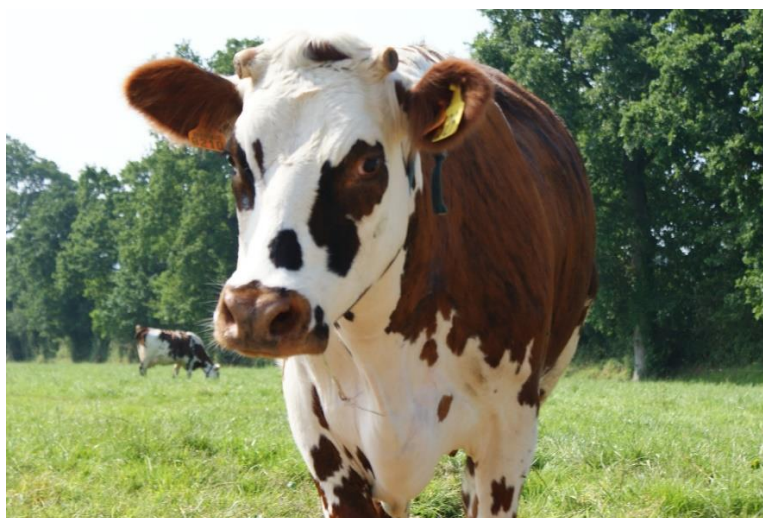


Mémoire de fin d'études  
Pour l'obtention du titre d'Ingénieur Agronome  
Spécialisation en Agroécologie du Système de Production au Territoire

# L'élevage laitier en agriculture biologique : autonomie alimentaire et résistance aux aléas climatiques (2000-2013)



Marine PHILIPPE  
2015

Maitres de stage : Loïc Madeline et Guillaume Martin  
Tutrice ENSAT : Julie Ryschawy  
Correcteur ENSAT : Vincent Thénard



## REMERCIEMENTS

---

Je tiens à remercier toutes les personnes que j'ai rencontrées lors de mes six mois de travail, tous ceux qui m'ont apporté leur aide ou soutien et qui ont contribué à ce travail de quelque manière que ce soit.

Tout d'abord, je tiens à remercier Loïc Madeline et Guillaume Martin, mes maitres de stage, pour m'avoir fait confiance pour travailler ce projet. Je remercie Loïc pour les connaissances qu'il a su partager, les compétences qu'il m'a permis d'acquérir et son accompagnement tout au long du projet. Je le remercie aussi pour sa bonne humeur et son esprit optimiste en toute circonstance. Je remercie Guillaume pour son aide tout au long du projet, le temps passé au téléphone et ses précieux conseils.

Je remercie Aurore Philibert pour sa formation sur le logiciel SPAD, son aide indispensable en statistique et le temps qu'elle y a consacré.

Je remercie aussi Météo France pour m'avoir donné les données météorologiques utilisées dans cette étude.

Je remercie tous les partenaires du projet Optialibio pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail, et leur expérience dans leur domaine qu'ils ont partagé avec moi. Pour le temps qu'ils ont consacré à l'élaboration du projet ou à la présentation des résultats. Je voudrais remercier en particulier Viviane Simonin de la CA de la Manche, Amandine Guimas de la CA de l'Orne, Myriam Vallas Sophie Valleix d'AbioDoc, Antoine Roinsard de l'Itab, Patrick Veysset de l'INRA de Clermont et Jean-Louis Fiorelli de l'INRA de Mirecourt.

Je tiens aussi à remercier Jean-Christophe Moreau de l'Institut de l'Elevage, pour ses conseils concernant le climat.

Je remercie Julie Ryschawy, ma tutrice pour son accompagnement et ses conseils avisés, et Vincent Thénard, mon correcteur de rapport, pour son intérêt pour le sujet et pour avoir accepté de lire ce mémoire. Je remercie également Jean-Pierre Sarthou, responsable de spécialisation, pour m'avoir permis de faire ce stage.

Pour finir, je remercie toute l'équipe de l'Institut de Villers-Bocage, pour leur accueil chaleureux, leur bonne humeur et les joyeuses pauses café et déjeuner. Je remercie en particulier Eloïse, ma collègue de bureau, pendant ces six mois de stage.



## RESUME

---

L'autonomie alimentaire en élevage biologique est le résultat d'une recherche de cohérence entre les moyens et les objectifs de production. Elle vise à s'affranchir de la dépendance aux aliments extérieurs dont le coût est prohibitif pour mieux garantir la traçabilité des produits. Cette étude a pour but de i) réaliser un état des lieux de l'autonomie des élevages bovins lait biologiques, ii) d'identifier les éléments qui la déterminent et de iii) mesurer l'incidence des aléas climatiques. Elle porte sur 261 élevages suivis dans le cadre du dispositif des Réseaux d'Élevage (INOSYS) sur la période 2000-2013. Les élevages affichent globalement une très bonne autonomie en fourrages conservés mais des disparités apparaissent concernant l'autonomie en concentrés, particulièrement pour les concentrés protéiques. L'autonomie est sensible aux années climatiques défavorables qui diminuent les rendements fourragers et céréaliers, comme en 2003 et en 2011. L'autonomie en fourrages est impactée par les mauvaises conditions climatiques hivernales et printanières, jouant sur les stocks, ainsi que par la gestion des prairies. L'autonomie en concentrés dépend du niveau d'intensification du système et de la diversité des cultures dans l'assolement associé au potentiel de surfaces labourables. L'autonomie protéique en concentrés est très liée à la présence du maïs ensilage dans la ration et à la diversité de cultures dans l'assolement. Une typologie des exploitations en fonction de leur autonomie, du climat, des caractéristiques de l'assolement et du troupeau ainsi que des performances (cheptel, économie, travail) a été construite. Elle met en évidence une diversité de systèmes autonomes et la sensibilité des systèmes les plus intensifs aux variations climatiques.

**Mots clés** : agriculture biologique, bovin lait, autonomie alimentaire, aléas climatiques, fourrages, concentrés, protéines

## ABSTRACT

---

Fodder self-sufficiency in organic farming results from coherence between means and production objectives. It allows farmers to free themselves from dependence on organic cattle food which is very expensive and ensure traceability of their products. The purpose of this study was to give an overview of the current situation in dairy organic farms and identify the crucial factors of fodder self-sufficiency with a particular focus on climatic hazards. The study was based on data of 261 dairy organic farms from INOSYS network over the period 2000-2013. Stored forage self-sufficiency was very high but there are differences for concentrates, especially for protein concentrates. Fodder self-sufficiency is affected by bad years for crop yields, such as 2003 and 2011. Forages self-sufficiency depends on winter and spring climatic conditions, which play on forage stocks, and grassland management. Concerning concentrates, self-sufficiency relies on intensification level, crop diversity and winter climatic conditions. Protein self-sufficiency in concentrates is linked with the proportion of maize silage in the rotation and crop diversity. A typology was made based on self-sufficiency, climate, crop rotation, herd and performances (herd, economy and work). It shows a high diversity of self-sufficient systems and a sensitivity of the most intensive systems to climate variations.

**Keys words** : organic farming, dairy cattle, fodder self-sufficiency, climatic hazards, forages, concentrates, proteins



## TABLE DES MATIERES

---

INTRODUCTION.....	1
1. CONTEXTE DE L'ETUDE ET PROBLEMATIQUE .....	2
1.1. L'élevage bovin laitier biologique en France.....	2
1.1.1 L'Agriculture Biologique, histoire et principes.....	2
1.1.2 L'Agriculture Biologique en France, quelques chiffres .....	2
1.1.3 Cahier des charges de l'Agriculture Biologique.....	3
1.1.4 Caractéristiques des élevages laitiers biologiques.....	4
1.2. L'autonomie alimentaire .....	5
1.2.1 Définition de l'autonomie alimentaire .....	5
1.2.2 Les enjeux de l'autonomie alimentaire en élevage bovin biologique .....	6
1.2.3 Les aléas climatiques et l'autonomie alimentaire .....	7
1.3. Cadre d'étude : le projet Casdar Optialibio .....	8
1.4. Problématique.....	10
2. MATERIEL ET METHODE .....	10
2.1. Déroulement et hypothèses de travail .....	10
2.1.1 Déroulement.....	10
2.1.2 Hypothèses de travail .....	11
2.2. Construction de la base de données Optialibio .....	12
2.2.1 Choix des indicateurs et mode de calcul.....	12
2.2.2 Bases de données mobilisées .....	15
2.3. Traitement des données .....	17
2.3.1 Le plan d'analyse .....	17
2.3.2 Statistiques descriptives .....	17
2.3.3 Comparaison des moyennes : Analyse de Variance.....	18
2.3.4 Modélisation statistique : régressions linéaire et logistique .....	18
2.3.5 Création d'une typologie : Analyse factorielle multiple et Classification ascendante hiérarchique .....	19
3. RESULTATS.....	21
3.1. L'échantillon OPTIALIBIO .....	21
3.1.1 Les individus de l'échantillon .....	21
3.1.2 Un échantillon bovin lait diversifié.....	22
3.1.3 Le contexte climatique.....	23
3.2. Etat des lieux du déficit alimentaire en élevage bovin lait biologique.....	25
3.2.1 Un niveau d'autonomie alimentaire globale élevée .....	25
3.2.2 Nature des déficits alimentaires.....	25



3.2.3 Une sensibilité aux variations interannuelles du climat importante.....	29
3.2.4 Synthèse .....	30
3.3. Déterminants de l'autonomie alimentaire en élevage bovin lait biologique .....	31
3.3.1 Déterminants de l'autonomie massique de la ration totale .....	31
3.3.2 Déterminants de l'autonomie massique en fourrages conservés .....	32
3.3.3 Déterminants de l'autonomie en concentrés, massique et protéique .....	33
3.3.4 Des déterminants aux leviers .....	34
3.3.5 Synthèse .....	36
3.4. Résistance des élevages bovins lait biologiques aux aléas climatiques .....	36
3.4.1 Présentation de la typologie .....	36
3.4.2 Description des différentes classes .....	40
3.4.3 Synthèse .....	45
4. DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES .....	45
4.1. Confrontation des résultats aux hypothèses de travail .....	45
4.1.1 Etat des lieux de l'autonomie en bovin lait biologique .....	45
4.1.2 Déterminants de l'autonomie .....	45
4.1.3 Résistance aux aléas climatiques.....	46
4.2. Méthodologie .....	46
4.2.1 Les couples « exploitation-année » .....	46
4.2.2 Particularités et taille de l'échantillon .....	46
4.2.3 Le choix des indicateurs .....	47
4.2.4 Les régressions logistiques .....	47
4.2.5 Les limites de la classification.....	47
4.3. Perspectives de l'étude .....	47
CONCLUSION .....	49



## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Répartition des têtes bovin lait certifiées biologiques en France par département à la fin 2012 (source : Agence Bio, 2013).....	3
Figure 2 : Répartition des surfaces dans les élevages bovins laitiers biologiques du Réseau d'Elevage sur la période 2007-2012 (source : Madeline, 2015) .....	4
Figure 3 : Variation de la température moyenne de surface de 2006 à 2100 déduites de simulations multi-modèles (source : GIEC, 2014) .....	7
Figure 4: Schéma des cinq actions du projet Optialibio (source : Optialibio, 2015).....	9
Figure 5 : L'Institut de l'Elevage se trouve au centre d'un partenariat avec des instituts techniques et scientifique (source : Idele).....	9
Figure 6 : Schéma présentant les étapes de déroulement du projet (source : Optialibio, 2015) .....	10
Figure 7 : Schéma présentant les hypothèses de travail du projet (source : Optialibio, 2015) .....	11
Figure 8 : L'impact du climat sur les rendements des prairies et du maïs (source : CA des Pays de la Loire, 2014) .....	14
Figure 9 : Schéma présentant les hypothèses, les objectifs, les moyens et les résultats attendus du projet (source : Optialibio, 2015) .....	17
Figure 10 : Boîte à moustache de Tukey (source : Optialibio, 2015).....	18
Figure 11 : Exploitations de l'échantillon bovin lait Optialibio (source : Optialibio, 2015).....	21
Figure 12 : Répartition des exploitations bovin lait de l'échantillon par région administrative (sources : Agence Bio, 2013 ; Optialibio, 2015).....	22
Figure 13 : Température moyenne annuelle ( °C) et précipitations cumulées sur l'année (mm) (normale 1981-2010) (sources : Météo-France, fond de carte IGN) .....	23
Figure 14 : Caractéristiques climatiques de l'échantillon par année (source : Optialibio, 2015) .....	24
Figure 15 : Niveau d'autonomie massique de la ration totale de l'échantillon (source : Optialibio, 2015).....	25
Figure 16 : Niveau d'autonomie massique en fourrages conservés de l'échantillon (source : Optialibio, 2015) .....	25
Figure 17 : Niveau d'autonomie massique en concentrés de l'échantillon (source : Optialibio, 2015).....	26
Figure 18 : Niveau d'autonomie protéique en concentrés parmi les individus de l'échantillon utilisant des concentrés protéiques (source : Optialibio, 2015) .....	26
Figure 19 : Les huit régions d'élevage définies par l'Institut de l'Elevage (source : Rouquette et Pfmilin, 1995) .....	27
Figure 20 : Répartition des exploitations de l'échantillon par région d'élevage Idele (source : Optialibio, 2015) .....	27
Figure 21 : Niveaux d'autonomies massiques et protéique, part de maïs ensilage dans la SFP et quantité de concentrés utilisée par région d'élevage Idele (source : Optialibio, 2015) .....	28
Figure 22 : Niveaux d'autonomies massiques et protéique et quantité de concentrés utilisée par année (source : Optialibio, 2015).....	29
Figure 23 : Caractéristiques climatiques des classes autonomes AA++ et des classes moins autonomes AA-- (source : Optialibio, 2015) .....	38
Figure 24 : Déterminants de l'autonomie dans les classes autonomes AA++ et les classes moins autonomes AA-- (source : Optialibio, 2015).....	39
Figure 25 : Classe C1 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialibio, 2015) .....	40
Figure 26 : Classe C2 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialibio, 2015) .....	41

Figure 27 : Classe C4 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialibio, 2015) .....	42
Figure 28 : Classe C5 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialibio, 2015) .....	42
Figure 29 : Classe C3 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialibio, 2015) .....	43
Figure 30 : Classe C6 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialibio, 2015) .....	43
Figure 31 : Classe C7 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialibio, 2015) .....	44

## TABLE DES TABLEAUX

---

Tableau 1 : Les aléas climatiques (source : Guide d'accompagnement des territoires pour l'analyse de leur vulnérabilité socio-économique au changement climatique - CGDD (traitement I Care Environnement)) .....	7
Tableau 2 : Indicateurs sur l'autonomie alimentaire retenus pour l'analyse et leur intérêt (source : Optialibio, 2015) .....	13
Tableau 3 : Indicateurs sur le climat retenus pour l'analyse et leur intérêt (source : Optialibio, 2015) .....	13
Tableau 4 : Indicateurs sur l'assolement retenus pour l'analyse et leur intérêt (source : Optialibio, 2015) .....	14
Tableau 5 : Indicateurs sur le troupeau retenus pour l'analyse et leur intérêt (source : Optialibio, 2015) .....	15
Tableau 6 : Indicateurs sur les performances retenus pour l'analyse et leur intérêt (source : Optialibio, 2015) .....	15
Tableau 7: Indicateurs retenus pour les régressions linéaires et logistiques (source : Optialibio, 2015) .....	19
Tableau 8 : Indicateurs utilisés comme variables actives pour l'AFM et la CAH (source : Optialibio, 2015) .....	20
Tableau 9 : Indicateurs utilisés comme variables illustratives pour l'AFM et la CAH (source : Optialibio, 2015) .....	21
Tableau 10 : Principales caractéristiques de l'échantillon étudié (source : Optialibio, 2015) .....	23
Tableau 11 : Résultats de la régression logistique sur l'autonomie massique de la ration totale. Seuil de significativité à 5%. 889 observations utilisées. (source : Optialibio, 2015) .....	31
Tableau 12 : Résultats de la régression logistique sur l'autonomie massique en fourrages conservés. Seuil de significativité à 5%. 889 observations utilisées. (source : Optialibio, 2015) .....	32
Tableau 13 : Résultats de la régression linéaire sur l'autonomie massique en concentrés. Seuil de significativité à 10%. 887 observations utilisées. (source : Optialibio, 2015) .....	33
Tableau 14 : Résultats de la régression logistique sur l'autonomie protéique en concentrés. Seuil de significativité de 5%. 889 observations. (source : Optialibio, 2015) .....	34
Tableau 15 : Les leviers de l'autonomie alimentaire (source : Optialibio, 2015) .....	35
Tableau 16 : Typologie des individus de la base de données Optialibio Bovin Lait (source : Optialibio, 2015) .....	37

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

---

AB : Agriculture Biologique  
AAMT : Autonomie Alimentaire Massique de la ration Totale  
AAMFc : Autonomie Alimentaire Massique en Fourrages conservés  
AAMC : Autonomie Alimentaire Massique en Concentrés  
AAPC : Autonomie Alimentaire Protéique en Concentrés  
AFM : Analyse Factorielle Multiple  
ANOVA : Analysis of Variance  
BL : Bovin Lait  
CAH : Classification Ascendante Hiérarchique  
CASDAR : Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural  
INRA : Institut National de Recherche Agronomique  
MAT : Matière Azotée Totale  
MS : Matière Sèche  
OGM : Organismes Génétiquement Modifiés  
SAU : Surface Agricole Utile  
SAS : Statistical Analysis System  
SFP : Surface Fourragère Principale  
SPAD : Système Portable pour l'Analyse de Données  
UGB : Unité Gros Bétail  
UMO : Unité de Main d'œuvre  
UF : Unité Fourragère  
VL : Vaches Laitières



## INTRODUCTION

---

La sécurité sanitaire des aliments est un sujet qui préoccupe de plus en plus les consommateurs après les crises des dernières décennies (crise de la vache folle, grippe aviaire). Ces crises remettent en cause les filières classiques d'alimentation et appellent à plus de traçabilité et de contrôle des produits. Dans ce contexte, les consommateurs se tournent de plus en plus vers les produits biologiques dont la consommation est en hausse. La filière biologique se doit de garantir l'origine de ses produits aux consommateurs. Bien que 75% des produits et matières premières biologiques soient d'origine française (*Agence Bio, 2014*), une partie reste importée et en particulier les matières premières telles que le soja.

L'Agriculture Biologique (AB) repose sur le principe de limitation des intrants, inscrite au cahier des charges, et qui s'applique aux productions végétales comme à l'alimentation des animaux. L'autonomie alimentaire des élevages est un gage de traçabilité des produits. Elle permet de plus aux éleveurs de réduire les coûts en limitant les achats d'aliments biologiques dont les prix sont très élevés. Lors du passage à l'AB, les éleveurs se préoccupent généralement plus de la gestion sanitaire des animaux en négligeant la baisse des ressources végétales (fourrages et céréales) dues à l'absence d'intrants de synthèse (engrais et produits phytosanitaires de synthèse). On observe alors que 80% des élevages laitiers biologiques achètent régulièrement des concentrés à l'extérieur et plus étonnamment que 40% recourent aussi régulièrement aux achats de fourrages (*Madelaine, 2015*).

Le changement climatique, constaté depuis les années 1950 et causé par les émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique, va s'intensifier (*GIEC, 2014*). Il entraîne une augmentation de l'occurrence des aléas climatiques, et en particulier des sécheresses. Ces aléas sont perçus par les agriculteurs biologiques comme des facteurs de risque important pour leur système. En effet, ils impactent les rendements fourragers et fragilisent les systèmes biologiques, dans une plus grande mesure d'ailleurs que les systèmes conventionnels (*Boisdon et Capitaine, 2008*).

L'autonomie alimentaire est un élément essentiel de la pérennité des élevages biologiques et doit être considérée avec attention lors de la conversion. Cette étude vise à établir un état des lieux précis de l'autonomie alimentaire des élevages bovins laitiers actuels. Elle s'appuie sur le suivi de fermes biologiques dans le cadre des Réseaux d'Élevage (INOSYS). Elle a également pour but d'identifier les principaux déterminants de l'autonomie, à la fois les éléments favorables et les facteurs de risque. Un intérêt particulier est porté sur l'impact du climat dans ces élevages. Elle s'inscrit dans le cadre d'un projet mené par l'Institut de l'Élevage et ses partenaires de la recherche, du développement et de la formation, sur l'autonomie alimentaire des élevages bovins biologiques, comme composante de travaux sur la robustesse et la résilience des systèmes d'élevage.

La première partie de ce rapport présentera le contexte de l'élevage bovin laitier en Agriculture Biologique et les enjeux associés au changement climatique. Dans un second temps, la méthodologie appliquée à l'échantillon étudié sera détaillée, puis les résultats seront présentés. Enfin une dernière partie discutera des limites des résultats, avant d'exposer les perspectives de l'étude.

## 1. CONTEXTE DE L'ETUDE ET PROBLEMATIQUE

---

### 1.1. L'élevage bovin laitier biologique en France

#### 1.1.1 L'Agriculture Biologique, histoire et principes

La définition de l'Agriculture Biologique (AB) donnée par la Commission Européenne en 2007 est la suivante : « La production biologique est un système global de gestion agricole et de production alimentaire qui allie les meilleures pratiques environnementales, un haut degré de biodiversité, la préservation des ressources naturelles, l'application de normes élevées en matière de bien-être animal et une méthode de production respectant la préférence de certains consommateurs à l'égard de produits obtenus grâce à des substances et à des procédés naturels. » (*Commission Européenne, 2007*)

L'AB est née dans les années 1920 en Europe. Elle est reconnue officiellement en France en 1980 comme « une agriculture sans produits chimiques de synthèse », puis les cahiers des charges privés déjà existants sont homologués et harmonisés. En 1985, la création du logo AB donne de la visibilité aux produits biologiques (*Agence Bio, 2013*).

Au niveau européen, le règlement (CE) 2092/91 est adopté en 1991. Il concerne les produits végétaux et transformés et est élargi en 1999 à la production animale. En 2009, a été adopté un nouveau règlement 834/2007 (*Agence Bio, 2013*).

L'AB est un système de production qui favorise le respect des cycles naturels des végétaux et des animaux. Elle cherche à préserver la qualité des sols et leur fertilité, voir à l'améliorer, à maintenir la qualité des eaux et à préserver un haut niveau de biodiversité. Pour se faire, elle s'applique en particulier à préserver la vie des sols, à réduire l'utilisation d'intrants et de ressources non renouvelables, à préserver la santé des animaux et respecter un haut niveau de bien-être animal (*Agence bio 2013*).

#### 1.1.2 L'Agriculture Biologique en France, quelques chiffres

A la fin 2013, 25 467 fermes étaient engagées en AB (certifiées et en conversion) en France, soit 5.4% des exploitations françaises et 3.9% de la SAU. Après une progression spectaculaire du nombre de conversions entre 1995 et 2004, puis une stagnation entre 2004 et 2007, les engagements de nouveaux producteurs en bio ont repris en 2008 et ils sont particulièrement nombreux à s'être engagés en 2009-2010. Ainsi, depuis 2007, le nombre d'exploitations a augmenté de 113% et le nombre d'hectares de 90%.

En 2013, 63% des exploitations en AB avaient des surfaces toujours en herbe et/ou des cultures fourragères et 37% cultivaient des céréales, des oléo-protéagineux ou des légumes secs. 36% des agriculteurs en AB sont des éleveurs, soit plus d'un exploitant sur 3, et 60% de ces éleveurs avaient un troupeau de bovins lait ou allaitant. Le cheptel bovin bio est en augmentation de 3% par rapport à 2012 et représente 3% du cheptel national.

Comparé au conventionnel, la polyculture et le polyélevage (ou élevage diversifié) sont plus présents en AB. En revanche, la part d'exploitations en grandes cultures est plus faible (*Agence Bio, 2014*).

Fin 2012, il y avait en France 2 137 éleveurs de vaches laitières, avec plus de 95 000 têtes certifiées biologiques. Ceci représente 3.2% du cheptel national de vaches laitières. L'augmentation du nombre d'exploitations et du cheptel se poursuit malgré un recul en 2005.

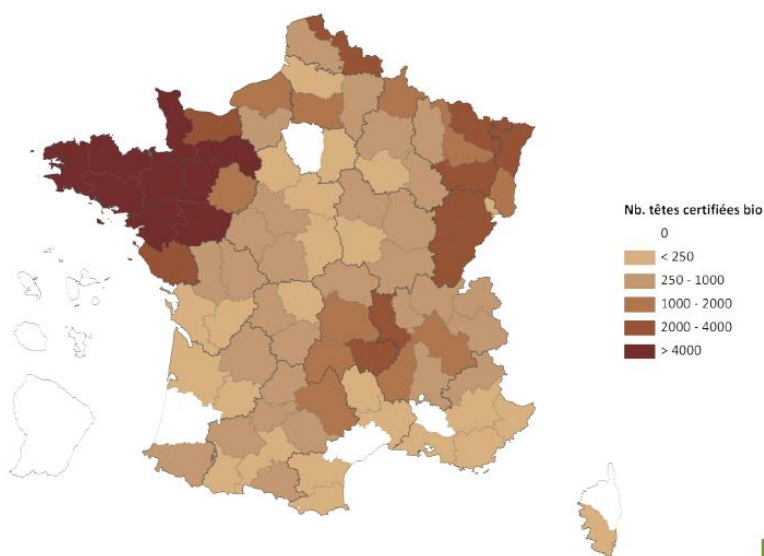


Figure 1 : Répartition des têtes bovin lait certifiées biologiques en France par département à la fin 2012 (source : Agence Bio, 2013)

La collecte de lait de vaches biologiques s'élève à 447 millions de litres de lait en 2012, soit 1.9% de la collecte nationale. La collecte de lait biologique progresse de 34% par rapport à 2011 et de 92% par rapport à 2008 où s'est amorcée l'augmentation.

En 2012, quatre régions concentrent 57 % des exploitations, 64% du cheptel et 66% de la collecte : Pays de la Loire (23% de la collecte), Bretagne (23%), Basse-Normandie (10%) et la Franche Comté (9%) (Agence Bio, 2013). (Figure 1)

### 1.1.3 Cahier des charges de l'Agriculture Biologique

Le règlement (CE) 834/2007 de la Commission Européenne impose des règles à respecter en matière de productions végétales et animales.

Le cahier des charges de l'élevage en AB prévoit des conduites à suivre en termes d'alimentation, de reproduction, de prophylaxie et de traitements vétérinaires, de logement des animaux et d'accès à l'extérieur. Le chargement animal ne doit pas entraîner un dépassement de la limite de 170kg d'azote/ha/an. L'alimentation doit être issue de l'AB et l'utilisation d'OGM est interdite. 60% de la ration annuelle des animaux doit être produite sur l'exploitation ou dans d'autres exploitations biologiques de la région. De plus, 60% de la ration journalière doit être constituée de fourrages grossiers frais, séchés ou ensilés. L'alimentation des animaux doit reposer au maximum sur l'utilisation des pâturages. Ils doivent avoir accès à l'extérieur dès que les conditions climatiques le permettent. Concernant la gestion sanitaire, la prévention est la règle prioritaire. L'utilisation des produits homéopathiques, phytoterapeutiques et les oligo-éléments doit être favorisée par rapport à d'autres médicamentations (CA de Normandie, 2014a).

Le cahier des charges des productions végétales interdit l'utilisation d'engrais minéraux de synthèse, des produits phytosanitaires chimiques et des OGM. La fertilité du sol doit être maintenue principalement par les pratiques culturales, les rotations, l'épandage d'effluents d'élevages biologiques ou de matières organiques biologiques et l'apport de minéraux naturels. La lutte contre les ravageurs et les adventices doit se faire par des méthodes dites naturelles telles que le désherbage mécanique (CA de Normandie, 2014b).

Ainsi, le cahier des charges impose des règles qui conditionnent les systèmes d'élevage biologique. Il oblige en particulier à atteindre un niveau d'autonomie alimentaire de 60%. L'interdiction de l'utilisation des intrants de synthèse en production végétale peut entraîner une baisse des rendements auxquels il faut s'adapter pour gérer l'alimentation des animaux. De plus, le chargement limité et la conduite sanitaire imposée conduisent à diminuer la productivité.

### 1.1.4 Caractéristiques des élevages laitiers biologiques

Le cahier des charges de l'AB influence la conduite des élevages biologiques, ayant parfois pour conséquence la sous réalisation du quota laitier. Ces systèmes sont caractérisés par la prédominance de l'herbe dans le système fourrager et atteignent de très bons résultats économiques par la maîtrise des intrants et la valorisation des produits.

Les résultats ci-dessous proviennent d'une étude sur les exploitations du Réseau d'Elevage, sur les campagnes 2007 à 2012, et illustrent les caractéristiques des exploitations biologiques en élevage bovin laitier (Madeline, 2015).

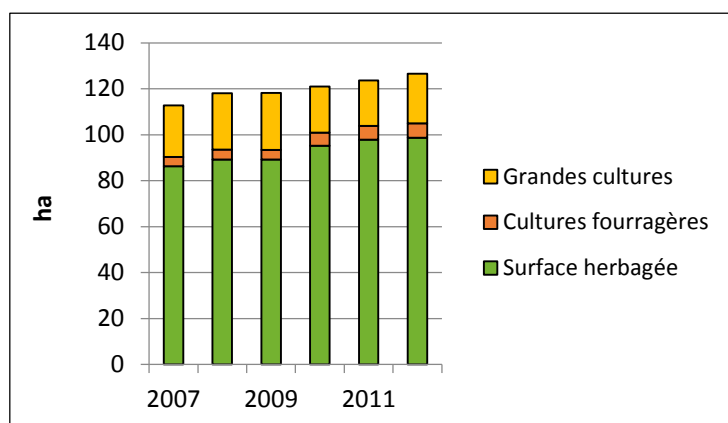


Figure 2 : Répartition des surfaces dans les élevages bovins laitiers biologiques du Réseau d'Elevage sur la période 2007-2012 (source : Madeline, 2015)

Les exploitations sont très spécialisées et de grande dimension. Les cultures de vente représentent moins de 20% de la SAU et sont majoritairement destinées à l'autoconsommation. (Figure 2)

La production est marquée par une sous réalisation du quota structurelle et non temporelle. Elle est due à plusieurs facteurs. Lors de la conversion, la diminution des rendements (fourrages et céréales) entraîne un ajustement des volumes de production ayant souvent pour conséquence la sous réalisation du

quota compensée par le prix payé au producteur. De plus, les mesures sanitaires poussent à une diminution des effectifs d'animaux nécessaires à la réalisation du quota. Pour finir, le recours aux concentrés qui permettent d'augmenter la productivité est limité en raison de leurs coûts élevés.

Les races de vache utilisées varient selon les régions. La plus utilisée reste la Prim'Holstein. La moyenne nationale d'étable, toutes races confondues, se situe à environ 5 600L, avec des écarts selon les races. La consommation moyenne de concentrés est de 900kg/VL/an.

Le système fourrager est basé sur l'utilisation de l'herbe. La surface en herbe représente ainsi plus de 95% de la SFP et est composée à 50% en moyenne de prairies permanentes. Les disparités régionales sont importantes sur ce critère. L'herbe est récoltée majoritairement sous forme de foin qui représente 50 à 60% des fourrages disponibles, mais aussi sous forme d'ensilage d'herbe et d'enrubannage. Seul 34% des exploitations produisent du maïs, et lorsqu'il est présent, la surface de production est limitée à une dizaine hectares. Le chargement s'élève à 1.1UGB/ha de SFP.

Les résultats économiques sont très bons. Les charges opérationnelles sont réduites au maximum par une stratégie économe justifiée en grande partie par le prix des intrants. Les charges de structure sont dans la moyenne des systèmes conventionnels. Les exploitations en AB affichent globalement une très bonne efficacité économique.

Depuis 2000, la tendance est à l'agrandissement, à la fois au niveau des surfaces et du troupeau, le chargement augmente légèrement. La production laitière augmente, mais la sous-réalisation du quota est encore marquée. La part de la SFP augmente au détriment des

cultures et l'herbe occupe toujours une place essentielle dans la SFP. La consommation des concentrés est en hausse mais la part de concentrés achetés sur les concentrés autoconsommés reste stable. Les charges opérationnelles sont en augmentation, tout comme les charges de structure. L'efficacité technico-économique reste cependant élevée (Pavie et Lafeuille, 2009a ; Madeline, 2015).

On observe une diversité de systèmes en fonction des régions et des contraintes qui s'y présentent, et en particulier des contraintes pédo-climatiques. La principale distinction se fait au niveau de l'assolement : totalement herbager, avec des cultures fourragères telles que le maïs ou avec des cultures de vente. Ceci dépend du potentiel des sols et du climat de la zone. Le second point de distinction majeur est au niveau de l'intensification du système, à la fois par animal, 4 500L/VL dans les systèmes tout herbe du Massif Central à 6000L/VL pour un système avec ensilage de maïs dans la même région, et par surface, avec un chargement pouvant aller de 0,65 UGB/ha de SFP dans les systèmes tout herbe du Massif Central à 1,6 dans les zones favorables de Bretagne avec des cultures fourragères (Pavie et Lafeuille, 2009b).

## 1.2. L'autonomie alimentaire

### 1.2.1 Définition de l'autonomie alimentaire

L'autonomie alimentaire correspond à la proportion de nourriture (fourrages et concentrés) destinée aux animaux de l'exploitation et qui est produite sur l'exploitation.

L'autonomie peut porter sur la quantité d'aliments (en t de MS), la valeur énergétique (en UF) ou sur la valeur protéique des aliments (en kg de MAT). Elle se décline ensuite à la ration totale, aux fourrages et aux concentrés. Ainsi, il existe neuf indicateurs pour étudier l'autonomie alimentaire (Brunschwig et al., 2012).

Elle se définit comme :

$$\text{Autonomie alimentaire (\%)} = \frac{\text{Aliments produits et consommés sur l'exploitation}}{\text{Aliments consommés par les animaux produits et achetés}}$$

L'autonomie alimentaire peut se raisonner à différentes échelles. L'échelle de l'exploitation, réduite au périmètre de la SAU et des surfaces pastorales associées, a été retenue pour procéder à un état des lieux des capacités autonomes minimales. Cependant, l'autonomie peut s'étendre à l'échelle du territoire : département, région, petite région agricole, zone AOC ... (CIV, 2013).

Les indicateurs de l'autonomie les plus utilisés sont l'autonomie massique de la ration totale, prenant en compte à la fois les fourrages et les concentrés, l'autonomie massique en fourrages et les autonomies en concentrés, à la fois massique, énergétique et protéique (Pavie, 2004).

Des travaux effectués sur les élevages biologiques par Pavie (2004), et aussi en comparaison avec les élevages conventionnels par Paccard et al. (2003), montrent des différences d'autonomie selon les systèmes de production.

Les élevages bovins laitiers biologiques ont une bonne autonomie massique en fourrages, avec peu d'écart entre les différents systèmes de production : complètement herbager, herbager avec des cultures de vente, et des systèmes avec maïs et cultures de vente. La moyenne est de 90%. Les systèmes avec maïs ont une autonomie légèrement plus élevée en

fourrages. Cependant, les systèmes complètement herbagers sont ceux qui atteignent l'autonomie à 100% le plus fréquemment, alors que dans les systèmes avec maïs, elle est plus rarement atteinte : à peine un éleveur sur deux y parvient. Au final, moins de la moitié des éleveurs sont complètement autonomes en fourrages, les autres en achètent régulièrement.

Concernant l'autonomie massique en concentrés, elle n'est atteinte qu'à 56% en moyenne. Les systèmes tout herbe ont tendance à être dépendants des achats extérieurs de concentrés, mais ils en sont aussi peu consommateurs. Ce sont ensuite les systèmes avec maïs qui sont les moins autonomes, due à la correction protéique nécessaire et certainement aussi à la recherche d'une plus forte productivité. Pour finir, les élevages avec des cultures de vente sont les plus autonomes, et leur autonomie augmente avec les surfaces en culture (Pavie, 2004).

Paccard et al. (2003) ont montré que les élevages en agriculture biologique sont plus autonomes que les élevages en conventionnels de 10 à 15% supplémentaires pour l'autonomie de la ration totale et 2 à 2,5 fois supérieure pour les concentrés.

### **1.2.2 Les enjeux de l'autonomie alimentaire en élevage bovin biologique**

Les conversions à l'AB sont en augmentation depuis 2008. Or, le passage du système conventionnel à un système biologique n'est pas forcément simple, d'autant plus si le système initial était intensif. La conversion à l'AB nécessite plus qu'un simple changement de pratiques pour respecter le cahier des charges. Elle demande de revoir le système de production entièrement pour arriver à une cohérence du système fourrager avec le système d'élevage.

L'alimentation en AB est basée sur le pâturage et la récolte de fourrages pour la ration hivernale. Cette alimentation basée sur l'herbe doit parfois être complétée par d'autres fourrages ou des aliments conservés pour augmenter les performances des animaux. L'assolement doit alors être réfléchi pour couvrir les besoins des animaux à la fois en termes de quantité et de qualité tout au long de l'année.

On distingue deux types de stratégies en élevage AB. La première consiste à maintenir la productivité animale, en particulier pour limiter le chargement. Les exploitations avec cette stratégie recherchent des rations riches, avec l'emploi de maïs ensilage par exemple. Elles utilisent généralement des concentrés achetés. La deuxième stratégie réside en la recherche d'autonomie maximale. Ces systèmes sont souvent herbagers, avec peu de cultures de vente. Ils sont basés sur l'utilisation maximale de l'herbe et n'utilisent que très peu de concentrés. La production laitière est fortement diminuée. Dans les deux cas, la maximisation de la production laitière n'est pas l'objectif. La production est le résultat d'une cohérence entre les ressources fourragères et l'efficacité économique. Ainsi, la sous-réalisation du quota laitier est fréquente. (Pavie, 2009).

Les raisons qui peuvent pousser les agriculteurs biologiques à la recherche de l'autonomie alimentaire sont nombreuses et diverses. Suite aux Journées Techniques Elevage de l'ITAB en 2004, les préoccupations majeures des agriculteurs sont ressorties (Laplace et Fontaine, 2004). Les éleveurs se préoccupent des interrogations des consommateurs concernant la traçabilité des produits et la sécurité des aliments. L'autonomie alimentaire permet de garantir l'origine des produits issus de l'exploitation. De plus, produire ses aliments permet de s'affranchir du coût très élevé des intrants alimentaires biologiques achetés à l'extérieur, bien que les motivations des éleveurs autonomes ne soient que rarement économiques. Ces éleveurs se soucient aussi du coût en énergie fossile de la transformation et du transport des aliments composés.

Enfin, la raison fondamentale de la recherche de l'autonomie soulevée lors de ces journées tient dans le principe même de l'AB qui est le lien au sol. L'idée est qu'on ne peut élever plus d'animaux que le sol ne puisse nourrir. De même, on ne peut produire plus de déjections que le sol ne puisse recycler entièrement. La cohérence entre le sol et le troupeau, c'est-à-dire entre la capacité de production et le volume de production, doit être la base de tout système d'élevage agrobiologique.

### 1.2.3 Les aléas climatiques et l'autonomie alimentaire

Le changement climatique, en marche depuis le milieu du XX<sup>ème</sup> siècle, provoque des aléas climatiques de plus en plus fréquents.

Un aléa climatique est un phénomène d'origine climatique susceptible d'occasionner des dommages aux biens, aux personnes, aux activités et à l'environnement. Les aléas se caractérisent par leur intensité, leur probabilité d'occurrence, leur localisation spatiale, la durée de l'impact et le degré de soudaineté. Ils peuvent en effet être soudains comme la foudre ou progressif comme une sécheresse. Le changement climatique affecte leur intensité, leur probabilité et leur localisation spatiale (ADEME, 2012). Le tableau suivant présente les principaux types d'aléas. (Tableau 1)

Les types d'aléas climatiques	
Evolutions	Extrêmes climatiques
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation des températures :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- moyennes (air, cours d'eau, lacs, ...)</li> <li>- maximales</li> </ul> </li> <li>• Elévation du niveau de la mer</li> <li>• Diminution de l'enneigement</li> <li>• Changements :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- du régime de précipitations</li> <li>- du cycle des gelées</li> <li>- de l'irradiation solaire</li> <li>- des conditions de vent</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sécheresse</li> <li>• Inondations</li> <li>• Surcote marine (submersion temporaire)</li> <li>• Vague de chaleur</li> <li>• Mouvement de terrain</li> <li>• Feux de forêt</li> </ul>

Tableau 1 : Les aléas climatiques (source : Guide d'accompagnement des territoires pour l'analyse de leur vulnérabilité socio-économique au changement climatique - CGDD (traitement I Care Environnement))

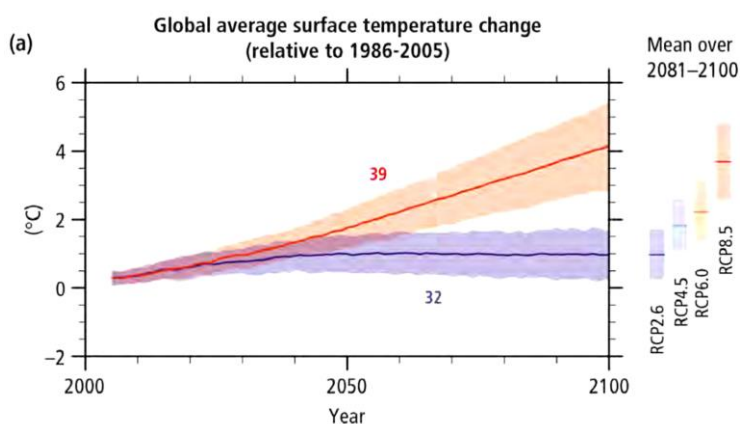


Figure 3 : Variation de la température moyenne de surface de 2006 à 2100 déduites de simulations multi-modèles (source : GIEC, 2014)

Le changement climatique, causé en particulier par l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, va entraîner une augmentation des températures et un changement du régime des précipitations, en particulier une diminution en été, avec des disparités selon les régions (Poisson, 2009). (Figure 3) Les sécheresses sont en effet déjà de plus en plus fréquentes. En France, de 1976 à 2007, il a été recensé une douzaine de sécheresses, soit plus d'une

sécheresse tous les trois ans (*Lemaire et Pfimlin, 2007*).

Les systèmes biologiques reposent majoritairement sur l'utilisation de l'herbe, pâturée et conservée. Or la production herbagère est très sensible aux effets du climat et en particulier à la sécheresse. La production est fortement diminuée lors de stress hydriques par la diminution de la croissance foliaire et par une réduction des apports d'azote due à un ralentissement de la minéralisation (*Durand 2007*). Au printemps, la pousse de l'herbe peut représenter 50 à 65% de l'herbe disponible dans l'année. Cette période est ainsi déterminante pour la constitution de stocks (*CA Aquitaine, 2013*). La production d'herbe peut être diminuée de 50% lors d'une forte sécheresse et les rendements présentent de fortes variations interannuelles (*Ruget, 2006*). De plus, les rendements d'herbe sont plus affectés par les variations interannuelles que les rendements de céréales ou de maïs ensilage, avec de fortes inégalités par régions (*Devun et al., 2013*).

Les systèmes biologiques et plus largement les systèmes herbagers sont les plus vulnérables aux sécheresses, car ils ne disposent pas de ressources fourragères complémentaires telles que le maïs ou les céréales, qui permettent de sécuriser les stocks par leur double fin (grain ou ensilage) (*Lemaire et Pfimlin, 2007*). Ainsi, les aléas climatiques entraînent des déficits fourragers qui ont des conséquences économiques mais aussi sanitaires.

Les déficits fourragers se traduisent au sein de l'exploitation par une augmentation de l'achat de fourrages pour reconstituer les stocks. La baisse de la productivité en l'absence de compensation par l'achat de concentrés, et la baisse des ventes des produits de cultures impactent les produits d'exploitations et l'efficacité économique (*Pavie et Retif, 2006*). De plus, ces déficits ont aussi des conséquences sur la santé des animaux. Les déficits quantitatifs peuvent entraîner des pertes de fécondité ou d'immunité, et donc un impact sur les performances techniques des années suivantes. Les déficits qualitatifs sont plus graves et peuvent provoquer de sévères pathologies (*Gernez, 2004*).

### 1.3. Cadre d'étude : le projet Casdar Optialibio

C'est dans ce contexte de préoccupations sur l'autonomie des élevages et sur les risques liés au changement climatique qu'émerge le projet Casdar OPTIABLIO « Optimisation de l'autonomie et de la résistance aux aléas climatiques des systèmes alimentaires en élevages bovins biologiques », qui se déroule sur la période 2014-2018. Il vise à améliorer l'autonomie alimentaire des systèmes bovins biologiques lait et viande ainsi que leur résistance aux aléas climatiques par l'élaboration de références et d'outils de conseil.

Ce projet, porté l'Institut de l'Elevage, a débuté en octobre 2014 et se décompose en 5 actions. (Figure 4) Les actions 1 et 2 ont pour but de comprendre les systèmes bovins biologiques actuels et les actions 3 et 4 permettront de proposer des adaptations aux systèmes actuels pour les rendre plus autonomes et plus résistants. La production finale de ce projet Casdar est un outil de mesure de l'autonomie alimentaire et de la robustesse aux aléas climatiques d'un élevage. Il sera utilisé dans des démarches de conseil auprès des éleveurs. L'action 5 est une action transversale de communication visant à valoriser la connaissance existante et à diffuser les nouveaux savoirs.

Ce stage s'inscrit dans les actions 1 et 2. L'action 1 a pour but de faire un état des lieux pluriannuel de l'autonomie alimentaire des systèmes biologiques en s'appuyant sur le traitement de la base de données des Réseaux d'Elevage. L'action 2 doit identifier les déterminants de l'autonomie grâce à l'analyse multifactorielle de la base de données précédente. Cette analyse sera complétée par des enquêtes approfondies en élevages pour

mieux comprendre l'impact des aléas climatiques et identifier des stratégies d'adaptation. Ceci doit aboutir à la réalisation d'un outil d'autodiagnostic de l'autonomie de l'exploitation.

**OPTIALIBIO : Optimisation de l'autonomie alimentaire et de la résistance aux aléas climatiques des systèmes alimentaires en élevages bovins biologiques**

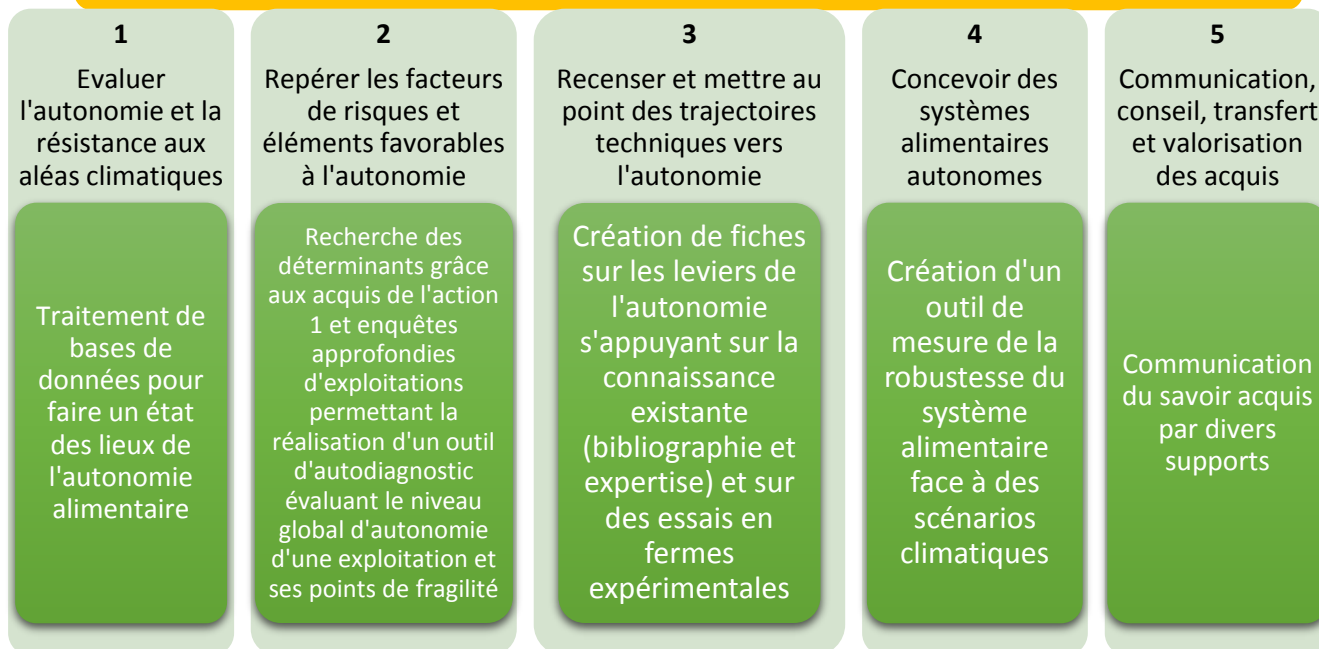


Figure 4: Schéma des cinq actions du projet Optialibio (source : Optialibio, 2015)

Ce projet Casdar a été déposé par l'Institut de l'Élevage en collaboration avec de nombreux partenaires : les chambres d'agriculture de Bretagne, de Normandie, d'Aveyron et du Cantal, les fermes expérimentales de Mirecourt, Trévarez et Thorigné d'Anjou, des organismes d'accompagnement scientifique que sont l'INRA, l'ITAB, le GAB22, le pôle d'Agriculture Biologique du Massif Central et ABioDoc, des lycées agricoles et le groupement de producteurs BIOLAIT.



Figure 5 : L'Institut de l'Élevage se trouve au centre d'un partenariat avec des instituts techniques et scientifiques (source : Idele)

L'Institut de l'Élevage (Idele) est un organisme de recherche et développement qui a pour but la construction de connaissances techniques et de références destinées aux techniciens et éleveurs. Ces principaux objectifs sont d'élaborer des solutions techniques, économiques et sociales pour la conduite des élevages, de développer leur compétitivité et celle de la filière, et de fournir des éléments d'expertise aux décideurs publics et professionnels.

C'est une association de loi 1901 à but non lucratif. Elle agit en concertation avec les interprofessions, les organismes techniques et scientifiques et les pouvoirs publics ainsi qu'avec les acteurs économiques. (Figure 5) Elle prend

part aussi dans des collaborations à l'échelle européenne et internationale. Elle est composée de 5 départements techniques traitant de génétique, de conduite technique d'élevage, d'environnement, de qualité des élevages et des produits, d'économie ainsi que de préoccupations sociétales. Elle offre des services d'expertise, d'analyse, de formation, d'intervention et d'ingénierie de projet.

Le service Fourrage et Pastoralisme du département Technique d'élevage et environnement, dans lequel j'ai travaillé durant cette période de stage, est à l'origine de ce projet Casdar.

#### 1.4. Problématique

La recherche de l'autonomie alimentaire est en élevages biologiques une démarche motivée par le principe même du lien au sol. La cohérence entre le volume de production et la capacité de production est fondamentale. Comme l'expliquent Hill et MacRae (1995) par le concept ESR (Efficience Substitution Reconception), l'efficience et la substitution ne sont pas suffisantes pour assurer une transition viable d'un système conventionnel à un système durable, le système doit être repensé dans son intégralité.

Le travail réalisé au cours de cette période de stage visait à mieux comprendre l'autonomie des systèmes biologiques. Ainsi, il doit répondre aux questions suivantes :

**Quel est le niveau actuel d'autonomie alimentaire des élevages bovins laitiers biologiques en France ?**

**Quels sont les facteurs de risque et les éléments favorables à l'autonomie alimentaire dans ces élevages ?**

**Quel est l'impact des aléas climatiques sur l'autonomie alimentaire ?**

Ce projet doit évaluer l'autonomie alimentaire des systèmes d'élevage bovin laitier biologique actuels et établir un état des lieux des déficits alimentaires. Il doit ensuite permettre d'identifier les déterminants de l'autonomie alimentaire, en analysant, entre autres, l'impact des aléas climatiques sur les élevages.

## 2. MATERIEL ET METHODE

### 2.1. Déroulement et hypothèses de travail

#### 2.1.1 Déroulement

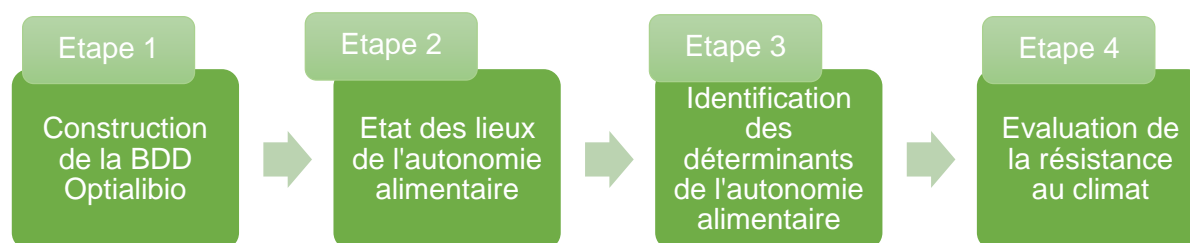


Figure 6 : Schéma présentant les étapes de déroulement du projet (source : Optialibio, 2015)

La première étape a été de construire une base de données qui est le point de départ du diagnostic de la situation actuelle des élevages. (Figure 6) Son élaboration a été concertée

avec les partenaires du projet. Son analyse dans l'étape 2, par des méthodes de statistiques élémentaires, aboutit tout d'abord à dresser l'état des lieux des déficits alimentaires. Une analyse plus approfondie permet de définir les déterminants de l'autonomie alimentaire dans l'étape 3 puis d'identifier les éléments de robustesse des élevages aux aléas climatiques dans l'étape 4.

Le projet Optialibio traite à la fois des élevages bovins lait et viande. Au cours du stage, j'ai travaillé sur les deux types de production jusqu'à la phase d'analyse statistique. Les résultats des bovins viande n'ont pas été analysés. Ce rapport présente uniquement les résultats obtenus en bovins lait.

### 2.1.2 Hypothèses de travail

Les hypothèses formulées ci-dessous ont structuré le travail réalisé autour des moyens de production, des choix techniques, des performances de l'exploitation, du climat et de l'autonomie. (Figure 7)

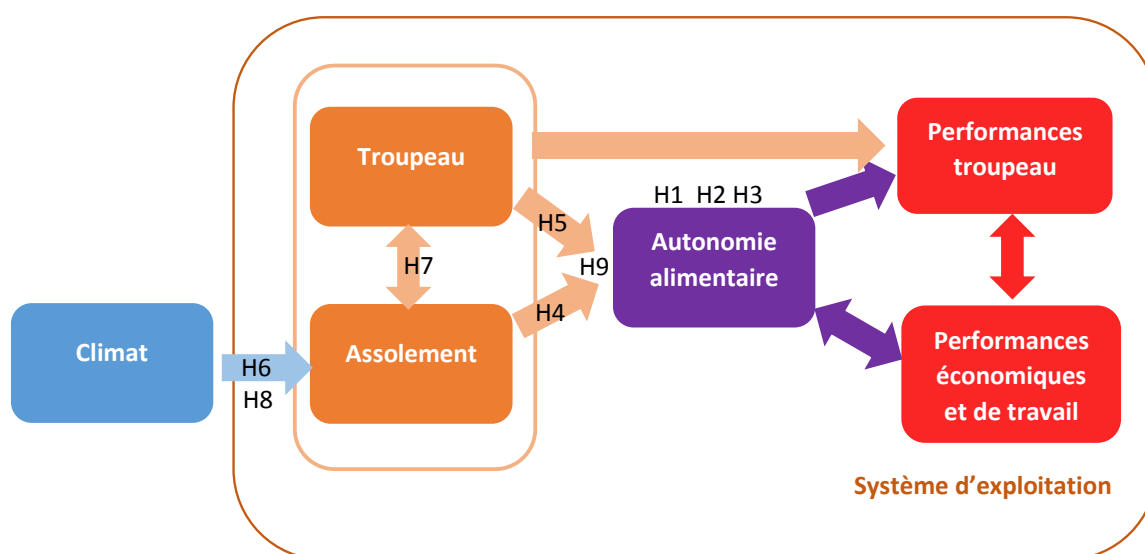


Figure 7 : Schéma présentant les hypothèses de travail du projet (source : Optialibio, 2015)

- Hypothèses sur le niveau d'autonomie des élevages bovins laitiers biologiques :

**Hypothèse 1** : Les systèmes bovins biologiques ont un bon niveau d'autonomie massique de la ration totale, supérieur à 90% (Paccard et al., 2003).

**Hypothèse 2** : Le niveau d'autonomie massique en fourrages conservés est bon, avec un niveau d'environ 90%. (Pavie, 2004).

**Hypothèse 3** : L'autonomie massique en concentrés des élevages biologiques est plus faible, environ 60%, avec des disparités selon les systèmes de production. L'utilisation de concentrés protéiques varie aussi, les systèmes avec maïs étant dépendant des concentrés protéiques pour équilibrer la ration (Pavie, 2004).

- Hypothèses sur les déterminants de l'autonomie :

**Hypothèse 4 (assolement)** : La diversité d'assolement est favorable à l'autonomie, permettant une production diversifiée d'aliments et diminuant la sensibilité aux aléas climatiques grâce aux différents types de couverts.

De plus, plus les espèces et les variétés sont diversifiées dans le système de production, plus le risque dû aux aléas climatiques est réparti ce qui sécurise la production au niveau de l'exploitation (*Justes et al, 2012*). Le maïs ensilage, la présence d'autres cultures fourragères (sorgho, betteraves) permettent de sécuriser les stocks. Les céréales immatures constituent des stocks dans le cas d'une sécheresse estivale (*Lemaire et Pfimlin, 2007*).

**Hypothèse 5 (troupeau)** : Les élevages les plus intensifs, caractérisés par une forte productivité par vache laitière et par une consommation de concentrés par UGB élevée, sont les moins autonomes (*Paccard et al., 2003*).

**Hypothèse 6 (climat)** : Une année précoce, avec un printemps, un été et un automne humides, est favorable à l'autonomie en fourrages (*CA des Pays de la Loire, 2014*).

**Hypothèse 7 (équilibre assolement-troupeau)** : L'équilibre sol-troupeau est déterminant pour l'autonomie. Un chargement apparent trop élevé, supérieur à 1.1UGB/ha (chargement moyen en élevage bovin lait biologique – (*Madeline, 2015*)) est défavorable à l'autonomie (*Paccard et al., 2003*).

- Hypothèse sur la résistance aux aléas climatiques :

**Hypothèse 8** : 50% des élevages biologiques sont autonomes, quel que soit le contexte climatique (favorable ou défavorable).

## 2.2. Construction de la base de données Optialibio

### 2.2.1 Choix des indicateurs et mode de calcul

D'après les hypothèses, les indicateurs pour l'analyse doivent à la fois porter sur des éléments techniques de l'exploitation, sur son autonomie alimentaire et sur des aspects climatiques de la zone de l'exploitation. Ainsi, les indicateurs retenus se répartissent en cinq catégories : climat, assolement, troupeau, performances (du troupeau, économique et de travail) et autonomie alimentaire (la forme de performance qui nous intéresse le plus ici). Les indicateurs sur le climat, l'assolement et le troupeau sont des variables explicatives de l'autonomie. Les indicateurs de performances ont été choisis pour mieux caractériser les exploitations et peuvent être à la fois des facteurs explicatifs de l'autonomie mais aussi des conséquences.

Le choix des indicateurs s'est fait en concertation avec différents groupes d'experts lors de différentes réunions. Les indicateurs finalement retenus pour l'analyse sont présentés dans les tableaux suivants. (*Tableaux 2 à 6*) Dans ces tableaux sont aussi indiquées les raisons de leur choix. En annexe 1 sont présentés les modes de calculs des indicateurs.

Autonomie alimentaire		
Indicateurs	Sigle	Intérêt
Autonomie alimentaire massique de la ration totale (%)	AAMT	Paccard et al. (2003) ont montré que les autonomies massique et énergétique sont fortement corrélées car la valeur énergétique des fourrages et concentrés est proche. Ainsi, l'autonomie protéique caractérise bien les systèmes laitiers. C'est pourquoi les trois indicateurs de l'autonomie massique ont été choisis ainsi que l'autonomie protéique en concentrés.
Autonomie alimentaire massique en fourrages conservés (%)	AAMFc	
Autonomie alimentaire massique en concentrés (%)	AAMC	
Autonomie alimentaire protéique en concentrés (%)	AACP	
Consommation ou non de concentrés	ConsoConc	Cet indicateur précise si l'autonomie massique en concentrés est due à une absence de consommation.
Consommation ou non de concentrés protéiques	ConsoConcProt	Cet indicateur précise si l'autonomie protéique en concentrés est due à une absence de consommation.

Tableau 2 : Indicateurs sur l'autonomie alimentaire retenus pour l'analyse et leur intérêt (source : Optialibio, 2015)

Comme convenu dans le projet Casdar OPTIALIBIO, l'autonomie alimentaire calculée ici est réduite à l'échelle de l'exploitation. Ceci permet de définir des niveaux d'autonomie sur une base homogène pour pouvoir comparer les systèmes entre eux et en déduire ensuite à la fois les besoins en termes de conseil à l'échelle de l'exploitation voir au niveau du territoire.

Climat		
Indicateurs	Sigle	Intérêt
Précipitations – Evapotranspiration potentielle journalière en hiver (décembre, janvier, février) (mm/jour)	PP-ETP Hiver	L'excès de précipitations en hiver retarde la sortie des animaux à la pâture et entraîne donc une diminution des stocks (Couret, 2008).
Précipitations – Evapotranspiration potentielle journalière au printemps (mars, avril, mai, juin) (mm/jour)	PP-ETP Printemps	La sécheresse de printemps ralentit la pousse de l'herbe au moment du pic de production. A l'inverse, trop d'humidité ralentit la levée des cultures de printemps. (CA des Pays de la Loire, 2014).
Précipitations – Evapotranspiration potentielle journalière en été (juillet, août) (mm/jour)	PP-ETP Été	La sécheresse d'été entraîne une baisse de rendement des prairies et des cultures fourragères (CA des Pays de la Loire, 2014).
Précipitations – Evapotranspiration potentielle journalière en automne (septembre, octobre, novembre) (mm/jour)	PP-ETP Automne	La sécheresse d'automne entraîne une baisse de rendement des prairies au moment de la seconde période de croissance de l'herbe (CA des Pays de la Loire, 2014).
Nombre de jours échaudants en juin, juillet et août	JourEchaudant	Les températures supérieures à 25°C ralentissent la pousse de l'herbe en été en cas de déficit hydrique (CA Aquitaine, 2013).
Différence entre la somme de températures entre le 1er février et la date de mise à l'herbe habituelle et une valeur de référence (degrés jours)	EcartSommeT	La fraîcheur printanière retarde le démarrage de la pousse de l'herbe ce qui décale la sortie des animaux à la pâture et augmente la consommation de stocks (CA des Pays de la Loire, 2014).
Présence ou absence de jours de gel à -5°C au printemps	GelTardif	C'est un signe du froid du printemps qui peut impacter sur la mise à l'herbe des animaux et sur les cultures.

Tableau 3 : Indicateurs sur le climat retenus pour l'analyse et leur intérêt (source : Optialibio, 2015)

Les cultures sont affectées différemment par les aléas climatiques (Devun *et al.*, 2013). Dans cette étude, on s'intéresse particulièrement à l'impact du climat sur la pousse de l'herbe et des cultures fourragères puisque les systèmes biologiques sont très herbagers et utilisent parfois du maïs ou d'autres cultures fourragères de printemps (sorgho, betterave). Le schéma (Figure 8) présente les principaux aléas climatiques pouvant affecter les rendements des prairies et du maïs ensilage. La pousse de l'herbe est saisonnière avec un pic de production au printemps, un ralentissement voir un arrêt en été et une reprise en automne. Ainsi les sécheresses d'été et d'automne peuvent être très pénalisantes pour le rendement (CA Aquitaine, 2013).

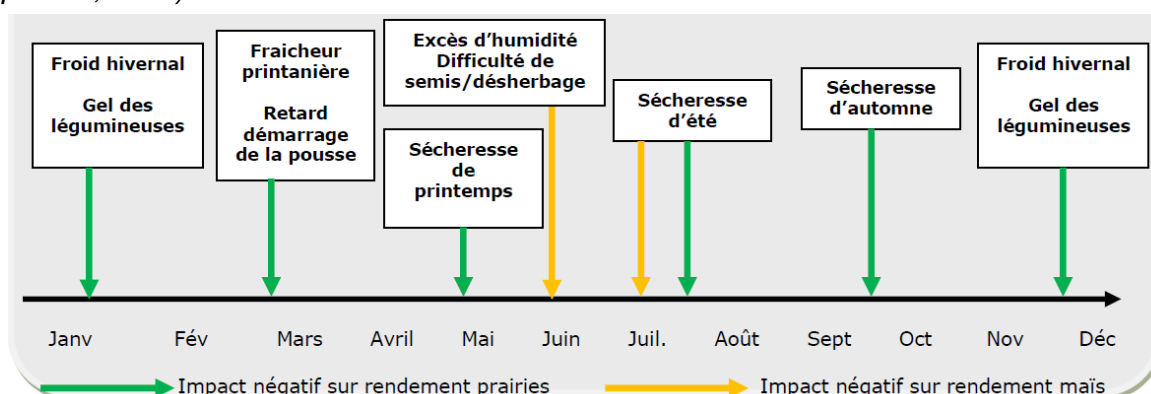


Figure 8 : L'impact du climat sur les rendements des prairies et du maïs (source : CA des Pays de la Loire, 2014)

Certains indicateurs choisis illustrent l'impact des aléas climatique sur les rendements en céréales d'hiver, tels que les jours échaudants au mois de juin qui défavorisent le remplissage des grains, le gel au printemps ou l'excès d'eau en hiver (Bouas *et al.*, 2014, Carpentier, 2013 ; Carrera, 2013).

Assolement		
Indicateurs	Sigle	Intérêt
Indice de Shannon - diversité de l'assolement	H	Cet indicateur mesure la diversité de cultures présentes dans l'assolement qui impact sur la capacité de production et la résistance aux aléas climatiques (Justes <i>et al.</i> , 2012 ; Lemaire et Pfimlin, 2007).
Surface Agricole Utile (SAU) (ha)	SAU	Cet indicateur mesure la taille de l'exploitation.
Prairies permanentes dans la SAU (%)	PP/SAU	Cet indicateur mesure la proportion d'herbe pérenne.
Prairies temporaires dans la SAU (%)	PT/SAU	Cet indicateur mesure la proportion d'herbe non pérenne qui entre dans la rotation, et qui est donc modulable (Coueffe).
Surfaces labourables dans la SAU (%)	SLab/SAU	Cet indicateur mesure la capacité à mettre en place une rotation cohérente permettant en particulier de produire des céréales pour la fabrication de concentrés (Coueffe).
Surfaces en intercultures (cultures intercalaires et dérobés) dans la surface labourable (%)	IC/SLab	Les intercultures peuvent augmenter la capacité de production végétale.
Maïs fourrage dans la Surface Fourragère Principale (SFP) (%)	Maïs/SAU	Cet indicateur définit le type de système fourrager. La présence de maïs est à la fois signe d'intensification de la production laitière et permet la sécurisation des stocks fourragers (Pavie, 2004 ; Lemaire et Pfimlin, 2007).

Tableau 4 : Indicateurs sur l'assolement retenus pour l'analyse et leur intérêt (source : Optialibio, 2015)

Troupeau		
Indicateurs	Sigle	Intérêt
Part d'UGB de l'atelier BL sur les UGB totaux *	PcSpeBL	Cet indicateur mesure la spécialisation de l'exploitation en élevage laitier.
Taux de renouvellement BL *	TR	Cet indicateur informe sur la conduite du troupeau, la baisse du taux de renouvellement permet de diminuer le cheptel et réduit ainsi les besoins du troupeau ( <i>Institut de l'Elevage, 2014</i> ).
Chargement apparent (UGB/ha de SFP)	CA	Cet indicateur informe sur l'équilibre sol-troupeau et l'intensification de l'élevage ( <i>Paccard et al., 2003</i> ).
Quantités de concentrés consommés par UGB BL (kg/UGB/an) *	Conc/UGB	Cet indicateur informe sur l'intensification de l'élevage.

Tableau 5 : Indicateurs sur le troupeau retenus pour l'analyse et leur intérêt (source : Optialibio, 2015)

Le signe \* signifie que l'indicateur a été calculé pour l'atelier BL.

Performances		
Indicateurs	Sigle	Intérêt
Production de lait par vache laitière (L/VL) *	L/VL	Cet indicateur informe sur le niveau de production de l'élevage.
Production de lait par ha de SAU (L /ha de SAU) *	ProdLait/SAU	Cet indicateur informe sur la densité de production à l'hectare.
Revenu disponible par unité de main d'œuvre familiale (€/UMO familiale)	RevDiv/MOExpl	Cet indicateur mesure la capacité de l'exploitation à rémunérer le travail familial et dégager de l'autofinancement. Il mesure ainsi la performance économique ( <i>Guillaumin et al., 2007</i> ).
Efficiences alimentaires sur le produit des ateliers animaux	EffiAlim	Cet indicateur mesure l'efficacité de la transformation des intrants par le système de production et évalue l'efficacité économique des intrants utilisés ( <i>Ministère de l'Agriculture, 2007</i> ).
Part de main d'œuvre non salariée sur la main d'œuvre totale (%)	MOBen/TotMO	Cet indicateur évalue la part de main d'œuvre bénévole sur la main d'œuvre totale, ce qui fragilise la pérennité de l'exploitation au niveau du travail comme des résultats économiques ( <i>Guillaumin et al., 2007</i> ).

Tableau 6 : Indicateurs sur les performances retenus pour l'analyse et leur intérêt (source : Optialibio, 2015)

Le signe \* signifie que l'indicateur a été calculé pour l'atelier BL.

### 2.2.2 Bases de données mobilisées

La base de données du projet Optialibio a été construite à partir de deux bases de données :

- La base de données du système de stockage Diapason, renseignée par INOSYS Réseaux d'Elevage
- La base de données SAFRAN, qui a été développée par le CNRM-GAME, unité mixte de recherche constituée par le CNRS et Météo-France, et fournie par l'INRA

### 2.2.2.1 Le système de stockage Diapason

- Origine des données

Les Réseaux d'élevage (INOSYS) sont pilotés et animés par l'Institut de l'Elevage, en partenariat avec les Chambres d'Agriculture qui assurent le suivi d'environ 2000 exploitations en élevages bovin lait et viande, caprin, ovin lait et viande et équin. Les exploitations suivies sont des exploitations à la fois viables d'un point de vue économique, vivables au niveau des conditions de travail et reproductibles. Le territoire enquêté couvre les huit régions d'élevage définies par Rouquette et Pfimlin (1995) (*Institut de l'Elevage, 2012a*).

- Stockage et valorisation des données

Les données sont rassemblées dans Diapason, qui est le système d'information des Réseaux d'élevage (*Institut de l'Elevage, 2012b*).

Les données collectées se découpent en six grandes catégories :

- L'exploitation,
- La structure, avec une typologie de l'exploitation selon les productions et des données sur le parcellaire, les bâtiments et le matériel,
- Le fonctionnement global, comprenant le cheptel, l'utilisation des surfaces, et l'alimentation des animaux,
- Le fonctionnement des différents ateliers ruminants,
- Les paramètres économiques,
- D'autres thématiques annexes telles que le travail et l'énergie.

Ces données traitent du cheptel ruminant mais aussi des ateliers hors sol (porcs, poulets...). Elles considèrent les surfaces destinées aux ruminants ainsi que des surfaces destinées aux grandes cultures, aux cultures industrielles, au maraîchage et aux cultures pérennes.

Certaines données sont des données brutes, acquises lors d'entretiens, d'autres sont des données calculées à partir des données brutes. Une partie des données est basée sur des dires d'éleveur, telles que la main d'œuvre bénévole, et d'autres sur les registres de l'exploitation. Certaines données sont parfois peu renseignées et ceci a conditionné en partie le choix des indicateurs (ex : l'IVV ou le rang de lactation n'ont pu être utilisés car trop peu renseignés).

Les exploitations sont identifiées par un numéro Diapason unique et selon leur suivi, des données sont présentes pour différentes années d'exercice. Les exploitations peuvent être présentes en continu sur une période plus ou moins longue lorsque leur suivi a été régulier. Mais pour la majorité des exploitations, on ne dispose pas d'une période de suivi continu de plus de 3 ans.

- Les données utilisées pour cette étude

Toutes les données peuvent être extraites grâce à l'option valorisation de l'outil. Les données nécessaires aux calculs des indicateurs ont été extraites et les calculs effectués à l'aide d'Excel, SPAD et SAS. Elles concernent des exploitations biologiques en bovin lait du réseau, de 2000 à 2013.

### 2.2.2.2 La base de données SAFRAN

- Le modèle SAFRAN

Le Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Adaptés à la Nivologie (SAFRAN) (*Durand et al., 1993*) est utilisé pour le suivi hydrologique en France métropolitaine ainsi que pour de nombreuses études sur la climatologie et l'impact du changement climatique.

A partir de données provenant d'un modèle météorologique et de nombreuses sources d'observations, il interpole des données météorologiques de façon optimale. Les données interpolées sont la température, le vent, d'humidité, la nébulosité, les précipitations et le rayonnement solaire ou infrarouge. Elles sont disponibles à partir de l'année 1958 et couvrent des zones de 8km<sup>2</sup> (CNRM-GAME).

- Les données utilisées pour cette étude

Les données SAFRAN utilisées dans cette étude vont de 1999 à 2013. Les données brutes sont les données quotidiennes pour les précipitations liquides (pp), la température minimale (tmin), maximale (tmax), moyenne (tmoyen) et l'évapotranspiration potentielle (etp).

## 2.3. Traitement des données

### 2.3.1 Le plan d'analyse

Différents types d'analyses statistiques ont été conduites dans le but de répondre aux objectifs du projet. Le schéma ci-dessous (figure 9) resitue l'intérêt de chaque analyse au sein du projet.

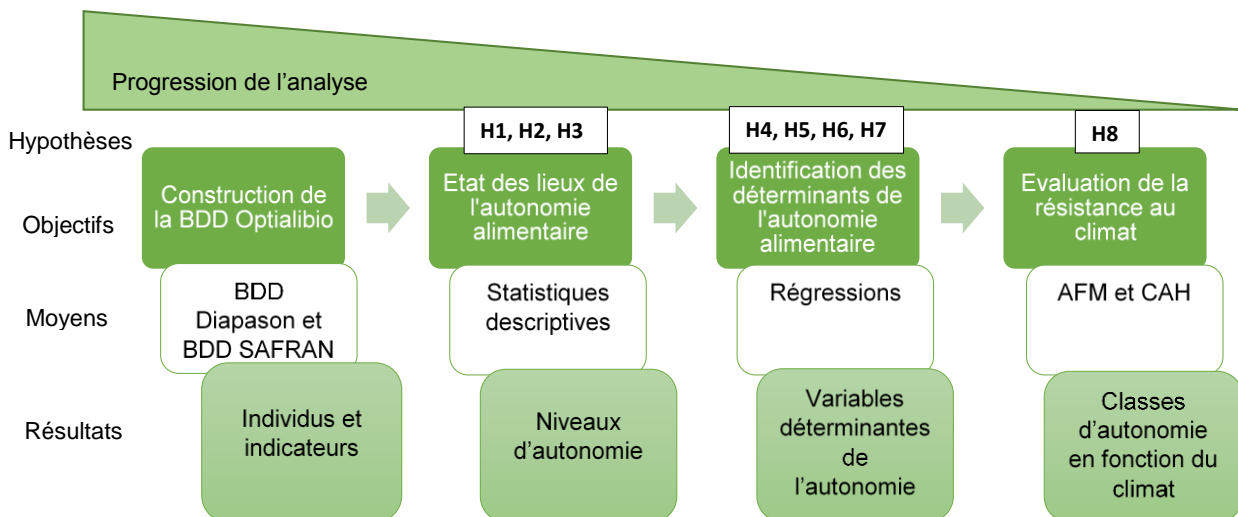


Figure 9 : Schéma présentant les hypothèses, les objectifs, les moyens et les résultats attendus du projet (source : Optialibio, 2015)

### 2.3.2 Statistiques descriptives

Les statistiques descriptives sont indispensables pour connaître la base de données étudiée et repérer d'éventuelles erreurs et détecter les valeurs aberrantes. Elles ont été réalisées avec le logiciel SPAD 8.2.

Des **statistiques élémentaires** ont été effectuées sur les variables continues, avec le calcul de la moyenne, de l'écart type, des minimum et maximum et de la médiane. Ceci permet de vérifier la qualité des données et de se familiariser avec la base de données avant de poursuivre l'analyse.

Différents types de représentation graphique ont été utilisés pour présenter les résultats.

La représentation graphique par le principe des **boîtes à moustaches de Tukey** (figure 10) permet de représenter la distribution d'une variable continue et ses principaux indicateurs :

- moyenne
- médiane
- premier quartile (Q1)
- troisième quartile (Q3)
- limite supérieure ( $Q3 + 1,5 * (Q3 - Q1)$ )
- limite inférieure ( $Q1 - 1,5 * (Q3 - Q1)$ )

Les données supérieures à la limite supérieure ainsi que les données inférieures à la limite inférieure peuvent être considérées comme des données aberrantes.

La **représentation en radar** permet de représenter sur un même graphique les moyennes de différentes variables et ainsi d'avoir une vue d'ensemble sur l'échantillon.

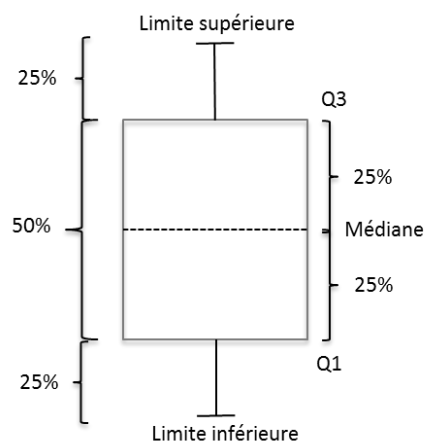


Figure 10 : Boîte à moustache de Tukey (source : Optialibio, 2015)

La **matrice des corrélations** entre variables continues est un outil permettant de connaître la force de liaison linéaire entre ces variables. Une vérification des fortes corrélations entre variable est une étape préliminaire indispensable aux traitements statistiques qui vont suivre. Ainsi, la variable PP/SAU a dû être écartée car elle était trop corrélée avec les variables PT/SAU et SLab/SAU (respectivement -0.9 et -0.6).

### 2.3.3 Comparaison des moyennes : Analyse de Variance

L'Analyse de Variance (ANOVA) permet d'analyser une variable continue en fonction d'une ou plusieurs variables nominales. L'ANOVA repose sur un test de Fisher (égalité des variances) et il faut donc vérifier les hypothèses de normalité des résidus et d'indépendances des échantillons. L'hypothèse nulle vérifiée par ce test est que les échantillons suivent la même loi normale et que leurs moyennes soient égales. Ce test a été utilisé pour identifier des différences entre les années et les régions d'élevage. Dans l'étude, les échantillons sont dépendants, car ils sont basés sur les mêmes exploitations, et une ANOVA à mesures répétées a donc été utilisée (Besse et Laurent).

### 2.3.4 Modélisation statistique : régressions linéaire et logistique

La régression est une méthode permettant d'analyser la relation d'une variable à une autre. L'objectif est d'identifier les relations qu'il existe entre les variables d'autonomie et les autres variables de la base de données.

Des régressions linéaires ou logistiques pas à pas ont été faites, avec le logiciel SAS, sur les quatre indicateurs de l'autonomie avec les variables de climat, d'assolement, de troupeau, de production laitière par vache laitière et par hectare de SAU, et de part de travail bénévole dans le travail total. Les variables de performance économiques n'ont pas été incluses car ce sont des conséquences de l'autonomie plus que des déterminants. Les variables de performances du troupeau ont été gardées car elles sont aussi la conséquence de choix de conduite de troupeau et celle de travail peut avoir une influence sur l'autonomie par la recherche de réduction du temps de travail en diminuant le pâturage par exemple (Charroin et al., 2012).

Une régression linéaire multiple a été faite sur la variable AAMC. C'est une méthode d'analyse multivariée dont l'objectif est de rechercher une liaison linéaire entre une variable quantitative Y, ici un indicateur de l'autonomie, et une ou plusieurs variables quantitatives ici

les autres variables de la base de données. La validité du modèle complet est vérifiée par un test de Fisher et l'hypothèse de normalité des résidus doit être vérifiée. (Besse et Laurent, 2014)

Les variables AAMT, AAMFc et AAPC étant trop dissymétriques, l'hypothèse de normalité des résidus d'une régression linéaire n'était pas vérifiée. Ces variables continues ont été transformées en variables nominales à deux modalités (0 ou 1) pour pouvoir effectuer une régression logistique. Un seuil a été choisi pour la transformation au-dessus duquel l'autonomie a été fixée à 1, et en dessous duquel elle a été fixée à 0 : la médiane pour AAMT et AAMFc (respectivement 0,93 et 0,98) et 0,6 pour AAPC, correspondant au seuil fixé par le cahier des charges. Une régression logistique modélise l'influence d'un facteur qualitatif, ici les variables explicatives, sur la probabilité d'un échec ou d'une réussite de la variable nominale, ici le fait d'être autonome ou non. Le modèle est vérifié par un test de Wald (Besse et Laurent, 2014).

Les deux types de régression ont été effectués de manière pas à pas ascendante, c'est-à-dire qu'à chaque étape est introduite la variable la plus significative et est éliminée une variable qui serait devenue moins significative du fait des nouvelles variables introduites.

La variable de production de lait par ha de SAU est corrélée au chargement apparent à la production de lait par VL, à respectivement 0,60 et 0,53. Ceci pose des problèmes de colinéarité dans les régressions, et il est alors difficile d'obtenir une bonne estimation des effets des différentes variables sur la variable à expliquer. Le modèle avec la production de lait par ha de SAU a donc été gardé. (Tableau 7)

Catégories d'indicateurs	Indicateurs
<b>Climat</b>	Précipitations – Evapotranspiration potentielle en hiver (mm)
	Précipitations – Evapotranspiration potentielle au printemps (mm)
	Précipitations – Evapotranspiration potentielle en été (mm)
	Précipitations – Evapotranspiration potentielle en automne (mm)
	Nombre de jours échaudant
	Différence entre la somme de températures entre le 1er février et la date de mise à l'herbe habituelle et une valeur de référence (degrés jours)
<b>Assolement</b>	Indice de Shannon - diversité de l'assolement
	Surface Agricole Utile (SAU) (ha)
	Part de prairies temporaires dans la SAU
	Part de surface labourable dans la SAU
	Part de surface en intercultures dans la surface labourable
	Pourcentage de maïs fourrage dans la Surface Fourragère Principale (SFP)
<b>Troupeau</b>	Part d'UGB de l'atelier majoritaire sur les UGB totaux
	Taux de renouvellement
	Quantités de concentrés consommés par UGB (kg/UGB)
<b>Performances</b>	Production de lait par ha de SAU (L /ha de SAU)
	Part de main d'œuvre non salariée sur la main d'œuvre totale

Tableau 7: Indicateurs retenus pour les régressions linéaires et logistiques (source : Optialibio, 2015)

### 2.3.5 Création d'une typologie : Analyse factorielle multiple et Classification ascendante hiérarchique

Une Analyse Factorielle Multiple (AFM) suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) permet d'obtenir une typologie des individus selon des variables ordonnées en groupes.

L'**Analyse Factorielle Multiple** (Escoffier et Pages, 1998) est une méthode descriptive multidimensionnelle qui permet de discriminer des individus sur un ensemble de variables structurées en groupes correspondant ici aux différentes thématiques étudiées.

Elle consiste en une analyse globale des variables de tous les groupes dans laquelle les variables ont d'abord été pondérées par l'inverse de la première valeur propre de l'analyse partielle du groupe auxquelles elles appartiennent. Ceci permet d'équilibrer l'influence des groupes de variables, en particulier de diminuer l'influence des groupes dans lesquels il existe une forte corrélation entre les variables (Ferrand et al., 2009).

La **Classification Ascendante Hiérarchique** (Lebart et al., 1995) est une classification des individus basée sur les coordonnées factorielles créées lors de l'AFM. Le critère d'agrégation utilisé est le critère de WARD qui minimise l'inertie intra-classes et maximise l'inertie inter-classes. L'arbre d'agrégation ainsi construit est coupé en différents éléments terminaux et une coupure optimale est proposée (Ferrand et al., 2009).

Une AFM (avec des analyses partielles en ACP normée) suivie d'une CAH ont été conduites sur les variables présentées dans les tableaux 8 et 9. Le logiciel SPAD8 a été utilisé pour ces traitements. Cinq groupes de variables ont été définis pour cette analyse : Climat, Assolement, Troupeau, Performances et Autonomie. Les variables nominales qui ne peuvent pas être utilisées comme variables actives dans l'AFM ont été utilisées en tant que variables illustratives, c'est-à-dire qu'elles ne participent pas à l'analyse mais sont disponibles pour caractériser les classes obtenues lors de la CAH.

Groupes d'indicateurs	Indicateurs - Variables continues
<b>Climat</b>	Précipitations – Evapotranspiration potentielle en hiver (mm)
	Précipitations – Evapotranspiration potentielle au printemps (mm)
	Précipitations – Evapotranspiration potentielle en été (mm)
	Précipitations – Evapotranspiration potentielle en automne (mm)
	Nombre de jours échaudants
	Différence entre la somme de températures entre le 1 <sup>er</sup> février et la date de mise à l'herbe habituelle et une valeur de référence (degrés jours)
<b>Assolement</b>	Indice de Shannon - diversité de l'assolement
	Surface Agricole Utile (SAU) (ha)
	Part de prairies temporaires dans la SAU
	Part de surface labourable dans la SAU
	Part de surface en intercultures (cultures intercalaires et dérobés) dans la surface labourable
	Pourcentage de maïs fourrage dans la Surface Fourragère Principale (SFP)
<b>Troupeau</b>	Part d'UGB de l'atelier majoritaire sur les UGB totaux
	Taux de renouvellement
	Chargement apparent (UGB/ha)
	Quantités de concentrés consommés par UGB (kg/UGB)
<b>Performances</b>	Production de lait par vache laitière (L/VL)
	Production de lait par ha de SAU (L /ha de SAU)
	Revenu disponible par unité de main d'œuvre exploitant (€/UMO exploitant)
	Efficience alimentaire sur le produit total
	Part de main d'œuvre non salariée sur la main d'œuvre totale
<b>Autonomie</b>	Autonomie alimentaire massique de la ration totale
	Autonomie alimentaire massique en fourrages conservés
	Autonomie alimentaire massique en concentrés
	Autonomie alimentaire protéique en concentrés

Tableau 8 : Indicateurs utilisés comme variables actives pour l'AFM et la CAH (source : Optialibio, 2015)

Groupes d'indicateurs	Indicateurs - Variables nominales
<b>Général</b>	Année
	Région d'élevage Idele
<b>Climat</b>	Présence ou absence de gel tardif à -5°C
<b>Autonomie</b>	Consommation ou non de concentrés
	Consommation ou non de concentrés protéiques

Tableau 9 : Indicateurs utilisés comme variables illustratives pour l'AFM et la CAH (source : Optialibio, 2015)

### 3. RESULTATS

#### 3.1. L'échantillon OPTIALIBIO

##### 3.1.1 Les individus de l'échantillon

Le Réseau d'élevage a observé et suivi 457 exploitations spécialisées bovins lait et viande en agriculture biologique, sur la période 2000 à 2013. Ces exploitations possèdent parfois d'autres ateliers animaux, ainsi que des ateliers végétaux tels que du maraîchage ou de l'arboriculture. Il a été choisi de ne garder que les exploitations avec des ateliers bovins lait et/ou viande, et pouvant avoir un atelier grandes cultures ou cultures industrielles ; soient 382 exploitations dont 261 en bovin lait et 121 en bovin viande.

Pour valoriser au mieux la base de données Diapason, il a été choisi d'utiliser (groupe d'expert Optialibio) des **couples exploitation-année** comme individus ; la recherche d'un échantillon constant sur plus de 3 années réduisant trop le nombre de données exploitables. Par conséquent, la base de données construite compte 1043 couples bovins lait et 480 couples bovins viande.

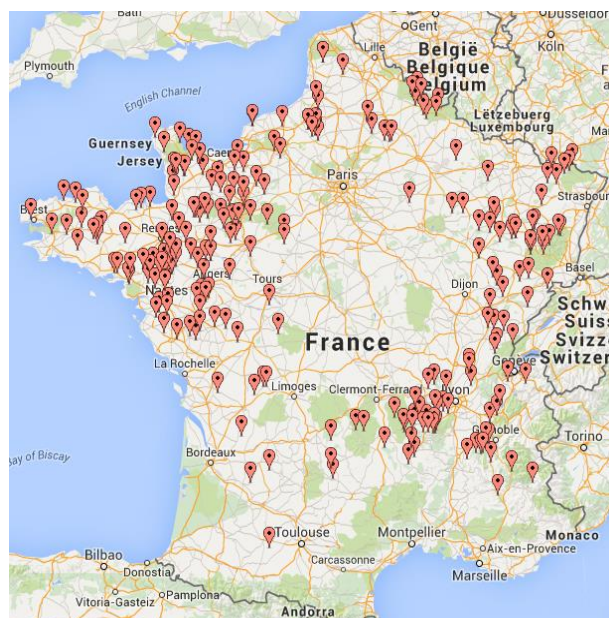
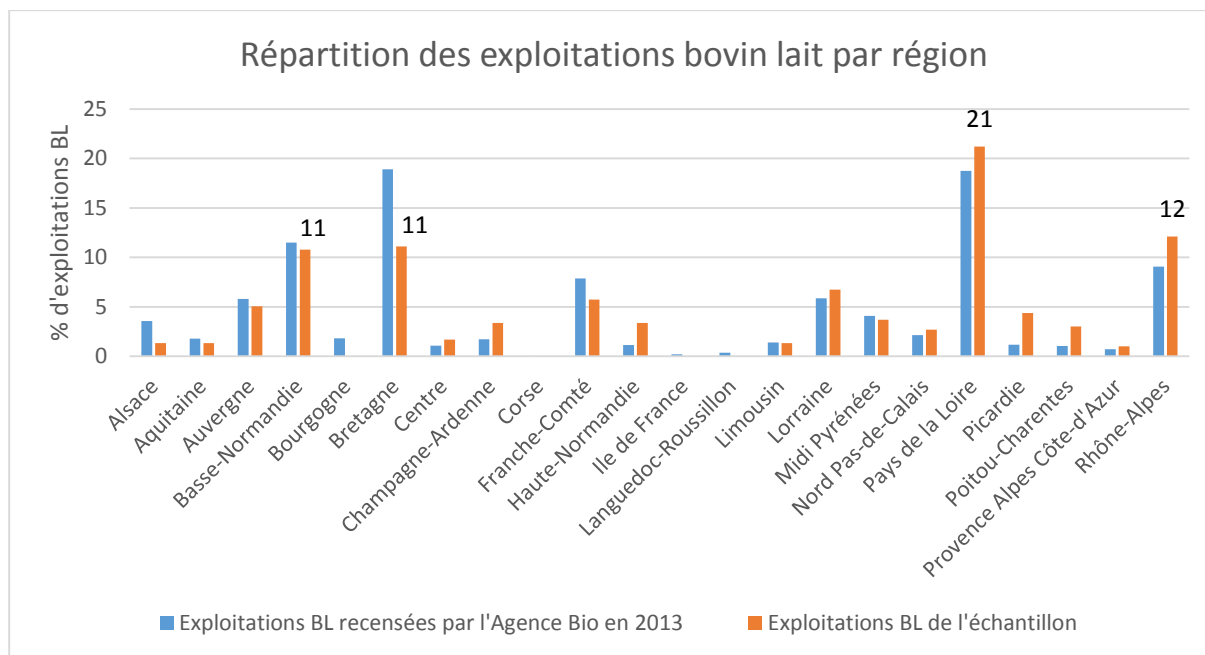


Figure 11 : Exploitations de l'échantillon bovin lait Optialibio (source : Optialibio, 2015)

Dans la suite de l'étude, **nous étudierons uniquement l'échantillon bovin lait**. Les exploitations bovin lait utilisées sont présentées sur la carte figure 11. Un aperçu de la base de données est présenté en annexe 2.

L'échantillon représente la plupart des régions laitières françaises et la répartition des exploitations est proche de la répartition des exploitations biologiques françaises donnée par l'Agence Bio en 2013. (Figure 12) Néanmoins, la Bretagne est légèrement sous-représentée dans l'échantillon, ainsi que l'Alsace, alors que la Picardie et la Haute-Normandie sont surreprésentées dans l'échantillon.



*Figure 12 : Répartition des exploitations bovin lait de l'échantillon par région administrative  
(sources : Agence Bio, 2013 ; Optialibio, 2015)*

La répartition des individus (couples exploitation-année) par région suit sensiblement la répartition des exploitations par région. Cependant, les années 2006, 2007 et 2013 sont légèrement moins présentes dans l'échantillon global.

### 3.1.2 Un échantillon bovin lait diversifié

Les exploitations étudiées sont spécialisées, avec une SAU moyenne de 92ha. La spécialisation en élevage laitier est forte puisque 96% des UGB sont des UGB laitiers. 73% des individus de la base sont complètement spécialisés en élevage laitier. Le chargement apparent moyen est peu élevé, de l'ordre 1,2 UGB/ha de SFP. (Tableau 10)

La SFP moyenne représente 85% de la SAU, les 15% restant étant des cultures. Les systèmes sont très herbagers puisque la SFP est composée à 95% d'herbe, partagée entre prairies permanentes et prairies temporaires, et à 5% de cultures fourragères (maïs, betterave, sorgho...). On note de grandes disparités entre les individus pour la part des prairies permanentes, avec un écart type très élevé. La production laitière moyenne par vache laitière et par an est de 5273L. Environ 40% de l'échantillon utilise du maïs ensilage comme fourrage, avec une moyenne de 11% de part de maïs dans la SFP et leur niveau de production par vache laitière est supérieur à la moyenne de l'échantillon avec 5637L/VL/an.

Seuls 5% des individus disposent de surfaces pastorales, avec une moyenne de 21,7ha, masquant de fortes différences.

Ce sont donc des exploitations très spécialisées, grandes, avec un chargement faible. L'herbe tient une place majeure dans l'assolement.

La diversité de l'échantillon est principalement visible par les forts écarts type de la taille des exploitations et de la part de prairies permanentes. Il faut aussi noter que les exploitations de l'échantillon se sont agrandies sur les 14 années de l'étude, la SAU moyenne passant de 66ha à 93ha et le nombre d'UGB moyen passant de 70 à 98, en conservant un chargement stable.

Indicateurs	Moyenne	Ecart type	Médiane
SAU (ha)	92	49	80
UGB totaux	87	43	78
Chargement apparent (UGB/ha de SFP)	1,2	0,3	1,1
Spécialisation laitière	96	10	100
SFP sur la SAU (%)	85	13	87
SFP en herbe sur la SFP (%)	95	8,0	100
Prairies permanentes sur la SAU (%)	37	32	32
Prairies temporaires sur la SAU (%)	43	27	44
Maïs dans la SFP (%)	4,5	6,8	0,0
Surfaces pastorales (ha)	1,0	8,9	0,0
Production par vache laitière (L/VL)	5273	955	5272

Tableau 10 : Principales caractéristiques de l'échantillon étudié (source : Optialibio, 2015)

### 3.1.3 Le contexte climatique

Le climat de la France est tempéré, avec une pluviométrie répartie tout au long de l'année et des températures relativement douces. Cependant, il varie selon les régions en raison des différences de latitude, altitude et de proximité à la mer ou à des massifs montagneux. Les précipitations dépendent de l'altitude du lieu et de la proximité avec l'océan. Ainsi, les régions les plus sèches sont les côtes méditerranéennes, l'Anjou et le bassin Parisien, alors que les régions les plus pluvieuses sont les zones de montagne (*Météo-France*). (Figure 13) L'échantillon regroupe donc des régions avec des climats différents.

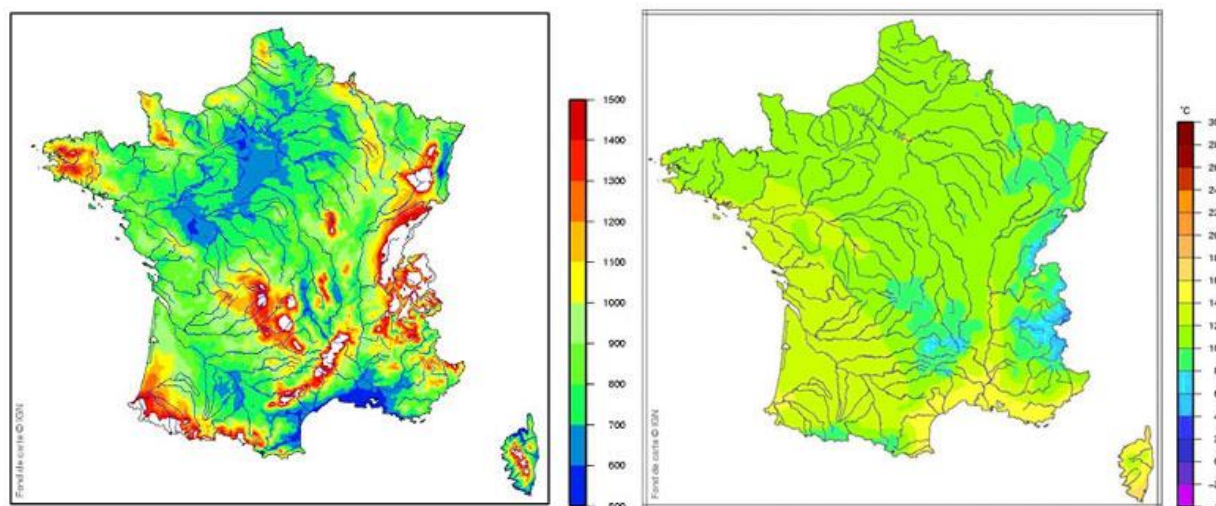


Figure 13 : Température moyenne annuelle (°C) et précipitations cumulées sur l'année (mm) (normale 1981-2010) (sources : Météo-France, fond de carte IGN)

Les graphiques de la figure 14 mettent en évidence la variabilité des conditions climatiques à la fois interannuelle, et intra-annuelle. La variabilité intra-annuelle s'explique par les différences de climat entre régions. Des différences interannuelles sont visibles pour tous les indicateurs et validées par des ANOVAs sur les différentes variables qui montrent un effet de l'année.

On remarque en particulier des sécheresses de printemps et d'été en 2003, ainsi que les pics de chaleur de cet été. L'année 2011 a connu un printemps très précoce et sec et une sécheresse d'automne, avec un été humide. Les années 2005, 2009 et 2010 présentent des sécheresses d'été. L'année 2007 a connu un printemps précoce suivi d'un été pluvieux et d'un automne sec. En 2008, le printemps a été très pluvieux. En 2013, l'été a été sec et l'hiver pluvieux. L'été 2004 a été humide et les hivers 2001 et 2012 aussi. Le printemps 2002 a été très précoce à l'inverse de celui de 2006. Ainsi, on recense beaucoup d'aléas climatiques sur la période étudiée, avec une variabilité importante selon les régions.

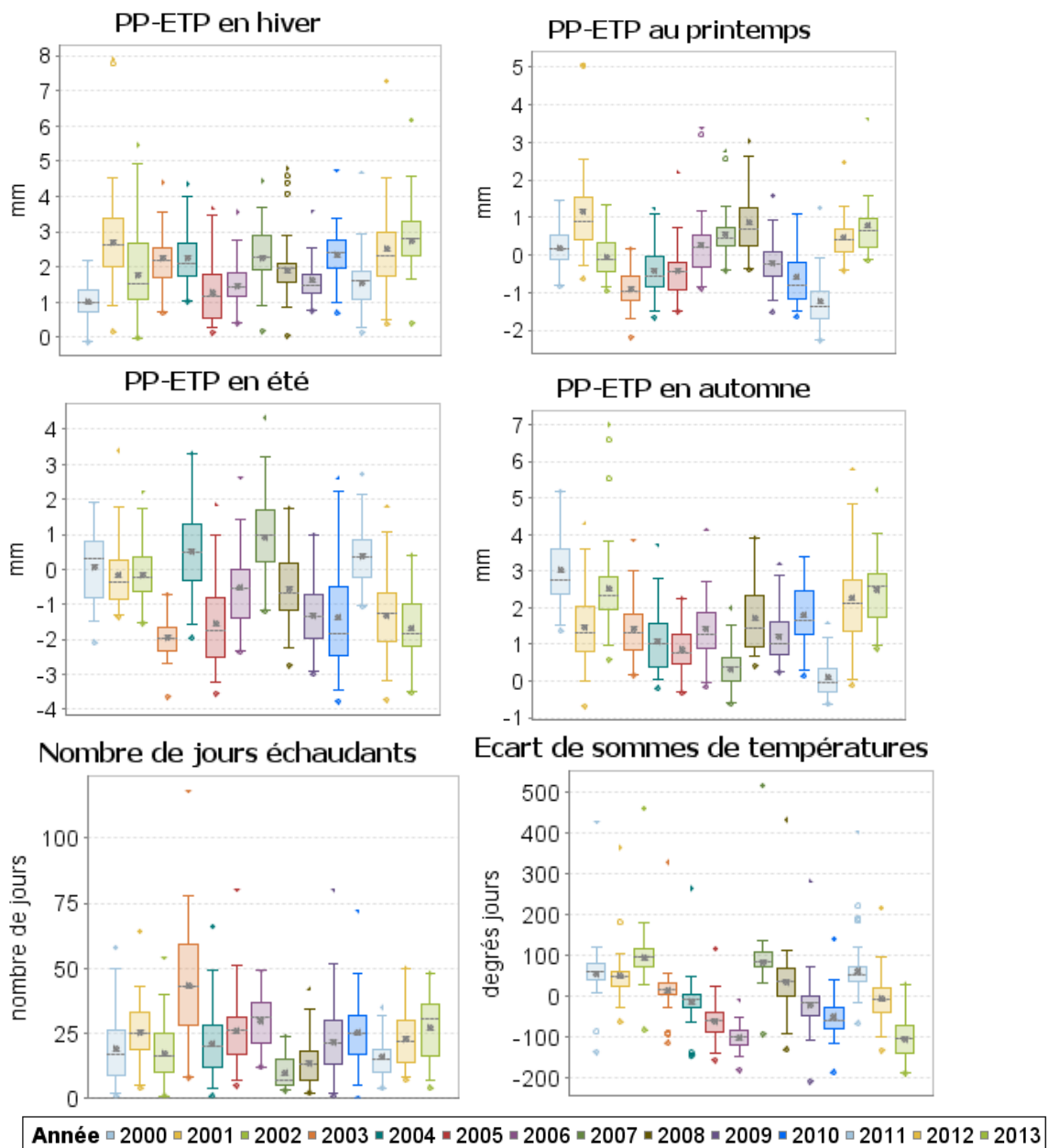
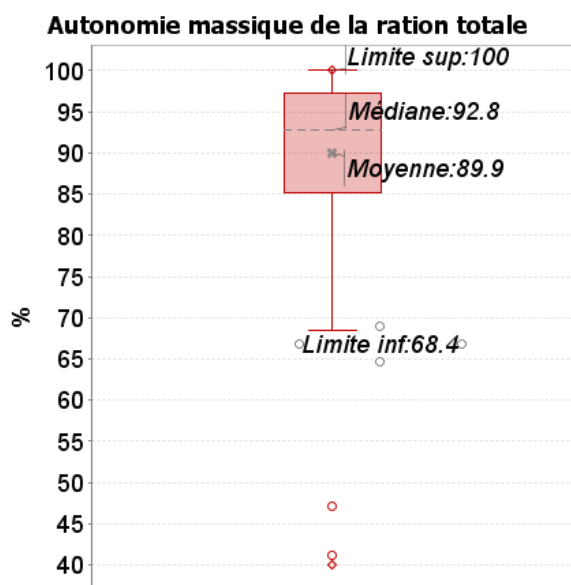


Figure 14 : Caractéristiques climatiques de l'échantillon par année (source : Optialibio, 2015)

### 3.2. Etat des lieux du déficit alimentaire en élevage bovin lait biologique

L'état des lieux présenté dans cette partie décrit le niveau d'autonomie général des élevages bovins laitiers en AB, la proportion d'exploitations en déficit et la nature des déficits rencontrés, à la fois quantitatif et qualitatif. Elle décrit aussi des variations du niveau d'autonomie entre les régions d'élevage et des variations interannuelles sur la période étudiée.



#### 3.2.1 Un niveau d'autonomie alimentaire globale élevée

La moyenne de l'autonomie massique de la ration totale est de 90% sur les 14 années étudiées avec une médiane à 93%. (Figure 15) La limite inférieure est de 68% et la limite supérieure de 100%. Ainsi, presque tous les individus sont au-dessus du seuil d'autonomie de 60% fixé par le cahier des charges de l'AB (Commission Européenne, 2007).

La moyenne d'autonomie globale est donc élevée.

Figure 15 : Niveau d'autonomie massique de la ration totale de l'échantillon (source : Optialibio, 2015)

#### 3.2.2 Nature des déficits alimentaires

##### 3.2.2.1 Importance des déficits massiques en fourrages conservés et en concentrés

- Des besoins en fourrages presque comblés

La moyenne de l'autonomie massique en fourrages conservés est de 90% avec une médiane à 98%. (Figure 16) De plus, la dispersion des individus est faible. Les élevages sont donc très autonomes en fourrages avec de faibles écarts entre les individus. Cependant, seul 48% des individus sont complètement autonomes en fourrages et 65% sont autonomes à 90%.

L'autonomie en fourrages conservés est corrélée à 0,8 avec l'autonomie massique de la ration totale, comme il avait été montré par Paccard *et al.* (2003) dans les élevages conventionnels et biologiques. Ceci s'explique par le fait que les fourrages constituent la majeure partie de la ration des animaux, en particulier en élevages biologiques où le cahier des charges

#### Autonomie massique en fourrages conservés

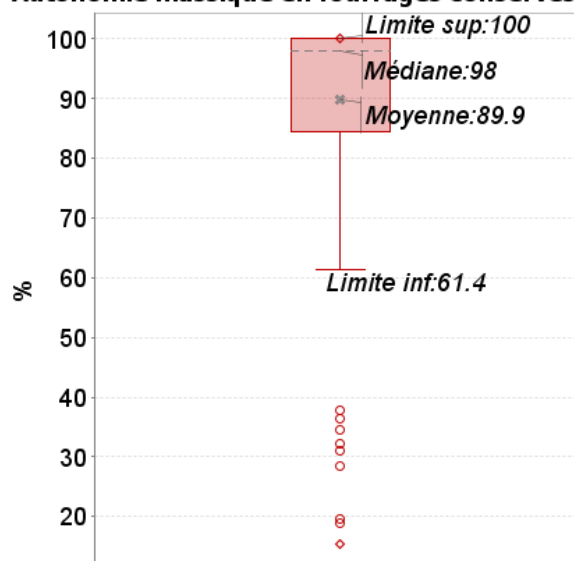


Figure 16 : Niveau d'autonomie massique en fourrages conservés de l'échantillon (source : Optialibio, 2015)

impose qu'ils constituent au minimum 60% de la ration journalière des animaux (*Commission européenne, 2007*).

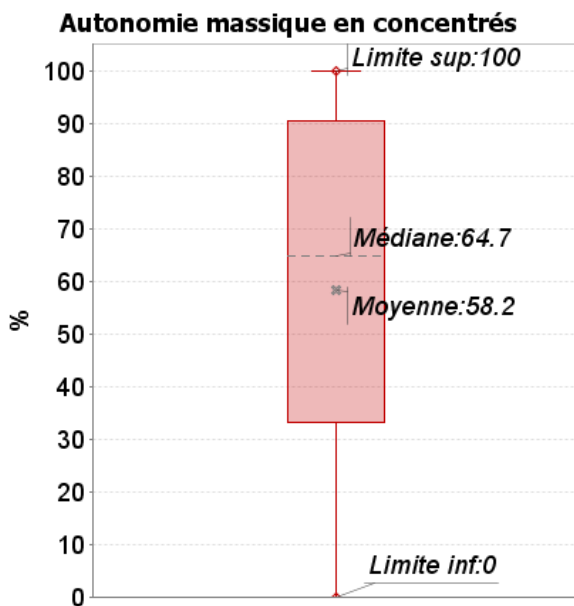


Figure 17 : Niveau d'autonomie massique en concentrés de l'échantillon (source : Optialibio, 2015)

- Un déficit massique en concentrés important

La moyenne de l'autonomie massique en concentrés est de 58% avec une médiane à 65%. (Figure 17) La dispersion est importante. La limite inférieure étant de 0% et celle supérieure de 100%. L'autonomie en concentrés est donc beaucoup plus faible et la situation plus disparate selon les individus. Seuls 18% des individus sont complètement autonomes en concentrés.

On note que 97% des individus de l'échantillon utilisent des aliments concentrés. L'autonomie moyenne parmi ces individus est de 57%. La dispersion entre individus est importante et seuls 15% d'entre eux sont complètement autonomes en concentrés.

L'autonomie en concentrés est moins liée à celle de la ration totale et est indépendante de celle en fourrages conservés.

### 3.2.2.2 Un fort déficit en protéines dans les concentrés

La moyenne de l'autonomie protéique en concentrés est de 42%. Cependant cette moyenne cache des disparités importantes. La médiane de l'échantillon est à 0%. 54% des individus ne sont pas du tout autonomes, contre 40% qui sont complètement autonomes. Très peu d'individus se situent entre ces deux catégories de la population.

Dans l'échantillon, 66% des individus utilisent des concentrés protéiques. Parmi cette population, l'autonomie protéique s'élève à 12%. 82% des individus ne sont pas autonomes et 8% sont complètement autonomes. (Figure 18)

Ainsi, l'autonomie protéique en concentrés de l'échantillon est faible et varie beaucoup selon les individus. Plus de 65% des individus utilisent des concentrés protéiques mais ils sont très peu autonomes.

### Autonomie protéique en concentrés parmi les individus utilisant des concentrés protéiques

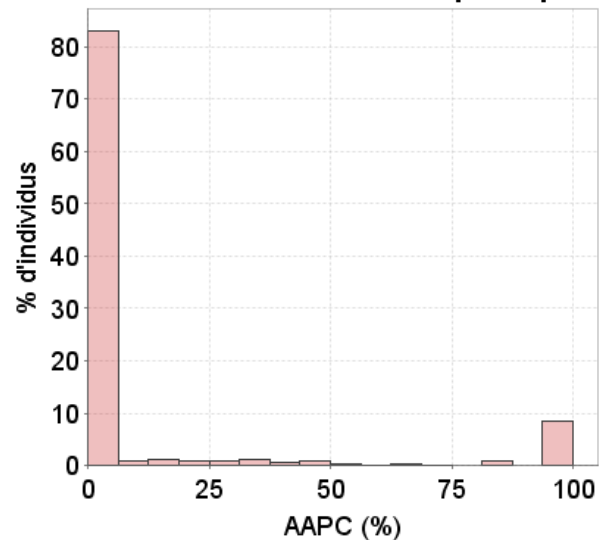


Figure 18 : Niveau d'autonomie protéique en concentrés parmi les individus de l'échantillon utilisant des concentrés protéiques (source : Optialibio, 2015)

### 3.2.2.3 Des déficits en concentrés qui varient selon les régions d'élevage

L'Institut de l'Elevage a défini huit régions d'élevage présentée figure 19 (Rouquette et Pfmilin, 1995). Ces zones d'élevage ont été établies selon l'utilisation du sol et les contraintes pédoclimatiques des différentes régions. La figure 20 présente la répartition des exploitations de l'échantillon dans ces zones. 33% des exploitations de l'échantillon se trouvent dans les zones de cultures fourragères, principalement en Bretagne. 18% se trouvent dans la zone herbagère du Nord-Ouest et 16% dans les zones de montagne humides du massif Central et de Franche Comté. Pour finir, 13% sont en zones de polyculture élevage et 11% en zone herbagère de l'Est principalement.

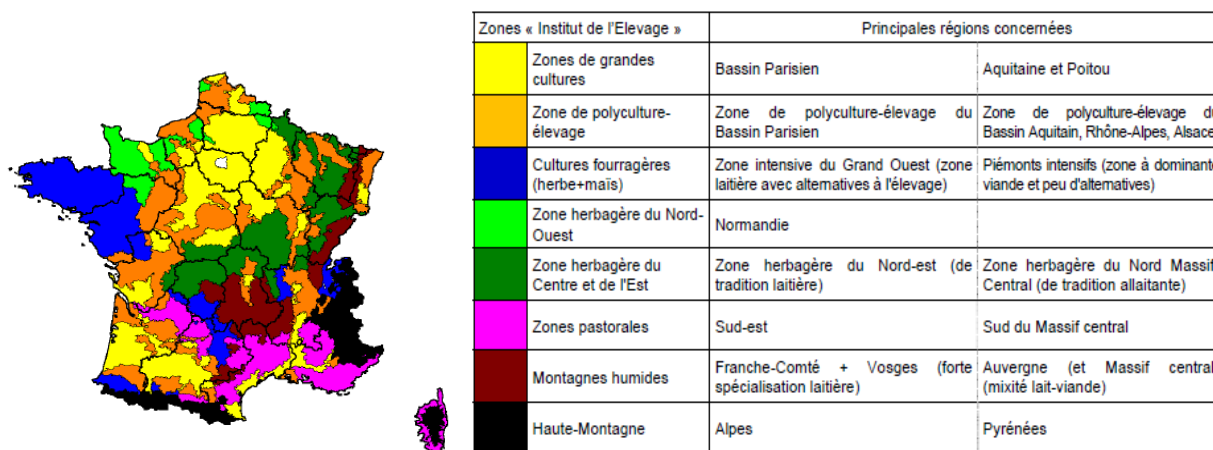


Figure 19 : Les huit régions d'élevage définies par l'Institut de l'Elevage (source : Rouquette et Pfmilin, 1995)

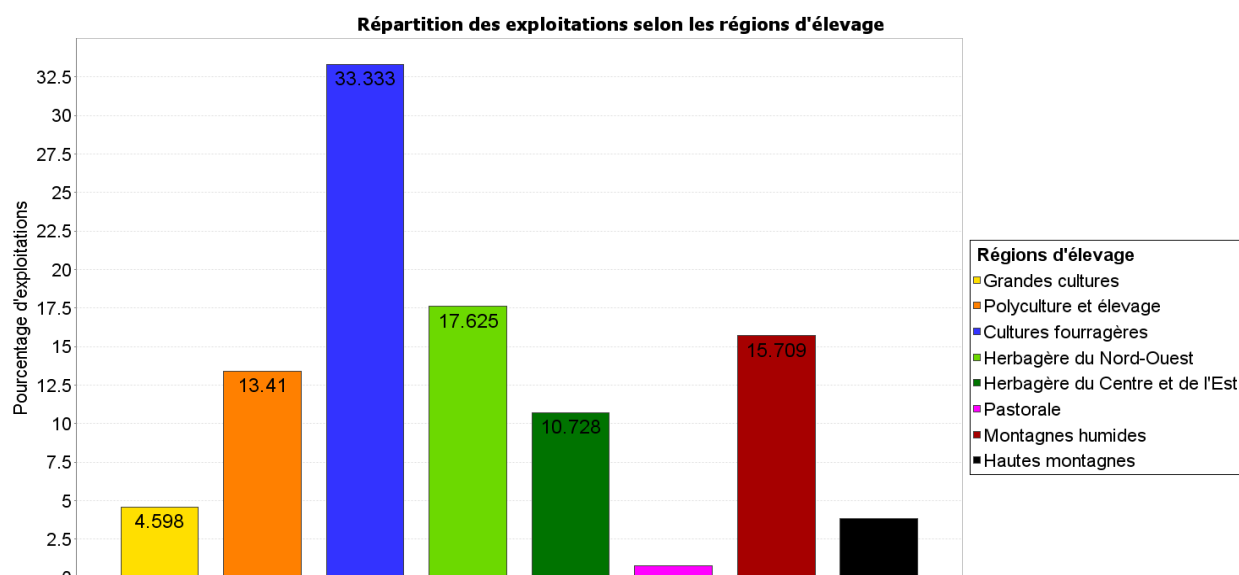


Figure 20 : Répartition des exploitations de l'échantillon par région d'élevage I dele (source : Optilibio, 2015)

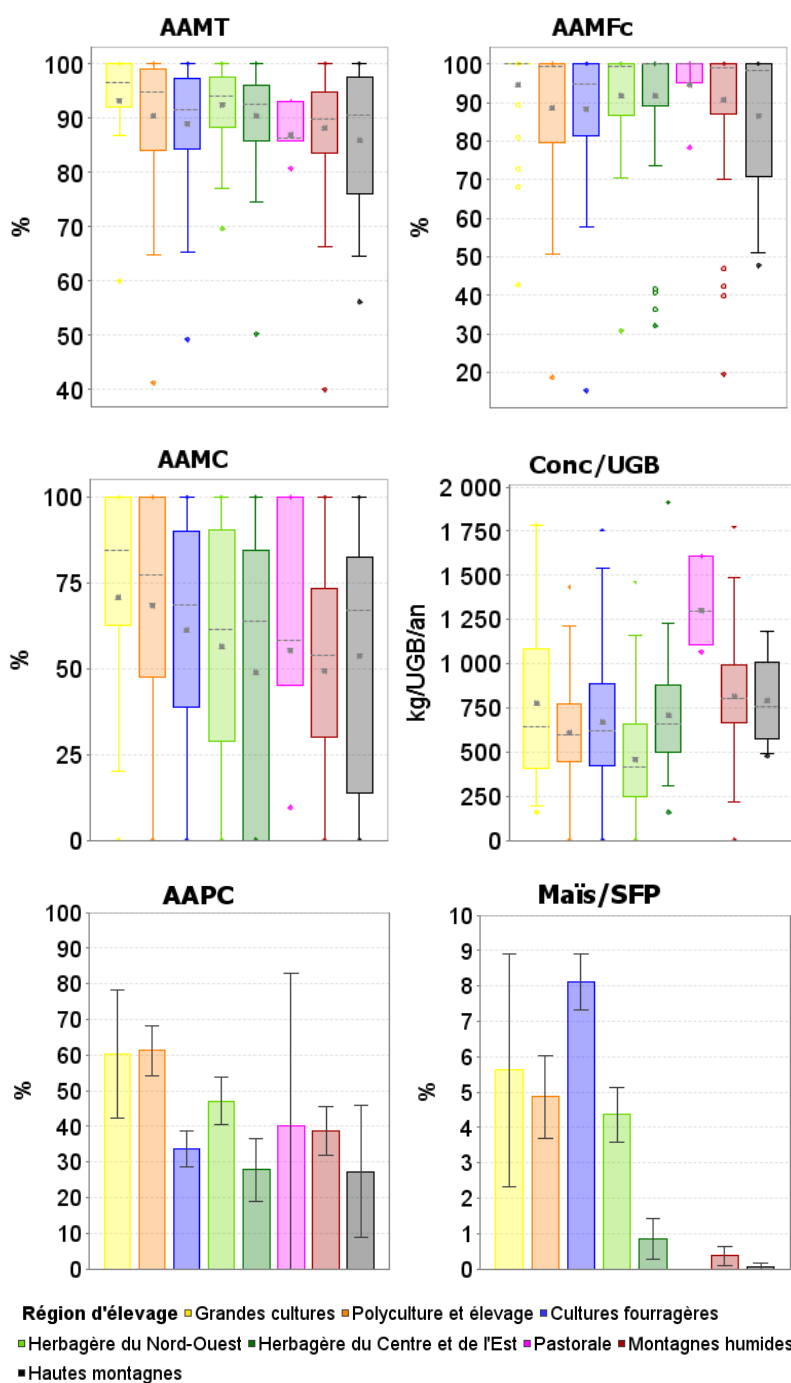


Figure 21 : Niveaux d'autonomies massiques et protéiques, part de maïs ensilage dans la SFP et quantité de concentrés utilisée par région d'élevage Idele (source : Optialibio, 2015)

Le choix du système d'alimentation des animaux dépend à la fois des contraintes de l'exploitation (potentiel pédoclimatique, surfaces disponibles, surfaces labourables) et des choix de l'éleveur. Des différences de systèmes fourragers sont donc observées entre régions d'élevage. Dans cette étude, il a été choisi de vérifier si les niveaux d'autonomie étaient différents entre régions d'élevage sur la période décrite. (Figure 21) Des ANOVA ont été réalisées sur les variables d'autonomie et font ressortir des différences significatives. Cependant, l'hypothèse de normalité des résidus n'étant pas vérifiée, elles ne permettent pas de conclure.

L'autonomie en fourrages conservés est élevée dans toutes les zones d'élevage. Les zones de grandes cultures et les zones pastorales sont les plus autonomes. Les exploitations en zones herbagères et en zones de montagnes humides sont plus autonomes que celles des zones de polyculture élevage, de cultures fourragères et de hautes montagnes qui ont d'ailleurs les dispersions les plus importantes.

Les différences majeures se trouvent au niveau des concentrés, à la fois massique et protéique.

Les zones de grandes cultures et de polyculture élevage se distinguent nettement des autres zones d'élevage par leur forte autonomie en concentrés. En effet, le potentiel pédoclimatique de ces régions leur permet de produire des concentrés fermiers.

Pour l'autonomie massique, les zones herbagères de l'Est et de montagnes humides sont les moins autonomes. Les parts de cultures de vente dans ces zones sont en effet les plus

faibles de l'échantillon, et ne permettent certainement pas d'atteindre l'autonomie (respectivement 87% et 89% de SFP dans la SAU), d'autant plus qu'elles utilisent beaucoup de concentrés. La dispersion est très grande dans les zones herbagères de l'Est révélant des disparités entre les élevages. Les zones pastorales sont plutôt autonomes comparées à la grande quantité de concentrés qu'elles utilisent. Ces sont les zones herbagères du Nord-Ouest qui utilisent le moins de concentrés et leur autonomie est dans la moyenne.

Les zones de cultures fourragères sont très peu autonomes en protéines. En effet, 73% des élevages présents dans cette zone utilisent du maïs ensilage et achètent les correcteurs azotés nécessaires à la complémentation de la ration. Les zones herbagères de l'Est et les zones de hautes montagnes sont les moins autonomes, pourtant elles utilisent très peu de maïs.

Ainsi, les écarts d'autonomie entre régions tiennent principalement à leur autonomie en concentrés, celle en fourrages étant plus homogène. Ceci semble venir du potentiel du sol et du choix du système fourragers et plus globalement du système d'alimentation (utilisation de concentrés). En effet, l'autonomie réside dans l'adéquation du système alimentaire aux potentiels du milieu.

### 3.2.3 Une sensibilité aux variations interannuelles du climat importante

Les niveaux moyens d'autonomie de l'échantillon ont été comparés par année dans le but de repérer des différences interannuelles imputables aux aléas climatiques. (Figure 22) Des ANOVA ont aussi été réalisées et font apparaître des différences significatives, mais nous ne pouvons pas conclure car l'hypothèse de normalité des résidus n'est pas vérifiée.

On remarque une baisse importante de l'autonomie en fourrages conservés en 2003, 2010 et 2011 ainsi qu'une augmentation des écarts entre les élevages les plus autonomes et les moins autonomes. En 2003, 2011 et 2012, l'autonomie massique en concentrés est plus

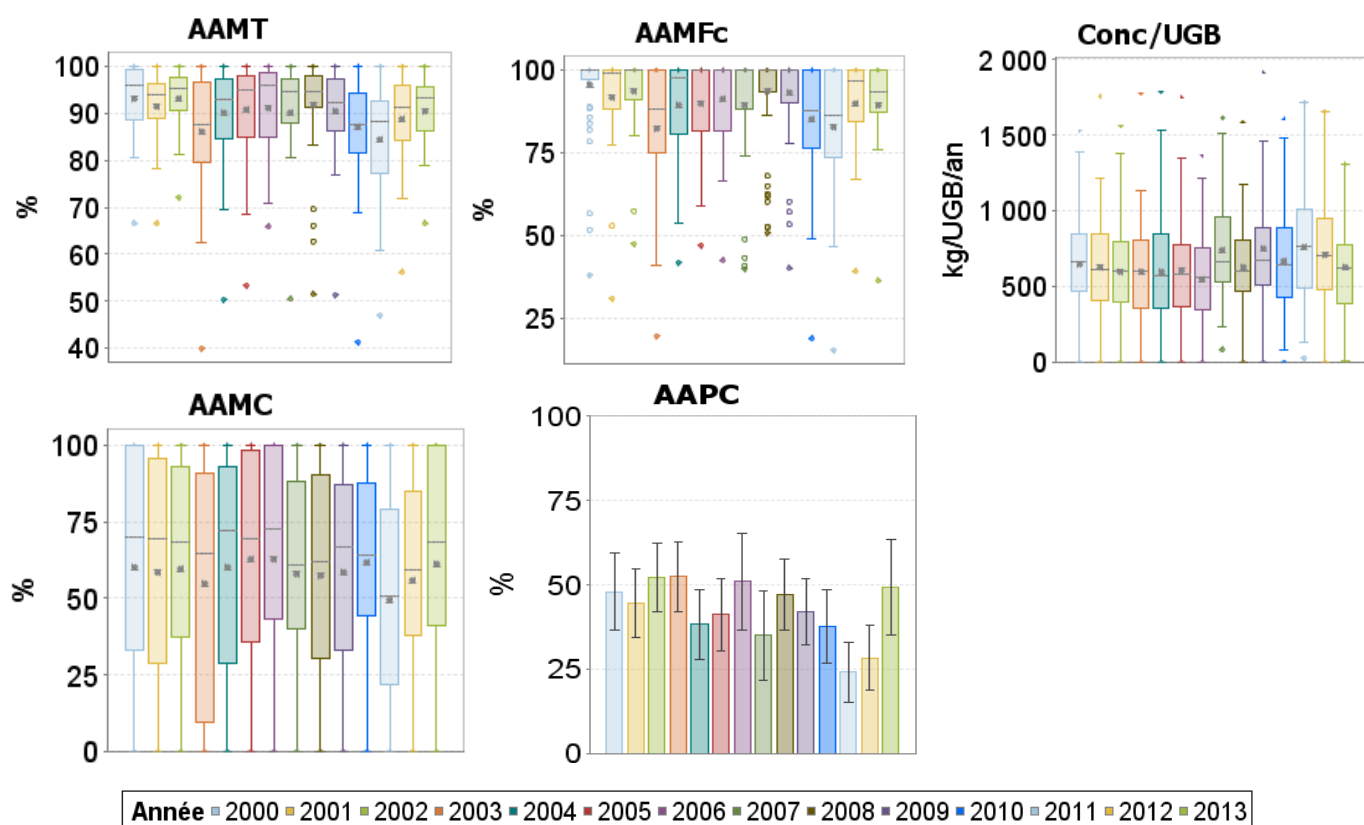


Figure 22 : Niveaux d'autonomies massiques et protéique et quantité de concentrés utilisée par année (source : Optialibio, 2015)

faible que les autres années et en 2011 et 2012 l'autonomie protéique est aussi plus faible. Ces variations en fonction des années révèlent certainement l'influence du climat.

La dispersion des boîtes à moustaches et les écarts types mettent en évidence une disparité des exploitations à l'intérieur de l'échantillon. Tous les élevages ne sont en effet pas exposés aux mêmes aléas climatiques de par leur caractère régional. De plus, certains élevages arrivent certainement mieux à rester autonomes que d'autres. Bien que les aléas climatiques affectent différemment les régions, certaines années sont connues pour avoir été très délicates pour l'agriculture dans toute la France, notamment les années 2003 et 2011.

L'année 2003 est connue pour son exceptionnelle sécheresse. Elle a duré de mai à août, doublée d'une canicule estivale. Toutes les cultures ont été affectées. Elle a entraîné des pertes de rendements fourragers de 10 à 15% avec de fortes disparités sur le territoire et une diminution des stocks de 20% en moyenne (*Devun et al, 2013 ; Lemaire et Pfimlin, 2007*). Cette année, les rendements de céréales ont baissé de 20% en France (*AGRESTE, 2004*).

En 2011, la sécheresse de printemps a été particulièrement défavorable pour les rendements en herbe mais n'a pas affecté les rendements en maïs ensilage car l'été a été suffisamment pluvieux (*Devun et al, 2013*). L'année a été très hétérogène selon les régions pour les céréales d'hiver (*INSEE, 2012*).

En 2010, une sécheresse a particulièrement touché le Nord-Ouest de la France, avec des pertes de rendements sur les fourrages de 30 à 40% (*Caron, 2010*).

En 2012, les rendements de blé, orge et de colza sont au-dessus des moyennes, mais avec des disparités selon les régions, la Lorraine a, par exemple, été touchée par le gel (*Caron, 2012*). Ceci pourrait expliquer la baisse d'autonomie en concentrés observée dans l'échantillon.

Les autres variations climatiques repérées dans l'échantillon n'apparaissent pas critiques pour l'autonomie. La sécheresse de l'été 2005 qui a affecté les rendements de fourrages, d'herbe en particulier, ne semble pas avoir atteint l'autonomie de l'échantillon étudié. Peut-être en raison des stocks suffisant pour pallier au manque de fourrages de ces années (*Lorgeou et al., 2007*).

Les déficits des mauvaises années fourragères ne semblent pas être compensés par l'augmentation de la consommation de concentrés. D'autres stratégies ont donc certainement été mises en place telles que la décapitalisation ou la gestion très économe des stocks déjà évoquée par Pavie et Retif (*2006*). On note d'ailleurs une tendance à l'augmentation de la consommation de concentrés depuis 2006 qui semble être sans impact sur l'autonomie.

### **3.2.4 Synthèse**

L'autonomie massique de la ration totale est fortement dépendante de l'autonomie en fourrages conservés dans les élevages bovins laitiers biologiques. L'autonomie en fourrages conservés est bonne, 90% en moyenne. Cependant, moins de 50% des individus étudiés sont autonomes à 100%. On observe peu de variations entre les régions d'élevage sur les capacités autonomes fourragères mais il y a de réelles différences de sensibilité aux variations climatiques entre les exploitations.

L'autonomie en concentrés est beaucoup plus faible, moins de 60% en moyenne, et varie fortement selon les régions, sous l'effet du système de production. L'auto approvisionnement par les cultures de l'exploitation semble dépendre du potentiel de productions végétales lié aux rotations et à la surface labourable. L'autonomie en protéines est très faible et diminue avec l'utilisation de maïs dans la ration de base.

### 3.3. Déterminants de l'autonomie alimentaire en élevage bovin lait biologique

#### 3.3.1 Déterminants de l'autonomie massique de la ration totale

Ordre d'importance	Estimation des rapports de côtes				Interprétation	
	Effet	Estimation	Intervalle de confiance du test de Wald		Sens de variation	Amplitude de variation
1	Quantité de concentrés/UGB	0,997	0,997	0,998	-	0,3
2	Diversité de l'assolement	3,061	2,013	4,655	+	206,1
3	Précocité	1,005	1,003	1,007	+	0,5
4	Interculture/S. labourable	0,006	<0,001	0,104	-	99,4
5	PT/SAU	0,297	0,149	0,59	-	70,3
6	PP-ETP au printemps	1,418	1,201	1,675	+	41,8
7	S. labourable/SAU	2,519	1,335	4,753	+	151,9
8	SAU	1,005	1,002	1,008	+	0,5
9	PP-ETP en hiver	0,802	0,681	0,944	-	19,8

Tableau 11 : Résultats de la régression logistique sur l'autonomie massique de la ration totale. Seuil de significativité à 5%. 889 observations utilisées. (source : Optialibio, 2015)

Dans tous les tableaux de résultats des régressions, figurent **en bleu les déterminants d'origine climatique** et **en orange les déterminants d'origine structurelle et/ou technique**.

#### Guide de lecture du tableau de résultat d'une régression logistique :

**L'ordre d'importance** correspond à l'ordre d'apparition des variables dans la régression multiple pas à pas. Les variables sorties en premier sont les variables les plus significatives pour le modèle logistique. Toutes les variables du modèle sont significatives à 5%

Si le **signe de l'estimation du rapport de côte** est supérieur à 1, une variation de la variable entraîne une variation de l'autonomie dans le même sens. S'il est inférieur à 1, la variation est en sens contraire.

**L'intervalle de confiance à 95% du test de Wald** est un intervalle de valeurs qui a 95% de chance de contenir la vraie valeur de l'estimation. Il mesure l'incertitude de l'estimation.

Pour une variation d'une unité d'une variable, les chances d'être autonome varient de  $100 \times (\text{Estimation du rapport de côte} - 1)$ . Par exemple, si la Quantité de concentrés/UGB varie de 1 alors les chances d'être autonome vont diminuer de 0,3%.

Lorsque l'ampleur de la variation est supérieure à 100, le résultat est à prendre avec précaution.

Parmi les 9 variables déterminantes de l'autonomie massique de la ration totale, 3 sont d'origine climatique et 6 d'ordre structurel et technique. (Tableau 11)

La quantité de concentré utilisée est fortement déterminante dans l'autonomie massique totale de la ration. Un assolement diversifié avec une grande SAU et des surfaces labourables importantes garantit mieux l'autonomie. L'augmentation des surfaces labourables avec une importante diversité de cultures permet de produire des aliments en plus grande quantité et de nature diversifiée répondant aux différents besoins des animaux. La diversité de cultures limite aussi l'exposition aux aléas climatiques. La présence d'intercultures s'oppose à l'autonomie certainement par le fait que, pour bon nombre de systèmes, les successions culturales ne les rendent pas possible et que les assolements sont construits sans.

Les résultats des régressions montrent un effet défavorable de la prairie temporaire sur la capacité autonome. La part de prairies permanentes étant corrélée négativement à celle de

prairies temporaires (-0.5), la présence de prairies permanentes semble être plus favorable à l'autonomie.

Les prairies temporaires peuvent dégrader l'autonomie pour plusieurs raisons. Tout d'abord, elles ont un haut potentiel de rendements sur lequel les éleveurs basent leurs objectifs de production. En cas d'aléas climatiques ou techniques, le déficit de rendements peut être très important obligeant les éleveurs à acheter des fourrages pour maintenir leurs objectifs. De plus, l'implantation des prairies temporaires peut être délicate et les rendements de la première année d'exploitation incertains. La dégradation des prairies temporaires peut aussi être rapide.

Les prairies permanentes sont moins productives. Cependant, lorsqu'elles sont bien gérées et qu'elles présentent une flore diversifiée, elles ont une meilleure résistance aux aléas climatiques. Leur production est alors beaucoup plus stable qu'une prairie temporaire monospécifique ou peu diversifiée. Il est ainsi plus facile d'estimer leurs rendements pour baser les objectifs de production. De plus, elles sont généralement plus denses, avec des pieds d'herbe plus développés, et possèdent ainsi une meilleure portance qui permet de les pâturer plus vite à la sortie de l'hiver (*Desbois*).

Un hiver peu humide et un printemps humide et doux sont les conditions climatiques d'une année favorable à l'autonomie. Ce sont des conditions à la fois favorables à la pousse d'herbe et à la croissance des cultures fourragères et des céréales.

### 3.3.2 Déterminants de l'autonomie massique en fourrages conservés

Ordre d'importance	Estimation des rapports de côtes			Interprétation	
	Effet	Estimation	Intervalle de confiance du test de Wald		Sens de variation
1	PP-ETP au printemps	1,552	1,321	1,824	+
2	SAU	1,007	1,004	1,01	+
3	Précocité	1,003	1,001	1,005	+
4	Interculture/S. labourable	0,025	0,002	0,326	-
5	PT/SAU	0,504	0,298	0,852	-
6	PP-ETP en hiver	0,831	0,718	0,961	-

Tableau 12 : Résultats de la régression logistique sur l'autonomie massique en fourrages conservés. Seuil de significativité à 5%. 889 observations utilisées. (source : Optialibio, 2015)

Parmi les 6 variables déterminantes de l'autonomie massique en fourrages, 4 sont d'origine climatique et 2 d'ordre structurel et technique. (Tableau 12)

Dans l'échantillon, un assolement avec peu d'intercultures et de prairies temporaires sur une forte SAU est favorable à l'autonomie, certainement pour les raisons évoquées précédemment. La part de surfaces labourables et la diversité de l'assolement n'apparaissent pas déterminantes. Les systèmes tout herbe, en prairies permanentes, ajustent souvent mieux leurs objectifs de production à la production de leurs prairies dont ils connaissent bien le potentiel et l'histoire.

Un hiver peu humide et un printemps humide et doux sont les conditions climatiques d'une année favorable à l'autonomie en fourrages conservés. En effet, un hiver trop humide altère la portance des sols et empêche la sortie des animaux au pâturage. Le report de date de sortie des animaux entraîne une importante consommation de fourrages conservés en bâtiment et

diminue les stocks (Couret, 2008). Un printemps humide et doux est favorable à la pousse de l'herbe qui est maximale à cette époque. La production d'herbe explose et est valorisée par le pâturage et la fauche pour créer des stocks consommés dans l'année ou parfois l'année suivante (Lemaire et Pfimlin, 2007). Les précipitations estivales et automnales n'apparaissent pas déterminantes.

Les variables déterminantes pour l'autonomie massique en fourrages conservés sont aussi déterminantes pour l'autonomie de la ration totale. Ceci est cohérent avec la très forte corrélation entre ces deux indicateurs de l'autonomie (0.84). Ces deux autonomies sont déterminées principalement par des variables climatiques et des variables d'assolement. Les variables climatiques jouent principalement un rôle sur la pousse de l'herbe.

### 3.3.3 Déterminants de l'autonomie en concentrés, massique et protéique

Ordre d'importance	Variables	Estimation du paramètre	Erreur standard	Pr > F
	Intercept	5,40E-01	4,75E-02	<.0001
1	Diversité de l'assolement	3,55E-01	2,64E-02	<.0001
2	Quantité de concentrés/UGB	-2,43E-04	3,02E-05	<.0001
3	Interculture/S. labourable	-9,36E-01	1,80E-01	<.0001
4	Production de lait/SAU	-5,28E-05	9,71E-06	<.0001
5	S. labourable/SAU	1,67E-01	3,68E-02	<.0001
6	PP-ETP en hiver	-2,20E-02	1,02E-02	0.0307

Tableau 13 : Résultats de la régression linéaire sur l'autonomie massique en concentrés. Seuil de significativité à 10%. 887 observations utilisées. (source : Optialibio, 2015)

#### Guide de lecture du tableau de résultats d'une régression linéaire :

**L'ordre d'importance** correspond à l'ordre d'apparition des variables dans la régression multiple pas à pas. Les variables sorties en premier sont les variables les plus significatives pour le modèle linéaire. Toutes les variables du modèle sont significatives à 10%.

Si le **signe de l'estimation du paramètre** est positif, une variation de la variable entraîne une variation de l'autonomie dans le même sens. S'il est négatif, la variation est en sens contraire.

Pour une variation d'une unité d'une variable, l'autonomie varie de 1\*Estimation du paramètre. Par exemple, si la Diversité de l'assolement varie de 1, l'autonomie variera de 0,381.

Parmi les 6 variables déterminantes de l'autonomie massique en concentrés, seule une variable est d'origine climatique, les 5 autres étant d'ordre structurel, stratégique et/ou technique. (Tableau 13)

Un assolement diversifié, sur une surface labourable importante mais avec peu d'intercultures est favorable à l'autonomie. Il permet de produire des céréales et des protéagineux pour la fabrication de concentrés fermiers. On peut supposer qu'une diversité de cultures fourragères, permettant d'assurer la couverture complète des besoins des animaux, et donc de diminuer la quantité de concentrés consommés est aussi favorable.

La faible consommation de concentrés par UGB permet évidemment de renforcer l'autonomie en concentrés. Une production de lait par hectare de SAU importante est défavorable à l'autonomie. Ceci caractérise certainement les systèmes les plus « intensifs » et consommant le plus de concentrés. L'intensification de la production apparaît donc comme un élément défavorable sur le plan de l'autonomie.

Seule une variable climatique apparaît comme un déterminant de l'autonomie massive en concentrés : les précipitations abondantes en hiver sont défavorables. En effet, des excès d'eau en hiver peuvent entraîner des pertes de pieds sur les cultures d'hiver par asphyxie ou carences induites (Carrera, 2013). De plus, les rations hivernales étant souvent composées de concentrés, le report de la date de sortie au pâturage, à cause des précipitations abondantes, peut entraîner une augmentation de la consommation de ces concentrés.

Ordre d'importance	Estimation des rapports de côtes				Interprétation	
	Effet	Estimation	Intervalle de confiance du test de Wald		Sens de variation	Ampleur de la variation
1	Quantité de concentrés/UGB	0,997	0,996	0,998	-	0,3
2	Maïs/SFP	0,918	0,892	0,946	-	8,2
3	Diversité de l'assolement	2,247	1,54	3,277	+	124,7
4	SAU	0,996	0,993	0,999	-	0,4

Tableau 14 : Résultats de la régression logistique sur l'autonomie protéique en concentrés. Seuil de significativité de 5%. 889 observations. (source : Optialibio, 2015)

Parmi les 4 variables déterminantes de l'autonomie protéique en concentrés, aucune variable d'origine climatique n'apparaît. (Tableau 14)

La faible consommation de concentrés par UGB est bien sûr un élément favorable à l'autonomie protéique en concentrés.

Un assolement diversifié sur une petite SAU est favorable à l'autonomie protéique. En effet, un tel assolement incite certainement à optimiser l'utilisation des surfaces et à bien gérer la qualité des fourrages ce qui permet de réduire la consommation de concentrés protéiques (Institut de l'Élevage, 2014). La présence de maïs dans l'assolement est défavorable car elle induit la consommation de correcteurs azotés pour équilibrer la ration, qui sont principalement achetés.

Les variables climatiques sont peu ou pas déterminantes pour l'autonomie en concentrés, les variables d'assolement étant prédominantes. Elles déterminent la capacité de production des aliments concentrés nécessaires aux différents besoins des animaux et influence la consommation de concentrés si du maïs est utilisé en lien avec l'utilisation du maïs. La seule variable de troupeau déterminante pour l'autonomie est la quantité de concentrés utilisée par UGB.

### 3.3.4 Des déterminants aux leviers

L'action 3 du projet Optialibio vise à la production de fiches sur les leviers de l'autonomie. Des réunions ont déjà eu lieu à ce sujet pour évaluer la connaissance déjà existante et déterminer où sont les manques. Une carte heuristique des leviers a été construite (Annexe 3). Beaucoup de ressources sont déjà disponibles à ce sujet, il s'agit donc de déterminer les priorités. L'identification des déterminants de l'autonomie permet de mettre en évidence les leviers les plus importants à travailler. A un élément favorable ou défavorable à l'autonomie peut correspondre un ou des leviers à mettre en œuvre. Le tableau 15 résume les leviers possibles pour chaque déterminant.

Déterminants		Leviers	Conséquences
AAMFc	SAU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution des effectifs d'animaux</li> <li>- Augmenter la SAU à production constante</li> </ul>	Nécessite une capacité d'investissement
	Interculture/S. labourable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimiser la succession des cultures</li> <li>- Améliorer la conduite des intercultures (choix des espèces, récolte...)</li> </ul>	
	PT/SAU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réussir l'implantation des prairies temporaires</li> <li>- Optimiser la conduite des prairies temporaires</li> <li>- Choix des types de couverts, implantation de prairies multi-espèces (<i>Protin et al., 2014</i>)</li> <li>- Introduction des plantes fourragères (luzerne, chicorée, plantain ...)</li> </ul>	
	PP-ETP au printemps	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Créer des surcapacités (stocks fourragers)</li> <li>- Réactivité/adaptation de l'éleveur</li> </ul>	
	Précocité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Créer des surcapacités (stocks fourragers)</li> <li>- Réactivité/adaptation de l'éleveur</li> </ul>	
	Précipitations en hiver	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Créer des surcapacités (stocks fourragers)</li> <li>- Réactivité/adaptation de l'éleveur</li> </ul>	
AAMC et AAPC	Quantité de concentrés/ UGB	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajuster la ration aux besoins du troupeau</li> <li>- Sélectionner des animaux adaptés au milieu</li> <li>- Améliorer la qualité des fourrages pour diminuer la quantité de concentrés distribués (<i>CA du Lot</i>) : choix des espèces, période et mode de récolte</li> </ul>	
	Interculture/S. labourable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimiser la succession des cultures</li> <li>- Améliorer la conduite des intercultures (choix des espèces, récolte...)</li> </ul>	
	Diversité de l'assolement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produire la matière première : association céréale-protéagineux, oléo protéagineux, céréales ...</li> </ul>	
	Surfaces labourables/SAU	Augmenter la surface labourable	Nécessite une capacité d'investissement
	Maïs/SFP	<p>En gardant le maïs (diminution des concentrés protéiques achetés) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultures de protéagineux (lupin, féveroles) récoltées en fourrages ou en grain</li> <li>- Cultures de légumineuses de fauche (luzerne, trèfle, sainfoin)</li> </ul> <p>En supprimant le maïs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Association céréales-protéagineux récoltés en fourrage ou en grain</li> <li>- Améliorer la qualité des fourrages par le choix des espèces</li> </ul> <p>(<i>Madeline, 2014 ; Hirissou et Momet, 2014 ; Metivier et al., 2015</i>)</p>	
	Production Lait/SAU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution des effectifs d'animaux</li> <li>- Diminuer la productivité des vaches</li> </ul>	Accepter la baisse de production laitière
	Précipitations en hiver	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Créer des surcapacités (stocks de concentrés)</li> <li>- Réactivité/adaptation de l'éleveur</li> <li>- Diversifier les cultures d'hiver</li> </ul>	

Tableau 15 : Les leviers de l'autonomie alimentaire (source : Optialibio, 2015)

Les résultats montrent un impact négatif des intercultures sur les capacités autonomes. La solution réside probablement dans la réflexion de l'assolement et des rotations. Les prairies temporaires seraient aussi liées négativement à l'autonomie. Il serait peut-être nécessaire d'améliorer leur conduite et surtout de ne pas surévaluer leurs rendements.

Pour améliorer l'autonomie en concentrés, en plus de fabriquer des concentrés fermiers, ce qui nécessite un potentiel de production de cultures de vente, il est possible d'améliorer la qualité des fourrages produits et ainsi de diminuer la consommation de concentrés. De même pour les concentrés protéiques, la production de concentrés fermiers (lupin, féverole) est une solution. Mais il est aussi possible de substituer les concentrés protéiques par des fourrages riches en protéines (légumineuses de fauche), ou de substituer une ration avec maïs par un aliment équilibré (méteil) (*Madeline, 2014 ; Hirissou et Momet, 2014 ; Metivier et al., 2015*). La réduction de la production de lait par hectare permettrait aussi d'utiliser moins de concentrés et ainsi d'améliorer l'autonomie.

Pour finir, les aléas climatiques du printemps impactant l'autonomie fourragère ont un effet majeur sur les stocks (*Lemaire et Pfimlin, 2007*). Le levier principal apparaît donc être la création de stocks de sécurité. Cependant d'autres stratégies d'adaptation aux aléas climatiques ont été observées par Noury et al. (2013). Ils ont identifié des mesures correctives telles que l'utilisation de cultures à double fin et de cultures dérobées, le changement de pratiques sur les prairies (décalage de la date de fauche...), l'utilisation exceptionnelle de surfaces peu productives (pente, sous-bois). D'autres stratégies à plus long terme sont envisageables comme des changements de gestion des prairies (nouvelles espèces et variétés) ou la désintensification de l'utilisation des surfaces.

### **3.3.5 Synthèse**

L'autonomie en fourrages conservés dépend principalement du climat au printemps et en hiver, ayant un impact à la fois sur la consommation des stocks de l'année passée et sur la constitution des stocks de l'année suivante. De plus, les résultats semblent mettre en évidence des difficultés de gestion des prairies temporaires et des intercultures qui apparaissent défavorables à l'autonomie.

L'autonomie en concentrés est déterminée par la part de terres labourables, la diversité des cultures sur ces terres et l'intensification du système. De plus, les précipitations hivernales abondantes lui sont défavorables.

Enfin, l'autonomie en protéines dépend de la présence du maïs dans la ration et de la diversité des cultures dans l'assolement.

## **3.4. Résistance des élevages bovins lait biologiques aux aléas climatiques**

### **3.4.1 Présentation de la typologie**

Le but de la classification est de distinguer des groupes d'individus autonomes et d'autres moins autonomes pour observer des éléments distinctifs, avec une attention particulière sur les effets du climat.

L'AFM (avec les 5 groupes d'indicateurs présentés) suivie de la CAH ont conduit après la coupure optimale de l'arbre à une classification en 7 classes, présentée en annexe 4. Cette classification a été conservée car les effectifs des classes sont relativement équilibrés, les variables de l'autonomie sont discriminantes dans toutes les classes et des années ressortent

dans toutes les classes montrant l'influence du climat. Un tableau récapitulatif de cette typologie est présenté [tableau 16](#). Les classes sont caractérisées par des variables continues dont la moyenne de la classe est plus ou moins éloignée de la moyenne de l'échantillon général. Ainsi, on peut par exemple définir des classes plus ou moins autonomes comparées à l'échantillon général. Pour les variables nominales, c'est la forte présence ou absence d'une modalité qui est caractéristique.

### 3.4.1.1 Présentation générale

BDD Optialibio Bovin lait								
1043 individus (couple : exploitation-année)								
	Très autonome <b>AA++</b>				Peu autonome <b>AA--</b>			
	Herbager			Maïs	Herbager		Maïs	
	C1 188 individus	C2 219 individus	C4 120 individus	C5 190 individus	C3 103 individus	C6 128 individus	C7 95 individus	
<b>Assolement</b>	Herbager avec prairies temporaire, permanentes et cultures de vente	Herbager avec prairies permanentes et cultures de vente sur une SAU importante	Herbager avec prairies permanentes et cultures sur une SAU importante	Système fourrager avec maïs et prairies temporaires sur une faible SAU	Herbager avec prairies permanentes sans cultures de vente	Herbager avec prairies temporaires sur une faible SAU	Système fourrager avec maïs et prairies temporaires sur SAU importante	
<b>Climat</b>	Été sans pic de chaleur et humide	Été avec pics de chaleur, hiver et automne secs	Printemps précoce et hiver humide	Été sans pic de chaleur et printemps précoce	Année humide	Été avec pics de chaleur Printemps tardif Année sèche	Été avec pics de chaleur et année sèche	
<b>Années</b>	+	2000	2013	2008	2002		2003	2011, 2010, 2009
	-	2011, 2012, 2009	2003		2011	2005	2008, 2009	2001, 2002
<b>Autonomie</b>	+	AAMT, AAMFc, AAMC AAPC	AAMT, AAMFc, AAMC	AAMT, AAMFc, AAMC				
	=		AAPC	AAMC, AAPC	AAPC	AAMFc	AAPC	
	-					AAMT, AAMC AAPC	AAMT, AAMFc, AAMC	AAMT, AAMFc, AAMC AAPC

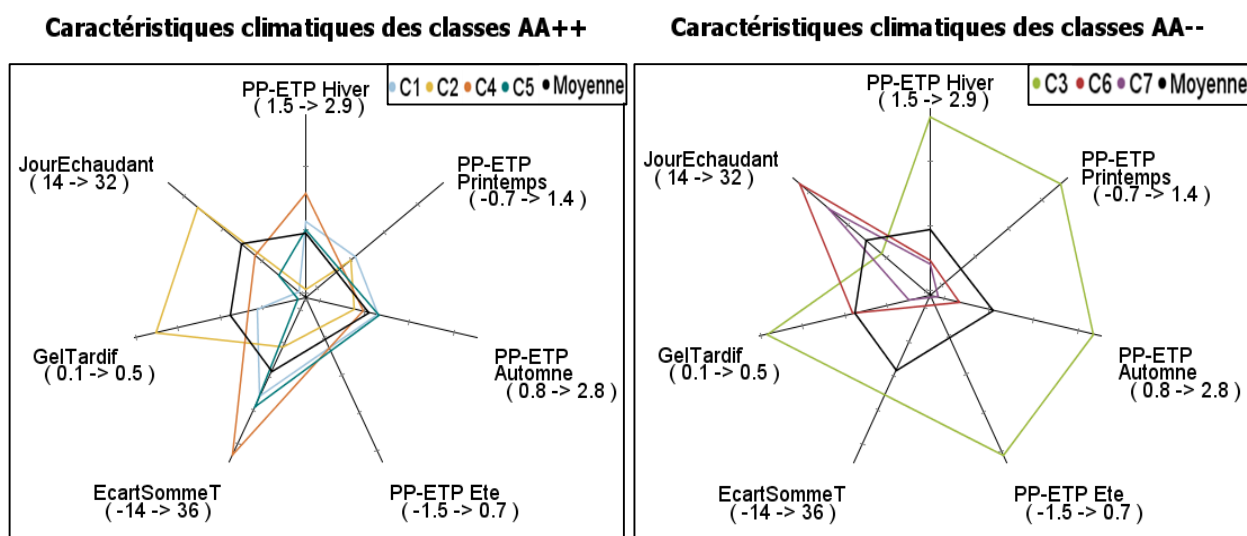
Tableau 16 : Typologie des individus de la base de données Optialibio Bovin Lait (source : Optialibio, 2015)

Note : le signe + signifie que l'année était plus présente ou que l'autonomie était plus forte, comparé à la moyenne de l'échantillon, le signe – que l'année était moins présente ou que l'autonomie était moins élevée et le signe = qu'il n'y avait pas de différence.

Dans cette typologie, une partie des variables d'autonomie ressort systématiquement, et l'autonomie massique de la ration totale ressort dans toutes les classes. Ainsi, la typologie peut être séparée en deux grandes catégories : les plus autonomes que la moyenne (AA++) et les moins autonomes (AA--). 69% des individus sont dans des classes plus autonomes que la moyenne de l'échantillon et 31% dans des classes moins autonomes.

Ces deux catégories peuvent être scindées en fonction de leur système fourrager. Il a été pris en compte la part de maïs dans la SFP, comparée à la moyenne de l'échantillon, pour distinguer des systèmes plutôt herbagers et des systèmes avec maïs. Pour finir, les conditions climatiques ont été caractérisées. Ce découpage en groupes de classes a été fait selon l'hypothèse que le climat impacte l'assolement qui impacte lui-même le niveau d'autonomie.

#### 3.4.1.2 Caractéristiques climatiques des classes autonomes et moins autonomes



Note : PP-ETP Printemps (mm/j), PP-ETP Hiver (mm/j), PP-ETP Automne (mm/j), PP-ETP (mm/j), EcartSommeT (degrés jours), GelTardif (nombre de présences), JourEchaudant (nombre de jours)

Figure 23 : Caractéristiques climatiques des classes autonomes AA++ et des classes moins autonomes AA-- (source : Optialbio, 2015)

#### Guide de lecture de la présentation en radar :

La **valeur de l'indicateur** augmente lorsqu'on s'éloigne du centre du radar.  
Les **échelles** sont différentes selon les axes car les variables ont des ordres de grandeurs très différents. Elles sont ici basées sur les moyennes des indicateurs et permettent donc de mettre en évidence les différences entre les différents groupes.

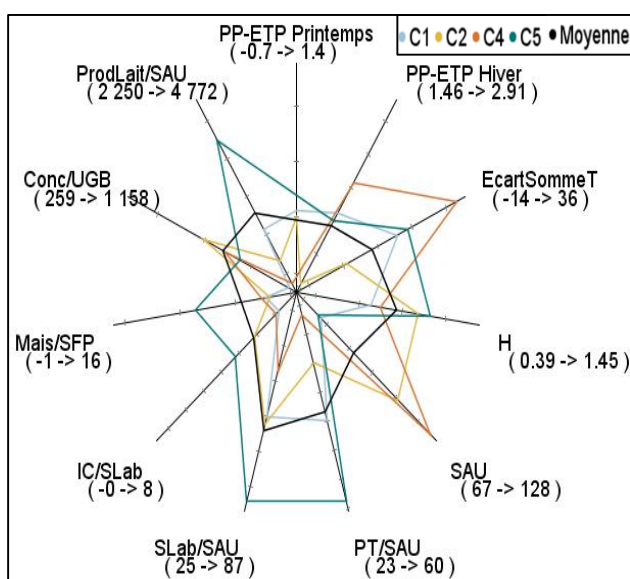
Les classes autonomes présentent des pluviométries plutôt similaires et proches de la moyenne de l'échantillon. (Figure 23) Elles font toutes apparaître un printemps généralement plus précoce et un été avec moins de pics de chaleur. Aucune tendance n'apparaît pour le gel tardif.

Les classes non autonomes sont très contrastées au niveau de la pluviométrie, avec des écarts à la moyenne importants. La classe C3 est soumise à un climat très pluvieux alors que les classes C6 et C7 ont des pluviométries faibles pour toutes les saisons et un été avec des pics de chaleur.

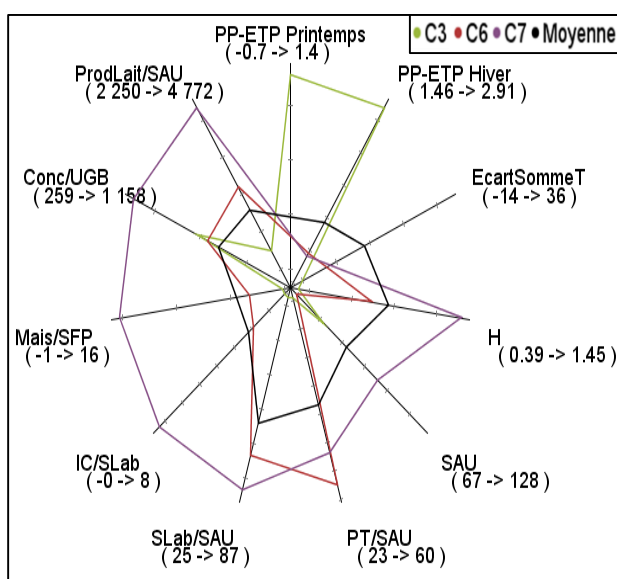
La localisation des exploitations montre que celles des classes C1, C2, C4, C6 et C7 sont situées dans toute la France, C2 avec peu d'exploitations en Normandie et C7 peu d'exploitations en Bretagne et Pays de la Loire. Par contre, la classe C3 concentre des exploitations des zones de montagnes humides principalement, dans le Nord Massif Central, la Franche-Comté et les Vosges. Les fortes pluviométries tout au long de l'année et la présence de gel à -5°C au printemps qui caractérisent cette classe correspondent en effet au climat des régions montagneuses. La classe C5 concentre des exploitations dans le Grand Ouest et dans le Nord. Le printemps précoce et la pluviométrie constante qui la caractérisent correspondent bien au climat océanique de la zone définie par des températures douces et des précipitations bien réparties.

### 3.4.1.3 Les déterminants de l'autonomie dans les classes autonomes et moins autonomes

#### Déterminants de l'autonomie dans les classes AA++



#### Déterminants de l'autonomie dans les classes AA--



Note : PP-ETP Printemps (mm/j), PP-ETP Hiver (mm/j), EcartSommeT (degrés jours), H (sans unité), SAU (ha), PT/SAU (%), SLab/SAU (%), IC/SLab (%), Mais/SFP (%), Conc/UGB (kg/UGB/an), ProdLait/SAU (L/ha/an)

Figure 24 : Déterminants de l'autonomie dans les classes autonomes AA++ et les classes moins autonomes AA-- (source : Optialibio, 2015)

Les graphiques précédents (figure 24) comparent les classes autonomes et moins autonomes par rapport aux déterminants de l'autonomie précédemment établis dans les régressions.

La pluviométrie au printemps est similaire pour les quatre classes autonomes qui se distinguent au niveau de la précocité du printemps et de la pluviométrie en hiver. Les assolements sont très diversifiés entre les classes. On remarque en particulier des différences en termes de SAU, de surfaces labourables et de prairies temporaires. De même, la consommation de concentrés varie beaucoup. Ceci suppose qu'il n'existe pas un assolement type pour atteindre l'autonomie, mais que c'est la cohérence du système de d'alimentation qui prévaut.

Les radars des classes moins autonomes sont plus diversifiés, à la fois au niveau du climat et de l'assolement, et atteignent les extrêmes maximum du radar.

### 3.4.2 Description des différentes classes

Pour approfondir la caractérisation des différentes classes, des indicateurs autres que les indicateurs initialement choisis ont été utilisés, tels les stocks fins de fourrages par UGB. (Annexe 5) De plus, les individus des quarts inférieurs et supérieurs de l'autonomie de la ration totale ont été comparés.

*Note : Les échelles des graphiques en radar présentés dans cette partie sont basées sur la dispersion des variables. La moyenne de chaque classe est comparée à la moyenne de l'échantillon. Les unités utilisées sont celles de la figure 24.*

#### 3.4.2.1 Les classes autonomes

#### Classe 1 : Systèmes herbagers avec prairies temporaires, permanentes et cultures de vente (Figure 25)

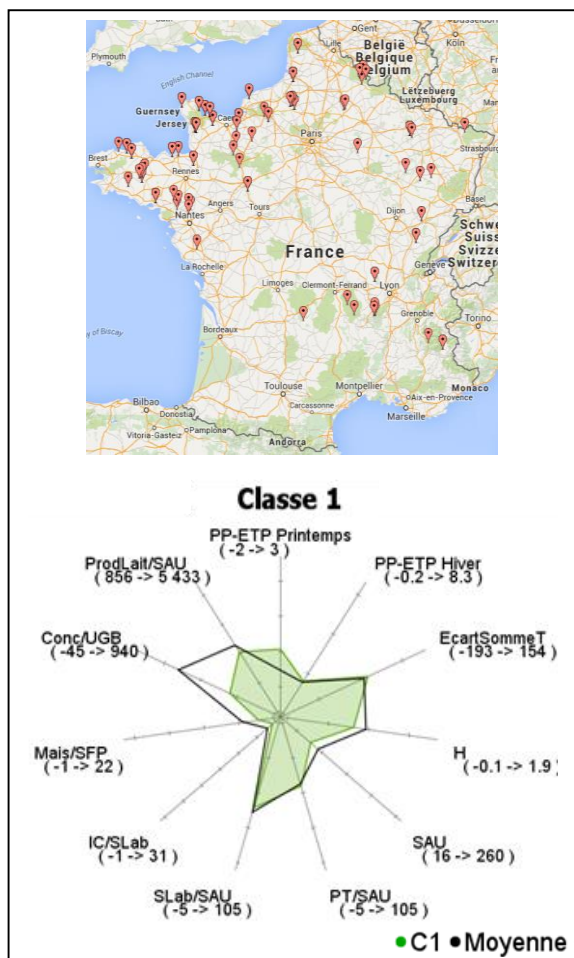


Figure 25 : Classe C1 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialibio, 2015)

Ce sont des élevages avec des prairies temporaires dans la moyenne (45% de la SAU), sur une petite SAU. L'assolement est peu diversifié, sans maïs.

La consommation de concentrés est faible. Les cultures de vente (14% de la SFP) leur permettent d'être autonomes pour la plus part, avec une moyenne de 71% pour l'autonomie massique en concentrés et une médiane de 93% (médiane à 65% pour l'échantillon global). Ils sont aussi très autonomes en protéines, car 68% de la classe n'en consomment pas.

Ces élevages sont efficaces en aliments utilisés pour les animaux, mais peu productifs.

Le quart supérieur de cette classe a une SAU plus diversifiée et plus grande, avec moins de prairies temporaires et est moins productif par hectare.

La classe se caractérise par un été clément, sans pic de chaleur et plus pluvieux que la moyenne. L'année 2000, caractéristique de la classe, a été favorable à la pousse de l'herbe et présente de bons rendements (INRA). Cependant, les stocks de sécurité sont faibles ce qui peut fragiliser ces élevages.

**Ce sont donc des élevages économes valorisant l'herbe au maximum et utilisant une faible quantité de concentrés fermiers.**

## Classe 2 : Systèmes herbagers avec prairies permanentes et cultures de vente sur une SAU importante (Figure 26)

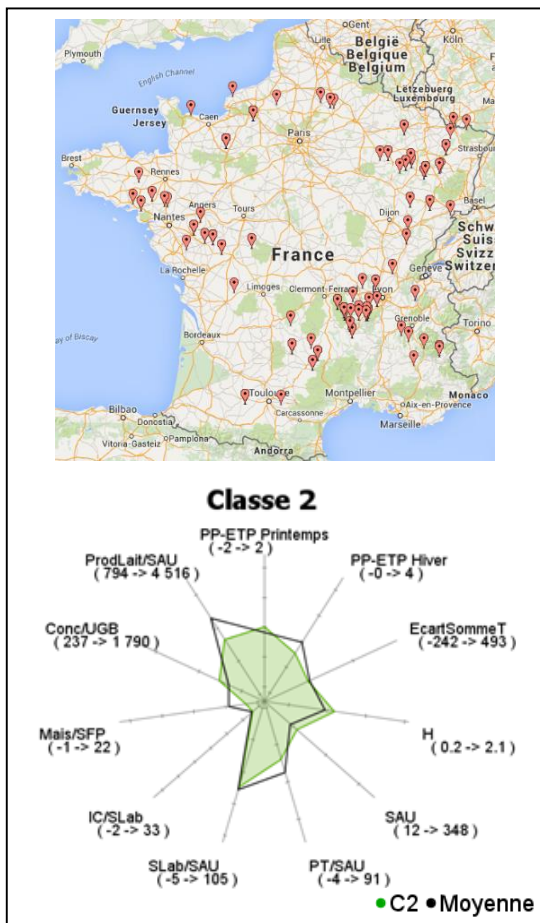


Figure 26 : Classe C2 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optilibio, 2015)

Ces systèmes sont plutôt en prairies permanentes (43% de la SAU) que temporaires (35%). Le chargement est plus faible que la moyenne (1UGB/ha de SFP).

C'est la classe qui compte le plus de cultures de vente (21% de la SAU), avec un assolement diversifié. La SAU est importante. Ils sont autonomes en concentrés à 71% avec une médiane à 91%. Leurs cultures de vente leur permettent donc de produire les concentrés utilisés bien que la consommation soit beaucoup plus élevée que la moyenne

Les éleveurs de cette classe sont moins productifs que la moyenne et moins efficaces, cependant ils dégagent de bons revenus.

L'utilisation de concentrés est peut-être favorisée par la présence de surfaces productives qui donnent l'opportunité de cultiver des céréales. Cependant, on peut aussi penser que les concentrés sont utilisés pour compenser des fourrages de mauvaise qualité (car récoltés trop tardivement par exemple).

Le quart inférieur de cette classe a plus de prairies temporaires au détriment des cultures de vente, ce qui les rend moins autonomes en concentrés, d'autant plus qu'ils en consomment plus. Le quart inférieur a aussi connu un printemps plus sec, pénalisant les rendements fourragers.

Malgré un hiver humide, ils sont restés autonomes en fourrages, certainement grâce aux prairies permanentes qui assurent une bonne portance des sols.

**Ce sont donc des éleveurs en prairies permanentes avec des cultures de vente leur permettant d'être autonomes en concentrés malgré une consommation élevée. Ils sont peu intensifs en chargement et peu productifs par animal.**

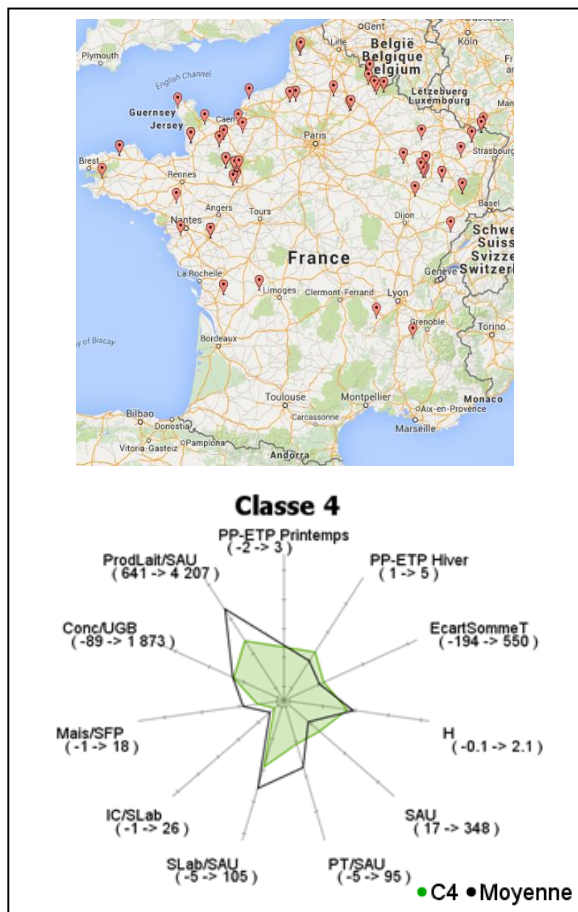


Figure 27 : Classe C4 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialbio, 2015)

#### Classe 5 : Systèmes fourragers avec maïs et prairies temporaires sur une SAU faible (Figure 28)

Ces élevages ont une SAU faible, en prairies temporaires principalement (59% de la SAU). L'assolement est diversifié avec du maïs et des cultures de vente, et est renforcé par des intercultures supérieures à la moyenne.

L'autonomie protéique de la classe est dans la moyenne. Le chargement est plus élevé (1,4UGB/ha). Ils sont productifs, efficaces, et dégagent de bons revenus.

Le printemps est précoce et l'été sans pics de chaleur, ce qui est favorable aux cultures.

Le quart inférieur de la classe, plus productif, a connu un printemps plus humide. L'excès d'humidité peut impacter le semis et le désherbage du maïs et donc pénaliser ces élevages utilisant du maïs (CA des Pays de la Loire, 2014).

Il s'agit d'une classe qui repose sur un assolement est diversifié, avec du maïs et des intercultures. Ce sont des élevages productifs principalement situés dans le Grand-Ouest.

#### Classe 4 : Systèmes herbagers avec prairies permanentes et cultures de vente sur une SAU forte (Figure 27)

Dans cette classe, la SAU est importante et constituée de prairies permanentes (57% de la SAU), avec des cultures de vente en faible proportion.

Ce sont des élevages peu spécialisés, peu productifs et utilisant de la main d'œuvre bénévole. Ils sont particulièrement autonomes en fourrages conservés.

L'année 2008 caractéristique de cette classe fut une très bonne année fourragère (INRA). Le printemps a été très précoce, favorable à la production de fourrages. Cependant, l'hiver a été humide et a pu poser des problèmes pour la mise à l'herbe des animaux.

Le quart supérieur de cette classe a bénéficié d'un printemps plus humide qui a certainement permis une pousse d'herbe plus importante.

Ce sont donc des élevages plutôt extensifs en prairies permanentes ayant bénéficié de bons rendements fourragers.

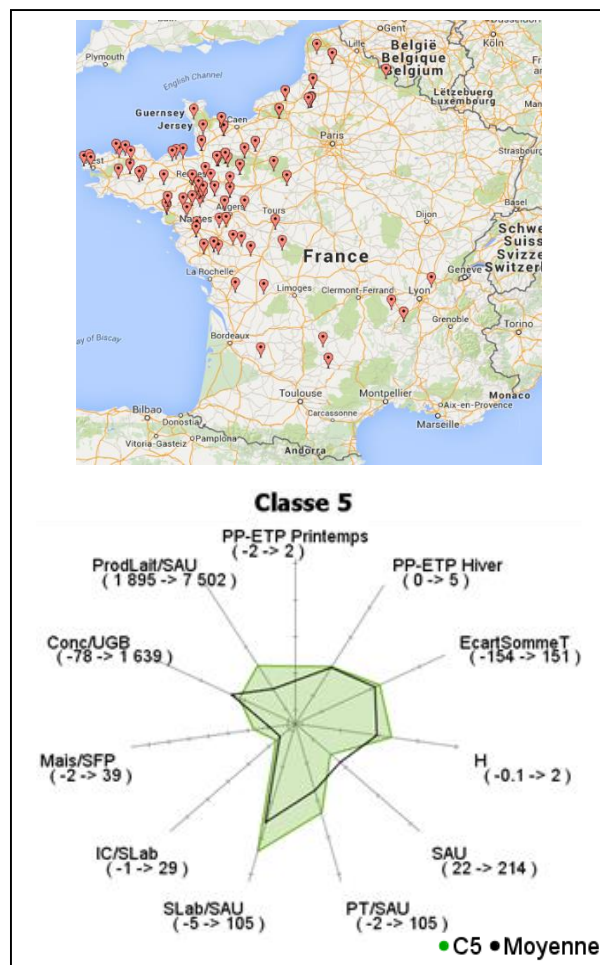


Figure 28 : Classe C5 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialbio, 2015)

### 3.4.2.2 Les classes moins autonomes

#### Classe 3 : Systèmes herbagers avec prairies permanentes sans cultures de vente (Figure 29)

C'est la classe la plus herbagère de la typologie, 99% de la SFP est en herbe. La SAU est faible, avec beaucoup de prairies permanentes (70% de la SAU) et très peu de cultures de vente (5% de la SAU). Ces exploitations sont autonomes en fourrages mais pas en concentrés : 20% d'autonomie massique en concentrés.

Leur chargement est faible (0,9UGB/ha). Ils sont peu productifs et peu efficaces.

Le climat caractéristique est très humide, et le printemps froid. Ceci est pénalisant pour le démarrage de la pousse de l'herbe et la sortie des animaux au pâturage. Les élevages se trouvent principalement dans les montagnes humides.

Le quart supérieur a une SAU plus grande et un assolement plus diversifié, il consomme moins de concentrés et est moins productif.

**Ce sont des élevages de montagnes, en prairies permanentes et extensifs. Le climat humide ne leur a pas permis d'être autonomes.**

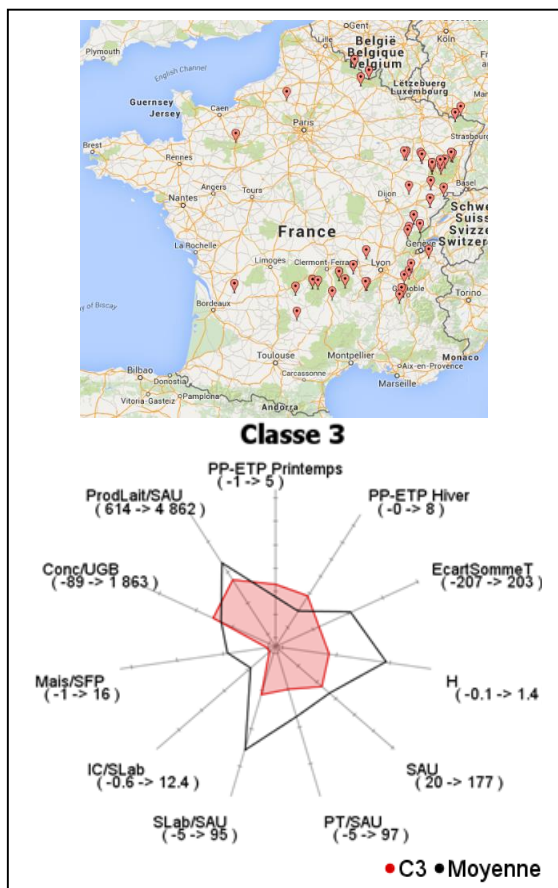


Figure 29 : Classe C3 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialibio, 2015)

#### Classe 6 : Systèmes herbagers avec prairies temporaires sur une faible SAU (Figure 30)

Ces élevages ont la plus faible SAU. Le système fourrager en prairies temporaires (58% de la SAU) laisse peu de place aux cultures (5% de la SAU). Le maïs est présent mais en faible proportion.

Ces élevages utilisent des concentrés, dans des quantités légèrement supérieures à la moyenne. Ils ne sont pas autonomes, en particulier en fourrages conservés.

L'année 2003 caractéristique de cette classe fut une année très sèche, avec un printemps tardif et un été avec des pics de chaleur. Elle est largement défavorable sur le plan fourrager (INRA). Les stocks de sécurité sont faibles : 0,7tMS/UGB.

Ces élevages sont productifs par unité de surface mais peu efficaces et dégagent peu de revenus.

Comparé au quart inférieur, le quart supérieur a un assolement plus diversifié.

**Ce sont des élevages en prairies temporaires, productifs et utilisant beaucoup de concentrés.**

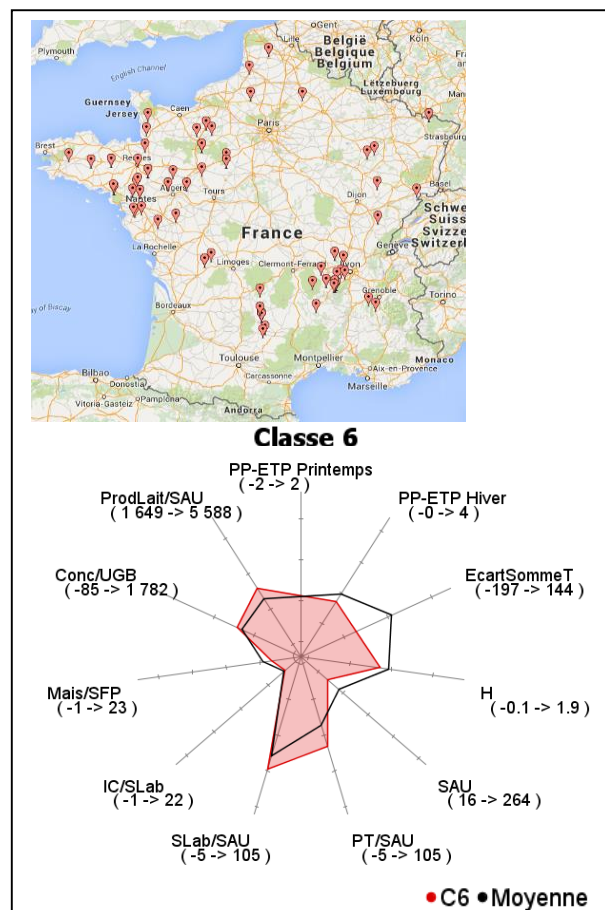


Figure 30 : Classe C6 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialibio, 2015)

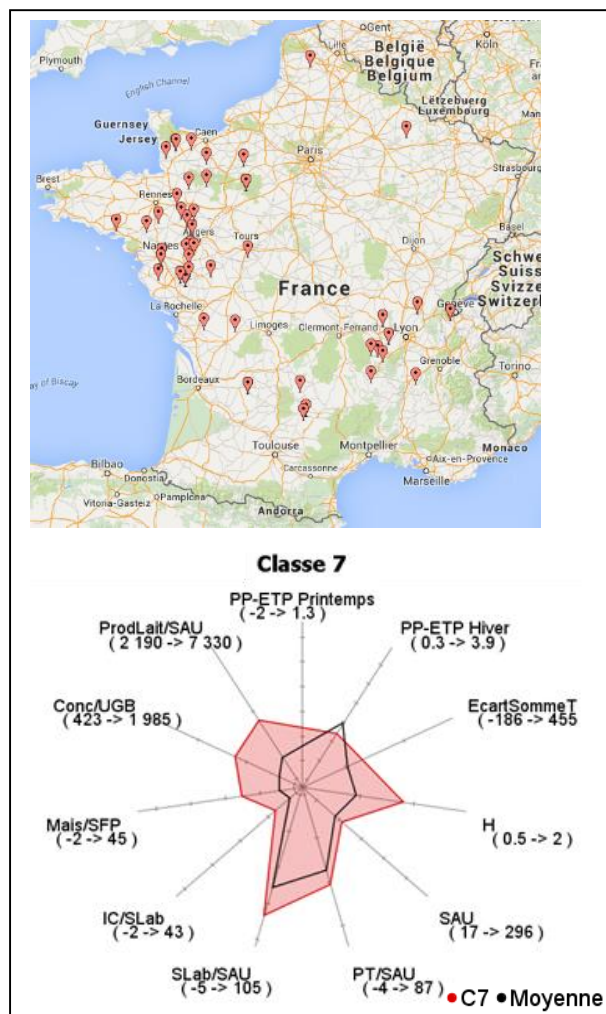


Figure 31 : Classe C7 : Localisation des exploitations et déterminants de l'autonomie (source : Optialibio, 2015)

### Classe 7 : Systèmes fourragers avec maïs et prairies temporaires sur une SAU importante (Figure 31)

Dans cette classe la SAU est très grande, avec une forte part de surface labourable, principalement en prairies temporaires (52% de la SAU) et avec du maïs (15% de la SFP). L'assolement est diversifié, avec des cultures de vente.

Ils utilisent beaucoup de concentrés, plus de 1110kg/UGB/an. Ils sont productifs, avec un chargement plus élevé que la moyenne (1.3UGB/ha), peu efficaces mais ils dégagent de bons revenus, peut-être aidés par les cultures de vente.

Ils sont sous la moyenne de l'échantillon pour tous les types d'autonomie. Les années caractéristiques sont les années 2009, 2010 et 2011, ces deux dernières ayant été très mauvaises pour les rendements fourragers (INRA). Ce sont des années sèches avec des pics de chaleur en été. Une part importante des individus de la classe se trouve dans les Pays de la Loire.

Il y a très peu de différences entre les quarts inférieurs et supérieurs.

**Ces systèmes sont productifs, mais sensibles aux aléas climatiques malgré un assolement diversifié.**

#### 3.4.2.3 Les changements de classe

Les exploitations, présentes sur plusieurs années, peuvent changer de classes selon les années. On compte 82 exploitations présentes sur plus de 5 années dans l'échantillon. Parmi celles-ci, 35% des exploitations qui sont en classes autonomes restent dans la même classe ou changent de classes autonomes. Les 65% restant changent de classe pour une classe moins autonome au moins une fois, ceci de façon très ponctuelle et certainement à cause du climat.

Ainsi, les exploitations de la classe C1 vont en C3 et C6, celles de la classe C2 en C3 et C7 majoritairement, celles de la classe C4 en C3 et C7 et celles de la classe C5 en C6 et C7. Le passage en C3 peut être dû à des précipitations trop abondantes alors que le passage en C4 et C6 peut être dû à des sécheresses. Cependant, à ces changements de climat sont associés des changements d'assolement et de conduite de troupeau. Par exemple, le passage de C1 à C6 implique une augmentation de la consommation de concentrés.

La présence en classes moins autonomes, provisoire pour la majorité des exploitations, semble liée à un aléa climatique, ou à des changements sur l'exploitation. La suite de l'analyse mériterait une étude de trajectoire plus poussée.

Pour les classes moins autonomes des leviers sont envisageables :

Pour la classe C3, en année très humide, il faudrait diminuer la quantité de concentrés consommés en produisant des fourrages de bonne qualité, et des stocks plus importants. La surface labourable étant faible, la solution se trouve dans l'amélioration de la gestion des prairies permanentes et sûrement sur la récolte des fourrages ainsi que sur la gestion du pâturage pour pouvoir dégager plus de surfaces de fauche et créer ainsi plus de stocks.

Pour la classe C6, il faudrait aussi diminuer la quantité de concentrés en améliorant la qualité des fourrages par une meilleure gestion des prairies temporaires et par une diversification des cultures fourragères, les surfaces labourables étant importantes. Ceci permettrait de plus d'être plus résistant aux aléas climatiques.

Pour la classe C7, très intensive, la faiblesse de ces élevages vient sûrement d'un équilibre sol-troupeau trop fragile, qu'il faudrait tout d'abord modifier en diminuant le nombre d'UGB.

### **3.4.3 Synthèse**

Cette typologie met en évidence une diversité d'exploitations autonomes et moins autonomes sur des années caractéristiques. Les conclusions vont globalement dans le même sens que pour l'analyse des déterminants, notamment en ce qui concerne la prairie temporaire dont la présence peut s'opposer à l'autonomie totale.

Les élevages peu autonomes, en années climatiques peu favorables, pourraient certainement améliorer leur autonomie en jouant sur la création de stocks de fourrages de bonne qualité, en diminuant la consommation de concentrés et en désintensifiant le système pour créer des surcapacités.

## **4. DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES**

---

### **4.1. Confrontation des résultats aux hypothèses de travail**

#### **4.1.1 Etat des lieux de l'autonomie en élevage bovin lait biologique**

Les exploitations sont très autonomes en fourrages mais beaucoup moins en concentrés, et notamment en protéines dans les concentrés. Les élevages autonomes sont globalement ceux qui ne consomment pas de concentrés protéiques. Ces résultats sont en accord avec les hypothèses formulées.

#### **4.1.2 Déterminants de l'autonomie**

Un assolement diversifié est un élément favorable à l'autonomie en concentrés, puisqu'il permet la production de concentrés fermiers. Il n'apparaît pas comme déterminant pour l'autonomie massive en fourrages. Cependant, la diversité de prairies est certainement un élément favorable à l'autonomie en terme de qualité, les légumineuses fourragères telles que la vesce, le pois fourrager, la luzerne apportant des protéines à la ration. Les prairies à flore variée, dont les prairies permanentes, participent à cette autonomie.

Les résultats sur l'effet négatif des prairies temporaires et des intercultures restent très discutables. Ils sont certainement dus à un effet de l'échantillon. En effet, des prairies temporaires dans un assolement diversifié ne devraient pas être pénalisantes. Par contre, un assolement totalement en prairies temporaires, avec peu de diversité floristique inter et intra parcelle, rend le système très sensible aux aléas. L'échantillon contient certainement de tels

systèmes herbagers en prairies temporaires et très peu autonomes. De même, dans une rotation bien pensée, les intercultures ne devraient pas être pénalisantes. Par exemple, dans la classe C5 de la typologie, la présence d'intercultures dans un assolement diversifié n'impacte pas négativement l'autonomie. La cohérence globale du système fourrager reste un élément majeur dans la réflexion vers plus d'autonomie alimentaire.

Concernant le troupeau, l'utilisation de concentrés est bien sûr un élément défavorable à l'autonomie. De plus, une forte production de lait par hectare de SAU est défavorable à l'autonomie en concentrés. Cependant, les autres éléments caractéristiques de l'intensification n'apparaissent pas déterminants. En effet, un modèle de régression avec le chargement et la production de lait par vache a été testé et ces variables ne ressortent pas, le taux de renouvellement non plus. Ceci met certainement en évidence des particularités de l'échantillon étudié. Le taux de renouvellement varie de 8% à 50%, dont 50% de l'échantillon entre 23% et 34%, le chargement de 0.5 à 1.8, dont 50% entre 1 et 1.3, et la production de lait par VL de 3000 à 7500L/VL/an dont 50% entre 4600 et 5800L/VL/an. La distribution de ces variables est donc plus faible qu'en conventionnel et les variables ne sont alors pas discriminantes en AB.

L'importance du climat du printemps sur les rendements fourragers et la constitution de stocks a été confirmée par l'impact des précipitations et des températures printanières sur l'autonomie fourragère. L'hiver s'est relevé plus déterminant que l'automne pour l'autonomie en fourrages et également en concentrés.

#### **4.1.3 Résistance aux aléas climatiques**

L'hypothèse de 50% d'exploitations autonomes en toute circonstance n'a pas été vérifiée. Sur des exploitations présentes 5 ans minimum, seules 35% d'entre sont toujours autonomes.

### **4.2. Méthodologie**

#### **4.2.1 Les couples « exploitation-année »**

Le choix d'individus sous la forme de couples exploitation-année était intéressant pour optimiser la base de données mais complique l'interprétation des résultats de la classification et limite l'observation des exploitations dans leur contexte. Cependant, d'autres solutions n'étaient pas envisageables puisqu'il n'existe pas à ce jour de méthode publiée sur l'analyse statistique longitudinale d'exploitations agricoles.

#### **4.2.2 Particularités et taille de l'échantillon**

Les exploitations suivies dans le dispositif des Réseaux d'Élevage sont choisies dans le but de créer des références à présenter comme des objectifs à atteindre pour d'autres exploitations. Ainsi, les exploitations référencées ne représentent pas une situation moyenne mais plutôt une situation optimale avec un niveau de performances technico-économiques supérieures à la moyenne. Les résultats de l'étude sont donc certainement supérieurs à la moyenne de toutes les exploitations biologiques françaises confondues.

De plus, l'étude porte sur 14 années, de 2000 à 2013. Or dans ce laps de temps les exploitations ont évolué, elles se sont par exemple agrandies. Les profils d'éleveurs ont aussi pu changer, des éleveurs passant aujourd'hui à l'AB pour des raisons économiques plus qu'idéologiques par exemple. Un état des lieux sur une période plus restreinte aurait peut-être été plus représentative de la situation actuelle, en acceptant de moins considérer les variations climatiques.

Pour finir, l'échantillon regroupe des régions et des situations très contrastées, qui mériteraient d'être analysées séparément, les déterminants d'une situation n'étant pas toujours applicables à une autre. Le climat a été pris en compte, mais les contraintes pédologiques peuvent aussi être très différentes et conditionner des systèmes. Il y a une diversité de solutions pour atteindre l'autonomie, chacune adaptée à un cas particulier, comme le montre la classification effectuée.

#### **4.2.3 Le choix des indicateurs**

Un des indicateurs qui manquent à cette étude est un indicateur sur les stocks, comme le stock fin de fourrages par UGB qui mesure la sécurité alimentaire, étant donné que les mauvaises conditions climatiques du printemps pénalisent les stocks.

De plus, la maîtrise technique de l'éleveur et ses connaissances jouent un rôle très important sur les performances du système de production et donc sur l'autonomie. Des informations sur ce critère seraient très intéressantes. Elles pourraient être obtenues lors d'enquêtes dans des élevages.

#### **4.2.4 Les régressions logistiques**

La transformation des variables continues en variables nominales a certainement entraîné une perte d'informations. Avec les régressions linéaires dont l'hypothèse de normalité des résidus n'est pas vérifiée, les mêmes variables que précédemment ressortent mais d'autres ressortent également (exemple : Maïs/SFP pour l'autonomie en fourrages).

#### **4.2.5 Les limites de la classification**

La classification a permis de mettre en évidence des profils d'exploitations autonomes et moins autonomes. C'est une méthode d'analyse descriptive et statique. L'étude des changements de classe n'a pas été aussi pertinente que prévue, en raison du nombre de paramètres impliqués qui rendent l'interprétation difficile. Des analyses longitudinales des exploitations pourraient enrichir les premiers résultats.

### **4.3. Perspectives de l'étude**

Cette étude a permis de donner une vision globale de l'autonomie alimentaire en élevage bovin lait biologique et d'identifier des éléments favorables et des facteurs de risque de l'autonomie. Ces premiers résultats seront présentés au cours de plusieurs événements en septembre 2015, au SPACE (Salon des Productions Animales) et au salon Tech&Bio (Salon des Techniques Bio et Alternatives).

Pour terminer l'état des lieux des élevages bovins biologiques, la base de données Optialibio sur les élevages bovins viande doit être analysée. Les premiers résultats montraient un niveau autonomie supérieur en élevages bovins viande comparé aux élevages laitiers, ce qui a déjà été observé par Pavie (2004).

Après cette première étape, des analyses de trajectoire grâce à des enquêtes en exploitations seront effectuées pour préciser les éléments déterminants de l'autonomie et vérifier nos interprétations. Des éléments non pris en compte dans cette étude, comme les contraintes spécifiques des exploitations et leur histoire, pourront être considérés. De plus, ces enquêtes permettront d'identifier les incidents climatiques rencontrés et leurs conséquences, ainsi que de mettre en évidence des stratégies de gestion de ces aléas à court et long terme.

De plus, les résultats de cette étude vont permettre d'orienter le travail en cours sur les leviers de l'autonomie. L'action 3 du projet doit permettre le recensement de trajectoires techniques vers l'autonomie déjà connues et de mettre au point de nouveaux leviers. Ainsi, les résultats sur les déterminants de l'autonomie et la caractérisation des exploitations va permettre de concentrer la réalisation de fiches sur les leviers qui paraissent les plus importants : la gestion des prairies et les solutions pour diminuer la consommation de concentrés énergétiques et protéiques. En complément, cette action prévoit la mise en place d'essais dans les fermes expérimentales biologiques de Thorigné d'Anjou et de Trévarez et sur la plate-forme expérimentale du projet Reine Mathilde (Renforcer la filière laitière biologique en Basse Normandie). Ces essais doivent porter sur des techniques où les connaissances sont encore manquantes, comme sur la culture de nouvelles espèces fourragères telles que la chicorée et le plantain, et de nouvelles associations céréales-protéagineux.

## CONCLUSION

---

Cette étude constitue la première étape du projet Casdar Optialibio qui vise à améliorer l'autonomie alimentaire des élevages bovins biologiques. La construction d'une base de données à partir des informations collectées dans le cadre des Réseaux d'Élevage et son analyse a permis d'effectuer un premier état des lieux de l'autonomie des élevages bovins laitiers biologiques. L'autonomie massique totale des élevages est bonne et les déficits portent surtout sur les concentrés, protéiques en particulier. L'autonomie en fourrages conservés est bonne mais intimement liée aux conditions climatiques.

La recherche des éléments favorables et des facteurs de risque pour l'autonomie alimentaire a mis en évidence l'importance du climat printanier sur l'autonomie en fourrages et des besoins en termes de conseil pour la gestion de prairies temporaires et des plantes fourragères. Pour l'autonomie en concentrés, la désintensification des systèmes et la diversification des productions végétales peut améliorer significativement l'autonomie. Il en est de même pour l'autonomie en protéines, pénalisée par la présence de maïs mais qui peut être compensée par la diversification des productions végétales (légumineuses et protéagineux).

La typologie des individus en classes « autonomes » et « moins autonomes » a permis d'identifier une diversité de systèmes autonomes et de mettre en évidence de réels effets du climat.

Le changement climatique avéré affecte les autonomies en fourrages et concentrés des exploitations par l'augmentation de l'occurrence d'événements extrêmes. Les systèmes très autonomes, où l'équilibre entre la ressource et la production est respecté, parviennent à résister aux aléas grâce à la création de surcapacités. Cependant, à long terme, les scénarios d'évolution du climat montrent que les cultures seront impactées durablement. Il est d'ores et déjà envisagé des changements dans la dynamique de la pousse de l'herbe qui pourraient réduire la durée de pâturage par un arrêt de la pousse estivale partiellement compensé par l'apparition d'un pic de production en automne (*Moreau, 2009*). Ceci augmentera les besoins en stocks du troupeau. De plus, les aléas climatiques de plus en plus fréquents nécessiteront des stocks de sécurité plus importants. Dans ces perspectives, la quête d'autonomie reste un enjeu majeur pour la pérennité des exploitations. La question réside certainement dans l'échelle que l'on attribue à l'autonomie. Dans les élevages les moins autonomes, la recherche de l'autonomie à tout prix ne sera peut-être pas la solution. Des interactions entre les systèmes céréaliers et les systèmes d'élevages pour des échanges de fourrages, de céréales, de protéagineux et de matière organique pourraient peut-être constituer une réponse.

## BIBLIOGRAPHIE

---

ADEME (2012), Diagnostic de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique, Eléments méthodologiques tirés de l'expérience internationale, Adaptation au changement climatique

Agence Bio (2013), L'agriculture biologique, Chiffres clés, Edition 2013, 240p

Agence Bio (2014) La bio en France, De la production à la consommation, Edition 2014, 40p

AGRESTE (2004), La note de conjoncture générale, Conjoncture Juillet-Août 2004

Besse P. et Laurent B., ANOVA Analyse de variance multivariée, Modèle linéaire gaussien, modèle mixte ou à effets aléatoires, modèles pour mesures répétées, pp19

Besse P. et Laurent B. (2014), Apprentissage statistique : modélisation, prévision et data mining, pp31-50 et pp62-69

Boisdon I., Capitaine M. (2008), Impact of the drought on the fodder self-sufficiency of organic and conventional highland dairy farms, 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, Vol2, pp220-223

Bouas A., Helias R., Killmayer M., Verdier J.-L. (2014), Conditions échaudantes à venir : des incidences sur le rendement des céréales ? [En ligne], Arvalis, juin 2014, Disponible sur : <http://www.arvalis-infos.fr/view-15997-arvarticle.html?region>, (Consulté le 29/04/2015)

Brunschwig P., J. Devun, C. Guinot, N. Ballot, J-M. Bèche, C. Le Doaré (2012), Autonomie alimentaire des troupeaux bovins en France : état des lieux et perspectives, Octobre 2012

Caron S. (2010), La sécheresse se confirme dans le Nord-Ouest [En ligne], Grandes cultures, Plein Champs, 04/10/10, Disponible sur : <http://www.pleinchamp.com/actualites-generales/actualites/fourrage-la-secheresse-se-confirme-dans-le-nord-ouest> (Consulté le 23/06/2015)

Caron S. (2012), Céréales : Les rendements 2012 repartent à la hausse [en ligne], Grandes cultures, Plein Champs 12/11/2012, Disponible sur : <http://www.pleinchamp.com/grandes-cultures/actualites/cereales-les-rendements-2012-repartent-a-la-hausse> (Consulté le 23/06/2015)

Carpentier M. (2013), Céréales dans le froid - Analyser les risques... malgré la difficulté d'évaluation des conséquences [en ligne], février 2013, Disponible sur : [http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/actus\\_et\\_videos/actualites/cultures\\_actus/fev12\\_cereales\\_dans\\_le\\_froid.html](http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/actus_et_videos/actualites/cultures_actus/fev12_cereales_dans_le_froid.html), (Consulté le 29/04/2015)

Carrera A. (2013), Les excès d'eau pénalisent les semis d'octobre [en ligne], Arvalis-infos.fr, Décembre 2013, Disponible sur : <http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr/view-14599-arvarticle.html?servername=www.arvalis-infos.fr&region=24,33,40,47,64&region=24,33,40,47,64>, (Consulté le 29/04/2015)

Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM-GAME), Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Adaptés à la Nivologie [En ligne], Disponible sur : <http://www.cnrm.meteo.fr/spip.php?article788>, (Consulté le 21/04/2015)

Chambre d'Agriculture d'Aquitaine (2013), L'herbe... un potentiel à valoriser, Fiche 9 Comprendre la pousse de l'herbe, Juillet 2013

Chambre d'Agriculture du Lot, Bovin lait en agriculture biologique (comparaison de deux systèmes)

Chambre d'Agriculture de Normandie (2014a), Bovins lait en agriculture biologique, Cahier des charges – Principaux points, Septembre 2014

Chambre d'Agriculture de Normandie (2014b), Production végétale en agriculture biologique, Cahier des charges – Principaux points, Septembre 2014

Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire (2014), Lait bio : Impact d'un déficit fourrager et stratégies d'adaptation, L'agriculture biologique en Pays de la Loire – Résultats de recherche, Lait 128, juin 2014

Charroin T., Veyssset P., Devienne S., Fromont J.-L., Palazon R., Ferrand M. (2012), Numéro spécial "Travail en élevage", INRA Prod Anim, pp193-210

CIV (2013), L'autonomie alimentaire des élevages bovins : un enjeu à adapter à chaque situation

Commission Européenne (2007), Règlement (CE) N°834/2007

Couret M. (2008), Travaux agricoles et mises à l'herbe contrariés par les précipitations, Agreste Conjoncture Basse-Normandie, n°23, Avril 2008

Desbois E., Valoriser ses prairies naturelles et de longue durée, Développer le pâturage

Devun J., Moreau J.-C., Lherm M., Mosnier C. (2013), Variabilité interannuelles des productions fourragères de 2000 à 2011. Analyse par région à partir d'observations en fermes, Fourrages, 215, pp221-230

Durand J.L. (2007), Les effets du déficit hydrique sur la plante : aspects physiologiques, Fourrages, 190, pp181-195

Durand Y., Brun E., Mérindol L., Guyomarc'h G., Lesaffre B., Eric M. (1993), A meteorological estimation of relevant parameters for snow models, A. of Glaciol., 18, pp65-71.

Escoffier B., Pages J. (1998), Analyses factorielles simples et multiples, DUNOD, 284p

Ferrand M., Lequenne D., Manneville V., Jannot P., Lopez C. (2009), Apport de la spatialisation des données en analyse multidimensionnelle pour évaluer l'impact des activités agricoles sur la teneur en nitrates des eaux, Revue MODULAB 39, pp81-94

Hill S.B., MacRae R.J. (1995), Conceptual framework for the transition from conventional to sustainable agriculture. Journal of Sustainable Agriculture, 7, pp81-87

Hirissou F., Momet G.-M. (2014), Améliorer son autonomie protéique en élevage laitier, CA 24, septembre 2014

GIEC Point Focal en France (2014), Résumé à l'intention des décideurs de la synthèse du 5e rapport d'évaluation du GIEC, Novembre 2014, pp40

INRA, Explorateur cartographique des données ISOP [En ligne], Disponible sur : [http://w3.avignon.inra.fr/mapserv/isop/isop\\_accueil.php](http://w3.avignon.inra.fr/mapserv/isop/isop_accueil.php), (Consulté le 22/07/2015)

Institut de l'Elevage, non publié, Analyse pluriannuelle 2007–2012 des exploitations biologiques laitières suivies par les Réseaux d'Elevage, 26p

Institut de l'Elevage (2012a), Livret d'accueil dans les Réseaux d'élevage, Réseaux d'élevage pour le conseil et la prospective, Collection Théma, Novembre 2012

Institut de l'Elevage (2012b), Manuel d'utilisation de Diapason, Collection Méthodes des Réseaux d'élevage, Novembre 2012

Institut de l'Elevage (2014), Développer l'autonomie fourragère et alimentaire en élevages, Démarche de conseil n°1 élaborée dans le cadre du Casdar PraiCos, Guide méthodologique, Février 2014

Insee Ile-de-France (2012), Regards sur l'année économique 2011, p16-17

Justes E., Debaeke P., Nolot J.-M. (2012), Diversifier les systèmes de culture pour concilier performance et résilience, L'agriculture face aux aléas : de la variabilité du climat à la volatilité des prix, Rencontres Salon International de l'Agriculture 2012

Gernez J. (2004), Les conséquences sanitaires des déficits alimentaires, Journées Techniques Elevage, pp25-34

Guillaumin A., Hopquin J.-P., Desvignes P., Vinatier J.-M. (2007), Caractériser la participation des exploitations agricoles d'un territoire au développement durable - Dictionnaire d'indicateurs, OPA, 143p

Laplace H., Fontaine L., 2004, Pourquoi rechercher plus d'autonomie alimentaire dans les élevages biologiques, Alter Agri, n°64, pp16-18

Lebart L., Morineau A., Piron M. (1995), Statistique Exploratoire Multidimensionnelle, DUNOD, 439p

Lemaire C., Pfimlin A. (2007), Les sécheresses passées et à venir : quels impacts et quelles adaptations pour les systèmes fourragers, Fourrage, 190, pp163-180

Lorgeou J., Battegay S., Pelletier P. (2007), Adaptations à la sécheresse par les choix techniques de conduite des cultures pour les prairies et le maïs, Fourrage 190, pp207-221

Madeline L. (2014), Agir pour plus d'autonomie alimentaire, AlimAuto

Madeline L. (2015), Analyse pluriannuelle (2007-2012) des systèmes bovins lait et viande en AB, Idele, document à paraître

Météo France, Le climat en France [En ligne], Disponible sur : <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climat-en-france/le-climat-en-metropole#>, (Consulté le 3/07/2015)

Metivier T., Milleville C., Guimas A., Jeanne A., Rougier P. (2015), L'essentiel de 4 ans d'essais sur l'autonomie alimentaire en AB, Projet Reine Mathilde, mars 2015

Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt (2007), Glossaire des Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles – Méthode IDEA [En ligne], Disponible sur : <http://www.idea.chlorofil.fr/en-savoir-plus/glossaire.html>, (Consulté le 03/04/2015)

Moreau J.-C. (2009), Prospective à l'échelle des systèmes d'élevage herbivore, adaptations et pistes de réflexion, Conséquences et enseignements pour les grandes cultures et l'élevage d'herbivore, Colloque du 22 octobre 2009, pp113-122

Noury J.-M., Fourdin S., Pauthenet Y. (2013), Système d'élevage et changement climatique : perceptions d'éleveurs et stratégies d'adaptation aux aléas, Fourrages 215, pp211-219

Paccard P., Capitain M., Farrugia A. (2003), Autonomie alimentaire des élevages bovins laitiers, Rencontre Recherche Ruminants 10, pp89-92.

Pavie J. (2004), L'autonomie en élevages bovins biologiques, ce qui ressort des réseaux de fermes de référence, Journées Techniques Elevage de l'ITAB, 3 et 4 février 2004

Pavie J., Retif R. (2006), Facteurs de variations des performances technico-économiques des exploitations d'élevage bovin en agriculture biologique, Rencontre Recherche Ruminants, 13

Pavie J. (2009), Fiche N°2 : Bovins laitiers biologiques : choisir une stratégie adaptée à son exploitation, RMT DévAB Axe 1 Production, juin 2009

Pavie J., Lafeuille O. (2009a), Valorisation des données technico-économiques des exploitations laitières biologiques suivies dans les réseaux d'élevage, Evolutions d'un échantillon constant sur 7 campagnes (2000-2007), Collection références, Novembre 2009, 36p

Pavie J., Lafeuille O. (2009b), Les systèmes bovins biologiques en France, Collection Références, Décembre 2009, 202p

Protin P.-V., Pelletier P, Gastal F., Surault F., Julier B., Pierre P., Straëbler M. (2014), Les prairies multi-espèces, un levier pour des systèmes fourragers performants, Fourrages 218, pp167-176

Poisson S. (2009), Caractérisation des climats à venir, spatialisation sur le territoire français métropolitain et application en agronomie, Changement climatique : conséquence et enseignements pour les grandes cultures et l'élevage d'herbivore, Colloque, pp59-69

Ruget F., Novak S., Granger S. (2006), Du modèle STICS au système ISOP pour estimer la production fourragère. Adaptation à la prairie, application spatialisée, Fourrages 186, pp241-256

## TABLE DES ANNEXES

---

Annexe 1 : Tableau présentant les indicateurs de la base de données OPTIALIBIO et leur mode de calcul (source : Optialibio, 2015) .....	I
Annexe 2 : Aperçu de la base de données Optialibio (source : Optialibio, 2015) .....	V
Annexe 3 : Carte heuristique des leviers de l'autonomie – sur l'assolement (source : Optialibio, 2015) .....	VI
Annexe 4 : Typologie des individus de la base de données Optialibio bovin lait en 7 classes (source : Optialibio, 2015) .....	VII
Annexe 5 : Indicateurs par classe de la typologie (source : Optialibio, 2015) .....	IX
Annexe 6 : La gazette N°1 du projet OPTIALIBIO (source : Optialibio, 2015) .....	X
Annexe 7 : La gazette N°2 du projet OPTIALIBIO (source : Optialibio, 2015) .....	XII

**Annexe 1 : Tableaux présentant les indicateurs de la base de données OPTIALIBIO et leur mode de calcul (source : *Optialibio*, 2015)**

Autonomie alimentaire				
Indicateurs	Unités	Base de données d'origine	Calculs	Sources
Autonomie alimentaire massique de la ration totale <sup>(2) (3)</sup>	%	Diapason	(Quantité de fourrages utilisés-Quantité de fourrages achetés+Quantité de concentrés prélevés+(Total UGB présents*4,75 -Quantité de fourrages utilisés)/(Quantité de fourrages utilisés+Quantité de concentrés prélevés+Quantité de concentrés achetés+ Quantité de co produits concentrés+(Total UGB présents*4,75 -Quantité de fourrages utilisés))	Brunschwig P., J. Devun, C. Guinot, N. Ballot, J-M. Bèche, C. Le Doaré (2012), Autonomie alimentaire des troupeaux bovins en France : état des lieux et perspectives, Octobre 2012  Institut de l'élevage (2014), Développer l'autonomie fourragère et alimentaire en élevages, Démarche de conseil n°1 élaborée dans le cadre du Casdar PraiCos, Guide méthodologique, Février 2014
Autonomie alimentaire massique en fourrages conservés <sup>(2)</sup>	%	Diapason	(Quantité de fourrages utilisés-Quantité de fourrages achetés)/(Quantité de fourrages utilisés)	Brunschwig P., J. Devun, C. Guinot, N. Ballot, J-M. Bèche, C. Le Doaré (2012), Autonomie alimentaire des troupeaux bovins en France : état des lieux et perspectives, Octobre 2012
Autonomie alimentaire massique en concentrés <sup>(2)</sup>	%	Diapason	Quantité de concentrés prélevés/(Quantité de concentrés prélevés+Quantité de concentrés achetés+Quantité de co-produits concentrés)	Brunschwig P., J. Devun, C. Guinot, N. Ballot, J-M. Bèche, C. Le Doaré (2012), Autonomie alimentaire des troupeaux bovins en France : état des lieux et perspectives, Octobre 2012
Autonomie alimentaire protéique en concentrés <sup>(2)</sup>	%	Diapason	Quantité de concentrés protéiques prélevée*Valeur MAT/(Quantité de concentrés protéiques prélevée*Valeur MAT+Quantité de concentrés protéiques achetée*Valeur MAT)	Brunschwig P., J. Devun, C. Guinot, N. Ballot, J-M. Bèche, C. Le Doaré (2012), Autonomie alimentaire des troupeaux bovins en France : état des lieux et perspectives, Octobre 2012
Consommation ou non de concentrés		Diapason		
Consommation ou non de concentrés protéiques		Diapason		

Climat				
Indicateurs	Unités	Base de données d'origine	Calculs	Sources
Précipitations – Evapotranspiration potentielle en hiver (décembre, janvier, février)	mm/j	Safran	PP-ETP en été (Juillet, Août)	
Précipitations – Evapotranspiration potentielle au printemps (mars, avril, mai, juin)	mm/j	Safran	PP-ETP à l'automne (Septembre, Octobre, Novembre)	
Précipitations – Evapotranspiration potentielle en été (juillet, août) (mm)	mm/j	Safran	PP-ETP en hiver (Décembre de l'année précédente, Janvier, Février)	
Précipitations – Evapotranspiration potentielle en automne (septembre, octobre, novembre)	mm/j	Safran	PP-ETP au printemps (Mars, Avril, Mai, Juin)	
Nombre de jours échaudants en juin, juillet et août		Safran	Nombre de jour où Tmax>25°C en juin, juillet et août	
Différence entre la somme de températures entre le 1er février et la date de mise à l'herbe habituelle et une valeur de référence par zone ISOP <sup>(0)</sup> (degrés jours)		Safran	Sur les données quotidiennes : $T = T_{moyen} = (T_{min} + T_{max}) / 2$ Si $T < 0$ ; $T_{cumul} = 0^{\circ}C$ Si $T > 18$ ; $T_{cumul} = 18^{\circ}C$ Si $0 < T < 18$ ; $T_{cumul} = T$ Somme des températures (1er février - date) = somme( $T_{cumul}$ ) Différence = Somme des températures (1er février - date) - Somme de référence	Equipe Fourrage (2008), Les sommes de température, un repère pour apprécier l'âge des plantes, L'Auvergne agricole, juin 2008, p17
Présence ou absence de jours de gel à -5°C au printemps		Safran	Présence d'un jour de gel à - 5°C en mars, avril et mai	

Assolement				
Indicateurs	Unités	Base de données d'origine	Calculs	Sources
Indice de Shannon - diversité de l'assolement		Diapason	$H = -\sum (p_i \cdot \ln(p_i))$ où $p_i$ : proportion de la culture $i$ dans l'assolement. Les cultures sont réparties en 11 classes : céréales de printemps, d'hiver, autres grandes cultures de vente, cultures fourragères d'été, d'hiver, prairies de graminées, légumineuses, association, prairies permanentes, parcours, jachère	Geoghegan J., Wainger L. A., Bockstael N. E. (1997), Spatial landscape indices in a hedonic framework: an ecological economics analysis using GIS. Ecological Economics, 23, 251-264.
Surface Agricole Utile (SAU)	Ha	Diapason		
Part de prairies permanentes dans la SAU	%	Diapason	Surface toujours en herbe/SAU	
Part de prairies temporaires dans la SAU	%	Diapason	(SFP en herbe-Surface toujours en herbe)/SAU	
Part de surface labourable dans la SAU	%	Diapason	Surface labourable/ SAU	
Part de surface en interculture (cultures intercalaires et dérobés) dans la surface labourable	%	Diapason	(Cultures intercalaires+Dérobés internes SFP+Dérobés externes SFP)/Surface labourable	
Pourcentage de maïs fourrage dans la Surface Fourragère Principale (SFP)	%	Diapason	Surface de maïs ensilage/Surface de SFP	

Troupeau				
Indicateurs	Unités	Base de données d'origine	Calculs	Sources
Part d'UGB de l'atelier BL sur les UGB totaux <sup>(1)</sup>		Diapason	UGB BL/UGB totaux	
Taux de renouvellement BL <sup>(1)</sup>		Diapason		
Chargement apparent (UGB/ha)	UGB/ha de SFP	Diapason		
Quantités de concentrés consommés par UGB BL <sup>(1)</sup>	kg/UGB		$((\text{Quantité de co produits concentrés BL} + \text{Quantité de concentrés prélevés BL} + \text{Quantité de concentrés achetés BL}) \cdot 10^3) / \text{UGB BL}$	

Performances				
Indicateurs	Unités	Base de données d'origine	Calculs	Sources
Production de lait par vache laitière <sup>(1)</sup>	L/VL	Diapason	Lait produit/Nombre de VL	
Production de lait par ha de SAU <sup>(1)</sup>	L/ha	Diapason	Lait produit/SAU	
Revenu disponible par unité de main d'œuvre familiale	€/UMO familiale	Diapason	(Excédent brut d'exploitation-Annuités des emprunts LMT)/UMO exploitant	Guillaumin A., Hopquin J.-P., Desvigns P.; ,Vinatier J.-M. (2007), Caractériser la participation des exploitations agricoles d'un territoire au développement durable - Dictionnaire d'indicateurs, OTPA, 143p
Efficience alimentaire sur le produit des ateliers animaux		Diapason	(Produits BL + Produits BV- (Coût des aliments concentrés+Coût des fourrages achetés))/(Produits BL + Produits BV)	Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt (2007), Glossaire des Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles – Méthode IDEA [En ligne], (Consulté le 03/04/2015), Disponible sur : <a href="http://www.idea.chlorofil.fr/en-savoir-plus/glossaire.html">http://www.idea.chlorofil.fr/en-savoir-plus/glossaire.html</a>
Part de main d'œuvre non salariée sur la main d'œuvre totale	%	Diapason	UMO bénévole/UMO totale	Guillaumin A., Hopquin J.-P., Desvigns P.; ,Vinatier J.-M. (2007), Caractériser la participation des exploitations agricoles d'un territoire au développement durable - Dictionnaire d'indicateurs, OTPA, 143p

<sup>(0)</sup> ISOP est un dispositif national de prévision de la production des prairies (*Ruget et al, 2006*). Des dates de mise à l'herbe en fonction des types de sols et du climat ont été calculées (moyennes sur 10 ans) (Moreau J.-C., communication personnelle)

<sup>(1)</sup> Ces indicateurs sont calculés sur l'atelier bovin lait uniquement

<sup>(2)</sup> Les quantités de fourrages sont en T de MS. Par mesure de simplification, les quantités de concentrés, de coproduits concentrés en T ont été assimilées à des T de MS. Les éléments minéraux n'ont pas été pris en compte car selon les régions ils ne sont pas renseignés de la même façon.

<sup>(3)</sup> Pour calculer la consommation d'herbe pâturée, les besoins en fourrages grossiers ont été estimés à 4,75T de MS par UGB (*Institut de l'Elevage, 2014*), auxquels a été soustraite la quantité de fourrages conservés utilisée.

Bibliographie correspondante :

Institut de l'élevage (2014), Développer l'autonomie fourragère et alimentaire en élevages, Démarche de conseil n°1 élaborée dans le cadre du Casdar PraiCos, Guide méthodologique, Février 2014

Ruget F., Novak S., Granger S. (2006), Du modèle STICS au système ISOP pour estimer la production fourragère. Adaptation à la prairie, application spatialisée, Fourrages, 186, pp241-256

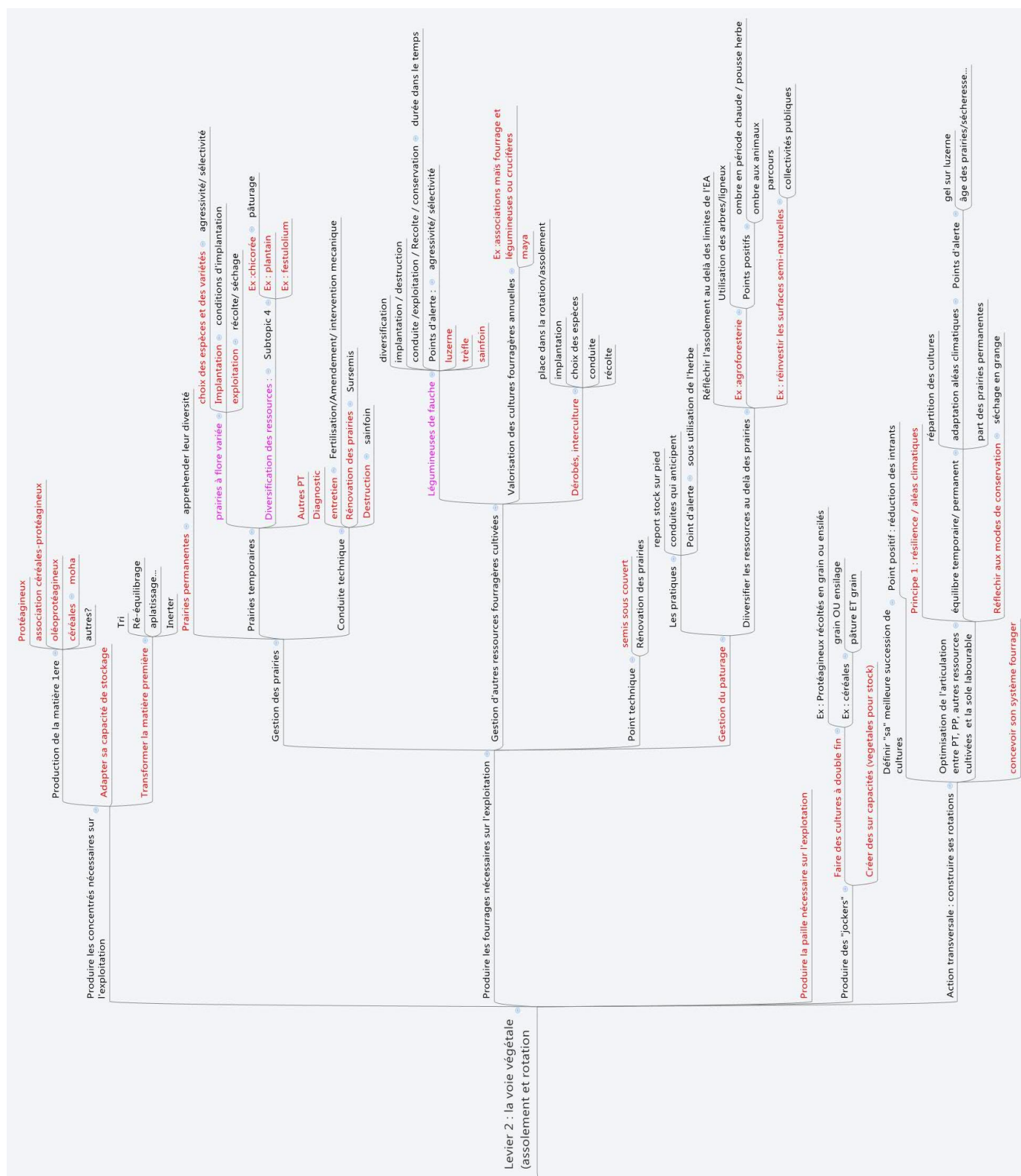
**Annexe 2 : Aperçu de la base de données Optialibio (source : Optialibio, 2015)**

Individus			Autonomie										Climat									
NDIap	Annee	AAMT	AAMFC	AAMC	ConsoConc	AAPC	ConsoConcProt	Automne	Ete	Hiver	Printemps	JourEchaudant	GeITardif	EcartSommeT								
0521F0035	2000	100,00	100,00	100,00	0	100,00	0	2,16	0,90	0,42	0,23	11	0	108,30								
0521F0035	2001	84,00	30,90	100,00	0	100,00	0	1,17	-1,25	2,29	0,63	23	0	48,10								
1011F1006	2011	97,91	96,80	100,00	1	100,00	1	0,85	1,23	1,73	-1,32	4	0	35,10								
1011F1006	2012	96,50	92,50	100,00	1	100,00	1	2,31	-0,67	3,18	0,29	8	0	-8,45								
1011F1006	2013	96,02	92,80	100,00	1	100,00	1	2,91	-0,77	3,17	0,00	10	0	-109,55								
1021F0009	2000	100,00	100,00	100,00	1	100,00	0	2,98	0,90	0,97	0,13	9	0	83,30								
1021F0009	2001	100,00	100,00	100,00	1	100,00	0	1,91	-0,50	2,43	0,80	22	0	40,30								
1021F0009	2002	96,82	100,00	47,62	1	100,00	0	1,58	-0,64	1,85	-0,15	11	0	125,60								
1021F0009	2003	100,00	100,00	100,00	1	100,00	0	0,43	-2,37	2,02	-0,79	29	0	21,20								
1021F0009	2004	95,78	89,80	100,00	1	100,00	1	0,31	0,44	1,60	-0,51	13	1	-7,30								
1021F0009	2005	81,95	100,00	18,22	1	100,00	1	0,65	-1,25	1,48	-0,25	19	1	-48,90								
1021F0009	2006	100,00	100,00	100,00	1	100,00	0	0,27	-0,85	1,27	-0,05	25	0	-120,10								
1021F0009	2007	97,35	100,00	75,76	1	100,00	0	0,28	0,11	1,65	-0,03	5	0	84,60								
1021F0009	2008	92,32	100,00	0,00	1	100,00	0	0,93	-0,47	1,20	0,05	10	0	27,80								
1021F0009	2009	87,85	86,00	0,00	1	100,00	0	0,44	-1,21	0,99	-0,21	15	0	-20,50								
1021F0009	2010	80,71	78,10	9,36	1	100,00	0	1,53	-1,22	2,13	-0,78	19	0	-32,60								
1021F0009	2011	83,49	83,40	6,91	1	100,00	0	0,26	0,81	1,05	-1,24	9	0	56,90								
1021F0009	2012	94,01	92,90	77,19	1	100,00	0	1,64	-1,33	2,33	0,34	15	0	-8,55								
1021F0009	2013	80,63	63,90	100,00	1	100,00	0	1,74	-1,84	2,54	0,09	20	1	-102,30								

Individus		Assolement										Troupeau					Performance										
NDIap	Annee	H	SAU	PP	SAU	PT	SAU	SLab	SAU	IC	Slab	Spast	Mais	SFP	PcSpeBL	TR	CA	Conc	UGB	L_VL	ProdLait	SAU	RevDis	MOExpl	EffiAlim	MOBen	TotMO
0521F0035	2000	0,91	54,50	47,71	44,04	83,12	83,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,19	0,00	4941,00	3263,67	14817,61	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0521F0035	2001	0,82	54,50	44,04	51,38	83,12	83,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,19	0,00	4396,00	3307,34	18971,87	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1011F1006	2011	1,65	66,96	10,83	39,40	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,61	10,61	1,00	62,50	1,29	29,72	6997,00	4179,60	37958,19	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1011F1006	2012	1,79	72,37	12,46	32,64	87,54	87,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,41	13,41	1,00	31,70	1,65	672,54	6552,00	4074,26	55959,81	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1011F1006	2013	1,83	70,77	12,75	31,51	87,25	87,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,17	12,17	1,00	35,00	1,67	782,19	5766,00	3910,80	59034,93	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	14,63
1021F0009	2000	1,71	89,31	13,78	28,47	69,29	69,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	14,30	1,62	506,54	3629,00	1649,62	28690,87	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1021F0009	2001	1,81	107,25	28,26	23,66	71,10	71,10	2,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	22,00	1,12	721,79	4043,00	1504,06	23058,97	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	27,78
1021F0009	2002	1,71	131,15	14,59	41,82	71,79	71,79	2,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	29,40	1,11	306,94	3884,00	1513,37	18988,80	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1021F0009	2003	1,76	131,19	13,71	34,07	71,80	71,80	29,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	28,80	1,35	231,20	4186,00	1649,54	37140,23	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1021F0009	2004	1,82	131,19	18,76	41,19	71,80	71,80	27,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	24,60	1,15	463,12	4030,00	1757,05	26018,24	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1021F0009	2005	1,68	131,20	15,54	52,74	71,80	71,80	26,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	28,60	1,01	1345,24	4588,00	1916,48	17532,36	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1021F0009	2006	1,81	154,60	25,82	37,37	74,13	74,13	19,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	26,50	0,89	408,47	3770,00	1565,50	37218,27	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1021F0009	2007	1,76	158,75	30,39	33,56	74,80	74,80	22,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	18,80	0,98	581,96	4100,00	1712,28	37272,16	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1021F0009	2008	1,51	158,75	30,20	34,04	74,80	74,80	10,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	25,00	1,05	395,12	4355,00	1851,53	60819,05	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1021F0009	2009	1,58	158,75	30,20	32,59	74,80	74,80	15,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	24,30	1,16	418,02	3321,00	1510,47	34755,08	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1021F0009	2010	1,45	159,48	30,78	40,69	74,46	74,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	26,30	0,98	611,71	3932,00	1742,95	27374,62	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1021F0009	2011	1,74	159,94	33,24	43,83	74,25	74,25	10,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	23,00	0,91	514,71	4056,00	1798,15	37346,05	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1021F0009	2012	1,64	159,94	33,24	43,83	74,25	74,25	26,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	23,10	0,94	501,03	4549,00	2118,75	39831,57	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1021F0009	2013	1,70	160,26	33,17	43,79	74,10	74,10	31,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	27,40	0,99	361,25	4083,00	1997,47	28787,05	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### Annexe 3 : Carte heuristique des leviers de l'autonomie – sur l'assolement (source : Optialibio, 2015)



**Annexe 4 : Tableau présentant la classification en 7 classes (source : Optialibio, 2015)**

Coupure en 7 classes BL										
Classes	Autonomie	Commentaire - Autonomie	Climat	Commentaire - Climat	Assolement	Commentaire – Assolement	Troupeau	Commentaire – Troupeau	Performances	Commentaires - Performances
C1 Effectif : 188 + 2000 - 2011 - 2012 - 2009 Absence de gel tardif	2 AAPC 3 AAMT 4 AAMC 5 AAMFC	Autonomie	7 Ete	Été humide Été sans pic de chaleur		Assolement peu diversifié, avec peu de maïs Faible SAU et peu d'interculture	6 PcSpeBL	Forte spécialisation Faible taux de renouvellement Peu de concentrés/UGB Faible taux de renouvellement	1 EffAlim	Bonne efficacité Peu de revenu dégagé Peu de main d'œuvre bénéficiaire
			3 JourEchaudant	4 Mais_SFP 6 H 8 SAU 9 IC_Slab	1 Conc_UGB 5 TR	2 L_VL 7 MOBen_TotMO 10 ProdLait_SAU 11 RevDis_MOExpl				
C2 Effectif : 219 +2013 - 2003 Présence de gel tardif	1 AAMT 2 AAMFC 5 AAMC	Autonomie	3 JourEchaudant	Été chaud Hiver sec Automne sec	4 SAU 9 Spast 10 H	Forte SAU et surface pastorale Assolement diversifié Peu de maïs et de PT	6 PcSpeBL 8 Conc_UGB	Forte spécialisation Beaucoup de concentrés/UGB Taux de renouvellement faible Chargement faible	7 RevDis_MOExpl 11 MOBen_TotMO	Revenu dégagé important Main d'œuvre bénéficiaire importante Productivité faible par ha Efficacité mauvaise
	3 AAMC 4 AAMT 12 AAPC		3 Hiver 9 Automne	4 Mais_SFP 6 PT_SAU	1 CA 5 TR	2 ProdLait_SAU 7 L_VL 8 EffAlim				
C3 Effectif : 103 - 2005 Présence de gel tardif		Peu autonome	1 Printemps 2 Automne 3 Ete 4 Hiver	Année humide		Peu diversifié Peu de surface labourable et de PT => PP principalement Peu de maïs, de SAU, d'interculture	5 Conc_UGB	Beaucoup de concentrés Chargement faible	6 MOBen_TotMO	Beaucoup de main d'œuvre bénéficiaire Peu productif par ha Peu efficace, dégage peu de revenu
	3 AAMC 4 AAMT 12 AAPC				1 Slab_SAU 2 H 6 PT_SAU 7 Mais_SFP 11 IC_Slab	4 CA	5 EffAlim 9 ProdLait_SAU 10 RevDis_MOExpl			
C4 Effectif : 120 + 2008	6 AAMT 7 AAMFC	Autonomie	4 EcartSommeT 5 Hiver	Hiver humide Année précoce	1 SAU	SAU forte Peu diversifié Peu de surface labourable, de maïs, d'interculture => PP principalement	2 TR	Taux de renouvellement fort Peu spécialisé	3 MOBen_TotMO 2 ProdLait_SAU	Beaucoup de main d'œuvre bénéficiaire Peu productif par ha
				3 PT_SAU 4 Slab_SAU 5 Mais_SFP 6 IC_Slab 7 H	1 PcSpeBL	2 ProdLait_SAU				
C5 Effectif : 190 + 2002 - 2011 Absence de gel tardif	8 AAMT 11 AAMC 12 AAMFC	Autonomie	16 EcartSommeT	Année précoce Été sans pic de chaleur	3 Slab_SAU 4 Mais_SFP 5 PT_SAU 7 H 15 IC_Slab 2 SAU	Forte surface labourable Beaucoup de maïs et de PT Beaucoup d'interculture Faible SAU	1 CA 9 PcSpeBL 13 TR	Forte spécialisation Fort chargement Fort taux de renouvellement Peu de concentrés/UGB	2 ProdLait_SAU 6 EffAlim 10 L_VL 14 RevDis_MOExpl	Bonne efficacité Productif par ha Fort revenu dégagé Peu de main d'œuvre bénéficiaire
			1 JourEchaudant		3 Conc_UGB	4 MOBen_TotMO				
C6 Effectif : 128 + 2003 - 2008 - 2000		Peu autonome	1 JourEchaudant	Été avec pics de chaleur Année sèche Année tardive	2 PT_SAU 4 Slab_SAU 7 SAU 13 H 15 Mais_SFP	PT et Surface labourable forte SAU faible Assolement peu diversifié Peu de maïs	3 PcSpeBL 6 Conc_UGB 10 TR	Forte spécialisation Beaucoup de concentrés Taux de renouvellement faible	5 ProdLait_SAU 3 EffAlim 6 RevDis_MOExpl 14 MOBen_TotMO	Mauvaise efficacité et revenu dégagé faible Importante production par ha Main d'œuvre bénéficiaire faible
	1 AAMFC 2 AAMT 8 AAMC		4 Ete 5 Printemps 9 Automne 11 EcartSommeT 12 Hiver							
C7 Effectif : 95 + 2011 + 2010 + 2009 - 2002 - 2001 Absence de gel tardif		Peu autonome	10 JourEchaudant	Été avec pics de chaleur Année sèche	1 Mais_SFP 5 H 6 IC_Slab 7 Slab_SAU 11 PT_SAU 12 SAU	Assolement diversifié Présence de maïs Beaucoup de surfaces labourables et d'intercultures Beaucoup de PT SAU importante	3 Conc_UGB 8 CA 9 TR	Beaucoup de concentrés/UGB Taux de renouvellement et chargement élevé Forte spécialisation	2 L_VL 4 ProdLait_SAU 13 RevDis_MOExpl	Forte productivité Efficacité mauvaise Revenu dégagé importante
	1 AAMT 3 AAPC 7 AAMFC 8 AAMC		4 Printemps 5 Ete 6 Automne 9 Hiver			2 EffAlim				

### **Guide de lecture de la classification :**

Les classes sont caractérisées par des **variables continues** des différents groupes thématiques, plus ou moins significatives selon la classe. Plus la significativité est grande, plus la moyenne d'indicateur dans une classe est éloignée de la moyenne d'indicateur dans l'échantillon général.

Dans le tableau, pour une même classe, les variables de la ligne supérieure ont une moyenne supérieure à celle de l'échantillon ; et les variables de la ligne inférieure ont une moyenne inférieure à celle de l'échantillon.

Les classes sont aussi caractérisées par la forte présence ou absence de certaines modalités des **variables nominales**, bien que ces variables n'aient pas été utilisées pour construire les classes.

Dans le tableau sont uniquement indiquées les années les plus présentes et les moins présentes dans les classes ainsi que l'absence ou la présence de gel tardif.

### **Justification du choix de cette classification :,**

Après l'AFM, les 9 premières coordonnées factorielles ont été gardées pour construire l'arbre. Deux coupures ont été obtenues, une en 5 classes et une en 7 classes. Des classifications avec plus de classes ont été faites pour essayer d'obtenir des classes plus caractéristiques (avec des écarts types de variables caractérisantes plus faibles). Aucune différence notable n'a été observée. La classification a aussi été testée avec la prise en compte de tous les axes factoriels. Ceci n'apportait aucune information supplémentaire. Nous avons donc conservé cette classification en 7 classes.

**Annexe 5 : Indicateurs par classe de la typologie (source : Optialibio, 2015)**

Variable	C1		C2		C3		C4		C5		C6		C7	
	Moyenne	Ecart-type (N-1)	Moyenne	Ecart-type (N-1)	Moyenne	Ecart-type (N-1)	Moyenne	Ecart-type (N-1)	Moyenne	Ecart-type (N-1)	Moyenne	Ecart-type (N-1)	Moyenne	Ecart-type (N-1)
AAWT	96,42	4,24	94,09	4,79	85,06	8,24	92,75	6,13	93,71	5,59	76,36	9,58	79,90	9,78
AAWFc	95,09	9,76	96,18	7,01	90,58	13,23	92,60	12,49	94,22	8,92	67,22	17,75	83,20	15,36
AAMC	70,88	39,33	71,01	24,33	20,06	26,56	54,88	38,60	68,56	29,77	46,17	32,44	45,04	21,13
AACP	77,38	41,34	37,44	47,44	28,02	44,57	43,38	48,78	41,57	47,88	35,53	47,61	5,97	17,04
SAU	77,55	35,02	111,16	67,63	81,76	29,87	125,28	47,61	76,37	27,50	69,66	28,56	105,63	55,76
SFP/SAU	86,33	14,44	79,85	11,03	94,62	7,02	85,77	13,88	81,25	11,81	89,04	8,48	81,56	11,75
SH/SFP	97,08	5,11	97,17	6,37	99,40	2,49	96,87	4,66	89,66	7,27	95,41	6,61	82,95	9,14
PP/SH	45,46	34,82	54,35	28,57	72,67	34,27	64,62	31,00	20,44	21,95	31,15	31,03	23,97	20,84
PP/SAU	38,92	32,63	42,70	23,75	69,60	34,69	56,59	31,47	14,45	14,70	27,42	28,51	16,30	14,15
PT/SAU	44,90	30,42	35,00	22,22	24,48	30,70	26,65	22,48	58,66	19,22	57,49	26,24	51,76	17,31
Slab/SAU	60,26	33,20	62,23	22,06	27,48	27,99	47,17	34,06	84,18	22,72	73,62	24,76	83,64	18,73
IC/Slab	0,74	3,53	2,11	5,73	0,11	1,16	0,92	3,42	3,20	6,18	1,92	4,94	7,33	9,80
Mais/SFP	2,21	4,33	1,89	4,21	0,22	1,62	2,60	4,13	8,64	6,37	3,28	5,28	15,31	9,18
H	0,82	0,44	1,09	0,33	0,43	0,43	0,87	0,52	1,16	0,35	0,87	0,38	1,40	0,28
tMS disponible/UGB	3,19	1,28	3,85	1,45	3,76	1,68	3,12	1,19	3,77	1,35	3,46	1,18	5,12	1,73
Stock fin/UGB	0,75	1,03	1,09	1,15	1,04	1,39	0,65	0,92	1,09	1,22	0,71	0,86	1,87	1,50
Rdt (tMS)/ha Foin	3,24	1,23	2,80	0,88	2,83	1,18	3,00	1,22	3,11	1,23	2,37	1,08	2,45	1,00
Rdt (tMS)/ha FO 1° coupe non déprimée	2,15	2,59	2,96	1,45	2,92	1,53	2,81	1,73	2,20	2,27	2,15	1,67	2,00	1,81
UGB	77,90	31,73	88,26	55,31	66,83	23,18	117,67	46,74	86,82	31,14	68,75	26,56	107,08	48,25
PCSpeBL	0,98	0,05	0,99	0,04	0,96	0,08	0,74	0,11	0,99	0,04	0,99	0,02	0,97	0,06
CA	1,19	0,20	0,99	0,19	0,90	0,23	1,13	0,28	1,43	0,22	1,13	0,22	1,32	0,28
L/VL	4481,22	722,26	5073,50	810,58	5242,87	843,25	5206,61	992,06	5574,87	654,51	5354,08	659,12	6695,35	702,35
Conc/UGB	299,75	197,74	757,75	237,98	766,57	305,88	640,53	343,34	561,60	237,58	712,25	304,90	1117,54	314,05
TR	25,40	8,78	25,31	7,21	28,98	8,22	34,56	9,09	30,73	7,17	25,82	7,71	33,53	7,51
Age moyen au premier vêlage	33,84	3,73	34,39	3,00	34,82	3,37	33,13	2,97	32,06	3,18	32,77	3,75	30,13	3,24
EBE /UMO	37794,17	19366,09	47526,56	28109,37	31873,65	15290,13	48656,28	22346,88	49134,43	25363,72	33043,87	15652,70	50368,58	22383,15
RevDis_MOExpl	23822,87	16447,96	32521,12	21583,53	19071,78	13905,44	27366,25	19807,66	29977,14	16650,52	17308,85	16820,51	31382,90	15372,66
EBE /PB	44,54	12,00	42,62	10,42	38,44	11,58	38,71	29,78	31,50	150,22	34,32	9,13	36,02	7,47
Charges Opé/PB	18,72	6,27	22,78	5,36	28,44	8,14	23,07	7,34	27,46	62,51	29,60	6,58	31,45	6,83
EffiAllim	0,92	0,05	0,84	0,06	0,79	0,08	0,86	0,06	0,89	0,05	0,80	0,08	0,79	0,06
MOBen/TotMO	0,18	2,43	3,71	8,95	4,34	10,42	4,79	9,98	1,38	6,32	0,95	4,67	2,16	5,67
Automme	1,65	1,02	1,39	1,05	2,67	1,45	1,48	1,12	1,66	1,04	1,17	0,94	0,93	1,01
Ete	-0,37	1,04	-0,74	1,24	0,55	1,42	-0,48	1,30	-0,65	1,18	-1,43	1,12	-1,34	1,10
Hiver	2,06	1,07	1,53	0,84	2,84	1,33	2,29	0,87	2,00	0,89	1,73	0,90	1,70	0,68
Printemps	0,06	0,75	0,00	0,83	1,28	1,37	-0,07	0,86	-0,07	0,73	-0,56	0,79	-0,58	0,79
JourEchaulant	15,23	9,18	28,24	14,22	20,68	11,39	20,84	14,41	17,84	11,02	31,21	16,22	27,37	12,84
GelTardif	0,21	0,41	0,45	0,50	0,49	0,50	0,23	0,42	0,12	0,32	0,28	0,45	0,15	0,36
EcartSommeT	15,78	66,94	1,02	89,21	-2,86	83,97	33,29	94,67	18,83	63,36	-11,44	64,92	-3,54	79,41

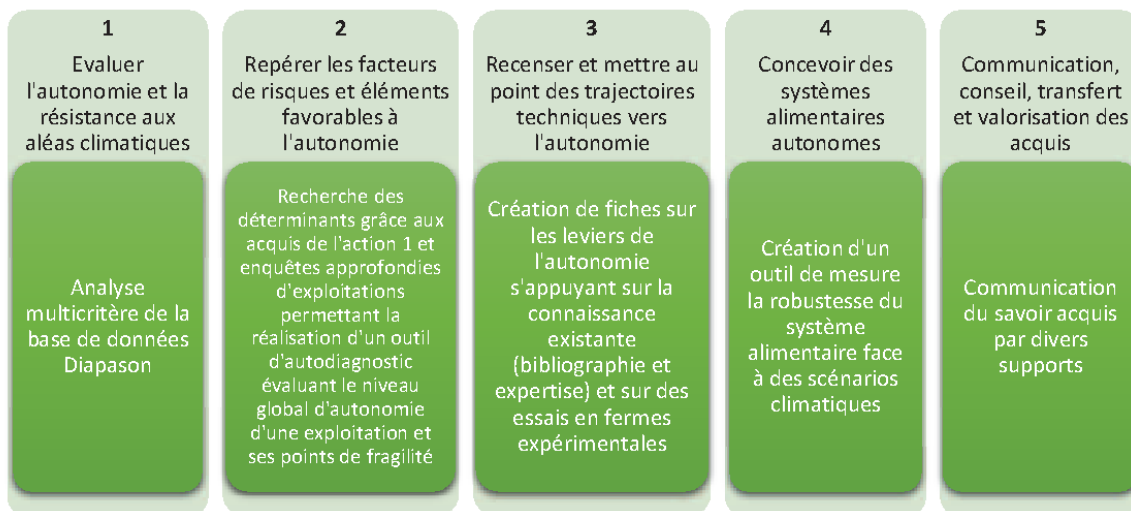
## **Annexe 6 : La gazette N°1 du projet OPTIALIBIO (source : Optialibio, 2015)**



### ■ À LA UNE

Lancé en octobre 2014 à Paris, le projet OPTIALIBIO (Optimisation de l'autonomie et de la résistance aux aléas climatiques des systèmes alimentaires en élevages bovins biologiques) vise à produire sur la période 2014-2018 des références et outils en lien avec l'autonomie alimentaire et les capacités d'adaptations aux variations climatiques des élevages bovins lait et viande en AB.

### ■ EN RÉSUMÉ, 5 AXES DE TRAVAIL



### ■ ZOOM SUR L'ACTION 1

#### **Analyse multicritère de la base de données Diapason**

L'échantillon et les indicateurs utilisés pour l'analyse sont issus des données de Diapason (Réseaux d'Élevage), de 2000 à 2013. Les indicateurs portent sur la technique (assolement et conduite du troupeau), les performances et l'autonomie. Ces données sont associées à des données météorologiques de la base Safran (INRA).

Une analyse factorielle multiple (AFM) permettra de réaliser une classification (CAH, Classification Ascendante Hiérarchique) des exploitations selon leur niveau d'autonomie et leur résistance aux aléas climatiques. Ensuite, les indicateurs d'autonomie seront analysés en régression des autres groupes d'indicateurs (technique, performance, climat) faisant ressortir les déterminants de l'autonomie alimentaire.

### ■ ZOOM SUR LES ESSAIS DE L'ACTION 3

3 sites sont associés aux essais de l'action 3, qui visent à améliorer la connaissance des trajectoires et itinéraires techniques des plantes fourragères ainsi que leur valeur alimentaire :

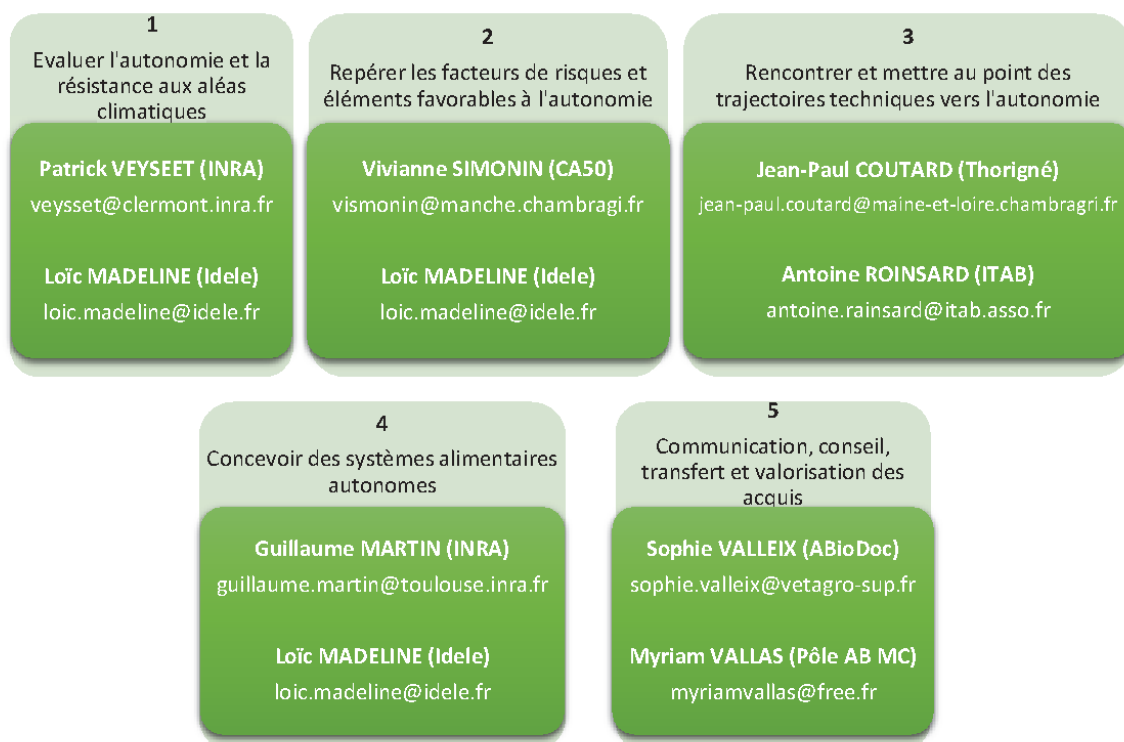
- La ferme expérimentale de Trévarez
- La ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou
- La plateforme « Reine Mathilde »

Les essais en cours et à venir portent sur :

- 1) les conditions d'implantation des prairies à flore variée,
- 2) les légumineuses de fauche,
- 3) l'implantation de nouvelles plantes fourragères,
- 4) les associations céréales/protéagineux,
- 5) les intercultures fourragères,
- 6) les associations maïs/légumineuses et
- 7) les protéagineux récoltés en grain.

## ■ LES RESPONSABLES D'ACTIONS

Pour chaque action du projet, un « duo » de responsables se charge de coordonner le travail et d'organiser son bon déroulement. Loïc MADELINE coordonne le programme dans son ensemble avec l'appui de Marine PHILIPPE (stage Idele) sur les actions 1 et 2.



## ■ A VENIR ...

### Action 1 en cours :

L'analyse de la base de données de l'action 1 est en cours. Les premiers résultats sont attendus courant juin.

### Séminaire de travail, 6 juillet 2015 :

Programmé sur une journée à Paris, il a pour vocation de faire le point, axe par axe, des travaux en cours et de programmer les actions à venir. Les premiers résultats de l'axe 1 seront présentés et soumis à l'analyse collective.

## ■ CONTACTS



Loïc MADELINE

- Chef de projet
- IDELE - Service Fourrages et Pastoralisme
- loic.madeline@idele.fr



Marine PHILIPPE

- Stagiaire ENSAT - OptiAliBio
- IDELE - Service Fourrages et Pastoralisme
- marine.philippe@idele.fr



## Annexe 7 : La gazette N°2 du projet OPTIALIBIO (source : Optialibio, 2015)



### ■ À LA UNE

Le séminaire du 6 juillet, qui se tenait à la MNE (Paris), a permis de visualiser les premiers résultats du projet et préparer les essais de l'action 3 qui vont être mis en place dans les fermes expérimentales et la plateforme d'essais. L'axe 5, communication du projet, était également à l'ordre du jour et notamment la prochaine mise en place d'un blog pour suivre l'actualité du projet.

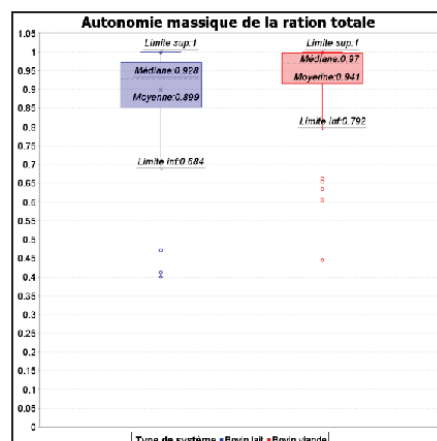
### ■ EN RÉSUMÉ, L'AUTONOMIE ALIMENTAIRE DES ÉLEVAGES BOVINS BIO

L'autonomie alimentaire correspond à la proportion de d'aliments (fourrages et concentrés) destinés aux animaux de l'exploitation qui est produite sur l'exploitation.

$$\text{Autonomie alimentaire (\%)} = \frac{\text{Aliments consommés produits sur l'exploitation}}{\text{Aliments consommés produits et achetés}}$$

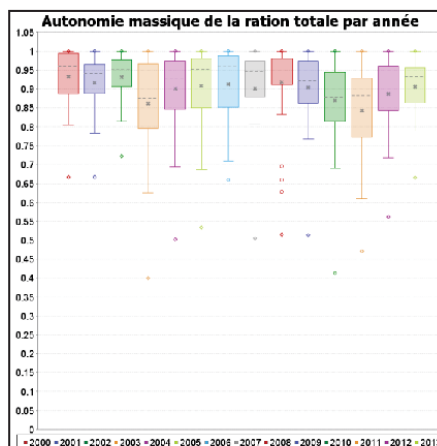
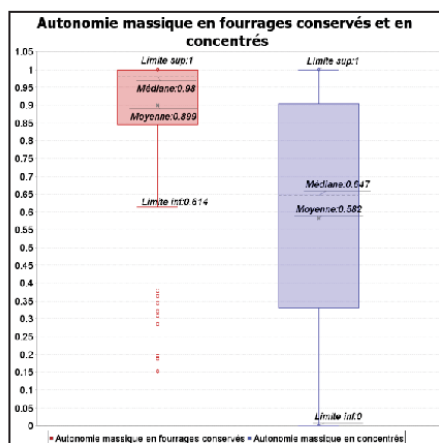
Dans le cadre du projet, l'autonomie des élevages bovins biologiques de la base de données Diapason (Réseaux d'Élevage – Idele) a été étudiée, sur la période 2000-2013.

Ci-contre, la dispersion de l'autonomie massique de la ration totale, tenant compte des fourrages grossiers, de l'herbe pâturée et des concentrés (en TMS). Les systèmes bovins viande sont plus autonomes que les systèmes bovins laitiers, avec des moyennes respectives de 94% et 90%.



### ■ ZOOM SUR L'AUTONOMIE DES BOVINS LAITIERS

Ci-dessous, l'autonomie massique en fourrages conservés et en concentrés dans les systèmes bovins laitiers. L'autonomie en fourrages conservés est de 90%, et très liée à l'autonomie de la ration totale (corrélation à 0.84) puisque les fourrages constituent la plus grande partie de la ration. L'autonomie en concentrés est de 58% avec une forte dispersion.



Ci-dessus, l'autonomie massique de la ration totale par année. En 2003 et 2011, on observe les moyennes les plus basses et les plus grandes dispersions. Ces années correspondent à des sécheresses importantes que l'on retrouve dans l'observation par année des autonomies massiques en fourrages conservés et en concentrés.

## ■ LE SEMINAIRE DU 6 JUILLET, PREPARATION DE L'ACTION 3



L'action 3 consiste à recenser et mettre au point des trajectoires techniques vers l'autonomie. Elle est en partie basée sur la valorisation de la connaissance existante sur les leviers de l'autonomie. Une carte heuristique des leviers de l'autonomie a été construite. Elle permettra de concentrer les recherches bibliographiques et de réaliser des fiches sur les leviers moins étudiés.

*Ci-dessus, le groupe de travail peaufinant la carte heuristique des leviers de l'autonomie.*

## ■ A VENIR ...

**SPACE** : Rendez-vous le 15 septembre avec la conférence « Autonomie alimentaire et systèmes fourragers, les systèmes laitiers bio à l'épreuve du climat ! ».

**Tech&Bio** : Rendez-vous les 23 et 24 septembre dans le stand partagé entre Idele et l'ITAB, présentation de l'avancée des travaux conduits dans OPTIALIBIO.

## ■ CONTACTS



Loïc MADELINE

- Chef de projet
- IDELE - Service Fourrages et Pastoralisme
- loic.madeline@idele.fr



Marine PHILIPPE

- Stagiaire ENSAT - OptiAliBio
- IDELE - Service Fourrages et Pastoralisme
- marine.philippe@idele.fr

