



Marie DESTRUEL



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE D'INGENIEUR AGRONOME

Évaluation de l'intégration des élevages en polyculture-
polyélevage en agriculture biologique



Maître d'apprentissage : Guillaume Martin

Tuteur apprentissage ENSAT : Farid Regad

Tuteurs ENSAT du projet de fin d'étude : Farid Regad & Corine Bayourthe

17 SEPTEMBRE 2019

APPRENTISSAGE REALISE A L'UMR AGIR : AGROECOLOGIE, INNVATIONS ET TERRITOIRES (INRA DE TOULOUSE)
Chemin de Borde Rouge, 31320, Auzeville-Tolosane



Table des matières

Résumé – Abstract	4
Remerciements	5
Liste des abréviations et acronymes	6
Liste des tableaux.....	6
Liste des figures	7

PARTIE 1 : CONTEXTE

Introduction	10
I- Le choix de l'agriculture biologique.....	11
1) Une augmentation de la demande en produits bios.....	11
2) Raisons de la conversion pour les éleveurs.....	12
3) ... Mais la conversion n'est pas sans risques pour les éleveurs !	13
II- Les bénéfices potentiels d'une diversification de l'exploitation.....	15
1) Au niveau de l'assolement.....	15
2) Au niveau du troupeau.....	16
3) Au niveau global de la ferme	18
a) L'optimisation des outils de production et des coproduits.....	18
b) L'organisation du travail.....	19
c) La gestion des risques	19
III- Le principe d'intégration des exploitations de polyculture-polyélevage.....	20
1) Quelques exemples.....	20
2) Les dimensions de l'intégration	21
a) Dimension « Gestion des pratiques »	21
b) Dimensions « Gestion des ventes »	22
c) Dimension « Organisation du travail ».....	22
3) Des questions sans réponses	23

PARTIE 2 : PROBLEMATIQUE & METHODOLOGIE

I- Problématique	26
1) Le projet MIX-ENBALE	26
2) L'organisation et les objectifs du projet MIX-ENABLE	26
3) Ma problématique	27
II- Méthodologie.....	28
1) Recherche bibliographique.....	28

2) Réalisation des enquêtes et gestion des données collectées.....	28
a) Échantillonnage.....	29
b) Le guide d'enquête.....	29
3) L'évaluation de l'intégration.....	30
a) Le système d'indicateurs.....	30
b) Traitement statistique des données	30

PARTIE 3 : RESULTATS

I- Statistiques descriptives	34
1) Description des données	34
a) La dimension Gestion des pratiques	34
b) La dimension Organisation du travail.....	35
c) La dimension Gestion des ventes	35
2) Corrélations entre variables	36
II- Analyses multivariées.....	37
1) Analyse en composantes principales.....	37
a) Inertie	37
b) Description des axes.....	38
c) Contribution des individus.....	39
d) Conclusion de l'ACP.....	40
2) Classification des fermes	42
3) Conclusion	47

PARTIE 4 : DISCUSSION, MISE EN PERSPECTIVE, CONCLUSION

I- Discussion sur les résultats et les méthodes d'analyses	49
1) Au niveau des résultats	49
2) Au niveau de la collecte des données.....	50
3) Au niveau des indicateurs.....	50
4) Au niveau de l'analyse.....	51
II- Mise en perspective de l'étude.....	51
III- Conclusion sur mes 3 années de formation	52
1) Expérience dans la recherche	52
2) Compétences acquises	53
Références Bibliographiques	54
Annexes	56

Résumé – Abstract

Résumé

Face aux enjeux de la transition agricole et écologique, l'agriculture biologique appréciée des consommateurs, peut être une solution pour rendre les fermes plus durables. Malgré ses avantages, elle présente cependant des limites qui peuvent être comblées par une diversification du système au niveau du sol et du troupeau. Dans ce dernier cas cela passe par la mise en place d'un second atelier d'élevage. Ainsi, ces systèmes sont qualifiés d'exploitations de polyculture-polyélevage et présentent d'autres avantages théoriques qui dépendent de l'intensité et de la fréquence des interactions entre les composantes de la ferme (cultures, prairies et ateliers d'élevages) : c'est l'intégration.

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet européen *MIX-ENABLE*, et a pour objectif d'identifier des profils d'intégration des exploitations de polyculture-polyélevage tout en appliquant la méthode exploratoire définie par ce projet. Cette dernière consiste à calculer, pour les fermes françaises enquêtées dans le cadre du projet, des indicateurs évaluant l'intégration. Pour cela, une analyse multivariée et une classification des fermes a été réalisée. Ces analyses statistiques mettent en évidence 8 indicateurs permettant de qualifier l'intégration de ces fermes. Ils traduisent les pratiques au sein de la ferme, la gestion des ventes et l'organisation du travail. Étant donné le manque de connaissances criant sur ces systèmes, cette étude pose les bases des futurs axes de recherches, tant dans ses résultats que dans sa méthodologie.

Mots-clés : polyculture-polyélevage, agriculture biologique, intégration, mixité, diversification

Abstract

Against environmental issues, organic farming can be a way to reduce farms vulnerability, but it has some limits. But diversification of soil system and animal system can both hold these limits. Integrating a second animal production on farm provides other benefit. But we did not know how these farms, organic mixed livestock farms, work. We supposed that intensity and frequency of interactions between crops, pastures and the two animal enterprises can improve or deteriorate the sustainability of the farm. This intership is included in *MIX-ENABLE*, an european project which aims to identify how these farms are managed. The methodology is explorating and will use indicators to evaluate different levels of integration on french surveyed farms. Statistical analysis highlighted 8 relevant indicators, which can create 4 distinct groups. These 8 indicators are connecting to practices on farms, the sales management and work organisation. This work is the first step of researches to understand management on organic mixed livestock farms.

Keywords : organic mixed livestock farms, organic agriculture, integration, diversity, diversification

Remerciements

Tout d'abord, un immense merci à Guillaume Martin, mon encadrant pour ce stage de fin d'étude mais aussi mon maître de stage pour ces trois merveilleuses années à l'UMR AGIR. Ses conseils, son écoute, son temps et ses compétences m'ont permis de devenir (je l'espère) ingénieur agronome. Il a su m'expliquer les rouages de la recherche et conforter mon envie d'en apprendre tous les jours un peu plus. Nos rencontres régulières ont toujours été ponctuées de discussions sur nos projets agricoles personnels et les sourires furent également nombreux. Les missions qui m'ont été confiées ont toujours été stimulantes et m'ont permis de faire de riches rencontres. Pour cela je l'en remercie encore.

Je remercie également M. Farid Regad, mon tuteur apprentissage à l'ENSAT, pour son temps et ses conseils avisés à chacun de mes rapports au court de ces 3 années.

Un grand merci aussi à Mme Corine Bayourthe, professeure en sciences animales et responsable de la formation d'ingénieur agronome par apprentissage à l'ENSAT. Elle a toujours su écouter nos remarques afin d'améliorer la formation des apprentis à l'ENSAT ; et nos discussions autour d'un café furent autant agréables que sincères.

Je souhaite également remercier Élise Lang, camarade de classe durant mon année de spécialisation à l'ENSAT, mais aussi en tant que collègue de stage à AGIR. Nos escapades chez les éleveurs furent riches de rires et de confessions. Nous avons su partager nos joies et nos frustrations au fur et à mesure de l'avancée du projet. Merci aussi pour ton aide lors de notre séminaire à Darmstadt et pour ta patience inébranlable lors de mes disputes avec le logiciel R. Je n'oublie pas de remercier Loïc Davadan et Céline Schoving qui ont pris le relais lorsque cette patience avait atteint ses limites avec cet outil de codage.

Je souhaite également remercier les éleveurs rencontrés lors des enquêtes pour le projet MIX-ENABLE. J'ai été ravie d'échanger avec eux sur leur vision de l'élevage, et leur accueil fut toujours chaleureux.

Le projet MIX-ENABLE m'aura permis d'échanger avec de nombreux chercheurs (ou futurs chercheurs) français et européens. Je remercie donc Marc Benoit (INRA Clermont-Fd), Marc Moraine (INRA Montpellier), Lucille Steinmetz (doctorante INRA Clermont-Fd) et Pierre Mischler (IDELE). Un merci particulier à Marie Moerman et son équipe de chercheurs belges (CRA-W) qui m'ont gentiment accueillie et guidée durant mon séjour en Belgique.

Je remercie également tous les membres de l'UMR AGIR, principalement ceux de l'équipe Magellan, avec qui j'ai pu m'enrichir lors de nos discussions en salle café ou en réunion d'équipe. Je remercie plus particulièrement Hélène Tribouillois, Julie Constantin, Magali Willaume et Julie Breichemier, collègues devenues amies au fil de mon apprentissage. Vous avez su accompagner nos repas de fous-rires, nos pauses « café » de questions philosophiques et musicales. Votre bienveillance et sympathie marqueront ces trois années d'un souvenir impérissable.

Je remercie grandement mes parents et mon compagnon pour m'avoir soutenu dans cette merveilleuse aventure qu'est l'alternance.

Émilie, merci à toi, mon amie de galère et de réussite durant ces trois années.

Liste des abréviations et acronymes

AB : Agriculture Biologique
ACP : Analyse en Composantes Principales
BOKU : Université des ressources naturelles et des sciences vivantes de Vienne (Autriche)
CRA-W : Centre Wallon de Recherches Agronomiques
ETA : Entreprise de Travaux Agricoles
FiBL : Institut de recherche de l'agriculture biologique de la Suisse
Ha : Hectare
IDELE : Institut De l'Élevage
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
ITAB : Institut Technique de l'Agriculture Biologique
PCPE : Polyculture-Polyélevage
PFE : Projet de Fin d'Études
SAU : Surface Agricole Utile
SLU : Université des Sciences Agricoles (Suède)
Tuscia Uni : Université de la Tuscia (Italie)
UE : Union Européenne
UF : Unité Fourragère
UGB : Unité Gros Bétail
UTH : Unité de Travail Humain

Liste des tableaux

Tableau 1: Évolution des surfaces et des opérateurs certifiés bios en 2018, en France.	12
Tableau 2 : Répartition des fermes enquêtées par combinaisons en France entre les différents centres INRA	29
Tableau 3: Indicateurs utilisés pour l'évaluation de l'intégration : dimensions, sous-dimensions et mode de calcul associés.....	32
Tableau 4 : Statistiques descriptives des indicateurs évaluant l'intégration : médiane, moyenne, extremums, 1er et 3ème quartile.....	34
Tableau 5: Statistiques descriptives du groupe Gris comparées à celles de la ferme n°24 (représentant le groupe Gris)	43
Tableau 6 : Statistiques descriptives du groupe Bleu comparées à celles de la ferme n°12 (représentant le groupe Bleu)	44
Tableau 7 : Statistiques descriptives pour le groupe Orange, constitué uniquement de la ferme n°14.	45
Tableau 8 : Statistiques descriptives du groupe Violet comparées à celles de la ferme n°15 (représentant le groupe Violet).....	46
Tableau 9 : Répartition des combinaisons des ateliers animaux au sein des 4 groupes.....	47
Tableau 10 : Bilan de mes compétences acquises aux cours des trois années et celles que je souhaiterai améliorer.	53

Liste des figures

<i>Figure 1</i> : Évolution des principaux marchés bio des pays de l'UE.....	11
<i>Figure 2</i> : Prix (en €) des 1 000 L de lait de vache payés en 2018 en conventionnel et en AB..	12
<i>Figure 3</i> : Leviers de diversification de l'assolement.....	15
<i>Figure 4</i> : Leviers de diversification du troupeau.....	16
<i>Figure 5</i> : Bénéfices d'une diversification au niveau global de la ferme.....	18
<i>Figure 6</i> : Légende des exemples expliquant l'intégration des exploitations de polyculture-polyélevage. ...	20
<i>Figure 7</i> : Exemple n°1 : Exploitation bovins/ovins en pâturage exclusif.....	20
<i>Figure 8</i> : Exemple n°2 : Exploitation Bovins/Volailles avec pâture et cultures.....	20
<i>Figure 9</i> : Exemple n°3 : Exploitation bovins/ovins avec pâturage mixte et présence de cultures.....	21
<i>Figure 10</i> : Synthèse des dimensions et sous-dimensions de l'intégration d'une exploitation de polyculture-élevage.....	23
<i>Figure 11</i> : Pays partenaires du projet MIX-ENABLE	26
<i>Figure 12</i> : Organisation des différents modules composant le projet MIX-ENABLE, et pays en charge de chaque module.....	26
<i>Figure 13</i> : Carte représentant la répartition des exploitations enquêtées en France entre les différents centres INRA (Toulouse, Clermont-Ferrand et Montpellier).....	28
<i>Figure 14</i> : Matrice des corrélations réalisées sur les 20 indicateurs	36
<i>Figure 15</i> : Inertie (pourcentage de variance) expliquée pour chacune des 10 premières dimensions de l'ACP.....	37
<i>Figure 16</i> : Contribution de chacune des variables au plan 1 de l'ACP (1 ^{ère} et 2 ^{nde} dimensions).....	38
<i>Figure 17</i> : Contribution de chacune des variables au plan 2 de l'ACP (2 ^{nde} et 3 ^{ème} dimensions) Erreur ! Signet non défini.	
<i>Figure 18</i> : Contribution de chacune des variables au plan 3 de l'ACP (1 ^{ère} et 3 ^{ème} dimensions)	38
<i>Figure 19</i> : Contribution de chacun des individus au plan 1 de l'ACP (1 ^{ère} et 2 ^{nde} dimensions)... Erreur ! Signet non défini.	
<i>Figure 20</i> : Contribution de chacun des individus au plan 2 de l'ACP (2 ^{nde} et 3 ^{ème} dimensions). Erreur ! Signet non défini.	
<i>Figure 21</i> : Contribution de chacun des individus au plan 3 de l'ACP (1 ^{ère} et 3 ^{ème} dimensions)	40
<i>Figure 22</i> : Schéma synthétisant les principales corrélations entre les 8 indicateurs révélés dans l'ACP	41
<i>Figure 23</i> : Dendrogramme de la classification des fermes enquêtées.	42
<i>Figure 24</i> : Radar des scores de 0 à 100 de la ferme n°24 (groupe Gris) pour les 8 indicateurs discriminants (à droite) comparés à ceux de la médiane des 31 fermes enquêtées (à gauche).....	43
<i>Figure 25</i> : Radar des scores de 0 à 100 de la ferme n°12 (groupe Bleu) pour les 8 indicateurs discriminants (à droite) comparés à ceux de la médiane des 31 fermes enquêtées (à gauche).....	45
<i>Figure 26</i> : Radar des scores de 0 à 100 de la ferme n°14 (groupe Orange) pour les 8 indicateurs discriminants (à droite) comparés à ceux de la médiane des 31 fermes enquêtées (à gauche)	45
<i>Figure 27</i> : Radar des scores de 0 à 100 de la ferme n°15 (groupe Orange) pour les 8 indicateurs discriminants (à droite) comparés à ceux de la médiane des 31 fermes enquêtées (à gauche)	47

PARTIE 1

—

Contexte

Introduction

Ces dernières décennies, les fermes sont devenues de plus en plus spécialisées, et leurs tailles ont augmenté. Ceci s'explique, entre autres par la recherche d'efficacité du matériel et des outils de production, et d'économies d'échelle. Suivant cette logique, les agriculteurs se sont orientés vers des pratiques relativement standardisées et technologiques, où les intrants de synthèse ont pour fonction de gommer les spécificités pédoclimatiques et de résoudre les incidents de production (occurrence de ravageurs et maladies notamment). L'amélioration génétique (animale et végétale) a permis quant à elle, de maintenir les niveaux de production voire de les améliorer pour certaines productions. La technologie informatique de précision fait aussi son apparition. Elle peut être utilisée via des GPS très précis qui permettent de réaliser un seul passage lors des travaux du sol ou de l'épandage de produits sanitaires. L'agriculteur gagne ainsi du temps et réduit le « gaspillage » d'intrants, toujours dans une perspective d'efficacité accrue. Dans ces conditions, les exploitations autrefois diversifiées (polyculture-élevage ou polyculture-polyélevage) abandonnent une des deux productions. Le plus souvent, il s'agit de l'élevage pour plusieurs raisons : réduction du temps de travail/d'astreinte, augmentation des coûts de productions plus importante que pour les grandes cultures, normes exigeantes pour les bâtiments d'élevage... De plus, une fois l'exploitation spécialisée, les pratiques et savoir-faire des agriculteurs sur la seconde production sont peu à peu oubliés. L'environnement agricole local favorise aussi cette spécialisation. Certaines filières disparaissent des territoires où seuls quelques agriculteurs persistent sur une production précise. Les filières d'élevage souhaitent concentrer leurs producteurs dans un territoire restreint pour limiter les charges (collecte du lait par exemple) et maximiser l'utilisation de leurs outils de production (abattoirs par exemple).

Face à ces difficultés et afin de perdurer, les fermes d'élevages doivent donc retrouver plus d'autonomie, tant au niveau des intrants de synthèse et alimentaire du troupeau, que dans leur liberté de décisions stratégiques. Un moyen d'y parvenir est la diversification du système par le passage en agriculture biologique (AB). Ce mode de production place, en théorie, l'exploitation dans un cercle vertueux. Il convient d'observer et d'analyser les modes de gestion et les pratiques de ces systèmes afin de caractériser les conditions du maintien de telles structures.

I- Le choix de l'agriculture biologique

1) Une augmentation de la demande en produits bios...

On constate un intérêt grandissant des consommateurs envers les produits issus de l'agriculture biologique dans toute l'Europe¹. En 2015, la consommation européenne moyenne de produits bios était estimée à 29.1 milliards d'euros avec une progression de 12.4% par rapport à l'année précédente. Ainsi, la demande de la part des allemands a été multiplié par 4 depuis le début des années 2000 (Figure 1). Si bien qu'aujourd'hui, la consommation de produits bio croît plus vite que la production. La France se place deuxième marché bio de l'UE, avec une valeur de 7.15 milliards d'euros en 2016. En 2018, cette valeur atteignait 9.7 milliards d'euros (+ 2.55 milliards d'€ en 2 ans).

En France, la tendance est aussi à l'augmentation de l'achat de produits bios de la part des ménages puisque en 2018, 5% des produits alimentaires achetés étaient bios. Les produits privilégiés sont les fruits et légumes frais (19%), la crémierie (17%), les viandes (10%). Ils représentent 46% des produits bios achetés². La consommation à domicile de la part des ménages français a augmenté de 17.6% en 2017 par rapport à 2016. Tout comme la restauration collective qui progresse de 13.2% et la restauration commerciale de 7.4% par rapport à 2016 en France.

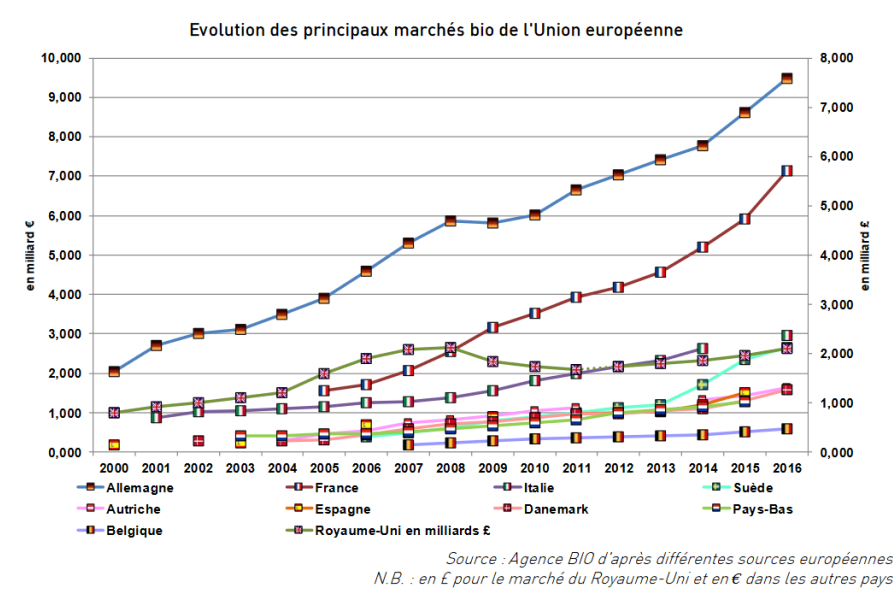


Figure 1: Évolution des principaux marchés bio des pays de l'UE. L'Allemagne se distingue des autres pays puisque ses achats représentent environ 9.5 milliards d'€. La France arrive deuxième avec 7.1 milliards d'€. Les achats effectués par les allemands et les français sont en augmentation constante depuis le milieu des années 2000. Dans les autres pays européens, la croissance existe mais reste très faible. Source : La bio dans l'Union européenne, 2017, Agence Bio, Les carnets de l'Agence Bio correspond à source 2.

En 2018, 12% des français affirmaient consommer bio tous les jours, et autant affirmaient ne jamais en manger³. Notons que 34% des français consomment bio au moins une fois par semaine, en moyenne. Ces chiffres attestent de la volonté des Français à modifier leurs comportements alimentaires et culinaires. Les raisons de la consommation de produits certifiés AB sont « la volonté de préserver sa santé », pour favoriser les « valeurs gustatives et la qualité des produits ». Pour les plus jeunes d'entre eux, « les raisons éthiques et/ou sociales » et le « bien-être animal » sont davantage citées comme motivations à la consommation de produits AB.

Cette demande croissante est en grande partie comblée par une augmentation des surfaces cultivées en AB en France : ces terres représentaient 7.5% de la SAU (Surface Agricole Utile) française en 2018 contre 6.5% en 2017 ², soit une augmentation de 17% en un an (*Tableau 1*). Le nombre d'exploitations françaises engagées en AB a également augmenté de 13% entre 2017 et 2018, pour un effectif total de 41 623 producteurs. Ce mouvement est suivi par les autres acteurs de la filière (préparateurs, distributeurs, importateurs) qui s'engagent dans l'AB avec une augmentation de 16% entre 2018 et 2017. De plus, les exploitations françaises fournissaient 68% des produits bios consommés en France en 2017 et 2018 ³.

Tableau 1: Évolution des surfaces et des opérateurs certifiés bios en 2018, en France. Source : Agence Bio, Dossier de presse, 04/06/2019

	2018	Évolution 2018/2017
Effectif des exploitations en AB	41 623	+ 13%
Part des exploitations AB / Exploitations totale	9.46%	+ 13%
Effectif des préparateurs, distributeurs, importateurs	20 145	+ 16%
Surfaces en AB (en ha)	2 035 024	+ 17%
Part des surfaces en AB dans SAU française totale	7.5%	+ 17%

2) Raisons de la conversion pour les éleveurs

Plusieurs raisons peuvent pousser les éleveurs à produire selon le mode de l'AB. Une étude réalisée en 2013 sur des éleveurs laitiers met en évidence que le choix de la conversion se fait sur plusieurs critères ^{4,5}. Les raisons de santé (personnelle ou de l'entourage), idéologiques (environnement, recherche d'autonomie), techniques (adaptation des pratiques à la structure), et économiques (plus-value, niche de vente... sont principalement citées pour expliquer ce choix de la conversion. Bien sûr, les motivations des éleveurs sont très liées à la structure de leur exploitation, leur localisation, etc. Les éleveurs ont aussi conscience de suivre la demande des consommateurs qui est parfois pour eux « un effet de mode » ⁴. La rémunération de certains produits agricoles bio confirme leur choix. Par exemple, le prix de la tonne de lait payé au producteur en 2018 (*Figure 2*), est toujours meilleur pour les exploitations en AB, avec un écart maximum de 148.22€ les 1000L de lait au mois d'octobre. À l'échelle d'une exploitation cette différence de prix peut expliquer le choix de l'agriculture biologique.

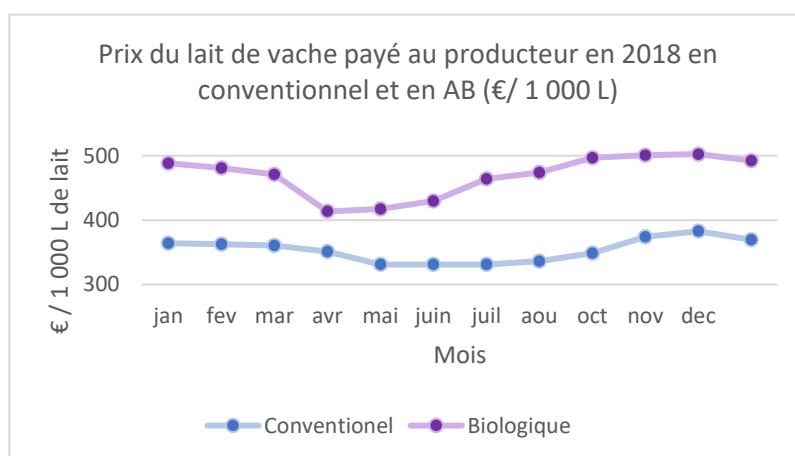


Figure 2 : Prix (en €) des 1 000 L de lait de vache payés en 2018 en conventionnel et en AB. Les prix du lait conventionnel et du lait AB ont suivi la même tendance en 2018, mais le lait bio est resté mieux rémunéré que le lait conventionnel celle année-là. Source : données pour éleveurs conventionnels issues du site www.web-agri.fr ⁶, données pour l'AB issues du CNIEL ⁷.

3) ... Mais la conversion n'est pas sans risques pour les éleveurs !

En AB, les éleveurs doivent suivre un cahier des charges précis, qui spécifie les pratiques autorisées ou non ⁸. Par exemple, ils **ne peuvent plus utiliser d'intrants de synthèse** : engrais azotés, fongicides et pesticides. En conséquence, on assiste d'une part à **une baisse des rendements** ⁹ des cultures, et dans certains cas, des prairies. L'objectif durant la conversion sera de garder (ou retrouver), à la fois un équilibre entre le troupeau et les cultures/prairies, et un équilibre entre les dépenses et les recettes, pour que l'exploitation tende vers une autonomie vis-à-vis des intrants. D'autre part, l'absence de fongicides et de pesticides peut entraîner une invasion de ravageurs de cultures, accentuant encore plus la baisse des rendements. L'éleveur peut donc rencontrer des difficultés, principalement pendant la conversion et les années suivantes. En particulier si l'exploitation était déjà affaiblie au départ ou mal préparée à la conversion et aux changements afférents.

Par ailleurs, le cahier des charges bio impose que tous les achats effectués soient certifiés bios : semences, aliments pour les animaux (tourteaux) ⁸. **Ces intrants ont un coût d'achat plus élevé** en agriculture biologique qu'en agriculture conventionnelle. Ainsi en 2016, les tourteaux de soja d'origine étrangère coûtaient 800€/tonne contre 343€/tonne en agriculture conventionnelle (885€/tonne pour le soja bio produit en France) ¹⁰. Ces prix impactent le **coût alimentaire des animaux et le coût d'implantation** des prairies et des cultures. Dans ces conditions, l'éleveur doit donc adapter son système de culture (pour les monogastriques) ou fourrager (pour les ruminants) à l'alimentation de ses animaux pour viser l'autonomie alimentaire. Parfois, avec ces contraintes issues du cahier des charges, les éleveurs ne disposent pas des compétences et connaissances nécessaires pour la conversion, ce qui pour eux constitue un frein ⁴. Le cahier des charges **interdit aussi l'utilisation de traitements vétérinaires** sur les animaux dans un but préventif : vaccins, antiparasitaires.... Ceci rajoute donc à l'inquiétude des éleveurs quant à la gestion du bien-être animal. De plus, pour respecter ce bien-être, le cahier des charges exige un espace et des conditions de vie précises en fonction de l'espèce animale en question ⁸. Le respect de ces normes peut parfois entraîner **une rénovation des bâtiments d'élevage existants et donc engendrer des investissements élevés à long terme pour l'éleveur**.

Ce dernier doit aussi repenser **l'organisation de son travail**. En AB, le désherbage mécanique (binage, herse) peut être répété plusieurs fois pour limiter les adventices. La charge de travail peut alors augmenter ou diminuer selon l'état initial de l'exploitation. Cette réorganisation du travail s'accompagne aussi de **nouvelles compétences techniques** à acquérir en lien avec la gestion des rotations, des adventices, la fertilité des sols, la santé du troupeau ... Les agriculteurs ont besoin d'être formés à ces nouvelles pratiques. Ainsi, les organismes de conseil (chambre d'agriculture, association de producteurs bios, coopératives...) tentent de répondre à ce besoin en proposant des formations toujours plus diverses. Mais ces techniques nécessitent du temps et de l'expérience pour être maîtrisées ^{4,5}.

Une exploitation agricole peut ainsi connaître une **situation difficile** suite à ces modifications techniques et organisationnelles, en particulier sur le plan économique. C'est d'autant plus le cas que, lors de la conversion, l'éleveur doit gérer son exploitation en suivant le cahier des charges de l'AB mais ses produits (lait, viande, cultures) sont vendus au prix des productions conventionnelles. En 2016, pour limiter ces écarts de rémunération, les laiteries françaises accordaient 30€ supplémentaires pour 1 000 litres de lait produits. Cet effort reste tout de même insuffisant pour compenser le surcoût des intrants. En effet, sur cette même année 2016, les tourteaux de soja étaient 2.3 fois plus chers en AB (800€/t en bio contre 343€/t en conventionnel) ¹⁰. Un nouvel équilibre entre les charges et les recettes doit être trouvé. Aujourd'hui se pose aussi la question des aides au maintien versées aux agriculteurs en AB. Le versement de ces aides est géré par les régions françaises. Dans certaines d'entre elles, le nombre d'agriculteurs en AB est trop important par rapport à l'enveloppe des aides au maintien, entraînant une baisse de ces aides, voire une suppression.

Face à ces freins et risques principalement techniques et économiques, il convient de fournir des références sur les systèmes bios afin d'aiguiller les éleveurs tentés par la conversion à l'AB. Ainsi, quelques références en AB (économiques, techniques et sociales), documents synthétiques, guides pratiques font leur apparition¹¹. Ces documents sont souvent réalisés par des chambres d'agriculture, des groupements d'agriculteurs bios.... Ces références sont insuffisamment nombreuses et se concentrent surtout sur des résultats technico-économiques (rendements, performances animales, soldes intermédiaires de gestion comptables...). Il existe un manque de référence sur les modes de gestion et les pratiques associées dans les élevages bios permettant d'atteindre de bonnes performances.

II- Les bénéfices potentiels d'une diversification de l'exploitation

La diversification d'une exploitation agricole à différents niveaux est un moyen de réduire les risques découlant du cahier des charges bio. Plusieurs leviers de diversification existent et leur association au sein d'un même système rend théoriquement ce dernier plus efficient et plus durable. Ces leviers peuvent aussi bien concerner les outils de production (sol et animaux) que le management de la production (organisation du travail, gestion des risques...).

1) Au niveau de l'assolement

La diversification de l'assolement consiste à introduire de nouvelles espèces, ce qui entraîne le plus souvent un allongement de celle-ci de plusieurs années. Des pratiques, de plus en plus complexes et techniques, permettent de tirer parti de cette diversification : mise en place de mélanges variétaux, de cultures associées et intermédiaires (*Figure 3*). Le niveau de changement de pratique le plus complexe est de repenser les rotations des cultures entre elles, puis la rotation des cultures avec les prairies. Ces leviers peuvent pallier les contraintes éventuelles d'une conversion à l'AB car ils permettent :

- De diminuer les effets du climat grâce aux conditions météorologiques différentes conditionnant le développement des variétés (a)
- De réduire l'attractivité des cultures par les ravageurs, (b)
- D'étouffer les adventices, (c)
- De casser les cycles des adventices, ravageurs et maladies. (d)

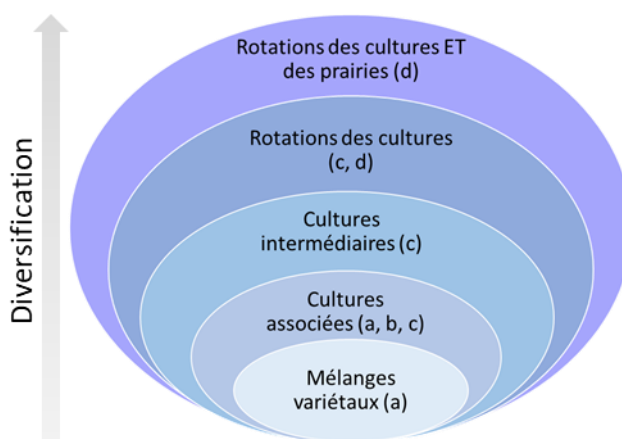


Figure 3 : Leviers de diversification de l'assolement. Ces leviers suivent une progression dans la diversification et leurs mises en pratique sont de plus en plus complexes et techniques.

Plus précisément, la diversification de l'assolement peut concerner les cultures céréalières ou fourragères, et offre un large éventail de ressources alimentaires pour nourrir les animaux, permettant aux exploitants de se rapprocher de **l'autonomie alimentaire**. Voici quelques exemples afin d'atteindre cette autonomie. Les couverts intermédiaires peuvent être récoltés pour augmenter le stock fourrager dédié aux animaux ¹², surtout si l'exploitation doit assurer les besoins alimentaires de deux ateliers animaux. L'introduction de colza peut permettre à l'éleveur de se rapprocher d'une autonomie alimentaire azotée et protéique pour le troupeau. Autre exemple : le lin est une culture qui nécessite peu d'azote ¹³. Ce dernier peut donc être fourni par le ou les ateliers animaux présent(s) sur la ferme, pour permettre aux agriculteurs de limiter leurs charges opérationnelles. De plus, toujours d'après cette étude, un blé aura un meilleur rendement s'il est précédé

d'un lin plutôt que d'un colza. Ce gain est estimé à une augmentation de la marge brute pouvant aller de 100 à 200€/ha (en conventionnel). L'introduction d'une nouvelle culture est souvent conditionnée à sa rentabilité lors de la vente. L'éleveur doit donc choisir entre vendre une culture et acheter des concentrés comme les tourteaux ou bien utiliser directement la récolte pour les animaux ?

La diversification des cultures dans la rotation va de pair avec un allongement de la rotation. Cela permet de **casser les cycles de développement des adventices**, et **limite aussi l'invasion des ravageurs** qui ne peuvent plus s'installer durablement sur une parcelle car leur plante hôte n'est plus disponible ¹⁴. Cet allongement de la rotation entraîne souvent une augmentation de la part de prairies dans l'assolement. Ces dernières permettent **d'améliorer la structure du sol et de l'enrichir en azote** sur la rotation complète lors d'une association variée de graminées et de légumineuses. La diversité au sein de la prairie implantée permet aussi de mieux satisfaire les besoins nutritifs des ruminants (fourrage ou pâture).

Le système de cultures et le système fourrager doivent alors être repensés. Il devient donc essentiel que l'éleveur raisonne ses cultures et ses prairies comme un système reposant sur de multiples interactions. En revanche, il convient d'être prudent car, si ces pratiques ne sont pas maîtrisées, les bénéfices potentiels d'une telle diversification peuvent être contreproductifs.

2) Au niveau du troupeau

Les leviers de diversification précédemment cités au niveau de l'assolement peuvent s'appliquer à toutes les exploitations de polyculture-élevage. Ici, nous aborderons la diversification des élevages au sein d'une même exploitation. On parlera donc dorénavant d'exploitations en polyculture-polyélevage (PCPE). Ces dernières peuvent théoriquement posséder plus de 2 ateliers animaux et concerner toutes les espèces d'élevages : porcs, volailles, herbivores, lapins ... Le plus souvent, on retrouve deux espèces animales et plusieurs cultures/prairies. Plusieurs combinaisons de troupeaux sont possibles. Par exemple, bovins viande et ovins, ou porcs et bovins lait ou encore volailles et ovins, ... La suite de ce rapport se concentrera sur ces exploitations de PCPE.

On retrouve également une graduation dans la diversité d'une exploitation au niveau du troupeau (*Figure 4*). Cette diversité permet :

- De bénéficier des avantages de performances des deux races pour un seul troupeau (a).
- De mieux valoriser les prairies (b, c)
- De réduire la pression parasitaire (b, c)

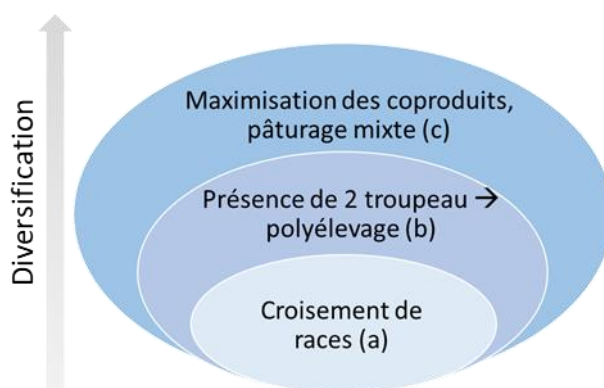


Figure 4: Leviers de diversification du troupeau. Ces leviers suivent une progression dans la diversification et leurs mises en pratiques sont de plus en plus complexes et techniques.

L'introduction d'un second atelier animal dans une exploitation, initialement en polycultures-élevage, favoriserait les bénéfices de la diversification ((b) sur figure 4). Certains leviers sont présentés ci-dessous ainsi que leurs spécificités dans les modes de gestion, lorsqu'ils sont mis en place dans des systèmes de PCPE.

En présence de deux espèces herbivores, plusieurs modes de gestion du pâturage permettent de le rendre plus efficace et présentent de nombreux avantages. On distingue le plus souvent une pâture simultanée (les deux espèces sont en même temps sur la même parcelle) ou alternée (les animaux se succèdent sur une même parcelle). Dans tous les cas, on parle de pâturage mixte. Dans la littérature plusieurs bénéfices sont avancés.

D'abord, **une diminution du parasitisme peut apparaître** ^{15,16} en pratiquant un pâturage mixte qui brise le cycle de développement des parasites. Cet argument est vérifié uniquement pour les ovins lorsqu'ils sont associés à des bovins. La présence de deux espèces induit un retour au pâturage plus long. Ceci permet de diluer la concentration des nématodes et réduire la pression parasitaire de chaque parcelle, limitant ainsi l'achat d'anthelminthiques, argument aussi avancé pour l'AB ^{15,16}. Cependant le risque de transmission de maladies communes aux deux espèces n'est pas nul. Par exemple en Italie en 2005, la tuberculose a touché un troupeau mixte de bovins et d'ovins ¹⁷.

Le pâturage mixte permettrait **d'augmenter les performances individuelles** ^{15,18} des ovins à hauteur de 15g/jour (par rapport à un pâturage d'ovins seuls). Cependant, d'autres expérimentations seraient nécessaires pour étudier quels facteurs participent à ces performances (quelle est la contribution exacte du pâturage mixte ? Est-ce que les performances sont en partie améliorées grâce à la diminution des parasites ?). Il y aurait une proportion d'équilibre au niveau du chargement entre les bovins et les ovins, afin que les performances de chaque espèce ne soient pas dégradées. Ce gain de 15 grammes par jour pour les ovins peut aussi être multifactoriel. En revanche, aucun gain de poids n'a été clairement établi pour les bovins ¹⁵.

On constate aussi une **meilleure efficacité du pâturage**, puisque les deux espèces ont des comportements alimentaires différents ¹⁹ (hauteur de pâture, refus...). De plus, ce mode de gestion permet d'étaler la saison de pâture grâce à la complémentarité des stratégies alimentaires de chaque espèce ²⁰. La présence d'ovins ou caprins sur l'exploitation permet de valoriser des espaces plus pauvres et peu accessibles ²¹.

Des contraintes physiques liées à la structure de l'exploitation peuvent compliquer la mise en place d'un pâturage mixte : SAU insuffisante, sols pas suffisamment portants pour accueillir un pâturage soutenu.... Et pour que ce pâturage mixte soit efficace, il demande rigueur et expérience ; ce qui peut rendre un éleveur réticent à la mise en place d'un second atelier d'élevage surtout en AB. Ces conseils dispensés par les organismes de développement agricole permettent d'améliorer l'efficacité du pâturage : durée du pâturage, chargement en fonction du type de prairies, hauteur de l'herbe à l'entrée au champ, utilisation de prairies diversifiées...

Malgré ces intérêts, les études sur le pâturage mixte, simultané ou alterné, restent insuffisantes et sont réalisées pour l'association de bovins et d'ovins, le plus souvent pour les pré-troupeaux. Une méconnaissance du pâturage mixte ou sa mauvaise application pourrait rendre la ferme vulnérable, déjà affaiblie par une conversion à l'AB. Les conséquences sur les animaux (mauvaise croissance, parasitisme) et sur les prairies (retour trop rapide, piétinement par un chargement non maîtrisé) ne feraient qu'empirer la situation.

3) Au niveau global de la ferme

La diversification aux niveaux de l'assolement et du troupeau a des conséquences à l'échelle de la ferme. La *figure 5* synthétise les bénéfices d'une diversification au niveau global de la ferme.

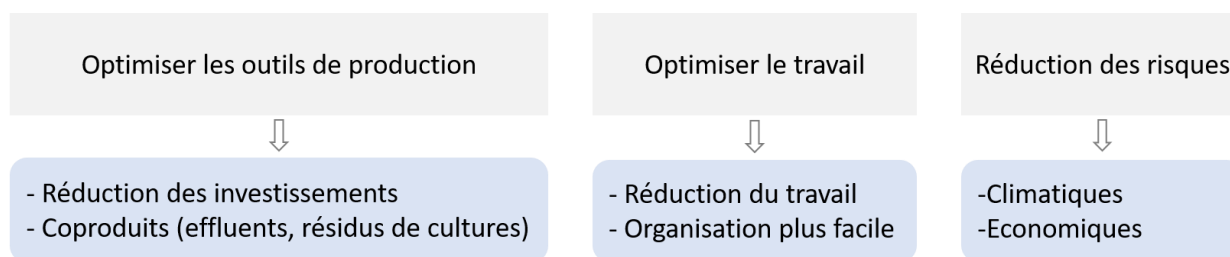


Figure 5 : Bénéfices d'une diversification au niveau global de la ferme. Ils découlent de l'optimisation des outils de production, de l'optimisation du travail et de la réduction des risques

a) L'optimisation des outils de production et des coproduits

La diversification par la création d'un **second atelier animal pourrait réduire les investissements** rapportés à l'UGB (Unité Gros Bétail), puisqu'ils sont utilisés par deux troupeaux (économie d'échelle)²². Les frais de clôture et gardiennage, et l'utilisation de nouvelles parcelles (achat ou fermage) sont donc mieux amortis puisque valorisés par deux espèces. Les espaces enherbés sont ainsi préservés par une diminution de la mécanisation, permettant une bonne fertilité et limitant la compaction des sols¹⁵. Lorsque l'association concerne des monogastriques et des herbivores, ce sont d'anciens bâtiments d'élevage qui peuvent être aménagés de façon fonctionnelle pour le nouvel atelier.

L'éleveur peut également se servir d'éléments, a priori considérés comme des « déchets », pour les réutiliser et **optimiser ses productions : ce sont les coproduits**^{23,24}. On retrouve d'abord les **effluents** des animaux présentant un **potentiel de fertilisation important**. Pour répondre aux besoins nutritifs des cultures et des prairies, l'éleveur peut adapter le type d'effluent (lisier, compost, fumier) et son origine (monogastriques/polygastriques) en fonction des végétaux en question (prairies, céréales, méteils). Ensuite, **les produits d'un atelier peuvent être transférés vers un autre**. Ainsi, **les résidus de cultures** sont aussi des coproduits. Ils peuvent être une source d'alimentation pour les herbivores en étant pâturés ou récoltés. Autre exemple : sur une exploitation laitière, le lait non destiné à l'alimentation humaine peut être distribué à des animaux d'engraissement (veaux, porcs, ...) ²⁵. La paille des céréales, destinées à alimenter des monogastriques, peut être utilisée pour le paillage des polygastriques. La valorisation de ces coproduits permet aux exploitations d'être plus durables en bouclant les cycles des éléments minéraux, en augmentant l'autonomie alimentaire des animaux... L'évaluation de cette optimisation nécessite une bonne compréhension de l'exploitation. Aujourd'hui, la mise en application de ces pratiques (optimisation des ressources et coproduits) n'est pas référencée. Les exploitations pratiquant ces modes de gestion sont rares, peu identifiées et ne permettent donc pas de généraliser les avantages de ces pratiques.

b) L'organisation du travail

L'aspect « charge de travail » sur une exploitation de PCPE est inconnu. On peut supposer qu'une exploitation diversifiée est plus complexe à gérer qu'une exploitation spécialisée¹⁵.

La diversification, couplée à une production en AB, peut parfois être **bénéfique et réduire légèrement le temps de travail**. L'agriculteur utilise les services écosystémiques (stockage de l'azote par les légumineuses) et la diversification de l'assolement pour remplacer les passages d'intrants de synthèse (azote minéral, pesticides, herbicides, fongicides). Cependant, le désherbage mécanique est souvent réalisé par une succession de plusieurs passages d'outils de travail du sol, pouvant rallonger le temps de travail. Au niveau des troupeaux, certaines espèces peuvent être complémentaires dans l'organisation du travail. Par exemple, les ovins peuvent avoir une période de mises-bas large suivant les races. L'éleveur peut donc adapter son cycle de reproduction des moutons en fonction de sa charge de travail liée à l'autre atelier d'élevage. Au contraire, cette diversification peut parfois **entraîner des périodes intenses de travail (pics)** lorsque deux charges ponctuelles de travail se déroulent en même temps : moisson et mises-bas par exemple.

Il faut préciser que lorsque l'exploitation comporte plusieurs associés et/ou salariés, l'organisation semble plus facile²⁶. En effet, les responsabilités et les travaux peuvent être partagés. Par contre, cela peut entraîner une spécialisation de chaque travailleur (associés ou salariés) sur un atelier (animal ou végétal).

c) La gestion des risques

La diversification peut permettre une meilleure gestion des risques. Ces derniers peuvent être climatiques et/ou économiques²⁷. En effet, en cas de conditions météorologiques défavorables, toutes les cultures ne seront pas affectées de la même manière puisqu'elles ont des besoins physiologiques différents. Une année trop pluvieuse peut entraîner une mauvaise qualité du blé mais permettre un meilleur rendement au maïs ensilage. L'éleveur pourra donc assurer un revenu sur une culture donnée, quand une autre ne sera pas bien rémunérée. Par la même logique, la diversification réduit les risques économiques. En disposant de plusieurs ateliers animaux, l'éleveur peut orienter une production ou une autre en fonction de leurs rémunérations respectives. Les coproduits et la diversité des cultures permettent d'augmenter l'autonomie alimentaire et l'autonomie en paille, ce qui participe à réduire les risques économiques. Cependant, ces derniers peuvent être aggravés en cas de mauvaise gestion globale de l'exploitation : parasitisme des animaux, mauvaise gestion du pâturage, mauvaise organisation du travail.

Les risques d'une conversion à l'AB sont nombreux et la diversification du système est un levier pour les limiter. Dans le cas d'une exploitation en PCPE en bio, les facteurs de performances sont liés à la mise en application des pratiques précédemment citées : pâturage mixte, diversification de l'assolement, organisation du travail... Ces aspects techniques et organisationnels rendent le système complexe. Les bénéfices de la diversification reposent sur les interactions entre les composantes de l'exploitation (cultures, prairies, animaux) : il s'agit de l'intégration de la ferme.

III- Le principe d'intégration des exploitations de polyculture-polyélevage

1) Quelques exemples

Le niveau d'intégration d'une exploitation traduit la coordination et l'agencement spatial et temporel des différents ateliers de cultures et d'élevages²⁸. Ce principe d'intégration peut donc s'appliquer à toutes les composantes d'une exploitation de PCPE : atelier animal 1, atelier animal 2, cultures, prairies... Trois exemples (Figures 7, 8 et 9) sont présentés par la suite, ils permettent de mieux comprendre ce qu'est le niveau d'intégration au sein en PCPE.

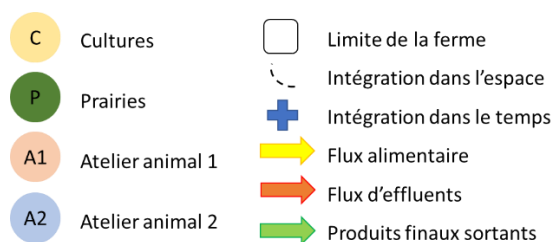
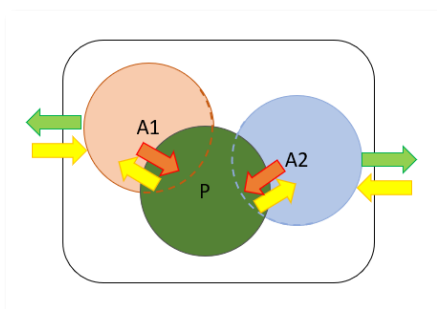


Figure 6 : Légende des exemples expliquant l'intégration des exploitations de polyculture-polyélevage. Les schémas suivants ont été adaptés et sont issus de la thèse de Marc Moraine (2015)²⁸.

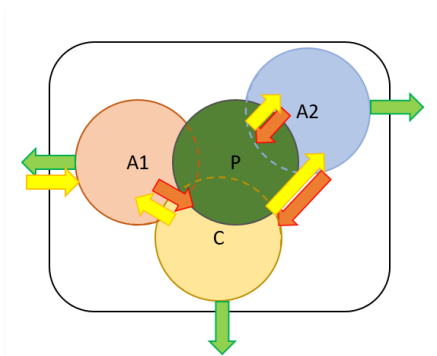
Exemple n°1 : Exploitation de bovins et ovins en pâturage exclusif



Pour le cas de la ferme en PCPE n°1, les bovins et les ovins sont nourris grandement à l'herbe mais à partir de parcelles bien distinctes. Il n'y a pas de cultures. On remarque, d'une part des interactions entre les ovins et les prairies et d'autre part, une interaction entre les bovins et les prairies. Les échanges de flux (fourrages et fertilisants organiques produits et achetés) restent au sein d'un même atelier animal. L'intégration entre les deux ateliers animaux est nulle, mais chaque atelier animal est intégré aux prairies.

Figure 7: Exemple n°1 : Exploitation bovins/ovins en pâturage exclusif. A1 : Ovins, A2 : Bovins.

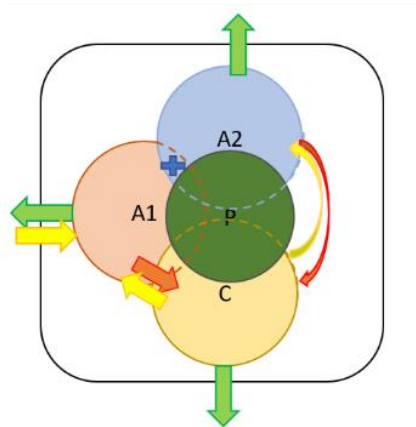
Exemple n°2 : Exploitation volailles et bovins avec pâture et cultures



Dans ce second exemple, il y a davantage d'interactions et de diversification. Pour l'atelier n°2 (bovins), les flux de fourrages et de déchets organiques ne s'échangent qu'entre les herbivores et les prairies. L'atelier n°1 (volailles) est davantage intégré puisqu'il interagit à la fois avec les prairies et avec les cultures. Concrètement cela se traduit par la consommation des céréales par les volailles (intégration entre les volailles et les cultures) et par l'utilisation de prairies comme parcours enherbée des volailles (intégration entre les prairies et les volailles). De plus, les cultures sont en rotation avec les prairies, ce qui ajoute de l'intégration au système.

Figure 8 : Exemple n°2 : Exploitation Bovins/Volailles avec pâture et cultures. A1 : Volailles, A2 : Bovins

Exemple n°3 : Exploitation de bovins et ovins en pâturage mixte et présence de cultures



Dans ce dernier exemple, le niveau d'intégration entre les 4 composantes est encore plus élevé que dans les précédents. Les deux ateliers animaux interagissent avec les prairies et entre eux puisqu'une partie des parcelles est commune aux deux espèces (pâturage mixte simultané, intégration dans le temps et dans l'espace). Les deux ateliers animaux sont intégrés au système de cultures : la paille et une partie des céréales sont consommées par les deux troupeaux. Les effluents des deux espèces animales sont épanchés à la fois sur les céréales et sur les prairies. Ici, le système est d'autant plus compliqué que les 4 ateliers s'entrecroisent, c'est-à-dire que le niveau d'intégration est important.

Figure 9 : Exemple n°3 : Exploitation bovins/ovins avec pâturage mixte et présence de cultures. A1 : Ovins, A2 : Bovins

Grâce à ces exemples, on comprend que la complexité de gestion de ce type d'exploitation fait que l'intégration entre les ateliers peut être faible ou inexistante. Les deux ateliers animaux n'ont parfois pas d'interactions, et sont gérés comme deux ateliers juxtaposés, comme dans l'exemple n°1. Chaque atelier a ses intrants, ses produits finaux, ses propres parcelles voire son propre salarié/associé. À l'inverse, l'exemple n°3 présente une interaction forte entre toutes les composantes. L'intensité et la fréquence des interactions entre ces composantes dans une exploitation en PCPE, permettraient d'obtenir les bénéfices permis par la diversification (cités en partie II-).

2) Les dimensions de l'intégration

Le principe d'intégration est composé de trois dimensions : « gestion des pratiques », « gestion des ventes », « organisation du travail ».

a) Dimension « Gestion des pratiques »

Le principe d'intégration, illustré précédemment, explique la dimension « Gestion des pratiques ». Elle inclut toutes les composantes de l'exploitation : ateliers animaux, cultures et prairies. Elle est divisée en 5 sous-dimensions, chacune de ces sous-dimensions évaluant l'intégration entre 2 ou plusieurs composantes (figure 10). L'intégration « absolue » de toutes les composantes combine les bénéfices d'une diversification au niveau de l'assolement, des troupeaux et de la ferme dans sa globalité (cités en partie II-).

Ces sous-dimensions sont les suivantes :

- L'intégration Cultures-Prairies est basée sur la gestion de l'assolement : les prairies sont-elles incluses dans la rotation des cultures, ou non ?
- L'intégration Cultures - Élevages, consiste par exemple à regarder la part de cultures produites sur l'exploitation et utilisées par les animaux. Mais cela concerne aussi la pâture des résidus de cultures et des couverts, l'utilisation de la paille...

- L'intégration Prairies-Élevages comprend entre autres, la durée de la pâture des animaux mais aussi la part d'herbe dans la ration...
- L'intégration Élevage - Élevage évalue les périodes où les animaux sont en interactions : pâturage mixte simultané et/ou successif, utilisation simultanée et/ou successive des mêmes bâtiments d'élevage...
- L'intégration Cultures - Élevages – Prairies concerne toutes les composantes de l'exploitation. Il est surtout question dans cette sous-dimension, des effluents d'élevages valorisés sur les cultures et prairies et de l'utilisation des coproduits.

Cependant, la définition précédente de l'intégration de Moraine et al.²⁸ n'inclut que des aspects liés aux pratiques agricoles : gestion du pâturage, alimentation des animaux, rotation des cultures... Or la diversification d'une exploitation a inévitablement des conséquences sur l'organisation du travail. Par ailleurs, la mise en place d'un second atelier animal peut amener l'éleveur à changer de stratégie de commercialisation. Ce sont les deux autres dimensions représentées sur la *figure 10*.

b) Dimensions « Gestion des ventes »

La stratégie de commercialisation d'un éleveur en AB peut évoluer lorsqu'il diversifie ses productions animales. En France, 22% des produits bios sont achetés directement à la ferme³. Ainsi, la mise en place d'un second atelier animal peut conduire l'éleveur à agrandir sa gamme de produits, afin de toucher davantage de consommateurs. De plus, les circuits de commercialisation choisis (courts ou longs) et le nombre de clients de l'éleveur peuvent influencer la vulnérabilité des ventes et donc son revenu. En effet, on suppose qu'une diversité de clients (coopératives, magasins de producteurs, consommateurs en vente directe) assure une sécurité de débouchés à l'éleveur. Ceci est d'autant plus accentué qu'il doit assurer l'écoulement de produits animaux issus de deux ateliers différents (lait et œufs ou viande de porc et viande de bœuf...). Dans cet esprit, l'intégration de la gestion des ventes se décompose en deux parties :

- L'intégration entre les produits vendus en circuits courts et ceux vendus en circuits longs, qui évalue l'importance de chaque circuit.
- L'intégration des produits transformés qui peuvent être composés d'ingrédients issus de plusieurs composantes de la ferme, pour prendre en compte l'intégration jusqu'au produit final destiné aux consommateurs.

c) Dimension « Organisation du travail »

L'aspect de l'organisation du travail repose sur l'idée que la diversification d'une exploitation, y compris la mise en place d'un second atelier d'élevage, peut conduire à une spécialisation de la main d'œuvre. En plus des composantes de la ferme (cultures, prairies, ateliers animaux), on considère que l'aspect commercialisation des produits peut occuper une charge de travail importante. Ainsi, l'intégration du travail peut se traduire par :

- La polyvalence des travailleurs qui consiste à observer si ces derniers sont spécialisés sur une ou plusieurs composantes de production (cultures, prairies, ateliers animaux) et/ou sur la commercialisation
- L'intégration dans l'organisation qui se traduit par la concomitance de tâches de travail.

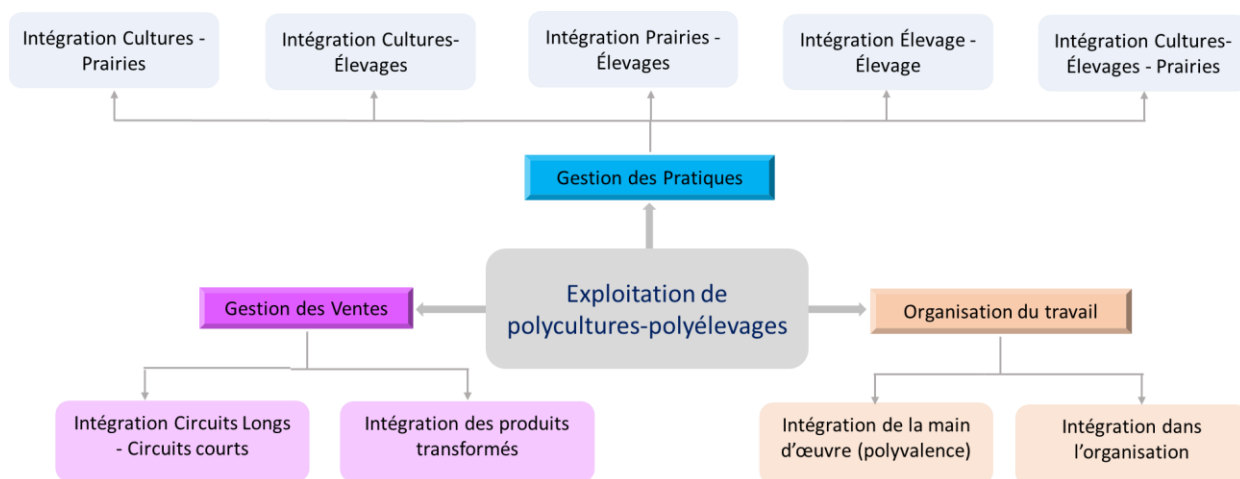


Figure 10 : Synthèse des dimensions et sous-dimensions de l'intégration d'une exploitation de polyculture-élevage, adapté de Martin et al. 2019

3) Des questions sans réponse

Aujourd'hui, nous ne **disposons que peu d'informations sur les exploitations en PCPE et sur leurs modes de gestion en particulier**. De façon générale dans la littérature, il est surtout question des avantages au niveau du parasitisme et de l'efficacité des prairies pâturées, évalués au travers d'expérimentations factorielles. En revanche, peu d'études confirment ces avantages avec des analyses systémiques permettant de mesurer la diversité des performances des élevages mixtes dans des conditions réelles de gestion¹⁵. Ce manque d'information peut s'expliquer par le fait que peu d'exploitations soient en polyculture-polyélevage. Lors de suivi technique par des organismes (coopératives, chambres d'agriculture...), ces exploitations sont souvent conseillées séparément sur chacune de leurs productions. Le **système est vu comme une juxtaposition des deux ateliers** et non comme deux ateliers en interaction. De plus, la complexité de ce système peut rendre le suivi et les conseils difficiles.

Par ailleurs, le niveau d'intégration entre 2 ateliers est difficilement quantitativement mesurable. Par exemple, comment prendre en compte que la paille des céréales d'une ferme en PCPE est utilisée à 80% par l'atelier n°1 ? Les niveaux d'intégration entre toutes les composantes (végétaux et animaux) de l'exploitation sont différents et varient également en fonction des années. Ils dépendent aussi du choix stratégique de l'éleveur à privilégier le développement d'une production par rapport à l'autre en fonction de la conjoncture actuelle, des moyens techniques et financiers à disposition. De par cette complexité, il n'existe pas de système d'indicateurs permettant d'évaluer ces fermes tant sur leur niveau d'intégration que sur leur durabilité et leurs performances. Ainsi, **les outils de diagnostic d'exploitations existants ne sont pas ou peu adaptables à des élevages mixtes, car ils ne tiennent pas compte des spécificités des modes de gestion**. De plus, ils sont souvent paramétrés pour un seul atelier animal. Les pratiques spécifiques aux systèmes en PCPE tels que le pâturage mixte ou la valorisation des coproduits sont absentes de ces évaluations. Le principe d'intégration n'existe pas dans ces modèles, ce qui les rend inutilisables.

Concernant la production de références économiques, on peut supposer que les **données comptables soient difficiles** à analyser car comment identifier si un atelier ou un autre permet une meilleure trésorerie (ou autre indicateur économique) sur l'année. La seconde difficulté d'analyse est que les indicateurs économiques sont souvent calculés par une unité : ha ou animal. Il est alors peu pertinent de comparer deux ateliers dont les animaux ont des cycles de production très éloignés (porcs et bovins par exemple). De plus, il est important de savoir quelles productions (végétales ou animales) sont les plus « rentables » alors que

les surfaces peuvent servir à 2 ateliers (cultures de vente et animaux) et que les cheptels ne sont jamais de taille égale. Ces spécificités de chaque atelier rendent donc l'analyse et l'harmonisation des données techniques et économiques compliquées.

Enfin, l'intégration de la ferme (toutes dimensions confondues) découlant d'une diversification forte, permettrait de réduire les risques consécutifs à une conversion à l'AB. Cependant, quand-est-il de la durabilité de ces systèmes ? Est-ce que les pratiques spécifiques aux systèmes de PCPE (pâturage mixte, valorisation des coproduits) permettent de satisfaire les piliers de la durabilité ?

En conclusion, les exploitations mixtes biologiques n'ont pas de référence en termes de performances et de durabilité, des modes de gestion associés, et les éventuelles pistes d'amélioration et d'innovation de ces systèmes ne sont que rarement travaillées par la recherche et le conseil agricole.

PARTIE 2

—

Problématique

&

Méthodologie

I- Problématique

1) Le projet MIX-ENABLE

Face à ces enjeux mais aussi aux difficultés précédemment exposées, on peut se demander :

- Est-ce que les exploitations biologiques en polyculture-polyélevage sont durables ?
- Quelles sont les conditions de durabilité et de robustesse de ces exploitations notamment en terme de gestion de l'intégration des différents ateliers ?
- Ces exploitations sont-elles plus durables et robustes que des exploitations spécialisées ?

C'est à ces questions que tente de répondre le projet *MIX-ENABLE* qui est financé par *Core Organic*. Son objectif est d'apporter des éléments de réponse aux exploitations déjà en PCPE ou bien celles qui voudraient le devenir. *MIX-ENABLE* vise aussi à faire un état des lieux de ces exploitations, à identifier des pratiques originales liées à la mixité et à évaluer leur durabilité sociale, économique et environnementale.

Ce projet a commencé le 1^{er} avril 2018 et implique 7 pays européens (Figure 11). Ce sont : la France (INRA, IDELE, ITAB), la Belgique (CRA-W), l'Autriche (BOKU), la Suisse (FiBL), la Suède (SLU), l'Allemagne (Forschungsring, Thuenen Institute), et l'Italie (Tuscia Uni).



Figure 11 : Pays partenaires du projet MIX-ENABLE

2) L'organisation et les objectifs du projet MIX-ENABLE

Le projet est divisé en 6 modules (Figure 12).

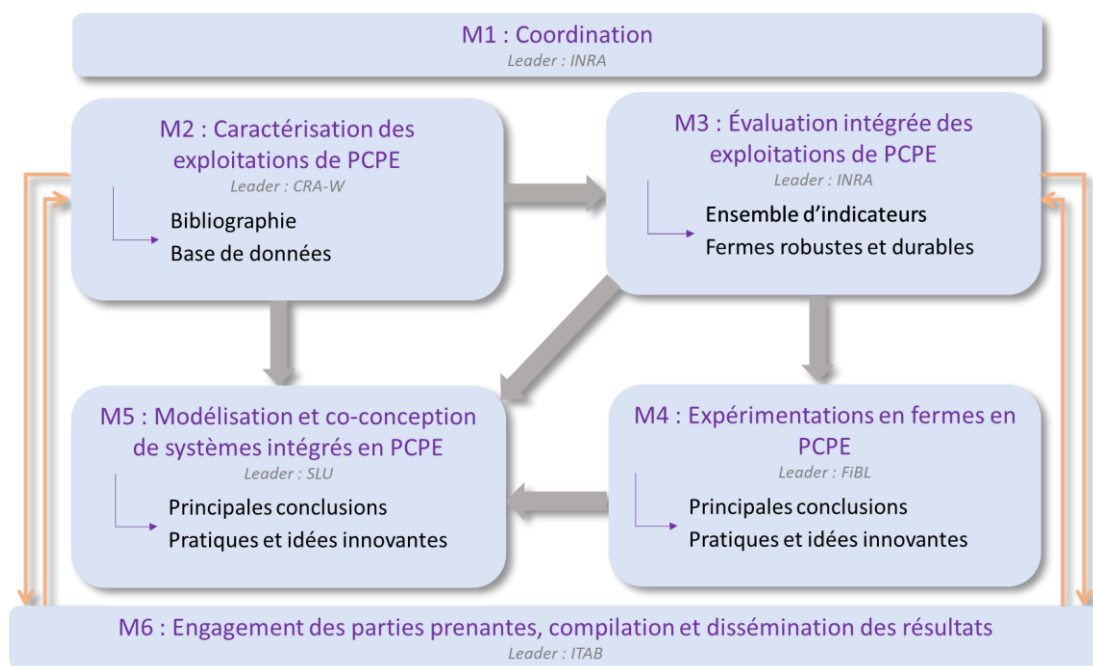


Figure 12 : Organisation des différents modules composant le projet MIX-ENABLE, et pays en charge de chaque module.

M1 « Coordination du projet »

La coordination entre tous les modules est menée par l'INRA de Toulouse grâce à Guillaume Martin (Coordinateur du projet). Il s'agit de suivre l'avancée de chaque module afin d'assurer le bon déroulement global du projet et de favoriser les bonnes relations de coopération entre les chercheurs.

M2 « Caractérisation des systèmes biologiques en polyculture-polyélevage en Europe

Un travail bibliographique a pour but de caractériser les élevages mixtes bios et de les comparer aux élevages spécialisés par la suite. Ce module, mené par le CRA-W (Belgique), gère les enquêtes réalisées dans chaque pays partenaire ainsi que la base de données associée. Cette dernière sera utilisée dans les modules M3 et M5. Une réflexion sur l'échantillonnage des fermes est importante. En effet, les combinaisons possibles d'espèces et de productions (lait et/ou viande) sur les élevages mixtes sont très nombreuses. Cependant elles sont liées au pays en question et au territoire donné. Il est donc important de pouvoir comparer des systèmes ayant les mêmes espèces et les mêmes ordres de grandeur de structure (taille troupeau, SAU, nombre d'UTH...).

M3 « Évaluation intégrée des systèmes biologiques en polyculture-polyélevage »

Ce module est mené par l'INRA. L'objectif est de comprendre le niveau d'intégration entre les différents ateliers. L'enjeu est aussi d'évaluer la durabilité et la robustesse des élevages mixtes par un ensemble d'indicateurs tout en tenant compte des spécificités de ces systèmes. Cet ensemble d'indicateurs est alors appliqué aux exploitations enquêtées (Module M2).

M4 « Expérimentations en ferme dans les élevages mixtes bio »

Ce module, mené par FiBL (Suisse), consiste à approfondir certains des bénéfices théoriques d'un système polyélevage conduit en agriculture biologique. Les infections parasitaires, le comportement animal (des différents ateliers animaux), le contrôle des adventices, la gestion des prairies et du pâturage..., nécessitent une surveillance régulière afin d'identifier leurs cinétiques au sein de ces systèmes. Ce module vise à comparer ces éléments entre des systèmes biologiques en polyculture-polyélevage et des systèmes biologiques spécialisés grâce à des expérimentations en ferme. Le système d'indicateurs défini lors du module M3 sera de nouveau valorisé.

M5 « Modélisation et co-conception de systèmes d'élevages mixtes bio intégrés »

La finalité de ce module est l'adaptation de modèles existants (ORFEE et IAT) pour simuler des exploitations de PCPE. Les scénarios de simulation sont construits avec l'aide d'éleveurs européens ayant des exploitations de polyélevage identifiées comme durables et robustes. Ces modèles permettent aussi de simuler les avantages théoriques des exploitations biologiques de polyélevage sous différents contextes, et donc d'observer les limites de ces avantages au regard de différents niveaux d'intégration. Ce module est mené par SLU (Suède).

M6 « Engagement des parties prenantes, compilation et dissémination des résultats »

Ce dernier module est géré par l'ITAB (France). Les résultats obtenus dans les modules précédents sont diffusés au niveau européen et pour chaque pays, selon un plan défini par l'ITAB. L'objectif est de coordonner la communication entre les partenaires mais aussi les moyens de communication utilisés pour rendre visible le projet MIX-ENABLE.

3) Ma problématique

L'objectif de mon étude sera d'évaluer l'intégration des exploitations de polyculture-polyélevage enquêtées en France dans le cadre du projet MIX-ENABLE. Cette analyse se base sur les dimensions de l'intégration définies dans le projet.

La question de leur durabilité fait l'objet d'un autre stage de fin d'étude, réalisé par Élise Lang. La mise en perspective de la durabilité et de l'intégration de ces exploitations se fera plus tard, toujours dans le cadre de *MIX-ENABLE*.

Les exploitations de polyculture-polyélevage étant très peu étudiées, le travail réalisé est exploratoire. Mon étude présente donc les objectifs suivants :

- Utiliser la méthode d'évaluation de l'intégration dans les exploitations en PCPE, définie par *MIX-ENABLE* et l'appliquer sur les exploitations de PCPE enquêtées en France,
- Identifier des « profils » d'intégration parmi ces exploitations françaises

II- Méthodologie

1) Recherche bibliographique

Les recherches bibliographiques ont débuté avant le lancement officiel du projet (avril 2018). Concernant l'agriculture biologique, les références proviennent essentiellement d'instituts agricoles français tels que l'Agence Bio et les chambres d'agriculture. Pour les informations liées à la diversification, les recherches se sont faites en anglais. Les principaux mots clés utilisés étaient « co-pâturage », « intégration », « mixité ». Des associations de mots-clés ont été utilisées pour cibler certains bénéfices de la diversification comme « ovins+bovins ». Les outils de recherches étaient principalement *Google Scholar*, *Web of Science*, *Prod INRA* et *Hal*, *archives ouvertes*.

2) Réalisation des enquêtes et gestion des données collectées

Les données analysées pour mon PFE sont issues de fermes françaises en PCPE. En France, 45 fermes ont été enquêtées pour le projet européen (*Figure 13*). Cependant, certaines fermes n'ont pu être conservées car les données collectées n'étaient pas complètes. L'échantillon est composé de :

- 15 fermes de l'INRA de Toulouse,
- 14 fermes de l'INRA de Clermont-Ferrand
- 2 fermes de l'INRA de Montpellier.

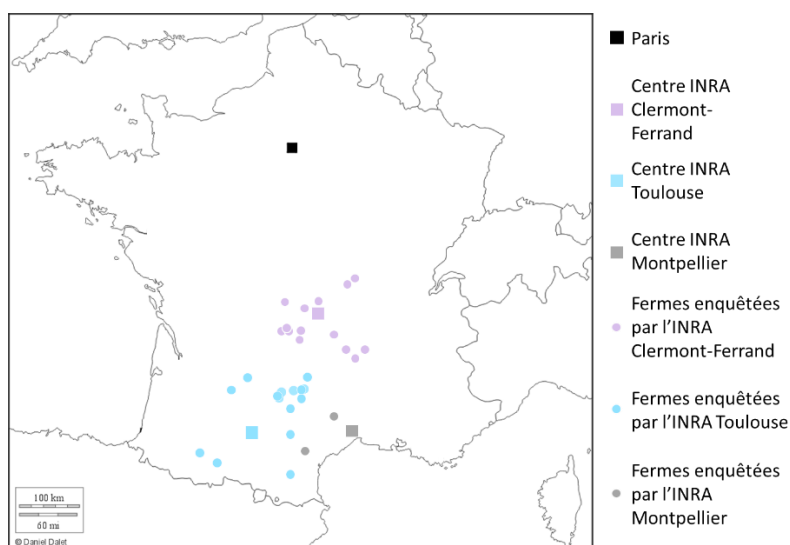


Figure 13 : Carte représentant la répartition des exploitations enquêtées en France entre les différents centres INRA (Toulouse, Clermont-Ferrand et Montpellier)

a) Échantillonnage

Pour Toulouse, il a été compliqué de trouver ce type d'exploitation proche du centre *INRA*. Les fermes ont été identifiées dans la région Occitanie principalement grâce à un registre départemental d'exploitations pratiquant la vente directe. Les critères d'échantillonnage, imposés par le projet *MIX-ENABLE* étaient : i) être en agriculture biologique (hors phase de conversion), ii) avoir 2 ateliers d'élevage sur l'exploitation (animaux en production).

Les combinaisons possibles d'espèces pour chaque exploitation sont multiples. Cependant, certaines associations d'espèces ont été privilégiées pour le projet *MIX-ENABLE*. En France, les combinaisons étaient : « Bovin Lait – Bovin Viande », « Bovin Lait – Porcs », « Bovin Lait – Ovins », « Bovin Viande – Porcs », « Bovin Viande – Ovins ». Etant donné le faible effectif d'exploitations en PCPE, certaines combinaisons d'espèces sont apparues comme « Ovins – Caprins », « Bovin Lait – Caprins », « Bovin – Volailles » et « Ovins – Porcs ». Le nombre de fermes enquêtées par combinaison d'espèces et par centre *INRA* est présenté dans le *Tableau 2*.

Tableau 2 : Répartition des fermes enquêtées par combinaison en France entre les différents centres *INRA*.

	Toulouse	Clermont-Ferrand	Montpellier	Total
<i>BV_OV</i>	3	6	0	9
<i>BV_Porcs</i>	2	5	0	7
<i>BV_Volailles</i>	3	3	0	6
<i>BL_Porcs</i>	3	0	0	3
<i>BL_BV</i>	2	0	0	2
<i>OV_C</i>	1	0	1	2
<i>BL_C</i>	1	0	0	1
<i>OV_Porcs</i>	0	0	1	1
Total	15	14	2	31

BV : Bovin Viande ; *OV* : Ovin Viande ; *BL* : Bovin lait ; *C* : Caprins

b) Le guide d'enquête

Le guide d'enquête est un document listant de façon exhaustive les données à collecter nécessaires aux calculs des indicateurs d'évaluation de l'intégration et de durabilité. Celui que j'ai utilisé est celui de *MIX-ENABLE*, j'ai contribué à son élaboration durant ma seconde année d'apprentissage. Il a été pensé par tous les partenaires du projet en tenant compte des spécificités de chaque pays. Vous trouverez un exemplaire du guide d'enquête en [Annexe n°1](#).

Les informations collectées concernaient :

- La structure de l'exploitation : SAU, UGB par atelier, activités de diversification, historique de la ferme, perception de la mixité des productions animales...)
- Les animaux : effectifs par catégorie et par atelier, bâtiments utilisés, bien-être animal,
- Les prairies : assolement, surface en herbe, gestion du pâturage, fourrages récoltés
- Les cultures : rendement, fertilisation, gestion de la paille, des résidus de cultures et des couverts
- Les ventes : la quantité, le prix de vente, les types de transformation et les circuits de commercialisation pour chaque produit (animal et végétal)
- Les autres ressources : achats d'intrants alimentaires et de fertilisation, coproduits valorisés, énergies consommées (renouvelables ou non)

- Les résultats économiques : produit brut, subventions, charges, résultat, marge brute... et la perception de l'éleveur sur son revenu
- Le bien-être des éleveurs : bilan de travail simplifié, score de satisfaction pour la charge de travail, jours de repos..., répartition du travail pour toute la main d'œuvre.

Les données à collecter étaient nombreuses et certaines n'étaient pas disponibles pour toutes les fermes, comme la comptabilité. Les entretiens avec les éleveurs duraient entre 3h et 4h30, en fonction de la complexité des systèmes.

Après les enquêtes, les données collectées étaient saisies au propre sur une version Excel du guide d'enquête ayant la même organisation. Un renvoi automatique permettait de rassembler les données brutes pour chaque ferme. Puis, à l'aide du logiciel R, les données brutes de chaque ferme ont été rassemblées pour former une seule base de données. Enfin, un premier travail de vérification et nettoyage des données a été effectué. Il a parfois été nécessaire de recontacter les éleveurs pour obtenir des précisions. Cette gestion des données a été effectuée par moi-même et Élise Lang, stagiaire également sur le projet *MIX-ENABLE*, travaillant sur la durabilité des exploitations de PCPE.

3) L'évaluation de l'intégration

a) Le système d'indicateurs

Pour évaluer l'intégration des exploitations de polycultures-élevages européennes, il a été défini un système d'indicateurs d'évaluation de durabilité et d'intégration dans le module 3 de *MIX-ENABLE* (*Figure 12*). Ce sont ces indicateurs d'intégration que j'ai utilisés pour évaluer l'intégration des fermes mixtes françaises (*Tableau 3*).

Ces indicateurs d'intégration ont été construits dans l'idée d'évaluer l'intensité et la fréquence des interactions entre toutes les composantes : cultures, animaux, prairies (*Figure 10*). Ainsi, les interactions de chaque composante de la ferme avec les autres composantes sont évaluées au moyen d'un ou plusieurs indicateurs.

Le *Tableau 3* présente l'ensemble des indicateurs que j'ai utilisés dans mon analyse. Certains indicateurs initialement définis dans le projet *MIX-ENABLE* ont été supprimés car les données présentes ne permettaient pas de les calculer, ou bien car ils ne se révélaient plus pertinents. Les indicateurs I8 « Part de la pâture dans l'alimentation des animaux (UF/UGB) et I16 « Quantité de coproduits échangés sur la ferme (TMS/UGB), ont été calculés grâce aux valeurs d'UF et de taux de matière sèche issues des *Tables INRA 2017* ²⁹ et du recensement agricole de 2010 ³⁰. Initialement, tous les indicateurs étaient basés sur les données collectées lors des enquêtes. Un indicateur a finalement été estimé en partie grâce à des références ³¹. Il s'agit de l'indicateur I15 « Part d'azote épandue sur les cultures de vente (% N produit). En effet, les quantités d'effluents (fumier et lisier) produites sur la ferme étaient très hétérogènes et peu fiables. La production d'azote annuelle au niveau de la ferme a donc été estimée en fonction du type de logement pour les deux ateliers, du temps passé en bâtiment des animaux et le nombre d'UGB par atelier.

b) Traitement statistique des données

Les indicateurs présentés ont été calculés avec le logiciel R pour chaque ferme. Un travail de vérification afin de repérer d'éventuelles anomalies a été conséquent. Pour ce faire, j'ai effectué une analyse descriptive pour chaque indicateur : moyenne, médiane, quartiles, minimum et maximum. Lorsqu'une valeur aberrante apparaissait, il a été nécessaire de retourner à la donnée brute collectée chez l'éleveur pour vérifier

l'information. J'ai finalement obtenu une base de données comportant 21 indicateurs pour 31 exploitations françaises en polyculture-polyélevage.

Utilisation de Mice

Malgré les relances auprès des éleveurs, ma base de données finale comportait 8 valeurs manquantes sur 651 valeurs, soit 1.2%. J'ai donc utilisé la fonction « Mice » disponible sur R ³². Elle permet de générer des données pour des valeurs manquantes, sans modifier la variabilité des données initiales. Les arguments sont standardisés sauf pour un « seed », qui est le nombre d'itérations aléatoires générées pour imputer les valeurs manquantes. Son paramétrage se fait « à tâtons » jusqu'à ce que les valeurs mesurées et les valeurs générées présentent une correspondance la plus parfaite possible lorsqu'elles sont projetées dans une régression PLS (Partial Least Squares régression = régression des moindres carrés) des unes sur les autres, présentée en [Annexe n°2](#).

Une fois le jeu de données complet, j'ai réalisé de nouveau des statistiques descriptives pour chaque indicateur (moyenne, médiane, quartiles, minimum et maximum) ainsi qu'une représentation graphique pour vérifier de nouveau la cohérence des données finales. Un indicateur a été supprimé pour la suite des analyses car il avait la même valeur pour toutes les fermes.

Corrélations

J'ai ensuite réalisé une matrice des corrélations entre tous mes indicateurs sur R avec la fonction « cor ». Lorsque deux variables sont très corrélées, on peut en supprimer une afin de réduire son jeu de données, et permettre ensuite une analyse multivariée plus claire (ici une Analyse en Composantes Principales). J'ai défini le seuil du coefficient de corrélation à 0.80, au-dessus duquel j'ai considéré que 2 variables étaient trop corrélées. Ainsi, plusieurs variables ont été supprimées.

Analyse en composantes principales

Dans l'objectif d'évaluer l'intégration des exploitations, j'ai choisi de réaliser une Analyse en Composantes Principales (ACP) car elle s'applique sur un grand jeu de données où les variables prennent des valeurs quantitatives et continues. C'est donc une méthode d'analyse multivariée que j'ai réalisée sur R avec la fonction `PCA()` ³³, disponible avec le package {FactoMineR}. L'ACP réalisée était centrée et réduite pour pallier le fait que les indicateurs aient des dispersions et des unités différentes. Une fois l'ACP lancée, il faut déterminer le nombre de dimensions à garder dans l'analyse afin que le maximum de variabilité des données soit expliqué par les dimensions (inertie). Pour choisir le nombre de dimensions à garder dans l'analyse, j'ai dû faire un compromis entre une inertie importante et un nombre de dimensions faible pour l'interprétation des résultats. Ensuite, il faut analyser simultanément le graphe des individus et celui des variables, en fonction des axes principaux (dimensions).

Classification hiérarchique sur composantes principales

La classification hiérarchique sur composantes principales (ou *Hierarchical Clustering on Principal Components*) permet d'identifier des groupes d'individus sur un jeu de données multivariées ³⁴. Cette classification, réalisée avec la fonction `HCPC()` sur R disponible avec le package {FactoMineR} est basée sur l'ACP réalisée précédemment. Afin d'obtenir des groupes homogènes, j'ai fait varier le nombre de « cluster », c'est à dire le nombre de groupes voulus. Finalement j'ai choisi d'en créer 4.

Ensuite, pour chacun de ces groupes, j'ai identifié la ferme la plus représentative comme étant celle la plus proche du barycentre de chaque groupe que j'ai comparé aux autres fermes du groupe. Ensuite chaque ferme « type » a été comparée à la médiane des 31 fermes grâce à une représentation en radar. Pour ce faire, les valeurs brutes de chaque ferme ont été converties en score allant de 0 à 100, afin de pouvoir observer les indicateurs sur une même échelle. Ces deux comparaisons ont été réalisées sur les 8 indicateurs mis en évidence par l'ACP. La moyenne était trop influencée par les valeurs extrêmes, je ne l'ai donc pas retenue. Ces radars m'ont permis de comprendre ce qui discriminait les groupes entre eux, notamment au niveau des pratiques.

Tableau 3: Indicateurs utilisés pour l'évaluation de l'intégration : dimensions, sous-dimensions et mode de calcul associés

Dimensions	Intégration	N°	Indicateurs	Mode de calcul
Gestion des pratiques	Intégration Cultures - Prairies	11	Part des prairies en rotation avec les cultures (% surface cultivée)	$\frac{\text{Ha de prairies incluses dans la rotation des cultures}}{\text{Ha de prairies} + \text{Ha de cultures}}$
		Intégration Cultures - Élevages	12	Part des cultures utilisées pour l'alimentation des animaux (% surface en cultures)
	13		Part des résidus de cultures et des couverts pâturés par les animaux (% surface en cultures)	$\frac{\text{Ha de résidus de cultures pâturés} + \text{Ha couverts pâturés}}{\text{Ha de cultures}}$
	14		Part des couverts végétaux récoltés pour l'alimentation des animaux (% surface en couverts)	$\frac{\text{Ha couverts récoltés pour l'alimentation des animaux}}{\text{Ha de couverts}}$
	15		Part des cultures où la paille (litière) est récoltée (% surface en cultures)	$\frac{\text{Ha de cultures où la paille est récoltée pour litière des animaux}}{\text{Ha de cultures}}$
	Intégration Prairies - Élevages		16	Durée de la pâture pour l'atelier animal 1 (en mois)
		17	Durée de la pâture pour l'atelier animal 2 (en mois)	Nombre de mois au paturage pour l'atelier animal 2
		18	Part de la pâture dans l'alimentation des animaux (UF/UGB)	$\frac{\text{Besoins ferme en UF} - (\text{UF céréales conso.} + \text{UF concentrés conso.} + \text{UF fourrages conso.})}{\text{UGB ferme}}$
	Intégration Élevage - Élevage	19	Bâtiment partagé <i>simultanément</i> par plusieurs ateliers (oui/non)	Donnée binaire : 0 pour Non ou 1 pour Oui
		110	Bâtiment partagé <i>successivement</i> par plusieurs ateliers (oui/non)	Donnée binaire : 0 pour Non ou 1 pour Oui
		111	Part des prairies pâturées par au moins 2 ateliers animaux (% surface pâturée)	$\frac{\text{Ha de prairies pâturés par 2 ateliers (successivement ou simultanément)}}{\text{Ha surface totale pâturée}}$
		112	Part des prairies pâturées simultanément par au moins 2 ateliers animaux (% surface pâturée)	$\frac{\text{Ha de prairies pâturés par 2 ateliers successivement}}{\text{Ha surface totale pâturée}}$
	Intégration Cultures - Élevages - Prairies	113	Quantité d'azote produite et épandue (Tonne d'N/ha SAU)	$\frac{\text{Quantité d'azote produite sur la ferme en T} * \text{Quantité de N par T d'effluents}}{\text{Ha de SAU}}$
		114	Part des cultures fertilisées au cours des 5 dernières années (% surface en culture)	$\frac{\text{Ha cultures fertilisées}}{\text{Ha de cultures}}$
		115	Part d'azote épandue sur les cultures de vente (% N produit)	$\frac{\text{T d'N d'effluents épandus sur les cultures}}{\text{T d'N total produit sur la ferme}}$
		116	Quantité de coproduits échangés sur la ferme (TMS/UGB)	$\frac{\sum(\text{coproduits échangés sur la ferme en T de Matière Sèche})}{\text{UGB total de la ferme}}$
		117	Nombre de coproduits échangés sur la ferme	Nombre de coproduits différents échangés sur la ferme
Organisation du travail		118	Polyvalence des travailleurs (score)	$\frac{\text{Nombre de travailler avec un scoremoyen} > 2,5}{\text{Nombre total de travailleurs}}$
		119	Part de l'année consacrée aux mises-bas ou nouvelles bandes d'animaux (% de l'année)	$\frac{\text{Nombre de semaines de l'année consacrée aux mises - bas ou aux nouvelles bandes d'animaux}}{\text{Nombre de semaine par an}}$
Gestion des ventes		120	Nombre de produits transformés issus de 2 ateliers (végétaux et animaux) différents de la ferme (si transformation des produits)	Nombre de produits transformés dont au moins 2 ingrédients proviennent de 2 ateliers différents
		121	Part des clients en circuits longs achetant des produits issus de 2 ateliers (végétaux et animaux) de la ferme	$\frac{\text{Clients en circuit long achetant 2 produits issus de 2 ateliers différents}}{\text{Nombre de clients total en circuit long}}$

PARTIE 3

—

Résultats

I- Statistiques descriptives

1) Description des données

Le jeu de données initial était composé de 21 variables pour 31 individus (fermes de PCPE). Les indicateurs n°I1, I2, I3, I4, I5, I11, I12, I14, I15, I18, I19 et I21 sont des ratios, leurs valeurs sont donc comprises entre 0 et 1. Les indicateurs I6, I7, I8, I13, I16, I17 et I20 sont des valeurs absolues. Enfin les indicateurs I9 et I10 sont des variables binaires puisqu'ils traduisent l'absence ou la présence de la pratique en question.

Une analyse statistique descriptive du jeu de données est présentée dans le *Tableau 4* et une représentation graphique de chaque indicateur est présentée en *Annexe n°3*.

Tableau 4 : Statistiques descriptives des indicateurs évaluant l'intégration : médiane, moyenne, extremums, 1er et 3ème quartile. Bleu : Dimension « Gestion des pratiques », Orange : « Organisation du travail », Violet : « Gestion des vente ».

	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11
Min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.940	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
1er Q	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.805	1.858	1093.0	0.000	0.000	0.000
Médiane	0.412	0.000	0.154	0.000	0.556	7.726	9.008	1712.0	0.000	0.000	0.000
Moyenne	0.346	0.009	0.290	0.066	0.528	7.533	7.154	1424.0	0.290	0.000	0.180
3ème Q	0.645	0.000	0.489	0.000	0.999	8.531	12.000	1964.0	1.000	0.000	0.274
Max	0.838	0.150	1.000	1.000	1.000	12.000	12.000	2720.0	1.000	0.000	1.000
	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	
Min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	
1er Q	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.417	0.128	0.000	0.000	
Médiane	0.000	0.022	0.833	0.000	0.000	0.000	1.000	0.259	0.000	0.000	
Moyenne	0.174	0.030	0.614	0.155	41.980	0.807	0.688	0.283	0.323	0.032	
3ème Q	0.252	0.047	1.000	0.200	21.350	1.000	1.000	0.363	0.000	0.000	
Max	1.000	0.143	1.000	1.000	615.880	4.000	1.000	0.800	4	0.5	

Globalement on constate une grande amplitude des données pour un même indicateur. Les ratios ont presque toujours un minimum égal à 0, et un maximum égal à 1. Cette amplitude laisse à penser qu'une diversité de pratiques pour l'intégration est représentée dans notre échantillon. Il est intéressant d'observer ces valeurs d'indicateurs en tenant compte des dimensions et sous-dimensions auxquelles ils se rapportent.

a) La dimension Gestion des pratiques

L'indicateur I1 évalue l'intégration Cultures – Prairies puisqu'il mesure la part de prairies en rotation avec les cultures. On observe qu'un quart des 31 fermes ont une valeur égale à 0 (1^{er} quartile).

Les indicateurs suivants, de I2 à I5, évaluent l'intégration Cultures – Élevages. Les minimums et les premiers quartiles sont de nouveau égaux à 0. En réalité, ceci s'explique par le fait que 8 fermes ne possèdent pas de cultures. En moyenne sur les 31 fermes, 29% des résidus de cultures et des couverts végétaux sont pâturés par les animaux (I3) et la part moyenne de couverts végétaux récoltés pour l'alimentation des animaux est de 6.6% (I4). Pour l'indicateur I5 « Part des cultures où la paille (litière) est récoltée, les fermes semblent être divisées en deux groupes : celles qui ne récoltent pas la paille (ou n'en n'ont pas), et celles qui récoltent au moins 55% de la paille (médiane = 0.556).

Les indicateurs concernant l'intégration Prairies- Élevages sont I6, I7 et I8. Les deux premiers sont la durée de la pâture (en mois) pour chaque atelier animal, et leurs moyennes sont proches de 7 mois. La médiane et le 3^{ème} quartile sont plus importants pour l'atelier 2 (I7) que pour l'atelier 1 (I6), bien que leurs maximums

soient égaux. L'indicateur I8 évalue la part de pâture dans l'alimentation des animaux sur l'année. La valeur maximale est de 2720 UF/UGB, ce qui signifie que sur les 3 000 UF (consommés annuellement par 1 UGB³⁰), 2720 UF sont fournis par la pâture. Ce maximum est réalisé par une ferme en système « tout en herbe ».

Les indicateurs I9, I10, I11 et I12 évaluent les interactions entre les deux ateliers d'élevages. Le premier résultat notable concerne l'indicateur I10 « Bâtiment partagé successivement entre plusieurs ateliers animaux (oui ou non) ». Toutes les statistiques descriptives sont égales à 0. En effet, aucune exploitation enquêtée n'utilise un bâtiment d'élevage de façon successive pour ses 2 ateliers. Cet indicateur n'étant pas discriminant, il ne sera pas retenu pour l'ACP. L'indicateur I9 révèle que 29% des exploitations enquêtées utilisent un bâtiment simultanément pour les deux ateliers d'élevage, ce qui correspond à 9 fermes sur 31. Par ailleurs, on constate une grande similitude dans les valeurs descriptives entre les indicateurs I11 et I12, respectivement « Part des prairies pâturées par au moins 2 ateliers animaux » et « Part des prairies pâturées simultanément par au moins 2 ateliers animaux ».

Les derniers indicateurs (de I13 à I17) évaluent l'intégration entre toutes les composantes de la ferme Cultures – Élevages – Prairies. L'indicateur I13 « Quantité d'azote produite et épandue » a un minimum de 0 pour un maximum de 0.143. L'indicateur I14, représentant la part des cultures fertilisées au cours des 5 dernières années nous montre que la moitié des fermes ont fertilisé au moins, 83% de leurs cultures. Pour l'indicateur I15 évaluant la part d'azote qui est épandue sur les cultures de vente, on constate que les ¾ des fermes se situent en dessous de 20% (3^{ème} quartile). De plus, certaines fermes ont des valeurs extrêmes, comme pour les indicateurs I16 « Quantité de coproduits échangés sur la ferme (TMS/UGB) » et I17 « Nombre de coproduits échangés sur la ferme ». Sur ces deux derniers indicateurs, le maximum paraît extrême par rapport à la moyenne : 15 fois plus grand pour I16 et 4 fois plus grand pour I17. Ces deux indicateurs originaux évaluent des pratiques peu réalisées, ce qui explique que le premier quartile et la médiane soient égaux à 0.

b) La dimension Organisation du travail

Cette dimension est évaluée au moyen des indicateurs I18 « Polyvalence des travailleurs » et I19 « Part de l'année consacrée aux mises-bas ou nouvelles bandes d'animaux ». Le premier indicateur I18 a la particularité d'avoir sa médiane égale à son maximum (égal à 1). Lorsque cet indicateur prend cette valeur, cela signifie que tous des travailleurs de la ferme ont un score de polyvalence supérieur à 2.5/5 : ils sont donc considérés comme polyvalents. Ainsi, la moitié des fermes ont des travailleurs polyvalents. L'indicateur I19 permet d'évaluer si le travail lié aux animaux (mises-bas et nouvelles bandes) est étalé ou non sur l'année, afin d'éviter des surcharges de travail ponctuelles (pics). En moyenne, cette activité représente 30% de l'année, le minimum est de 1.8% où le travail est très groupé. Ce maximum est de 80%, ce qui représente un besoin de main d'œuvre conséquent sur l'année.

c) La dimension Gestion des ventes

Ces deux derniers indicateurs présentent des valeurs remarquables. L'indicateur I20 est le « Nombre de produits transformés issus de 2 ateliers (animaux et végétaux) de la ferme ». Pour une ferme réalisant de la transformation, il permet d'évaluer l'intégration jusqu'aux produits transformés destinés aux consommateurs. Pour ces fermes, le 3^{ème} quartile est égal à 0, signifiant que ¾ d'entre elles ne fabriquent pas de produits transformés composés d'ingrédients issus de différents ateliers de la ferme. En réalité, il n'y a que 4 fermes sur 31 qui réalisent ce type de produits. Le maximum est de 4 produits différents. Il s'agit d'une exploitation laitière (vaches laitières et chèvres), qui mélange les deux laits pour en faire des glaces, des yaourts, de la tomme et du fromage à raclette. Enfin, l'indicateur I21 « Part des clients en circuits longs achetant des produits issus de 2 ateliers différents a également son 3^{ème} quartile égal à 0. La valeur moyenne est de 3.2 %. Cela signifie qu'en moyenne, une exploitation vend à 3.2% de ses clients en circuit long, des produits issus de 2 ateliers différents. Le maximum est de 50% et est obtenu par 2 fermes sur 31. Par exemple, une de ces deux exploitations a des vaches laitières et des vaches à viande. Elle vend son lait (issu de l'atelier Bovin Lait) et ses vaches de réformes (issues de l'atelier Bovin Viande) à une même coopérative (circuit long).

2) Corrélations entre variables

La matrice de corrélation ci-dessous (Figure 14) nous que certains indicateurs sont plus ou moins liés.

Dans un premier temps, les indicateurs I11 et I12 représentant respectivement la « Part des prairies pâturées par au moins 2 ateliers animaux » et la « Part des prairies pâturées simultanément par au moins 2 ateliers animaux » sont corrélés à 0.9975. Cette corrélation s'explique par leurs modes de calcul : I11 contient les surfaces pâturées successivement et alternativement par les ateliers animaux, alors que I12 ne prend en compte que la pâture simultanée. Sur les 31 fermes, 15 réalisent le pâturage mixte simultanément uniquement (I12) et seulement 3 fermes font pâturer leurs prairies par leurs 2 troupeaux successivement et alternativement (I11). Ceci explique cette corrélation extrême. Pour la suite des analyses, seul l'indicateur I11 sera conservé.

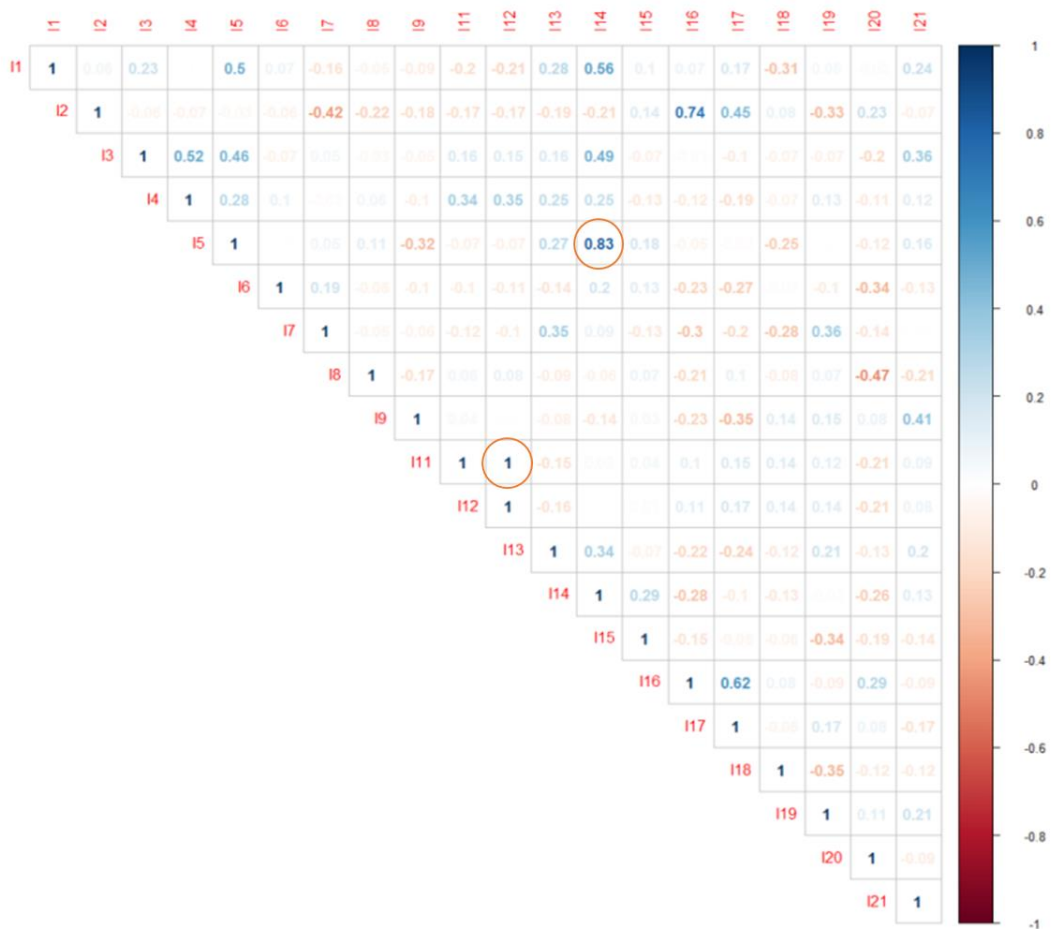


Figure 14 : Matrice des corrélations réalisées sur les 20 indicateurs

Dans un second temps, on constate une corrélation égale à 0.83 entre l'indicateur I5 « Part des cultures où la paille (litière) est récoltée » et I14 « Part des cultures fertilisées au cours des 5 dernières années. Bien que la corrélation soit supérieure au seuil fixé de 0.80, j'ai décidé de garder ces 2 indicateurs pour la suite de mon analyse car :

- Ils n'évaluent pas du tout les mêmes pratiques (récolte de paille et fertilisation),
- Ils ne font pas parti de la même sous-dimension (Intégration Cultures – Élevages pour I5 et Intégration Cultures – Élevages – Prairies pour I14).

On observe aussi plusieurs corrélations élevées et positives comme pour :

- I2 et I16 : « Part des cultures utilisées pour l'alimentation des animaux » et « Quantité de coproduits échangés sur la ferme ». Ceci semble logique puisque parmi les fermes qui recyclent des coproduits. Il s'agit principalement de « déchets » issus des cultures : céréales déclassées pour la vente, sons de céréales après transformation en farine...
- I16 et I17 : « Quantité de coproduits échangés sur la ferme » et « Nombre de coproduits échangés sur la ferme ». On pourrait penser que la quantité de chaque coproduit valorisé soit opposée au nombre de coproduits différents. En effet, une exploitation pourrait privilégier de valoriser un coproduit en grande quantité quand une autre en valoriserait plusieurs en très petite quantité pour chacun des coproduits. Cette corrélation prouve le contraire : lorsque les coproduits sont valorisés, il y en a plusieurs et en quantités significatives.

Ainsi, mon jeu de données final comportait 20 indicateurs pour 31 fermes.

II- Analyses multivariées

1) Analyse en composantes principales

a) Inertie

Sur la *Figure 15*, représentant la part de variance expliquée par chaque dimension, on constate qu'il faudrait garder les 5 premières dimensions pour l'analyse, puisqu'il y a une « cassure » entre la 5^{ème} et 6^{ème} dimension.

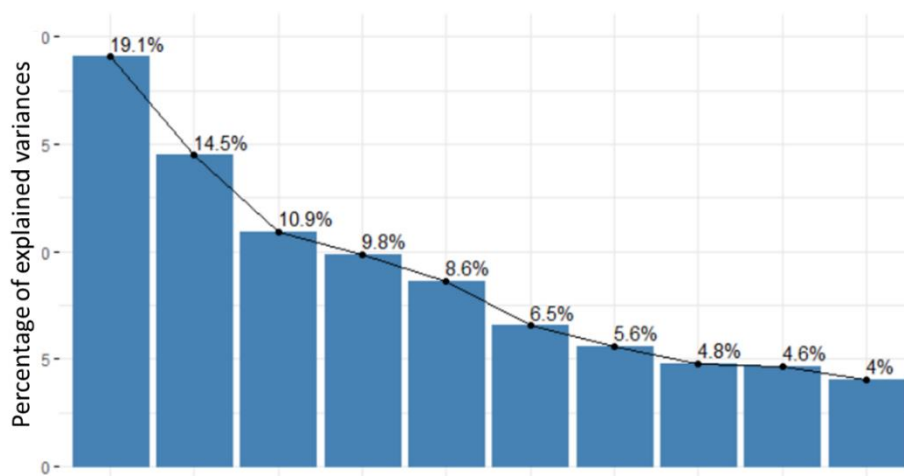


Figure 15 : Inertie (pourcentage de variance) expliquée pour chacune des 10 premières dimensions de l'ACP.

Pour une ACP, l'analyse des 5 premières dimensions est très complexe. J'ai donc choisi de garder les 3 premières dimensions, tout en sachant que certains indicateurs ne seraient pas expliqués dans mon analyse. Ainsi, la variance expliquée par les 3 premiers axes est respectivement de 18.50%, 13.71% et 10.86% pour un total cumulé de 43.06% (Annexe n°4).

b) Description des axes

Le plan 1 est défini par les dimensions 1 et 2, le plan 2 par les dimensions 2 et 3 et le plan 3 par les dimensions 1 et 3. Ces 3 graphiques représentent la contribution des variables pour chacun des plans 1, 2 et 3 (Figures 16, 17 et 18) ils nous permettent de tirer quelques conclusions quant aux variables.

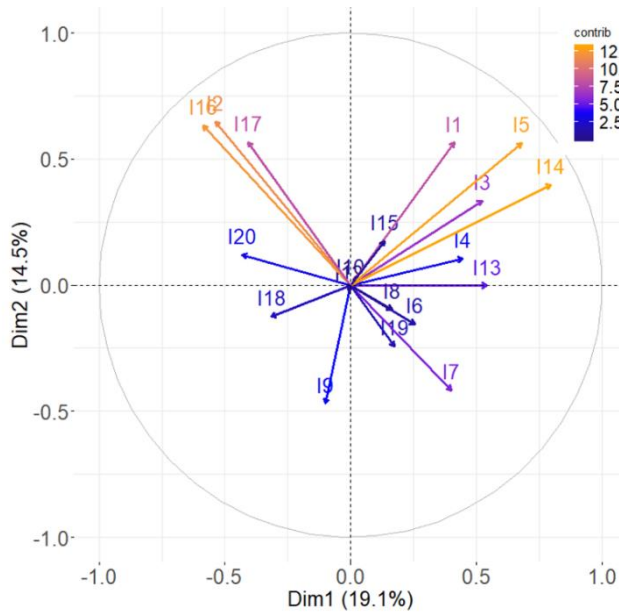


Figure 16 : Contribution de chacune des variables au plan 1 de l'ACP (1ère et 2nde dimensions)

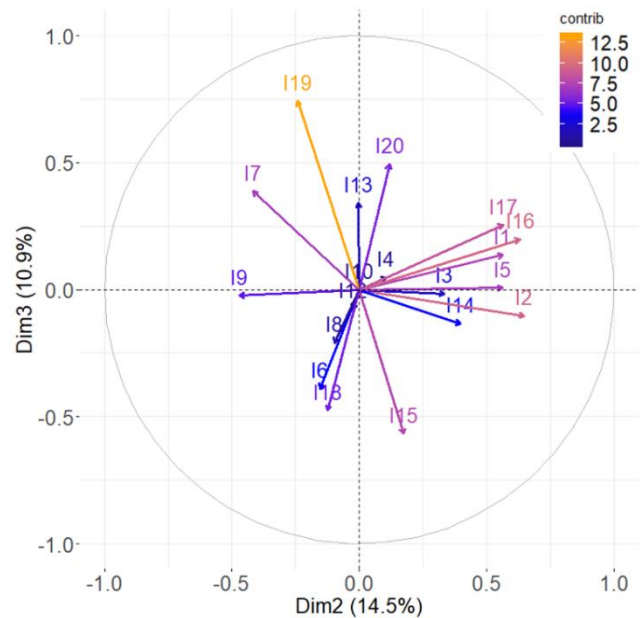


Figure 17 : Contribution de chacune des variables au plan 2 de l'ACP (2nde et 3^{ème}e dimensions)

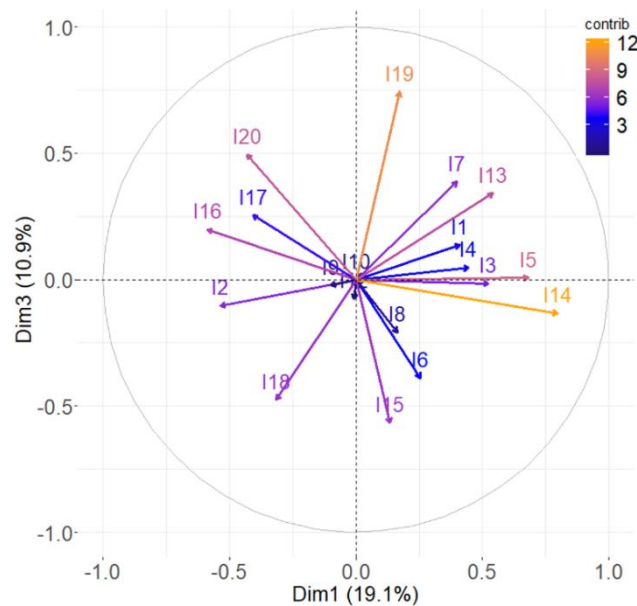


Figure 18 : Contribution de chacune des variables au plan 3 de l'ACP (1ère et 3ème dimensions)

Les indicateurs I5 « Part des cultures où la paille (litière) est récoltée » et I14 « Part des cultures fertilisées au cours des 5 dernières années » définissent à la fois les axes 1 et 2 (Plan 1). On comprend donc que lorsque la part des cultures fertilisées augmente (I14), la part de paille récoltée augmente aussi.

Les indicateurs I2 « Part des cultures utilisées pour l'alimentation des animaux » et I16 « Quantité de coproduits échangés sur la ferme » définissent aussi les axes 1 et 2. Ces 2 indicateurs sont bien corrélés quel que soit le plan considéré. Comme précédemment, cela signifie que la part de cultures utilisées pour les animaux augmente en même temps que la quantité de coproduits échangés sur la ferme augmente. Par ailleurs, on constate également que I17 « Nombre de coproduits échangés sur la ferme » contribue légèrement à l'axe 2 et est également corrélés positivement aux indicateurs I2 et I16 (Plans 1 et 2). Finalement, plus la quantité de cultures utilisées pour les animaux augmente, plus la quantité (I16) et le nombre (I17) de coproduits augmentent.

Enfin, l'axe 3 est représenté par 2 indicateurs corrélés positivement, I19 « Part de l'année consacrée aux mises-bas ou nouvelle bande d'animaux » et I20 « Nombre de produits transformés issus de 2 ateliers (végétaux et animaux) différents de la ferme ». Ces deux indicateurs s'opposent à I15 « Part d'azote épandue sur les cultures de vente » qui définit, dans une moindre mesure l'axe 3. Ceci signifie que plus le nombre de produits transformés issus de 2 ateliers est grand (I20), plus le travail lié aux animaux est étalé sur l'année (I19 augmente) et plus la part d'azote épandue sur les cultures de vente diminue (I15).

c) Contribution des individus

Les 3 graphiques ci-dessous (*Figures 19, 20 et 21*) représentent la contribution à l'ACP de chacune des 31 fermes enquêtées.

Tout d'abord, la ferme n°14 contribue sur tous les plans, elle définit à la fois les axes 1 et 2. L'axe 1 est aussi représenté par les fermes n° 7, n°17 et n°11 (Plans 1 et 3). La ferme n°14 contribue majoritairement à la constitution de l'axe 2. Enfin, l'axe 3 est surtout décrit par les fermes n°3, n°4, et dans une moindre mesure par la ferme n°21 (Plans 2 et 3).

On peut donc en déduire que les fermes n°14 et n°21 sont définies par les indicateurs I16 « Quantité de coproduits échangés sur la ferme » et I2 « Part des cultures utilisées pour l'alimentation des animaux », qui représentent tous les 2 la dimension Gestion des pratiques. On constate également que la ferme n°7 est opposée aux indicateurs I5 et I14, ce qui signifie que l'exploitation ne récolte pas la paille et que les cultures n'ont pas, ou peu étaient fertilisées sur les 5 dernières années. En effet, la ferme n°7 ne possède pas de cultures, c'est pourquoi elle s'oppose à ces indicateurs et plus généralement à ceux évaluant la gestion et l'intégration des cultures.

Les fermes n°3 et n°4 consacrent une part importante de l'année aux mises bas ou aux nouvelles bandes d'animaux, et le nombre de produits transformés issus de 2 ateliers différents est élevé (uniquement pour la ferme n°3), ce qui se réfère aux dimensions Organisation du travail et Gestion des ventes.

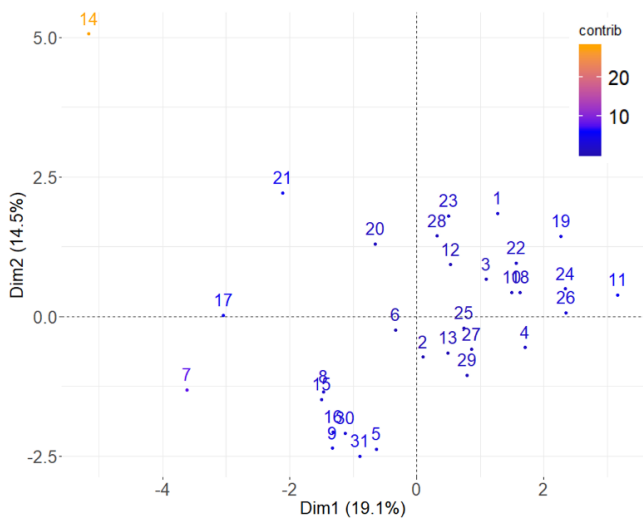


Figure 19 : Contribution de chacun des individus au plan 1 de l'ACP (1ère et 2nde dimensions)

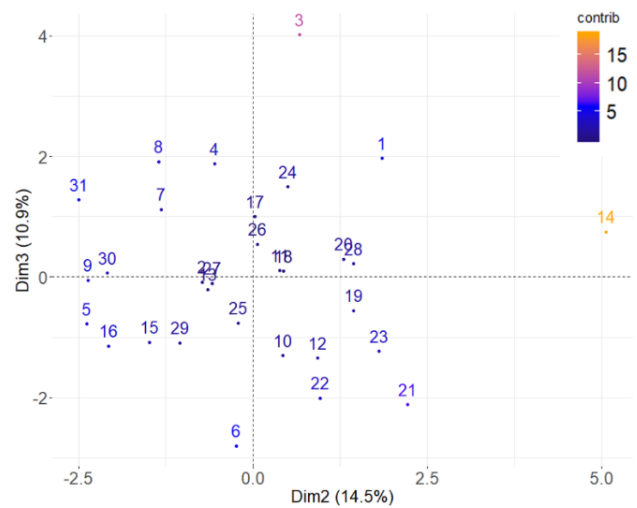


Figure 20 : Contribution de chacun des individus au plan 2 de l'ACP (2nde et 3ème dimensions)

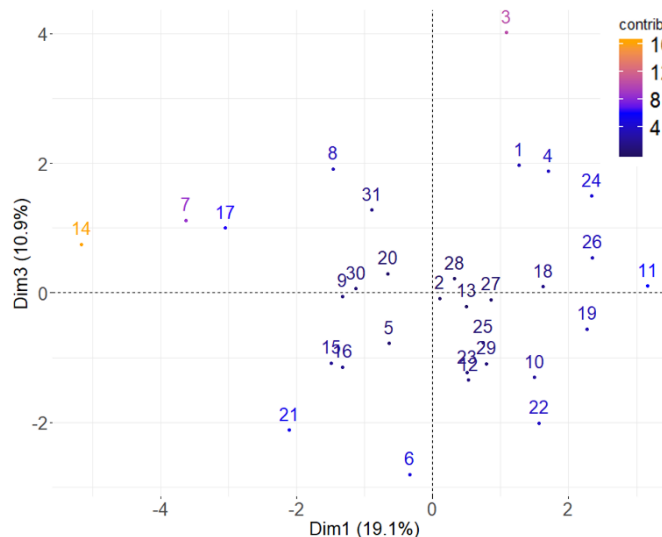


Figure 21: Contribution de chacun des individus au plan 3 de l'ACP (1ère et 3ème dimensions)

d) Conclusion de l'ACP

Nous avons pu identifier 8 indicateurs discriminant les fermes lors de l'ACP :

- I2 : Part des cultures utilisées pour l'alimentation des animaux,
- I5 : Part des cultures où la paille (litière) est récoltée,
- I14 : Part des cultures fertilisées au cours des 5 dernières années,
- I15 : Part d'azote épandue sur les cultures de vente,
- I16 : Quantité de coproduits échangés sur la ferme,
- I17 : Nombre de coproduits échangés sur la ferme,
- I19 : Part de l'année consacrée aux mises-bas ou aux nouvelles bandes d'animaux,
- I20 : Nombre de produits transformés issus de 2 ateliers (végétaux et animaux) différents de la ferme.

La *Figure 22* synthétise les principales corrélations observées entre ces 8 indicateurs. Les corrélations sont principalement positives et présentent des nuances (très forte, forte, moyenne). Trois groupes d'indicateurs sont identifiables :

- Le premier (A) est composé de I2 « Part des cultures utilisées pour l'alimentation des animaux », I16 « Quantité de coproduits échangés sur la ferme » et I17 « Nombre de coproduits échangés sur la ferme »,
- Le second (B) regroupe I15 « Part d'azote épanchée sur les cultures de vente », I19 « Part de l'année consacrée aux mises-bas ou aux nouvelles bandes d'animaux » et I20 « Nombre de produits transformés issus de 2 ateliers (végétaux et animaux) différents de la ferme »,
- Le dernier (C) est formé par I5 « Part des cultures où la paille (litière) est récoltée » et par I14 « Part des cultures fertilisées au cours des 5 dernières années ».

Les corrélations intragroupes sont les plus importantes. Cependant, ces groupes sont également corrélés positivement entre eux (corrélations intergroupes), mais de moindre importance.

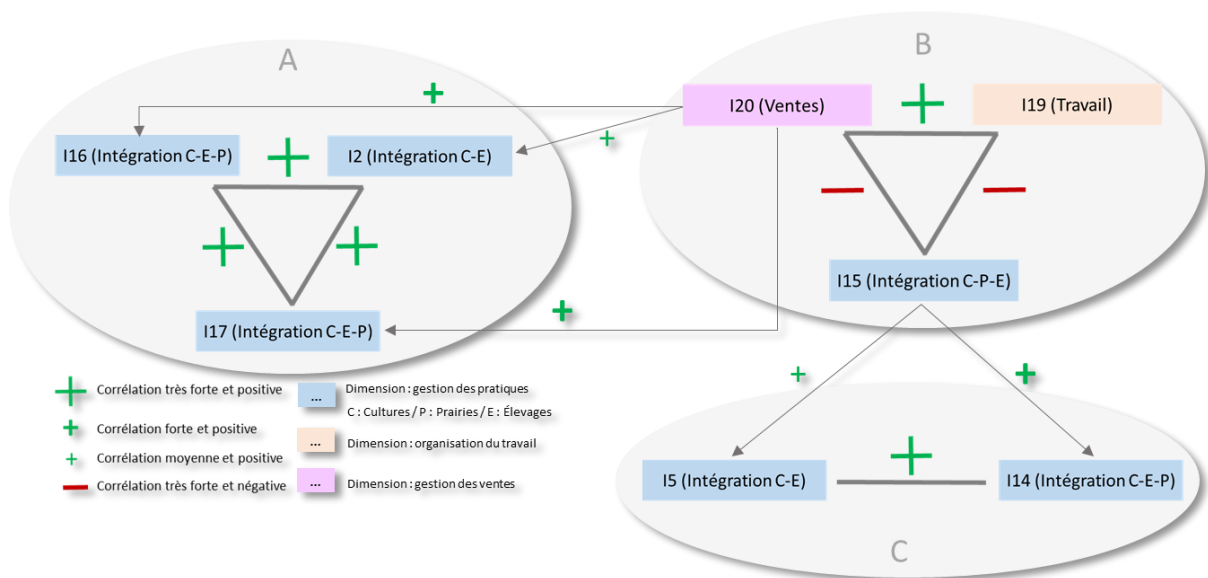


Figure 22 : Schéma synthétisant les principales corrélations entre les 8 indicateurs révélés dans l'ACP. Les corrélations peuvent être intragroupes ou intergroupes. Ces dernières sont plus faibles que les premières.

Les indicateurs sont tous issus des 3 dimensions de l'intégration : Gestion des pratiques, Organisation du travail et Gestion des ventes. Celle de la gestion des pratiques (en bleu) est la mieux représentée avec 6 indicateurs sur les 8. La présence d'un indicateur sur l'organisation du travail (violet) et d'un sur la gestion des ventes (orange) conforte l'intérêt de prendre en compte ces dimensions dans l'évaluation de l'intégration.

Au niveau de l'intégration des pratiques, certaines sous-dimensions ressortent dans l'analyse. Les indicateurs I2 « Part des cultures utilisées pour l'alimentation des animaux » et I5 « Part des cultures où la paille (litière) est récoltée » évaluent l'intégration Cultures – Élevages. Cette sous-dimension mise en avant par l'ACP discrimine les fermes qui possèdent des cultures et celle qui n'en n'ont pas.

Les indicateurs I14, I15, I16 et I17 évaluent l'intégration Cultures – Élevages – Prairies (*Tableau 3*). Elle est la plus « aboutie » des sous-dimensions car elle intègre toutes les composantes de la ferme. En effet, les indicateurs I14 « Part des cultures fertilisées au cours des 5 dernières années » et I15 « Part d'azote épanchée sur les cultures de vente » évalue la fertilisation, c'est-à-dire le lien entre les ateliers animaux et les parcelles. L'indicateur I15 évalue le lien Cultures – Élevages, tandis que I14 évalue le lien Élevages – Cultures – Prairies, car sur on suppose ici que les céréales sont en rotation avec des prairies au cours des 5 dernières années.

Par ailleurs, les indicateurs I16 et I17 évaluent respectivement la quantité et le nombre de coproduits échangés au sein de la ferme. Ils peuvent provenir aussi bien des animaux, des céréales que des prairies. Le groupe B (*Figure 22*) met en évidence une opposition entre les 3 dimensions. On peut supposer que les éleveurs étalent leur travail (I19) afin de consacrer leur temps à la transformation/vente des produits (I20), ce qui réduit leurs disponibilités pour la gestion des cultures (I15)

Cette analyse confirme que l'intégration d'une exploitation est systémique, c'est-à-dire qu'elle concerne tous les ateliers végétaux et animaux. En revanche, les sous-dimensions Cultures – Prairies, Prairies – Élevages et Élevages – Élevages, ne semblent pas expliquer les niveaux d'intégration de ces 31 fermes.

2) Classification des fermes

L'étape suivante est donc de créer des groupes de fermes pour essayer de déterminer des « profils » d'intégration. Afin de comprendre ce qui caractérise ces 4 groupes, chaque ferme « type » a été brièvement comparée aux autres fermes du groupe, puis une représentation graphique en radar, basée sur les 8 indicateurs remarquables de l'ACP a été réalisée. Elle permet de comparer la ferme « type » de chaque groupe à la médiane de l'ensemble des fermes enquêtées. Les valeurs sont assimilées à des scores allant de 0 à 100.

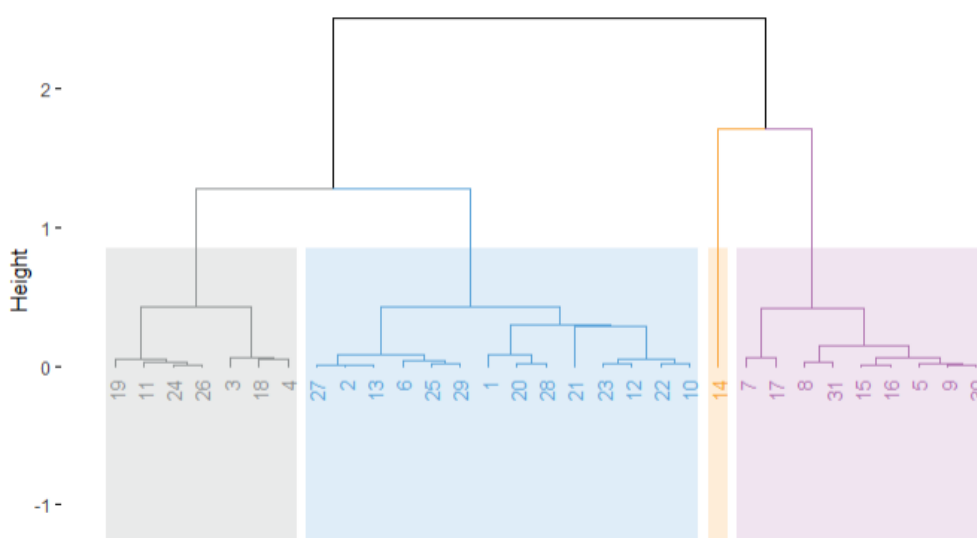


Figure 23 : Dendrogramme de la classification des fermes enquêtées. La classification aboutie à 4 groupes distincts

Grâce à la fonction HCPC () sur R, les fermes ont pu être divisées en 4 groupes (*Figure 23*). Le premier groupe « Gris » comporte 7 fermes, le second « Bleu » comprend 14 fermes. Le troisième groupe « Orange » est constitué que d'une seule ferme : la n°14. Enfin le dernier groupe « violet » est formé par 9 fermes. Cette classification est basée sur les 21 indicateurs finaux utilisés pour l'ACP.

Caractérisation de groupe « Gris » :

La ferme n°24 est celle qui représente le mieux le groupe Gris car ses valeurs sont égales à la médiane du groupe (*Tableau 5*). Comme pour le reste du groupe et la médiane de la population, la ferme 24 obtient un score de 0 pour les indicateurs I2, I15, I16, I17 et I20. Ces indicateurs sont aussi à 0 pour la médiane de la population (*Figure 24*).

Tableau 5: Statistiques descriptives du groupe Gris comparées à celles de la ferme n°24 (représentant le groupe Gris)

Indicateurs	Ferme		Groupe		
	N°24	Min	Médiane	Moyenne	Max
I2 (Ha/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I5 (Ha/ha)	1.00	0.50	1.00	0.87	1.00
I14 (Ha/ha)	1.00	0.63	1.00	0.95	1.00
I15 (% de T d'N)	0.00	0.00	0.00	0.05	0.36
I16 (TMS/UGB)	0.00	0.00	0.00	6.09	42.60
I17 (nombre)	0.00	0.00	0.00	0.14	1.00
I19 (% semaine/an)	0.36	0.24	0.36	0.42	0.80
I20 (nombre)	0.00	0.00	0.00	0.43	3.00

Les cultures de la ferme n°24 ne sont pas utilisées pour l'alimentation des animaux (I2) et les cultures de vente ne sont pas fertilisées (I15). En revanche, toutes les parcelles de cultures ont été fertilisées au cours des 5 dernières années (I14). Ces valeurs s'expliquent par le fait que cette ferme cultive seulement 8.6 ha de céréales pour 321 ha de prairies. La paille des céréales est également récoltée sur toutes les parcelles en cultures (I5). En ce qui concerne les coproduits, la ferme n°24 ne les valorisent pas ou bien ils sont inexistant (I16 et I17 égaux à 0). Pour l'indicateur évaluant l'intégration du travail (I19), on constate que la ferme n°24 se situe au-dessus de la médiane des 31 fermes (Figure 24), avec 35.8% de l'année consacrée au mises-bas ou à une nouvelle bande d'animaux (contre 26%). Enfin, l'intégration est nulle au niveau des produits transformés (I20), car aucune transformation n'est réalisée sur cette exploitation.

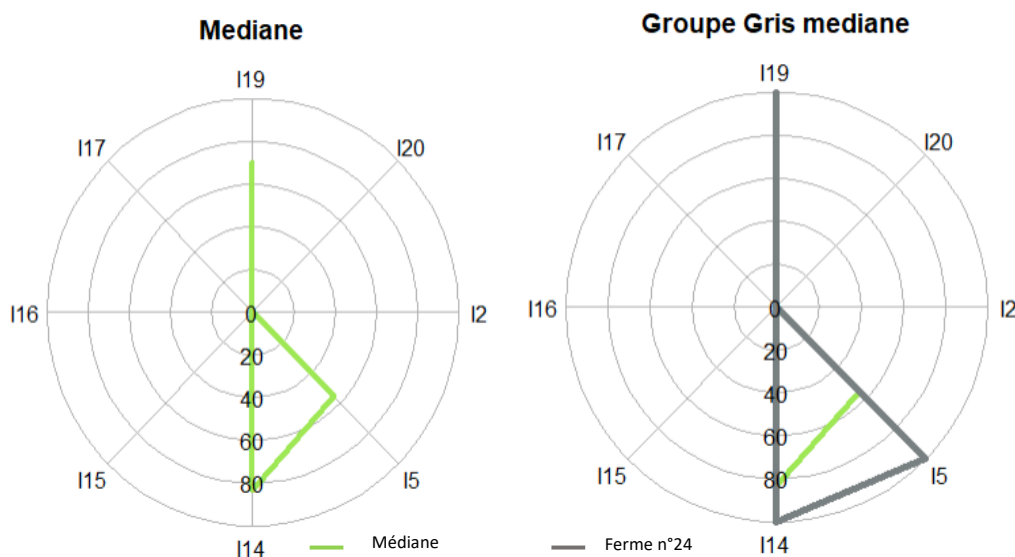


Figure 24 : Radar des scores de 0 à 100 de la ferme n°24 (groupe Gris) pour les 8 indicateurs discriminants (à droite) comparés à ceux de la médiane des 31 fermes enquêtées (à gauche).

Cette ferme n°24 se démarque par :

- Une part importante du travail consacrée aux mises-bas ou aux nouvelles bandes d'animaux (I19),
- Peu de cultures (I2 et I15),
- Pas de coproduits (I16 et I17),
- Pas de transformation (I20).

Caractérisation de groupe « Bleu » :

La ferme « type » du groupe bleu est l'exploitation n°12. Ses valeurs sont comprises entre la médiane et la moyenne du groupe (Tableau 6), sauf pour l'indicateur I15 « Part d'azote épandue sur les cultures de vente », qui est égal à 0.

Tableau 6 : Statistiques descriptives du groupe Bleu comparées à celles de la ferme n°12 (représentant le groupe Bleu)

Indicateurs	Ferme		Groupe		
	N°12	Min	Médiane	Moyenne	Max
I2 (Ha/ha)	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11
I5 (Ha/ha)	0.69	0.15	0.81	0.71	1.00
I14 (Ha/ha)	1.00	0.46	0.96	0.85	1.00
I15 (% de T d'N)	0.00	0.00	0.20	0.32	1.00
I16 (TMS/UGB)	0.33	0.00	0.17	27.36	145.00
I17 (nombre)	1.00	0.00	0.50	1.07	4.00
I19 (% semaine/an)	0.12	0.03	0.18	0.21	0.46
I20 (nombre)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Par rapport à la médiane de la population, l'exploitation n°12 possède peu de cultures d'où une valeur de 0 pour l'indicateur I2 (Figure 25). Au niveau de la fertilisation, toutes les parcelles en cultures sont fertilisées au cours des 5 dernières années (I14) mais la part d'azote épandue est faible (I15). L'exploitation ne valorise qu'un seul coproduit (I17). Il s'agit de 200 kg pommes de terre (par an), ne pouvant être vendus, qui font partie de l'alimentation des animaux (I16). De plus, la paille issue des cultures est majoritairement utilisée comme litière pour les animaux à hauteur de 68.9% (I5). Comme pour la médiane du groupe et de la population, l'exploitation n°12 ne possède pas de produits transformés issus de deux ateliers différents (I20). En revanche, la part de l'année consacrée aux mises-bas ou aux nouvelles bandes d'animaux est de 18.8% (I19), et est inférieure à la médiane de l'échantillon (70%).

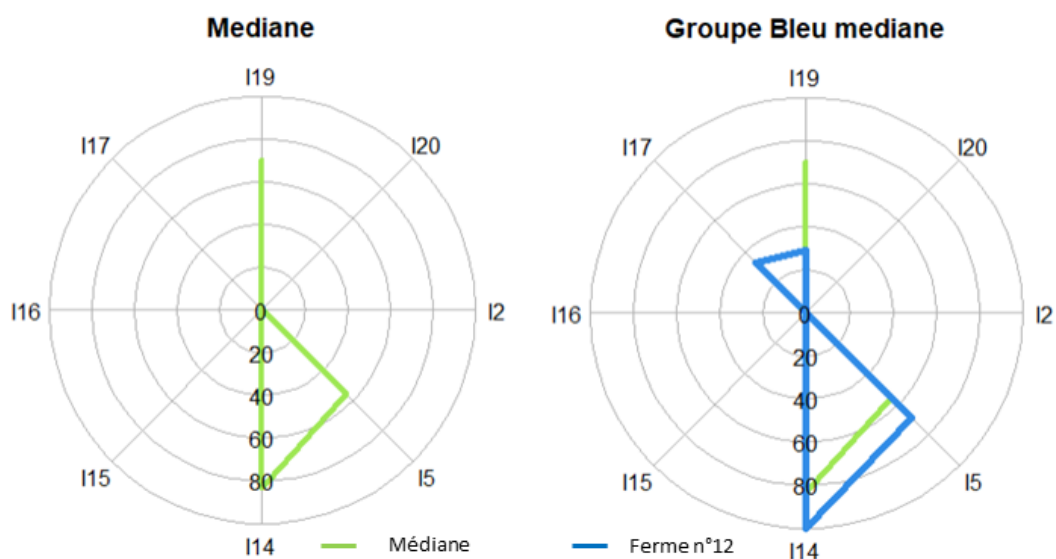


Figure 25 : Radar des scores de 0 à 100 de la ferme n°12 (groupe Bleu) pour les 8 indicateurs discriminants (à droite) comparés à ceux de la médiane des 31 fermes enquêtées (à gauche)

L'exploitation n°12 du groupe Bleu se différencie par :

- La fertilisation de toutes ses cultures (I14),
- Une part importante de paille provenant des cultures, qui est utilisée comme litière (I5),
- La présence d'un coproduit (I17).

Caractérisation de groupe « Orange »

Le groupe « Orange » n'est pas réellement un groupe puisqu'il n'est constitué que de la ferme n°14. Par rapport aux autres groupes, on constate que seulement 2 indicateurs sont égaux à 0 (I14 et I15). La valeur de I16 « Quantité de coproduits échangés sur la ferme » est très élevée (Tableau 7).

Tableau 7 : Statistiques descriptives pour le groupe Orange, constitué uniquement de la ferme n°14.

Indicateurs	Ferme
	N°14
I2 (Ha/ha)	0.15
I5 (Ha/ha)	0.41
I14 (Ha/ha)	0.00
I15 (% de T d'N)	0.00
I16 (TMS/UGB)	615.88
I17 (nombre)	3.00
I19 (% semaine/an)	0.02
I20 (nombre)	2.00

Cette exploitation est à l'opposé de la médiane de l'échantillon des 31 fermes (Figure 26). Au niveau des pratiques, 15% des cultures sont utilisées pour les animaux, ce qui est la valeur la plus haute pour l'ensemble des fermes enquêtées, d'où le score de 100 pour I2. La part de paille utilisée pour la litière des animaux est plus faible que pour la médiane, et représente 41% (I5).

La fertilisation des cultures est inexistante, tant en fréquence dans le temps (I14) qu'en quantité d'azote (I15). Cette exploitation réalise beaucoup de transformation de produits à la ferme, contrairement aux autres fermes de l'échantillon. De ce fait, elle valorise beaucoup de coproduits : résidus d'extraction d'huile de tournesol (huile et tourteaux). Elle obtient donc la valeur la plus élevée pour I16 avec un total de 3 coproduits valorisés (I17).

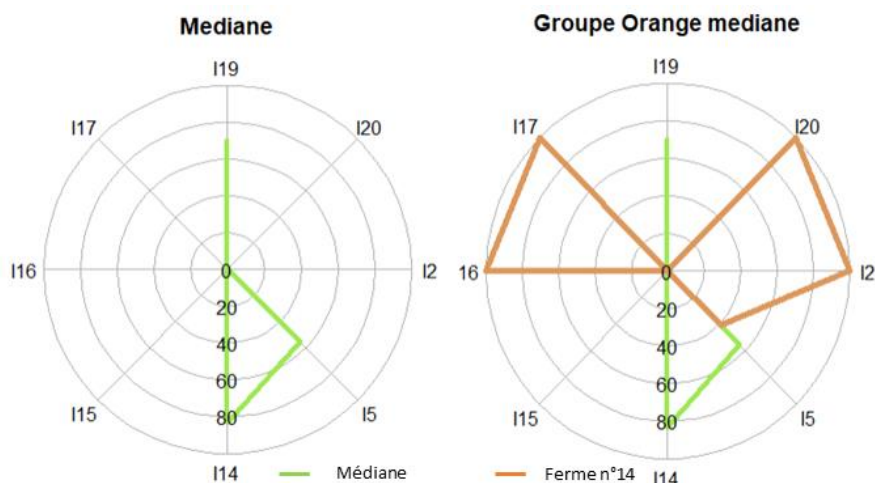


Figure 26 : Radar des scores de 0 à 100 de la ferme n°14 (groupe Orange) pour les 8 indicateurs discriminants (à droite) comparés à ceux de la médiane des 31 fermes enquêtées (à gauche)

Cette ferme est surtout caractérisée par l'intégration dans la gestion des ventes. En effet, elle fournit aux consommateurs deux produits issus de plusieurs ateliers (I20) : une sauce type « aioli » composée d'ail et d'huile de tournesol, et une sauce composée de légumes et d'huile de tournesol également. Enfin, les mises-bas et les nouvelles bande d'animaux n'occupent que 1.8% de l'année contre 26% pour la médiane (I19).

Les éléments caractérisant l'exploitation n°14 sont :

- Une fertilisation quasiment nulle (I14 et I15),
- Une très bonne valorisation des coproduits en quantité (I16) et en nombre (I17),
- Une faible part du temps de travail accordée aux mises bas et aux nouvelles bandes d'animaux (I19),
- De la transformation des produits à la ferme dont plusieurs produits sont issus d'ateliers différents (I20).

Caractérisation de groupe « Violet »

Le dernier groupe « Violet » est représenté par la ferme n°15. Le tableau 8 nous montre que presque tous les indicateurs sont égaux à 0, aussi bien pour la ferme n°15 que pour le reste du groupe (Tableau 8). Cette ferme est très proche de la médiane de son groupe.

Tableau 8 : Statistiques descriptives du groupe Violet comparées à celles de la ferme n°15 (représentant le groupe Violet)

Indicateurs	Ferme		Groupe		
	N°15	Min	Médiane	Moyenne	Max
I2 (Ha/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I5 (Ha/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I14 (Ha/ha)	0.00	0.00	0.00	0.06	0.52
I15 (% de T d'N)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I16 (TMS/UGB)	0.00	0.00	0.00	28.89	223.14
I17 (nombre)	0.00	0.00	0.00	0.67	4.00
I19 (% semaine/an)	0.23	0.12	0.30	0.32	0.57
I20 (nombre)	0.00	0.00	0.00	0.56	4.00

Cette ferme est aussi très différente de la médiane de l'échantillon (Figure 23). Tous les indicateurs ont une valeur de 0. Cette exploitation n'a pas de cultures, ce qui explique cette valeur minimale pour les indicateurs I2, I5, I14 et I15. Cette exploitation ne valorise aucun coproduit, ceci explique encore la valeur 0 pour I16 et I17. De plus, la ferme n°15 ne réalise aucune transformation à la ferme, d'où la valeur 0 pour I20. Seul l'indicateur I19 obtient la valeur de 0.231, ceci signifiant que 23.1% de l'année est consacrée aux mises-bas et/ou aux nouvelles bande d'animaux. Cette valeur est légèrement inférieure à la médiane des 31 fermes qui est de 26%.

Cette exploitation caractérisant le dernier groupe est remarquable car elle semble peu diversifiée :

- Pas de cultures (I2, I5, I14 et I15),
- Pas de valorisation des coproduits (I16 et I17),
- Pas de transformation (I20),
- Temps de travail consacré aux mises-bas et nouvelles bandes d'animaux proche de la médiane.

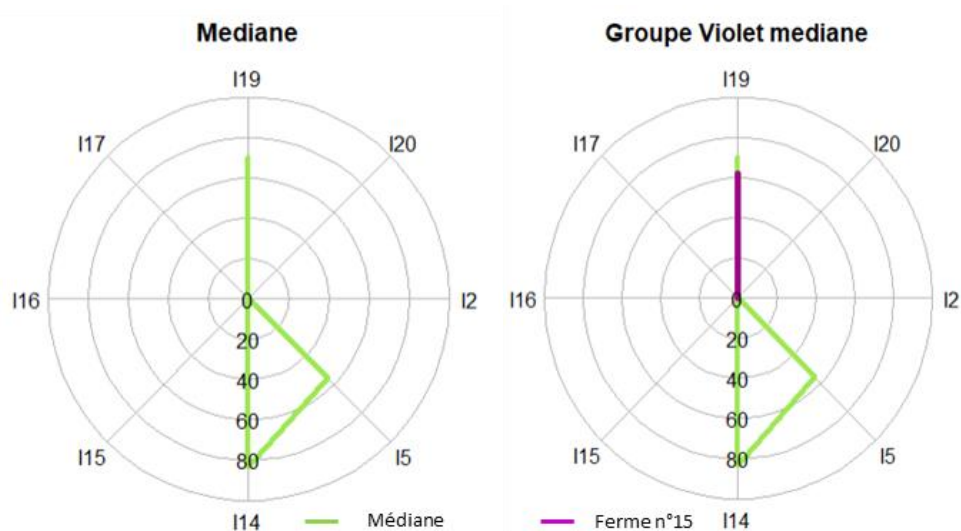


Figure 27 : Radar des scores de 0 à 100 de la ferme n°15 (groupe Orange) pour les 8 indicateurs discriminants (à droite) comparés à ceux de la médiane des 31 fermes enquêtées (à gauche)

3) Conclusion

Finalement, on remarque que les fermes « types » issues de la classification ne sont pas intégrées totalement : tous les indicateurs ne sont pas au maximum pour au moins un des groupes. Il semblerait qu'il y est des compromis à faire pour l'intégration de chacune des dimensions. De plus, une opposition semble apparaitre entre les exploitations ayant une part importante de cultures et ceux ne valorisant que des parcelles enherbées. On pourrait aussi supposer que ces groupes ont été définis selon les combinaisons d'ateliers animaux majoritaires au sein de chaque groupe. Or, les combinaisons sont bien réparties au sein de chacun des 4 groupes (Tableau 9). Ainsi, il semblerait que les profils d'intégration ne dépendent pas des combinaisons d'ateliers. Par ailleurs, on ne sait pas si ces profils obtenus sont une volonté/stratégie de l'éleveur par la favorisation d'une pratique ou d'une autre, ou bien la conséquence de la méthode d'analyse appliquée.

Tableau 9 : Répartition des combinaisons des ateliers animaux au sein des 4 groupes

	Groupe Gris	Groupe Bleu	Groupe Orange	Groupe Violet
BV_OV	2	5	0	3
BV_Porcs	2	3	0	1
BV_Volailles	1	3	1	1
BL_Porcs	1	2	0	1
BL_BV	1	0	0	0
OV_C	0	1	0	1
BL_C	0	0	0	1
OV_Porcs	0	0	0	1

BV : Bovin Viande ; OV : Ovin Viande ; BL : Bovin lait ; C : Caprins

PARTIE 4

—

Discussion

Mise en perspective

Conclusion

I- Discussion sur les résultats et les méthodes d'analyses

Initialement, ces exploitations complexes n'étaient pas étudiées. Cette analyse a permis de quantifier pour quelques pratiques, l'intensité et la fréquence des interactions entre les composantes de la ferme, définition même de l'intégration. Bien que la méthodologie soit exploratoire, cette étude sera utilisée pour la suite du projet *MIX-ENBALE*. Ces premiers résultats permettront d'orienter les pistes à creuser pour la suite du projet européen.

Les objectifs du stage, à savoir : i) utiliser la méthode d'évaluation de l'intégration sur les systèmes en PCPE français enquêtés dans le cadre de *MIX-ENABLE* et ii) identifier des profils d'intégration entre les fermes ; ont été atteints, bien que des améliorations sont à prévoir.

1) Au niveau des résultats

La répartition des données est très différente d'un indicateur à l'autre et l'amplitude peut être très grande ou bien très faible. Une observation descriptive des données a permis de mettre en évidence que la pratique correspondant à I10 « Bâtiment partagé successivement entre plusieurs ateliers animaux » n'était appliquée sur aucune des 31 fermes, alors qu'elle pourrait permettre l'optimisation des investissements²². La matrice des corrélations a révélé que pour notre échantillon, lorsqu'il y avait une pâture mixte, les éleveurs privilégiaient le pâturage simultané (corrélation entre I11 et I12). Ceci vient confirmer les bénéfices potentiels d'un pâturage mixte : meilleure efficacité du pâturage,¹⁸⁻²¹ diminution du parasitisme^{15,16}, et augmentation des performances individuelles^{15,18}. Ce résultat intéressant ne permet pas d'identifier quel(s) bénéfice(s) les éleveurs ont voulu privilégier.

Bien que l'indicateur I15 « Part d'azote épandue sur les cultures de vente » joue un rôle important dans l'ACP, sa valeur est toujours de 0 sur les 4 radars des profils d'intégration. Lorsque l'on observe les données brutes, seulement 10 fermes sur 31 ont une valeur différente de 0. Neuf de ces fermes se trouvent dans le groupe Bleu, et une seule (la n°26) figure dans le groupe Gris. Ceci met en évidence que certaines zones d'ombre persistent sur la contribution de chaque indicateur à l'ACP. Il serait intéressant d'expliquer cette valeur nulle pour comprendre comment en pratique est raisonnée la fertilisation des exploitations de PCPE^{23,24}.

Les 8 indicateurs issus de l'ACP ont permis d'établir 4 profils d'intégration très différents. Cette classification semble distinguer les fermes entre la présence ou non de cultures et donc les conditions de fertilisation qui y sont associées. Par ailleurs, la valorisation des coproduits semble donc être bénéfique^{21,25} pour une exploitation de PCPE, puisque les deux indicateurs (I16 et I17) évaluant l'intégration de ces déchets participent clairement à la classification des fermes. Enfin, la mise en évidence de l'indicateur évaluant la réparation du travail annuel liée aux animaux confirme que l'organisation d'une exploitation de PCPE est complexe¹⁵ et liée à la transformation ou non des produits de la ferme.

Bien que certains des bénéfices exposés précédemment ne soient pas révélés par l'ACP, il n'en demeure pas moins que les pratiques associées soient mises en place sur les fermes. La pâture des résidus des cultures et des couverts végétaux, permettant d'accroître l'autonomie alimentaire¹², est tout de même réalisée par 78% des exploitations enquêtées (sur les 25 ayant des cultures). De même que la valorisation de certains espaces peu accessibles²¹ par les animaux a été observée pour les exploitations situées en montagne. Il serait donc intéressant de confirmer que ces pratiques ne conditionnent pas le niveau d'intégration des exploitations de PCPE.

Cette étude exploratoire a permis de mettre en évidence quelques informations sur les modes de gestion des exploitations de PCPE en agriculture biologique. Les bénéfices d'une diversification sont nombreux mais

peuvent se révéler complexes à maîtriser, ce qui explique que certaines pratiques ne soient pas réalisées sur le terrain (Bâtiment partagé successivement par 2 ateliers animaux). Maintenant que l'on a un aperçu de la gestion de ces pratiques, il serait pertinent de vérifier le « pourquoi ». Les éleveurs ont peut-être d'autres raisons que celles exposées précédemment.

2) Au niveau de la collecte des données

Les données collectées pour cette étude se basent sur les dires des éleveurs rencontrés. Il s'agit d'une perception/d'un ordre de grandeur, et qui peut parfois être plus ou moins proche de la valeur réelle. Ainsi, les éleveurs ont fait des approximations, par exemple pour évaluer la part des fourrages distribués à l'atelier 1 et à l'atelier 2. Pour une meilleure fiabilité des données, on aurait pu reconstituer les rations des animaux, le plan d'épandage, le calendrier de pâture pour chaque atelier, l'inventaire des stocks ... Or, ce travail de collecte aurait été colossal et aurait demandé beaucoup de disponibilités de la part des éleveurs. De plus, l'un des objectifs du projet MIX-ENABLE était de dresser un état des lieux général de ces exploitations (Modules M2 et M3, *Figure 12*). Et étant donné les faibles références disponibles sur ces systèmes, la priorité a été donnée à la collecte de nombreuses données plutôt qu'à la précision de quelques-unes.

Par ailleurs, l'effectif de l'échantillon est critiquable. En effet, seules 31 fermes ont participé à cette analyse. Tout d'abord, ces exploitations bios de PCPE ne sont pas référencées en tant que telles, on ne sait pas si cet échantillon est représentatif de ce type d'exploitations, et cela sur plusieurs points :

- Au niveau de la taille des exploitations (SAU, nombre de travailleurs, UGB totaux...),
- Au niveau de la structure (part d'herbe de la ration, part des cultures dans la SAU...),
- Au niveau des combinaisons d'espèces.

En effet, certaines exploitations étaient « tout en herbe ». De fait, les sous-dimensions évaluant l'intégration des cultures avec les autres composantes de la ferme étaient inexistantes. Un échantillon contenant des exploitations où le système de cultures est présent et diversifié, permettrait d'étoffer ces résultats.

3) Au niveau des indicateurs

Les indicateurs d'évaluation de l'intégration étaient nombreux mais l'ACP a permis de mettre en évidence des corrélations entre eux. Ces dernières ont prouvé l'intérêt de représenter l'intégration sur les 3 dimensions (Gestion des pratiques, Organisation du travail et Gestion des ventes). Mais, toutes les sous-dimensions ne sont pas toutes apparues comme des facteurs d'intégration : Cultures – Prairies, Prairies – Élevages, et Élevage – Élevage. Cependant, la mise en avant de la sous-dimensions Cultures – Élevages – Prairies confirme la vision systémique de ces exploitations de PCPE, c'est-à-dire que les interactions entre toutes les composantes sont nombreuses et complexes.

En revanche, l'absence de la sous-dimension Élevage – Élevage dans les résultats est troublante car c'est bien la présence de 2 ateliers animaux qui fait la spécificité de cette étude. Cette absence peut être due à un mauvais choix des indicateurs de cette sous-dimension. En effet, l'indicateur n°10 « Bâtiment partagé successivement par plusieurs ateliers (oui/non) » avait été supprimé de l'ACP car aucune ferme ne réalisait cette pratique. Ou bien, cette sous dimension n'est pas liée aux modes de gestion permettant à une ferme d'être intégrée.

De plus, certains indicateurs mis en évidence par l'ACP sont à relativiser. En effet, l'indicateur I15 « Part d'azote épandue sur les cultures de vente a été estimé car les informations données par les éleveurs étaient peu fiables. De plus, la collecte des données pour l'indicateur I19 « Part de l'année consacrée aux mises-bas

ou aux nouvelles bandes d'animaux n'a pas été rigoureusement identique entre les 3 centres INRA (Toulouse, Montpellier et Clermont-Ferrand). Une étude similaire portant principalement sur les indicateurs révélés par l'ACP, basée sur des données plus fiables, permettrait d'étayer ces corrélations.

Enfin, les indicateurs, tels qu'ils sont définis évaluent surtout l'intégration spatiale. En effet, les principaux ratios sont des répartitions entre hectares (ha/ha). Cela mesure donc l'intégration à un instant t. D'autres indicateurs prenant en compte le facteur temps, permettraient de considérer davantage la fréquence des interactions, définition même de l'intégration. De plus, un niveau d'interaction peut être différent d'une année à l'autre, un suivi de fermes bios en PCPE serait donc judicieux, mais coûteux.

4) Au niveau de l'analyse

Les méthodes d'analyses ont été choisies pour permettre de prendre en compte la multitude d'indicateurs (analyses multivariées).

L'ACP réalisée permet de mettre en évidence des liens entre les différents indicateurs. Cependant, ils ne participent pas tous à la construction des 3 premiers axes analysés dans ce mémoire. L'inertie représentée par les 3 première dimensions est de seulement 43.06%. Autrement dit, plus de la moitié de la variance des données n'est pas expliquée. Une analyse des dimensions 4 et 5 aurait peut-être permis de mettre en évidence par exemple, des indicateurs évaluant la sous-dimensions Élevage – Élevages. Les indicateurs I7 « Durée de la pâture pour l'atelier animal 2 », I18 « Polyvalence des travailleurs » et I21 « Part des clients en circuits longs achetant des produits issus de 2 ateliers (végétaux et animaux) de la ferme », contribuent grandement à la formation des axes 4 et 5 de l'ACP (Annexe 5). En revanche, les conclusions sur les indicateurs révélés par l'ACP sont relativement fiables car leur qualité de représentation est correcte (Annexe 6). Enfin, l'échantillon étant petit, les exploitations aux pratiques originales influencent grandement les résultats de l'ACP.

Dans la classification des fermes, le groupe « Orange » n'est constitué que d'une ferme (n°14). Il est donc difficile de généraliser l'intégration de cette ferme, surtout qu'elle est la ferme contribuant le plus à l'ACP. Par ailleurs, on pourrait supposer que le nombre de groupes que j'ai fixé pour la classification crée l'isolement de la ferme n°14. En réalité, en choisissant de faire 3 ou 5 groupes, la ferme n°14 est toujours isolée. Cela suppose que cette ferme est discriminée par d'autres indicateurs que les 8 mis en évidence dans l'ACP.

D'autres éléments caractérisant les fermes pourraient expliquer les différents profils d'intégration obtenus : la transformation à la ferme, la vente directe, la production énergétique, le service sous forme d'ETA ou encore l'agrotourisme. Cette analyse serait facilement réalisable puisque ces informations ont déjà été collectées sur les fermes de MIX-ENABLE. De plus un effet « taille » pourrait éventuellement avoir une influence sur ces profils comme la SAU moyenne, le nombre d'UTH moyen... Une étude plus approfondie permettrait de montrer la dépendance (ou l'indépendance) entre les facteurs précédemment cités et les différents niveaux d'intégration.

II- Mise en perspective de l'étude

Cette étude s'inscrit dans le projet MIX-ENABLE puisqu'elle permet de dégrossir les pistes de recherches (résultats et méthodologies) pour les études à venir.

Ce mémoire confirme qu'il reste de nombreux champs d'exploration pour déterminer clairement les facteurs de niveaux d'intégration d'une exploitation. Mais le lien Intégration et Durabilité, au cœur du projet MIX-ENABLE, reste à vérifier pour ces fermes françaises. En effet, les bénéfices d'une diversification avancés en partie 1 permettraient aux exploitations de PCPE d'être plus durables. Ainsi, les aspects sociaux, économiques et environnementaux, eux aussi mesurables par des indicateurs, seront évalués conjointement aux indicateurs de l'intégration.

Ce travail est une première étape dans le projet *MIX-ENABLE*. Une méthodologie similaire et améliorée sera appliquée aux exploitations enquêtées en Europe, d'ici quelques semaines. Elle pourra confirmer ces résultats, et sans doute mettre en évidence d'autres indicateurs pertinents pour expliquer les niveaux d'intégration des fermes européennes de PCPE. Ce mémoire ainsi que tous les supports utilisés pour sa rédaction (Scripts R, fichier texte, tableaux, fiches ...) seront diffusés aux partenaires du projet. Par exemple, le script R permettant de calculer les indicateurs a été réalisé en anglais et annoté afin que les autres partenaires puissent s'appuyer sur ce document. Mes remarques, difficultés rencontrées et solutions possibles sont aussi contenues dans ce script.

Aujourd'hui, la synthèse bibliographique est achevée ³⁵. Les chercheurs belges du CRA-W sont actuellement en train de finaliser la base de données européennes regroupant toutes les exploitations enquêtées. D'ici quelques semaines, une évaluation de la durabilité des 140 exploitations enquêtées au niveau européen sera réalisée, ainsi qu'une évaluation de leurs intégrations.

III- Conclusion sur mes 3 années de formation

1) Expérience dans la recherche

Ces trois années ont permis de m'immerger dans le monde de la recherche agronomique. La première année a été nécessaire pour prendre mes marques au sein de cette grande unité. À l'issue de ma collaboration avec Maëlys Bouttes (doctorante à l'UMR AGIR de 2015 à 2018), j'ai apprécié le fait de suivre durant plusieurs années des éleveurs dans leur conversion à l'AB. J'ai aussi retenu de ce travail que le travail de réflexion sur les données souhaitées (lesquelles ? quelles unités ? pour quelle année de référence ? Valeur moyenne ou liste de valeur ? ...) était plus importante que la collecte des données lors des entretiens.

Les deux dernières années étaient consacrées au projet MIX-ENABLE. Le travail bibliographique réalisé à l'automne 2017 fut nécessaire pour m'imprégner des enjeux sur le sujet des exploitations de PCPE bios. L'aspect collaboratif du projet a permis de confronter des avis différents notamment sur le choix des indicateurs à utiliser. La création de ces indicateurs fut d'abord assez déstabilisante puisqu'ils étaient inexistantes mais la réflexion est vite devenue stimulante. Par ailleurs, l'aspect collaboratif a mis en avant deux notions avec lesquelles j'étais peu familière : le compromis et la diplomatie. Dans ce projet aux nombreux interlocuteurs j'ai donc appris à comprendre les points de vue de chacun.

Par ailleurs, ces trois années m'ont permis de comprendre ce que je souhaitais dans mes futurs emplois. Le fait de travailler sur des thèmes peu abordés est le critère le plus stimulant pour moi. En revanche, je regrette un peu de ne pas avoir pu rencontrer davantage d'éleveurs, mais aussi d'autres acteurs comme des conseillers agricoles. À l'avenir, je souhaiterais conserver l'aspect analyse tout en intégrant davantage d'enquêtes sur le terrain et/ou du suivi d'exploitations.

2) Compétences acquises

Au fil des missions et tâches réalisées, j'ai progressé dans l'organisation de mon travail. Je sais aujourd'hui clairement établir mes priorités, et planifier mon travail de façon hebdomadaire me rend plus efficace.

Cependant les aléas sont souvent nombreux et indépendants de notre volonté. Pendant ces 2 années à travailler sur le projet MIX-ENABLE, je me suis rendue compte que tous les chercheurs n'ont pas les mêmes priorités entre leurs différents projets de recherches. En effet, malgré les dead lines fixées, les délais n'étaient pas toujours respectés. Ainsi, le travail d'avancement était hétérogène entre les différents pays. Ceci m'a permis de développer ma capacité d'adaptation. Initialement mon analyse devait reposer sur l'ensemble des fermes européennes mais les données n'étant pas disponibles, mon échantillon s'est réduit aux fermes françaises. De plus, la saisie des données des fermes devait se faire grâce à un outil de base de données en ligne, qui a été abandonné car il ne répondait pas à la structure finale souhaitée. De ce fait, j'ai dû adapter la version numérique du guide d'enquête pour le transformer en base de données. Il a également fallu composer avec les différents niveaux d'implications et de rigueur de tous les partenaires du projet. Je constate donc que l'adaptation favorise l'anticipation. Désormais, je penserai à prendre en compte ces aspects dans mes projets futurs.

Les travaux auxquels j'ai participé ont développé ma vision systémique des exploitations agricoles. L'idée d'étudier un système dans sa globalité permet de cerner les enjeux et les stratégies des exploitants. Je suis impatiente de connaître les résultats finaux du projet MIX-ENABLE et curieuse de voir comment seront gérées les données et les analyses au niveau européen. De plus, l'aspect multicritères permet de mettre en évidence des oppositions d'idées/opinions au sein de l'agriculture en général, ce qui rend la discussion et le débat d'autant plus stimulants. J'avoue cependant avoir été parfois perdue au début de cet apprentissage par la quantité trop importante d'informations à analyser en même temps. Mais l'esprit synthétique et critique développé durant ma formation m'a permis d'y faire face.

Grâce à ce projet, j'ai également pu améliorer mes compétences en anglais. Mais je souhaite encore progresser sur cet aspect. Par ailleurs, je me suis également améliorée sur le codage avec R, j'ai même parfois pris du plaisir à chercher les erreurs dans les scripts. Ainsi, je souhaiterais me perfectionner avec cet outil car j'ai pris conscience de toutes les perspectives qu'il offre.

Durant ces six derniers mois, j'ai travaillé en binôme avec Elise Lang. Notre collaboration s'est très bien passée car nous avons su communiquer sur l'avancée de notre travail respectif, nous répartir les tâches et nous entraider lorsque cela était nécessaire. Cependant, j'ai pris conscience que le travail en binôme me donner davantage de motivation dans mon travail. De plus, durant ces 3 années j'ai également appris à expliquer mon travail, mes questions, mes difficultés.... à Elise mais aussi à Guillaume. C'est une démarche importante pour permettre un travail coordonné et efficace entre collègues.

Toutes ces compétences sont synthétisées dans le *Tableau 10*.

Tableau 10 : Bilan de mes compétences acquises aux cours des trois années et celles que je souhaiterais améliorer.

<i>Compétences maîtrisées</i>	<i>Compétences à approfondir</i>
Travail en binôme Communication (savoir rendre compte) Esprit critique et de synthèse Adaptabilité et anticipation	Manque de diplomatie Anglais Maîtrise de R

Références Bibliographiques

- (1) Agence Bio, S. L. D. La Bio Dans l'union Européenne. *Les carnets de l'Agence Bio*. 2017, p 52.
- (2) Agence Bio. Dossier de presse : un ancrage dans les territoires et une croissance soutenue : Les chiffres 2018 du secteur bio. June 4, 2019.
- (3) Agence Bio. Baromètre 2018 de La Consommation et de Perception Des Produits Biologiques En France. January 2019, p 121.
- (4) Latruffe, L.; Nauges, C.; Desjeux, Y. Motivations et freins à la conversion en agriculture biologique des producteurs laitiers et légumiers : Résultats d'une enquête à grande échelle en Bretagne et en Pays de la Loire. *Livrable projet AGRIBIO3 PEPP*. ProdiNRA. January 25, 2013, p 91.
- (5) Bouttes, M. Evolution de la vulnérabilité des élevages laitiers permise par leur conversion à l'agriculture biologique, Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées, Toulouse, 2018.
- (6) Cotation physique du lait, observatoire des marchés. *Web-agri*.
- (7) La Filière Laitière Française, Chiffres Clés. *CNIEL, Filière laitière française*.
- (8) Commission des communautés européennes. *Règlement Portant Modalités d'application Du Règlement (CE) N°834/2007 Du Conseil Relatif à La Production Biologique et à l'étiquetage Des Produits Biologiques En Ce Qui Concerne La Production Biologique, l'étiquetage et Les Contrôles*; 2008.
- (9) Seufert, V.; Ramankutty, N.; Foley, J. A. Comparing the Yields of Organic and Conventional Agriculture. *Nature* **2012**, *485*, 229.
- (10) FNAB. Les notes de conjoncture FNAB. *en ligne*. February 2017, p 10.
- (11) Sautereau, N.; Bellon, S. Quels conseils pour la conversion à l'agriculture biologique ?, 2014.
- (12) Justes, E.; Beaudoin, N.; Bertuzzi, P.; Charles, R.; Constantin, J.; Dürr, C.; Hermon, C.; Joannon, A.; Le Bas, C.; Mary, B.; et al. Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires : conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services écosystémiques. *Open Archive Toulouse Archive Ouverte OATAO*. 2012, p 418 pages.
- (13) Labalette, F.; Landé, N.; Wagner, D.; Roux-Duparque, M.; Sallet, E. La Filière Lin Oléagineux Française : Panorama et Perspectives. *OCL J.* **2011**, *18* (3), 113–122. <https://doi.org/10.1684/ocl.2011.0383>.
- (14) Malézieux, E.; Crozat, Y.; Dupraz, C.; Laurans, M.; Makowski, D.; Ozier-Lafontaine, H.; Rapidel, B.; de Tourdonnet, S.; Valantin-Morison, M. Mixing Plant Species in Cropping Systems: Concepts, Tools and Models. A Review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2009, pp 43–62.
- (15) d'Alexis, S.; Angeon, V.; Arquet, R.; Boval, M. Les systèmes mixtes d'élevage de petits ruminants et de bovins : Une alternative pour améliorer les performances animales au pâturage. *Innovations Agronomiques*. 2015, pp 19–28.
- (16) Meisser, M.; Stévenin, L.; Herren, W.; Champod, D. Bovins et ovins font ménage commun : retour sur trois ans de pâture mixte, 2013.
- (17) Zanardi, G.; Boniotti, M. B.; Gaffuri, A.; Casto, B.; Zanoni, M.; Pacciarini, M. L. Tuberculosis Transmission by Mycobacterium Bovis in a Mixed Cattle and Goat Herd. *Research in Veterinary Science*. 2013, pp 430–433.
- (18) Abaye, A. O.; Allen, V. G.; Fontenot, J. P. Influence of Grazing Cattle and Sheep Together and Separately on Animal Performance and Forage Quality. *Journal of Animal Science*. April 1994, pp 1013–1022.
- (19) Cuchillo Hilario, M.; Wrage-Mönning, N.; Isselstein, J. Behavioral Patterns of (Co-)Grazing Cattle and Sheep on Swards differing in Plant Diversity. *Applied Animal Behaviour Science*. 2017, pp 17–23.
- (20) Benavides, R.; Celaya, R.; M. Ferreira, L. M.; Jauregui, B. M.; Garcia, U.; Osoro, K. Grazing Behaviour of Domestic Ruminants According to Flock Type and Subsequent Vegetation Changes on Partially Improved Heathlands. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2009, pp 417–430.
- (21) APABA; CIVAM. Complémentarité des élevages, 2012.
- (22) Perrot, C.; Caillaud, D.; Chambaut, H. Économies d'échelle et économies de gamme en production laitière Analyse technico-économique et environnementale des exploitations de polyculture élevage. *alim'agri. agriculture.gouv/alim'agri*, 2013.

- (23) Stark, F.; Fanchone, A.; Semjem, Y.; Moulin, C.-H.; Archimède, H. Crop-Livestock Integration, from Single Practice to Global Functioning in the Tropics: Case Studies in Guadeloupe. *European Journal of Agronomy*. October 2016, pp 9–20.
- (24) Sneessens, I. La complémentarité entre culture et élevage permet-elle d'améliorer la durabilité des systèmes de production agricole ? : Approche par modélisation appliquée aux systèmes de polyculture-élevage ovin allaitant. *Sciences agricoles*. Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand 2014, p 168.
- (25) Fédération Régionale des Agriculteurs Biologiques (FNAB); Association pour la Promotion de l'Agriculture Biologique de l'Aveyron (APABA). Transformation - Élevage Laitier, Fiche N°13 : Valorisation Du Petit Lait. *en ligne*. FRAB Midi-Pyrénées. p 3.
- (26) Solas, L. Les Systèmes Mixte Bovins Ovins Ont Une Bonne Complémentarité, 2014.
- (27) J.-M. Noury, S. Fourdin, Y. Pauthenet. Systèmes d'élevage et changement climatique : perceptions d'éleveurs et stratégies d'adaptation aux aléas. *Magazine "Fourrages."* Association Française pour la Production Fourragère (afpf). Paris, France 2013, pp 211–219.
- (28) Moraine, M. Conception et évaluation de systèmes de production intégrant culture et élevage à l'échelle du territoire., Université de Toulouse, Toulouse, 2015.
- (29) INRA. *Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoin des animaux - Valeurs des aliments.*, Editions Quae.; INRA; 2017.
- (30) AGRESTE - Ministère de l'agriculture française. Recensement agricole 2010. <http://agreste.agriculture.gouv.fr>, 2010.
- (31) IDELE. Le bilan des minéraux. Document de comptabilité azote, phosphore, potasse. *Le cahier de l'éleveur*. 1999, p 37.
- (32) Van Buuren, S.; Groothuis-Oudshoorn, K. Mice : Multivariate Imputation by Chained Equations in R. *Journal of Statistical Software*. December 2011, pp 1–67.
- (33) Husson, F.; Josse, J.; Pagès, J. Principal Component Methods - Hierarchical Clustering - Partitional Clustering: Why Would We Need to Choose for Visualizing Data? *Technical Report - Agrocampus Ouest*. 2010, p 17.
- (34) Kassambara, A. *Practical Guide to Cluster Analysis in R, Unsupervised Machine Learning*, Edition 1.; STHDA, 2017.
- (35) Martin, G.; Barth, K.; Benoit, M.; Blanc, M.; Brock, C.; Destruel, M.; Dumont, B.; Hübner, S.; Magne, M.-A.; Moerman, M.; et al. Multi-Species Livestock Farming Systems : A Review. *En soumission*. INRA Toulouse, France 2019, p 34.

Annexes

ANNEXE N°1 : GUIDE D'ENQUETE.....	P.57
ANNEXE N°2 : REGRESSION PLS DE MICE (REGRESSION DES MOINDRE CARRES).....	P.71
ANNEXE N°3 : REPRESENTATION GRAPHIQUE (BOITES A MOUSTACHES ET DIAGRAMME EN BARRES) DE TOUS LES INDICATEURS.....	P.71
ANNEXE N°4 : INERTIE REPRESENTEE PAR LES 15 PREMIERES DIMENSIONS DE L'ACP.....	P.73
ANNEXE N°5 : CONTRIBUTION DES INDICATEURS A CHAQUE DIMENSION DE L'ACP.....	P.73
ANNEXE N°6 : QUALITE DE REPRESENTATION DES CONTRIBUTIONS DES INDICATEURS A CHAQUE DIMENSION DE L'ACP.....	P.73

ANNEXE N°1 : GUIDE D'ENQUETE

Information Générales

N° de la ferme			Date : / /	cellules avec fond gris : l'information doit être collectée avant l'entretien.		
Nom de la ferme						
Nom des exploitants						
Adresse						
Code postal						
Ville					Pays	
Statut juridique						
Main d'œuvre	Exploitants/associés	Nbe absolu :		UTH :		<i>Préciser si les exploitants ont un emploi en dehors de l'exploitaation (et préciser la durée en équivalent temps plein) :</i>
	Salariés	Nbe absolu :		UTH :		
	Bénévoles	Nbe absolu :		UTH :		
	Total MO	Total nbe absolu :		Total UTH :		
Surface (ha)	<u>SAU :</u>		<u>Ha irriguable :</u>		<u>Ha labourable :</u>	
	<u>Ha parcours :</u>			<u>Ha bordures de forêts :</u>		
Types * de production	Atelier 1 :		Atelier 2 :		Atelier 3 :	
Production énergétique	NON		OUI		<i>Commentaires: Préciser les produits transformés ici :</i>	
Transformation à la ferme des produits	NON		OUI			
Vente directe à la ferme	NON		OUI			
Entreprise de travaux agricoles (ETA)	NON		OUI			
Agrotourisme	Aucun	Gîtes	Tables et/ou chambre d'hôtes	Ferme pédagogique	Autre :	
Autre activité de diversification	Détails :					
Zone environnementale	Nord-Alpine	Sud-Alpine	Nord-Atlantique	Continentale	Autres :	
Contraintes	Distance entre les 2 parcelles les plus éloignées :					<i>Commentaires :</i>

* Type : vaches laitières, vaches allaitantes, brebis laitières, brebis allaitantes, chèvres, porcs (engraissement, naisseurs), poules pondeuses, poulets de chair ...

Historique de la ferme

Pour les exploitants ou associés	Exploitant/Associé 1 :	Exploitant/Associé 2 :	Exploitant/Associé 3 :	Exploitant/Associé 14 :	Exploitant/Associé 5 :											
Année d'installation																
Hors cadre familial (O/N)																
Année d'expérience en agriculture (avant installation)	0 à 5	5 à 10	10 à 15	> 15	0 à 5	5 à 10	10 à 15	> 15	0 à 5	5 à 10	10 à 15	> 15	0 à 5	5 à 10	10 à 15	> 15
Année début de la conversion totale la ferme																
Principaux évènements survenus sur la ferme (décision pour commencer une nouvelle production, agrandissement, nouveaux associés...). <u>Raisons expliquant la conversion à l'AB</u>																
Début des différents ateliers			Rôles/objectifs attendus (valorisation des co-produits, profit, amélioration santé des animaux, occupation durant une période avec faible charge de travail...)													
Ateliers	Type *	Année														
Atelier 1 :																
Atelier 2 :																
Atelier 3 :																
Autres animaux présents (pour nettoyage parcours, ferme pédagogique...) :																

SWOT : Forces Faiblesses Opportunités Menaces

1) Remplir le SWOT : dans un premier temps concernant tous les aspects de la ferme, dans un second temps concernant la diversification (y compris le polyélevage)
 Hiérarchiser les réponses des exploitants
 Les réponses peuvent être sur tous les aspects : compétences, risques, gestion de la santé animale, situation personnelle, marché local, etc.).
 2) Eventuellement compléter cette partie à la fin de l'entretien avec le(s) exploitant(s).
 UTILISER DES COULEURS DIFFERENTES SI PLUSIEURS EXPLOITANTS VEULENT REMPLIR LE SWOT.

Forces		Faiblesses	
Général (sur la ferme)	Spécifique à la diversité de production	Général (sur la ferme)	Spécifique à la diversité de production
Opportunités		Menaces	
Général (sur la ferme)	Spécifique à la diversité de production	Général (sur la ferme)	Spécifique à la diversité de production

Effectif des animaux (Effectif annuel moyen pour animaux présents toute l'année; effectif total sur l'année pour les autres ex : porcs, volailles...)

BOVINS	Lait (nb)	Viande (nb)	Race(s)	Poids moyen (kg)	Têtes achetées / an
Vaches					
Génisses de renouvel. 1 an					
Génisses de renouvel. 2 ans					
Génisses engrais. 1 an					
Génisses engrais. 2 ans					
Mâles de 1 an					
Mâles de 2 ans					
Mâles de 3 ans et +					
Taureaux					
Veaux (+ de 6 mois)					
Autres :					
OVINS	Lait (nb)	Viande (nb)	Race(s)	Poids moyen (kg)	Têtes achetées / an
Brebis					
Agnelles de renouvel.					
Agneaux (yc pour repro)					
Bélier					
CAPRINS	Lait (nb)	Viande (nb)	Race(s)	Poids moyen (kg)	Têtes achetées / an
Chèvres					
Chevrettes de renouvel.					
Jeunes animal engrais.					
Boucs					

PORCINS	Nb Total	Nb bandes / an	Nb an/bande	Race(s)	Poids moyen (kg)	Têtes achetées / an
Truies						
Cochettes						
Porcelets						
Porcs charcutiers						
Autres :						
VOLAILLES	Nb Total	Nb bandes / an	Nb an/bande	Race(s)	Poids moyen (kg)	Têtes achetées / an
Poules pondeuses						
Poulettes						
Poulets de chair						
Dindes						
Canards						
Pintades						
Autruches						
Animaux de renouvel.						
EQUINS	Nb Trait	Nb Selle	Nb Poney	Race(s)	Poids moyen (kg)	Têtes achetées / an
Juments						
Pouliches						
Etalons						
Poulins						
Ânes						
AUTRES (lapins, cailles, alpagas...)	Nb Total	Nb bandes / an	Nb an/bande	Race(s)	Poids moyen (kg)	Têtes achetées / an

* si un animal est vendu en milieu d'année, il compte pour 0.5 animal

Utilisation des bâtiments

Bâtiments	Uniquement pour un atelier (préciser lequel)	Pour plusieurs atelier (Préciser lesquels)		Autre utilisation que pour l'abri des animaux			Fumier et lisier produits		
		Simultanément	Successivement	Oui	Non	Précisions	Type de logement des animaux *	Fumier (M) ou Lisier (S)	Quantité produite (t/an)
Bâtiment 1									
Bâtiment 2									
Bâtiment 3									
Bâtiment 4									
Bâtiment 5									
Bâtiment 6									

* Aire paillée (SBP) *straw-bedded pen*, Logettes paillées (SBC) *straw-bedded cubicles*, Aire paillée + couloir raclé (SBSA) *straw bedding and scraped alley*, Logettes raclées (SC) *scraped cubicles* and Caillebotis (SIC) *slatted cubicle*

Commentaires :

Bien-Être Animal

	Mortalité pour 1 an		€ Coûts vétérinaires pour 1 an	Temps passés pour les soins aux animaux (heures/jours)								
				Groupe* 1		Groupe 2		Groupe 3		Groupe 4		
	Nbe d'adultes morts ¹	Nombre de jeunes ² morts ¹		Composition	Temps (H/jour)	Composition	Temps (H/jour)	Composition	Temps (H/jour)	Composition	Temps (H/jour)	
Atelier 1 :												
Atelier 2 :												
Atelier 3 :												

Nombre de traitement (T) et de Vaccins (V) par maladies				
Catégories de maladies	Jeunes renouv.	Jeunes engrais.	Mères	Autres adultes
Atelier 1 :				
<i>Parasitaires</i>				
<i>Respiratoires</i>				
<i>Digestive/métabolique</i>				
<i>Autres :</i>				
Atelier 2 :				
<i>Parasitaires</i>				
<i>Respiratoires</i>				
<i>Digestive/métabolique</i>				
<i>Autres :</i>				
Atelier 3 :				
<i>Parasitaires</i>				
<i>Respiratoires</i>				
<i>Digestive/métabolique</i>				
<i>Autres :</i>				

	Perception générale du bien-être animal			
	Pas du tout	Faiblement	Satisfait	Très satisfait
Exploitant/As socié 1				
Exploitant/As socié 2				
Exploitant/As socié 3				

1: died or euthanized

2: up to 3 months for ruminants and pigs; up to 6 months for horses

* Un groupe est défini comme étant des animaux élevés dans des conditions de gestion similaires et peut être constitué de plusieurs sous-groupes, par exemple plusieurs troupeaux de bovins au pâturage dans différents pâturages comptent pour un groupe, et plusieurs animaux (même combinaison d'animaux et de gestion) dans différents pâturages comptent pour un groupe.

Commentaires :

Pâture et plan de pâturage

Surface (Ha)

Cultures	
Céréales de vente	
Cultures fourragères	
dont Maïs ensilage	
dont Méteil ensilage	
Betteraves fourragères	
dont Autres cultures fourragères (betteraves, céréales pâturées...)	
Autres cultures fourragères	
Prairies (hors parcours)	
Prairies temporaires	
dont En rotation avec les cultures (sur les 6 dernières années)	
dont Avec des légumineuses (mélange)	
Dont Prairies 100% légumineuses (luzernière par ex.)	
Prairies permanentes	
Parcours (sans réelle pâture)	
Vignes	
Vergers	
Arbres fruitiers :	
Petits fruits :	
Plantes médicinales :	
Maraichage :	

Description des principales rotations de cultures (recouvrant au minimum 80% de la SAU)					
Rotation 1	Rotation 2	Rotation 3	Rotation 4	Rotation 5	Rotation 6

	BV	BL	OV	OL	CA	Porcs	Volailles
Date entrée animaux en bâtiments en début d'hiver							
Date de sortie des animaux en début de printemps							
Nbe des animaux en pâturage exclusif sur l'année							
Préciser la catégorie (mères, renouvel...)							

ha pâturés simultanément par 2 espèces	
ha pâturés successivement par 2 espèces	
ha de prairies seulement récoltées mécaniquement	
T de fumier épandus sur les prairies	
T de lisier épandus sur les prairies	

Atelier	surface paturée (ha)	type de pâturage	Nb d'animaux	Durée pâturage (mois)
Atelier 1				
Atelier 2				
Atelier 3				

	Tonnes de matière sèche distribuée à :										
	Ha 1ere coupe	Ha 2nd coupe	Ha 3eme coupe	Total TMS récolté	BV	BL	OV	OL	G	Porcs	Volaille
Foin											
Ensilage d'herbe											
Enrubannage											
Maïs ensilage											
Autre ensilage (préciser)											
Autre ensilage (préciser)											

Parcellaire des cultures (toutes cultures sauf foin, ensilage, enrubannage d'herbe)

Cul. N°	Nom de la culture	Surface	Rdt		Vente		Tonnes semences (ferme)	Tonnes alim. Ax	Ateliers utilisant les cultures (Tonnes/an)						Fertilisation			
			Quantité	Unité	Tonnes vendues	type (huile, grain, farine)			BV	BL	OV	OL	CA	Porcs	Volailles	Surface fertilisée (ha)	Type d'effluents (M pour fumier / S pour Lisier)	Quantité (T/ha)
1	Blé (grain)																	
2	Blé dur (grain)																	
3	Orge (grain)																	
4	Avoine (grain)																	
5	Triticale (grain)																	
6	Seigle (grain)																	
7	Autres céréales (grain)																	
8	Mélanges céréales/protéagineux (grain)																	
9	Tournesol (grain)																	
10	Colza (grain)																	
11	Autres oléagineux (grains)																	
14	Soja																	
15	Pois et feverolle																	
16	Autres légumineuses à graines																	
17	Maïs grain																	
18	Sorgho (grain)																	
19	Betterave surcrière																	
20	Pommes de terre																	
21																		
23																		
24																		
25																		
T	TOTAL CULTURES																	

Production de paille									
De quelle culture ?	Surface récoltée	Quantité totale récoltée par an	Répartition entre les ateliers (en Tonnes de Matière Sèche/an)						
			BV	BL	OV	OL	CA	Porcs	Volailles

Surface totale avec effluents sur les 5 dernières années

Résidus pâturés

Est-ce que les résidus de cultures sont pâturés ?	Oui	Non
---	-----	-----

N°	Culture où pâturage des résidus	Atelier 1			Atelier 2			Durée pâture
		Atelier	Catégorie (mères, jeunes)	effectif	Atelier	Catégorie (mères, jeunes)	effectif	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								

Haies / Sol nu

Km de haies et de bordures de forêts *	Ha de sol nu durant l'hiver

* Calculer sur la carte des parcelles de la PAC

Commentaires :

Cultures intermédiaires et autres couverts

N°	Espèces semées	Surface	Rendement	% récolté	% enfoui	%paturé	Atelier 1				Atelier 2			
							Atelier	Catégorie (mères, jeunes)	Effectif	Durée pat. *	Atelier	Catégorie (mères, jeunes)	Effectif	Durée pat. *
1														
2														
3														
4														
5														

* En cas de paturage simultané, remplir une ligne par atelier et préciser la durée de pâturage des 2 ateliers

Commentaires :

Intrants alimentaires, de fertilisation et énergétiques

Cat. d'intrants	Nom	Quantité achetée pour chaque atelier									TOTAL en € ou €/T
		BV	BL	OV	OL	CA	Porcs	Volailles	Cultures	Prairies	
CONCENTRES											
Complément complet											
Tourteaux											
Céréales											
Drèches											
Autres (pailles, minéraux...)											
FOURRAGES											
FERTILISANTS/ EFFLUENTS											

Consommation d'énergie (et production)		
Gasoil sur la ferme (L)	Km avec voiture privée / an	Heures de tracteur (ETA ou CUMA)

Gaz (kg)	Electricité (Kwh)

Commentaires :

Co-produits

Nom	De	Quantité (avec unité !)	Destination										
			BV	BL	OV	OL	CA	Porcs	Volailles	Cultures	Prairies	Transformation animale	Transformation végétale

Données économiques

€ Produit Brut (HT)	€ Total subventions	€ Salaire et charges sociales	€ Fermage	€ Toutes taxes (terre + autres)	€ Amortissements	€ Frais financier	Total charges (somme précédents)

Commentaires :

€ Résultat courant ou résultat exercice	Revenus extérieurs ?		€ Charges de structure	€ Marge brute	€ Emprunts (long, moyen, court termes)	€ Capital de la ferme (hors foncier)	Revenu prélevé par an pour tous les associés ¹			
	Oui *	Non					€ / an			
							<i>SCORE</i>			
							Très mauvais	Mauvais	Assez bien	Bien

* Si oui, préciser (dans les commentaires) combien cela représente en temps plein (%) et le type de travail (en lien à l'agriculture ou non)

¹ : fourchette de + ou - 1000 €

Commentaires :

Tâches faites uniquement par les exploitants/associés eux-mêmes (non par une autre personne)													
Ppales tâches avec un PIC de travail	Ateliers	J	F	M	A	M	Juin	Juillet	A	S	O	N	D
Période de mise bas 1													
Période de mise bas 2													
Nouvelle bande de monogastriques													
Gros lot d'abattage pour la vente directe													
Gros lot pour abattage (autre que vente directe)													
Travail d'alimentation													
Contention d'animaux													
Déplacement d'animaux au pâturage													
Semis prairies/cultures													
Récoltes des céréales													
Récoltes des fourrages													
Autre récoltes (fruits, légumes...)													
Travail de clôtures													
Transhumance													
Transformation													
Vente directe													
Intensité de la période (score de 1 à 4)													

- 1 : Faible intensité
- 2 : Faible à moyenne intensité
- 3: Moyenne à forte intensité
- 4: Forte intensité

Bien être des exploitants 2/3

	Questions ouvertes sur le management de ces pics de travail	Nombre de jour réels de repos/an	Nombre de jours souhaités de repos /an	Nombre de formations suivies / an
Exploitant/As socié 1				
Exploitant/As socié 2				
Exploitant/As socié 3				

Commentaires:

	Accès aux informations/connaissances extérieures (techniques, économique...)				Principales ressources d'informations	Charge de travail			
	Pas satisfait	Peu satisfait	Satisfait	Très satisfait		Légère	Assez légère	Plutôt élevée, et parfois très élevée	Très élevée et très souvent
Exploitant/As socié 1									
Exploitant/As socié 2									
Exploitant/As socié 3									

Commentaires :

Bien être des exploitants

3/3

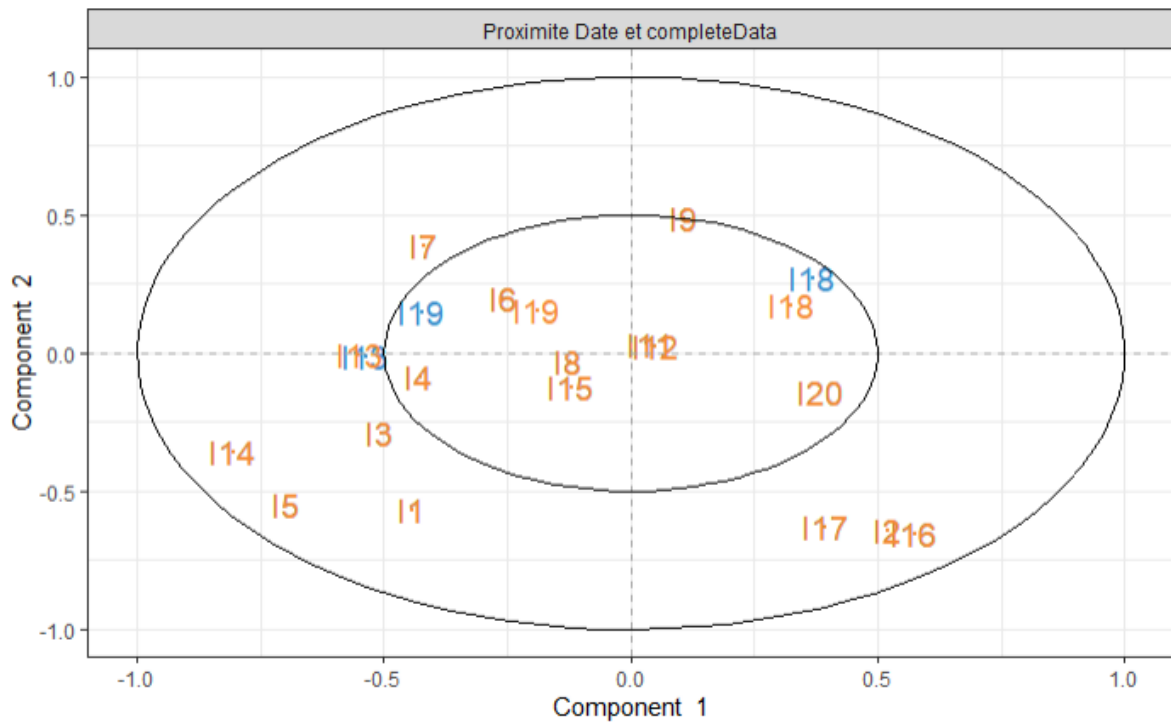
	Difficulté du travail (physique)				Complexité du travail (mentalement)				Satisfaction générale du travail				Raisons
	Souvent très dur	Parfois dur	Souvent facile	Très facile	Souvent très complexe	Parfois complexe	Souvent facile	Très facile	Très faible satisfaction	Faible satisfaction	Assez satisfait	Très satisfait	
Exploitant/ Associé 1													
Exploitant/ Associé 2													
Exploitant/ Associé 3													

Commentaires :

Polyvalence des travailleurs entre ateliers		Exp./Asso 1	Exp./Asso 2	Exp./Asso 3	Exp./Asso 4	Salarié 1	Salarié 2	Bénév.1 :	Bénév.2
Atelier 1	1	Pas de compétences / Ne gère pas l'atelier							
	2	Compétent pour remplacer le gérant							
	3	Gérant (travail quotidien)							
	4	Superviseur sans travail quotidien							
Atelier 2	1	Pas de compétences / Ne gère pas l'atelier							
	2	Compétent pour remplacer le gérant							
	3	Gérant (travail quotidien)							
	4	Superviseur sans travail quotidien							
Cultures	1	Pas de compétences / Ne gère pas l'atelier							
	2	Compétent pour remplacer le gérant							
	3	Gérant (travail quotidien)							
	4	Superviseur sans travail quotidien							
Prairies Pâturage	1	Pas de compétences / Ne gère pas l'atelier							
	2	Compétent pour remplacer le gérant							
	3	Gérant (travail quotidien)							
	4	Superviseur sans travail quotidien							
Transfor-mation, vente, agrotourisme	1	Pas de compétences / Ne gère pas l'atelier							
	2	Compétent pour remplacer le gérant							
	3	Gérant (travail quotidien)							
	4	Superviseur sans travail quotidien							

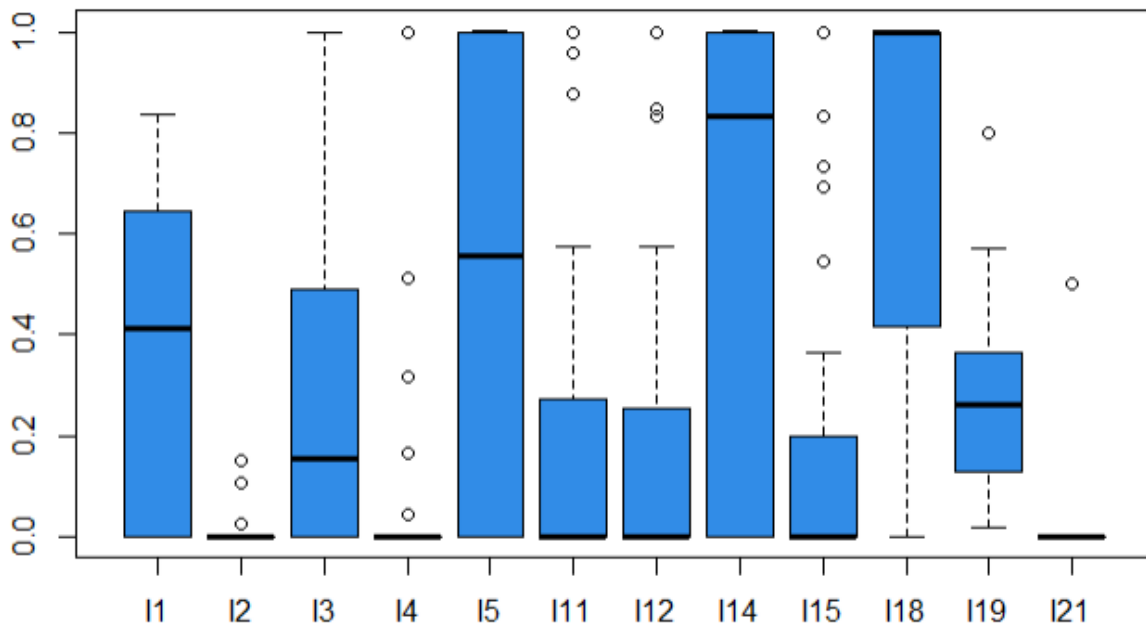
Commentaires :

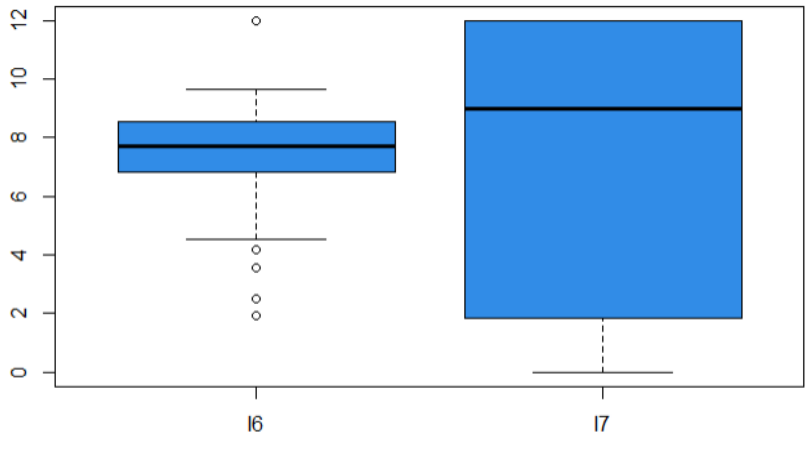
ANNEXE N°2 : REGRESSION PLS DE MICE (REGRESSION DES MOINDRE CARRES).



En bleu : valeurs générées par R, en orange : valeurs mesurées

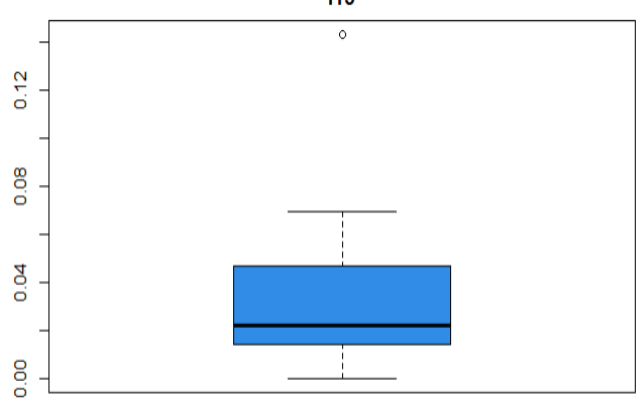
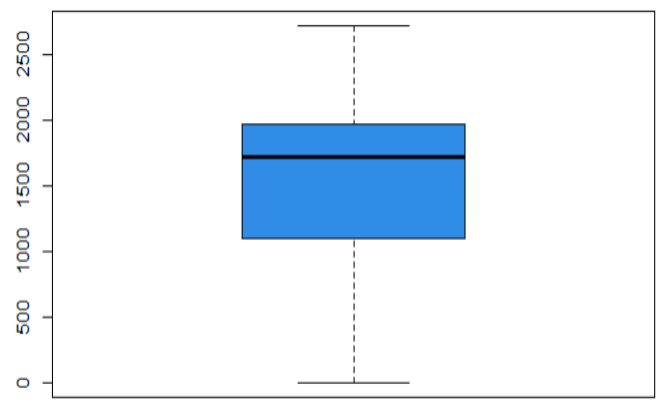
ANNEXE N°3 : REPRESENTATION GRAPHIQUE (BOITES A MOUSTACHES ET DIAGRAMME EN BARRES) DE TOUS LES INDICATEURS.



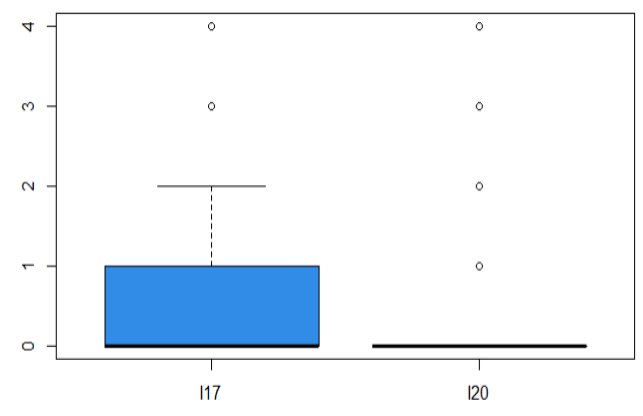
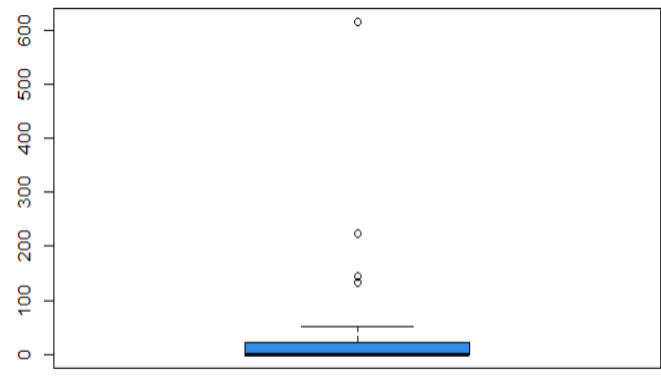


18

113

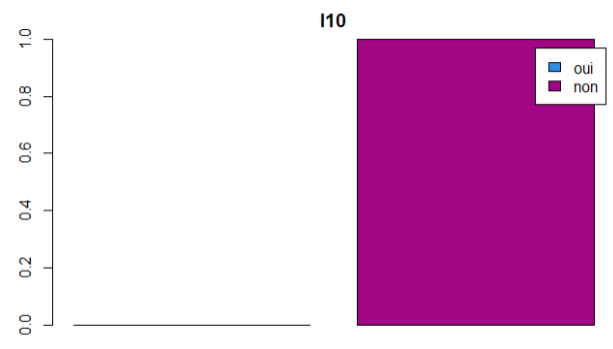
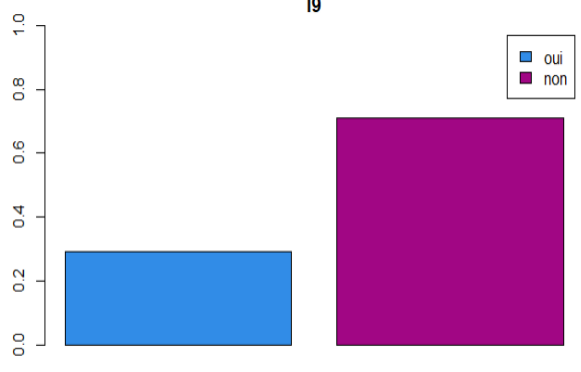


116



19

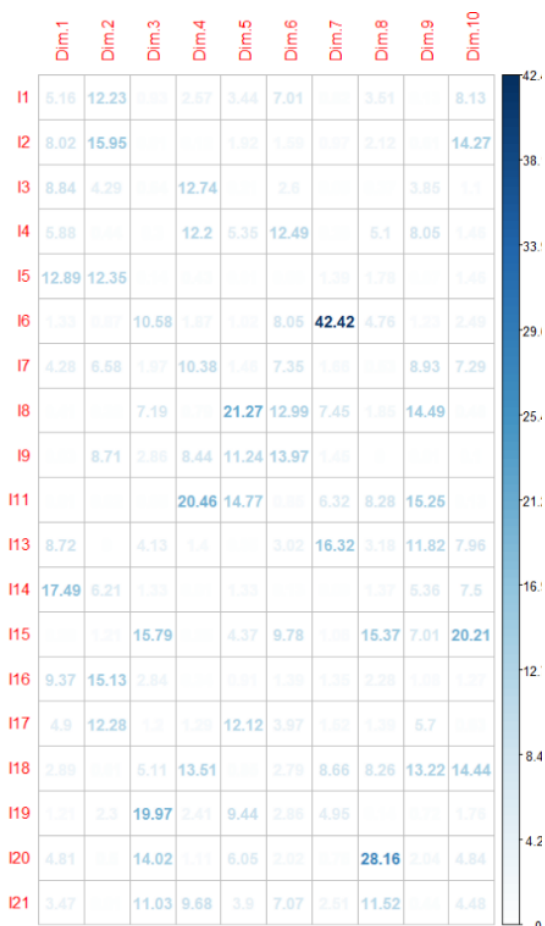
110



ANNEXE N°4 : INERTIE REPRESENTEE PAR LES 15 PREMIERES DIMENSIONS DE L'ACP.

	eigenvalue	percentage of variance	cumulative percentage of variance
comp 1	3.51	18.50	18.50
comp 2	2.61	13.71	32.21
comp 3	2.06	10.86	43.06
comp 4	1.78	9.35	52.42
comp 5	1.71	9.01	61.43
comp 6	1.26	6.63	68.06
comp 7	1.03	5.41	73.47
comp 8	0.93	4.92	78.39
comp 9	0.86	4.53	82.91
comp 10	0.78	4.11	87.03
comp 11	0.70	3.68	90.71
comp 12	0.48	2.54	93.25
comp 13	0.39	2.06	95.31
comp 14	0.31	1.61	96.92
comp 15	0.21	1.08	98.00

ANNEXE N°5 : CONTRIBUTION DES INDICATEURS A CHAQUE DIMENSION DE L'ACP



ANNEXE N°6 : QUALITE DE REPRESENTATION DES CONTRIBUTIONS DES INDICATEURS A CHAQUE DIMENSION DE L'ACP

