
- polyculture-élevage	33%	27%	14%	25%
- élevage	67%	42%	68%	58%
APPORTS ORGANIQUES	13%	0%	36%	15%
Dose N (unités)	56-86-113	108-119-135	101-120-135	100-109-131
IFT	0,6-1,5-2,3	2,6-3,2-3,8	2,5-3,2-3,9	2,0-2,6-3,6
Rendement (q/ha)	34-45-60	55-60-68	52-59-65	46-55-65

- **Triticale**

Tableau 63 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du triticale en Pays de la Loire

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - APPORT ORGANIQUE oui / non - dose N - nb apports engrais azotés - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / automne / automne + printemps / printemps - nb applications fongicides - INSECTICIDE oui / non - REGULATEUR oui / non
Etape 2 – Sélection des données	230 parcelles enquêtées 209 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	3 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour le triticale. Leurs caractéristiques sont présentées par la figure 82 et le tableau 64. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Bas niveau d'intrants**" rassemble environ un quart des parcelles. Le triticale ne reçoit ni engrais azoté, ni traitement phytosanitaire. Près d'une parcelle sur deux reçoit un apport organique. La majorité des parcelles de ce groupe sont en AB.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire**" rassemble près de la moitié des parcelles. Le triticale reçoit près de 100 unités d'azote en deux apports d'engrais et un traitement fongicide. Le désherbage se fait en un passage à l'automne ou sortie hiver.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé**" rassemble environ un quart des parcelles. Le triticale reçoit 120 unités d'azote en deux apports et un traitement fongicide. La moitié des parcelles reçoit un régulateur et deux parcelles sur cinq un insecticide. Pour un quart des parcelles, le désherbage passe par un traitement à l'automne et un traitement en sortie d'hiver.

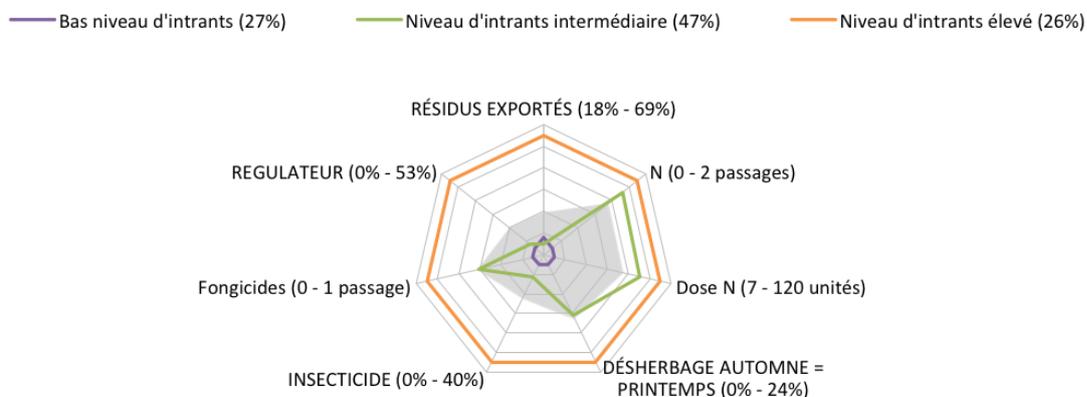


Figure 82 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du triticale en Pays de la Loire

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus). Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 64 : Distribution des parcelles de triticales en Pays de la Loire entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Bas niveau d'intrants	Niveau d'intrants intermédiaire	Niveau d'intrants élevé	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif	56 (27%)	98 (47%)	66 (26%)	209 (100%)
% surfaces extrapolées	11%	50%	39%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
RÉSIDUS EXPORTÉS	21%	18%	69%	33%
Nombre d'apports d'azote	0-0-0	2-2-2	2-2-3	1-2-2
Dose N (unités)	0-0-0	80-98-119	99-120-135	36-80-120
DÉSHERBAGE				
- impasse	88%	4%		25%
- automne		46%	22%	28%
- automne + printemps		12%	24%	19%
- printemps	5%	38%	55%	33%
INSECTICIDE	0%	5%	40%	13%
Fongicides	0-0-0	0-1-1	1-1-2	0-1-1
RÉGULATEUR	0%	3%	53%	15%
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures	13%	8%	15%	11%
- polyculture-élevage	14%	13%	24%	16%
- élevage	68%	77%	62%	70%
CERTIFICATION AB	70%	0%	0%	19%
LABOUR	82%	78%	69%	77%
Autres interventions travail du sol	0-1-2	0-0-1	1-2-2	0-1-2
SEMIS PRÉCOCE	11%	30%	33%	25%
APPORTS ORGANIQUES	43%	11%	38%	27%
IFT	0,0-0,0-0,0	1,4-2,0-2,4	2,6-3,3-4,1	0,5-1,9-3,0
Rendement (q/ha)	32-42-50	45-55-65	50-63-72	44-53-65

- **Colza**

Tableau 65 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du colza en Pays de la Loire

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - APPORT ORGANIQUE oui / non - dose N - nb apports engrais azotés - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / pré-levée / pré + post-levée / post-levée - nb applications fongicides - nb applications insecticides
Etape 2 – Sélection des données	171 parcelles enquêtées 158 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	3 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	4 groupes distingués

Quatre types d'itinéraires techniques sont distingués pour le colza. Leurs caractéristiques sont présentées par la figure 83 et le tableau 66. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Bas niveau d'intrants sans labour**" rassemble une parcelle sur cinq. Le colza est majoritairement implanté sans labour, il reçoit une cinquantaine d'unités d'azote en un apport, un apport organique, un traitement insecticide et un fongicide. Le désherbage de pré-levée est complété par un rattrapage de post-levée pour un peu moins de la moitié des parcelles.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire avec labour**" rassemble un quart des parcelles. Le colza est implanté après labour. Il reçoit un apport organique, près de 130 unités d'azote en deux apports d'engrais, deux insecticides et un fongicide. Le désherbage se fait en pré-levée uniquement .
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire sans labour**" rassemble un peu moins d'un tiers des parcelles. Le colza est implanté sans labour et ne reçoit pas d'apport organique. Comme pour l'itinéraire technique précédent, le colza reçoit environ 130 unités d'azote en deux apports d'engrais, deux insecticides et un fongicide. Pour deux tiers des parcelles, le désherbage de pré-levée est complété par un rattrapage de post-levée.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé sans labour**" rassemble un quart des parcelles enquêtées. Le colza est implanté sans labour, il reçoit majoritairement un apport organique, 140 unités d'azote en deux apports d'engrais minéraux, trois insecticides et deux fongicides. Un tiers des parcelles reçoit un désherbage de post-levée en complément du désherbage de pré-levée.

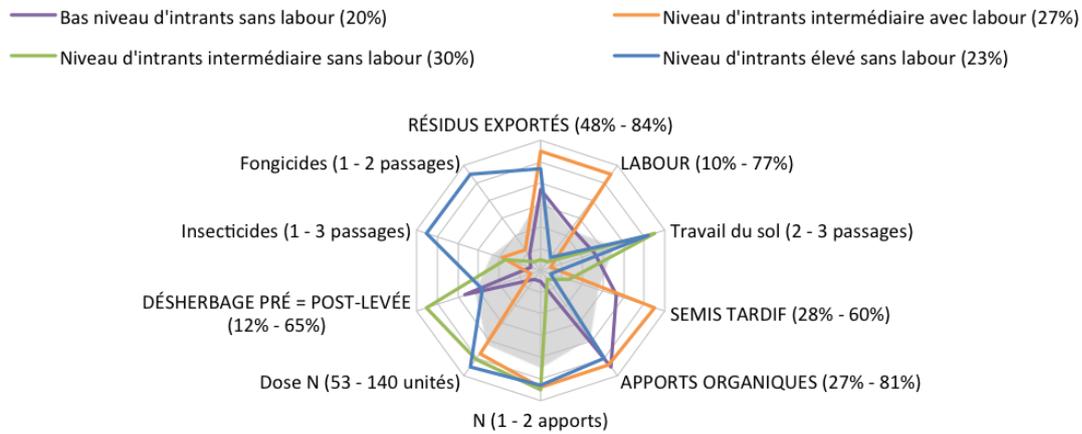


Figure 83 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des quatre itinéraires techniques du colza en Pays de la Loire

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus). Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 66 : Distribution des parcelles de colza en Pays de la Loire entre les quatre itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Bas niveau d'intrants sans labour	Niveau d'intrants intermédiaire avec labour	Niveau d'intrants intermédiaire sans labour	Niveau d'intrants élevé sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif	31 (20%)	43 (27%)	48 (30%)	36 (23%)	158 (100%)
% surfaces extrapolées	19%	27%	29%	25%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES					
RÉSIDUS EXPORTÉS	71%	84%	48%	78%	69%
LABOUR	35%	77%	10%	14%	34%
Autres interventions travail du sol	2-2-3	1-2-2	2-3-3	2-3-3	2-2-3
SEMIS TARDIF	48%	60%	33%	28%	42%
APPORTS ORGANIQUES	81%	79%	27%	75%	63%
Nombre d'apports d'azote	1-1-11	2-2-3	2-2-3	2-2-3	2-2-3
Dose N (unités)	40-53-71	104-127-147	110-132-155	120-140-163	91-117-150
DÉSHERBAGE PRÉ = POST-LEVÉE	45%	12%	65%	36%	40%
Insecticides	1-1-2	1-2-2	1-2-2	2-3-4	1-2-3
Fongicides	1-1-1	1-1-2	1-1-1	2-2-3	1-1-2
AUTRES VARIABLES					
ORIENTATION					
- grandes cultures	16%	14%	27%	33%	23%
- polyculture-élevage	16%	28%	23%	28%	24%
- élevage	65%	56%	48%	36%	51%
IFT	2,7-3,5-4,6	2,9-3,8-4,8	3,5-4,1-4,7	5,5-6,4-7,4	3,2-4,4-5,6
Rendement (q/ha)	21-29-36	28-31-37	28-32-37	30-34-39	27-32-37

• **Tournesol**

Tableau 67 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du tournesol en Pays de la Loire

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - COUVERT PENDANT L'INTERCULTURE PRECEDENTE oui / non - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS precoce / normale / tardive - APPORT ORGANIQUE oui / non - APPORT D'ENGRAIS AZOTE oui / non - DESHERBAGE MECANIQUE oui / non - nb applications herbicides - INSECTICIDE oui / non
Etape 2 – Sélection des données	188 parcelles enquêtées 150 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour le tournesol. Leurs caractéristiques sont présentées par la figure 84 et le tableau 68. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Bas niveau d'intrants avec labour**" rassemble un tiers des parcelles. Un couvert est présent pendant l'interculture précédente. Le tournesol est implanté après labour. La majorité des parcelles reçoit un apport organique mais pas d'engrais azoté. La majorité fait aussi l'objet d'un désherbage mécanique.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire avec labour**" rassemble un tiers des parcelles. Le tournesol est implanté après labour, après sol nu. Moins d'une parcelle sur trois reçoit un apport organique, une parcelle sur deux reçoit un apport d'engrais azoté et deux parcelles sur cinq font l'objet d'un désherbage mécanique.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé sans labour**", rassemble un tiers des parcelles. Le tournesol est implanté sans labour. La majorité des parcelles ne reçoit pas d'apport organique mais un apport d'engrais azoté. Le désherbage passe par deux traitements herbicides.

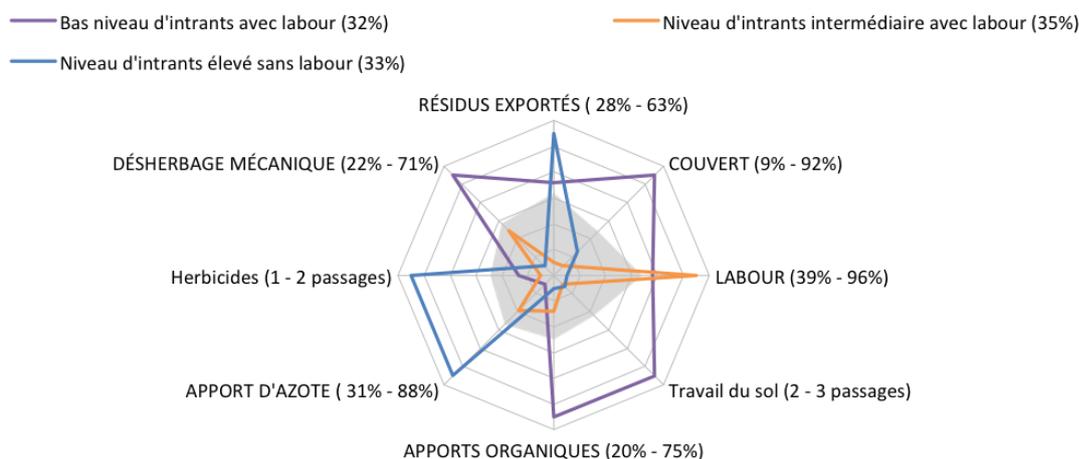


Figure 84 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du tournesol en Pays de la Loire

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus). Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 68 : Distribution des parcelles de tournesol en Pays de la Loire entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Bas niveau d'intrants avec labour	Niveau d'intrants intermédiaire avec labour	Niveau d'intrants élevé sans labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif	48 (32%)	53 (35%)	49 (33%)	150 (100%)
% surfaces extrapolées	32%	29%	38%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
RÉSIDUS EXPORTÉS	50%	28%	63%	47%
COUVERT INTERMÉDIAIRE	92%	9%	22%	40%
LABOUR	77%	96%	39%	71%
Autres interventions travail du sol	2-3-4	2-2-2	1-2-3	2-2-3
APPORTS ORGANIQUES	75%	30%	20%	41%
APPORT D'ENGRAIS AZOTÉ	31%	47%	88%	55%
Nombre d'herbicides	1-1-2	1-1-1	1-2-2	1-1-2
DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE	71%	42%	22%	45%
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures	35%	43%	41%	40%
- polyculture-élevage	15%	17%	18%	17%
- élevage	44%	28%	27%	33%
SEMIS TARDIF	50%	53%	35%	46%
INSECTICIDE	23%	11%	39%	24%
IFT	1,0-1,6-1,9	0,8-1,4-1,7	1,4-2,3-2,9	1,0-1,7-2,1
Rendement (q/ha)	22-26-31	20-24-30	18-25-32	20-25-31

• **Pois de printemps**

Tableau 69 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du pois de printemps en Pays de la Loire

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - COUVERT PENDANT L'INTERCULTURE PRECEDENTE oui / non - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS précoce / normale / tardive - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / pré-levée / pré + post-levée + / post-levée - nb applications fongicides - nb d'applications insecticides - IRRIGATION oui / non
Etape 2 – Sélection des données	172 parcelles enquêtées 151 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour le pois de printemps. Leurs caractéristiques sont présentées par la figure 85 et le tableau 70. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire sans labour**" rassemble deux parcelles sur cinq. Le pois est implanté sans labour après un couvert en interculture. Il reçoit un traitement fongicide et un insecticide. Le désherbage de pré-levée est complété par un passage en post-levée pour près de la moitié des parcelles.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants intermédiaire avec labour**", rassemble près de deux parcelles sur cinq. Le pois est implanté après labour plutôt précocement. Il reçoit un insecticide mais pas de fongicide. Près de deux parcelles sur cinq sont irriguées au sein de ce groupe.
- L'itinéraire technique "**Niveau d'intrants élevé avec labour**" rassemble une parcelle sur cinq. Le pois est implanté après labour, il reçoit deux traitements fongicides et deux insecticides. Le désherbage de pré-levée est complété par un passage en post-levée sur la moitié des parcelles. Près d'un tiers des parcelles sont irriguées.

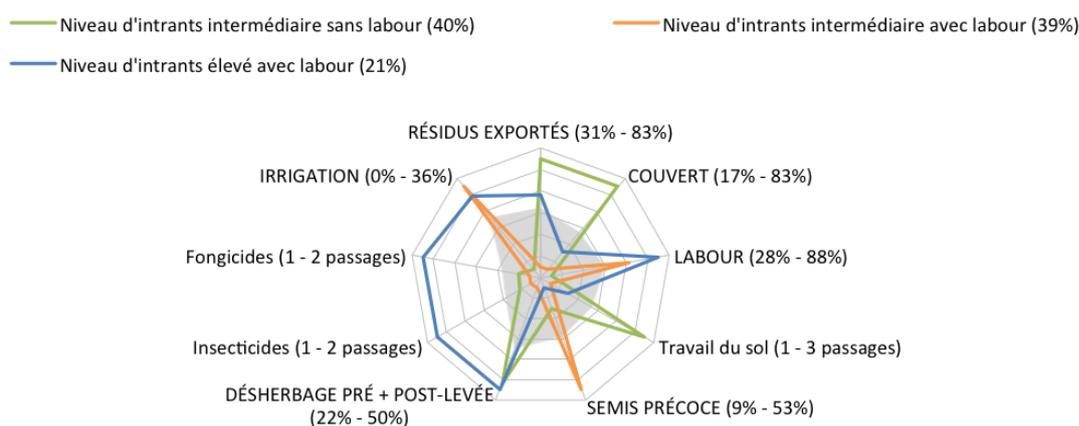


Figure 85 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du pois de printemps en Pays de la Loire

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus). Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 70 : Distribution des parcelles de pois de printemps en Pays de la Loire entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Niveau d'intrants intermédiaire sans labour	Niveau d'intrants intermédiaire avec labour	Niveau d'intrants élevé avec labour	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	60 (40%)	59 (39%)	32 (21%)	151 (100%)
% surfaces extrapolées	35%	39%	26%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
RÉSIDUS EXPORTÉS	83%	31%	66%	59%
COUVERT INTERMÉDIAIRE	93%	17%	31%	46%
LABOUR	28%	71%	88%	58%
Autres interventions travail du sol	2-3-4	1-1-2	1-2-2	1-2-3
SEMIS PRÉCOCE	18%	53%	9%	30%
DÉSHÉRBAGE PRÉ = POST LEVÉE	48%	22%	50%	38%
Fongicides	0-1-1	0-0-1	1-2-2	0-1-1
Insecticides	0-1-2	0-1-2	2-2--3	1-1-2
IRRIGATION	0%	36%	31%	22%
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures	25%	34%	44%	32%
- polyculture-élevage	37%	22%	16%	26%
- élevage	35%	37%	34%	36%
IFT	1,7-3,1-4,5	1,0-2,4-3,5	3,9-4,9-6,0	1,7-3,2-4,5
Rendement (q/ha)	22-27-37	24-30-38	28-36-44	25-31-40

• **Maïs**

Tableau 71 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des itinéraires techniques du blé tendre en Pays de la Loire

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - RESIDUS DU PRECEDENT exportés / restitués - COUVERT PENDANT L'INTERCULTURE PRECEDENTE oui / non - LABOUR oui / non - nb opérations de travail du sol superficielles - DATE SEMIS precoce / normale / tardive - APPORT ORGANIQUE oui / non - dose N - nb apoorts engrais azotés - DESHÉRBAGE MECANIQUE oui / non - STRATEGIE DESHERBAGE impasse / pré-levée / pré + post-levée / post-levée - INSECTICIDE oui / non
Etape 2 – Sélection des données	228 parcelles enquêtées 219 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Trois types d'itinéraires techniques sont distingués pour le maïs. Leurs caractéristiques sont présentées par la figure 86 et le tableau 72. L'itinéraire technique type de chaque groupe est précisé en annexe 9.

- L'itinéraire technique **“Ensilage bas niveau d'intrants”** rassemble plus du tiers des parcelles. Le maïs est implanté tardivement, après prairie. Il reçoit majoritairement un apport organique et en moyenne 25 unités d'azote en un apport. Il est majoritairement désherbé en un passage en post-levée. Cet itinéraire technique donne essentiellement lieu à une valorisation en ensilage.
- L'itinéraire technique **“Mixte niveau d'intrants intermédiaire”** rassemble un tiers des parcelles. Un couvert est présent pendant l'interculture précédente. La majorité des parcelles reçoit un apport organique. Le maïs reçoit une quarantaine d'unités d'azote en un apport d'engrais. Le désherbage est majoritairement réalisé en post-levée, voire en pré et post-levée pour près d'un tiers des parcelles. Cet itinéraire technique peut donner lieu à une valorisation en ensilage ou en grain.
- L'itinéraire technique **“Mixte niveau d'intrants élevé”** rassemble moins d'un tiers des parcelles. Le maïs est implanté précocement. Moins de la moitié des parcelles reçoit un apport organique. 115 unités d'azote en moyenne sont apportées en deux apports d'engrais. Le désherbage est réalisé en post-levée, voire en pré et post-levée pour plus du tiers des parcelles. Au sein de ce groupe, un quart des parcelles sont irriguées. Cet itinéraire technique donne lieu à une valorisation en grain ou en ensilage.

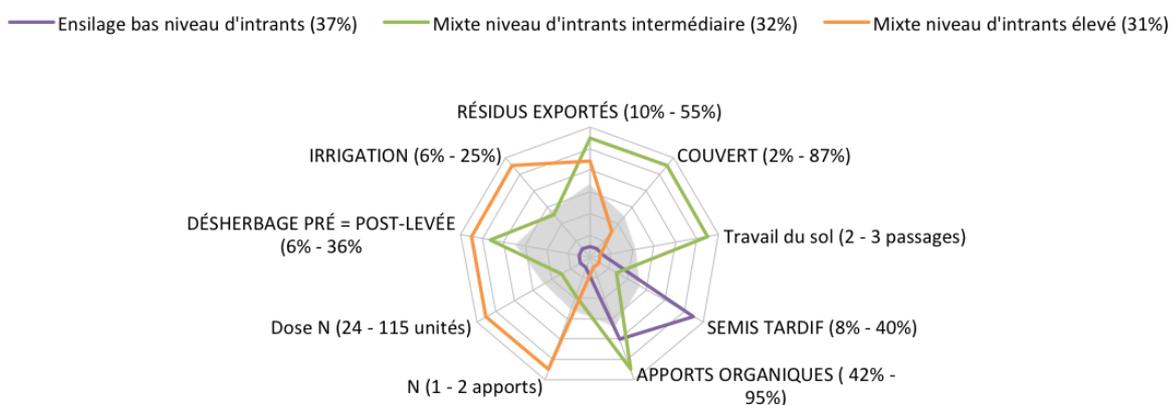


Figure 86 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois itinéraires techniques du maïs en Pays de la Loire

Chaque ligne représente un groupe d'itinéraire technique, dont la part d'effectif qu'il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L'aire grisée correspond à l'ensemble de l'échantillon (tous groupes confondus). Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 72 : Distribution des parcelles de maïs en Pays de la Loire entre les trois itinéraires techniques et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Ensilage bas niveau d'intrants	Mixte niveau d'intrants intermédiaire	Mixte niveau d'intrants élevé	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	154 (37%)	134 (32%)	132 (31%)	420 (100%)
% surfaces extrapolées	36%	42%	22%	100%
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
RÉSIDUS EXPORTÉS	10%	55%	45%	36%
COUVERT INTERMÉDIAIRE	2%	87%	35%	20%
Autres interventions travail du sol	1-2-3	3-3-4	1-2-2	1-2-3
SEMIS TARDIF	40%	14%	8%	22%
APPORTS ORGANIQUES	79%	95%	42%	73%
Nombre d'apports d'azote	0-1-1	1-1-1	1-2-2	1-1-2
Dose N (unités)	0-24-38	12-42-68	78-115--162	14-59-96
DESHERBAGE				
- impasse	10%	2%		5%
- pré-levée seule	20%	16%	16%	17%
- pré + post levée	6%	31%	36%	24%
- post-levée seule	63%	51%	46%	54%
IRRIGATION	6%	14%	25%	15%
AUTRES VARIABLES				
ORIENTATION				
- grandes cultures		5%	27%	10%
- polyculture-élevage	10%	21%	23%	17%
- élevage	88%	72%	45%	69%
LABOUR	92%	66%	80%	80%
IFT	0,8-1,2-1,5	1,0-1,5-2,0	1,1-1,9-2,2	0,9-1,5-1,9
Rendement (q/ha)	-	79-89-103	72-88-106	70-84-100
Rendement (t _{MS} /ha)	10-12-14	11-13-15	10-13-15	10-12-14

c. Description des systèmes de culture

- **Classification selon les variables de temps long**

Tableau 73 : Récapitulatif des choix réalisés pour la classification des variables de temps long en Pays de la Loire

Etape 1 – Sélection des variables	Variables actives retenues : <ul style="list-style-type: none"> - fréquence de céréales à paille - fréquence de cultures d'été - fréquence de labour - FRÉQUENCE D'APPORTS ORGANIQUES jamais / de temps en temps / tous les 2-3 ans / tous les ans
Etape 2 – Sélection des données	1665 parcelles enquêtées 1519 parcelles conservées pour l'analyse
Etape 3 – Analyse factorielle	2 axes de l'AFDM conservés
Etape 4 - Classification	3 groupes distingués

Les parcelles enquêtées ont été réparties en trois groupes selon les variables caractérisant les pratiques sur les campagnes culturales 2005-2006 à 2010-2011 ; leurs caractéristiques sont présentées par la figure 87 et le tableau 74.

- Le groupe “**Successions avec prairies**” rassemble près d’un quart des parcelles. La succession est dominée par la prairie et complétée par des cultures d’été (maïs) puis des céréales à paille. La fréquence de labour est fonction de la part de la prairie. La majorité des parcelles de ce groupe reçoit des apports organiques.

- Le groupe “**Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques**” rassemble plus de la moitié des parcelles. La succession est dominée par les cultures d’été (maïs autour d’un an sur trois) et par les céréales à paille (près d’un an sur deux). Le labour intervient deux ans sur trois en moyenne. Toutes les parcelles de ce groupe reçoivent des apports organiques.

- Le groupe “**Successions maïs - céréales à paille sans apports organiques**” rassemble près d’une parcelle sur cinq. La succession est dominée par les cultures d’été (maïs un an sur quatre en moyenne) et les céréales à paille (une année sur deux). Le labour intervient en moyenne deux années sur trois. Les parcelles de ce groupe ne reçoivent pas d’apport organique.

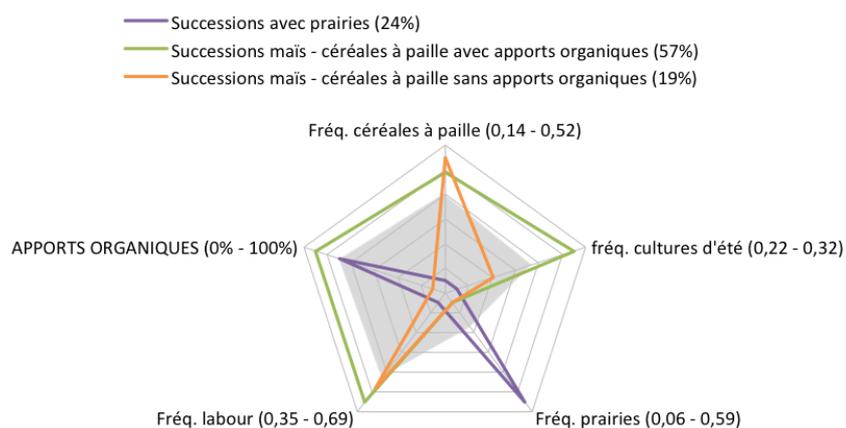


Figure 87 : Représentation des variables actives les plus discriminantes des trois groupes constitués sur les variables de temps long en Pays de la Loire

Chaque ligne représente un groupe d’itinéraire technique, dont la part d’effectif qu’il rassemble est indiquée entre parenthèse en légende. L’aire grisée correspond à l’ensemble de l’échantillon (tous groupes confondus). Chaque axe représente une variable quantitative (en minuscule sur le graphe) ou UNE MODALITÉ DE VARIABLE QUALITATIVE (en majuscule sur le graphe). Les axes sont gradués du minimum (centre du radar) au maximum (périphérie du radar) rencontrés entre les groupes (valeurs données entre parenthèses).

Tableau 74 : Distribution des parcelles de pois de printemps entre les trois groupes constitués sur les variables de temps long en Pays de la Loire et présentation de leurs caractéristiques

Pour les variables quantitatives sont donnés le 1er quartile, la moyenne, le 3ème quartile.

Pour les VARIABLES QUALITATIVES, est donnée la part de parcelles concernées par la modalité au sein du groupe.

	Successions avec prairies	Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques	Successions maïs - céréales à paille sans apports organiques	ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON
Effectif (% effectif)	368 (24%)	868 (57%)	283 (19%)	1519
VARIABLES ACTIVES LES PLUS DISCRIMINANTES				
Fréquence de cultures d'été	0,13-0,22-0,33	0,17-0,32-0,50	0-0,25-0,33	0,17-0,28-0,50
Fréquence de prairies	0,50-0,59-0,67	0-0-0	0-0-0	0-0,19-0,33
Fréquence de labour	0,17-0,35-0,50	0,50-0,69-1	0,83-0,88-1	0,33-0,60-1
APPORTS ORGANIQUES	80%	100%	0%	77%
AUTRES VARIABLES				
Orientation				
- grandes cultures	10%	13%	53%	20%
- polyculture-élevage	15%	24%	17%	20%
- élevage	71%	60%	22%	56%
Fréquence de céréales à paille	0-0,14-0,17	0,33-0,47-0,50	0,50-0,52-0,67	0,17-0,40-0,50

- **Classement des historiques culturaux**

En Pays de la Loire, 13 historiques culturaux sont nécessaires pour approcher 50% de l'effectif de parcelles enquêtées (tableau 75). Le plus représenté – succession avec prairies suivie de maïs et céréales à paille – ne rassemble que 11% des parcelles enquêtées et ne représente que 14% des surfaces extrapolées.

Tableau 75 : Historiques cultureux classés par ordre décroissant d'effectif et part d'effectif, part cumulée d'effectif et part de surface extrapolée en Pays de la Loire et nombre de systèmes de culture tiré de chaque historique cultural

Historique cultural		Effectif	% effectif	% cumulé	% surface	Nb SDC associés
Motif de succession grain 2	Groupe temps long					
Au moins 2 prairies - tête de rotation – céréale	Successions avec prairies	164	11%	11%	14%	2
Au moins 2 prairies - tête de rotation - au moins 2 céréales	Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques					
Prairie - tête de rotation - céréale						
Maïs - céréale	Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques	109	7%	18%	19%	2
Prairie - tête de rotation	Successions avec prairies	107	7%	25%	6%	1
Au moins 2 prairies - monoculture						
Maïs - au moins 2 céréales	Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques	60	4%	29%	5%	8
Colza - au moins 2 céréales	Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques	51	3%	32%	4%	2
Colza et maïs - au moins 2 céréales	Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques	39	3%	35%	3%	4
Au moins 2 maïs - céréale	Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques	38	3%	37%	5%	2
Monoculture maïs	Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques	33	2%	40%	3%	2
Au moins 2 prairies - céréale	Successions avec prairies	30	2%	42%	2%	4
Colza et maïs - céréale	Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques	28	2%	43%	2%	1
Colza - au moins 2 céréales	Successions maïs - céréales à paille sans apports organiques	23	2%	45%	2%	2
Maïs et tournesol - céréale	Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques	22	1%	46%	1%	3
Maïs - céréale	Successions maïs - céréales à paille sans apports organiques	20	1%	48%	1%	1

- **Typologie des systèmes de culture**

Les figures suivantes décrivent les historiques cultureux cumulant 50% de l'effectif enquêté. Pour chacun, ils présentent les itinéraires techniques majoritairement associés à chaque culture de la rotation.

- La Figure 88 présente l'historique cultural avec au moins deux ans de prairie, tête de rotation et céréale. Il peut être décliné en deux systèmes de culture. La tête de rotation est un maïs majoritairement associé à l'itinéraire technique "Ensilage bas niveau d'intrants". La céréale à paille peut être un blé tendre, associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants intermédiaire avec labour" ou un triticale, associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants intermédiaire".

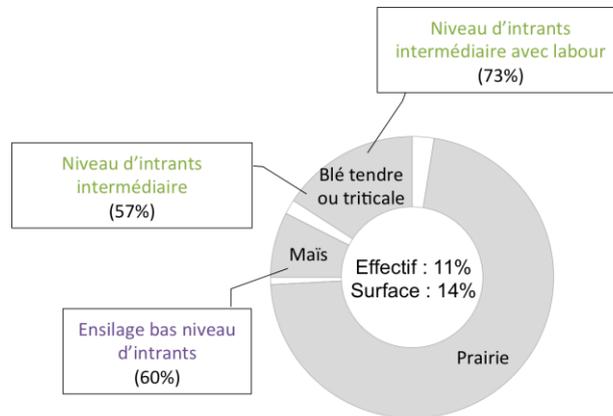


Figure 88 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Au moins 2 prairies - tête de rotation - céréale - Successions avec prairies

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec maïs et céréale avec apports organiques peut être décliné en deux systèmes de culture (Figure 89). Le maïs est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Mixte niveau d'intrants intermédiaire". La céréale à paille est majoritairement du blé tendre associé aux itinéraires techniques "Niveau d'intrants intermédiaire avec labour" ou "Niveau d'intrants élevé sans labour".

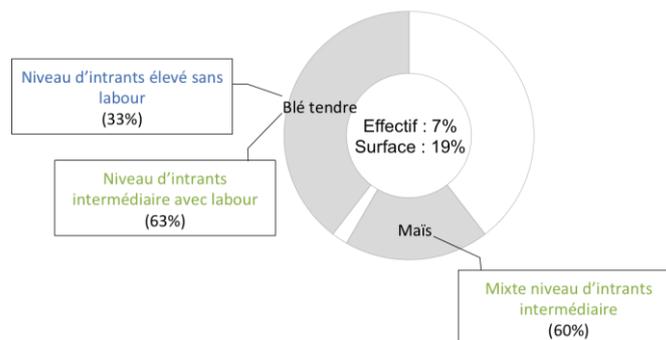


Figure 89 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Maïs - céréale - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique culturel avec prairie et tête de rotation (Figure 90) correspond à un unique système de culture. La tête de rotation est un maïs majoritairement associé à l'itinéraire technique "Ensilage bas niveau d'intrants".

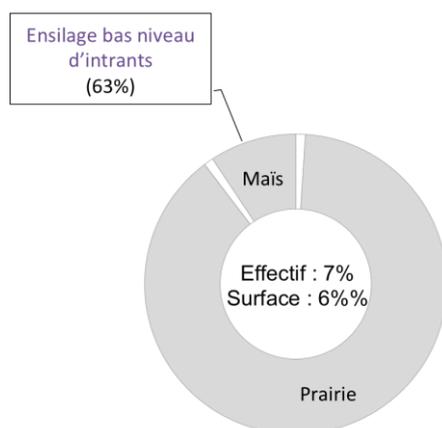


Figure 90 : Système(s) de culture correspondant à l'historique culturel Prairie - tête de rotation - Successions avec prairies

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique culturel avec maïs et au moins deux céréales, avec apports organiques (Figure 91) peut être décliné en huit systèmes de culture. Deux rotations peuvent être distinguées tout d'abord : maïs - blé tendre - orge d'hiver ou maïs - blé tendre - triticales. Le maïs est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Mixte niveau d'intrants intermédiaire". Chaque céréale à paille est associée à deux itinéraires techniques différents : "Niveau d'intrants intermédiaire" ou "Niveau d'intrants élevé". On considère que toutes les combinaisons d'itinéraires techniques entre les deux céréales à paille sont faisables.

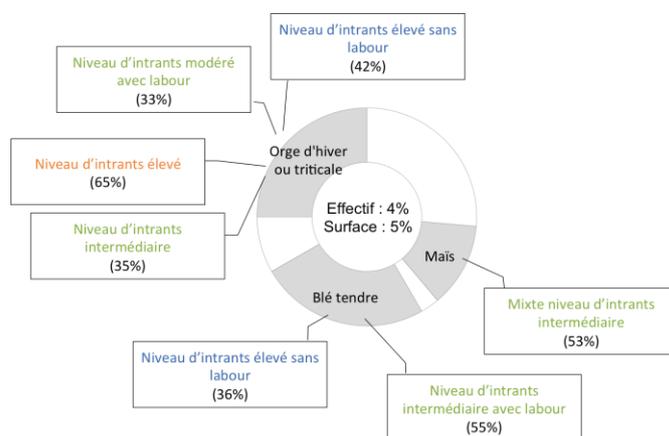


Figure 91 : Système(s) de culture correspondant à l'historique culturel Maïs - au moins 2 céréales - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec colza et au moins deux céréales, avec apports organiques (Figure 92) se décline en deux systèmes de culture. Le colza est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé sans labour". Le blé est associé aux itinéraires techniques "Niveau d'intrants intermédiaire avec labour" ou "Niveau d'intrants élevé sans labour". L'orge est majoritairement associée à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé avec labour".

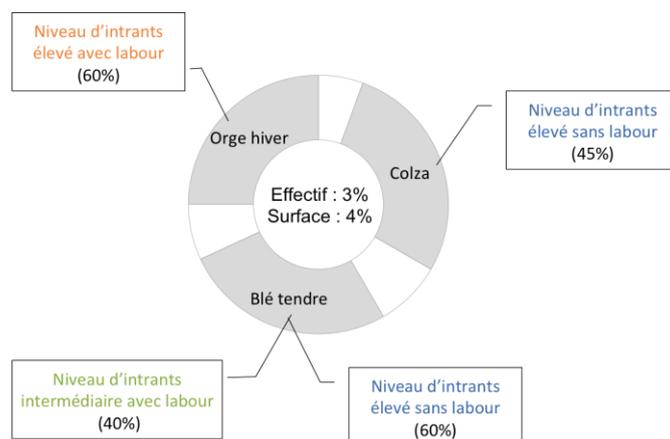


Figure 92 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza - au moins 2 céréales - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec colza et maïs et au moins deux céréales (Figure 93) peut être traduit en une rotation colza - blé tendre - maïs - blé tendre - orge d'hiver et décliné en quatre systèmes de culture. Le colza est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé sans labour". L'orge est majoritairement associée à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants élevé avec labour". Le maïs et le blé tendre sont associés à des itinéraires techniques "Niveau d'intrants intermédiaire" et "Niveau d'intrants élevé". On considérera que les deux blés de la rotation sont conduits avec le même itinéraire technique, mais que toutes les combinaisons d'itinéraires techniques entre maïs et blé peuvent exister.

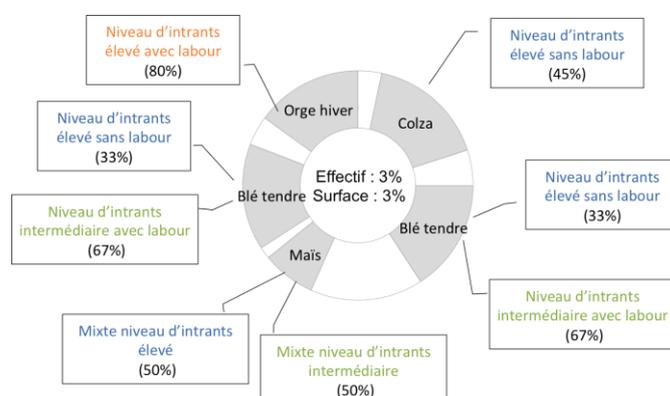


Figure 93 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza et maïs - au moins 2 céréales - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec au moins deux maïs et céréale (Figure 94) se décline en deux systèmes de culture selon l'itinéraire technique associé au maïs : "Mixte niveau d'intrants intermédiaire" ou "Mixte niveau d'intrants élevé" (on considère que le même ITK doit être appliqué aux deux maïs de la succession). Le blé tendre est majoritairement associé à l'itinéraire technique "Niveau d'intrants intermédiaire avec labour".

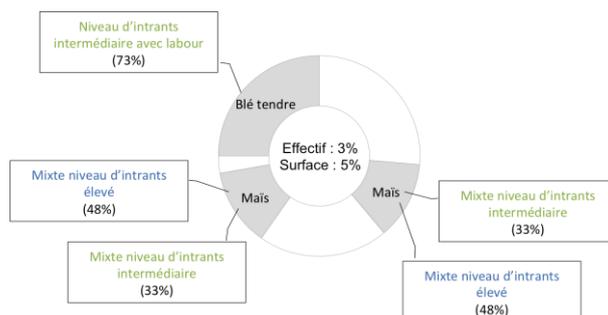


Figure 94 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Au moins 2 maïs - céréale - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec monoculture de maïs avec apports organiques (Figure 95) se décline en deux systèmes de culture selon l'itinéraire technique du maïs : "Mixte niveau d'intrants intermédiaire" ou "Mixte niveau d'intrants élevé".

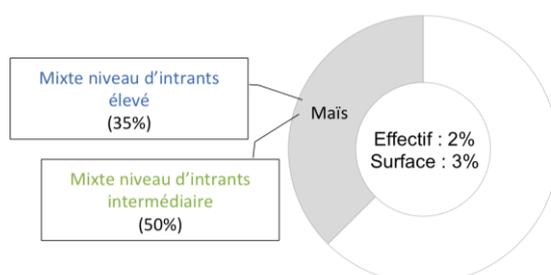


Figure 95 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Monoculture maïs - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec prairie et céréales à paille (Figure 96) se décline en quatre systèmes de culture. Le blé tendre comme le triticale peuvent être associés à un itinéraire technique « Bas niveau d'intrants » ou « Niveau d'intrants intermédiaire ». On considère que toutes les combinaisons d'itinéraires techniques entre les deux céréales à paille peuvent exister.

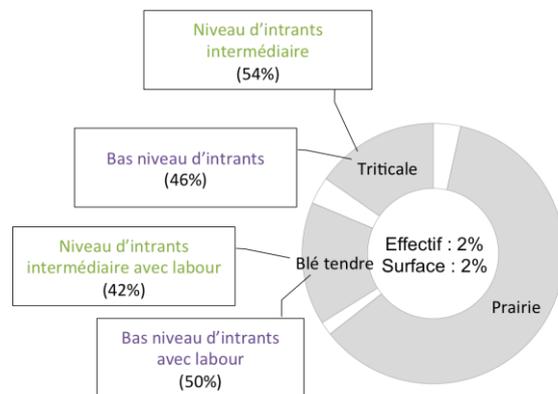


Figure 96 : Système(s) de culture correspondant à l'historique culturel Au moins 2 prairies - céréale - Successions avec prairies

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique culturel avec colza, maïs et céréales à paille, avec apports organiques (Figure 97) correspond à un unique système de culture. Le colza est associé à l'itinéraire technique « Niveau d'intrants intermédiaire avec labour ». Le blé est associé à l'itinéraire technique « Niveau d'intrants intermédiaire avec labour ». Le maïs est associé à l'itinéraire technique « Mixte niveau d'intrants intermédiaire ».

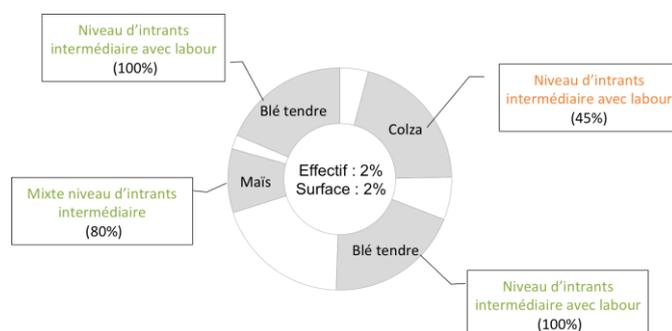


Figure 97 : Système(s) de culture correspondant à l'historique culturel Colza et maïs - céréale - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique culturel avec colza et céréales à paille, sans apports organiques (Figure 98) se décline en deux systèmes de culture selon la céréale à paille secondaire entrant dans la rotation après le blé : orge d'hiver ou blé. Le colza est associé à l'itinéraire technique « Niveau d'intrants intermédiaire sans labour ». Le blé tendre est associé à l'itinéraire technique « Niveau d'intrants élevé sans labour ». L'orge d'hiver est associé à l'itinéraire technique « Niveau d'intrants intermédiaire avec labour ».

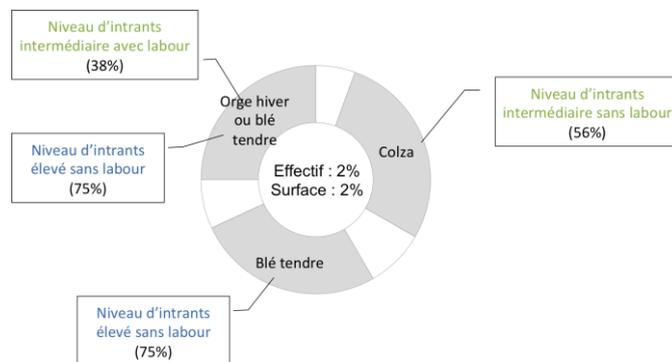


Figure 98 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Colza - au moins 2 céréales - Successions maïs - céréales à paille sans apports organiques

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec maïs, tournesol et céréales à paille, avec apports organiques (Figure 99) se décline en trois systèmes de culture. Le tournesol peut être associé aux itinéraires techniques « Bas niveau d'intrants avec labour » ou « Niveau d'intrants intermédiaire avec labour ». Le blé tendre peut être associé aux itinéraires techniques « Niveau d'intrants intermédiaire avec labour » ou « Niveau d'intrants élevé sans labour ». Le maïs est majoritairement associé à l'itinéraire technique « Mixte niveau d'intrants intermédiaire ». On considère que quand le tournesol est associé à l'itinéraire technique « Bas niveau d'intrants avec labour », le blé est associé à l'itinéraire technique « Niveau d'intrants intermédiaire avec labour ». En revanche, lorsque le tournesol est associé à l'itinéraire technique « Niveau d'intrants intermédiaire avec labour », le blé peut être associé aux deux types d'itinéraires techniques.

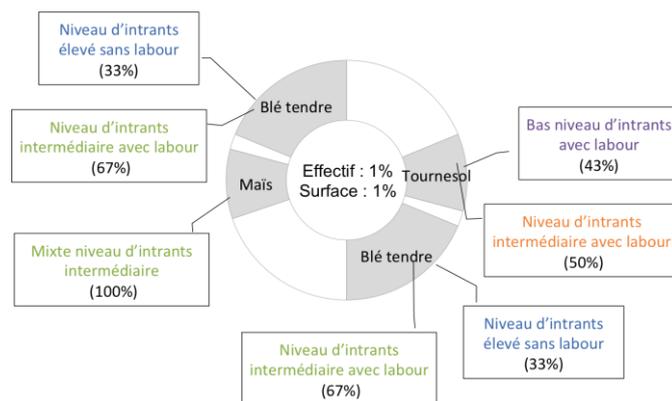


Figure 99 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Maïs et tournesol - céréale - Successions maïs - céréales à paille avec apports organiques

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

- L'historique cultural avec maïs et céréales à paille, sans apports organiques (Figure 100) correspond à un unique système de culture. La rotation fait intervenir blé tendre, associé à l'itinéraire technique « Niveau d'intrants élevé sans labour » et blé dur, associé à l'itinéraire technique « Niveau d'intrants intermédiaire en sec ». Le maïs est majoritairement associé à l'itinéraire technique « Mixte niveau d'intrants élevé ».

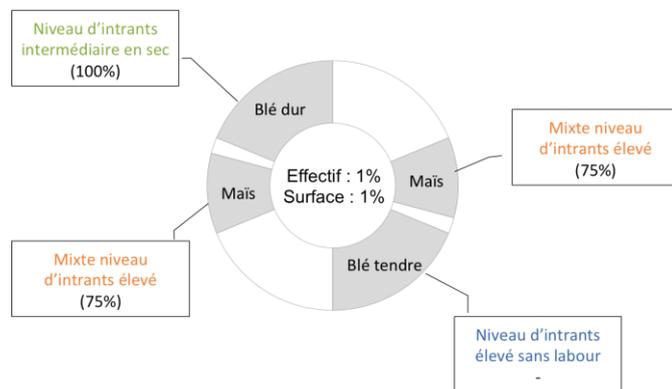


Figure 100 : Système(s) de culture correspondant à l'historique cultural Maïs - céréale - Successions maïs - céréales à paille sans apports organiques

Le diagramme donne la composition de la (des) successions culturale(s) (chaque culture / interculture occupe une place proportionnelle à leur durée dans la succession). Les pourcentages donnés au centre du diagramme correspondent respectivement à la part en termes d'effectif au sein de l'échantillon enquêté et à la part en termes de surface extrapolées à l'ensemble des surfaces régionales couvertes par les espèces enquêtées. Les étiquettes indiquent le(s) itinéraire(s) technique(s) associé(s) à chaque culture et leur part au sein de l'échantillon en termes d'effectif

III. Conclusion et perspectives

Le travail de la tâche 3.1 du projet LEGITIMES a porté sur l'analyse historique des assolements de 1970 à 2013 et des systèmes de culture récents (de 2006 à 2011).

L'assolement des trois régions d'étude se caractérise par une part importante de prairies (permanentes ou non) qui représentent environ 50 % de la SAU. Viennent ensuite, pour la Bourgogne le blé tendre, le colza et l'orge, en Midi-Pyrénées le blé, le tournesol et le maïs et en Pays de la Loire le blé tendre et le maïs.

Dans ces trois régions, les légumineuses occupent une faible part de la SAU ; l'analyse historique des assolements montre depuis les années 70 une diminution des surfaces en légumineuses à graine et en prairies artificielles, concomitante au développement des surfaces en colza (ou tournesol en Midi-Pyrénées) et blé.

L'analyse des données de pratiques culturales a permis de caractériser les principaux systèmes de culture et met en lumière une diversité variable entre régions. Dans les trois régions, une grande diversité de systèmes de culture a été distinguée : les 20 à 30 systèmes de culture les plus fréquents ne représentent que 50 % de l'échantillon enquêté.

En Bourgogne, les terres arables sont dominées par les systèmes de culture basés sur une succession colza – blé – orge et mobilisant des itinéraires techniques sans labour et à niveau d'intrants élevé. Ils occupent plus de 40 % des surfaces. Vient ensuite une diversité de systèmes de culture, notamment des systèmes de culture avec prairie temporaire, qui occupent chacun une faible part des terres arables.

En Midi-Pyrénées, les terres arables se partagent entre des systèmes de culture basés sur des successions avec tournesol et blé tendre ou dur, des systèmes de culture avec prairies et céréales à paille et enfin des systèmes de culture basés sur une monoculture de maïs grain.

En Pays de la Loire, les terres arables se partagent entre une grande diversité de systèmes de culture avec maïs et blé. Les systèmes de culture se distinguent par une part plus ou moins importante de maïs ou de blé et peuvent faire intervenir d'autres tête de rotation que le maïs : prairie temporaire, colza et tournesol notamment.

Ce travail permet une vision synthétique des contextes agricoles à un grain régional, à partir de l'analyse de données statistiques disponibles. Pour valider ces résultats, ou les décliner à une échelle plus fine, mobiliser l'expertise des acteurs locaux est une piste prometteuse.

Ainsi, l'étude des assolements, basée sur les données exhaustives de la statistique agricole annuelle et du recensement agricole, a été présentée et validée par les acteurs locaux lors des ateliers de co-conception de systèmes de culture innovants dans les trois régions (T3.3).

L'étude des systèmes de culture, basée sur l'enquête « Pratiques culturales grandes cultures » de 2011, mobilise les données issues d'un échantillon de parcelles représentant environ 1% des surfaces en terres arables de chaque région. Par conséquent, cette partie du travail est plus sujette à un biais de représentativité. En Bourgogne uniquement, les résultats ont pu être confrontés à l'expertise locale, dans l'objectif de les adapter à l'échelle du territoire d'étude plus restreint du plateau de Langres. Les itinéraires techniques bourguignons ont servi de base pour décrire, avec les acteurs du plateau Langrois lors d'entretiens individuels, les itinéraires techniques adaptés aux conditions pédoclimatiques du territoire. Cette étape a globalement permis de valider les itinéraires techniques décrits à partir des données d'enquête. Toujours en Bourgogne, lors de l'atelier de co-conception de scénarios territoriaux, nous avons discuté avec les acteurs locaux des systèmes de culture adaptés au plateau Langrois. La part des systèmes de culture basés sur des successions de type colza – blé – orge représenteraient plutôt 60% des surfaces arables du plateau Langrois pour les acteurs locaux, contre environ 40% à l'échelle de la région d'après les données

d'enquête. Les systèmes de culture en AB ne ressortent pas des données d'enquête, alors qu'ils existent sur le territoire. A l'inverse, certains systèmes de culture sont identifiés à l'échelle régionale à partir des données d'enquête, alors qu'ils ne sont pas présents sur le territoire d'étude d'après les acteurs. C'est le cas par exemple de systèmes de culture intégrant du maïs. Cette comparaison a posteriori montre l'importance de la combinaison entre les données statistiques, qui donnent une vision généraliste du contexte agricole, et les connaissances locales.

Ce travail de confrontation entre les données statistiques et l'expertise locale n'a été réalisée qu'en Bourgogne.

Les performances économiques et environnementales de ces systèmes de culture sont évaluées grâce à l'outil CRITER afin de les comparer aux performances des SDC innovants conçus lors des ateliers de la tâche 3.3. De plus, ces données sont utilisées dans la partie de conception de scénarios territoriaux incluant des légumineuses (tâche 3.6).

Références bibliographiques

Agreste (2014a, consulté en Avril). Les régions agricoles. Disponible en ligne sur : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/lesregionsagricoles.pdf>

Agreste (2014b, consulté en Février 2014). Orientation technico-économique de la commune (en Bourgogne, Midi-Pyrénées et Pays de la Loire). Cartes disponibles en ligne sur : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/en-region/>

ANR-LEGITIMES (2013). ANR, projet LEGITIMES : document scientifique édition 2013. Disponible sur l'intranet du projet : <https://www6.inra.fr/legitimes/Intranet-LEGITIMES/Tache-0/Divers>

Jouffret P., Labalette F. et Thibierge J. (2011). Atouts et besoins en innovations du tournesol pour une agriculture durable. *Innovations agronomiques vol. 14, 1-17*. Disponible en ligne sur : <http://www6.inra.fr/ciag/Revue/Volume-14-Juin-2011>

Kobrich, C., Rehman, T., Khan, M., 2003. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agricultural Systems* 76, 141–157. doi:10.1016/S0308-521X(02)00013-6

Lé, S., Josse, J., Husson, F., 2008. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *J. Stat. Softw.* 1–18.

Mestries E. (2014). Communication personnelle datant d'Août 2014.

Pages, J., 2004. Analyse factorielle de données mixtes. *Revue Statistique Appliquée* 52, 93– 111.

Richard-Schott F. (2009). Le recensement général de l'agriculture de 1955, une référence pour les géographes ? *Géocarrefour vol. 84/4, 270-279*.

Sebillotte, M., 1990. Le système de culture, un concept opératoire pour les agronomes, in: *Les Systèmes De Culture*. Paris, pp. 165–196.

SSP (2012). Soutien public à la projection de protéagineux et de soja : rétrospective et projections à partir du modèle MAGALI. *Centre d'études et de prospective, n°43 – Avril 2012*.

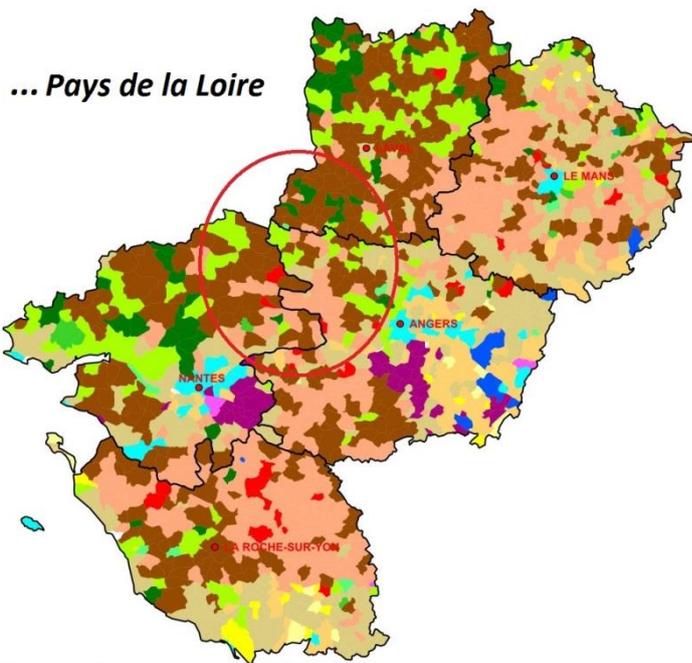
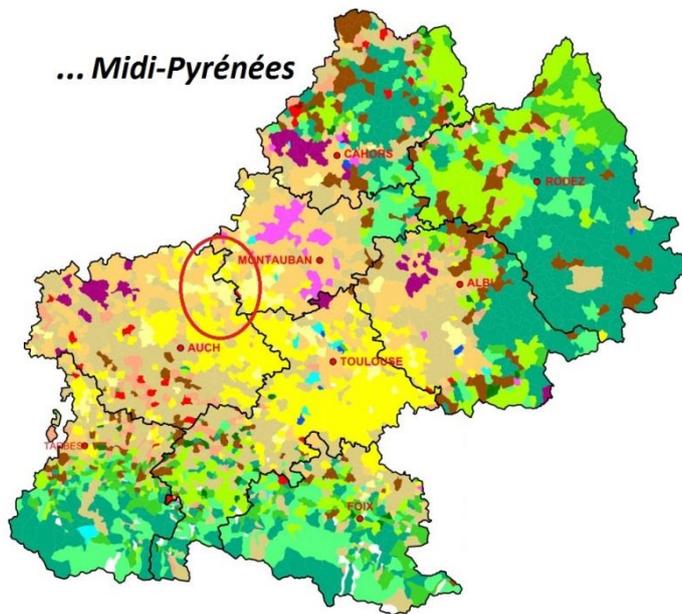
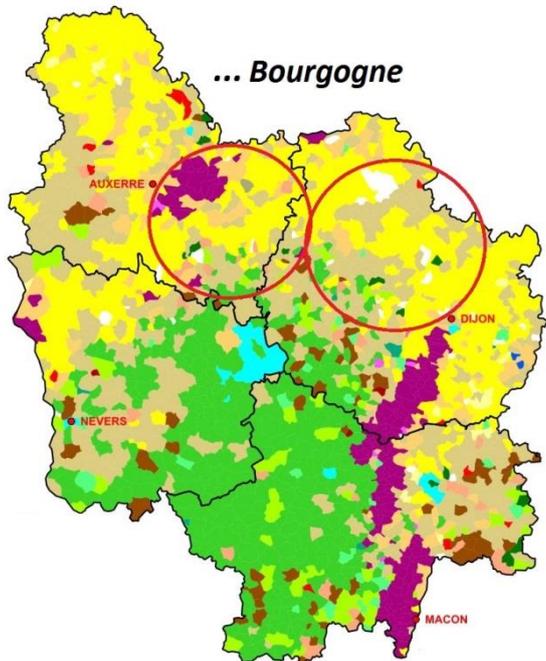
Ward, J., 1963. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *J. Am. Stat. Assoc.* 58, 236-. doi:10.2307/2282967

Annexes



Annexe 1 : Orientation technico-économique des communes en Bourgogne, Midi-Pyrénées et Pays de la Loire (Agreste, 2014b)

Orientation technico-économique de la commune en...



Légende :

- Céréales et oléoprotéagineux
 - Autres grandes cultures
 - Légumes et champignons
 - Fleurs et horticulture diverse
 - Viticulture
 - Fruits et autres cultures permanentes
 - Bovins lait
 - Bovins viande
 - Bovins mixtes
 - Ovins, caprins
 - Polyélevage d'herbivores
 - Porcins
 - Aviculture
 - Autre polyélevage
 - Polyculture dominante
 - Polyélevage dominant
 - Polyculture et polyélevage
 - Exploitations non classées
 - Sans exploitation
- Localisation approximative des territoires retenus pour LEGITIMES

Source : Agreste - Recensement agricole 2010

Annexe 2 : Précautions à prendre pour la lecture des cartes

Les résultats sont présentés majoritairement sous forme de cartes. Nous attirons votre attention sur l'attention particulière qu'il faut porter à la légende avant de lire une carte ! Les seuils retenus ou les couleurs choisies peuvent influencer le message transmis par la carte. La figure ci-dessous en est un bon exemple (figure 1 – annexe 2).

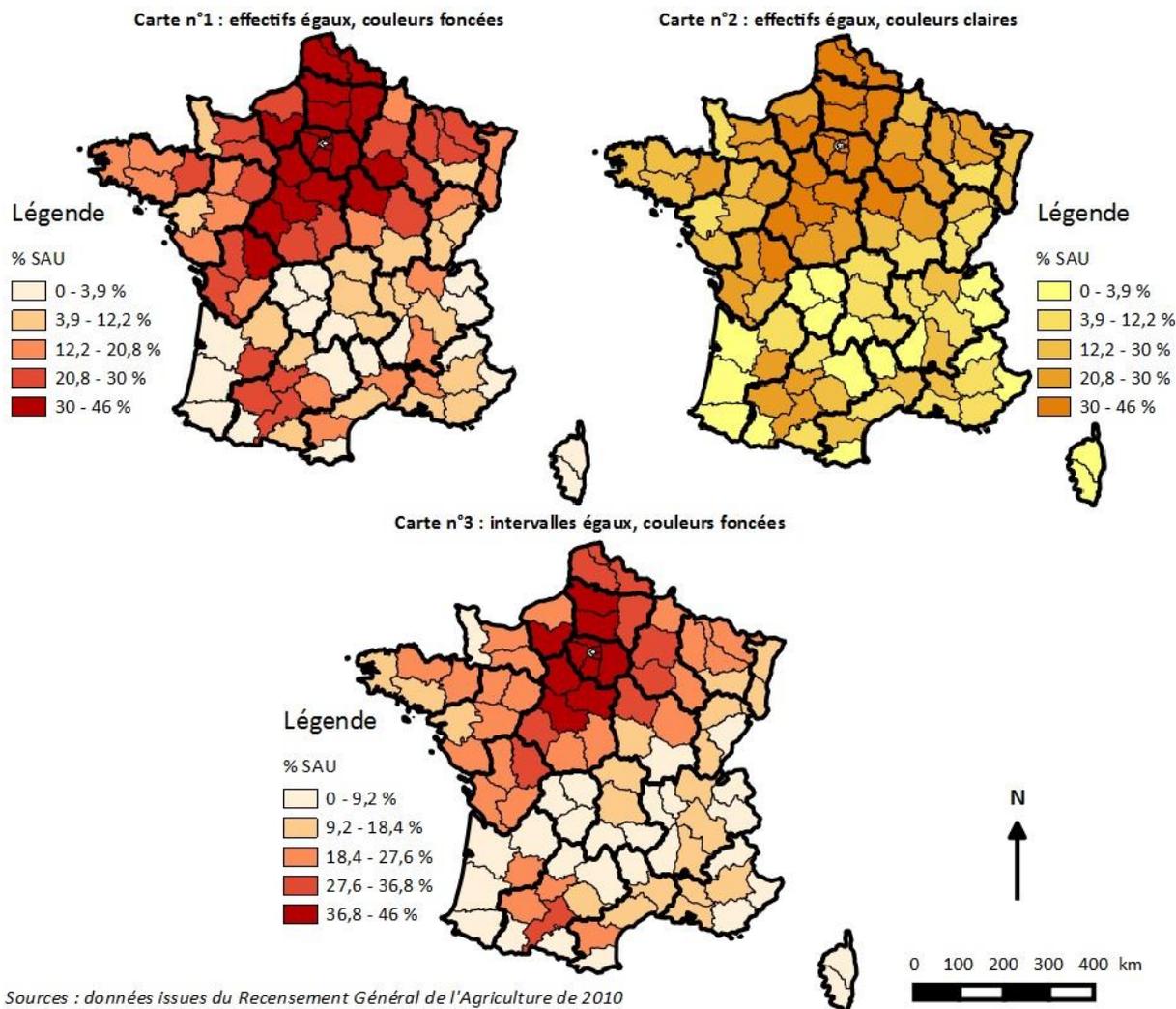
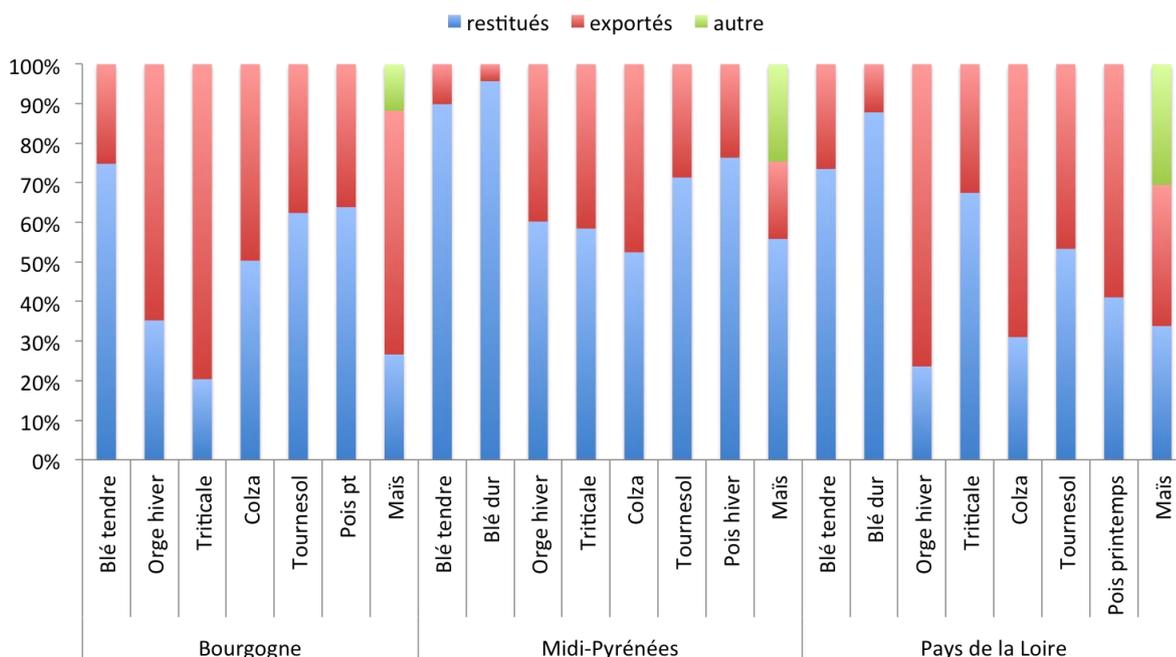


Figure 1 - annexe 2 : Surface en blé total (en % de la SAU) en 2010 à l'échelle des départements. Les 3 cartes sont construites à partir des mêmes données mais diffèrent soit au niveau de la couleur, soit au niveau de la légende (construction des classes de surfaces).

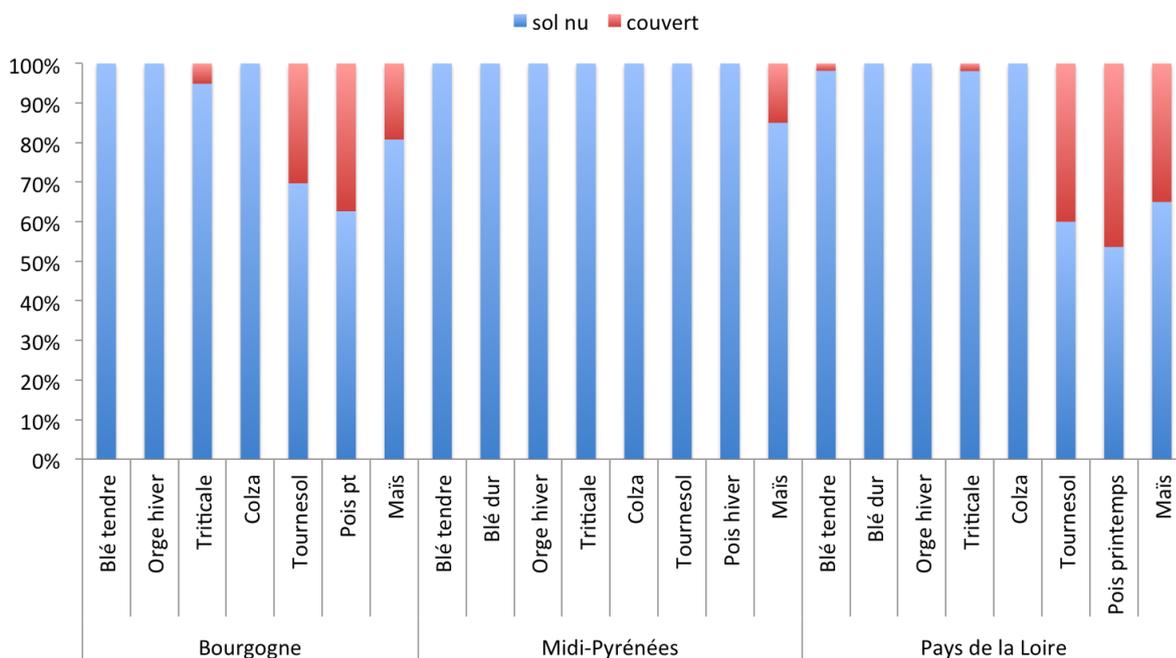
Les 3 cartes, produites avec exactement les mêmes données, présentent les surfaces en blé total en France en 2010 à l'échelle des départements. Les cartes n°1 et n°2 ont exactement la même légende et les classes présentent des **effectifs** égaux. La seule différence entre ces 2 cartes vient de la couleur choisie : la carte n°1, qui a des couleurs plus foncées, donne l'impression de surfaces en blé plus importantes que sur la carte 2. Les cartes n°1 et n°3, qui sont également produites à partir des mêmes données, donnent l'impression de surfaces en blé plus importantes sur la 1^{ère} carte : cette différence provient cette fois-ci de la légende, cette dernière a été construite à partir d'**intervalles** égaux sur la carte n°3.

Annexe 3 : Distribution des variables de caractérisation des itinéraires techniques

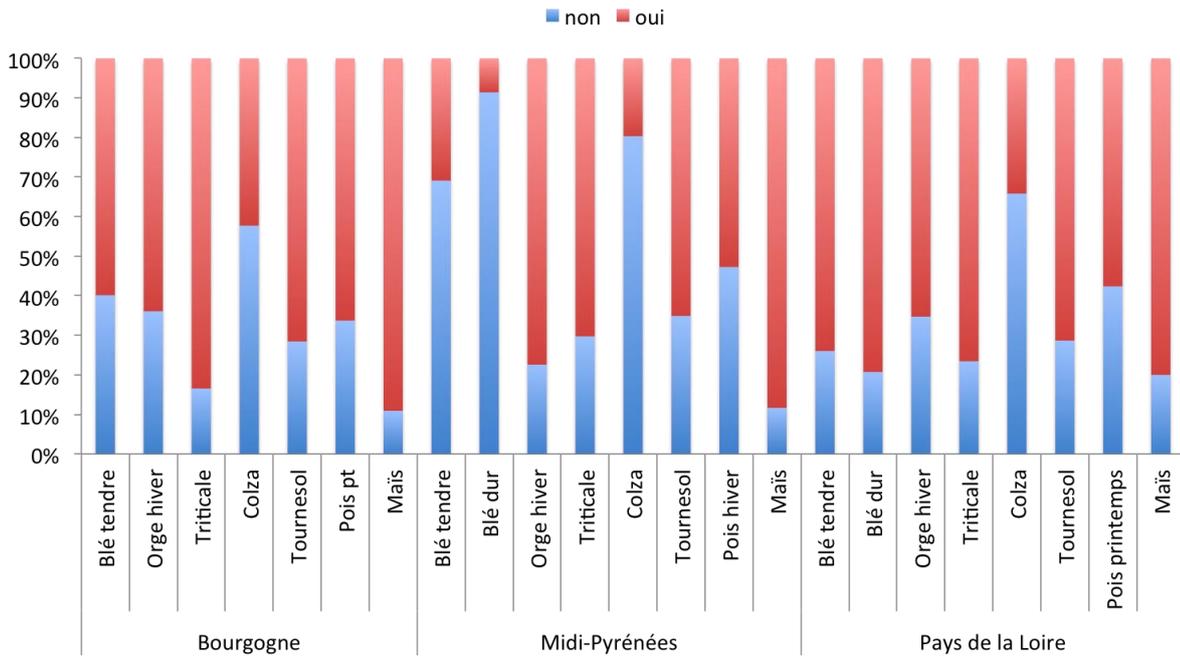
RESIDUS DU PRECEDENT



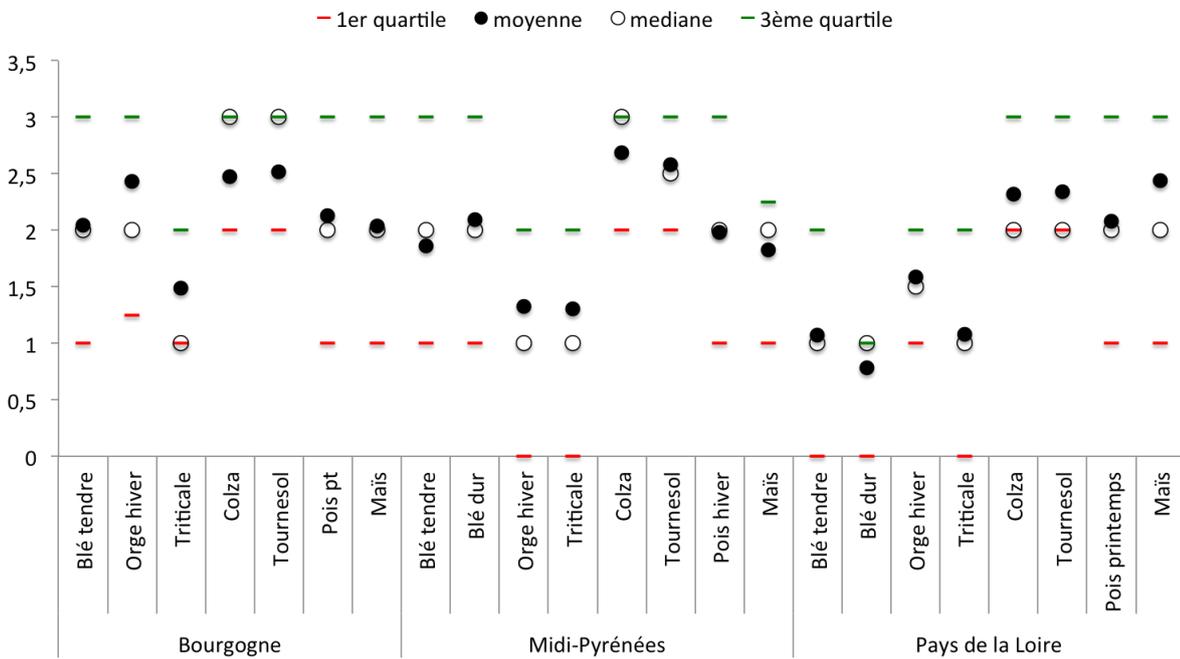
INTERCULTURE PRECEDENTE



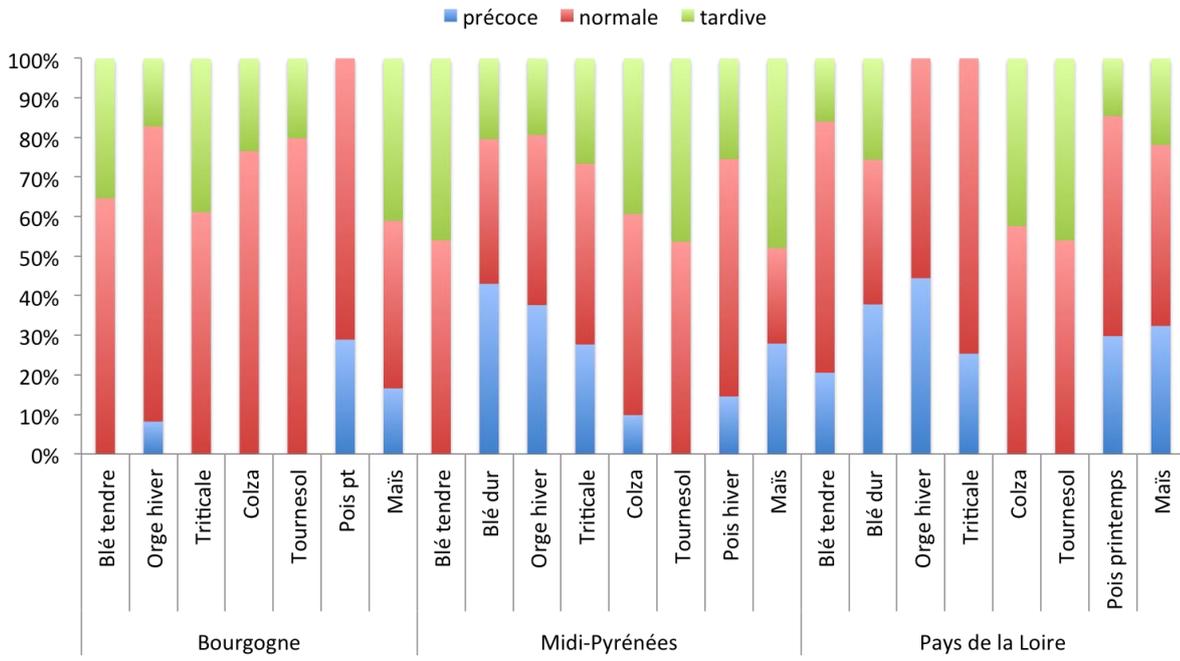
LABOUR



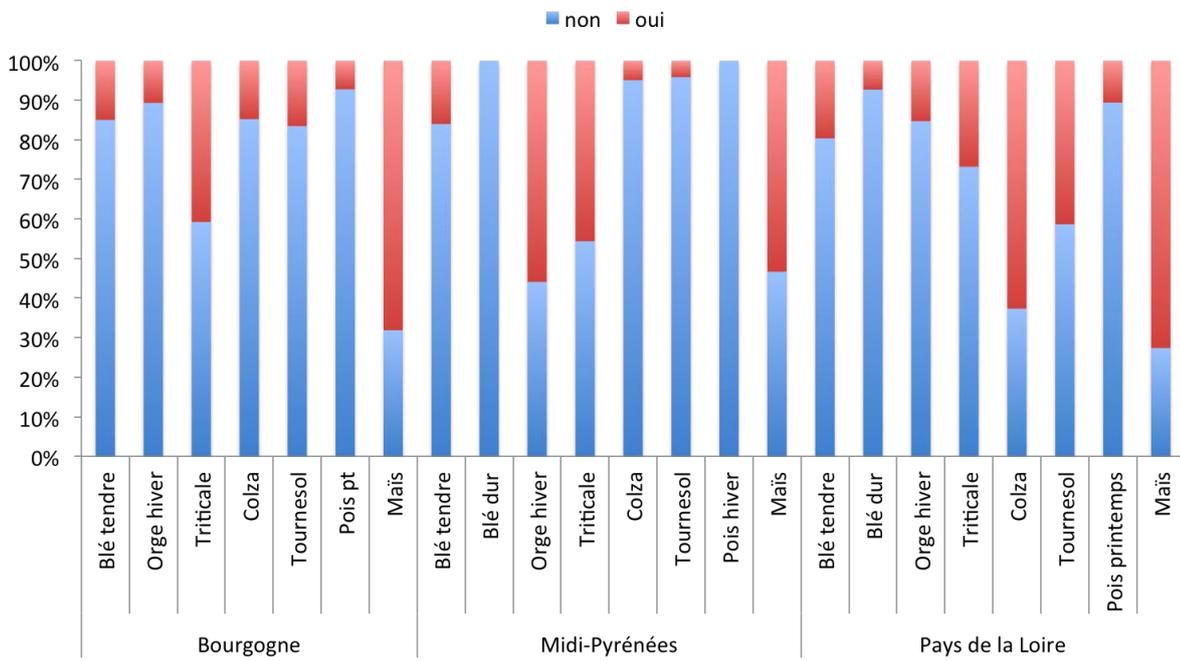
Autres interventions de travail du sol



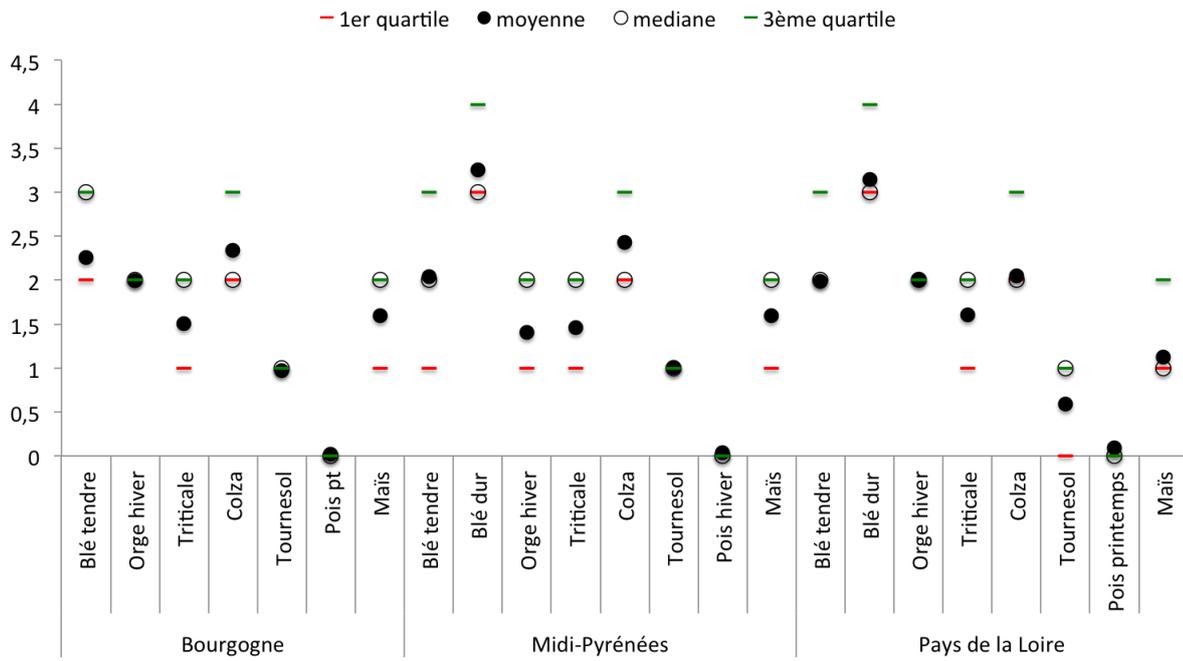
DATE SEMIS



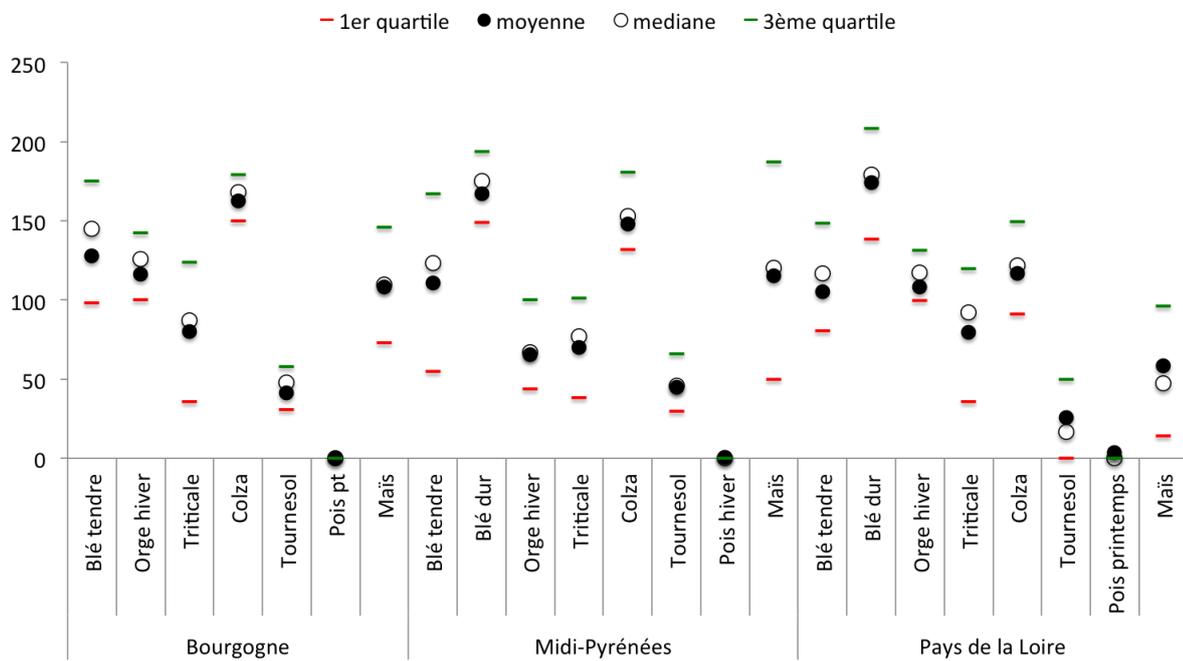
APPORTS ORGANIQUES



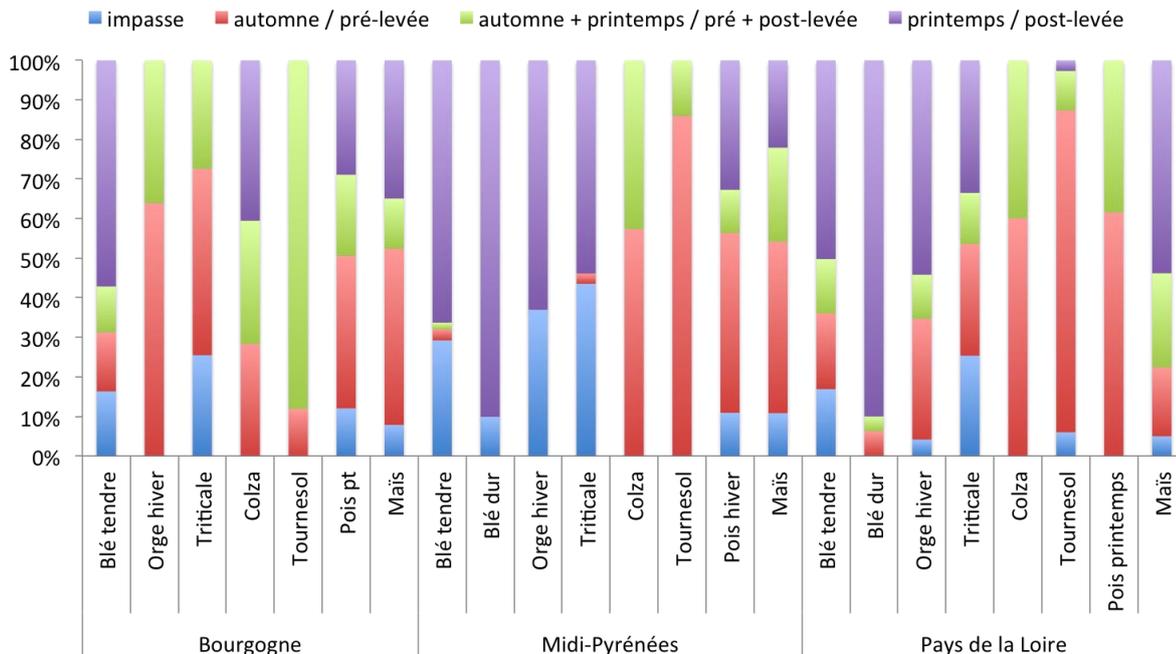
Nombre d'apports d'engrais azotés



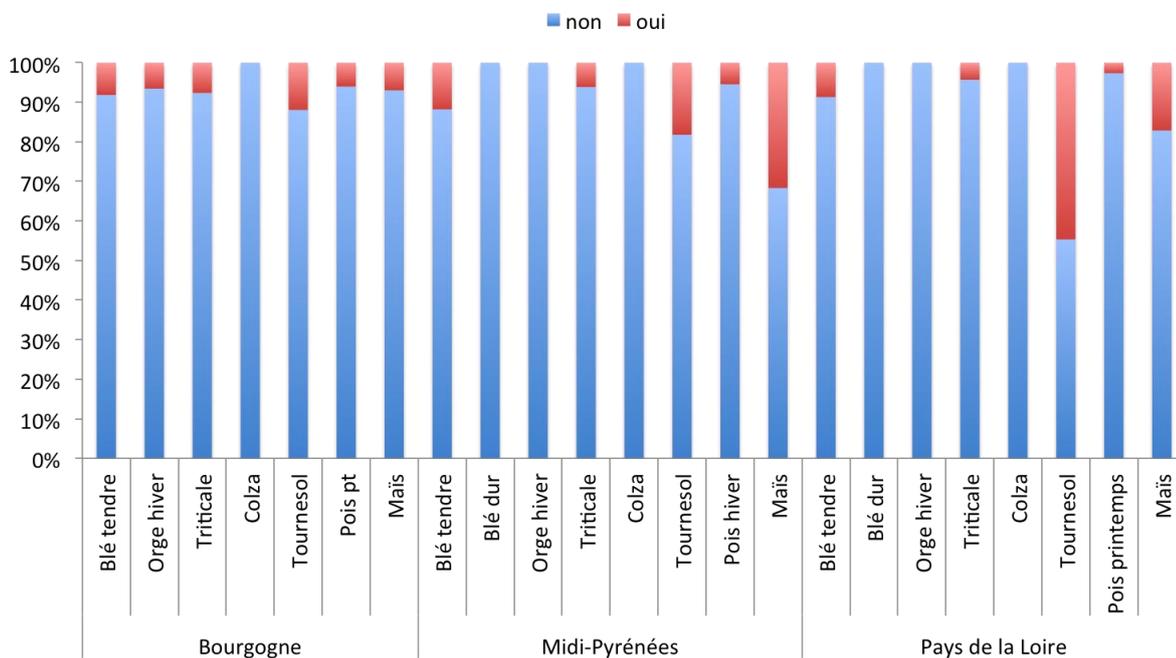
Dose N



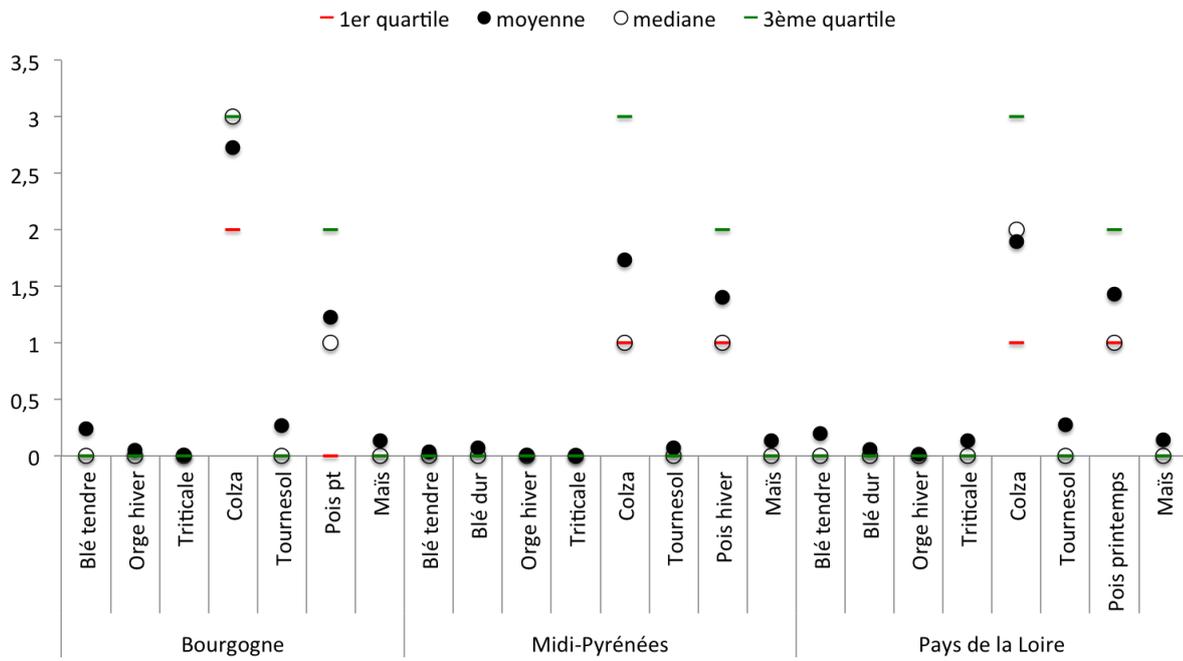
STRATEGIE DESHERBAGE



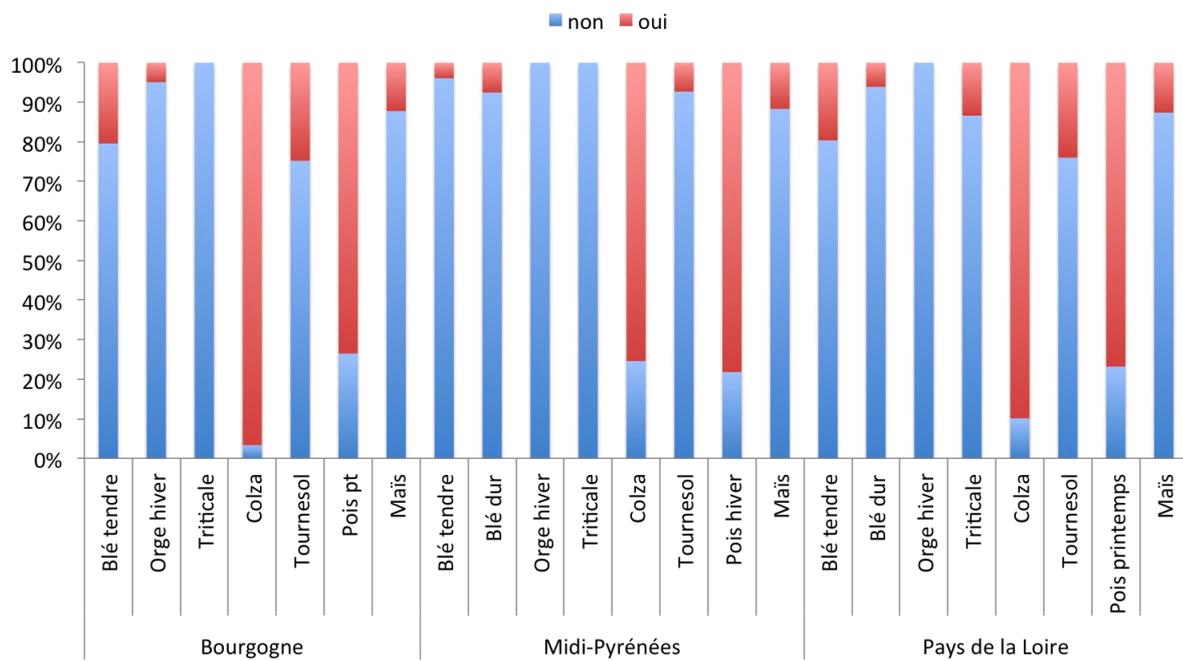
DESHERBAGE MECANIQUE



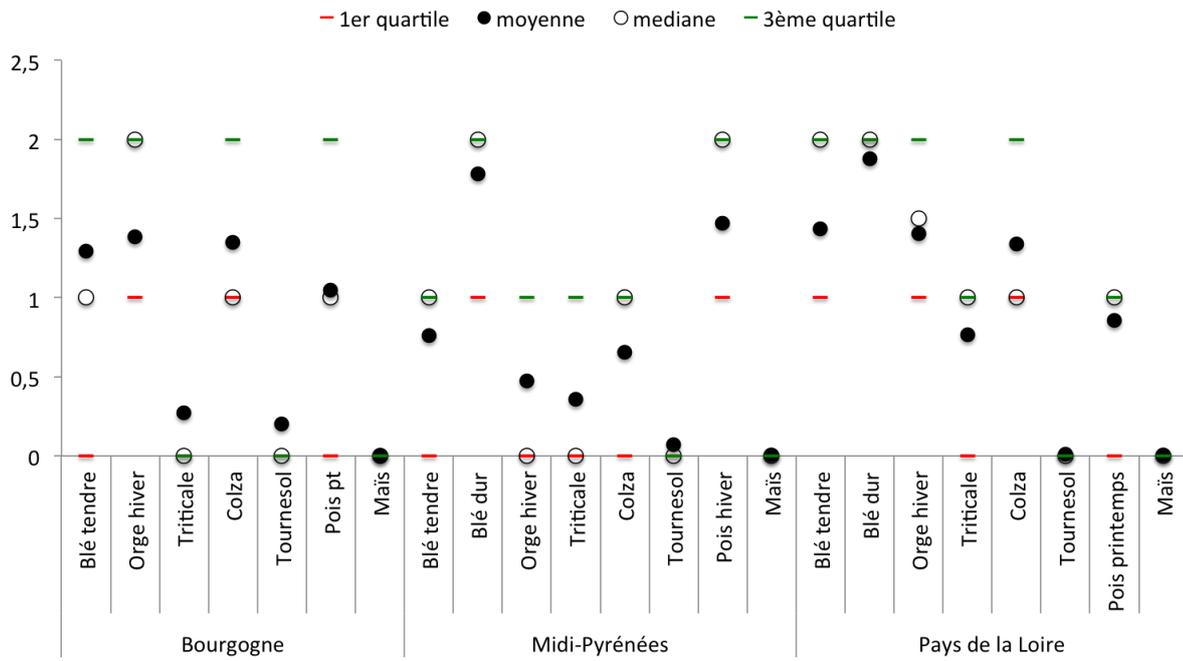
Nombre insecticides



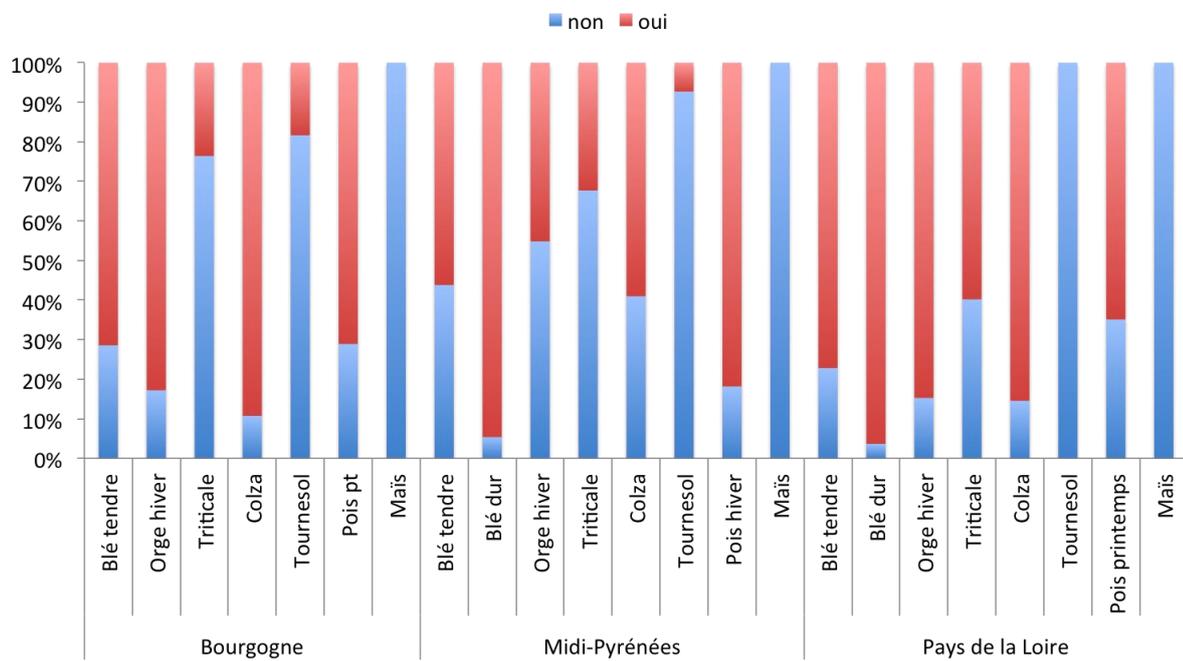
INSECTICIDE



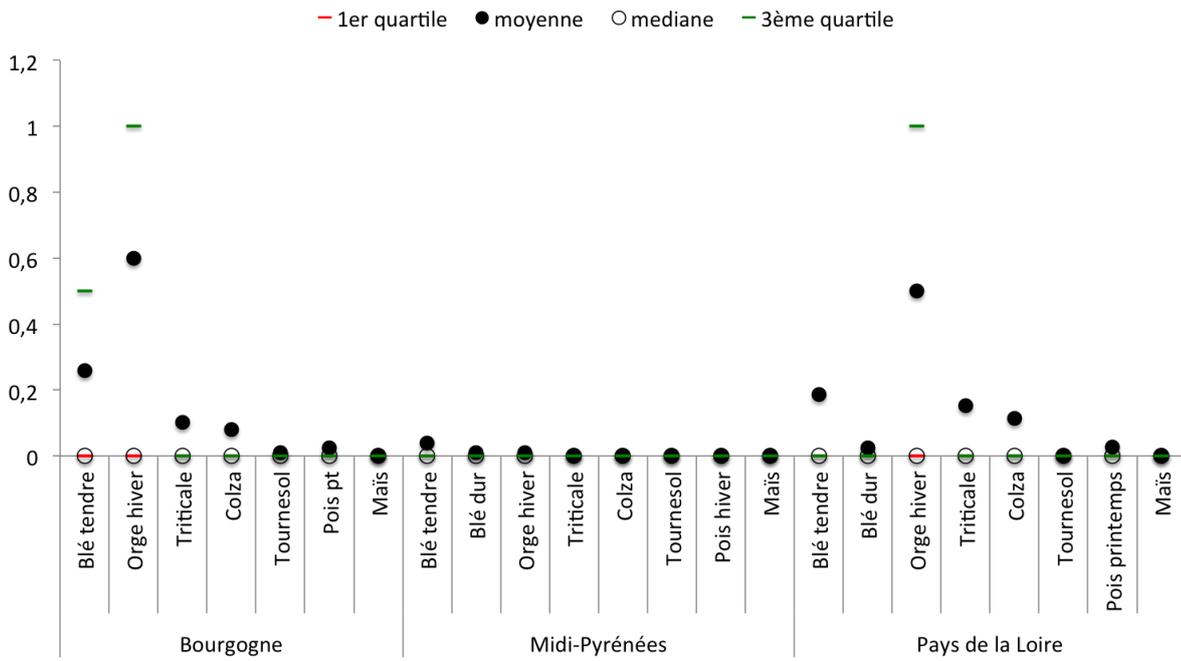
Nombre fongicides



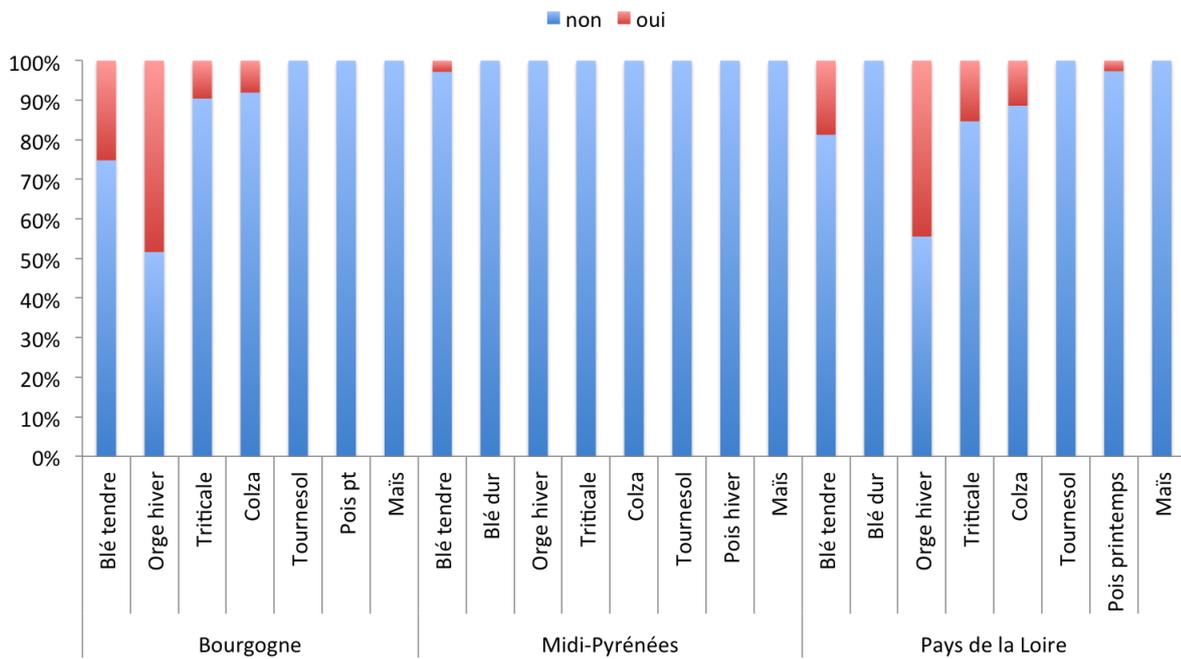
FONGICIDE



Nombre régulateurs

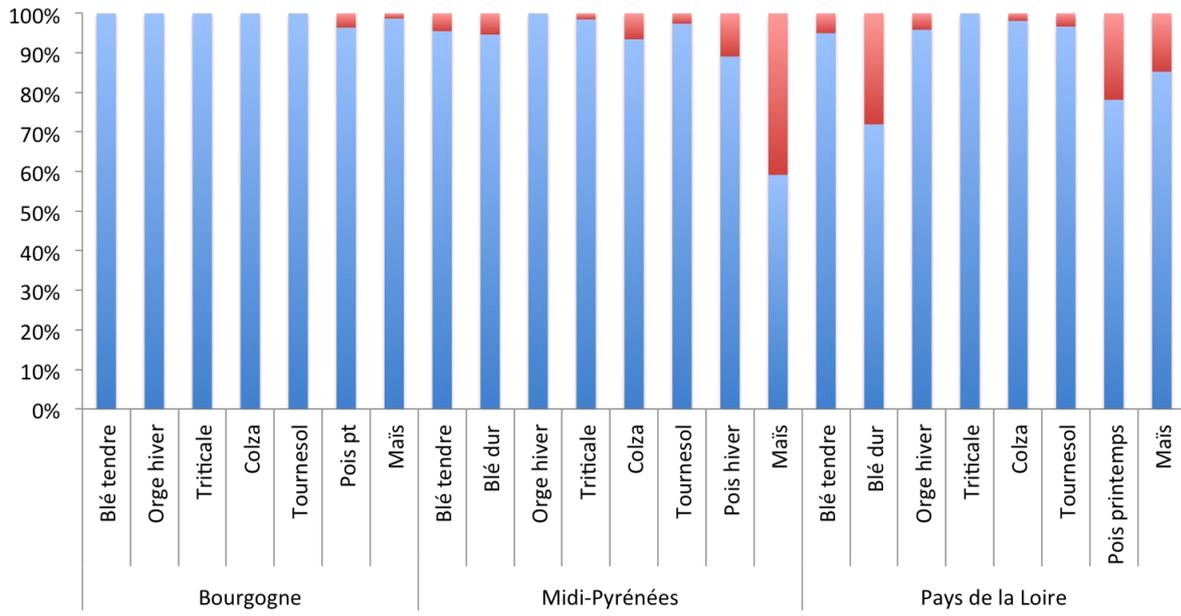


REFULATEUR



IRRIGATION

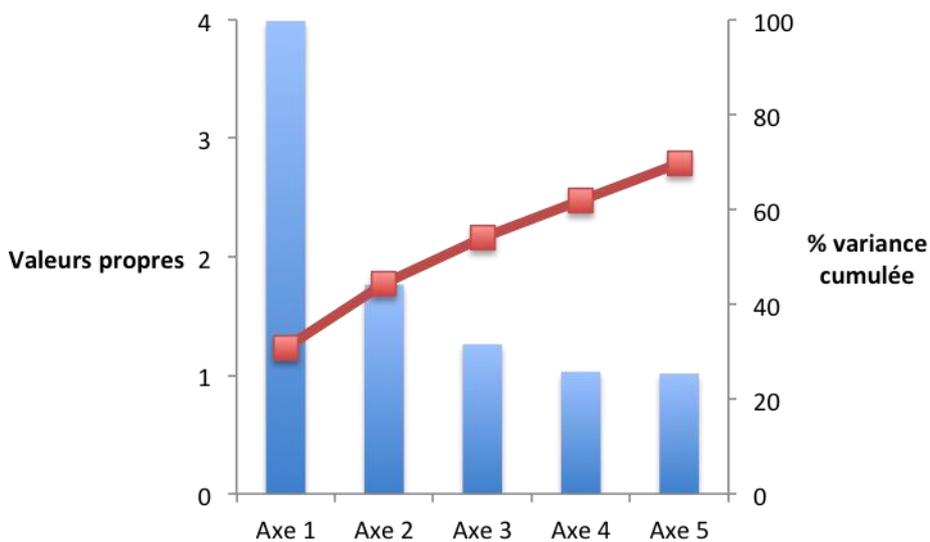
■ non ■ oui



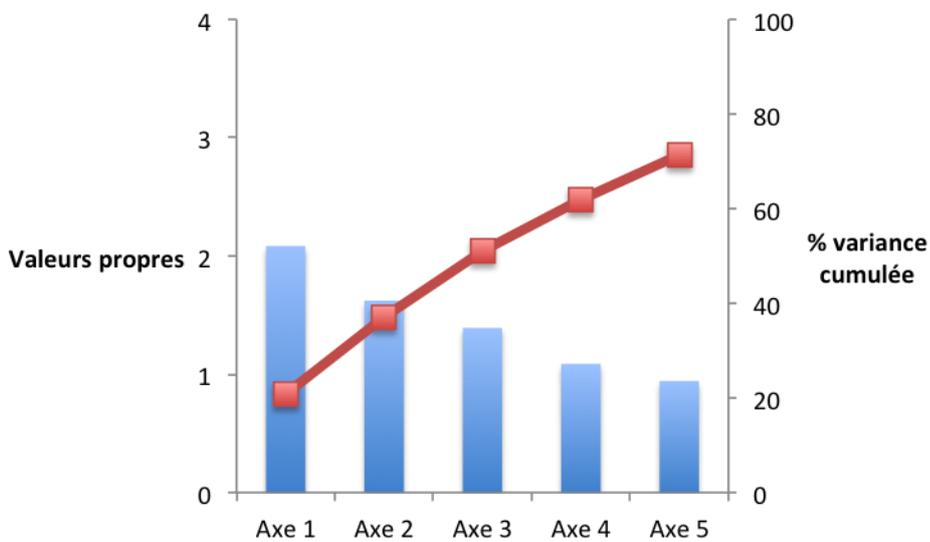
Annexe 4 : Valeurs propres et pourcentage de variance cumulée des cinq premiers axes des analyses factorielles des itinéraires techniques

Bourgogne

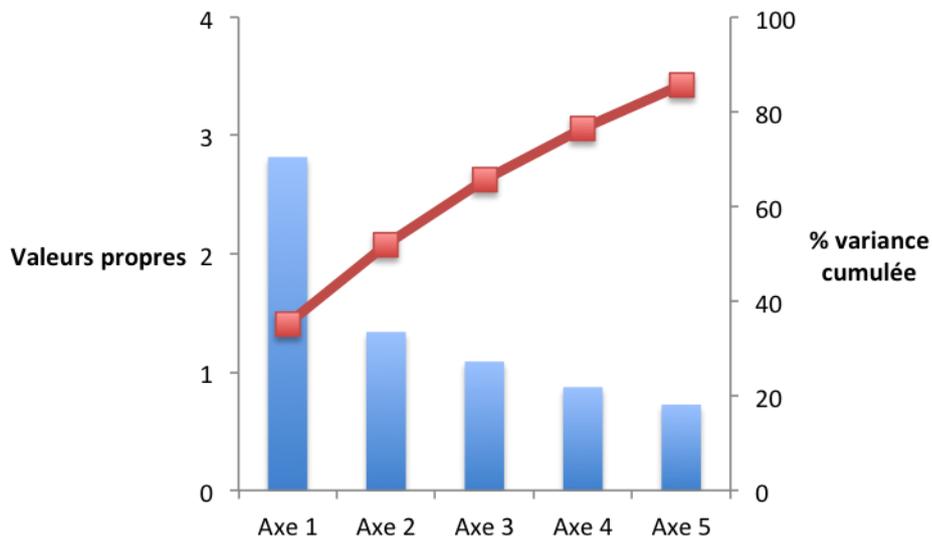
Blé tendre



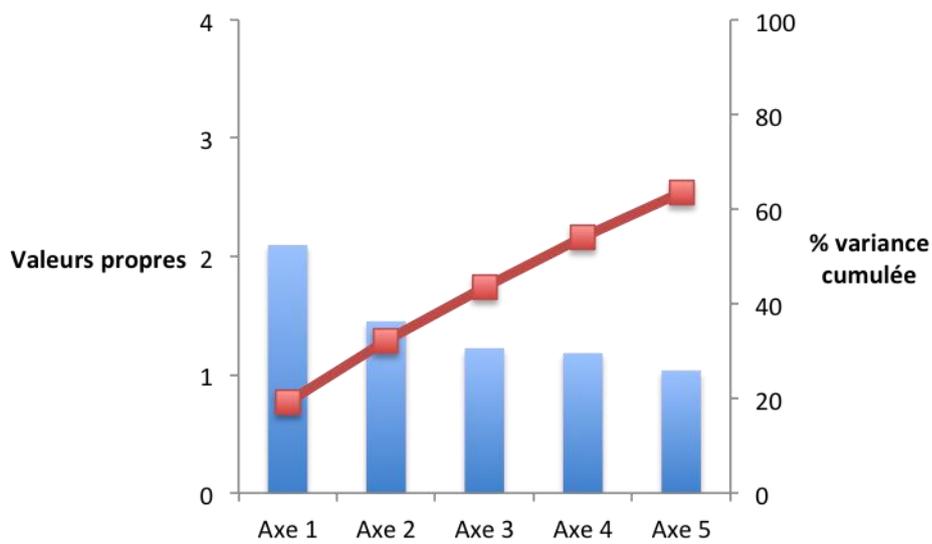
Orge hiver



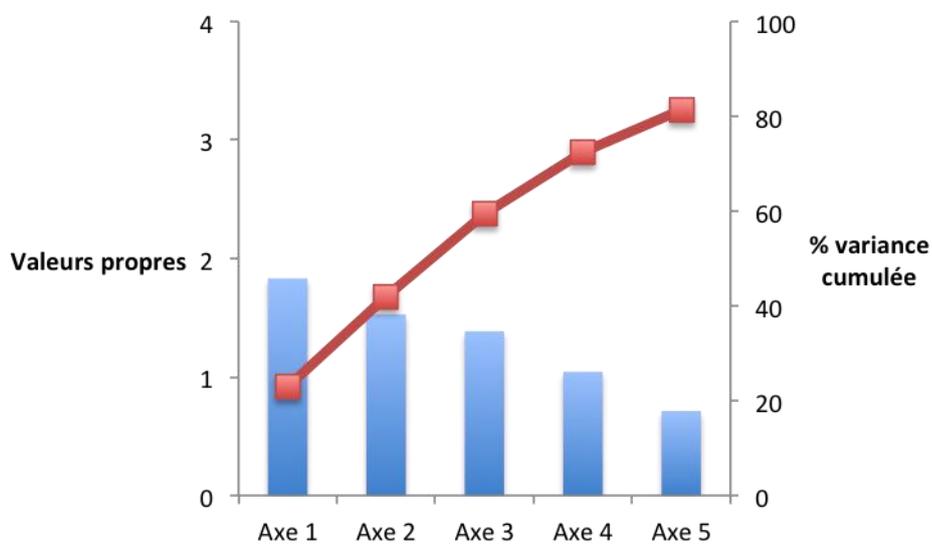
Triticale



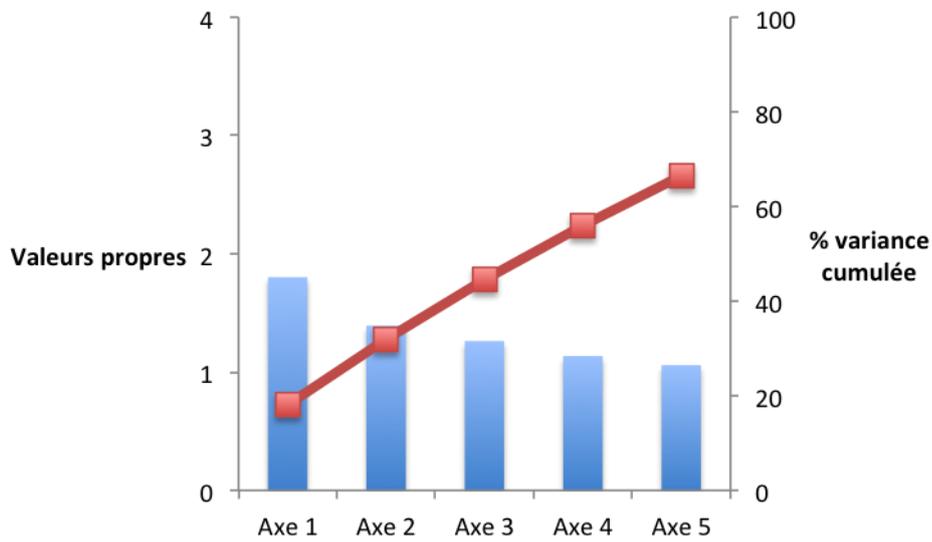
Colza



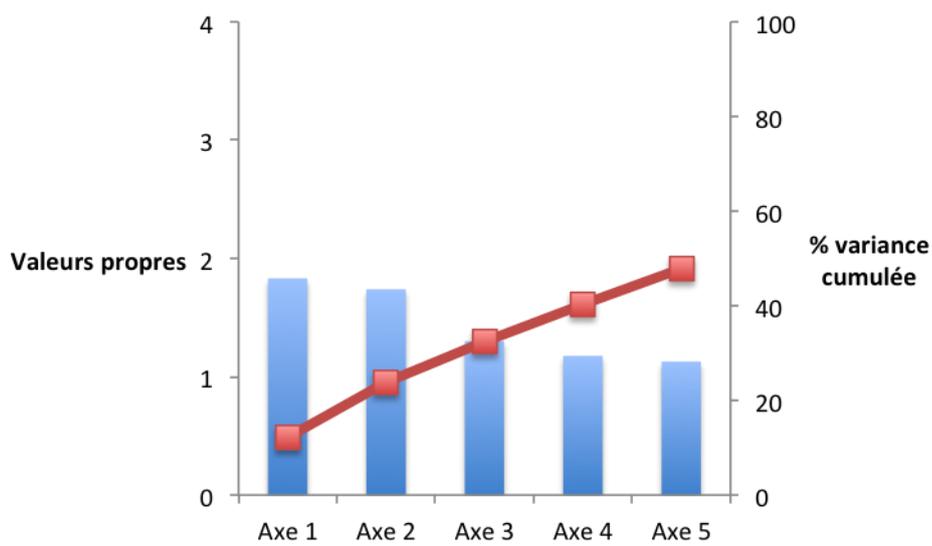
Tournesol



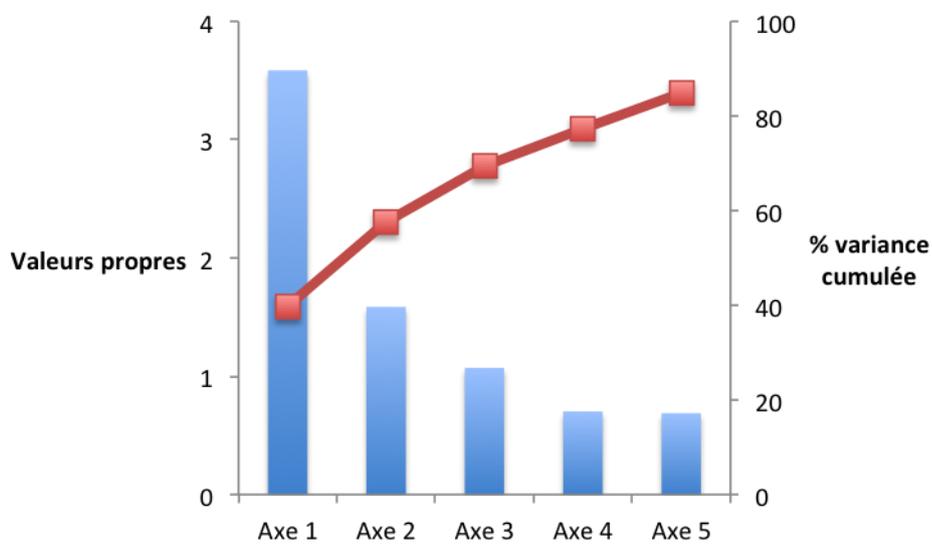
Pois printemps



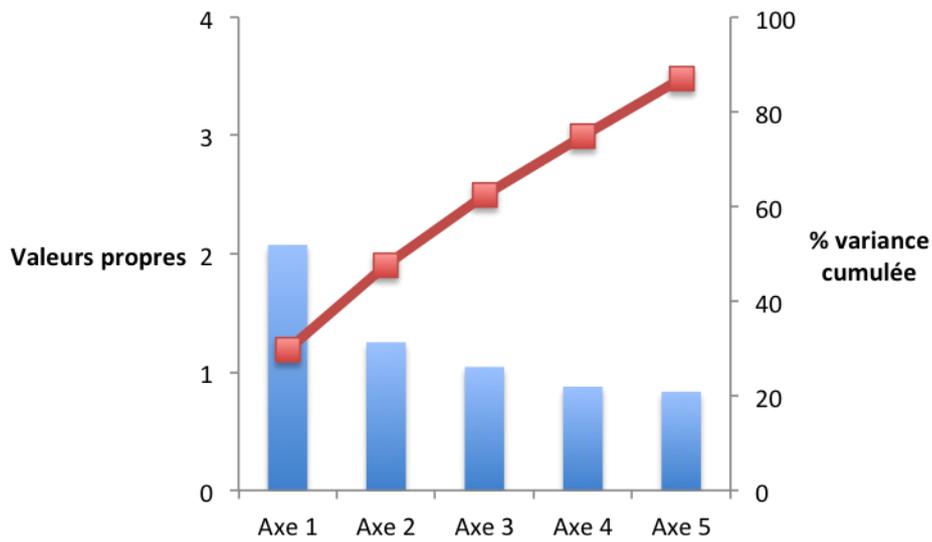
Mais



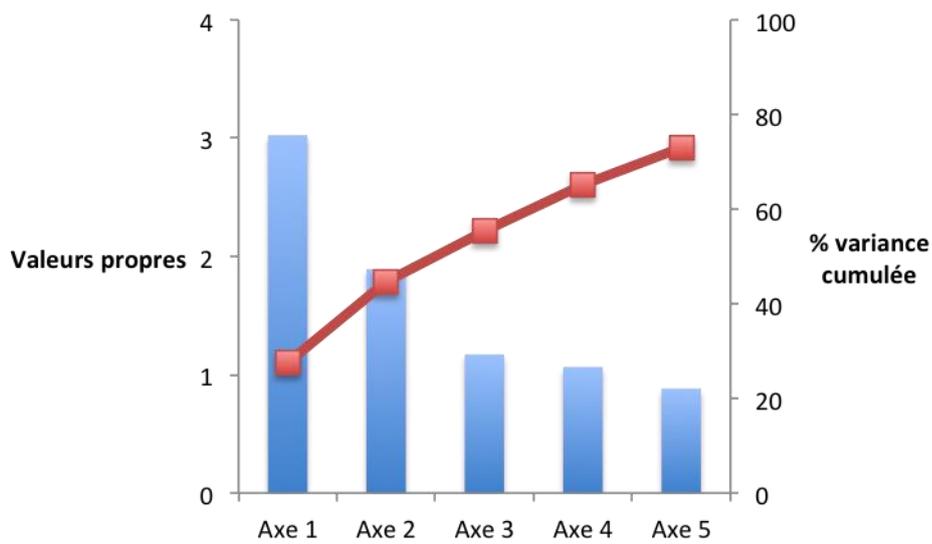
Midi-Pyrénées
Blé tendre



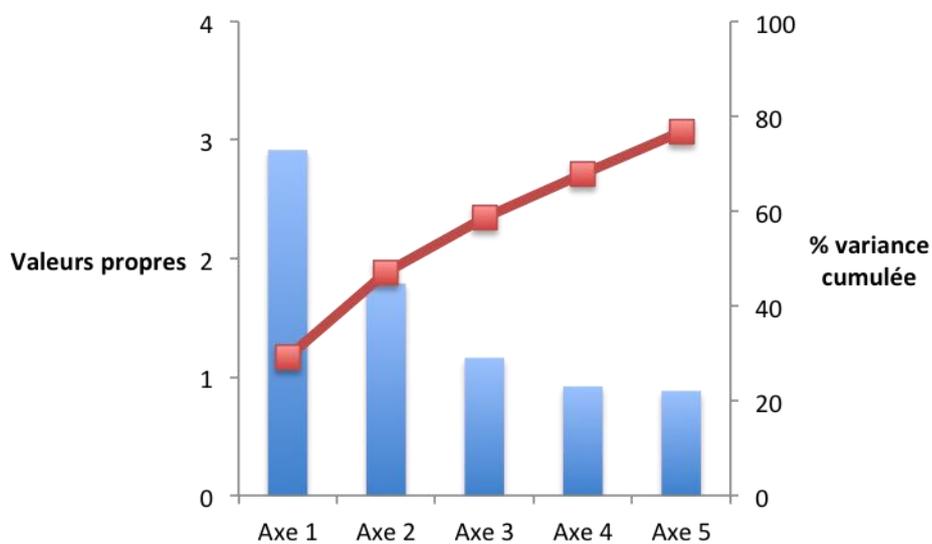
Blé dur



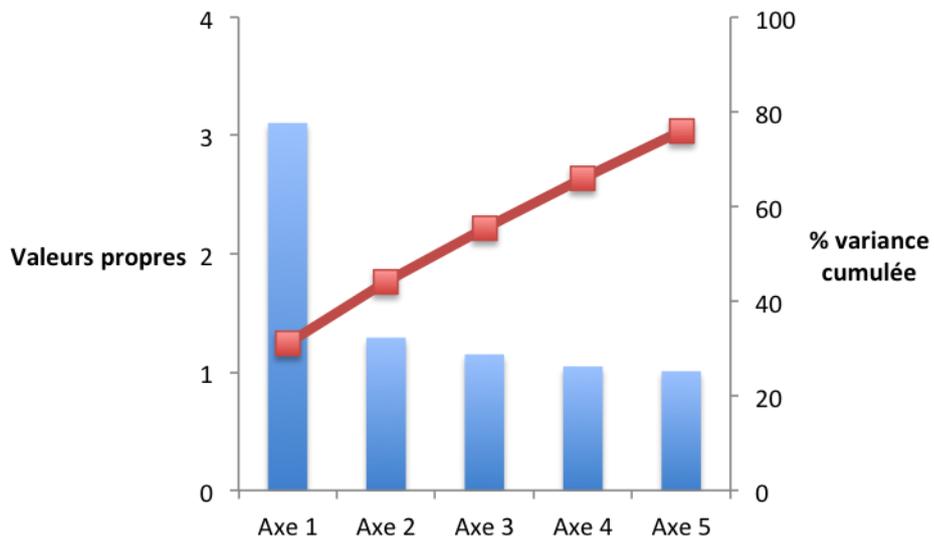
Orge hiver



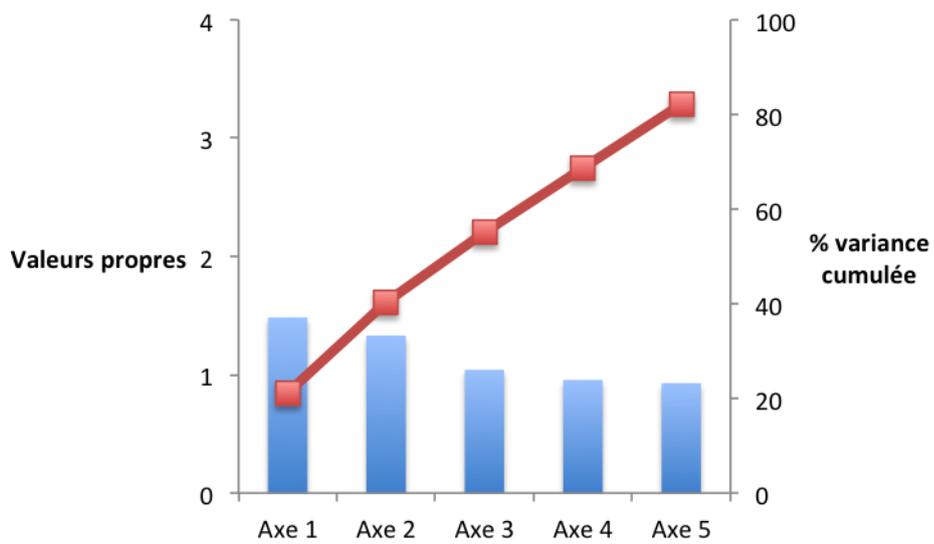
Triticale



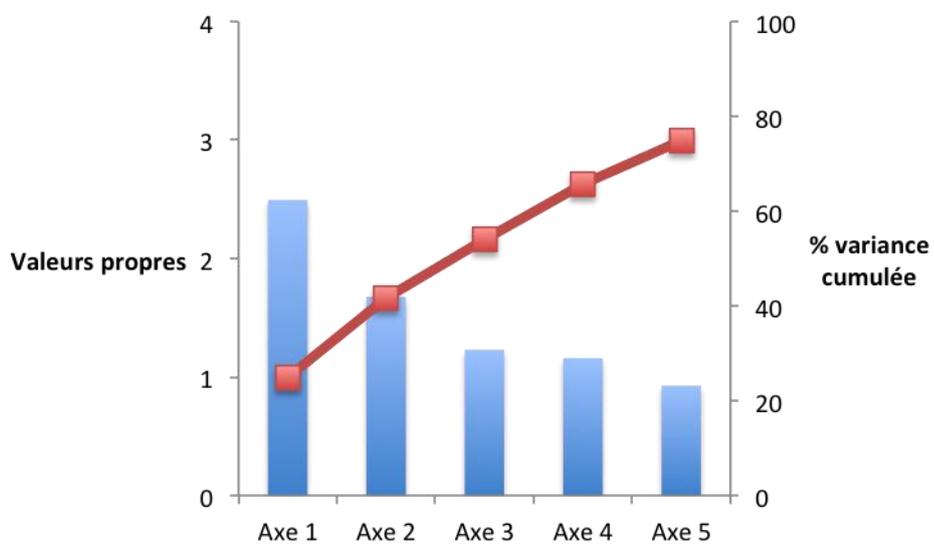
Colza



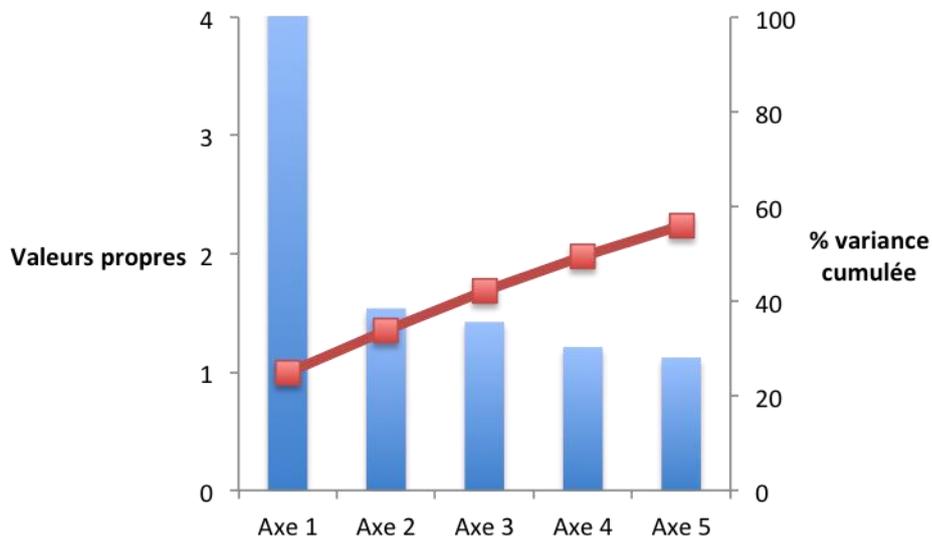
Tournesol



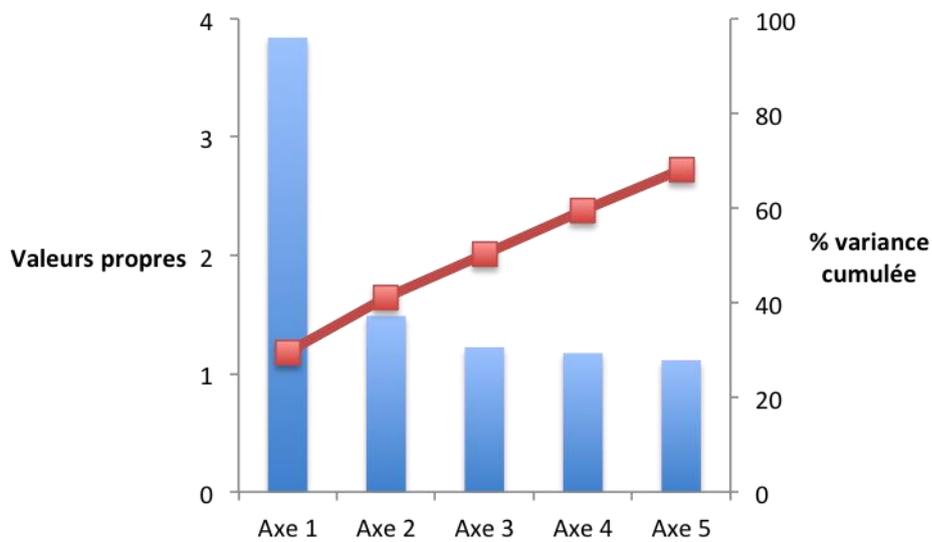
Pois hiver



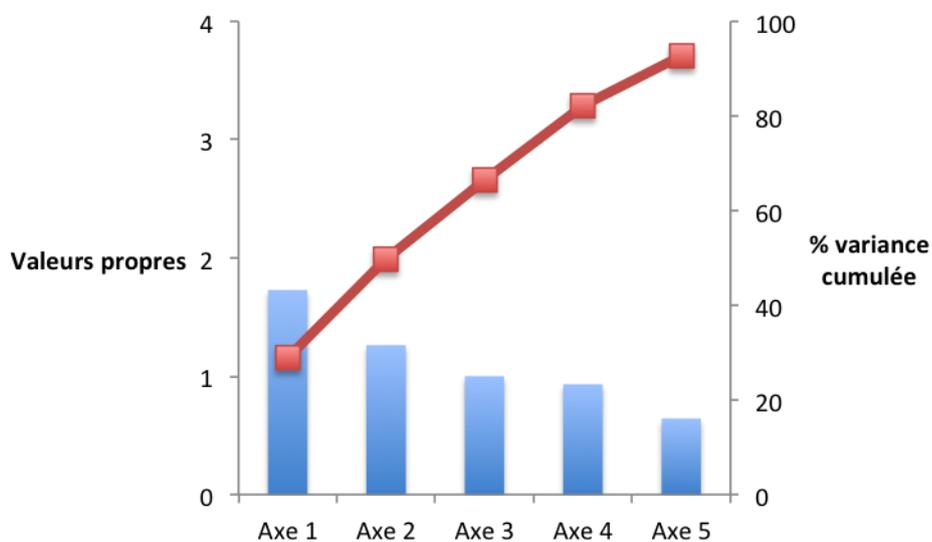
Maïs



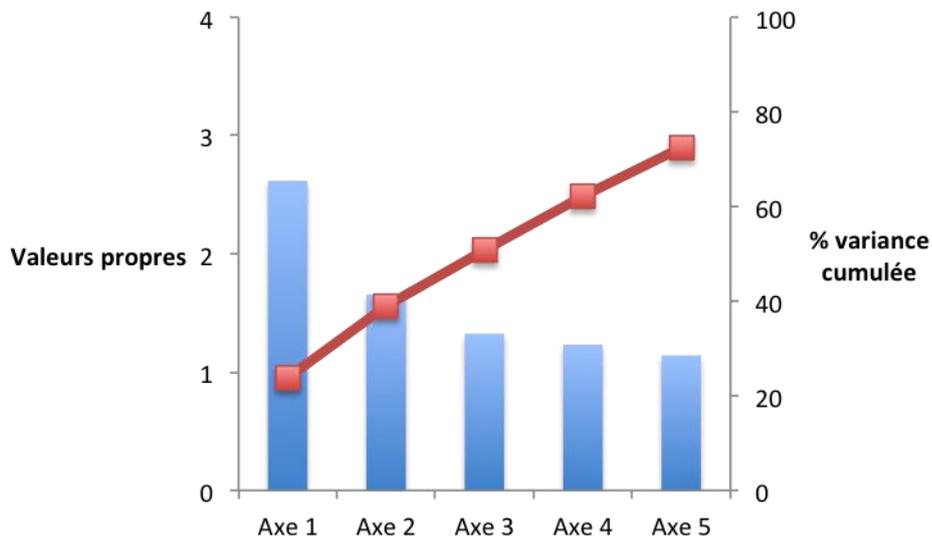
Pays de la Loire
Blé tendre



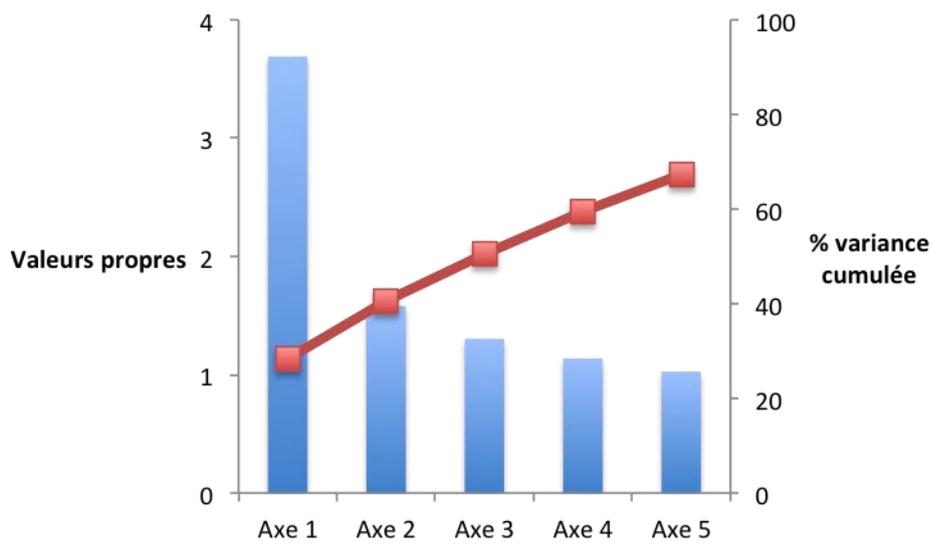
Blé dur



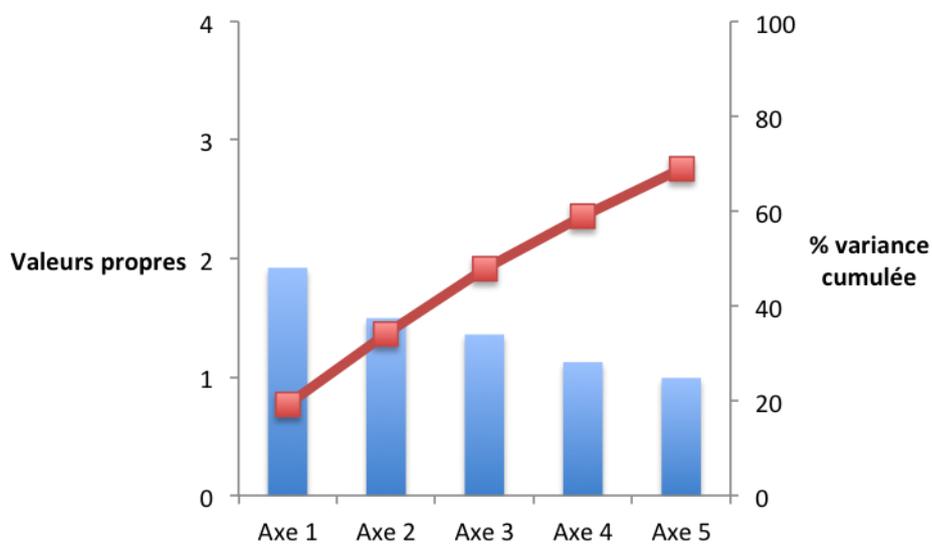
Orge hiver



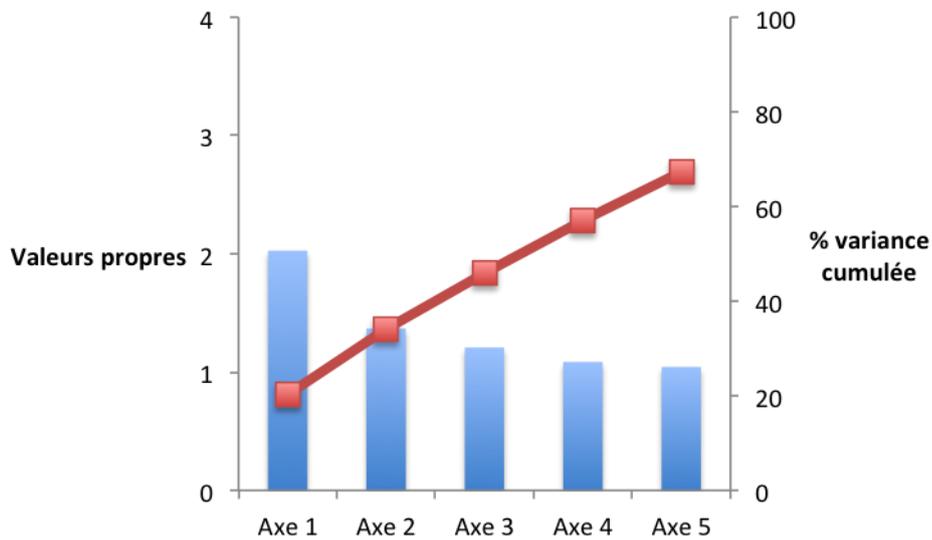
Triticale



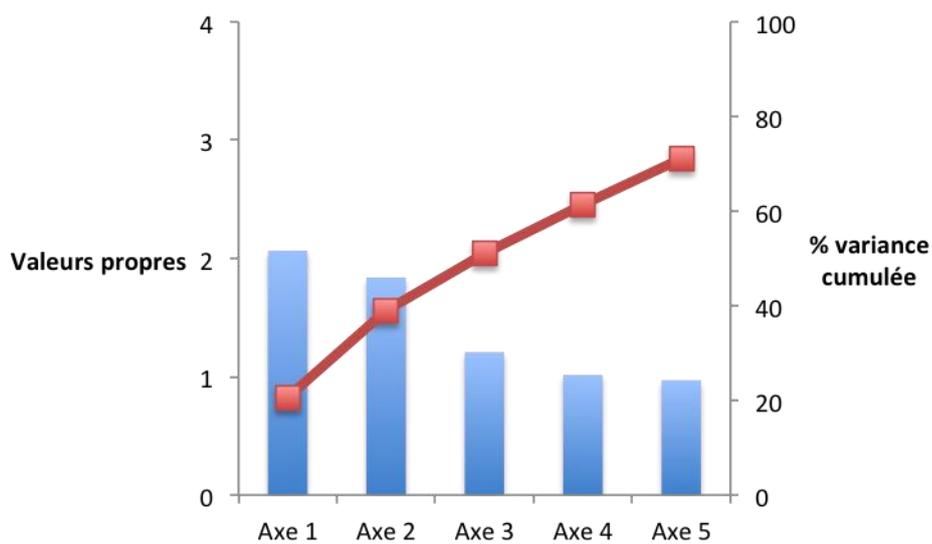
Colza



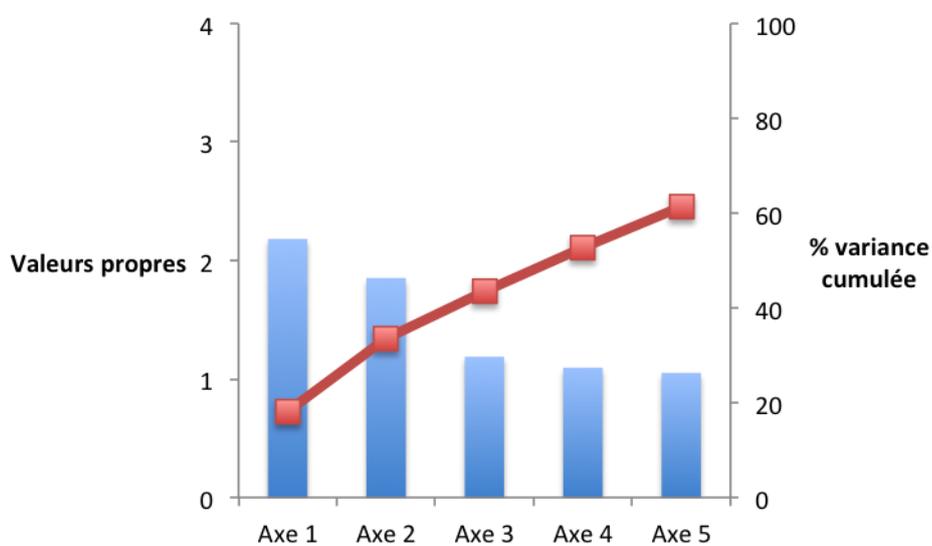
Tournesol



Pois printemps



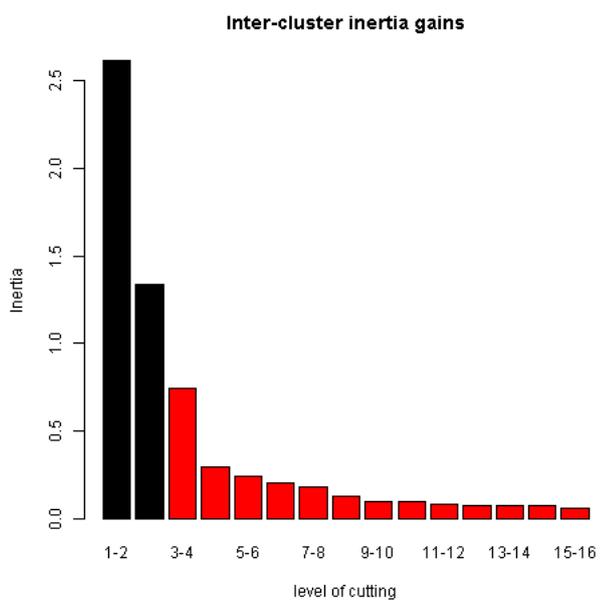
Maïs



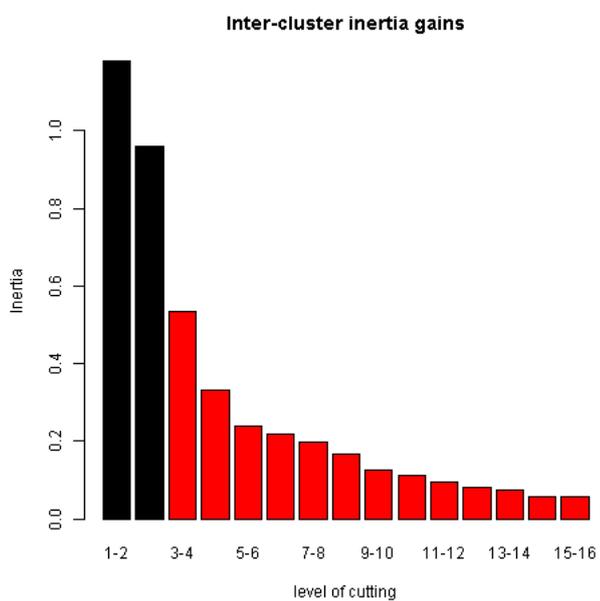
Annexe 5 : Pertes d'inertie inter-groupes par niveau de regroupement de la classification des itinéraires techniques

Bourgogne

Blé tendre

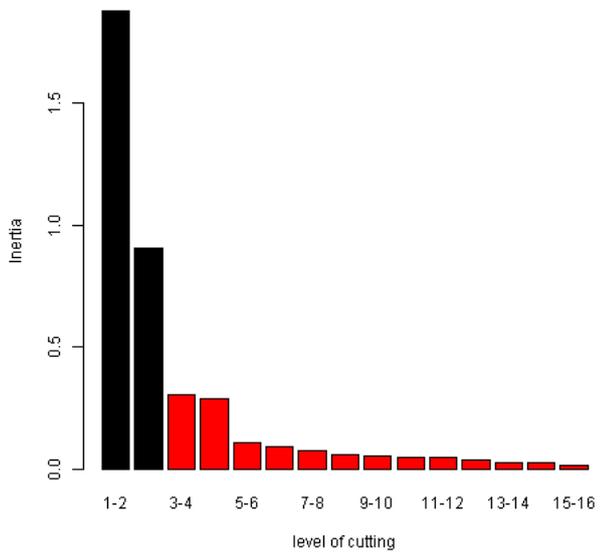


Orge hiver



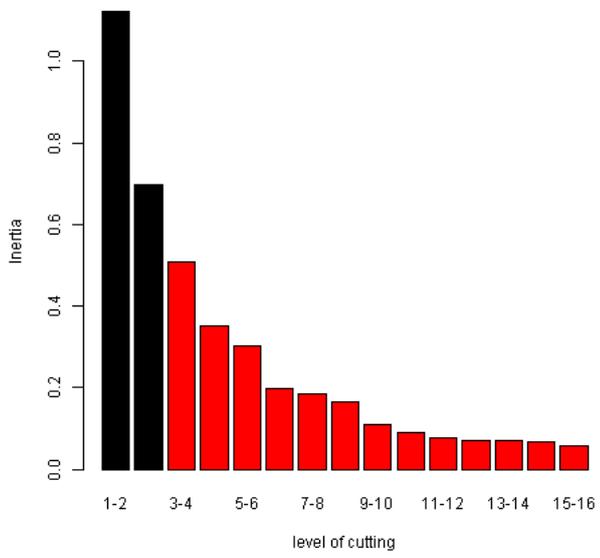
Triticale

Inter-cluster inertia gains



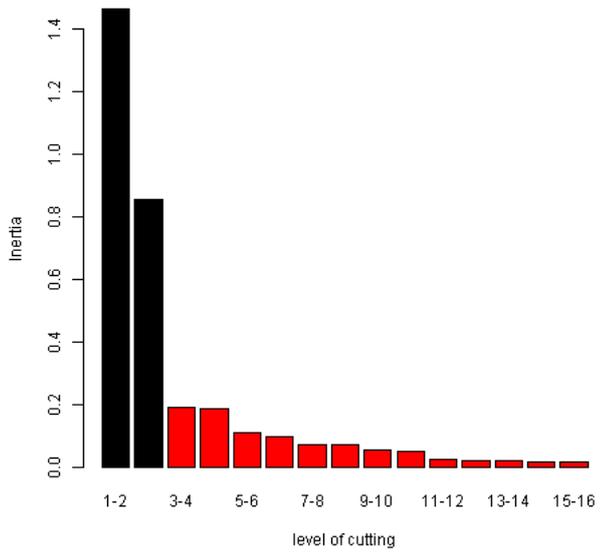
Colza

Inter-cluster inertia gains



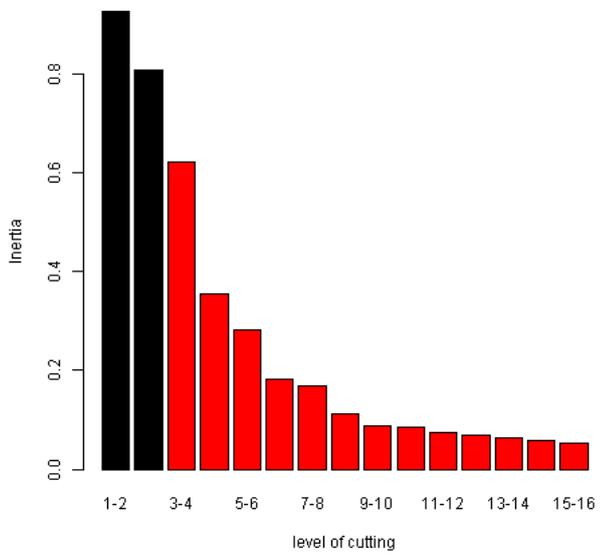
Tournesol

Inter-cluster inertia gains



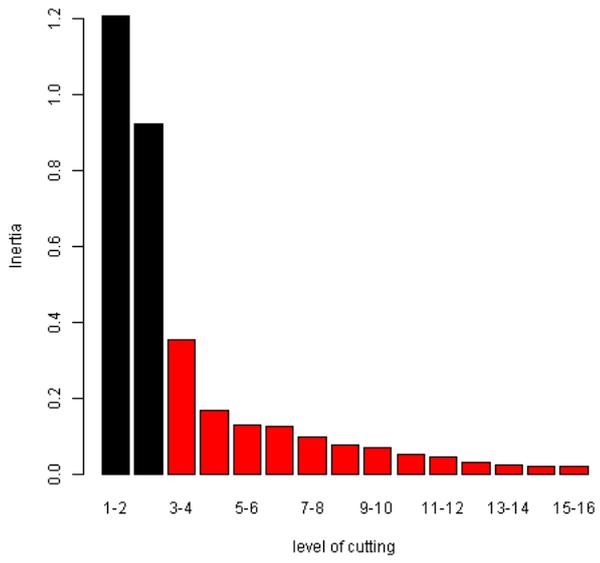
Pois printemps

Inter-cluster inertia gains



Maïs

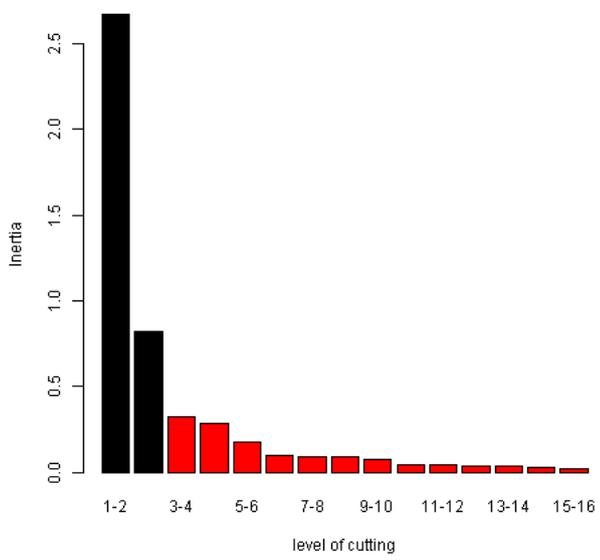
Inter-cluster inertia gains



Midi-Pyrénées

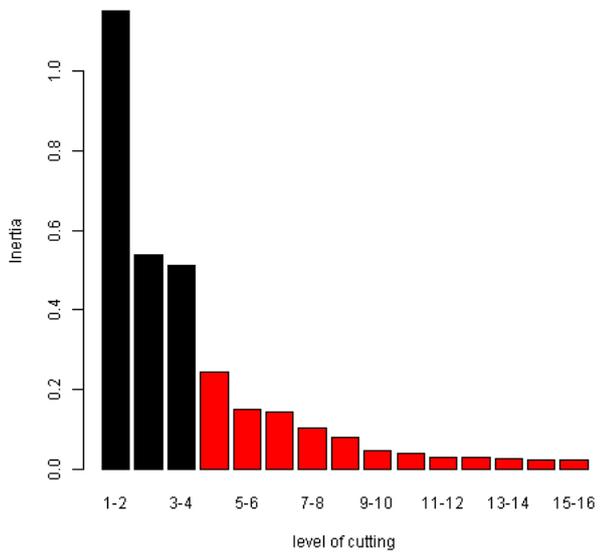
Blé tendre

Inter-cluster inertia gains



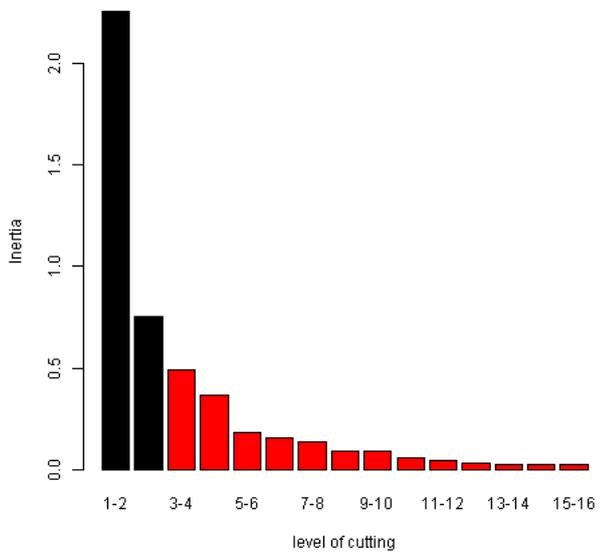
Blé dur

Inter-cluster inertia gains



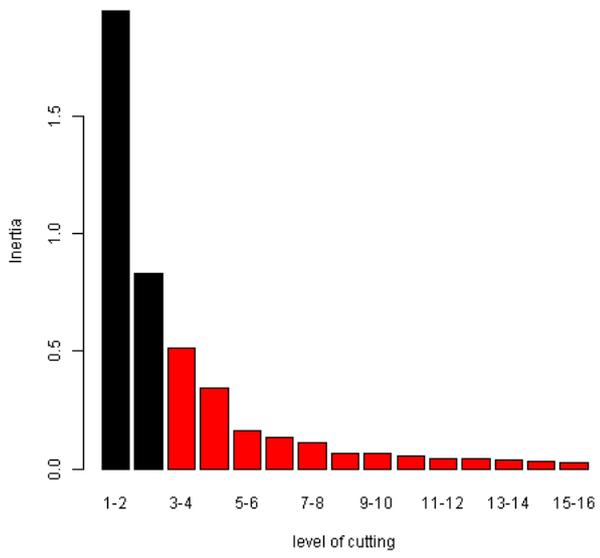
Orge hiver

Inter-cluster inertia gains



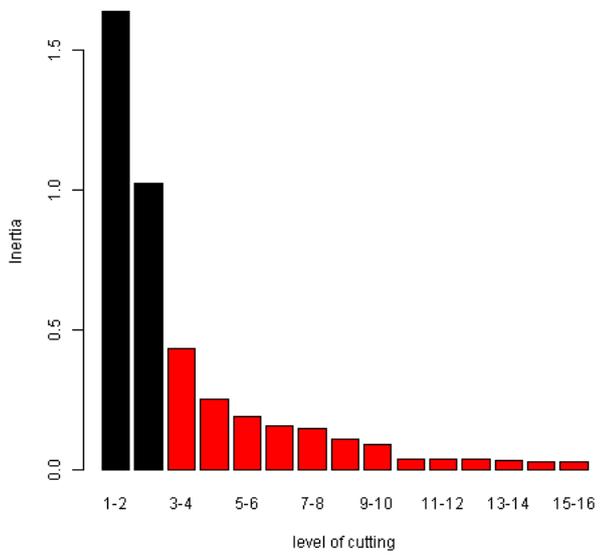
Triticale

Inter-cluster inertia gains



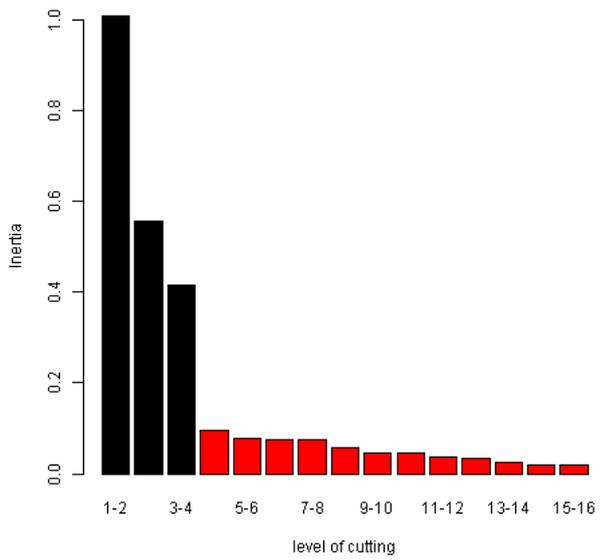
Colza

Inter-cluster inertia gains



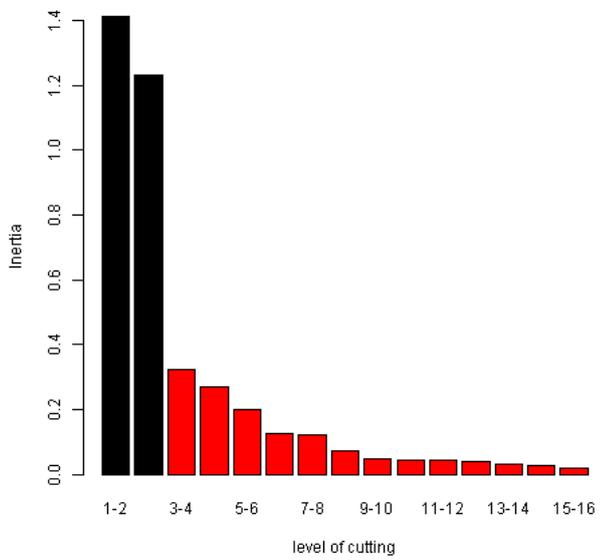
Tournesol

Inter-cluster inertia gains



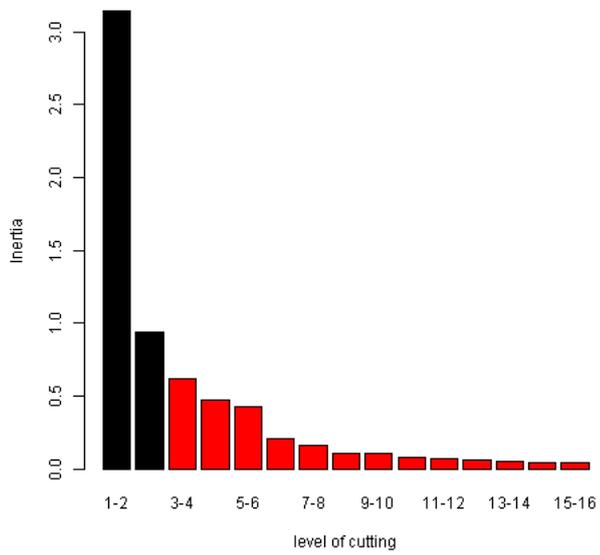
Pois hiver

Inter-cluster inertia gains



Maïs

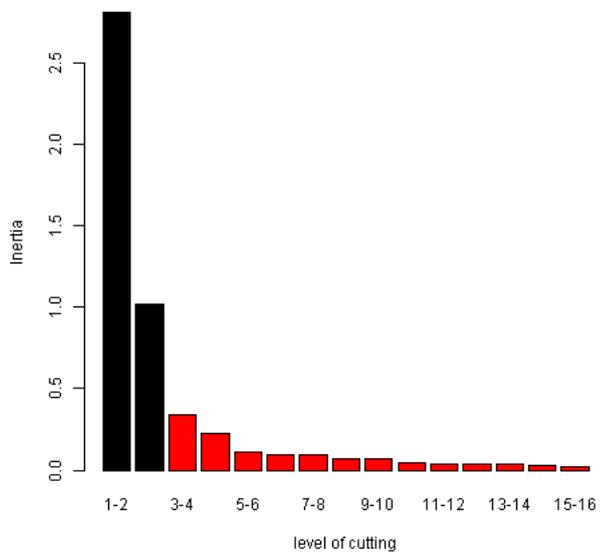
Inter-cluster inertia gains



Pays de la Loire

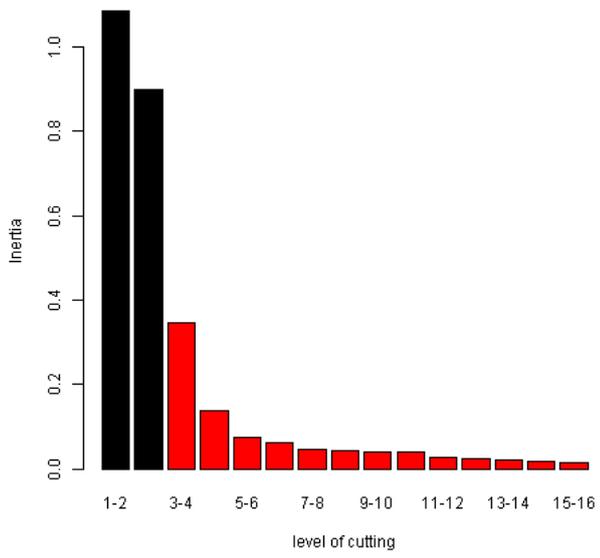
Blé tendre

Inter-cluster inertia gains



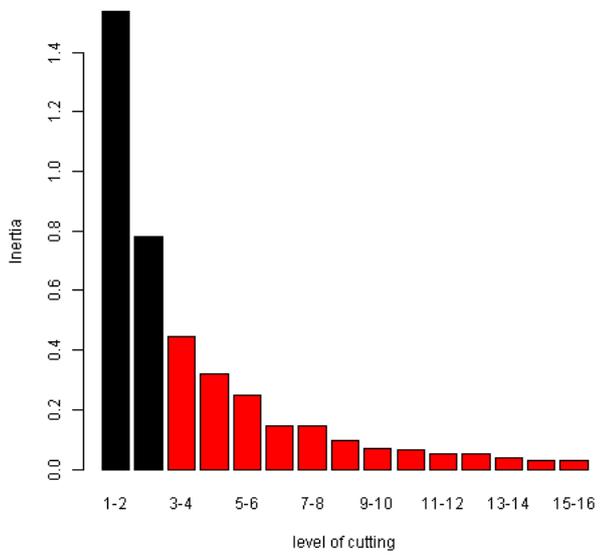
Blé dur

Inter-cluster inertia gains



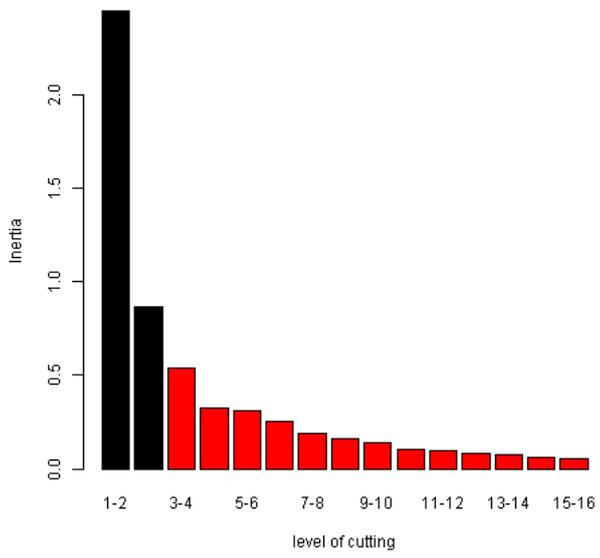
Orge hiver

Inter-cluster inertia gains



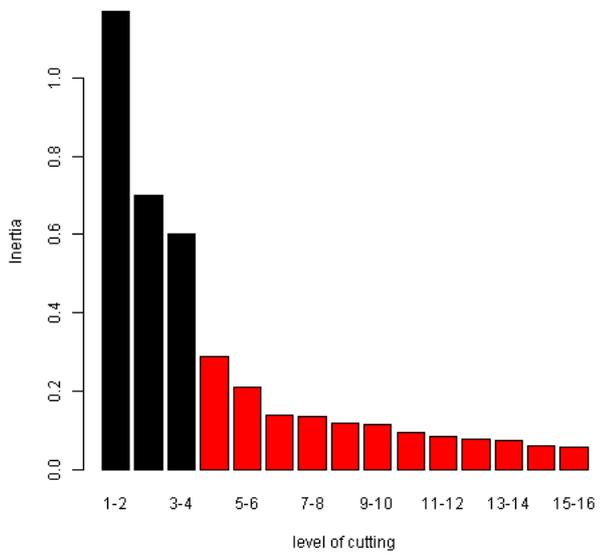
Triticale

Inter-cluster inertia gains



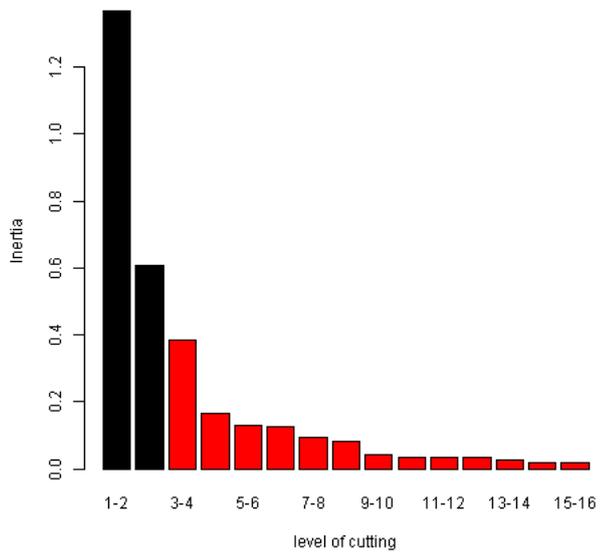
Colza

Inter-cluster inertia gains



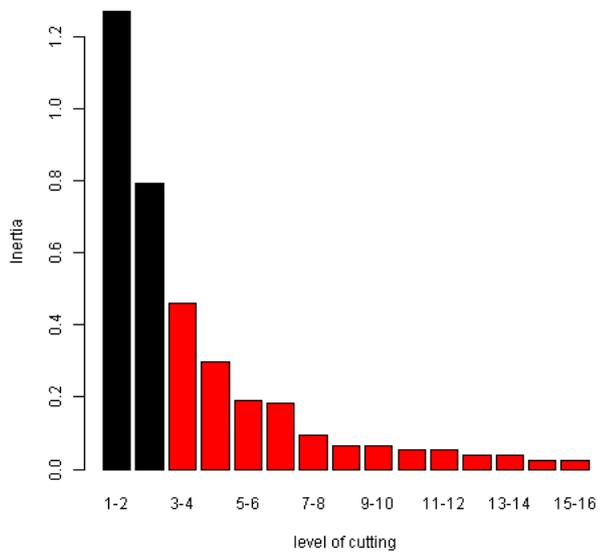
Tournesol

Inter-cluster inertia gains



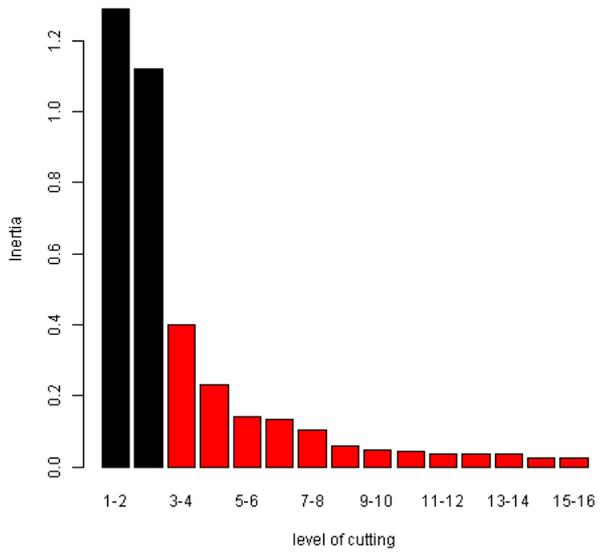
Pois printemps

Inter-cluster inertia gains

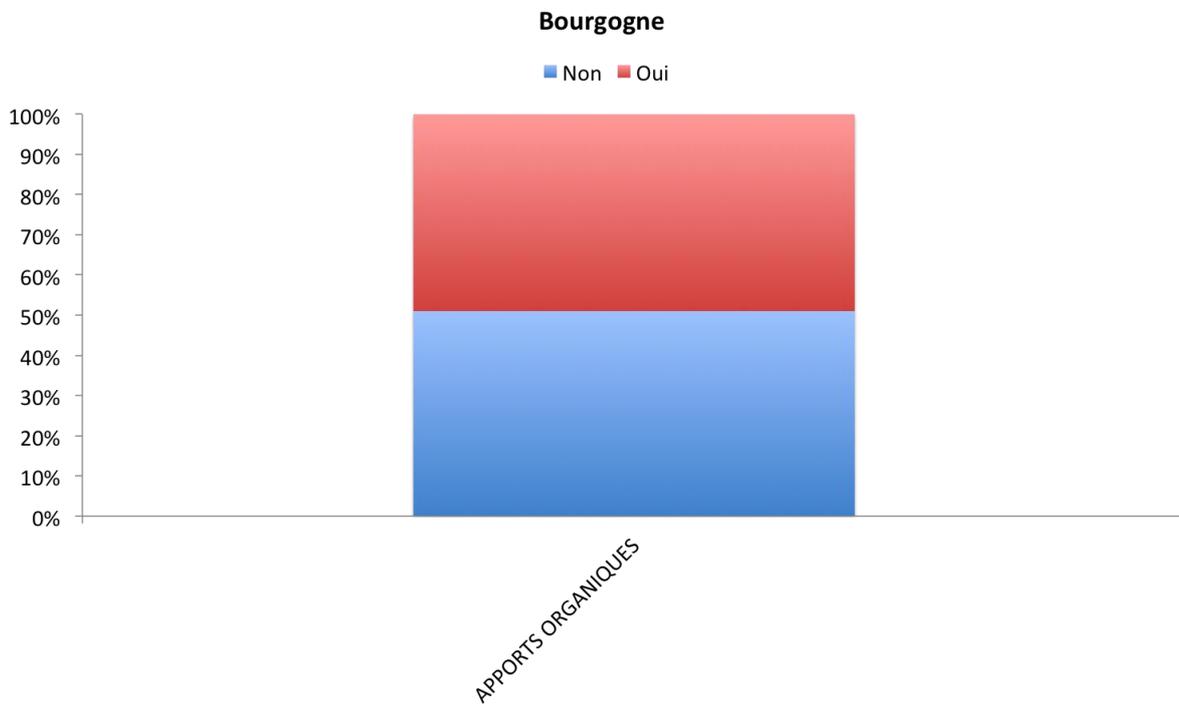
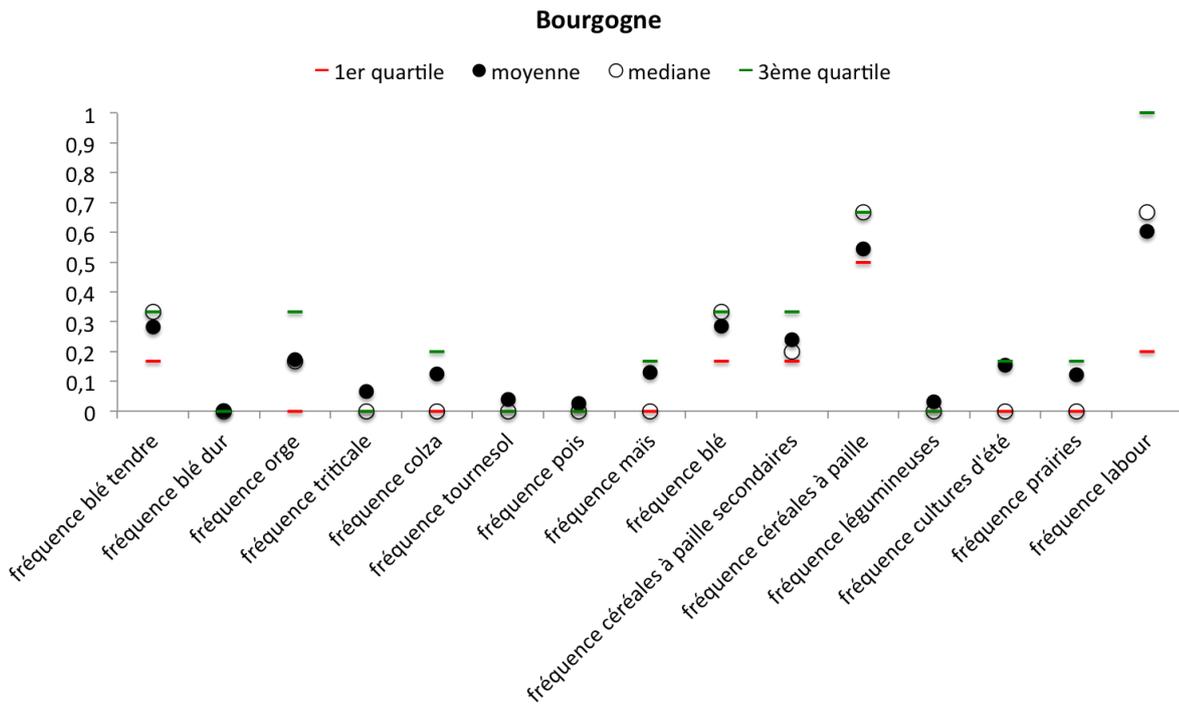


Maïs

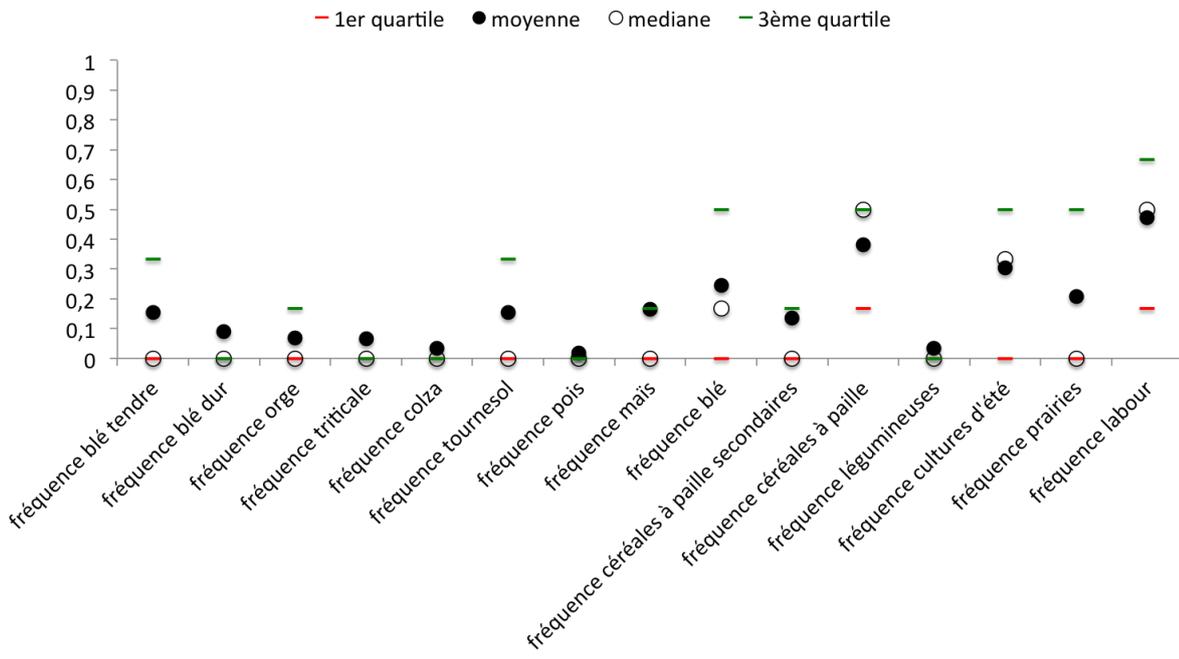
Inter-cluster inertia gains



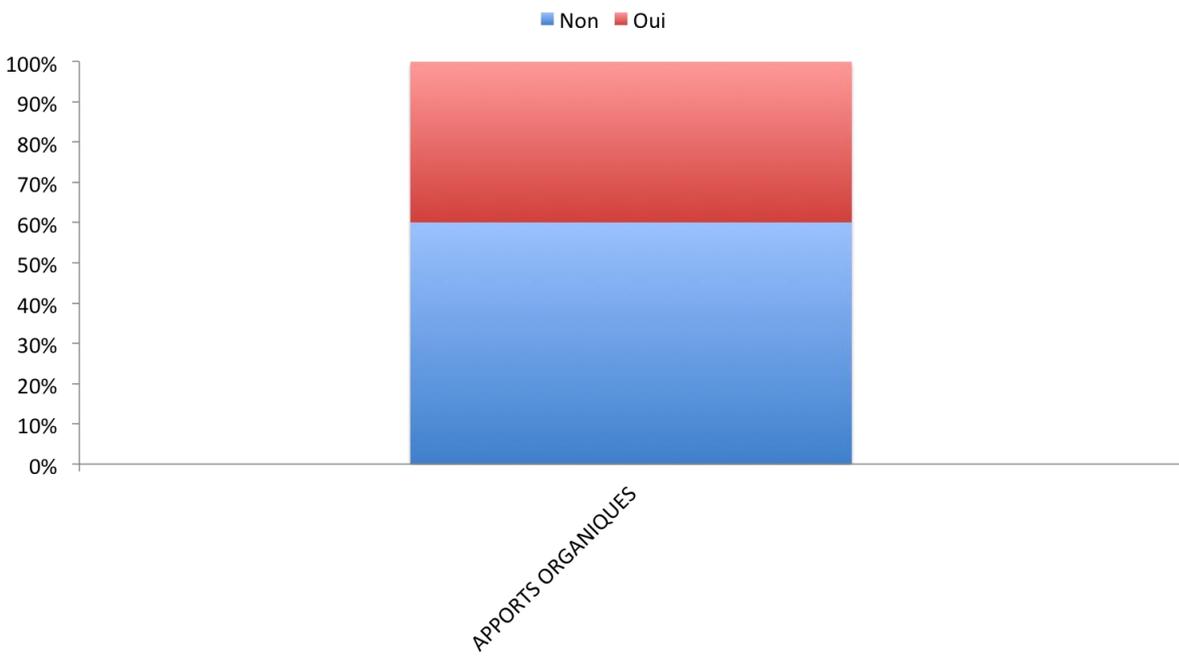
Annexe 6 : Distribution des variables de temps long



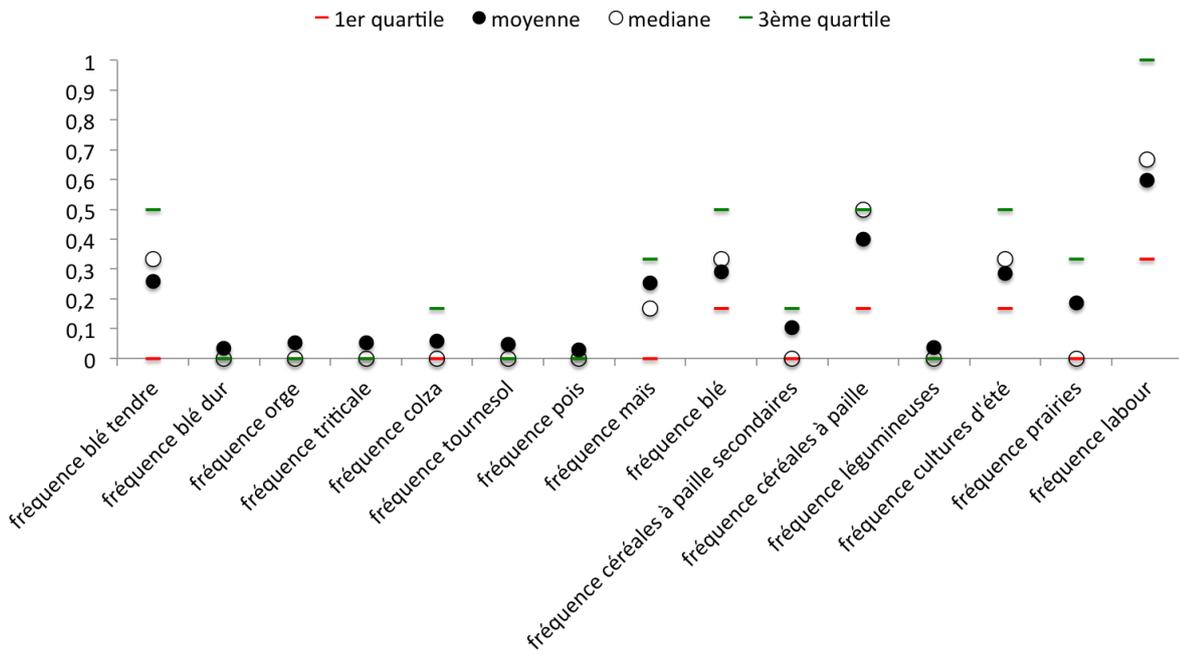
Midi-Pyrénées



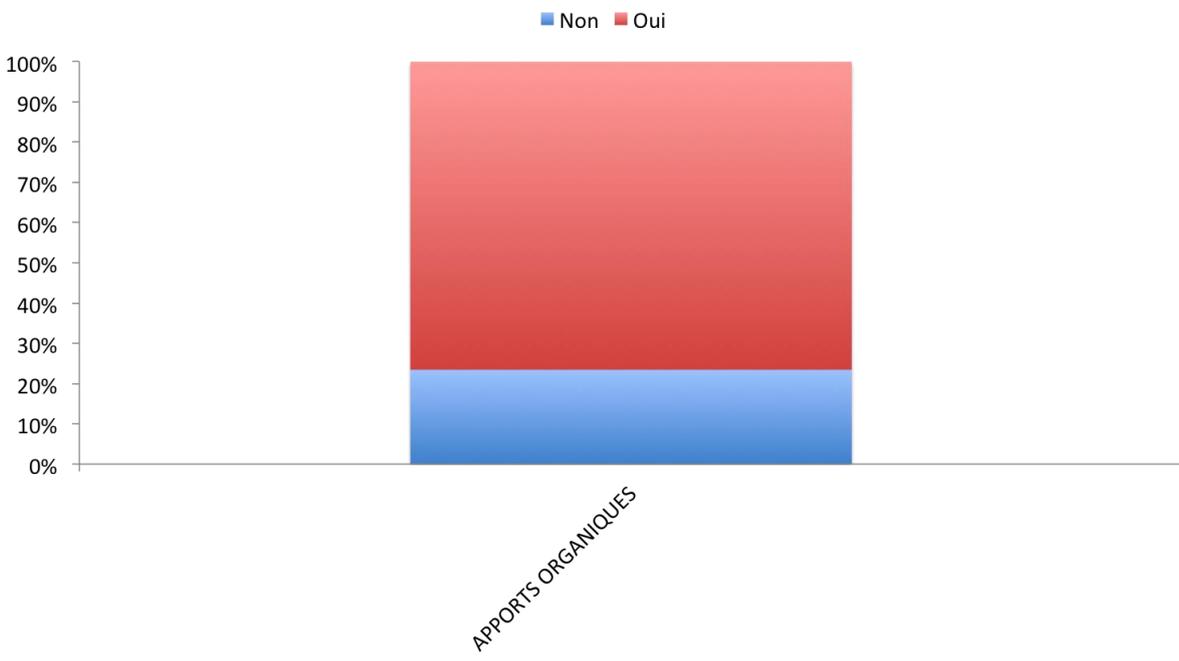
Midi-Pyrénées



Pays de la Loire

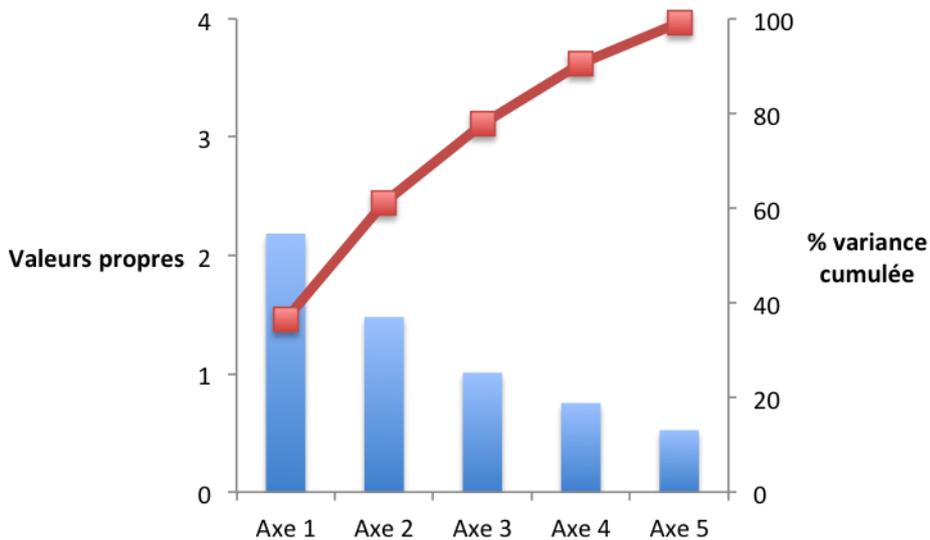


Pays de la Loire

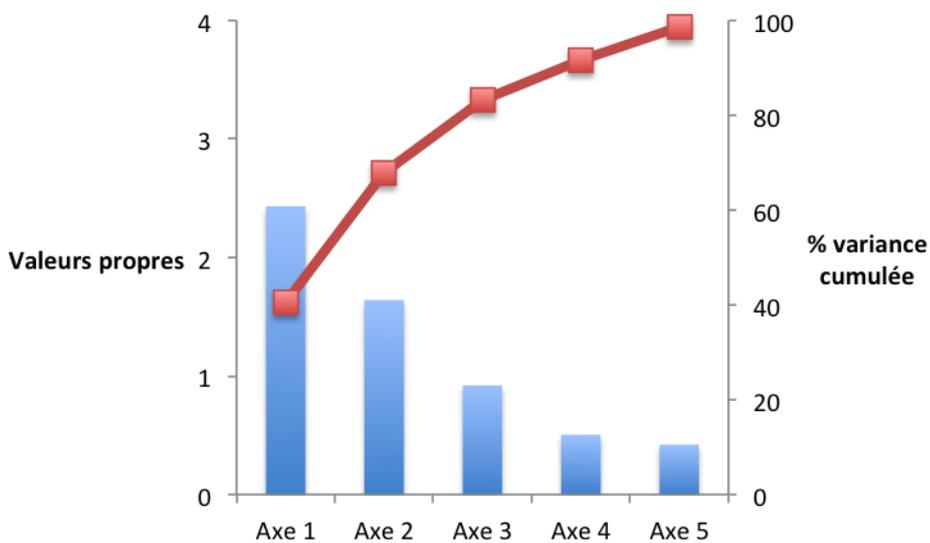


Annexe 7 : Valeurs propres et pourcentage de variance cumulée des cinq premiers axes des analyses factorielles des variables de temps long

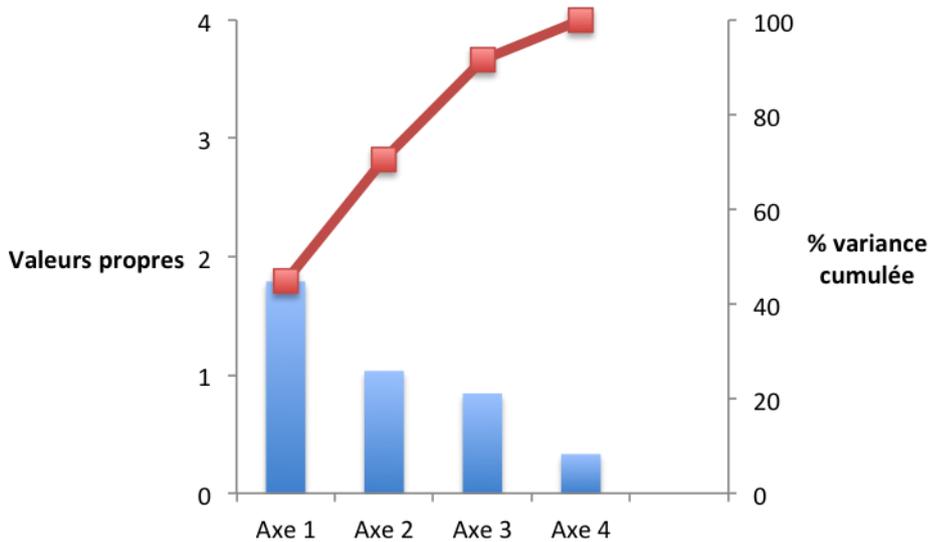
Bpurgogne



Midi-Pyrénées

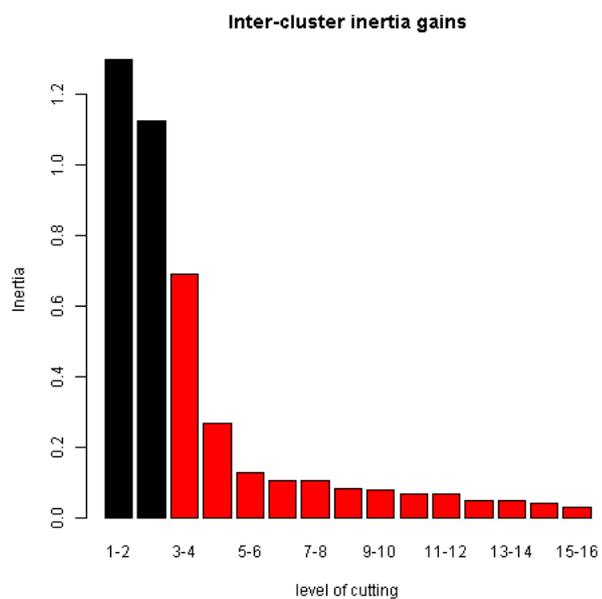


Pays de la Loire

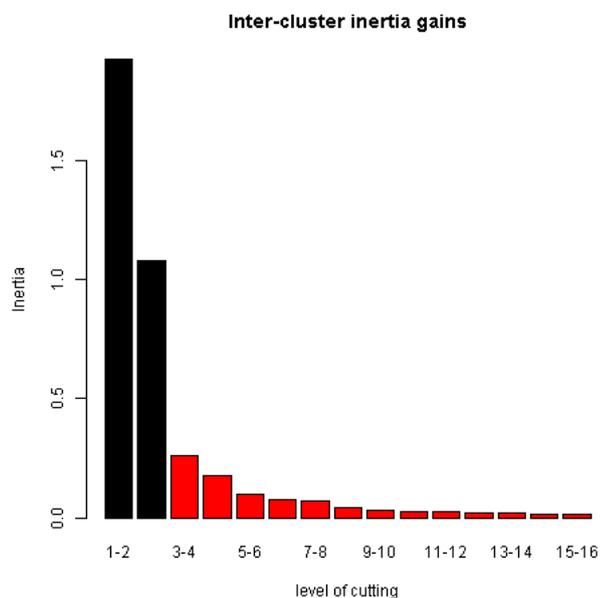


Annexe 8 : Pertes d'inertie inter-groupes par niveau de regroupement de la classification des variables de temps long

Bourgogne

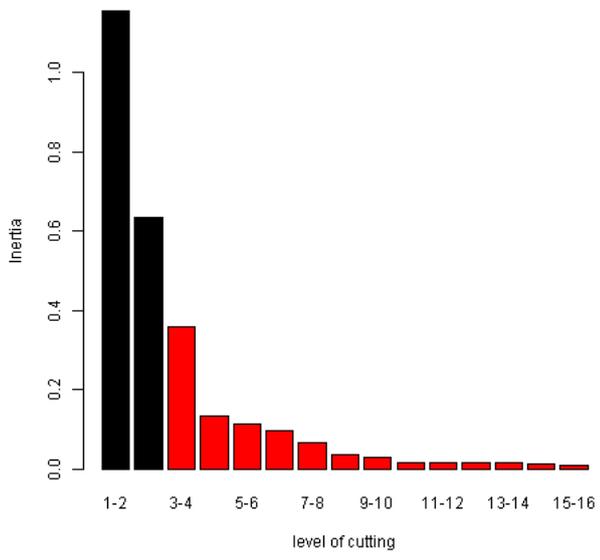


Midi-Pyrénées



Pays de la Loire

Inter-cluster inertia gains



Annexe 9 : description des itinéraires techniques par région et par culture

Pour certaines cultures, les interventions sont indiquées en rouge lorsque l'information n'a pas pu être extraite de la BDD utilisée pour respecter les règles du secret statistique. Afin d'assurer la cohérence avec les informations sur les ITK décrites dans les parties II.B.1.b – II.B.2.b – II.B.3.b, certaines variables d'itinéraire technique ont été décrites par expertise et sont indiquées **en rouge** dans les tableaux ci-dessous.

- Bourgogne**

Blé tendre hiver			
Bas niveau d'intrants 25 parcelles	Niveau d'intrants intermédiaire 26 parcelles	Niveau d'intrants élevé avec labour 56 parcelles	Niveau d'intrants élevé sans labour 40 parcelles
Gestion résidus précédent			
Restitués (84%)	Exportés (69%)	Restitués (79%)	Restitués (93%)
Travail du sol			
31/08 : déchaumeur 10/09 : déchaumeur 30/09 : Labour (68%) 01/10 : vibroculteur	16/08 : déchaumeur 01/10 : Labour (92%)	21/08 : déchaumeur 19/09 : Labour (80%)	04/08 : déchaumeur 01/09 : déchaumeur 24/09 : vibroculteur
Semis			
19/10 : semoir combiné – semence ferme (72%) – 180 kg/ha	09/10 : semoir combiné – semence ferme (54%) – 167 kg/ha	15/10 : semoir combiné – semence ferme (5%) – 139 kg/ha	09/10 : semoir combiné – semence ferme (55%) – 131 kg/ha
Apport organique			
30/09 : compost 10 t/ha (44%)	0 apport	0 apport	0 apport
Fertilisation azotée minérale			
0 apport	26/02 : ammonitrate 50 UN 28/03 : ammonitrate 64 UN	15/02 : ammonitrate 50 UN 17/03 : ammonitrate 75 UN 22/04 : ammonitrate 43 UN	15/02 : ammonitrate 49 UN 13/03 : ammonitrate 72 UN 17/04 : ammonitrate 52 UN
Désherbage			
0 passage	1 passage automne (46%) 15/10 : DEFI 4,3 l/ha	1 passage printemps (84%) 19/03 : OCTOGON 0,2 kg/ha + PRIMUS 0,05 l/ha	Automne + printemps (43%) 17/10 : DEFI 4,3 l/ha 14/03 : ATLANTIS WG 0,375 kg/ha + ATTRIBUT 0,03 kg/ha
Fongicide			
0 passage	0 passage	14/04 : BELL 1l/ha + SPORTAK EW 0,4 l/ha 09/05 : BELL 0,75 l/ha + COMET 0,5 l/ha	17/04 : BELL 1l/ha + COMET 0,6 l/ha 10/05 : MENARA 0,3 l/ha + ACANTO 0,6 l/ha
Insecticide			
0 passage	0 passage	0 passage	12/05 : KARATE ZEON 0,075 l/ha (43%)
Régulateur			
0 passage	0 passage	0 passage	0 passage
Récolte			
19/07 : 34 q/ha	14/07 : 47 q/ha	08/07 : 60 q/ha	13/07 : 66 q/ha

Orge hiver		
Niveau d'intrants intermédiaire 45 parcelles	Niveau d'intrants élevé avec labour 36 parcelles	Niveau d'intrants élevé sans labour 35 parcelles
Gestion résidus précédent		
Exportés (84%)	Exportés (58%)	Restitués 57%
Travail du sol		
14/08 : déchaumeur 16/09 : Labour (84%) 18/09 : herse animée	09/08 : déchaumeur 08/09 : Labour (94%) 12/09 : herse	31/08 : déchaumeur 18/08 : déchaumeur 13/09 : déchaumeur 30/09 : herse
Semis		
08/10 : semoir combiné – semence certifiée (55%) – 140 kg/ha	09/10 : semoir combiné – semence certifiée (64%) – 125 kg/ha	08/10 : semoir combiné – semence certifiée (51%) – 109 kg/ha
Apport organique		
Pas d'apport	Pas d'apport	Pas d'apport
Fertilisation azotée minérale		
23/02 : ammonitrate 50 UN 23/03 : ammonitrate 60 UN	09/02 : ammonitrate 50 UN 09/03 : ammonitrate 79 UN	14/02 : ammonitrate 55 UN 14/03 : ammonitrate 67 UN
Désherbage		
1 passage printemps (47%) 22/03 : AXIAL PRATIC 1 l/ha	1 passage printemps (86%) 12/03 : AXIAL PRATIC 0.9 l/ha	1 passage automne (63%) 06/10 : CONSTEL 3.5 l/ha
Fongicides		
17/04 : FANDANGO S 1 l/ha	04/04 : BELL 1l/ha 25/04 : ACANTO 0,5 l/ha	06/04 : KAYAK 1 l/ha + BELL 0,75 l/ha 25/04 : LOAO 0,4 l/ha + TWIST 500 SC 0,15 l/ha
Insecticides		
0 passage	0 passage	0 passage
Régulateurs		
0 passage	06/04 : MODDUS 0,4 l/ha	06/04 : MODDUS 0,4 l/ha
Récolte		
29/06 : 48 q/ha	24/06 : 61 q/ha	25/06 : 57 q/ha

Orge de printemps
Gestion des résidus
Restitués (59%)
Culture intermédiaire
24/08 : moutarde 03/01 : destruction
Travail du sol
08/08 : déchaumeur 08/12 : Labour (77%) 05/02 : déchaumeur
Semis
02/03 : semoir combiné – semence certifiée (59%) – 131 kg/ha
Apport organique
Pas d'apport
Fertilisation azotée minérale
06/03 : ammonitrate 50 UN 10/04 ; ammonitrate 45 UN
Désherbage
17/04 : BOFIX 2,7 l/ha
Fongicides
01/05: MELTOP 500 0,65 l/ha
Régulateurs
0 passage
Récolte
16/07 : 44 q/ha

Triticale		
Bas niveau d'intrants 45 parcelles	Niveau d'intrants intermédiaire 53 parcelles	Niveau d'intrants élevé 60 parcelles
Gestion des résidus		
Exportés (69%)	Exportés (91%)	Exportés (77%)
Travail du sol		
11/08 : Déchaumage (38%) 10/09 : Déchaumage (20%) 03/10 : Labour (84%)	09/08 : Déchaumage (32%) 02/10 : Labour (91%)	08/08 : Déchaumage (42%) 03/10 : Labour (76%)
Semis		
17/10 : semoir combiné (71%) – semence ferme (60%) – 168 kg/ha	08/10 : semoir combiné (74%) – semences certifiées (53%) – 172 kg/ha	13/10 : semis combiné – semence de ferme (50%) – 140 kg/ha
Apport organique		
Non (49%) Oui (51%) – 08/09 – Fumier bovins (27%) – 20 t/ha	Oui (64%) – 14/09 – Fumier bovins – 18 t/ha	Non (88%)
Fertilisation azotée minérale		
0 apport	27/02 - Ammonitrate - 49 UN 24/03 – Ammonitrate - 51 UN	21/02 – Ammonitrate – 53 UN 22/03 – Ammonitrate – 63 UN
Désherbage		
Impasse	1 passage automne (68%) 08/10 : AUROS 4,5 L/ha	Printemps (70%) 26/03 : OCTOGON 0,22 L/ha
Fongicides		
Impasse	Impasse	29/04 : BELL 1 L/ha
Insecticides		
Impasse	Impasse	Impasse
Régulateurs		
Impasse	Impasse	Impasse
Récolte		
18/07 – 32 q/ha	16/07 – 43 q/ha	18/07 – 49 q/ha

Colza		
Niveau d'intrants intermédiaire avec labour 38 parcelles	Niveau d'intrants intermédiaire sans labour 78 parcelles	Niveau d'intrants élevé sans labour 39 parcelles
Gestion des résidus		
Restitués (55%)	Exportés (79%)	Restitués (82%)
Travail du sol		
30/07 : déchaumeur 08/08 : Labour (85%)	18/07 : déchaumeur 08/08 : chisel 18/08 : vibroculteur	16/07 : déchaumeur 05/08 : déchaumeur 12/08 : déchaumeur
Semis		
27/08 : semoir combiné – semence de ferme (75%) – 2,3 kg/ha	26/08 : semoir combiné – semence de ferme (86%) – 2,25 gk/ha	23/08 : semoir combiné – semence de ferme (74%) – 2,05 kg/ha
Apport organique		
Pas d'apport	Pas d'apport	Pas d'apport
Fertilisation azotée minérale		
10/02 : ammonitrate 68 UN 09/03 : ammonitrate 83 UN	12/02 : ammonitrate 68 UN 08/03 : ammonitrate 77 UN	08/02 : solution azotée 63 UN 06/03 : solution azotée 77 UN 01/04 : solution azotée 40 UN
Désherbage		
30/08 : COLZOR TRIO 3 l/ha + NOVALL 1,25 l/ha	24/08 : COLZAMID 1,4 l/ha 28/08 : NOVALL 2 l/ha	21/08 : COLZAMID 1.4 l/ha 30/08 : NOVALL 2l/ha
Fongicides		
28/03: CARAMBA STAR 0,5 l/ha	16/04: PICTOR PRO 0,3 kg/ha	06/04: PICTOR PRO 0,35 kg/ha 17/04: PICTOR PRO 0,35 kg/ha
Insecticides		
13/10 : KARATE ZEON 0,075 l/ha 14/03 : PROTEUS 0,625 l/ha	09/10 : KARATE ZEON 0,075 l/ha 13/03 : KARATE ZEON 0,075 l/ha 25/03 : PROTEUS 0,625 l/ha	24/09 : CYTHRINE L 0,250 l/ha 06/03 : SATEL 0,150 l/ha 19/03 : MAVRIK FLO 0,2 l/ha
Régulateurs		
0 passages	0 passages	0 passages
Récolte		
03/07 : 31 q/ha	08/07 : 31 q/ha	02/07 : 32 q/ha

Tournesol		
Sans labour sans apport organique 33 parcelles	Avec labour sans apport organique 55 parcelles	Avec labour avec apport organique 21 parcelles
Gestion des résidus		
Restitués (81%)	Restitués (60%)	Exportés (62%)
Culture intermédiaire		
Pas de couvert (79%)	Pas de couvert (76%)	Culture intermédiaire (66%) 18/08 : moutarde 23/12 : destruction
Travail du sol		
13/08 : déchaumeur 13/11 : déchaumeur 21/03 : vibroculteur	04/12 : Labour (98%) 26/01 : déchaumeur 19/03 : vibroculteur	08/08 : déchaumeur 10/01 : Labour (80%) 17/02 : vibroculteur 29/03 : vibroculteur
Semis		
07/04 : semoir monograine- 72 000 gr/ha	08/04 : semoir monograine combiné – 75 000 gr/ha	09/04 : semoir monograine – 75 000 gr/ha
Apport organique		
Pas d'apport	Pas d'apport	Apport organique (76%) 17/10 : fumier bovins 20 t/ha
Fertilisation azotée minérale		
06/04 : ammonitrate 39 UN	10/04 : solution azotée 46 UN	Pas d'apport
Désherbage		
20/03 : MERCANTOR GOLD 1 l/ha 12/04 : CHALLENGE 600 3,5 l/ha	20/03 : MERCANTOR GOLD 1,4 l/ha	11/04 : RACER ME 2l/ha
Fongicides		
0 passage	0 passage	0 passage
Insecticides		
0 passage	0 passage	0 passage
Régulateurs		
0 passage	0 passage	0 passage
Récolte		
13/09 : 27 q/ha	12/09 – 30 q/ha	18/09 – 29 q/ha

Pois de printemps		
Bas niveau d'intrants avec labour 22 parcelles	Niveau d'intrants élevé avec labour 31 parcelles	Niveau d'intrants élevé sans labour 30 parcelles
Gestion des résidus		
Restitués (68%)	Exportés (58%)	Restitués (77%)
Culture intermédiaire		
Culture intermédiaire (73%) 14/08 : semis moutarde 10/12 : destruction	Sol nu	Sol nu
Travail du sol		
30/07 : déchaumeur 13/12 : Labour (82%) 13/02 : déchaumeur	14/08 : déchaumeur 13/11 : Labour (90%) 14/12 : vibroculteur	04/09 : déchaumeur 01/02 : vibroculteur
Semis		
03/03 : semoir combiné – semence de ferme (68%) – 249 kg/ha	05/03 : semoir combiné – semence de ferme (61%) – 200 kg/ha	28/02 : semoir combiné – semence de ferme (63%) – 203 kg/ha
Apport organique		
-	-	-
Fertilisation azotée minérale		
-	-	-
Désherbage		
-	1 passage en pré-levée (87%) 08/03 : CHALLENGE 600 2,8 l/ha + CENTIUM 36 CS 0,125 l/ha	1 passage en pré + 1 passage en post 04/03 : CHALLENGE 600 3 l/ha 08/04 : BASAGRAN SG 0,7 kg/ha + PROWL 400 1 l/ha
Fongicides		
-	11/05 : BANKO 500 1,4 l/ha	11/05 : BANKO 500 1,1 l/ha
Insecticides		
31/03 : KARATE ZEON 0,063 l/ha	07/04 : KARATE K 1,250 l/ha 14/05 : KARATE K 1,250 l/ha	12/04 : KARATE K 1,250 l/ha
Régulateurs		
-	-	-
Récolte		
04/07 : 27 q/ha	06/07 : 37 q/ha	06/07 : 30 q/ha

Pois d'hiver
Gestion des résidus
Résidus restitués (58%)
Culture intermédiaire
Sol nu
Travail du sol
08/08 : déchaumeur 13/09 : déchaumeur 18/09 : Labour (68%)
Semis
25/10 : semoir combiné – semence de ferme (58%) – 188 kg/ha
Apport organique
-
Fertilisation azotée minérale
-
Désherbage
2 passages en post 23/03 : CHALLENGE 600 1,5 l/ha + BASAGRAN SG 0,45 kg/ha 05/04 : CHALLENGE 600 2 l/ha
Insecticides
04/05 : KARATE K 1,25 l/ha
Fongicides
22/04 : BANKO 500 1,3 l/ha 10/05 : BANKO 500 1,3 l/ha
Régulateurs
-
Récolte
25/06 : 31 q/ha

- **Midi-Pyrénées**

Blé dur d'hiver	
Niveau d'intrants modéré 24 parcelles	Niveau d'intrants élevé 69 parcelles
Gestion résidus précédent	
Restitués (100 %)	Restitués (94 %)
Travail du sol	
16/09 : Déchaumage	14/09 : Déchaumage 27/09 : Déchaumage
Semis	
17/11 : Semis-combiné	01/11 : Semis-combiné
Apport organique	
Aucun	Aucun
Fertilisation azotée minérale	
20/01 : Ammonitrate – 45,2 U 28/02 : Ammonitrate – 68 U	20/01 : Ammonitrate – 41,9 U 01/03 : Ammonitrate – 58,4 U 20/03 : Ammonitrate – 40 U 01/05 : Ammonitrate – 40 U
Désherbage	
15/03 – Archipel (Aloes) – 0,2 kg/ha (IFT 0,8)	10/03 – Archipel (Aloes) – 0,2 kg/ha (IFT 0,8) 10/03 – Harmony extra (Pragma) – 0,052 kg/ha (IFT 0,65)
Fongicide	
26/04 – Bell (Arolle / Venture) – 1,2 L/ha (IFT 0,8)	22/04 – Opus (Ixos ou Acarius) – 0,6 L/ha (IFT 0,6) 09/05 – Prosaro – 0,8 L/ha (IFT 0,8)
Insecticide	
Aucun	Aucun
Régulateur	
Aucun	Aucun
Récolte	
02/07 - 38 qtx/ha	01/07 - 47,1 qtx/ha

Blé dur d'hiver	
Niveau d'intrants modéré 24 parcelles	Niveau d'intrants élevé 69 parcelles
Gestion résidus précédent	
Restitués (100 %)	Restitués (94 %)
Travail du sol	
16/09 : Déchaumage	14/09 : Déchaumage 27/09 : Déchaumage
Semis	
17/11 : Semis-combiné	01/11 : Semis-combiné
Apport organique	
Aucun	Aucun
Fertilisation azotée minérale	
20/01 : Ammonitrate – 45,2 U 28/02 : Ammonitrate – 68 U	20/01 : Ammonitrate – 41,9 U 01/03 : Ammonitrate – 58,4 U 20/03 : Ammonitrate – 40 U 01/05 : Ammonitrate – 40 U
Désherbage	
15/03 – Archipel (Aloes) – 0,2 kg/ha (IFT 0,8)	10/03 – Archipel (Aloes) – 0,2 kg/ha (IFT 0,8) 10/03 – Harmony extra (Pragma) – 0,052 kg/ha (IFT 0,65)
Fongicide	
26/04 – Bell (Arolle / Venture) – 1,2 L/ha (IFT 0,8)	22/04 – Opus (Ixsos ou Acarius) – 0,6 L/ha (IFT 0,6) 09/05 – Prosaro – 0,8 L/ha (IFT 0,8)
Insecticide	
Aucun	Aucun
Régulateur	
Aucun	Aucun
Récolte	
02/07 - 38 qtx/ha	01/07 - 47,1 qtx/ha

Orge d'hiver		
Bas niveau d'intrants avec labour 29 parcelles	Niveau d'intrants intermédiaire avec labour 45 parcelles	Niveau d'intrants élevé sans labour 19 parcelles
Gestion résidus précédent		
Restitués (66 %)	Restitués (51 %)	Restitués (74 %)
Travail du sol		
03/10 – Labour 12/09 – Déchaumage 01/10 - Déchaumage	03/10 – Labour 25/08 – Déchaumage	16/09 – Déchaumage 29/09 – Herse animée
Semis		
18/10 – Semoir classique – 149 kg/ha	14/10 – Semoir combiné – 147,9 kg/ha	30/10 – Semoir combiné – 120,4 kg/ha
Apport organique		
04/10 – Fumier bovins	24/09 – Fumier bovins	Aucun
Fertilisation azotée minérale		
Aucun	19/02 – Ammonitrate – 47,6 U 21/03 – Ammonitrate – 40,9 U	18/01 – Ammonitrate – 43,7 U 08/03 – Ammonitrate – 54,9 U
Désherbage		
Aucun	08/04 – Harmony M – 0,12 kg/ha (IFT 0,8)	12/03 – Axial Pratic – 0,96 L/ha (IFT 0,8)
Fongicides		
Aucun	04/05 – Fandango S (Epebe / Foster) – 1,4 L/ha (IFT 0,8)	19/04 – Fandango S (Epebe / Foster) - 1,4 L/ha (IFT 0,8)
Insecticides		
Aucun	Aucun	Aucun
Régulateurs		
Aucun	Aucun	Aucun
Récolte		
32,7 q/ha – 08/07	46,5 q/ha – 05/07	42 q/ha – 26/06

Triticale	
Bas niveau d'intrants 79 parcelles	Niveau d'intrants élevé 116 parcelles
Gestion résidus précédent	
Restitués (67 %)	Restitués (52 %)
Travail du sol	
09/10 – Labour 20/09 – Déchaumage	10/10 – Labour 06/09 - Déchaumage
Semis	
27/10 – Semoir classique – 164,1 kg/ha	22/10 – Semoir combiné – 153,3 kg/ha
Apport organique	
10/10 – Fumier bovins – 20 t/ha	Aucun
Fertilisation azotée minérale	
Aucune	13/02 – Ammonitrate – 46,4 U 24/03 – Ammonitrate – 52,8 U
Désherbage	
Aucun	12/03 – Archipel – 0,21 kg/ha (IFT 0,84)
Fongicide	
Aucun	03/05 – Density – 1,2 L/ha (IFT 0,8)
Insecticide	
Aucun	Aucun
Régulateur	
Aucun	Aucun
Récolte	
34 q/ha – 21/07	47,2 q/ha – 18/07

Colza		
Bas niveau d'intrants avec labour 15 parcelles	Niveau d'intrants intermédiaire sans labour 20 parcelles	Niveau d'intrants élevé sans labour 26 parcelles
Gestion résidus précédent		
Exportés (53 %)	Restitués (60%)	Exportés et restitués (50 % de chaque)
Travail du sol		
16/08 – Labour 25/08 – Herse animée 16/09 - Vibroculteur	01/08 – Déchaumeur 20/08 – Cultivateur 24/08 – Herse animée	29/07 – Déchaumeur 13/08 – Déchaumeur 26/08 – Herse animée
Semis		
15/09 – Semoir non combiné – 1,45 kg/ha	06/09 – Semoir non combiné – 1,07 kg/ha	11/09 – Semoir non combiné – 0,73 kg/ha
Apport organique		
Aucun	Aucun	Aucun
Fertilisation azotée minérale		
31/01 – Ammonitrate – 52,6 U 14/03 – Ammonitrate – 70,4 U	31/12 – Ammonitrate – 49,2 U 07/01 – Ammonitrate – 53,1 U 28/02 – Urée – 75 U	31/12 – Ammonitrate – 52 U 08/01 – Ammonitrate – 51 U 19/02 – Sulfonitrate – 69,3 U
Désherbage		
16/09 – Herbius OSR – 3,2 L/ha (IFT 0,8)	23/09 – Herbius OSR – 3,2 L/ha (IFT 0,8)	14/09 – Novall – 2 L/ha (IFT 0,8) 09/12 – Stratos Ultra – 1,6 L/ha (IFT 0,8)
Fongicides		
Aucun	Aucun	13/04 – Joao – 0,63 L/ha (IFT 0,9)
Insecticides		
24/12 – Karate Zeon – 0,072 L/ha (IFT 0,9)	01/01 – Karate Zeon – 0,08 L/ha (IFT 1)	12/11 - Karate Zeon - 0,08 L/ha (IFT 1) 07/01 - Karate Zeon - 0,08 L/ha (IFT 1) 07/03 – Karate Zeon - 0,08 L/ha (IFT 1)
Régulateurs		
Aucun	Aucun	Aucun
Récolte		
23,6 q/ha – 24/06	21,3 q/ha – 28/06	28,3 q/ha - 26/06

Tournesol	
Avec labour 120 parcelles	Sans labour 72 parcelles
Gestion résidus précédent	
Restitués (64 %)	Restitués (83 %)
Travail du sol	
13/11 – Labour 20/11 – Déchaumage 12/03 - Vibroculteur	18/09 – Déchaumage 05/12 – Cultivateur 16/02 – Herse animée
Semis	
15/04 – Semoir classique – 65078 graines/ha – 0,43 dose 150000	16/04 – Semoir classique – 65990 graines/ha – 0,44 dose 150000
Apport organique	
Aucun	Aucun
Fertilisation azotée minérale	
03/04 – NPK – 40,2 U	13/04 – NPK – 40,7 U
Désherbage	
15/04 – Mercantor Gold – 0,98 L/ha (IFT 0,7) 15/04 – Ronstar – 1,92 L/ha (IFT 0,64)	17/04 – Mercantor Gold – 1,12 L/ha (IFT 0,8) 17/04 – Ronstar – 1,95 L/ha (IFT 0,65)
Fongicide	
Aucun	Aucun
Insecticide	
Aucun	Aucun
Régulateur	
Aucun	Aucun
Récolte	
22,4 q/ha – 07/09	23,2 q/ha – 06/09

Pois protéagineux d'hiver	
Niveau d'intrants modéré avec labour 34 parcelles	Niveau d'intrants élevé sans labour 21 parcelles
Gestion résidus précédent	
Restitués (76 %)	Restitués (76 %)
Travail du sol	
23/09 – Labour 02/12 - Déchaumage	20/08 – Déchaumage 25/09 – Cultivateur
Semis	
30/11 – Semoir combiné – 194 kg/ha	07/12 – Semoir combiné – 183 kg/ha
Apport organique	
Aucun	Aucun
Fertilisation azotée minérale	
Aucun	Aucun
Désherbage	
04/12 – Nirvana – 2,7 L/ha (IFT 0,6)	30/12 – Nirvana – 3,15 L/ha (IFT 0,7)
Fongicide	
21/04 – Amistar – 0,56 L/ha (IFT 0,7) 21/04 – Dorimat – 1,47 L/ha (IFT 0,49)	18/04 – Banko 500 – 1,4 L/ha (IFT 0,7) 18/04 – Amistar – 0,38 L/ha (IFT 0,47) 04/05 – Bravo Elite – 0,88 L/ha (IFT 0,5)
Insecticide	
01/04 – Karate Zeon – 0,08 L/ha (IFT 1)	22/03 – Karate Zeon – 0,08 L/ha (IFT 1) 19/04 – Karate K – 1,13 L/ha (IFT 0,9)
Régulateur	
Aucun	Aucun
Récolte	
28,9 q/ha – 19/06	29,3 q/ha – 21/06

Maïs		
Ensilage bas niveau d'intrants 73 parcelles	Mixte niveau d'intrants intermédiaire 67 parcelles	Grain niveau d'intrants élevé 100 parcelles
Gestion résidus précédent		
Autre (73 %)	Exportés (57 %)	Restitués (90 %)
Travail du sol		
29/04 – Labour 01/05 – Herse animée	31/03 – Labour 18/02 – Herse animée 31/03 - Vibroculteur	15/01 – Labour 01/02 – Herse animée 24/03 – Herse animée
Semis		
10/05 – Semoir non combiné – 85662 graines/ha (1,7 dose 50000)	05/05 – Semoir non combiné – 81619 graines/ha (1,6 dose 50000)	13/04 – Semoir non combiné – 77865 graines/ha (1,6 dose 50000)
Apport organique		
28/04 – Fumier bovins – 31 t	21/03 – Fumier bovins – 29 t	Aucun
Fertilisation azotée minérale		
08/05 – Ammonitrate – 42,7 U	30/04 – NPK – 43,9 U 13/06 – Urée – 63,5 U	09/04 – NPK – 38,2 U 19/05 – Urée – 87,9 U
Désherbage		
13/05 – Camix – 2,63 L/ha (IFT 0,7)	05/05 – Camix – IFT – 3 L/ha (0,8)	15/04 – Camix – 3 L/ha (0,8) 17/05 – Callisto – 0,9 L/ha (IFT 0,6) 17/05 – Banvel 4S – 0,28 L/ha (IFT 0,47)
Fongicides		
Aucun	Aucun	Aucun
Insecticides		
Aucun	Aucun	Aucun
Régulateurs		
Aucun	Aucun	Aucun
Irrigation		
Aucune	Aucune	Oui (72 %) – 103 – 3 tours d'eau
Récolte		
11 t/ha (ensilage) – 23/09	90 q/ha (grain) – 17/10	101 q/ha (grain) – 07/10 (ou 14 t/ha (ensilage) – 28/09)

- **Pays de la Loire**

Blé tendre d'hiver		
Bas niveau d'intrants avec labour 40 parcelles	Niveau d'intrants intermédiaire avec labour 118 parcelles	Niveau d'intrants élevé sans labour 61 parcelles
Gestion résidus précédent		
Restitués (75 %)	Restitués (64 %)	Restitués (64 %)
Travail du sol		
Labour – 27/10 25/09 - Déchaumeur	Labour – 18/10 24/09 - Déchaumeur	14/09 – Déchaumeur 01/10 - Déchaumeur
Semis		
01/11 – semoir combiné – 142 kg/ha	19/10 – semoir combiné – 107,6 kg/ha	18/10 – semoir combiné – 105,8 kg/ha
Apport organique		
Aucun	Aucun	Aucun
Fertilisation azotée minérale		
Aucun	19/02 – Ammonitrate – 51,5 kg/ha 25/03 – Ammonitrate – 57,7 U	15/02 – Ammonitrate – 49,9 kg/ha 15/03 – Ammonitrate – 66,2 U 15/04 – Ammonitrate – 30 U
Désherbage		
Aucun	10/03 – Atlantis WG – 0,5 kg/ha (IFT 0,8) 10/03 –Pragma - 0,035 kg/ha (IFT 0,7)	01/03 – Archipel – 0,175 kg/ha (IFT 0,7) 01/03 – Pragma – 0,027 kg/ha (IFT 0,54)
Fongicides		
Aucun	17/04 – Bell – 1,05 L/ha (IFT 0,7)	09/04 – Opus – 0,7 L/ha (IFT 0,7) 01/05 – Fandango S – 0,42 L/ha (IFT 0,7)
Insecticides		
Aucun	Aucun	23/05 – Karate K - 1,25 L/ha (IFT 1)
Régulateurs		
Aucun	Aucun	26/03 – Cyter – 1,8 L/ha (IFT 0,9)
Récolte		
13/07 - 36,3 q/ha	11/07 - 62,1 q/ha	15/07 - 71,1 q/ha

Blé dur d'hiver		
Niveau d'intrants élevé avec irrigation 27 parcelles	Niveau d'intrants intermédiaire en sec 40 parcelles	15 parcelles → pas assez de parcelles pour l'extraction
Gestion résidus précédent		
Restitués (100 %)	Restitués (88 %)	
Travail du sol		
Labour – 27/10 21/09 – Herse animée	Labour – 10/10	
Semis		
Semis – 3/11 Semis combiné – 160 kg/ha	Semis – 10/11 Semis combiné – 161 kg/ha	
Apport organique		
Aucun	Aucun	
Fertilisation azotée minérale		
09/02 – Ammonitrate – 48,6 U 12/03 – Solution azotée – 68,4 U 05/04 – Ammonitrate – 40 U 01/05 – Ammonitrate – 40 U	24/02 – Ammonitrate – 54,5 U 23/03 – Ammonitrate – 63,9 U 20/04 – Ammonitrate – 40 U	
Désherbage		
05/03 – Atlantis WG – 0,23 kg/ha (IFT 0,7) 05/03 – Quattro II – 0,8 L/ha (IFT 0,4)	09/03 – Atlantis WG – 0,23 kg/ha (IFT 0,7) 09/03 – Pragma – 0,03 kg/ha (IFT 0,6)	
Fongicides		
Aucun	Aucun	
Insecticides		
Aucun	Aucun	
Régulateurs		
Aucun	Aucun	
Irrigation		
42,8 mm – 2 tours		
Récolte		
30/06 - 64,4 q/ha	02/07 - 57,8 q/ha	

Orge d'hiver		
Niveau d'intrants intermédiaire avec labour 24 parcelles	Niveau d'intrants élevé avec labour 26 parcelles	Niveau d'intrants élevé sans labour 22 parcelles
Gestion résidus précédent		
Restitués (50 %) – Exportés (50 %)	Exportés (96 %)	Exportés (82 %)
Travail du sol		
Labour – 15/10 08/09 - Déchaumeur	Labour – 08/10 21/08 - Déchaumeur	10/08 – Déchaumeur 21/09 - Déchaumeur
Semis		
18/10 – 113,4 kg/ha – semoir combiné	10/10 – 87 kg/ha – semoir combiné	15/10 – 94,5 kg/ha – semoir combiné
Apport organique		
Aucun	Aucun	Aucun
Fertilisation azotée minérale		
14/02 – Ammonitrate – 46,7 U 19/03 – Ammonitrate – 59 U	07/02 – Ammonitrate – 53,1 U 09/03 – Ammonitrate – 57,9 U	18/02 – Ammonitrate – 61,1 U 14/03 – Solution azotée – 49,1 L/ha
Désherbage		
11/03 – Axial Pratic – 0,66 L/ha (IFT 0,55)	23/02 – Axial Pratic – 1,03 L/ha (IFT 0,86)	01/03 – Quetzal – 1,58 L/ha (IFT 0,66) 01/03 – Nikos – 0,08 L/ha (IFT 0,51) 01/04 – Axial Pratic – 0,8 L/ha (IFT 0,67)
Fongicides		
16/04 – Fandango S – 1,09 L/ha (IFT 0,62)	04/04 – Zenit – 0,66 L/ha (IFT 0,66) 30/04 – Fandango S – 1,1 L/ha (IFT 0,63)	16/04 – Fandango S – 1,03 L/ha (IFT 0,59) 01/05 – Fandango S – 0,81 L/ha (IFT 0,46)
Insecticides		
Aucun	Aucun	Aucun
Régulateurs		
Aucun	03/04 – Moddus – 0,4 L/ha (IFT 0,52)	13/04 – Medax Top – 0,75 L/ha (IFT 0,51)
Irrigation		
Aucun	Aucun	Aucun
Récolte		
44,8 q/ha – 01/07	59,6 q/ha – 28/06	59,2 q/ha – 02/07

Triticale		
Bas niveau d'intrants 56 parcelles	Niveau d'intrant intermédiaire 98 parcelles	Niveau d'intrants élevé 55 parcelles
Gestion résidus précédent		
Restitués (79 %)	Restitués (82 %)	Exportés (69 %)
Travail du sol		
Labour – 18/10 10/09 - Déchaumeur	Labour – 18/10 19/09 - Déchaumeur	Labour – 18/10 25/08 – Déchaumeur 28/09 – Herse animée
Semis		
22/10 – Semoir combiné – 149,1 kg/ha	18/10 – Semoir combiné – 111,2 kg/ha	17/10 – Semoir combiné – 111,9 kg/ha
Apport organique		
Aucun	Aucun	Aucun
Fertilisation azotée minérale		
Aucun	23/02 – Ammonitrate – 49 U 26/03 – Ammonitrate - 54,1 U	14/02 – Ammonitrate – 48,1 U 19/03 – Ammonitrate – 57,7 U
Désherbage		
Aucun	21/10 – Defi – 3,55 L/ha (IFT 0,71) 21/10 – Hauban – 0,07 kg/ha (IFT 0,73)	02/03 – Atlantis WG – 0,35 kg/ha (IFT 0,69) 02/03 – Pragma – 0,03 kg/ha (IFT 0,6)
Fongicides		
Aucun	25/04 – Fandango S – 1,46 L/ha (IFT 0,73)	14/04 – Opus – 0,68 L/ha (IFT 0,68)
Insecticides		
Aucun	Aucun	Aucun
Régulateurs		
Aucun	Aucun	09/04 – Arvest – 1,78 L/ha (IFT 0,71)
Irrigation		
Aucun	Aucun	Aucun
Récolte		
19/07 – 42,4 q/ha	16/07 – 54,5 q/ha	21/07 – 62,5 q/ha

Colza			
Bas niveau d'intrants sans labour 31 parcelles	Niveau d'intrants intermédiaire avec labour 43 parcelles	Niveau d'intrant intermédiaire sans labour 48 parcelles	Niveau d'intrant élevé sans labour 36 parcelles
Gestion résidus précédent			
Exportés (71 %)	Exportés (84 %)	Restitués (52 %)	Exportés (78 %)
Travail du sol			
31/07 – Déchaumeur 21/08 - Déchaumeur	Labour – 22/08 09/08 – Déchaumeur 25/08 – Herse animée	27/07 – Déchaumeur 17/08 - Déchaumeur	27/07 – Déchaumeur 12/08 - Déchaumeur
Semis			
28/08 – Semoir combiné – 1,9 kg/ha	30/08 – Semoir combiné – 1,93 kg/ha	26/08 – Semoir combiné – 1,54 kg/ha	23/08 – Semoir combiné – 1,86 kg/ha
Apport organique			
19/08 – Fumier bovins – 19,1 t/ha	18/08 – Fumier bovins – 18,8 t/ha	Aucun	12/08 – Fumier bovins – 17,6 t/ha
Fertilisation azotée minérale			
26/02 – Ammonitrate – 53,4 kg/ha	15/02 – Ammonitrate – 61 kg/ha 13/03 – Ammonitrate – 55,6 kg/ha	12/02 – Ammonitrate – 58,9 kg/ha 10/03 – Ammonitrate – 52,3 kg/ha	05/02 – Ammonitrate – 60,4 kg/ha 06/03 – Ammonitrate – 68,9 kg/ha
Désherbage			
30/08 – Novall – 1,98 L/ha (IFT 0,79)	06/09 – Novall – 2,08 (IFT 0,83)	29/08 – Novall – 1,83 L/ha (IFT 0,73) 05/11 – Stratos Ultra – 1,24 L/ha (IFT 0,62)	01/09 – Novall – 1,98 L/ha (IFT 0,79)
Fongicide			
25/03 – Pictor Pro – 0,43 kg/ha (IFT 0,86)	25/03 – Pictor Pro – 0,39 kg/ha (IFT 0,77)	02/04 – Pictor Pro – 0,35 kg/ha (IFT 0,7)	06/02 – Caramba Star – 0,55 L/ha (IFT 0,69) 03/04 – Pictor Pro – 0,37 kg/ha (IFT 0,73)
Insecticide			
02/02 – Decis Protech – 0,4 L/ha (IFT 0,96)	29/01 – Pearl Protech – 0,39 L/ha (IFT 0,94) 16/03 – Pearl Protech – 0,4 L/ha (IFT 0,96)	02/02 – Mavrik Flo – 0,2 L/ha (IFT 1) 20/03 – Mavrik Flo – 0,18 L/ha (IFT 0,91)	12/11 – Karate Zeon – 0,08 L/ha (IFT 1) 14/02 – Karate Zeon – 0,08 L/ha (IFT 0,95) 01/04 – Karate Zeon – 0,08 L/ha (IFT 1)
Régulateur			
Aucun	Aucun	Aucun	Aucun
Récolte			
01/07 - 28,6 q/ha	05/07 - 31,1 q/ha	05/07 - 32,2 q/ha	05/07 - 34,5 q/ha

Tournesol		
Bas niveau d'intrants avec labour 48 parcelles	Niveau d'intrants intermédiaire avec labour 53 parcelles	Niveau d'intrants élevé sans labour 49 parcelles
Gestion résidus précédent		
Restitués (50 %) – 2 (50 %)	Restitués (72 %)	Exportés (63 %)
Travail du sol		
Labour – 28/02 03/10 – Déchaumeur 15/01 - Déchaumeur	Labour – 10/01 23/12 – Déchaumeur 09/03 – Herse animée	09/12 – Déchaumeur 24/02 – Herse animée
Semis		
17/04 – Autre outil semis – 72990 (0,49 dose 150000)	17/04 – Autre outil semis – 73755 (0,49 dose 150000)	12/04 – Autre outil semis – 71878 (0,48 dose 150000)
Apport organique		
03/02 – Fumier bovins – 14,1 t/ha	Aucun	Aucun
Fertilisation azotée minérale		
Aucun	Aucun	12/04 – Ammonitrate – 50,1 kg/ha
Désherbage		
18/04 – Racer me – 2,25 L/ha (IFT 0,75) 18/04 – Novall – 1,42 L/ha (IFT 0,71)	14/04 – Carioca – 3,36 L/ha (IFT 0,84) 14/04 – Mercantor Gold – 0,9 L/ha (IFT 0,64)	04/04 – Atic Aqua – 1,92 L/ha (IFT 0,74) 04/04 – Racer me – 1,92 L/ha (IFT 0,64) 23/05 – Pulsar 40 – 0,98 L/ha (IFT 0,78)
Fongicides		
Aucun	Aucun	Aucun
Insecticides		
Aucun	Aucun	Aucun
Régulateurs		
Aucun	Aucun	Aucun
Irrigation		
Aucun	Aucun	Aucun
Récolte		
26,1 q/ha – 15/09	24 q/ha – 15/09	25 q/ha – 19/09

Pois protéagineux d'hiver : 45 parcelles
Gestion résidus précédent
Restitués (47 %) – 2 (53 %)
Travail du sol
Labour – 02/11 Déchaumeur – 26/09
Semis
04/11 – Semoir combiné – 121,9 kg/ha
Apport organique
Aucun
Fertilisation azotée minérale
Aucune
Désherbage
07/11 – Nirvana – 3,1 L/ha (IFT 0,69) 07/11 – Challenge – 2 L/ha (IFT 0,4)
Fongicide
23/04 – Banko 500 – 1,48 L/ha (IFT 0,74)
Insecticide
Aucun
Régulateur
Aucun
Récolte
3,6 q/ha – 30/06

Pois protéagineux de printemps		
Niveau d'intrants intermédiaire sans labour 60 parcelles	Niveau d'intrants élevé avec labour 32 parcelles	Niveau d'intrants intermédiaire avec labour 59 parcelles
Gestion résidus précédent		
Exportés (83 %)	Exportés (66 %)	Restitués (69 %)
Travail du sol		
25/09 – Déchaumeur 14/12 - Déchaumeur	Labour – 25/01 13/09 – Déchaumeur 27/01 - Vibroculteur	Labour – 26/01 01/11 - Déchaumeur
Semis		
03/03 – Semoir combiné – 178,9 kg/ha	05/03 – Semoir combiné – 192,5 kg/ha	26/02 – Semoir combiné – 178 kg/ha
Apport organique		
Aucun	Aucun	Aucun
Fertilisation azotée minérale		
Aucun	Aucun	Aucun
Désherbage		
25/02 – Nirvana – 2,7 L/ha (IFT 0,6) 25/02 – Nirvana S – 2,21 L/ha (IFT 0,49) 09/04 – Basagran SG – 0,57 kg/ha (IFT 0,41)	07/03 – Nirvana – 2,7 L/ha (IFT 0,6) 07/03 – Baroud SC – 1,38 L/ha (IFT 0,46) 13/04 – Basagran SG – 0,48 kg/ha (IFT 0,34)	01/03 – Nirvana – 2,88 L/ha (IFT 0,64) 01/03 – Prowl 400 – 1,29 L/ha (IFT 0,43)
Fongicides		
09/05 – Banko 500 – 1,46 L/ha (IFT 0,73)	07/05 – Banko 500 – 1,46 L/ha (IFT 0,73) 24/05 – Maori – 1,48 L/ha (IFT 0,74)	Aucun
Insecticides		
09/04 – Karate Zeon – 0,07 L/ha (IFT 0,93)	09/04 – Karate Zeon – 0,07 L/ha (IFT 0,85) 27/04 – Karate K – 0,91	21/04 – Karate K – 1,18 L/ha (IFT 0,94)
Régulateurs		
Aucun	Aucun	Aucun
Irrigation		
Aucun	Aucun	Aucun
Récolte		
28,9 q/ha – 08/07	36,3 q/ha – 09/07	30,2 q/ha – 10/07

Maïs		
Ensilage bas niveau d'intrants 154 parcelles	Mixte niveau d'intrants intermédiaire 134 parcelles	Mixte niveau d'intrants élevé 132 parcelles
Gestion résidus précédent		
Autre (73 %)	Exportés (55 %)	Restitués (44 %) – 2 (45 %)
Travail du sol		
10/04 – Labour 15/03 – Déchaumeur 05/04 – Herse animée	05/04 – Labour 26/10 – Déchaumeur 04/02 – Herse animée 25/03 – Herse animée	08/02 – Labour 06/01 – Déchaumage 11/03 – Herse animée
Semis		
27/04 – Semoir maïs – 90954 (1,8 dose 50000)	18/04 – Semoir maïs – 92692 (1,9 dose 50000)	14/04 – Semoir maïs – 92491 (1,85 dose 50000)
Apport organique		
01/04 – Fumier bovins – 24,7 t/ha	23/03 – Fumier bovins – 25,9 t/ha	Aucun
Fertilisation azotée minérale		
26/04 – Autre N et P (18-46) – 28,3	16/04 – Autre N et P (18-46) – 36,6	11/04 – Urée – 68 U 14/05 – Urée - 87 U
Désherbage		
24/05 – Callisto – 0,68 L/ha (IFT 0,45) 24/05 – Milagro – 0,71 L/ha (IFT 0,47)	16/05 – Callisto – 0,62 L/ha (IFT 0,41) 16/05 – Milagro – 0,59 L/ha (IFT 0,39)	16/04 – Trophée – 3,7 L/ha (IFT 0,74) 14/05 – Callisto – 0,67 L/ha (IFT 0,44) 14/05 – Milagro – 0,62 L/ha (IFT 0,41)
Fongicides		
Aucun	Aucun	Aucun
Insecticides		
Aucun	Aucun	Aucun
Régulateurs		
Aucun	Aucun	Aucun
Irrigation		
Aucun	Aucun	Aucun
Récolte		
11,6 t/ha – 19/09	13 t/ha – 19/09	88 q/ha – 11/10