HAL
open science

Modélisation de situations autonomes en élevage bovin lait biologique dans le Grand Ouest

Morgane Coty

To cite this version:

Morgane Coty. Modélisation de situations autonomes en élevage bovin lait biologique dans le Grand Ouest. Sciences agricoles. 2017. dumas-01633854

HAL Id: dumas-01633854

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01633854v1

Submitted on 5 Mar 2018

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

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

AGROCAMPUS OUEST

☐ CFR Angers

☑ CFR Rennes

Année universitaire : **2016 - 2017**

Spécialité :

Agronomie

Spécialisation (et option éventuelle) :

Ingénierie Zootechnique

Mémoire de Fin d'Études

☑ d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage

☐ de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage

☐ d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Modélisation de situations autonomes en élevage bovin lait biologique dans le Grand Ouest

Par : Morgane COTY

Copyright © Idele

Soutenu à Rennes le 11 septembre 2017

Devant le jury composé de :

Président : **Thierry Bailhache**

Maître de stage : **Loïc Madeline**

Enseignant référent : **Jocelyne Flament**

Autres membres du jury (Nom, Qualité) :

Rapporteur : **Aude Ridier**

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation
«Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France»
disponible en ligne http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr

Remerciements

Tout d'abord je tiens à remercier Loïc Madeline, mon maître de stage, pour le temps qu'il a consacré à mon travail, son soutien, son aide et ses conseils. Je le remercie aussi pour sa bonne humeur constante, et pour m'avoir permis de participer à plusieurs rencontres, portes ouvertes, etc.

Je remercie Patrick Veysset et Claire Mosnier de l'INRA de Theix pour m'avoir accueillie à Clermont-Ferrand. Un merci particulier à Claire pour sa disponibilité, son aide précieuse pour ORFEE et pour l'avoir adapté aux besoins de mon stage. Je remercie aussi les stagiaires de l'INRA pour m'avoir accueillie et intégrée pendant ces quelques jours.

Merci à Aurélie Madrid de m'avoir permis de participer à plusieurs réunions sur le Rami Fourrager.

Je remercie Viviane Simonin pour le temps qu'elle a consacré à la relecture de mes cas-types et à ses conseils avisés.

Je tiens à remercier l'ensemble des collaborateurs du Casdar OptiAliBio pour nous avoir intégrées au projet avec Elisa Dubois pendant ces six mois, et en particulier pendant le séminaire OptiAliBio.

Je remercie également Yannick Péchuzal et l'ensemble du personnel de l'Institut de l'Elevage de Clermont-Ferrand pour m'avoir accueillie pendant quelques jours dans leurs bureaux.

Merci au personnel de l'Institut de l'Elevage pour leur bonne humeur, que ce soit aux pauses café ou au déjeuner. Merci aussi aux stagiaires, grâce à qui j'ai passé de très bons moments !

Enfin, je tiens à remercier Elisa Dubois pour avoir partagé ces six mois de stage avec moi, pour son soutien, son écoute, et surtout sa bonne humeur.

Table des matières

Table des illustrations.....
Table des Annexes.....
Liste des abréviations .....
Introduction 1
1. Contexte..... 2
1.1. Progression de l'Agriculture Biologique en France 2
1.2. L'autonomie alimentaire et le changement climatique..... 3
1.2.1. Définition de l'autonomie alimentaire..... 3
1.2.2. Niveau d'autonomie alimentaire des élevages bovins français 3
1.2.3. Le changement climatique et son incidence sur l'élevage..... 3
1.2.4. Les enjeux de l'autonomie alimentaire en élevage bovin..... 4
1.3. Contribution de l'étude au projet OptiAliBio..... 4
1.3.1. Le projet OptiAliBio..... 4
1.3.2. Modélisation de situations autonomes : les cas-types 5
1.3.3. Simulation sur les cas-types 6
2. Travaux préalables à l'étude..... 7
2.1. Les acquis du projet OptiAliBio..... 7
2.1.1. La base de données OptiAliBio 7
2.1.2. L'autonomie alimentaire en élevages bovins lait et allaitant..... 8
2.1.3. L'autonomie alimentaire en élevage bovin lait dans le Grand Ouest 8
2.2. Caractérisation des élevages peu autonomes et très autonomes dans le Grand Ouest 8
2.3. Les déterminants de l'autonomie alimentaire en élevages bovins lait dans le Grand Ouest ... 9
2.4. Hypothèse dégagées suite aux études préalables..... 10
3. Matériel et Méthodes..... 10
3.1. Le logiciel de modélisation : ORFEE..... 10
3.1.1. Présentation d'ORFEE 10
3.1.2. Utilisation d'ORFEE 11
3.2. Choix des supports modélisation des cas-types..... 12
3.3. Mise en forme de pré-cas-types..... 12
3.4. Optimisation des pré-cas-types et naissance des cas-types 12
3.5. Simulation sur les cas-types 13
3.5.1. Scénario 1 : Diminution des rendements de 20%..... 13
3.5.2. Scénario 2: Diminution de la surface labourable..... 13
4. Résultats 13

4.1. De l'exploitation au cas-type 13
4.2. Du pré-cas-type au cas-type optimisé par ORFEE 14
4.3. Evolution des cas-types sous contraintes simulées 15
4.3.1. Scénario 1 : Diminution des rendements 15
4.3.2. Scénario 2 : Diminution de la surface labourable 17
4.3.3. Scénario 2.1: Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20% 17
5. Discussion et perspectives 18
5.1. Utilisation du modèle et ses limites 18
5.2. Perspectives de l'étude 19
Conclusion 20
Bibliographie 21

Table des illustrations

Figure 1 : Evolution des surfaces en mode de productions biologiques et du nombre d'opérateurs biologiques en France sur la période 1995-2015

Figure 2 : Evolution du cheptel de vaches laitières certifiées bio et de la taille moyenne du troupeau par exploitation

Figure 3 : Evolution de la collecte de lait de vache biologique en France sur la période 2006-2015

Figure 4 : Organigramme général du projet OptiAliBio

Figure 5 : Les huit régions d'élevage définies par l'Institut de l'Elevage

Figure 6 : Autonomie alimentaire massique totale de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest de la base de données OptiAliBio (n=515)

Figure 7 : Autonomie alimentaire massique en fourrages conservés de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest de la base de données OptiAliBio (n=515)

Figure 8 : Autonomie alimentaire massique en concentrés de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest de la base de données OptiAliBio (n=515)

Figure 9: Excédent Brut d'Exploitation sur le Produit Brut en fonction de la classe d'autonomie alimentaire massique totale des élevages bovins lait biologiques du Grand Ouest de la BDD OptiAliBio (classe $C0_{AAMT}$, n=130 : individus ayant une AAMT inférieure ou égale au premier quartile de l'AAMT de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest ; classe $C1_{AAMT}$, n=129 : individus ayant une AAMT supérieure ou égale au troisième quartile de l'AAMT de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest ; Q1=0,8605 ; Q3=0,9732)

Figure 10 : Guide de lecture du tableau du résultat d'une régression logistique sur données répétées et du graphique associé

Figure 11 : Données à entrer sous ORFEE concernant le troupeau, la SAU et le capital

Figure 12 : Onglet scenario_simule du Fichier Excel ORFEE

Figure 13 : Méthode d'élaboration (avec ORFEE) des cas-types et des simulations des scénarios 1 « Diminution des rendements de 20% », 2 « Diminution de la surface labourable » et 3 « Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20% » sur ces cas-types

Figure 14 : Evolution des indices IPAMPA pour le lait de vache sur la période 2010-2016 (Indice base 100 – année 2010)

Figure 15 : Précocité de la mise à l'herbe dans le Grand Ouest sur la période 2000-2013 (données issues de la base de données SAFRAN de Météo France et du CNRS)

Figure 16 : Précipitations moins Evapotranspiration au printemps (en mm) dans le Grand Ouest sur la période 2000-2013 (données issues de la base de données SAFRAN de Météo France et du CNRS)

Figure 17 : Excédent Brut d'Exploitation sur Produit Brut (en %) de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest de la base de données OptiAliBio (n=515)

Figure 18 : Revenu Courant sur Unité de Main d'œuvre Exploitant de l'échantillon (en €) de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest de la base de données OptiAliBio (n=515)

Figure 19 : Evolution des surfaces fourragères des CT OAB après application du scénario 1 « Diminution des rendements de 20% »

Figure 20 : Evolution des indicateurs de troupeau des CT OAB après application du scénario 1 « Diminution des rendements de 20% »

Figure 21 : Evolution des surfaces fourragères des CT OAB après application du scénario 2 « Diminution de la surface labourable »

Figure 22 : Evolution des indicateurs de troupeau des CT OAB après application du scénario 2 « Diminution de la surface labourable »

Figure 23 : Evolution des surfaces fourragères des CT OAB après application du scénario 2.1 « Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20% »

Figure 24 : Evolution des indicateurs du troupeau des CT OAB après application du scénario 2.1 « Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20% »

Tableau 1 : Niveaux d'autonomie alimentaire des élevages bovins français

Tableau 2 : Liste des aléas climatiques

Tableau 3 : Exemples d'incidences possibles des aléas climatiques extrêmes associés au changement climatique selon les projections visant la deuxième moitié du XXIe siècle du GIEC

Tableau 4 : Niveaux d'autonomie alimentaire et quantité de concentrés distribués par UGB des échantillons bovin lait (n=1043) et bovin viande (n=479) de la BDD OptiAliBio

Tableau 5 : Variables quantitatives de la base de données OptiAliBio retenues pour caractériser les classes $C0_{AAMT}$ et $C1_{AAMT}$ sous SPAD 9.0

Tableau 6 : Résultats du test de Student sous SPAD 9.0, permettant de caractériser le quart inférieur ($C0_{AAMT}$) et le quart supérieur ($C1_{AAMT}$) de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest (n=515) par rapport à l'autonomie alimentaire massique totale (Q1=0,8605 ; Q3=0,9732)

Tableau 7: Récapitulatif des méthodes statistiques employées pour identifier les déterminants de l'autonomie alimentaire

Tableau 8 : Déterminants de l'autonomie alimentaire massique totale des élevages bovins lait du Grand Ouest de la base de données OptiAliBio (n=515), obtenus par régression logistique après binarisation à la médiane de l'indicateur d'autonomie alimentaire massique totale et avec un seuil de significativité de 15%

Tableau 9 : Concentrés distribués aux vaches laitières pour chaque CT et chaque CT_{S1} correspondant (après simulation du scénario 1 « Diminution de 20% des rendements »)

Tableau 10 : Evolution des niveaux d'autonomie alimentaire, de l'Excédent Brut d'Exploitation sur Produit Brut des CT OAB après application du scénario 1 « Diminution des rendements de 20% »

Tableau 11 : Evolution des niveaux d'autonomie alimentaire, de l'Excédent Brut d'Exploitation sur Produit Brut des CT OAB après application du scénario 2 « Diminution de la surface labourable »

Tableau 12 : Evolution des niveaux d'autonomie alimentaire, de l'Excédent Brut d'Exploitation sur Produit Brut des CT OAB après application du scénario 2.1 « Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20% »

Table des Annexes

Annexe I : Indicateurs retenus pour la base de données OptiAliBio

Annexe II : Gazette OptiAliBio n°5 – Mars 2017

Annexe III : Indicateurs retenus pour l'élaboration des pré-cas-types et des cas-types

Annexe IV : Principales caractéristiques des pré-cas-types OptiAliBio

Annexe V : Principales caractéristiques des cas-types OptiAliBio

Annexe VI : Principales caractéristiques des cas-types OptiAliBio S1, après application du scénario 1 « Diminution des rendements de 20% »

Annexe VII : Principales caractéristiques des cas-types OptiAliBio S2, après application du scénario 2 « Diminution de la surface labourable »

Annexe VIII : Principales caractéristiques des cas-types OptiAliBio S2.1, après application du scénario 2.1 « Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20% »

Annexe IX : Cas-types OptiAliBio n°1 « Système polyculture élevage de grande dimension »

Annexe X : Scénario 1 « Diminution des rendements de 20% » appliqué au cas-type n°1 « Système polyculture élevage de grande dimension »

Annexe XI : Cas-types OptiAliBio n°2, 3, 4, 5 et 6

- Annexe XI.I : Cas-type OptiAliBio n°2 « Système laitier herbager avec maïs »
- Annexe XI.II : Cas-type OptiAliBio n°3 « Système herbager avec cultures autoconsommées »
- Annexe XI.III : Cas-type OptiAliBio n°4 « Systèmes laitier herbager avec maïs en race mixte »
- Annexe XI.IV : Cas-type OptiAliBio n°5 « Système tout herbe en race croisée »
- Annexe XI.V : Cas-type OptiAliBio n°6 « Système tout herbe en race mixte »

Liste des abréviations

AAMT: Autonomie Alimentaire Massique Totale

AAMFC: Autonomie Alimentaire Massique en Fourrages Conservés

AAMC: Autonomie Alimentaire Massique en Concentrés

AB: Agriculture Biologique

BDD: base de données

Bio: biologique(s)

BL: bovin lait

BV: bovin viande

CT: cas-type

EBE/PB: Excédent Brut d'Exploitation sur Produit Brut

GO : Grand Ouest

OAB: OptiAliBio

PAC: Politique Agricole Commune

PP : prairies permanentes

PT : prairies temporaires

PP-ETP: Précipitations - Évapotranspiration potentielle (mm)

Pré-CT: pré-cas-type

RC/UMO exploitant: Résultat Courant sur Unité de Main d'Œuvre exploitant

SAFRAN: Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Adaptés à la Nivologie

SAU: Surface Agricole Utile

SFP: Surface Fourragère Principale

UGB: Unité Gros Bovin

UMO: Unité de Main d'Œuvre

Introduction

De plus en plus plébiscitée par les consommateurs l'Agriculture Biologique (AB) ne cesse de progresser en France. Les exploitations biologiques représentent 6,5% des exploitations agricoles en 2015 (Agence Bio, 2016). En élevage bovin biologique, le cahier des charges impose que les animaux soient nourris avec des aliments issus de l'AB, et qu'au moins 50% de la ration annuelle soit constituée d'aliments produits sur l'exploitation (Commission Européenne, 2008). En dehors du respect du cahier des charges, l'autonomie alimentaire permet aux élevages français d'être compétitifs dans un contexte de volatilité des prix des matières premières. Pourtant elle est difficile à atteindre pour les élevages bovins biologiques et les importations, en particulier de concentrés protéiques, sont encore nombreuses (Rouillé et al. 2014).

Le changement climatique a été mis en évidence dans les années 50 par des modifications de certains phénomènes météorologiques et climatiques (GIEC, 2014). Il est désormais certain que les activités anthropiques ont un rôle dans l'augmentation des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère. Une diminution de ces GES, en particulier du dioxyde de carbone (CO_2) est nécessaire pour limiter le réchauffement climatique dans les années à venir (GIEC, 2014). En 2016, l'agriculture et la sylviculture sont responsables de 20% des émissions de GES au niveau national, derrière les transports (29%), mais devant les résidences tertiaires (19%) (CITEPA, 2017). Selon la FAO, l'élevage est responsable à lui seul de 14,5% de ces émissions au niveau national, ce qui implique que des pistes d'améliorations existent. L'Agriculture Biologique semble être l'une d'entre elles : la place prépondérante de l'herbe dans les systèmes biologiques permet une meilleure fixation du carbone dans le sol, et ainsi une diminution des émissions de GES et des impacts sur le réchauffement climatique de l'élevage (Gerber et al.2014).

Les aléas climatiques impactent les élevages à la fois directement, sur les rendements fourragers et céréaliers et indirectement, sur les résultats économiques à cause de la volatilité des prix des matières premières (Rouillé et al.2014). C'est dans ce contexte que s'est développé le projet CASDAR[1] "OPTImisation de l'autonomie et de la résistance aux aléas climatiques des systèmes ALImentaires en élevage bovins BIOlogiques" (OptiAliBio), piloté par l'Institut de l'Elevage associé à de nombreux partenaires. Il vise à diminuer la vulnérabilité des élevages bovins biologiques face aux aléas climatiques en optimisant leur autonomie alimentaire.

Cette étude s'inscrit dans l'action 4 "Conception de systèmes alimentaires plus autonomes et résistants aux aléas climatiques" du CASDAR OptiAliBio. Elle consiste à modéliser des situations autonomes en élevage bovin lait biologique sous forme de cas-types (CT) en s'appuyant sur un modèle bioéconomique. En plus de décrire des systèmes autonomes, ces CT doivent décrire des systèmes viables au niveau économique, vivables quant à la charge de travail et reproductibles. La deuxième partie de l'étude consiste à tester deux scénarios sur les CT réalisés. Le premier correspond à une diminution des rendements, en lien direct avec les impacts du réchauffement climatique. Le deuxième correspond à une diminution du labour, en lien avec les inquiétudes croissantes des politiques publiques concernant l'empreinte carbone de l'élevage, et la capacité de stockage de carbone des prairies permanentes.

Dans un premier temps, la bibliographie a permis de connaître les enjeux de l'autonomie alimentaire en élevage bovin AB. Dans un second temps, des travaux préalables à la

[1] CASDAR : Compte d'Affectation Spéciale « Développement Agricole et Rural »

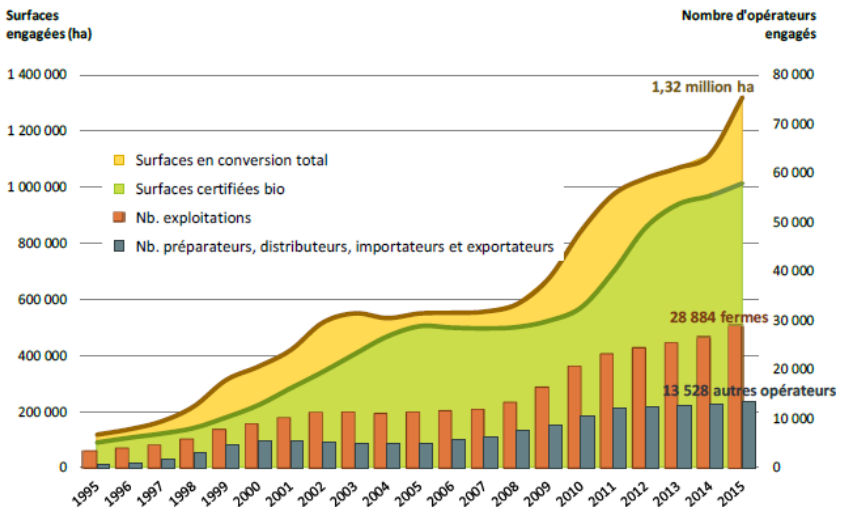


Figure 1 : Evolution des surfaces en mode de productions biologiques et du nombre d'opérateurs biologiques en France sur la période 1995-2015 (Agence Bio, 2016)

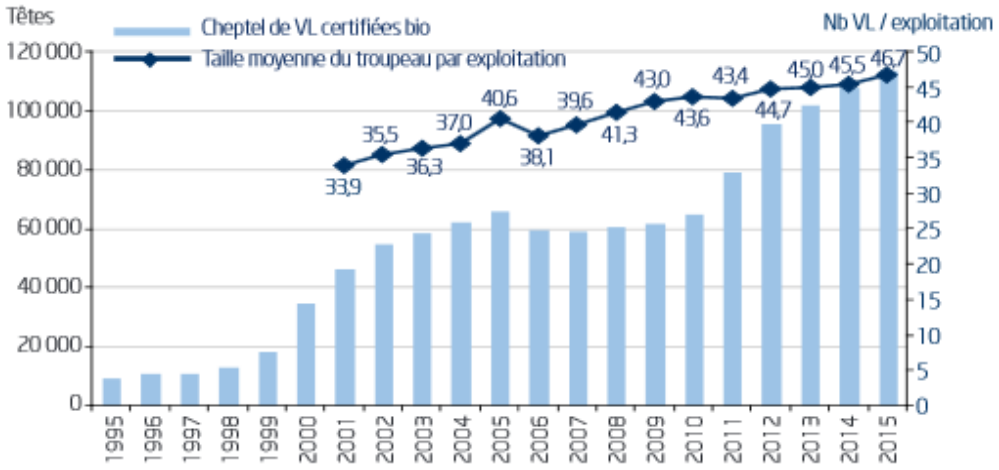


Figure 2 : Evolution du cheptel de vaches laitières certifiées bio et de la taille moyenne du troupeau par exploitation (FranceAgriMer, 2016)

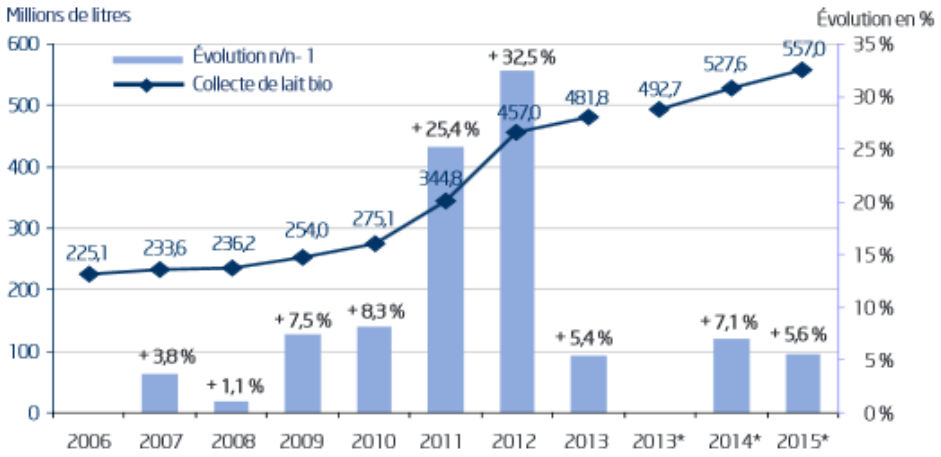


Figure 3 : Evolution de la collecte de lait de vache biologique en France sur la période 2006-2015 (FranceAgriMer, 2016 d'après Enquête mensuelle laitière FranceAgriMer /SSP)

modélisation des CT ont permis d'évaluer les niveaux d'autonomie alimentaires en élevage bovin lait du Grand Ouest, et d'émettre des hypothèses quant à l'intérêt de l'autonomie alimentaire en élevage. Enfin, les CT ont été décrits ainsi que les résultats des simulations, permettant d'explorer les hypothèses émises et de présenter les stratégies d'adaptation aux contraintes imposées lors de la simulation des scénarios retenus. Les limites et perspectives de l'étude sont discutées en dernière partie de ce mémoire.

1. Contexte

1.1. Progression de l'Agriculture Biologique en France

L'Agriculture Biologique est née dans les années 1920 en Europe et est officiellement reconnue en France en 1980. Dans la nouvelle réglementation, en vigueur depuis le 1er janvier 2009, l'AB est définie comme: « 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 des produits obtenus grâce à des substances et des procédés naturels » (Agence Bio, 2013).

Depuis l'apparition de l'AB en France, la consommation de produits bio ne cesse d'augmenter. En 2015, 9 français sur 10 en consomment : 65% sont des consommateurs "Bio-réguliers", c'est-à-dire qu'ils consomment des produits bio au moins une fois par mois et 93% des consommateurs de produits bio interrogés affirment avoir l'intention de maintenir ou d'augmenter leur consommation en 2016 (Agence Bio, 2016). Le marché alimentaire biologique représentait 6,9 milliards d'euros en 2016, soit une hausse de 20% par rapport à 2015 (FranceAgriMer, 2016), ce qui montre l'accroissement important du marché.

De même, la SAU française certifiée AB est estimée à plus de 1,3 millions d'hectares à la fin de l'année 2015, soit un accroissement de plus de 18% par rapport à 2014. La part de la SAU en AB atteint ainsi 4,9% de la SAU totale (Figure 1). A la fin de l'année 2015, 28 884 exploitations sont en AB (+ 9% par rapport à 2015), soit 6,5% des exploitations françaises et près de 10% des emplois agricoles. Le nombre d'emplois dans les fermes bio a ainsi atteint les 69 000 Unités de Travail Annuel (UTA) en 2015 (Agence Bio, 2016).

Parmi les fermes en bio, 37% possèdent un élevage en 2015 (Agence Bio, 2016). Les productions les plus dynamiques sont les bovins allaitants (+23% par rapport à 2014) et les ovins allaitants (+13% par rapport à 2014) (Agence Bio, 2016). L'élevage bovin lait bio s'est aussi fortement développé au cours des quinze dernières années. Entre 2001 et 2015, le nombre d'exploitations laitières certifiées bio est passé de 1 372 à 2 432, soit une hausse de 77% (FranceAgriMer, 2016). Parallèlement le cheptel des vaches laitières certifiées bio a connu une forte croissance, pour atteindre 113 600 têtes en 2015, soit 3,1% du cheptel national en 2015, contre 0,2% en 1995 (Figure 2). En 2015, la collecte de lait biologique atteint 557 millions de litres, avec l'accroissement le plus important en 2012 (+32,5% par rapport à 2011) (Figure 3). Les exploitations laitières biologiques se concentrent principalement dans le Grand Ouest, avec 51% de la collecte en lait bio (Agence Bio, 2017).

Tableau 1 : Niveaux d'autonomie alimentaire des élevages bovins français (Brunschwig et al. 2012)

	Autonomie massique	**Autonomie énergétique**	**Autonomie protéique**
Ration totale	88%	87%	77%
Fourrages	98%	98%	98%
Concentrés	28%	34%	18%

Tableau 2 : Liste des aléas climatiques (ADEME, 2012)

Aléas climatiques
Augmentation des températures moyennes de l'air et/ou des températures maximales
Augmentation de la température des cours d'eau et des lacs
Avalanche
Brouillard
Changement dans le cycle de gelées
Evolution du régime de précipitations
Erosion et diminution de l'enneigement
Feu de broussailles
Grêle
Incendie de forêt
Inondation
Onde de tempête
Sécheresse
Perturbation des vents
Température extrêmes (vagues de froid ou de chaleur)
Tempête (neige, verglas, pluie)

1.2. L'autonomie alimentaire et le changement climatique

1.2.1. Définition de l'autonomie alimentaire

L'autonomie alimentaire repose sur le lien au sol, élément idéologique fort en AB. C'est le rapport entre les ressources alimentaires (fourrages et concentrés) produites et consommées sur l'exploitation et les ressources alimentaires consommées par les animaux. Elle peut se raisonner en autonomie massique (en tMS), en autonomie énergétique (en UF) ou en autonomie protéique (en kg de MAT) et se calcule comme suit (Rouillé et al. 2014) :

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

Pour le projet OptiAliBio l'autonomie alimentaire est calculée à l'échelle de l'exploitation, réduite au périmètre de la SAU et aux surfaces pastorales associées. Trois indicateurs d'autonomie alimentaire sont retenus : l'autonomie alimentaire massique totale (AAMT), décomposée en autonomie alimentaire en fourrages conservés (AAMFC) et en autonomie alimentaire massique en concentrés (AAMC).

1.2.2. Niveau d'autonomie alimentaire des élevages bovins français

Les données disponibles concernent les élevages conventionnels. En France, l'élevage bovin est particulièrement lié au sol puisque l'herbe (pâturée ou fauchée) représente en moyenne 64% des aliments consommés par UGB (Rouillé et al. 2014). L'AAMT est en moyenne de 88%, avec des moyennes d'AAMFC et d'AAMC respectivement de 98% et 28% (Tableau 1). L'autonomie en concentrés est la plus difficile à atteindre, en particulier protéique puisqu'elle atteint seulement 18% en moyenne (Brunschwig et al. 2012).

L'autonomie alimentaire d'un système dépend de plusieurs facteurs (Rouillé et al. 2014). Certains facteurs sont peu ou pas maîtrisables par l'éleveur : le contexte pédoclimatique, les caractéristiques structurelles de l'exploitation (topographie, surface labourable, accessibilité des parcelles, etc.). D'autres facteurs, maîtrisables, concernent les choix de l'éleveur sur son système de production. Ces derniers dépendent toutefois de l'environnement socio-économique et réglementaire de l'exploitation, qui détermine les possibilités d'achats par l'éleveur.

1.2.3. Le changement climatique et son incidence sur l'élevage

Le changement climatique est défini comme une « variation de l'état du climat que l'on peut déceler par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Il se rapporte à tout changement du climat dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou à l'activité humaine » (GIEC, 2007).

Le changement climatique actuel est perceptible depuis plusieurs décennies et entraîne de nombreuses modifications : la température moyenne mondiale a augmenté de 0,85°C entre 1880 et 2012, 2005 et 2010 étant les années les plus chaude enregistrées depuis 1850 - les aléas climatiques sont plus intenses et plus fréquents - etc. (GIEC, 2014). Un aléa climatique est un évènement climatique susceptible d'avoir une incidence sur les biens, les personnes et l'environnement (ADEME, 2012). Il peut par exemple s'agir d'une sécheresse, d'une inondation ou encore d'un incendie (Tableau 2). Le changement climatique actuel est singulier car il est principalement dû aux activités anthropiques (GIEC, 2014). Ainsi, depuis 1900 les émissions de GES (CO_2, CH_4, N_2O) ont augmenté à cause des activités humaines, en particulier

Tableau 3 : Exemples d'incidences possibles des aléas climatiques extrêmes associés au changement climatique selon les projections visant la deuxième moitié du XXIe siècle du GIEC (GIEC, 2007)

Phénomène et évolution anticipée	Probabilité de l'évolution future	Incidence sur l'élevage
Journées et nuits froides moins nombreuses et moins froides, journées et nuits chaudes plus nombreuses et plus chaudes, sur la plupart des terres émergées	Pratiquement certain	Hausse des rendements dans les régions froides ; baisse dans les régions chaudes ; invasion d'insectes plus fréquentes
Périodes ou vagues de chaleur plus fréquentes sur la plupart des terres émergées	Très probable	Baisse des rendements dans les régions chaudes en raison de stress thermique : risque accru d'incendies
Fortes précipitations plus fréquentes dans la plupart des régions	Très probable	Perte de récoltes : érosion des sols ; impossibilité de cultiver les terres détrempées
Progression de la sécheresse	Probable	Dégradation des sols ; baisse des rendements ou perte de récoltes ; mortalité plus fréquente du bétail ; risque accru d'incendies
Incidence accrue des épisodes d'élévation extrême du niveau de la mer (à l'exception des tsunamis)	Probable	Salinisation des eaux
Augmentation de l'activité cyclonique intense	Probable	Perte de récoltes ; déraçinage d'arbres par le vent

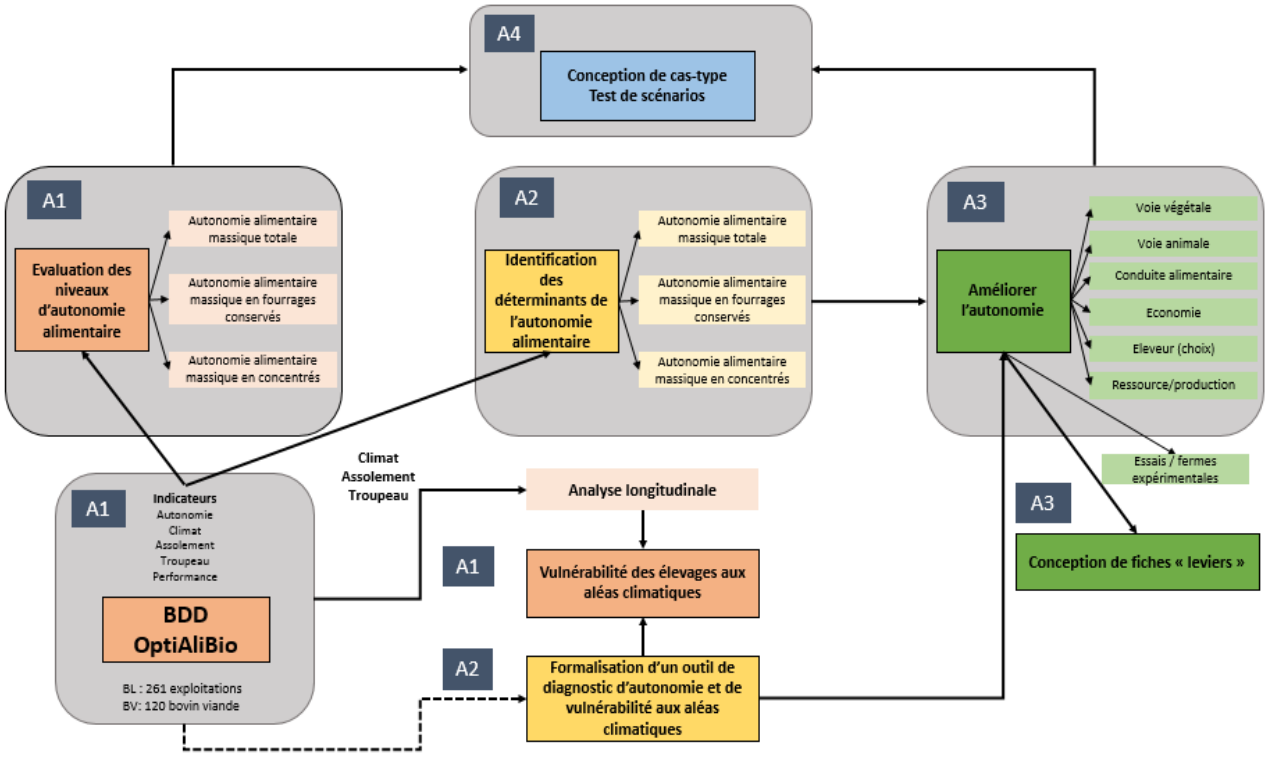


Figure 4 : Organigramme général du projet OptiAliBio

les émissions de CO_2 (+80% entre 1970 et 2004 ; GIEC, 2014). La poursuite des émissions de GES au rythme actuel ou à un rythme plus élevé accentuera le réchauffement climatique et ses effets sur l'environnement. Quatre scénarios d'émissions de GES pour la période 2000-2100 ont été réalisés par le GIEC, allant du scénario le plus optimiste (RCP 2.6), impliquant d'importantes diminutions des émissions de GES, au scénario le plus pessimiste (RCP8.5), n'impliquant aucune diminution par rapport à aujourd'hui. Seul un scénario (RCP 2.6), modélisant une réduction des émissions de 10% par décennie, permettrait de maintenir la hausse des températures sous le seuil des 2°C, correspondant à l'objectif de la communauté internationale (GIEC, 2014).

Selon la FAO (Gerber et al. 2014), l'élevage est responsable de l'émission de 7,1 gigatonnes d'équivalent CO_2 par an des GES, soit 14,5% des émissions totales anthropiques, sachant que les élevages bovins sont à eux seuls responsables de 61% de ces émissions. Il existe de nombreuses pistes d'amélioration pour limiter les émissions de GES des élevages bovins et leurs impacts sur le réchauffement climatique. La FAO considère que l'élevage biologique est l'une d'entre elle car il permet de fixer davantage de carbone que l'élevage conventionnel.

Les élevages sont plus ou moins vulnérables au changement climatique, c'est-à-dire qu'ils sont plus ou moins affectés par les effets du changement climatique. L'évaluation de la vulnérabilité d'un élevage nécessite de connaître l'évolution du climat et la sensibilité du système à cette évolution, c'est-à-dire la manière dont il est susceptible d'être affecté, favorablement ou défavorablement, par la manifestation d'un aléa climatique (ADEME, 2012). Les incidences des aléas climatiques sur l'élevage sont nombreuses et diverses (Tableau 3). L'intensité et la fréquence de ces aléas risquent de s'accentuer dans les années à venir à cause du changement climatique, avec plus ou moins de certitudes selon les aléas (GIEC, 2007).

1.2.4. Les enjeux de l'autonomie alimentaire en élevage bovin

Le premier enjeu consiste à sécuriser les systèmes face à la volatilité des prix. L'autonomie alimentaire permet de réduire la dépendance en protéines importées, notamment en tourteaux de soja, et ainsi d'augmenter la compétitivité des élevages français. En élevage conventionnel, la consommation de concentrés est de 759 kg par UGB, ce qui représente 14% de l'alimentation des animaux. Parmi ces concentrés consommés, seulement 28% sont produits sur l'exploitation, ce qui explique que beaucoup de concentrés soient encore importés (Rouillé et al. 2014). Le deuxième enjeu consiste à sécuriser les systèmes face aux aléas climatiques qui influent directement sur les ressources alimentaires disponibles pour le troupeau et indirectement sur la volatilité des prix (Rouillé et al. 2014). Le troisième enjeu vise à améliorer la traçabilité des produits finis en certifiant l'origine des aliments consommés par les animaux (Rouillé et al. 2014). L'autonomie alimentaire a aussi un enjeu environnemental : elle permet de limiter les émissions de GES au niveau des postes de production et de transport des aliments, et ainsi d'atténuer les effets de l'élevage bovin sur le réchauffement climatique (Gerber et al. 2014).

1.3. Contribution de l'étude au projet OptiAliBio

1.3.1. Le projet OptiAliBio

Le CASDAR OptiAliBio se déroule sur la période 2014-2018. Il est piloté par l'Institut de l'Elevage, en collaboration avec de nombreux partenaires. Il a pour but de fournir des outils pour aider les systèmes bovins biologiques à être plus résistants aux aléas climatiques en améliorant leur autonomie alimentaire. Il est structuré en 5 actions principales (Figure 4) :

- Action 1 : Evaluation de l'autonomie alimentaire et de la résistance aux aléas climatiques en systèmes bovins biologiques

- Action 2 : Recherche des facteurs de risques et des éléments favorables à l'autonomie alimentaire, formalisation d'un outil de diagnostic
- Action 3 : Recensement et mise au point de trajectoires techniques vers l'autonomie
- Action 4 : Conception de systèmes alimentaires autonomes et résistants aux aléas climatique
- Action 5 : Diffusion des connaissances aux éleveurs et aux techniciens

Le projet s'appuie sur les connaissances actuelles susceptibles d'améliorer l'autonomie alimentaire des élevages bovins biologiques, ainsi que sur les essais et expérimentations réalisés dans les fermes expérimentales partenaires. Plusieurs valorisations sont attendues à la fin du projet : une synthèse bibliographique sur les niveaux d'autonomie alimentaire des élevages bovins biologiques et leurs capacités de résistance aux aléas climatiques, un outil de diagnostic et d'évaluation de l'autonomie à l'échelle de l'exploitation, des fiches « leviers de l'autonomie », un ensemble de cas-types autonomes, un outil d'évaluation de l'autonomie du système face à divers scénarios d'aléas climatiques, des modules de formation, des supports pédagogiques, des synthèses et un espace web dédié.

Cette étude s'inscrit dans les actions 4 et 5 et a pour objectif l'élaboration de CT à partir d'un logiciel appelé ORFEE (Optimization of Rumination Farm for Economic and Environmental assessment ; INRA). La modélisation se limite aux élevages bovins lait du Grand Ouest. Afin de répondre à la commande du CASDAR OptiAliBio, les CT doivent décrire le fonctionnement de systèmes diversifiés, autonomes, viables économiquement et résistants aux aléas climatiques. Ils pourront servir de repères techniques et économiques aux conseillers et aux éleveurs pour raisonner i) les projets de conversion à l'AB, ii) les améliorations techniques ou iii) les réorientations stratégiques. Ils pourront aussi servir de bases à des simulations de changement de conduite des systèmes ou de contexte, telle qu'une évolution de la PAC vers une protection des prairies permanentes.

1.3.2. Modélisation de situations autonomes : les cas-types

1.3.2.1. Définition du cas-type

Un cas-type est un outil de formalisation et de description d'un système d'exploitation. Il décrit le fonctionnement technico-économique d'un système optimisé en fonction des objectifs poursuivis dans un contexte défini (localisation, conditions pédoclimatiques, conjoncture économique). Il est représentatif de ce système, lorsqu'il est correctement géré. De ce fait, les performances décrites dans le cas-types sont souvent supérieurs à la moyenne et peuvent être considérées comme des objectifs à atteindre et atteignables par tous les éleveurs. L'optimisation est effectuée par une équipe d'expertise, dans l'optique d'obtenir un système viable au niveau économique, vivable quant à la charge de travail, durable au regard des attentes de la société au plan environnemental, pérenne car transmissible et susceptible de permettre l'installation, et enfin reproductible (Boyer et al. 2016).

1.3.2.2. Utilité des cas-types

Les cas-types permettent avant tout d'améliorer les connaissances sur la diversité des systèmes d'exploitation à l'échelle d'une région ou d'une filière. Ils fournissent aussi des repères techniques, économiques et environnementaux afin de mieux raisonner les projets d'installation ou de réorientation des systèmes de production. En effectuant des simulations prospectives de différents changements (conjoncture, PAC, climat, …), ils aident les experts dans leur réflexion sur les évolutions des systèmes. Enfin, ils permettent de disposer d'un support de comparaison des performances économiques de l'élevage français à l'international (Boyer et al. 2016).

1.3.2.3. A qui s'adressent les cas-types ?

Les cas-types s'adressent à différent utilisateurs (Boyer et al. 2016). Aux éleveurs, ils constituent une référence de conduites et de performances, en se basant sur les CT établis en contexte équivalent (localisation, contexte pédoclimatique, conduite technico-économique). Aux conseillers, ils constituent des aides pour accompagner les exploitants vers une optimisation de leur système. Aux formateurs, ils constituent un support pédagogique de présentation des systèmes de production. Enfin, aux responsables politiques et aux décideurs, ils apportent les connaissances nécessaires des systèmes et de leur réaction aux évolutions de contexte (politique, technique, ou économique).

1.3.2.4. Méthode d'élaboration des cas-types

Une méthode spécifique et reconnue d'élaboration des CT a été développée par l'Institut de l'Elevage avec les Chambres d'Agriculture dans le cadre du dispositif INOSYS-Réseaux d'Elevage (Boyer et al. 2016). La première étape de l'élaboration des CT consiste à choisir le système à décrire en fonction de l'objectif poursuivi : construction et entretien d'un ensemble de CT nationaux ou régionaux, ou encore d'un ensemble de CT répondant à une thématique particulière. La deuxième étape consiste à sélectionner quatre ou cinq exploitations qui correspondent au système à décrire, et à identifier des fermes « pivots », proches des équilibres retenus (main d'œuvre, surface, troupeau, …). La troisième étape consiste à construire le CT. Pour cela, il faut commencer par identifier la stratégie du système et les principales conditions de validité du CT : situation géographique, contexte pédoclimatique et moyens structurelles de production (foncier, cheptel, main d'œuvre). Le CT est ensuite modélisé à partir des indicateurs technico-économiques d'une des exploitations sélectionnées du dispositif INOSYS-Réseaux d'Elevage, agrégés à ceux des autres exploitations sélectionnées.

Cette étude propose une autre méthode d'élaboration des CT. Elle s'appuie sur l'utilisation d'un logiciel (ORFEE), développé par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Les exploitations supports des cas-types sont sélectionnées parmi les exploitations du dispositif INOSYS-Réseaux d'Elevage correspondant aux CT que l'on veut décrire. Une seule exploitation, suivie sur plusieurs années, est utilisée comme support d'un CT et l'optimisation est effectuée non pas à l'aide d'exploitations pivots, mais à l'aide du logiciel ORFEE.

1.3.3. Simulation sur les cas-types

La deuxième partie de cette étude consiste à tester différents scénarios sur les CT. Deux scénarios ont été retenus en accord avec les experts du CASDAR OptiAliBio.

1.3.3.1. Scénario 1 : Diminution des rendements

Afin de répondre à la commande du CASDAR OptiAliBio, à savoir la modélisation de CT résistants aux aléas climatiques, il a été choisi de simuler une diminution des rendements de 20% sur les CT. Ce seuil a été fixé en accord avec les experts du projet. Il est volontairement élevé afin de pouvoir observer des évolutions sur les CT et des adaptations proposées par ORFEE pour optimiser les nouveaux systèmes. La baisse de rendements permet de simuler un aléa climatique et d'évaluer la résilience des systèmes, c'est-à-dire leur capacité à absorber cet aléa (ADEME, 2012). Les aléas climatiques auxquels sont soumis les systèmes biologiques du Grand Ouest sont principalement les sécheresses et les températures extrêmes.

1.3.3.2. Scénario 2 : Diminution de la surface labourable

Une diminution de la surface labourable a aussi été simulée sur les CT, en lien avec les enjeux concernant les prairies permanentes pour l'élevage, et l'intérêt croissant des politiques publiques sur celles-ci. Les prairies permanentes sont définies comme étant des surfaces en

Tableau 4 : Niveaux d'autonomie alimentaire et quantité de concentrés distribués par UGB des échantillons bovin lait (n=1043) et bovin viande (n=479) de la BDD OptiAliBio

	BL (n=1043)		BV (n=479)	
	Moyenne	Médiane	Moyenne	Médiane
AAMT (%)	89,8 sd = 0,10	92,8	94,1 sd=0,08	97,0
AAMFC (%)	89,9 sd=0,15	98,0	89,8 sd=0,15	100,0
AAMC (%)	58,2 sd = 0,35	64,7	65,8 sd=0,41	88,9
Concentrés/UGB (kg/UGB)	654 sd=345,8	628	302 sd=240,2	254

Zones « Institut de l'élevage »			Principales régions concernées	
0		Zones de grandes cultures	Bassin Parisien	Aquitaine et Poitou
1		Zones de polyculture-élevage	Bassin Parisien	Bassin Aquitain, Rhône-Alpes, Alsace
2		Cultures fourragères (herbe+maïs)	Zone intensive du Grand-Ouest (zone laitière avec alternative à l'élevage)	Piémonts intensifs (zone à dominante viande et peu d'alternatives)
3		Zone herbagère du Nord-Ouest	Normandie	
4		Zone herbagère du Centre et de l'Est	Zone herbagère du Nord-Est (de tradition laitière)	Zone herbagère du Nord du Massif Central (de tradition allaitante)
5		Zones pastorales	Sud-Est	Sud du Massif Central
6		Montagnes humides	Franche-Comté + Vosges (forte spécialisation laitière)	Auvergne (et Massif Central ; mixité lait-viande)
7		Haute-montagne	Alpes	Pyrénées

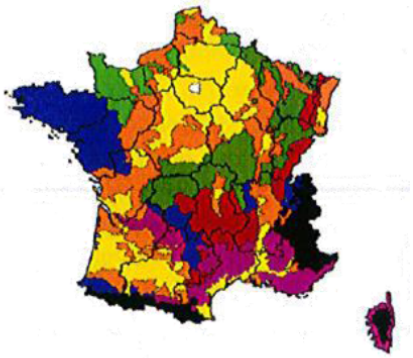


Figure 5 : Les huit régions d'élevage définies par l'Institut de l'Elevage (Rouquette et Pfimlin, 1995)

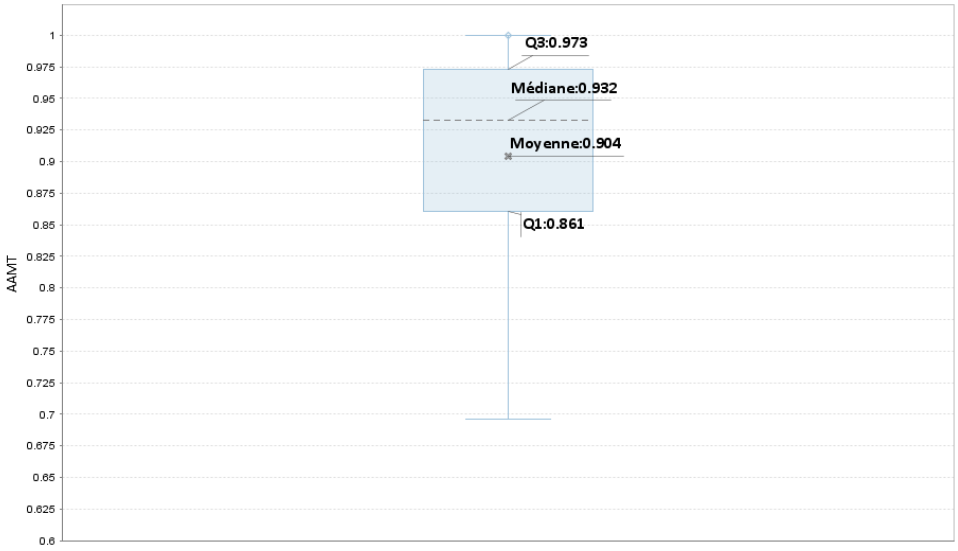


Figure 6 : Autonomie alimentaire massique totale de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest de la base de données OptiAliBio (n=515)

herbe (ou autres plantes fourragères herbacées) semées et non retournées pendant au moins cinq ans (Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 2015).

Il est aujourd'hui certain que les prairies permanentes présentent de nombreux atouts environnementaux. Elles permettent de stocker du carbone (en moyenne 70 tonnes de carbone par ha et par an), ce qui permet de compenser partiellement les émissions de méthane entérique (Peyraud et al. 2012). Le retournement des prairies entraîne un déstockage de carbone de 0,95 tonnes de de carbone par ha et par an (±0,3), ce qui correspond à l'émission de 2,4 à 4,6 tonnes d'équivalent $C0_2$ par ha et par an (Arrouays et al. 2002). Au contraire, la conversion de prairies temporaires en prairies permanentes permet un stockage accru de carbone dans les 30 premiers centimètres du sol de 0,3 à 0,4 tonnes de carbone par ha et par an (± 0,25) pendant les 20 premières années (Arrouays et al. 2002). Ainsi, une conversion des prairies temporaires en prairies permanentes, ou du moins un allongement de la durée de vie des prairies temporaires constitue une voie de réduction des émissions de GES en élevage et de l'utilisation d'énergie fossile. Par ailleurs, les prairies permanentes maintiennent une biodiversité plus élevée que les prairies temporaires et améliorent la qualité des sols et de l'eau (Peyraud et al. 2012).

L'ensemble des demandes sociétales vis-à-vis de la prairie permanente, que ce soit pour le stockage de carbone, la qualité du sol et de l'eau ou la biodiversité, sont de plus en plus soutenues par l'Union Européenne. La réforme de la PAC à mi-parcours de 2003 et les aides du second pilier ont permis de limiter le retournement des prairies. L'un des critères de verdissement de la PAC 2015-2020 vise la protection des prairies permanentes (Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 2015). Ce critère comporte deux composantes : le suivi de la part des prairies permanentes dans la SAU pour éviter une dégradation et la protection des prairies permanentes dites sensibles. Il concerne toutes les exploitations bénéficiant du paiement vert, hormis les exploitations biologiques (non soumises aux critères de verdissement). Il ne concerne donc pas les exploitations susceptibles de se référer aux CT de cette étude, mais il prouve l'enjeu des prairies permanentes, aussi bien en élevage biologique que conventionnel.

Enfin, des enquêtes ont été menées dans le Grand Ouest auprès d'éleveurs en bovin lait bio dans le cadre du CASDAR OptiAliBio. Elles visent à relever les leviers mis en place par les éleveurs afin d'optimiser leur autonomie alimentaire, même en cas d'aléas climatiques. D'après ces enquêtes les prairies permanentes ont un intérêt par rapport aux aléas climatiques : 16 éleveurs sur 24 enquêtés estiment que les prairies permanentes sont moins vulnérables aux sécheresses que les prairies temporaires car le risque de mauvaise implantation ou encore de levée en mauvaise année climatique est absent (Dubois, 2017). La simulation de la diminution du labour sur les CT permet de tester ce résultat.

2. Travaux préalables à l'étude

2.1. Les acquis du projet OptiAliBio

2.1.1. La base de données OptiAliBio

La base de données OptiAliBio a été créée pour répondre aux objectifs du projet. Plusieurs indicateurs ont été retenus, répartis en cinq catégories : assolement, troupeau, performances économiques, climat et autonomie alimentaire (Annexe I). Les indicateurs climatiques ont été calculés à partir de données météorologiques de 1999 à 2013, issues de la base de données SAFRAN de Météo France et du CNRS. Les indicateurs « PP-ETP » et « nombre de jours

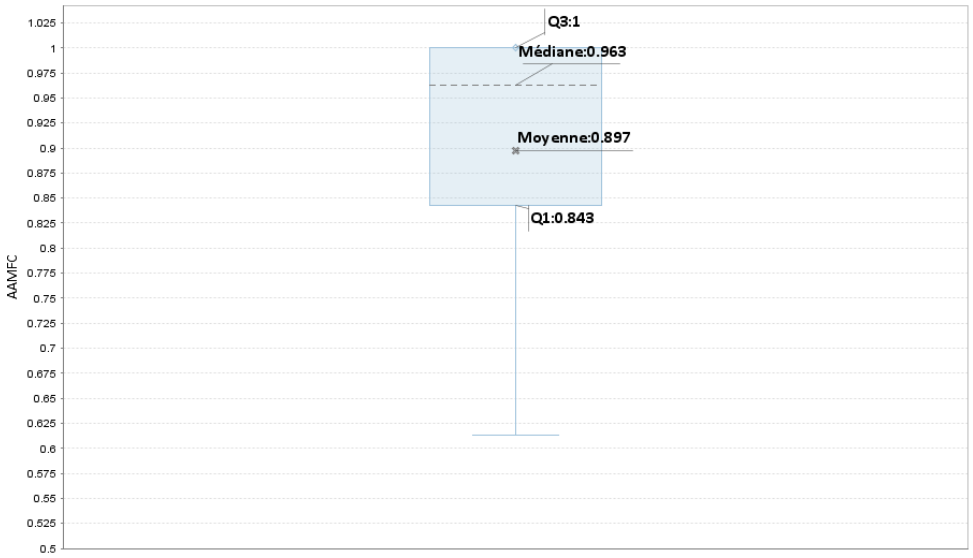


Figure 7 : Autonomie alimentaire massique en fourrages conservés de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest de la base de données OptiAliBio (n=515)

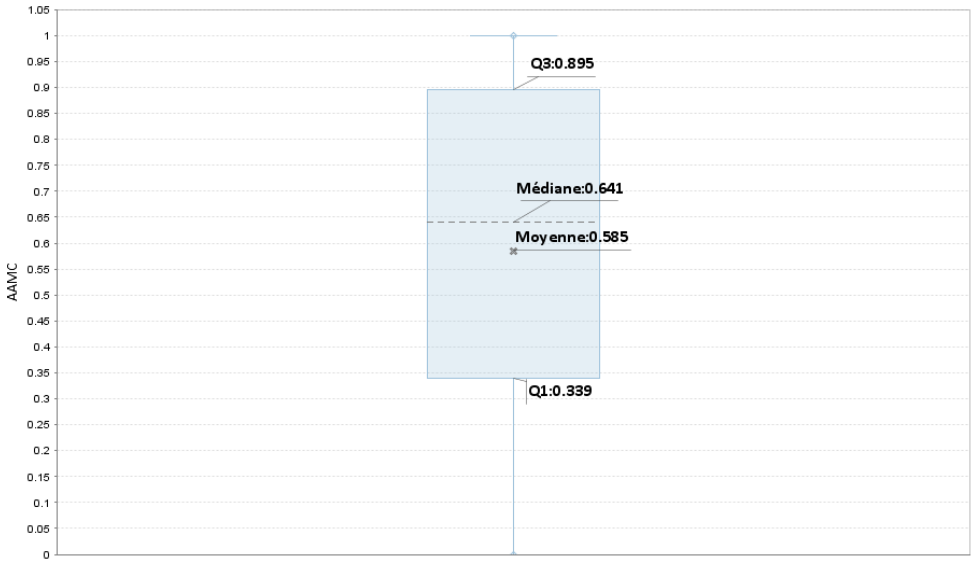


Figure 8 : Autonomie alimentaire massique en concentrés de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest de la base de données OptiAliBio (n=515)

Tableau 5 : Variables quantitatives de la base de données OptiAliBio retenues pour caractériser les classes $C0_{AAMT}$ et $C1_{AAMT}$ sous SPAD 9.0

Variable	Sigle	Unité
Part de prairies permanentes dans la SAU	PP/SAU	%
Part de prairies temporaires dans la SAU	PT/SAU	%
Part de maïs dans la SFP	Maïs/SFP	%
Quantité de concentrés par UGB	Concentrés/UGB	kg/UGB
Excédent Brut d'Exploitation sur Produit Brut	EBE/PB	%
Revenu Courant par Unité de Main d'œuvre Exploitant	RC/UMO exploitant	€

échaudants » permettent de connaître les années où il y a eu une sécheresse et/ou une canicule, aléas climatiques impactant le plus les systèmes fourragers du Grand Ouest. La précocité de mise à l'herbe permet de connaître la vitesse de croissance de l'herbe au printemps. Celle-ci influe sur la date de mise au pâturage des animaux, la constitution des stocks et la production annuelle de l'herbe, sachant que la production d'herbe de printemps représente 75% de la production annuelle, soit une croissance printanière en moyenne de 530 kg de matière sèche pour 100°Cj (Pottier et al. 2012). Les données d'exploitations proviennent du système de stockage Diapason, issu du dispositif INOSYS-Réseaux d'Elevage. Il s'agit d'un réseau de compétences qui associe des éleveurs volontaires et des ingénieurs de l'Institut d'Elevage et des Chambres d'Agriculture. Il permet le suivi d'environ 2000 exploitations en élevage bovin lait et viande, caprin, ovin lait et viande et équin, réparties sur l'ensemble du territoire français. Ces exploitations sont viables économiquement, vivables quant à la charge de travail et reproductibles. La BDD OptiAliBio est constituée de 381 exploitations bio, 261 spécialisées en bovin lait (BL) et 120 en bovin viande (BV), sur la période 2000-2013. Elle a été construite à partir de couple exploitation-année afin de valoriser les effets des variations climatiques interannuelles. La BDD BL compte ainsi 1043 individus (exploitation-année) et la BDD BV 479, répartis sur l'ensemble du territoire français.

2.1.2. L'autonomie alimentaire en élevages bovins lait et allaitant

Dans l'Action 1, une analyse de l'autonomie alimentaire en élevages laitiers et allaitants a été effectuée à l'échelle nationale. Il en est ressorti un niveau d'autonomie plus élevé pour les élevages allaitants de la BDD OptiAliBio. Ainsi, l'AAMT est en moyenne de 90% en BL (n=1043) alors qu'elle est en moyenne de 97% en BV (n=479) (Tableau 4). Ceci est principalement dû à une AAMC plus faible en BL, en moyenne de 58% contre 66% en BV. Les systèmes allaitants sont davantage fourragers et utilisent moins de concentrés dans la ration annuelle des animaux : en moyenne ils distribuent 302 kilos de concentrés par UGB (sd=240,2), contre 654 kilos pour les systèmes laitiers (sd=345,8). Par ailleurs 35 individus, soit 7,3%, n'utilisent pas de concentrés en BV, contre seulement 28 individus, soit 2,7% en BL.

2.1.3. L'autonomie alimentaire en élevage bovin lait dans le Grand Ouest

Un état des lieux de l'autonomie alimentaire a aussi été effectué à l'échelle du Grand Ouest (n=515). L'institut de l'Elevage a défini huit régions d'élevage en France selon l'utilisation du sol et les contraintes pédoclimatiques (Figure 5). Le Grand Ouest regroupe les régions d'élevage n°2 « Cultures fourragères » et n°3 « Zone herbagère ». Peu importe le système, l'AAMT est élevée : elle varie entre 69% et 100% et atteint en moyenne 90% (sd = 9,0 ; Figure 6). L'AAMFC est aussi peu variable et atteint en moyenne 90% (sd = 14,3 ; Figure 7). A l'inverse, l'AAMC est plus variable et plus difficile à atteindre : elle varie entre 0% et 100%, sachant que seuls 17% des individus sont 100% autonomes en concentrés, et atteint en moyenne 59% (sd =34,4 ; Figure 8). Par ailleurs, seulement 4% des individus n'utilisent pas de concentrés. Pour ces derniers l'AAMT moyenne est de 96%, soit 6% de plus que la moyenne d'AAMT du Grand Ouest.

2.2. Caractérisation des élevages peu autonomes et très autonomes dans le Grand Ouest

Préalablement à l'élaboration des CT, une approche exploratoire a permis de caractériser les individus du quart inférieur et du quart supérieur de l'échantillon BL du Grand Ouest par rapport à l'autonomie alimentaire massique totale. Pour ce faire, une nouvelle variable nominale, C_{AAMT}, à trois modalités (0, 1 et 2) a été créée. La classe $C0_{AAMT}$ correspond alors aux individus ayant une AAMT inférieure ou égale au premier quartile de l'AAMT de l'échantillon BL du GO (Q1=0,8605) et la classe $C1_{AAMT}$ aux individus ayant une AAMT

Tableau 6 : Résultats du test de Student sous SPAD 9.0, permettant de caractériser le quart inférieur ($C0_{AAMT}$) et le quart supérieur ($C1_{AAMT}$) de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest (n=515) par rapport à l'autonomie alimentaire massique totale (Q1=0,8605 ; Q3=0,9732)

	Variables caractéristiques	**Moyenne dans la classe $C0_{AAMT}$ (n=130)**	**Moyenne dans l'échantillon BL GO (n=515)**	**P-value**
$C0_{AAMT}$	Variables dont la moyenne est significativement supérieure à la moyenne de l'échantillon total			
	Concentrés/UGB	759,7 Sd=399,1	584,7 Sd=351,1	0,000
	Variables dont la moyenne est significativement inférieure à la moyenne de l'échantillon total			
	EBE/PB	35,1 Sd=9,7	39,4 Sd=9,9	0,000
	RC/UMO exploitant	18 602,5 Sd=15885,0	20 949,2 Sd=1445,2	0,000
	Variables caractéristiques	**Moyenne dans la classe $C1_{AAMT}$ (n=129)**	**Moyenne dans l'échantillon BL GO (n=515)**	**P-value**
$C1_{AAMT}$	Variables dont la moyenne est significativement supérieure à la moyenne de l'échantillon total			
	EBE/PB	44,3 Sd=10,1	39,4 Sd=9,9	0,000
	RC/UMO exploitant	23 202,8 Sd=13760,1	20 949,2 Sd=14445,2	0,022
	Variables dont la moyenne est significativement inférieure à la moyenne de l'échantillon total			
	Concentrés/UGB	417,1 Sd=293,1	584,7 Sd=351,1	0,000
	Maïs/SFP	5,1 Sd=5,3	6,5 Sd=6,9	0,004

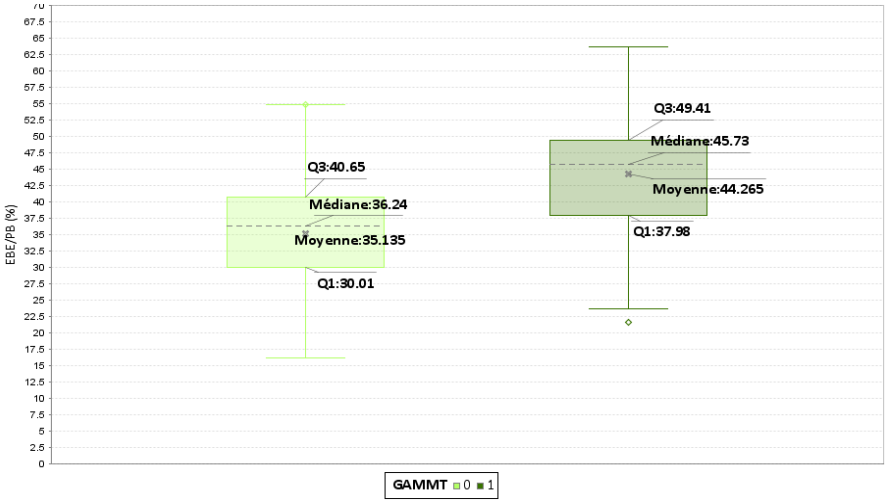


Figure 9: Excédent Brut d'Exploitation sur Produit Brut en fonction de la classe d'autonomie alimentaire massique totale des élevages bovins lait biologiques du Grand Ouest de la BDD OptiAliBio (classe $C0_{AAMT}$, n=130 : individus ayant une AAMT inférieure ou égale au premier quartile de l'AAMT de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest ; classe $C1_{AAMT}$, n=129 : individus ayant une AAMT supérieure ou égale au troisième quartile de l'AAMT de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest ; Q1=0,8605 ; Q3=0,9732)

supérieure ou égale au troisième quartile de l'AAMT de l'échantillon BL du GO (Q3= 0,9732). Ainsi, les classes $C0_{AAMT}$ et $C1_{AAMT}$ comportent respectivement 130 et 129 individus, soit chacune 25% des individus de l'échantillon total. Les indicateurs de la BDD OptiAliBio retenus pour caractériser ces deux classes sont présentés dans le Tableau 5. L'EBE/PB a été retenu comme indicateur économique car c'est l'indicateur le plus synthétique de l'efficacité économique. Il mesure le niveau de maîtrise des charges opérationnelles et de structures (hors amortissement et frais financiers) et leur adéquation au produit. Ainsi, il est indépendant de la situation financière de l'exploitation et dépend uniquement des opérations de productions. Le résultat courant par UMO exploitant a été retenu car il permet de mesurer la viabilité du système d'exploitation. Il se calcul en soustrayant les amortissements et frais financiers à l'EBE. La méthode de caractérisation d'une variable qualitative (ici C_{AAMT}) par des variables quantitatives a été utilisée sous SPAD 9.0. Il s'agit d'un test de Student permettant de comparer les moyennes des indicateurs retenus des classes $C0_{AAMT}$ et $C1_{AAMT}$ et de savoir si elles sont significativement différentes. Pour cela, il faut que le degré de significativité (ou p-value) soit inférieur ou égale à 0,02, pour un degré de liberté de 5%.

Les individus de la classe $C0_{AAMT}$ se caractérisent par une quantité de concentrés distribués par UGB, supérieure à la moyenne de l'échantillon BL du GO et de moins bons résultats économiques, avec un EBE/PB en moyenne de 35% et un RC/UMO exploitant en moyenne de 18 602 € (Tableau 6). A l'inverse, les individus de la classe $C1_{AAMT}$ se caractérisent par une quantité de concentrés distribués par UGB inférieure à la moyenne de l'échantillon BL du GO et un meilleur EBE/PB, en moyenne de 44%. Ils se caractérisent aussi par une part de maïs dans la SFP inférieure à la moyenne de l'échantillon BL du GO.

L'autonomie alimentaire a donc un intérêt économique pour les élevages bovins lait bio du Grand Ouest. Si l'on compare la dispersion des individus autour de la moyenne de l'EBE/PB de chaque classe on constate que plus 75% des individus de la classe $C1_{AAMT}$ se situent au-dessus de la médiane de la classe $C0_{AAMT}$ (Figure 9).

2.3. Les déterminants de l'autonomie alimentaire en élevages bovins lait dans le Grand Ouest

Dans l'Action 2 (Annexe II), une analyse approfondie des déterminants de l'autonomie alimentaire a été menée par régression logistique sur données répétées avec le logiciel SAS (Drieu, 2016*)*. En préalable de l'élaboration des CT, elle a été reprise et finalisée. Pour ce faire, les trois variables d'autonomie (AAMT, AAMFC, AAMC) ont été transformées en variables nominales à deux modalités (0 ou 1). Les variables d'autonomie prennent la modalité 0 lorsque l'autonomie est inférieure ou égale à la médiane de l'échantillon BL du GO et 1 lorsqu'elle est supérieure. La régression logistique modélise l'influence des variables explicatives retenues après analyse des corrélations entre les variables de la BDD OptiAliBio sur les variables d'autonomie. La méthode GLIMMIX du logiciel SAS a été appliquée afin de prendre en compte la répétition des exploitations dans l'échantillon (Tableau 7).

Cette régression a permis de compléter l'approche exploratoire décrite ci-dessus. Plusieurs déterminants de l'AAMT sont ressortis pour le Grand Ouest en BL : la quantité de concentrés par UGB, la précocité de mise à l'herbe et les PP-ETP au printemps (Tableau 8 - Figure 10). La précocité de mise à l'herbe et les PP-ETP au printemps influent positivement sur l'AAMT **:** plus la mise à l'herbe est précoce, et plus les précipitations (PP-ETP) au printemps sont importantes, plus le système a de chance d'être autonome. Ceci met en évidence l'importance des conditions printanières sur les systèmes biologiques : elles conditionnent la pousse de

Tableau 7: Récapitulatif des méthodes statistiques employées pour identifier les déterminants de l'autonomie alimentaire (Drieu, 2016)

	Régression linéaire	**Régression logistique**	**Régression logistique (sur données répétées)**
Principe	Permet de chercher une relation linéaire entre une variable à expliquer Y continue et des variables explicatives X.	Permet de caractériser une relation entre une variable à expliquer Y binaire et des variables explicatives X. Ces dernières peuvent être qualitatives ou quantitatives et ne pas respecter une distribution normale.	Permet de chercher une relation entre une variable à expliquer Y binaire et des variables explicatives X en prenant en compte la structure répétée des données (grâce à une composante aléatoire).
Limites	Les résidus doivent suivre une loi normale, ce qui n'est pas le cas pour nos variables d'autonomie, trop dissymétrique.	Perte d'information par le passage d'une variable continue à une variable binaire « 0, Autonome » ou « 1, Peu autonome ».	Ne permet pas de faire de la sélection de variable.
Puissance du test	Bonne puissance de test mais sensible aux données extrêmes.	Test très robuste pour les variables binaires. Demande une modification du jeu de données et provoque une perte d'information.	Plus puissant que la régression logistique mais même perte d'information que pour une régression logistique standard par le passage en binaire.
Procédure SAS	PROC REG	PROC LOGISTIC	PROC GLIMMIX

Tableau 8 : Déterminants de l'autonomie alimentaire massique totale des élevages bovins lait du Grand Ouest de la base de données OptiAliBio (n=515), obtenus par régression logistique après binarisation à la médiane de l'indicateur d'autonomie alimentaire massique totale et avec un seuil de significativité de 15%

Ordre	**Effet**	**Ecart-type**	**Estimation des rapports de côte**	**Amplitude de variation**	**Sens de variation**
1	Concentrés/UGB	351,03	0,469	-53,1	-
2	Précocité de mise à l'herbe	82,13	1,264	26,4	+
3	PP-ETP Printemps	0,84	1,4	40	+

L'ordre d'importance correspond à l'ordre d'apparition des variables dans la régression multiple pas à pas. Les variables du modèle sont toutes significatives à 5%. Les **estimations des rapports de côtes** ont été calculées à partir de l'écart-type des variables, afin de s'affranchir des différences d'unité. Elles permettent de connaître le sens de variation : si 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, et inversement. **L'amplitude de variation**, calculée à partir de l'estimation (*100* (estimation-1*) est telle que : si la valeur de concentrés/UGB augmente de un écart-type (amplitude de variation = -56,4) alors les chances d'être autonome diminue de 53% (sans modifications des valeurs des autres variables).

Figure 10 : Guide de lecture du tableau du résultat d'une régression logistique sur données répétées et du graphique associé

l'herbe au printemps, les espèces qui se développent, la précocité de mise au pâturage des animaux, la production annuelle de l'herbe et la constitution des stocks (Pottier et al. 2012). A l'inverse, la quantité de concentrés par UGB est défavorable à l'AAMT. La part de maïs dans la SFP n'est pas ressortie comme déterminante de l'AAMT pour le Grand Ouest mais comme favorable à l'AAMFC. Le maïs permet d'augmenter l'autonomie en fourrages, mais les rations à base de maïs fourrage, riches en énergie, nécessitent d'être complémentées en protéines. Dans le Grand Ouest, les élevages sont nombreux à produire du maïs fourrage, mais peu produisent les protéines nécessaires à l'équilibrage de la ration. L'achat de concentrés azotés diminue alors l'AAMC.

2.4. Hypothèse dégagées suite aux études préalables

Les travaux exploratoires ont permis d'évaluer l'efficacité de certains systèmes et de discuter, avec les experts, le choix des exploitations supports des CT. Issues de ces travaux deux hypothèses ont été émises et discutées avec les CT et la simulation de scénarios sur ceux-ci :

- Hypothèse 1 : l'autonomie alimentaire permet d'améliorer les résultats économiques (bibliographie, approche exploratoire)
- Hypothèse 2 : les prairies permanentes permettent de diminuer la vulnérabilité des systèmes face aux aléas climatiques (enquêtes OptiAliBio)

3. Matériel et Méthodes

3.1. Le logiciel de modélisation : ORFEE

3.1.1. Présentation d'ORFEE

Le logiciel bioéconomique ORFEE est utilisé pour la modélisation des CT. Il s'utilise avec le logiciel de simulation GAMS (GAMS development Corporation, 1217 Potomac Street W ; Washington, DC 20007, USA), et est résolu par un programme linéaire avec variables binaire (Mixed Integer Programming) (Mosnier et al.2017). Il a été développé pour répondre aux enjeux environnementaux de l'élevage, en particulier concernant le rôle des émissions de GES de l'élevage dans le changement climatique. Il permet de simuler des élevages bovins laitiers, bovins allaitants et ovins allaitants avec des prairies et/ou des cultures, et est plutôt calibré sur l'ouest et le centre de la France. L'utilisateur choisit le nombre d'animaux produits sur l'exploitation et la composition de leur ration mensuelle, les catégories d'animaux, la surface allouée à chaque production végétale, le type de matériel et bâtiment utilisés, la main d'œuvre. A partir de ces données techniques, ORFEE optimise le système en essayant de maximiser le résultat net, mais en considérant aussi qu'un nombre élevé d'éleveurs peu enclins à prendre des risques n'essaieront pas seulement de maximiser leur résultat, mais aussi de réduire au maximum la variabilité de ce résultat. Les variabilités prises en compte par ORFEE sont les prix IPPAP[2], IPAMPA[3] et l'évolution des politiques publiques (PAC). ORFEE optimise aussi les systèmes sous plusieurs autres contraintes. Il prend ainsi en compte les besoins alimentaires du troupeau, en tenant compte du poids et du stade de lactation des animaux ; la fertilisation et la rotation des cultures ; la disponibilité du capital. Enfin, ORFEE inclut une évaluation des potentiels impacts du système sur le changement climatique en évaluant les émissions de GES. Les indicateurs utilisés sont ceux de CAP2ER®**,** un outil d'évaluation et d'appui technique

[2] IPPAP : Indice des Prix des Produits Agricoles à la Production
[3] IPAMPA : Indice des Prix d'Achats des Moyens de Production Agricole

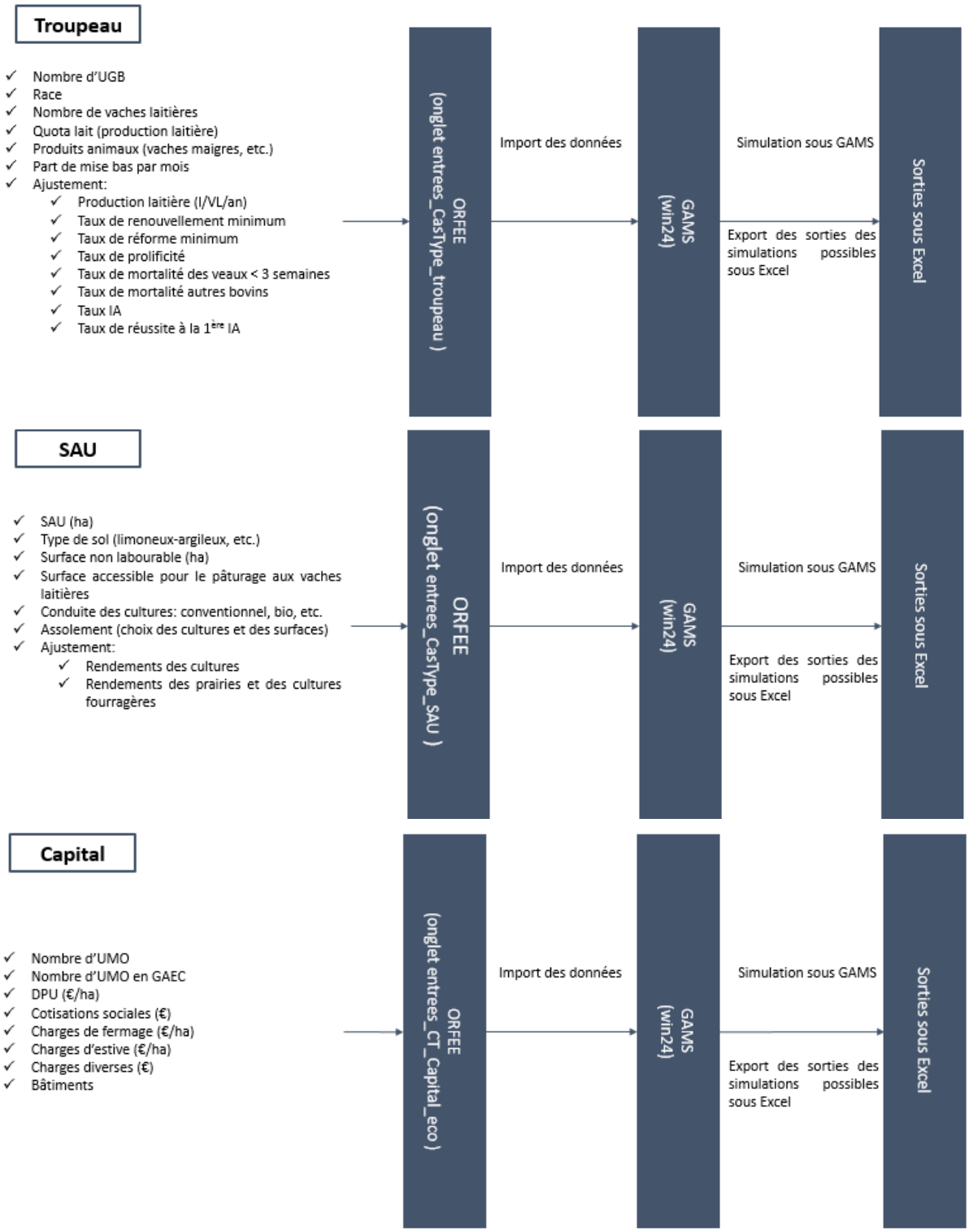


Figure 11 : Données à entrer sous ORFEE concernant le troupeau, la SAU et le capital (Mosnier et al., 2017)

développé par l'Institut de l'Elevage qui évalue les impacts environnementaux à l'échelle d'une exploitation d'élevage de ruminants (Mosnier et al. 2017).

Les années 1990 à 2015 sont renseignées dans ORFEE, ce qui permet de modéliser des systèmes sur cette période et de tenir compte de la conjoncture annuelle concernant les prix IPPAP, IPAMPA, etc. L'utilisateur définit la ou les années de simulation. Dans tous les cas, ORFEE modélise un système à l'équilibre, correspondant à une année moyenne, décrite avec un pas de temps mensuel (Mosnier et al. 2017). Par ailleurs, ORFEE permet d'effectuer des simulations de changement de conduite ou de contexte (évolution de la PAC, conversion en AB, etc.) en modifiant directement les données du CT ou en appliquant des scénarios sur ceux-ci.

3.1.2. Utilisation d'ORFEE

Le modèle ORFEE se présente sous forme d'un classeur Excel, composé de plusieurs onglets. Les trois onglets entrees_CasType_troupeau, entrees_CasType_SAU et entrees_CT_Capital_eco permettent d'entrer les données du CT nécessaires à la simulation sous GAMS (Figure 11). Les résultats économiques du CT sont entrés dans l'onglet validation_CT. Ils ne sont pas pris en compte lors des simulations sous GAMS ; ils permettent seulement à l'utilisateur de s'assurer que les résultats économiques après simulation ne s'en éloignent pas trop. Les onglets suivants (SETS, age, croissance, vache, rdt_prairie, ref_rendement_cult, ope_cult, materiel, ind_env) recensent les contraintes prisent en compte lors des simulations sous GAMS, les rendements céréaliers et fourragers, les amortissements sur le matériel, etc. L'onglet prix contient les indices IPPAP et IPAMPA, et tous les prix de référence pour les années 1990 à 2015. Selon le CT simulé, l'utilisateur peut modifier directement les prix de référence dans l'onglet prix ou dans l'onglet liste_scenario en ajustant les prix (en % des prix de référence). Ceci permet de prendre en compte la diversité des prix de vente selon les systèmes.

Une fois que les données du CT sont entrées dans les onglets cités ci-dessus il reste à sélectionner dans l'onglet scenario_simule le CT en question, les scénarios à appliquer à ce CT, ainsi que la ou les années de simulation à appliquer (Figure 12). Il est possible de sélectionner une année de simulation (de 2005 à 2015), ou plusieurs années (E1990-1995, E2005-2010, E2010-2015, etc.). Dans ce cas, GAMS effectue une simulation pour chaque année (2005 à 2010, 2010 à 2015, etc.) et les résultats disponibles en sortie de GAMS sont ceux de l'année qui permettent d'optimiser au mieux le système. Il est aussi possible de sélectionner une moyenne sur plusieurs années (M2005-2015, M2010-2015, etc.). Dans cette étude, c'est la conjoncture M2010-2015 qui est sélectionnée. Les scénarios que l'on souhaite appliquer sont créés/modifiés dans l'onglet liste_scenario.

En amont de chaque simulation, que ce soit pour l'optimisation des pré-CT ou pour les simulations des scénarios sur les CT, un scénario obligatoire établi par l'INRA « Base_Fixe2 », est appliqué (Figure 13). Il permet de s'assurer que les résultats technico-économiques obtenus par ORFEE sont proches de ceux du pré-CT (ou CT) simulé. Dans ce scénario l'assolement est identique à celui du pré-CT ou CT simulé. Pour ce qui est du troupeau, la race des animaux est fixe mais une flexibilité sur le nombre d'animaux présents est permise afin de faciliter GAMS lors de la simulation : il est égale à ±3% au nombre d'animaux du pré-CT (ou CT) simulé. De même, une flexibilité est permise concernant les taux de réforme et taux de mortalité des veaux ; seuls des taux minimums sont fixés par l'utilisateur. L'âge au vêlage et la répartition des vêlages dans l'année sont fixes et identiques au pré-CT (ou CT) simulé.

conjoncture_reference M2010_2015				CAS TYPE SIMULE		base_Fixe2	LT_Libre	velage_printp v
						SCENARIOS		
			test	BLCT_EARLArStiv ell	oss	base_Fixe2	assol_nonlab:	assol_nonlab2
	Structure	quotaB_lait_min	4	-	-	-	-	-
	ch	part_max_ugb	5	0%	-	0%	0%	0%
	sa	part_max_ugb	6	0%	-	0%	0%	0%
La somme sur l'ensemble des	pn	part_max_ugb	7	100%	3	100%	100%	100%
	pn2035	part_max_ugb			-	0%	0%	0%
Ne pas mettre plus de 2 ou 3	mo	part_max_ugb	8	0%	-	0%	0%	0%
	no	part_max_ugb	9	0%	-	0%	0%	0%
	ovins	part_max_ugb	10	0%	-	0%	0%	0%
La part doit être comprise ent	bovin	tx_croisement	11	0%	-	0%	0%	0%
	BOVIN VIANDE				-			
	bovin_viande	nb_max_vache_allaitante	13	-	-	0%	0%	0%
	bovin_viande	nb_min_vache_allaitante	13	-	-	0%	0%	0%
répartitition des ventes de	bovin_viande	part_max_veau_bouch_male_5m	14	0%	-	0%	0%	0%
(% maximale de chaque typ	bovin_viande	part_max_broutard_male_8m	15	0%	-	0%	0%	0%
la somme doit être ≥ 1	bovin_viande	part_max_broutard_male_10m	16	0%	-	0%	0%	0%
	bovin_viande	part_max_broutard_male_11m	17	0%	-	0%	0%	0%
	bovin_viande	part_max_broutard_male_12m	18	0%	-	0%	0%	0%
	bovin_viande	part_max_jeune_bovin_14m	19	0%	-	0%	0%	0%
	bovin_viande	part_max_Jeune_Bovin_fini_16m	20	0%	-	0%	0%	0%
	bovin_viande	part_max_Jeune_Bovin_fini_18m	21	0%	-	0%	0%	0%
	bovin_viande	part_max_Jeune_Bovin_fini_22m	22	0%	-	0%	0%	0%
	bovin_viande	part_max_boeuf_fini_33m	23	0%	-	0%	0%	0%
répartitition des ventes de	bovin_viande	part_max_veau_bouch_fem_5m	24	0%	-	0%	0%	0%

scenario_simule | liste_scenario | repertoire_CT | prix | entrees_CasType_troupeau | entrees_CasType_SAU | entrees_CT_

Figure 12 : Onglet scenario_simule du Fichier Excel ORFEE

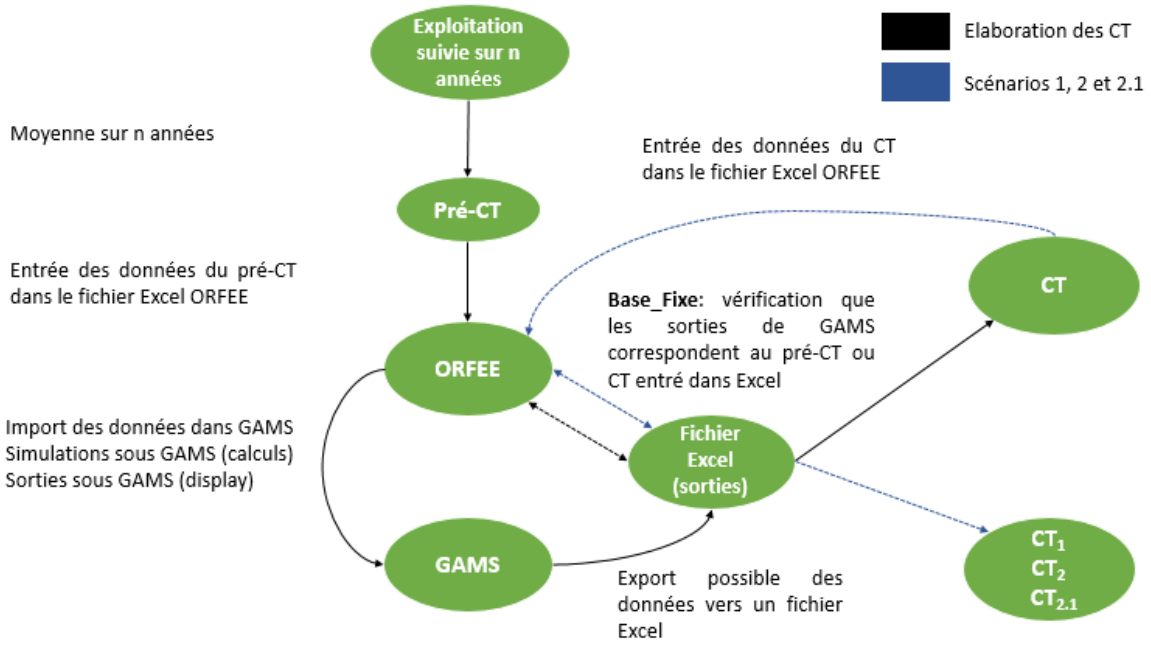


Figure 13 : Méthode d'élaboration (avec ORFEE) des cas-types et des simulations des scénarios 1 « Diminution des rendements de 20% », 2 « Diminution de la surface labourable » et 3 « Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20% » sur ces cas-types

3.2. Choix des supports modélisation des cas-types

Les exploitations sélectionnées sont issues des observatoires INOSYS-Réseaux d'Elevage et renseignées dans le dispositif de stockage Diapason. Chaque exploitation correspond au système optimisé que l'on souhaite décrire dans un CT. Les exploitations sélectionnées doivent répondre à la commande du CASDAR OptiAliBio, à savoir la construction de six CT régionaux du Grand Ouest représentant des systèmes biologiques diversifiés, autonomes, viables économiquement, résistants aux aléas climatiques et reproductibles. Les exploitations où il y a de la transformation et/ou de la vente directe sont exclues car la modélisation de CT à partir de ces exploitations nécessite de récolter beaucoup de données, parfois non renseignées sur Diapason.

L'étude est menée uniquement sur le Grand Ouest, c'est-à-dire la Normandie, les Pays de la Loire et la Bretagne, car ces trois départements représentent à eux seuls 51% de la collecte de lait bio en France (Agence Bio, 2017). Par ailleurs, les enquêtes menées dans le Grand Ouest auprès d'éleveurs en bovin lait bio dans le cadre du CASDAR OptiAliBio (Dubois, 2017) permettent de vérifier la cohérence des optimisations proposées par ORFEE avec les pratiques des éleveurs.

Les exploitations retenues sont suivies et renseignées sur Diapason sur un minimum de quatre années à partir de 2010. Elles représentent une diversité de situations fréquemment observables et reproductibles du point de vue structurel. Le suivi sur quatre ans permet de s'affranchir des effets des conjonctures annuelles sur les performances technico-économiques des exploitations. Il y a notamment une hétérogénéité du climat et des indices IPPAP/IPAMPA sur la période 2010-2015, notamment pour le lait de vache (Figure 14). Une analyse des données météorologiques du Grand Ouest sur la période 2000-2013, issues de la base de données SAFRAN de Météo France et du CNRS, a permis de caractériser les quatre premières années d'étude. Par ailleurs, l'étude préliminaire des déterminants de l'autonomie alimentaire a mis en évidence que la précocité et les précipitations au printemps influent positivement sur l'autonomie alimentaire massique totale. Au vue de ce résultat, le printemps est la saison qui influence le plus le potentiel d'autonomie des systèmes. Deux années marquantes ressortent alors: l'année 2011, qui est une année climatique particulièrement défavorable à la pousse de l'herbe au printemps, et l'année 2012, qui est plutôt favorable. Ainsi, 2011 a connu un printemps très tardif et très sec (en moyenne -1,5 mm de PP-ETP), alors que 2012 a connu un printemps précoce et plutôt humide (en moyenne 0,3 mm de PP-ETP) (Figure 15 – Figure 16).

3.3. Mise en forme de pré-cas-types

Les pré-CT, élaborés en moyennant les données sur les années étudiées pour chaque exploitation, se découpent en plusieurs parties : caractéristiques structurelles, localisation, assolement, troupeau, indicateurs techniques du troupeau, conduite du troupeau, répartition des vêlages, production de l'atelier lait, résultats économiques, autonomie alimentaire, atouts et contraintes (Annexe III). Pour l'assolement, une moyenne pondérée a été effectuée afin de prendre en compte la part de chaque culture dans la SAU selon les années.

3.4. Optimisation des pré-cas-types et naissance des cas-types

L'optimisation des pré-CT est effectuée avec le scénario Assol_libre : l'assolement est libre mais les cultures possibles à introduire sont limitées par l'utilisateur pour que les systèmes

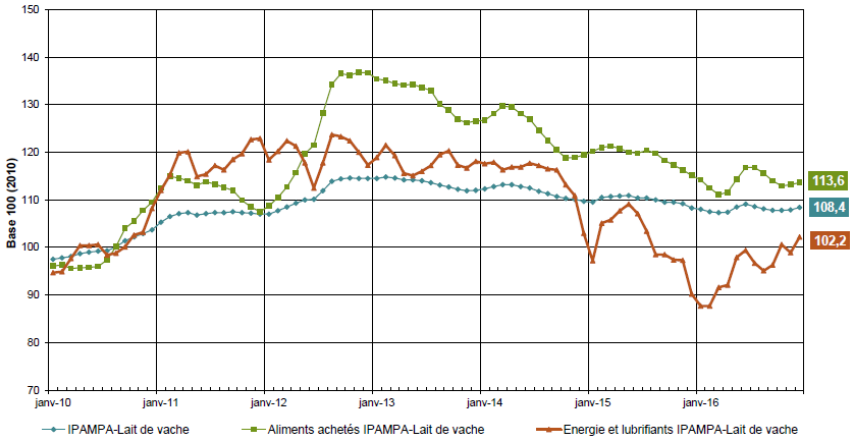


Figure 14 : Evolution des indices IPAMPA pour le lait de vache sur la période 2010-2016 (Indice base 100 – année 2010) (Institut de l'Elevage, 2017)

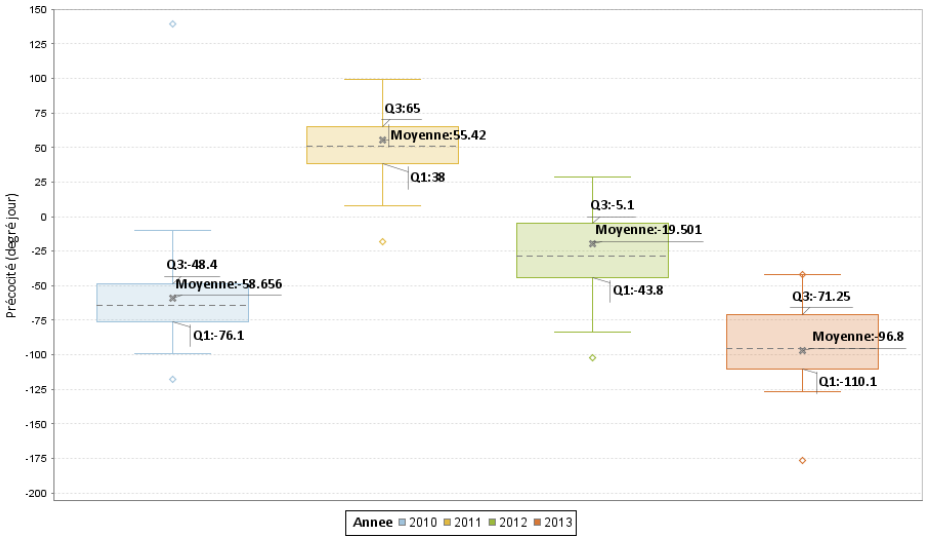


Figure 15 : Précocité de la mise à l'herbe dans le Grand Ouest sur la période 2000-2013 (données issues de la base de données SAFRAN de Météo France et du CNRS)

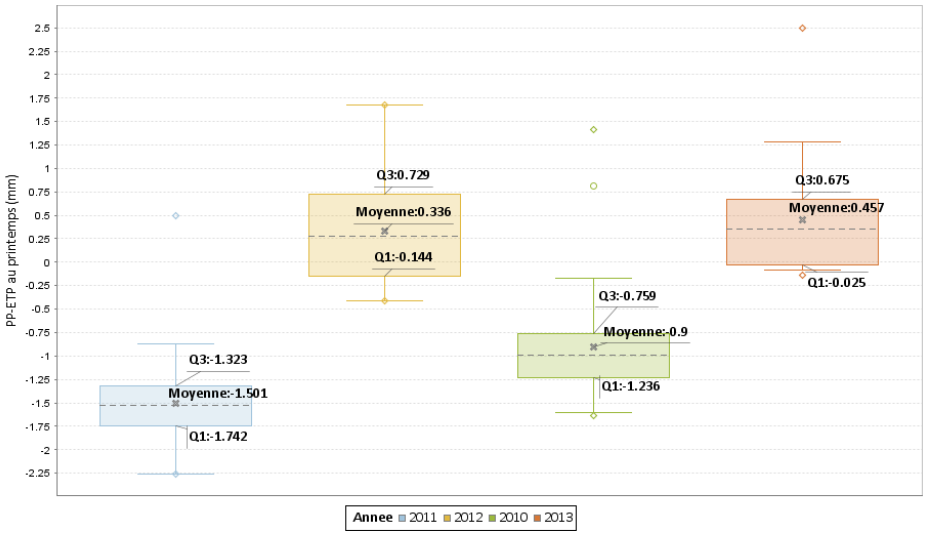


Figure 16 : Précipitations moins Evapotranspiration au printemps (en mm) dans le Grand Ouest sur la période 2000-2013 (données issues de la base de données SAFRAN de Météo France et du CNRS)

initiaux ne soient pas trop déformés. La surface allouée à chaque culture est limitée, en particulier pour les surfaces allouées au maïs afin de ne pas aboutir à une part de maïs dans la SFP supérieure à 20%. D'après la BDD OptiAliBio, la moyenne des exploitations du Grand Ouest est de 6,5% (sd=6,9), le maximum étant de 43%. Les contraintes sur l'assolement permettent l'obtention de CT diversifiés et adaptés à des régions pédoclimatiques spécifiques. Concernant le troupeau, les mêmes contraintes que celles du scénario Base_Fixe2 sont appliquées. Pour les prix de ventes (cultures, viande, lait) les valeurs de référence entrées dans ORFEE sont ajustées par l'utilisateur pour respecter les prix du pré-CT.

Une fois le scénario Assol_libre correctement défini la simulation est lancée. Les sorties de GAMS sont exportées vers un fichier Excel, puis elles sont analysées et mises en forme sur une page recto-verso A4.

3.5. Simulation sur les cas-types

3.5.1. Scénario 1 : Diminution des rendements de 20%

Le scénario Assol_libre est utilisé (Figure 13) : l'assolement est libre, avec toujours les mêmes contraintes appliquées aux CT sur les cultures possibles. Ceci permet de limiter ORFEE sur l'optimisation des systèmes et de se rendre compte des impacts de la diminution des rendements sur les CT. Ceux-ci sont ajustés dans l'onglet entrees_CasType_SAU. La simulation est ensuite lancée et les sorties de GAMS sont extraites sous un fichier Excel. Une analyse transversale est effectuée afin de comparer les modifications apportées par ORFEE sur les CT pour s'adapter à la contrainte. Les nouveaux systèmes sont nommés CT_{S1}.

3.5.2. Scénario 2 : Diminution de la surface labourable

Dans le scénario simulé, appelé Assol_nonlab (Figure 13), seule la surface non labourable diffère du scénario Assol_libre ; l'assolement est encore une fois libre, avec les mêmes contraintes appliquées aux CT afin de limiter ORFEE sur l'optimisation des systèmes et se rendre compte des impacts de la diminution du labour sur le CT. Pour les CT OAB n°1 et n°3, la surface non labourable est augmentée de 20% et pour les CT OAB n°2 et n°4 de 10 ha. Ce scénario n'est pas testé sur les CT OAB n°5 et n°6 car ce sont déjà des systèmes entièrement herbagers, avec respectivement 67% et 62% de prairies permanentes dans la SAU. La même méthode d'analyse des sorties est appliquée. Les nouveaux systèmes sont nommés CT_{S2}.

Les scénarios 1 et 2 sont appliqués simultanément sur les CT, et les nouveaux systèmes obtenus sont nommés $CT_{S2.1}$. Ceci permet de comparer les résultats des CT_{S2} et $CT_{S2.1}$ et de voir si les systèmes où la part de prairie permanente est plus élevée sont plus résilients.

4. Résultats

4.1. De l'exploitation au cas-type

Six exploitations de la BDD Diapason ont été retenues pour l'élaboration des pré-CT. Quatre pré-CT se situent en Normandie, un en Pays de la Loire et un en Bretagne. Ils se distinguent par leurs caractéristiques structurelles (de 57 ha de SAU à 267 ha, de 3% de prairies permanentes dans la SFP à 76%) ; leur système fourrager avec plus ou moins de maïs dans la SFP (de 0% de maïs dans la SFP à 11%); leur troupeau (race pure, mixte ou croisée) ; leur production (de 262 307 à 804 502 de litres de lait vendu) (Annexe IV). Les écarts-types des moyennes des six CT sont élevés pour ces indicateurs, l'objectif étant d'élaborer des CT diversifiés.

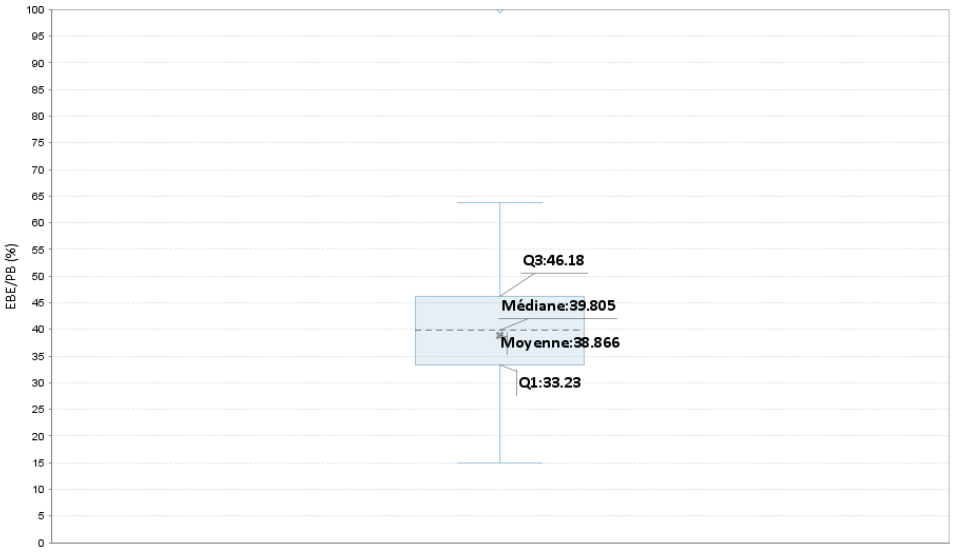


Figure 17: Excédent Brut d'Exploitation sur Produit Brut (en %) de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest de la base de données OptiAliBio (n=515)

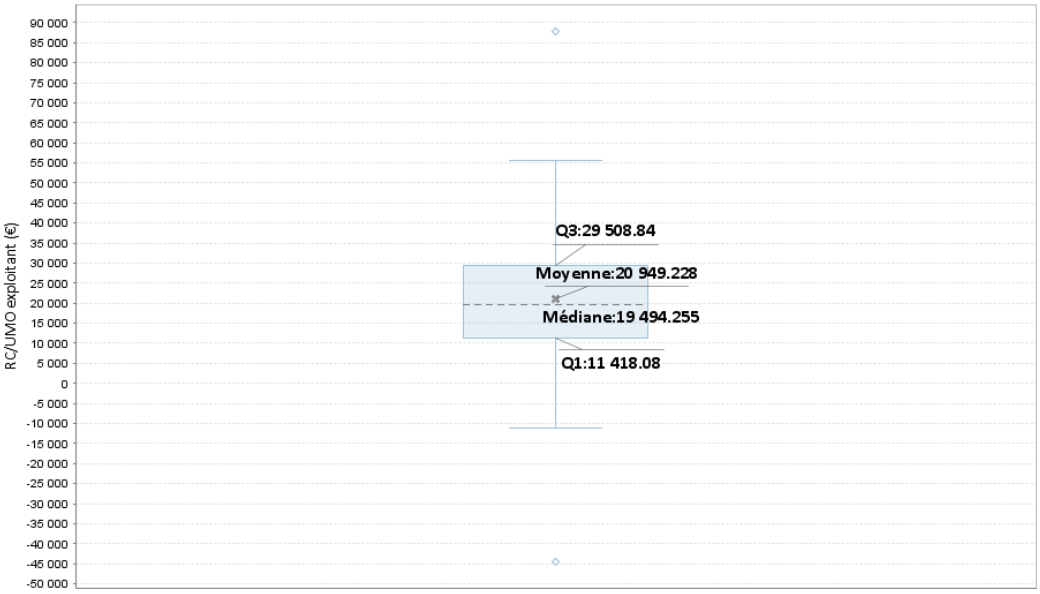


Figure 18 : Revenu Courant sur Unité de Main d'œuvre Exploitant de l'échantillon (en €) de l'échantillon bovin lait du Grand Ouest de la base de données OptiAliBio (n=515)

A l'inverse, les écarts-types sont faibles pour l'EBE/PB et l'AAMT puisque les CT doivent tous être autonomes et viables économiquement afin de répondre à la commande. La moyenne de l'AAMT est de 94% ; cinq pré-CT ont une AAMT plus élevée que la médiane de l'AAMT de la BDD OptiAliBio, et deux se situent dans le quart supérieur de la BDD OptiAliBio (Figure 6). Seul le pré-CT OAB n°3 a une AAMT inférieure à la médiane de l'AAMT de la BDD OptiAliBio. Les stratégies des pré-CT concernant l'autonomie en concentrés diffèrent d'un système à l'autre, d'où un écart-type élevé pour l'AAMC. Certains systèmes utilisent peu ou pas de concentrés dans la ration annuelle des vaches laitières (CT OAB n°1, 5 et 6), alors que d'autres en utilisent davantage (CT OAB n°2, 3 et 4), même si la quantité reste faible puisqu'elle est inférieure à la moyenne de la BDD OptiAliBio, égale à 654 kg par UGB (sd=354,8). Parmi les deux systèmes utilisant peu de concentrés, l'un préfère les acheter (CT OAB n°6, entièrement herbager), d'où une AAMC nulle, alors que l'autre préfère les produire en partie sur son exploitation (CT OAB n°1). Parmi les trois systèmes qui utilisent un peu plus de concentrés, deux les produisent en partie sur leur exploitation et un préfère les acheter (CT OAB n°3, entièrement herbager). Les pré-CT ont aussi de très bons résultats économiques, avec une moyenne d'EBE/PB de 41% et un RC/UMO exploitant de 38 107€. Quatre pré-CT se situent au-dessus de la médiane de l'EBE/PB de la BDD OptiAliBio (Figure 17). Concernant le RC/UMO exploitant cinq pré-CT se situent dans le quart supérieur de la BDD OptiAliBio. Le RC/UMO exploitant du pré-CT OAB n°3 est plus faible (7 991€) et bien en dessous de la moyenne de la BDD OptiAliBio (Figure 18). L'exploitation support de ce pré-CT a tout de même été retenue car son EBE/PB est élevé, et le faible RC/UMO exploitant s'explique par des stratégies d'investissement particulières, avec des amortissements très élevés, qui seront diminués par ORFEE.

4.2. Du pré-cas-type au cas-type optimisé par ORFEE

Les CT décrivent les systèmes des pré-CT optimisés par ORFEE (Annexe V). Le CT OAB n°1 est présenté en Annexe IX. Quelques modifications ont été apportées sur l'assolement des systèmes. La part de SFP dans la SAU a diminué pour les quatre premiers CT (de 3% à 18%). Elle est inchangée et nulle pour les CT OAB n°5 et 6, ORFEE ayant été contraint à conserver des systèmes entièrement herbagers. Pour cinq CT, la part de prairies permanentes dans la SFP est supérieure à celle du pré-CT respectif, alors que la part de prairies temporaires est inférieure. Seul le CT OAB n°3 a une part de prairies temporaires supérieure (de 58%) au pré-CT correspondant. Pour les deux CT avec du maïs dans la SFP (CT OAB n°2 et n°4), la quantité de maïs est supérieure après optimisation par ORFEE.

Pour les CT OAB n°1 et 3, la modélisation par ORFEE a entraîné une augmentation de l'AAMT (respectivement de 5% et 13%), une diminution pour les CT OAB n°2 et 4 (respectivement de 19 % et 4%). Le CT OAB n°2 « système laitier herbager avec maïs » a une AAMT égale à 79%, inférieure à la moyenne de l'AAMT de la BDD OptiAliBio, avec une AAMC nulle : l'assolement se décompose en 64 ha de SFP (soit 83% de la SAU) et 13,3 ha de blé vendu. Comme pour les pré-CT, les stratégies concernant la production et l'utilisation des concentrés diffèrent d'un CT à l'autre. Notons que deux des CT ayant la plus faible autonomie alimentaire totale (CT OAB n°2 et 4) sont les deux CT ayant du maïs dans leur SFP.

Les six CT possèdent tous des résultats économiques supérieurs à la moyenne de la BDD OptiAliBio, et supérieurs à leur pré-CT respectifs concernant l'EBE/PB. Les six CT sont ainsi tous efficaces économiquement, avec des systèmes pourtant diversifiés. Notons que les CT OAB n°2 et 4, ayant les RC/UMO exploitant plus faibles (le RC/UMO exploitant du CT OAB n°6 est plus de trois fois supérieur à celui du CT OAB n°2), sont des systèmes avec du maïs

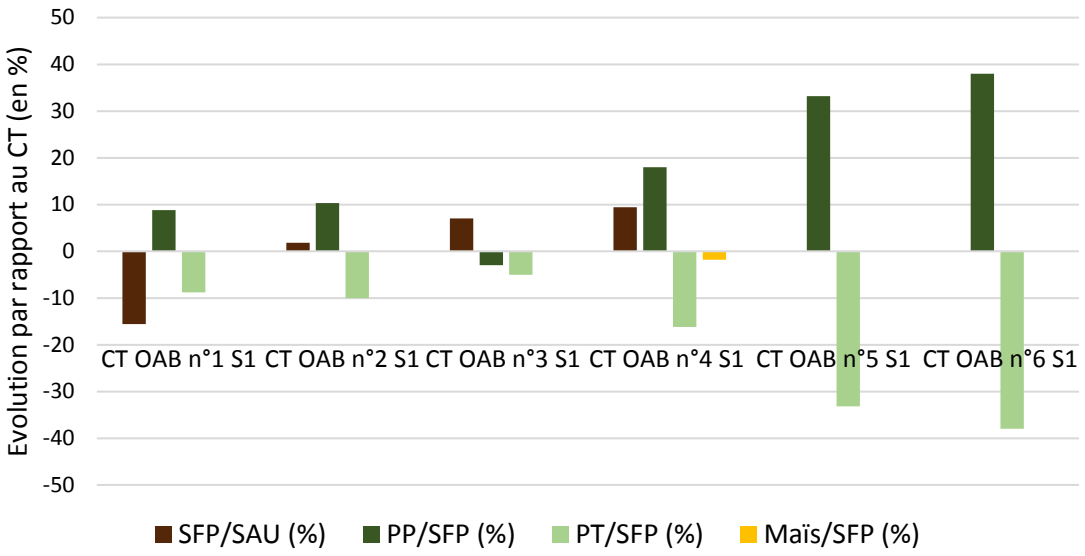


Figure 19 : Evolution des surfaces fourragères des CT OAB après application du scénario 1 « Diminution des rendements de 20% »

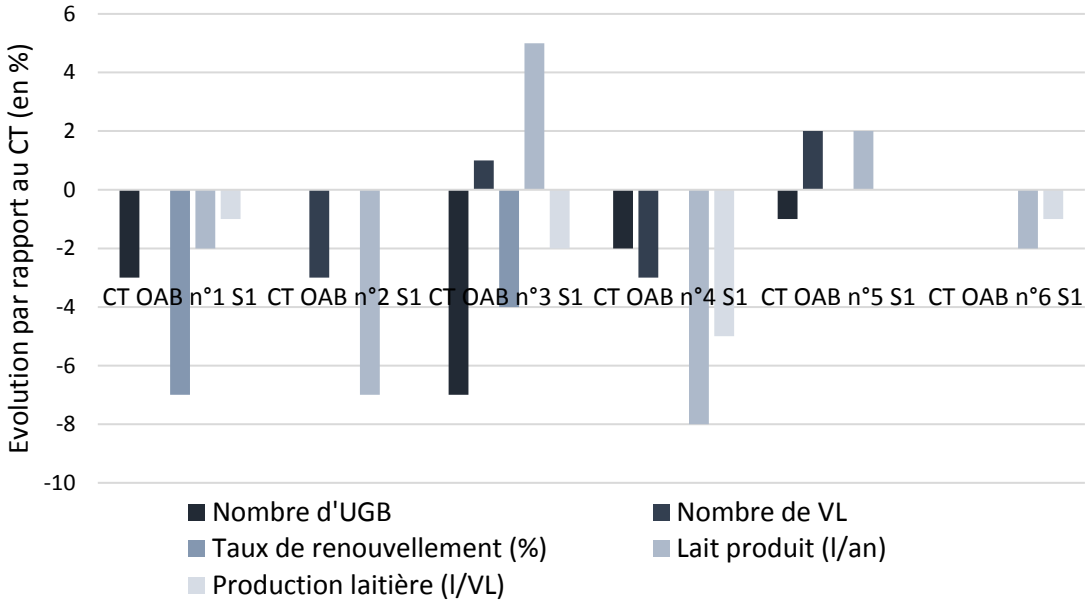


Figure 20 : Evolution des indicateurs de troupeau des CT OAB après application du scénario 1 « Diminution des rendements de 20% »

Tableau 9 : Concentrés distribués aux vaches laitières pour chaque CT et chaque CT_{S1} correspondant (après simulation du scénario 1 « Diminution de 20% des rendements »)

Concentrés (kg/UGB)	CT	CT_{S1}	Evolution par rapport au CT (en %)
CT OAB n°1	1221	1096	-10%
CT OAB n°2	606	617	+2%
CT OAB n°3	438	451	+3%
CT OAB n°4	1144	1473	+29
CT OAB n°5	27	69	+155%
CT OAB n°6	96	94	-2%

dans leur SFP (respectivement 16% et 15%). Par ailleurs, ils sont basés sur une utilisation de la prairie temporaire, avec une part de prairie permanente dans la SFP plus faible que les autres CT (respectivement 4% et 16%). Il semble ainsi que le maïs fourrage et/ou les prairies temporaires soient défavorables à la performance économique des systèmes. Les différences de revenu courant s'expliquent aussi par des différences de stratégies entre les systèmes avec maïs et les systèmes herbagers. Les systèmes avec maïs, plus productifs, se permettent de plus dépenser lors des mauvaises années climatiques et compensent avec les années où la conjoncture est favorable. Les systèmes herbagers, économes, ne misent pas sur une productivité élevée mais sur la maîtrise des charges opérationnelles pour créer de la valeur ajoutée et résister aux mauvaises années climatiques.

Les performances décrites dans ces CT sont souvent supérieures aux performances des exploitations de la BDD OptiAliBio. Elles peuvent être considérées comme des objectifs à atteindre par ces exploitations ou toute autre exploitation, notamment celles en conversion AB ou en réorientation de leur système. Les éleveurs peuvent comparer leur système à l'un des CT décrits ci-dessus, en adaptant à minima les données technico-économiques, et identifier les points d'amélioration possibles sur leur exploitation.

4.3. Evolution des cas-types sous contraintes simulées

4.3.1. Scénario 1 : Diminution des rendements

En cas de diminution des rendements des adaptations sont proposées par ORFEE pour optimiser les nouveaux systèmes, à la fois par la voie végétale et par la voie animale (Annexe VI). Le CT_{S1} OAB n°1 est présenté en Annexe X. Différentes stratégies sont adoptées en ce qui concerne la SFP et les cultures selon les CT. Pour les CT OAB n°2, 3, et 4 ORFEE augmente la part de SFP dans la SAU. Les CT_{S1} OAB n°5 et 6 restent entièrement herbagers (Figure 19). ORFEE supprime les surfaces en cultures de vente pour le CT OAB n°3, alors 100% en SFP, et une partie de celles du CT OAB n°4, à savoir les surfaces en maïs grain (4,5 ha). Seul le CT_{S1} OAB n°1 « Système polyculture élevage de grande dimension » a une SFP plus faible que son CT respectif (-15%). ORFEE augmente les surfaces en cultures de vente et les surfaces en mélange céréales-protéagineux autoconsommés, assurant un produit brut élevé (+0,5% par rapport au CT). En revanche, cela se répercute sur l'AAMFC qui diminue de 44% par rapport à celle du CT, ce qui représente la diminution la plus importante sur l'ensemble des CT. **Pour les six CT la part de prairies temporaires diminue dans la SFP (de -5% à -38% pour le CT OAB n°1)**. A l'inverse, pour cinq CT, la part de prairies permanentes dans la SFP augmente, jusqu'à 38% pour le CT OAB n°6 alors 100% en prairie permanente. Elle diminue pour le CT OAB n°3 (même si la surface allouée aux prairies permanentes est la même), notamment par l'introduction de luzerne. **La diminution du labour a un intérêt économique : elle permet de diminuer les charges opérationnelles** et assure une bonne efficacité économique (EBE/PB élevé). Les prairies permanentes permettent aussi d'être moins sensible aux variations des rendements inhérents aux prairies temporaires (risque à l'implantation, piétinement au premier pâturage, sélection trop rapide ou disparition d'espèces, …).

ORFEE a été contraint en ce qui concerne la voie animale pour ne pas trop dénaturer la situation initiale. Il a uniquement une liberté sur le nombre d'UGB, de ± 3%, et sur les taux de réforme et de mortalité des veaux avec des seuils minimums à respecter. ORFEE adapte tout de même la taille des troupeaux des nouveaux systèmes (Figure 20). Pour les cinq premiers CT il diminue le nombre d'UGB. Pour deux d'entre eux (CT OAB n°2 et 4), il diminue aussi le nombre de vaches laitières, ce qui permet d'adapter la taille du troupeau aux ressources disponibles sur l'exploitation. Pour deux autres (CT OAB n°3 et 5), il augmente le nombre de vaches laitières,

Tableau 10 : Evolution des niveaux d'autonomie alimentaire, de l'Excédent Brut d'Exploitation sur Produit Brut des CT OAB après application du scénario 1 « Diminution des rendements de 20% »

Autonomie alimentaire massique totale (en %)	CT	CT_{S1}	Evolution par rapport au CT (en %)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	99%	57%	**-23%**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	79%	58%	**-11%**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autoconsommées	92%	72%	**-20%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	92%	90%	**-2%**
CT OAB n°5 : tout herbe avec race croisée	98%	70%	**-28%**
CT OAB n°6 : tout herbe en race mixte	96%	94%	**-2%**

Autonomie alimentaire massique en fourrages conservés (en %)	CT	CT_{S1}	Evolution par rapport au CT (en %)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	100%	56%	**-44%**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	89%	66%	**-23%**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autoconsommées	97%	80%	**-17%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	100%	97%	**-3%**
CT OAB n°5 : tout herbe avec race croisée	100%	80%	**-20%**
CT OAB n°6 : tout herbe en race mixte	100%	100%	**0**

Autonomie alimentaire massique en concentrés (en %)	CT	CT_{S1}	Evolution par rapport au CT (en %)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	93%	82%	**-11%**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	0%	0%	**0**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autoconsommées	47%	0%	**-47%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	62%	56%	**-6%**
CT OAB n°5 : tout herbe avec race croisée	0%	0%	**0**
CT OAB n°6 : tout herbe en race mixte	0%	0%	**0**

EBE/PB (en %)	CT	CT_{S1}	Evolution par rapport au CT (en %)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	53%	38%	**-15%**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	44%	35%	**-9%**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autoconsommées	60%	53%	**-7%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	46%	50%	**+4%**
CT OAB n°5 : tout herbe avec race croisée	54%	56%	**+2%**
CT OAB n°6 : tout herbe en race mixte	61%	58%	**-3%**

RC/UMO exploitant (€)	CT	CT_{S1}	Evolution par rapport au CT (en %)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	50 400	30 674	**-39%**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	26 797	14 712	**-45%**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autoconsommées	37 989	13 518	**-64%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	29 616	28 737	**-3%**
CT OAB n°5 : tout herbe avec race croisée	42 261	53 129	**8%**
CT OAB n°6 : tout herbe en race mixte	85 705	77 722	**-9%**

ce qui permet de diminuer le nombre d'animaux improductifs sur l'exploitation. Les ressources alimentaires sont alors allouées principalement à la production de lait. Pour le CT OAB n°3 ORFEE diminue en plus le taux de renouvellement. Pour quatre CT, la production laitière par vache laitière diminue (de 1% à 5%), ce qui est dû à une moindre quantité de fourrages et/ou de concentrés consommés par vache laitière. En dehors du CT_{S1} OAB n°1 qui distribue moins de concentrés aux vaches laitières que le CT respectif, tous les autres CT_{S1} en distribuent autant voire plus (Tableau 9). Cela permet de compenser la diminution des rendements fourragers et de maintenir la production laitière. En revanche, cela entraîne l'achat nécessaire de plus de concentrés pour l'ensemble des $CT_{S1,}$ avec de potentielles difficultés d'approvisionnement à considérer selon l'environnement socio-économique.

Finalement, les CT sont plus ou moins sensibles à une diminution des rendements en ce qui concerne leur autonomie alimentaire. Quatre CT, à savoir les CT OAB n°5, 1, 3 et 2 sont particulièrement sensibles : leur AAMT diminue respectivement de 28%, 23%, 20% et 11% (Tableau 10). Les CT_{S1} OAB n°4 et 6 sont peu sensibles et maintiennent un haut niveau d'AAMT. Ce sont pourtant des systèmes très différents, qui mettent en évidence des stratégies différentes : le CT_{S1} OAB n°4 est un système herbager avec 14% de maïs dans sa SFP, distribuant plus d'une tonne de concentrés par vache laitière (29% de plus que le CT respectif), alors que le CT_{S1} OAB n°6 est un système entièrement herbager, utilisant peu de concentrés (357 kg par vache laitière). **Le maintien de l'autonomie alimentaire nécessite d'adapter les besoins aux ressources disponibles sur l'exploitation**. Pour le CT_{S1} OAB n°4 ceci implique une diminution des besoins à l'échelle du troupeau en diminuant la taille du troupeau et la productivité laitière. Pour le CT_{S1} OAB n°6, la ration annuelle des vaches laitières étant principalement à base d'herbe, peu d'achats de concentrés sont utiles. Par ailleurs, les ressources sont suffisantes pour que le système soit 100% autonome en fourrages, même en cas de diminution des rendements et sans avoir à diminuer la taille du troupeau. Dans ce cas, il est possible de créer des stocks fourragers pour anticiper les mauvaises années climatiques.

Tous les CT_{S1}, mis à part le CT_{S1} OAB n°1, parviennent à maintenir un EBE/PB proche de leur CT respectif, en sachant que les CT_{S1} OAB n°4 et 5 ont un EBE/PB supérieur à leur CT (Tableau 10). Ce sont les seuls CT_{S1} dont les charges opérationnelles diminuent par rapport au CT, grâce à une optimisation des surfaces en prairies permanentes. Notons que les amortissements et les frais financiers restent inchangés pour l'ensemble des CT puisque les stratégies d'investissement ne changent pas. Les CT OAB n°1, 2 et 3 sont les plus affectés concernant le RC/UMO exploitant. Ils le sont aussi particulièrement en ce qui concerne leur autonomie alimentaire. Inversement, les CT OAB n°4 et 5, qui parviennent à maintenir un niveau d'autonomie alimentaire massique totale élevé (respectivement de 90 et 94%), ne sont que très peu affectés économiquement : leur RC/UMO exploitant diminue respectivement de 3% et 9%. **L'autonomie alimentaire a ainsi un intérêt économique et permet aux systèmes d'être moins vulnérables face aux aléas climatiques**. Le CT OAB n°5 est un peu particulier : l'AAMT diminue de 28% avec la diminution de 20% de son AAMFC, mais c'est pourtant le seul CT qui parvient à avoir de meilleurs résultats économiques après application du scénario 1 « Diminution des rendements de 20% ». Son EBE/PB augmente ainsi de 2% et son RC/UMO exploitant de 8%. Ceci est permis par une augmentation de 1% du produit brut et une diminution des charges opérationnelles (-2%) et de structure (-3%). Les charges opérationnelles diminuent du fait de l'allongement de la durée de vie des prairies temporaires, le système du CT_{S1} étant 100% en prairies permanentes.

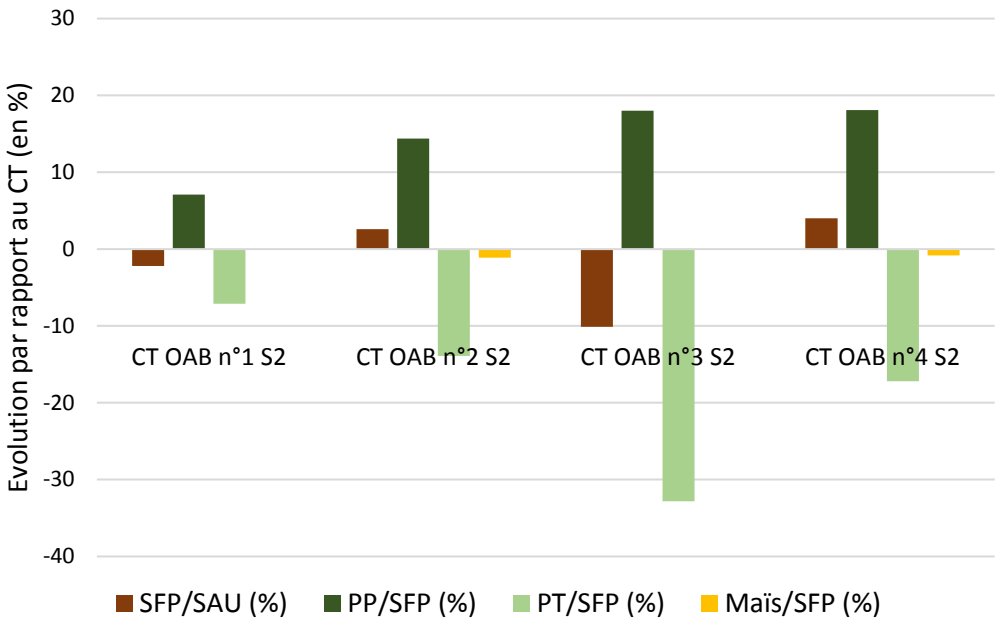


Figure 21 : Evolution des surfaces fourragères des CT OAB après application du scénario 2 « Diminution de la surface labourable »

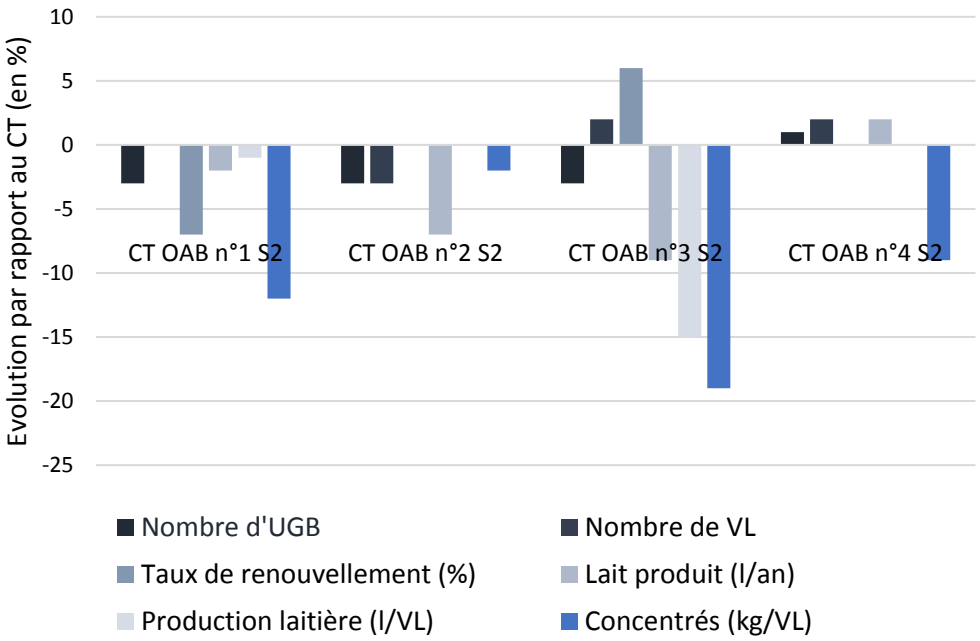


Figure 22 : Evolution des indicateurs de troupeau des CT OAB après application du scénario 2 « Diminution de la surface labourable »

4.3.2. Scénario 2 : Diminution de la surface labourable

En cas de diminution de la surface labourable (Annexe VII), ORFEE ne modifie presque pas la part de SFP dans la SAU (Figure 21). Par conséquent, puisque la part de prairies permanentes dans la SFP augmente, la part de prairies temporaires diminue. Elle diminue de 32% pour le CT OAB n°3 : la SFP du CT_{S2} se décompose en 48 ha de prairies permanentes, 3,6 ha de prairies temporaires (contre 29,6 ha pour le CT), 10,6 ha de luzerne (contre 0 ha pour le CT) et 7,2 ha de mélange céréales-protéagineux.

Les stratégies diffèrent d'un CT à l'autre en ce qui concerne le troupeau (Figure 22). Pour les trois premiers CT, ORFEE diminue le nombre d'UGB de 3%. Pour le CT OAB n°2 il diminue aussi le nombre de vaches laitières, ce qui permet d'ajuster les besoins du troupeau aux ressources. Pour le CT OAB n°1, il augmente le nombre de vaches laitières, diminuant le nombre d'animaux improductifs. ORFEE augmente le nombre d'UGB et le nombre de vaches laitières pour le CT OAB n°4, ce qui signifie que les ressources disponibles sur l'exploitation sont supérieures aux besoins. En effet, l'AAMT du CT OAB n°4 est supérieure à celle du CT respectif. L'ajout de 10 ha de prairies permanentes a permis de maintenir l'AAMFC à 100% ; **la diminution des concentrés distribués par UGB et le maintien des surfaces en mélange céréales protéagineux autoconsommés a permis de diminuer les besoins en concentrés** et d'augmenter l'AAMC de 36%. Pour tous les CT_{S2}, la quantité de concentrés par UGB est inférieure à celle des CT, de -2% pour le CT_{S2} OAB n°2 à -19% pour le CT_{S2} OAB n°3. Ceci entraîne une diminution de la production laitière pour les CT OAB n°1 et 3, mais permet d'adapter les besoins aux ressources limitées sur les exploitations et de limiter les achats de concentrés.

L'autonomie alimentaire massique totale des CT_{S2} est quasi-inchangée par rapport aux CT respectifs (Tableau 11). Elle augmente respectivement de 6% et 4% pour les CT OAB n°2 et 4. Les prairies permanentes n'apparaissent ainsi pas défavorables à un bon niveau d'autonomie alimentaire.

Les systèmes décrits sont moins productifs mais plus économes en intrants et correspondent à un retour vers plus de prairies permanentes. La diminution des charges opérationnelles, liée à une diminution des achats de concentrés et à une diminution du labour, permet de maintenir voire d'augmenter l'EBE/PB (Tableau 11), même en cas de diminution du produit brut (de 1% à 5%). En revanche, le RC/UMO exploitant diminue pour trois CT, avec la diminution la plus importante pour le CT OAB n°1 (-39%). Elle augmente pour le CT OAB n°4 de 31% grâce à une très forte diminution des charges de structure.

4.3.3. Scénario 2.1: Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20%

Les stratégies d'adaptation diffèrent plus d'un CT à l'autre avec ce scénario (Annexe VIII). La part de prairies permanentes dans la SFP augmente, du fait de la contrainte imposée, et la part de prairies temporaires dans la SFP diminue (de -9% à -16%) (Figure 23). Pour l'ensemble des CT, les besoins du troupeau sont adaptés, dans la limite des contraintes imposées sur ORFEE, en : diminuant la taille du troupeau (CT OAB n°2, 3 et 4), diminuant le nombre d'animaux improductifs (CT OAB n°1), diminuant la production laitière par vache laitière (CT OAB n°1, 3 et 4) (Figure 24). Les concentrés distribués aux vaches laitières diminuent pour le CT OAB n°1 (-10%), système distribuant le plus de concentrés. Ils augmentent de 4 à 9% pour les trois autres CT, permettant de compenser la diminution de fourrages disponibles par UGB, et de maintenir la production laitière.

Tableau 11 : Evolution des niveaux d'autonomie alimentaire, de l'Excédent Brut d'Exploitation sur Produit Brut des CT OAB après application du scénario 2 « Diminution de la surface labourable »

AAMT (%)	CT	CT_{S2}	Evolution par rapport au CT (en %)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	99%	99%	**0**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	79%	85%	**+6%**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autocons.	92%	89%	**-3%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	92%	96%	**+4%**

AAMFC (%)	CT	CT_{S2}	Evolution par rapport au CT (en %)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	100%	100%	**0**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	89%	94%	**5%**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autocons.	97%	90%	**-7%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	100%	100%	**0**

AAMC (%)	CT	CT_{S2}	Evolution par rapport au CT (en %)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	93%	93%	**0**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	0%	0%	**0**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autoc.	47%	83%	**+36%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	62%	73%	**+9%**

EBE/PB (en %)	CT	CT_{S2}	Evolution par rapport au CT (en %)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	53%	52%	**-1%**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	44%	45%	**+1%**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autoc.	60%	58%	**-2%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	46%	55%	**+9%**

RC/UMO exploitant (€)	CT	CT_{S2}	Evolution par rapport au CT (en %)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	50 400	30 679	**-39%**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	26 797	25 172	**-6%**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autocons.	37 989	33 188	**-13%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	29 616	38 829	**31%**

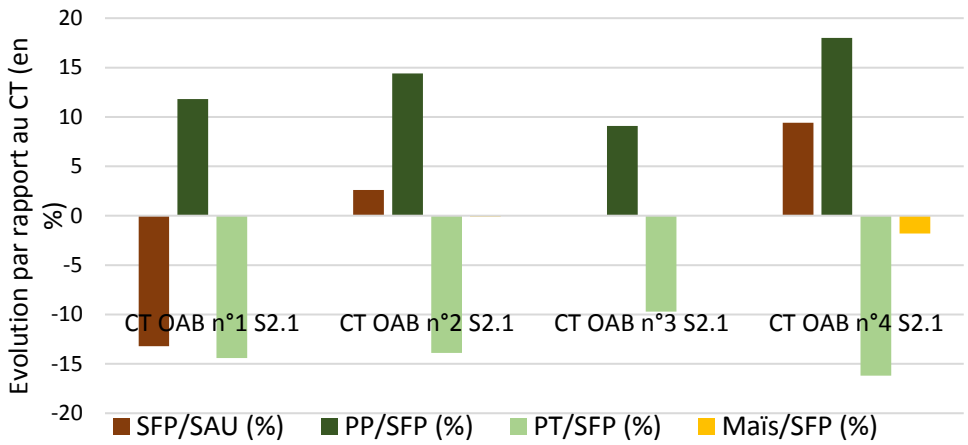


Figure 23 : Evolution des surfaces fourragères des CT OAB après application du scénario 2.1 « Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20% »

L'autonomie alimentaire diminue fortement pour les CT OAB n°1, 2 et 3 (Tableau 12), et se maintient pour le CT OAB n°4. Ceci est dû à une diminution des rendements, impliquant l'achat nécessaire de fourrages et de concentrés pour l'ensemble des CT, dans la mesure des possibilités des systèmes réels confrontée à cette évolution.

L'EBE/PB diminue fortement pour les CT OAB n°1 et 2, moins pour le CT OAB n°3 (-7%). Il augmente de 4% pour le CT OAB n°4. Encore une fois, il semble y avoir une corrélation positive entre le niveau d'autonomie alimentaire massique totale et l'efficacité économique. Le RC/UMO exploitant diminue fortement pour les CT OAB n°1, 2 et 3 (-73% pour le CT OAB n°3). Il ne diminue que de 6% pour le CT OAB n°4, grâce à une très forte diminution des charges de structure par ORFEE. Pour les trois autres CT il y a une diminution du produit brut (de 1% pour le CT OAB n°1 à 12% pour le CT OAB n°3), et une augmentation des charges opérationnelles de 20% pour les trois CT.

La première hypothèse émise en amont de ce travail est que l'autonomie alimentaire a un intérêt économique. Elle est vérifiée à la fois par l'élaboration des CT, puisque les CT les plus autonomes sont les CT les plus performants économiquement, et par les résultats des scénarios 1, 2 et 2.1. Les CT **les moins impactés économiquement par les contraintes imposées sur les systèmes sont les CT qui parviennent à maintenir leur autonomie alimentaire**, à l'exception du CT OAB n°5 pour le scénario n°1. L'autre hypothèse est que les prairies permanentes permettent de diminuer la vulnérabilité des systèmes face aux aléas climatiques. Si l'on compare les résultats des scénarios 1 « Diminution des rendements de 20% » et 2.1 « Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20% », il est difficile d'affirmer ou de réfuter cette hypothèse : pour les deux scénarios l'AAMT et l'EBE/PB des CT sont très proches. Cependant, il est difficile d'interpréter les résultats car la part de prairies permanentes dans la SFP est proche pour les CT_{S1} et $CT_{S2.1.}$ Ainsi, **l'augmentation des surfaces en prairies permanentes est une adaptation proposée par ORFEE pour optimiser les CT en cas de baisse de rendements. Les systèmes basés sur la prairie permanente ajustent mieux leur production aux ressources connues et moins aléatoires en cas d'aléas climatiques que les systèmes basés sur la prairie temporaire**. Pour les systèmes herbagers, qui misent sur la maîtrise des charges, elles permettent de minimiser les charges opérationnelles et d'assurer un bon EBE/PB même en cas d'aléas climatiques.

5. Discussion et perspectives

5.1. Utilisation du modèle et ses limites

Le logiciel ORFEE n'a pas été développé pour modéliser des systèmes biologiques. Par conséquent, il arrive que les systèmes optimisés soient plus productifs et moins économes en intrants que les systèmes initiaux. Par ailleurs, il n'optimise pas toujours les systèmes vers une amélioration de l'autonomie alimentaire : il considère parfois, à juste titre, qu'il est plus intéressant de produire des cultures de vente et d'acheter des concentrés que d'être autonome en concentrés.

Lorsque des nouvelles contraintes sont appliquées sur les systèmes ORFEE diminue souvent les surfaces en prairies temporaires au profit des surfaces en prairies permanentes. Dans ORFEE, les prairies permanentes entraînent moins de charges opérationnelles que les prairies temporaires, puisqu'il n'y a pas de coût d'implantation, ni de coût lié au travail du sol, et les rendements des prairies sont les mêmes (Mosnier et al. 2017). Sous contraintes, ORFEE essaie

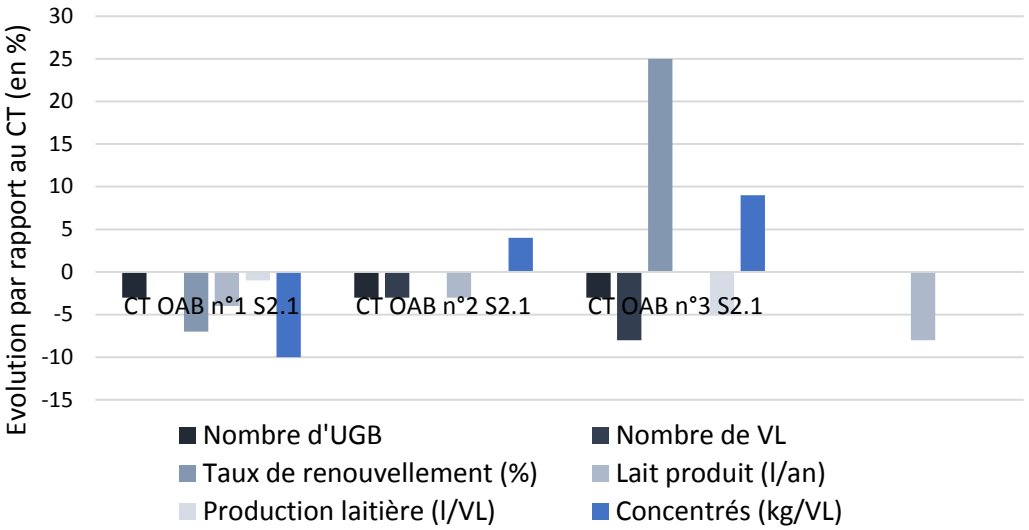


Figure 24 : Evolution des indicateurs du troupeau des CT OAB après application du scénario 2.1 « Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20% »

Tableau 12 : Evolution des niveaux d'autonomie alimentaire, de l'Excédent Brut d'Exploitation sur Produit Brut des CT OAB après application du scénario 2.1 « Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20% »

AAMT (%)	CT	CT_{S2}	Evolution par rapport au CT (%)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	99%	60%	**-29%**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	79%	59%	**-20%**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autoconsommées	92%	74%	**-18%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	92%	88%	**-4%**

AAMFC (%)	CT	CT_{S2}	Evolution par rapport au CT (%)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	100%	82%	**-18%**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	89%	67%	**-23%**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autoconsommées	97%	82%	**-15%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	100%	96%	**-4**

AAMC (%)	CT	CT_{S2}	Evolution par rapport au CT (%)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	93%	59%	**-34%**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	0%	0%	**0**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autoconsommées	47%	0%	**-47%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	62%	54%	**-8%**

EBE/PB (%)	CT	CT_{S2}	Evolution par rapport au CT (%)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	53%	39%	**-14%**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	44%	34%	**-10%**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autoconsommées	60%	53%	**-7%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	46%	50%	**+4%**

RC/UMO exploitant (€)	CT	CT_{S2}	Evolution par rapport au CT (%)
CT OAB n°1 : polyculture élevage	50 400	30 468	**-40%**
CT OAB n°2 : herbager avec maïs	26 797	13 514	**-50%**
CT OAB n°3 : herbager avec cultures autoconsommées	37 989	10 212	**-73%**
CT OAB n°4 : herbager avec maïs en race mixte	29 616	27 703	**-6%**

de diminuer les charges compressibles pour compenser la diminution du produit brut, et ainsi limiter la diminution de l'EBE/PB. Comme il n'y a pas de différence de rendements entre les prairies ceci explique que les prairies permanentes soient privilégiées. Ce résultat est cependant discutable. Un dispositif réunissant plus de 40 partenaires a été mis en place en 2008 à l'initiative de l'Inra et de l'Institut de l'Elevage afin d'acquérir des références précises sur la prairie permanente (Pottier et al. 2012). Pour ce faire, 190 prairies permanentes réparties sur l'ensemble du territoire français ont été suivies sur les années 2009 et 2010. Les résultats de ces suivies montrent que la production annuelle d'herbe est en moyenne de 6,2 tMS par ha. D'après Agreste (2006), le rendement moyen des prairies permanentes est de 5,3 tMS par ha (Figure 34) et le rendement moyen des prairies temporaires varie en fonction de leur âge et de leur utilisation (Figure 34) : les prairies de moins de 3 ans ont un rendement moyen de 5,4 tMS par ha, celles de 3 ans de 10 tMS par ha, et celles de plus de 3 ans de 6,5 tMS par ha. Selon ces études, les rendements sont en moyenne plus élevés pour les prairies temporaires, mais très variables en fonction de la récolte en première année (implantation), des conditions d'utilisation (piétinement) et du climat (sécheresse). Si ORFEE prenait en compte ce résultat, les prairies permanentes seraient peut-être moins privilégiées.

Enfin, ORFEE ne permet pas de modéliser les calendriers fourragers des CT, même s'il modélise la quantité d'herbe pâturée par are et par mois, ou encore la ration mensuelle des animaux présents sur l'exploitation, même si l'on connaît les quantités de concentrés distribués aux animaux à différents âges sur une année. Il ne permet ainsi pas d'aboutir à des CT entièrement détaillés sur le plan de la conduite technique.

5.2. Perspectives de l'étude

Lorsque les scénarios 1, 2 et 2.1 ont été testés sur les CT, ORFEE était fortement contraint concernant les optimisations possibles sur le troupeau. Il serait intéressant de tester les mêmes scénarios mais en laissant plus de liberté sur le cheptel. Le choix de contraindre ORFEE s'est fait en réflexion avec les experts du projet OptiAliBio et s'explique par les réflexions menées par les éleveurs en conversion AB. Lorsqu'ils se convertissent, la plupart réfléchissent leur assolement de façon à adapter leurs ressources aux besoins du troupeau, et non l'inverse. Le plus souvent, et en particulier pour les élevages qui ont des systèmes plus intensifs et éloignés des systèmes bio (peu herbagers, avec beaucoup de maïs dans la SFP), les deux années de conversion sont difficiles : ils produisent sous le cahier des charges AB mais ils n'ont pas encore la plus-value des prix AB. Comme ils ont du mal à adapter leur système fourrager pendant ces deux années, ils doivent continuer à produire du lait en quantité pour assurer les résultats économiques. La réflexion sur le troupeau est effectuée plus tardivement, lorsque le système est en croisière. Les éleveurs ont alors moins peur de voir les litres de lait produits diminuer, et réfléchissent davantage à adapter les besoins du troupeau aux ressources disponibles sur l'exploitation, dans une optique d'autonomie alimentaire et de diminution des charges.

Différents scénarios concernant la voie animale pourraient être testés sur les CT, en lien avec les leviers mis en place par les éleveurs pour être autonome en cas d'aléas climatiques, relevés lors des enquêtes menées dans le cadre du projet OptiAliBio (Dubois, 2017) : vêlages groupés, introduction de nouvelles races dans le troupeau, diminution du taux de renouvellement, etc.

Enfin, ce travail pourrait être étendu à l'échelle nationale, afin de créer des banques de CT dans les différentes régions d'élevages de France, ou encore aux élevages bovins viande et mixtes. Les six CT seront disponibles sur le site web du projet OptiAliBio et d'autres pourraient venir s'y additionner.

Conclusion

L'autonomie alimentaire des élevages bovins lait biologiques du Grand Ouest est élevée et atteint en moyenne 90%, mais des disparités existent entre les systèmes. La bibliographie et les travaux préalables à la modélisation des cas-types permettent d'expliquer ces disparités. L'autonomie alimentaire des systèmes dépend des choix des éleveurs et du contexte socio-économique, qui définit les possibilités d'achats. Une quantité importante de concentrés distribués par UGB et une part élevée de maïs dans la SFP sont défavorables à un haut niveau d'autonomie alimentaire ; les systèmes les plus productifs, moins économes en intrants, ont moins de chance d'être autonomes. L'autonomie dépend aussi du climat, en particulier des conditions printanières pour les systèmes fourragers biologiques du Grand Ouest. Celles-ci conditionnent la pousse de l'herbe au printemps, les stocks annuels de fourrages, la composition florale des prairies, la sortie au pâturage des animaux, etc.

L'autonomie alimentaire a plusieurs intérêts. Elle sécurise les systèmes biologiques, en minimisant leur dépendance aux achats extérieurs et aux cours mondiaux. Elle assure aussi la traçabilité des aliments distribués aux animaux, répondant ainsi aux attentes des consommateurs. Dans un contexte de changement climatique, où les aléas climatiques sont de plus en plus intenses et fréquents, les systèmes biologiques les plus résilients sont ceux sont qui parviennent à rester autonomes.

La modélisation avec ORFEE de cas-types autonomes (Annexe XI), vivables quant à la charge de travail, viables économiquement et reproductibles permet de fournir des repères technico-économiques, notamment aux éleveurs en conversion AB ou en réorientation de leur système. Les six cas-types réalisés montrent que des systèmes pourtant diversifiés peuvent tout autant être autonomes et efficaces économiquement.

Par ailleurs, les simulations effectuées sur les cas-types permettent de discuter les hypothèses émises en amont, même s'il est impossible de les affirmer ou de les réfuter avec seulement six cas-types. Deux hypothèses avaient été émises : l'autonomie alimentaire permet d'améliorer les résultats économiques des élevages bovins lait biologiques et les prairies permanentes permettent d'être plus résilients face aux aléas climatiques. L'analyse des adaptations proposées par ORFEE pour optimiser les cas-types sous contraintes confirme l'intérêt de l'autonomie alimentaire d'un point de vue économique. Les prairies permanentes permettent de sécuriser les systèmes en assurant de bons rendements même lors des mauvaises années climatiques et en minimisant les charges opérationnelles. De ce fait, elles permettent au système d'être moins vulnérables aux aléas climatiques. Les simulations effectuées sur les cas-types montrent finalement que **la résilience face aux aléas climatiques dépend beaucoup de la capacité des systèmes à adapter les ressources disponibles sur l'exploitation aux besoins du troupeau.**

Enfin, dans une perspective de changement d'échelle, l'agriculture doit maintenir une faible empreinte environnementale et garantir une traçabilité pour répondre aux attentes sociétales d'aujourd'hui et demain.

Bibliographie

ADEME, 2012. Diagnostic de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique – Adaptation au changement climatique [Réalisation sous la direction de Phillips C – Equipe de rédaction principale Bailly B., Delachenal M., Glon M.]. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), 53 p.

Agence Bio, 2013. L'agriculture biologique : ses acteurs, ses produits, ses territoires. Chiffres clés. Edition 2013, 240 p.

Agence Bio, 2016. La Bio en France, des Producteurs aux Consommateurs. Deuxième édition 2016. Les carnets de l'Agence Bio.

Agreste, 2006. Agreste Les Dossiers n°8 - Juillet 2010, 55-80.

Arrouays D., Balesdent J., Germon J.C. et al., 2002. Stocker du carbone dans les sols agricoles de France. Expertise scientifique collective, 334 p.

Boyer S., Bellamy J.P., Belot P.E., Sarzeaud P., 2016. Guide méthodologique pour l'élaboration de cas-types. Méthode du dispositif INOSYS-Réseaux d'élevage, 90 p.

Brunschwig P., Devun J., Guinot C., Ballot N., Bèche J.M., Le Doaré C., 2012. L'autonomie alimentaire des troupeaux bovins en France : état des lieux et perspectives. Plaquette, 6 p.

Commission Européenne, 2007. Règlement (CE) n°834/2007.

Commission Européenne, 2008. Règlement (CE) n°889/2008 de la Commission Européenne du 05/09/2008 modifié portant modalités d'application du règlement (CE) n° 834/2007 du Conseil relatif à la production et à l'étiquetage des produits biologiques en ce qui concerne la production biologique, l'étiquetage et les contrôles. Article 19 du règlement (CE) N°889/2008.

Drieu C., 2016. Conception d'un outil d'autodiagnostic sur l'autonomie alimentaire en élevage bovin biologique. Mémoire de fin d'études de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage. Rennes : AgroCampus Ouest, 70 p.

Dubois E., 2017. Vulnérabilité climatique : les leviers mis en place pour une meilleure autonomie des élevages bovins biologiques. Mémoire de fin d'études de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage. Rennes : AgroCampus Ouest, 77 p.

Mosnier C., Duclos A., Agabriel J., Gac A., 2017. Orfee: a bio-economic model to simulate

integrated and intensive management of mixed crop-livestock farms and their greenhouse gas emissions. Agricultural Systems 157 (2017) 202-215.

FranceAgriMer, 2016. La filière du lait de vache biologique en France. Les études de FranceAgriMer, Édition décembre 2016.

Gerber P.J., Steinfield H., Henderson B., Mottet A., Opio C., Dijkman J., Falcucci A., Tempio G., 2013. Tacking climate change through livestock - A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

GIEC, 2007. Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Equipe de rédaction principale, Pachauri R.K. et Reisinger A.]. GIEC, Genève Suisse, 103 p.

GIEC, 2014. Résumé à l'intention des décideurs de la synthèse du 5e rapport d'évaluation du GIEC. Point Focal en France - Novembre 2014, 40 p.

Institut de l'Elevage, 2017. Autonomie alimentaire et résistance aux aléas climatiques. CASDAR OptiAliBio.

Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 2015. Les prairies permanentes, Cap sur la PAC 2015-2020. Le "Paiement Vert", Version révisée du 24 avril 2015.

Peyraud J.L., Peeters A., De Vliegher A., 2012. Place et atouts des prairies permanentes en France et en Europe. Fourrages, 211, 195-204.

Pottier E., Michaud A., Farrié J.P., Plantureux S., Baumont R., 2012. Les prairies permanentes françaises au coeur d'enjeux agricoles et environnementaux. Innovations Agronomiques 25 (2012), 85-97.

Rouillé B., Devun J., Brunschwig P., 2014. L'autonomie alimentaire des élevages bovins français. OCL 2014, 21 (4) D404.

Rouquette J.L., Pflimlin A., 1995. Les grandes régions d'élevage : proposition de zonage pour la France. IVe Symp. Int. sur la Nutrition des Herbivores, Supplément Institut de l'Elevage.

CITEPA, 2017. CITEPA/format SECTEN - avril 2017 - CITEPA-SEQE-Plan Climat.xlsx [En ligne]. Disponible sur : https://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/secten#Evolution_emi_gd_secteurs. Consulté le 02/04/2017.

Institut de l'Elevage, 2017. IPAMPA Lait de vache - mise à jour mai 2017 [En ligne]. Disponible sur: http://idele.fr/services/outils/ipampa.html. Consulté le 07/08/2017.

Annexes

Annexe I : Indicateurs retenus pour la base de données OptiAliBio (Drieu, 2016)

Autonomie alimentaire		
Indicateurs	**Unités**	**Calculs**
Autonomie alimentaire massique de la ration totale	%	(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 coproduits concentrés + (Total UGB présents*4,75 - Quantité de fourrages utilisés))
Autonomie alimentaire massique en fourrages conservés	%	(Quantité de fourrages utilisés-Quantité de fourrages achetés) / (Quantité de fourrages utilisés)
Autonomie alimentaire massique en concentrés	%	Quantité de concentrés prélevés / (Quantité de concentrés prélevés + Quantité de concentrés achetés + Quantité de coproduits concentrés)
Autonomie alimentaire protéique en concentrés	%	Quantité de concentrés protéiques prélevée*Valeur MAT / (Quantité de concentrés protéiques prélevée*Valeur MAT + Quantité de concentrés protéiques achetée*Valeur MAT)
Consommation ou non de concentrés		
Consommation ou non de concentrés protéiques		
Climat		
Indicateurs	**Unités**	**Calculs**
Précipitations – Evapotranspiration potentielle en hiver (décembre, janvier, février)	mm/j	PP-ETP en été (Juillet, Août)
Précipitations – Evapotranspiration potentielle au printemps (mars, avril, mai, juin)	mm/j	PP-ETP à l'automne (Septembre, Otcobre, Novembre)
Précipitations – Evapotranspiration potentielle en été (juillet, août) (mm)	mm/j	PP-ETP en hiver (Décembre de l'année précédente, Janvier, Février)
Précipitations – Evapotranspiration potentielle en automne (septembre, octobre, novembre)	mm/j	PP-ETP au printemps (Mars, Avril, Mai, Juin)
Nombre de jours échaudants en juin, juillet et août		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 (degrés jours)		Sur les données quotidiennes : T= Tmoyen=(Tmin+Tmax)/2 Si T<0; Tcumul=0°C Si T>18; Tcumul=18°C Si 0<T<18; Tcumul=T Somme des températures (1erfévrier-date)=somme(Tcumul) Différence = Somme des températures (1erfévrier-date) - Somme de référence

Assolement		
Indicateurs	**Unités**	**Calculs**
Indice de Shannon - diversité de l'assolement		H=-Somme (pi*Ln (pi)) où pi : 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
Surface Agricole Utile (SAU)	ha	
Part de prairies permanentes dans la SAU	%	Surface toujours en herbe/SAU
Part de prairies temporaires dans la SAU	%	(SFP en herbe-Surface toujours en herbe)/SAU
Part de surface labourable dans la SAU	%	Surface labourable/ SAU
Part de surface en interculture (cultures intercalaires et dérobés) dans la surface labourable	%	(Cultures intercalaire s+ Dérobés internes SFP + Dérobés externes SFP)/Surface labourable
Pourcentage de maïs fourrage dans la Surface Fourragère Principale (SFP)	%	Surface de maïs ensilage/Surface de SFP
Troupeau		
Indicateurs	**Unités**	**Calculs**
Part d'UGB de l'atelier BL sur les UGB totaux Ou Part d'UGB de l'atelier BV sur les UGB totaux		UGB BL/UGB totaux UGB BV/UGB totaux
Taux de renouvellement		
Chargement apparent (UGB/ha)	UGB/ha de SFP	
Quantités de concentrés consommés par UGB	kg/UGB	((Quantité de co produits concentrés + Quantité de concentrés prélevés + Quantité de concentrés achetés)*10^3)/ UGB
Performances		
Indicateurs	**Unités**	**Calculs**
Production de lait par vache laitière Ou Production de viande par UGB BV	L/VL Kgvv/UGB	Lait produit/Nombre de VL Viande produite/UGB abattus
Production de lait par ha de SAU Ou Production de viande par ha de SAU	L/ha Kgvv/ha	Lait produit/SAU Viande produite/SAU
Revenu disponible par unité de main d'œuvre familiale	€/UMO familiale	(Excédent brut d'exploitation-Annuités des emprunts LMT)/UMO exploitant

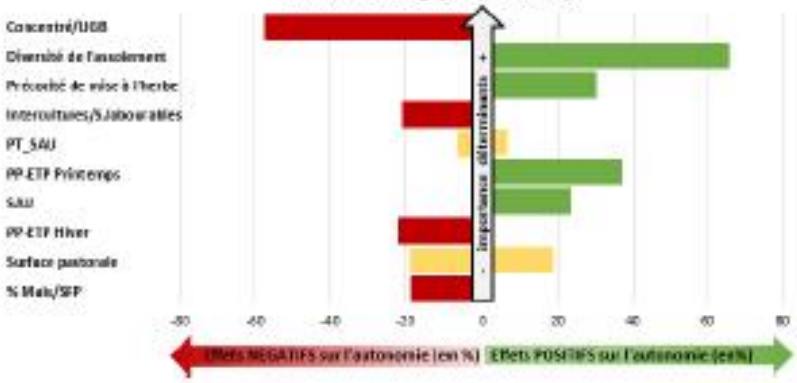
Annexe II : Gazette OptiAliBio n°5 – Mars 2017

À LA UNE

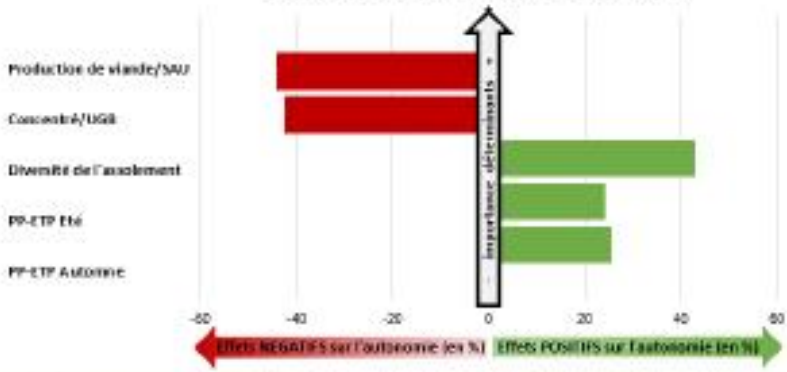
Le 30/01/2017 se tenait le 3ème comité de pilotage du programme OPTIALIBIO à la MNE (Paris). Une synthèse des résultats des axes 1, 2, 3 a été présentée puis approuvée par les participants. Elle porte sur l'analyse des déterminants de l'autonomie à l'échelle nationale et sur un focus de ces déterminants sur les régions Massif central et Grand Ouest. Ce travail vient en conclusion des axes 1 et 2 faisant l'objet d'une synthèse exhaustive prochainement disponible.

MISE A JOUR DES DETERMINANTS DE L'AUTONOMIE A L'ECHELLE NATIONALE

Déterminants de l'autonomie alimentaire massique totale en élevage bovin lait biologique (AAMT-BL)



Déterminants de l'autonomie alimentaire massique totale en élevage bovin viande biologique (AAMT-BV)



La régression logistique permet d'obtenir les déterminants de l'autonomie alimentaire. Sur les graphiques figurent en abscisse les amplitudes de variation de chaque déterminant. Les calculs d'amplitudes sont basés sur les écart-types des variables pour s'affranchir des différences d'unités. Les déterminants en jaune sont ceux pour lesquels une variation de leur valeur peut avoir un effet positif ou négatif sur l'autonomie. L'amplitude de variation s'interprète comme suit : si la valeur de concentré/UGB augmente de un écart-type (amplitude de variation = -56,4) alors les chances d'être autonome diminue de 56% (sans modification des valeurs des autres variables).

1

ZOOM SUR LES DETERMINANTS DE L'AUTONOMIE MASSIQUE TOTALE (AAMT) AU NIVEAU DU GRAND OUEST ET DU MASSIF CENTRAL

DES DETERMINANTS PROPRES A CHAQUE REGION

AAMT bovin lait

Au niveau du **Massif central**, les trois principaux déterminants sont :

- les concentrés par UGB (-)
- la diversité d'assolement (+)
- la SAU (+)

Au niveau de la région **Grand Ouest**, les principaux déterminants de l'AAMT sont :

- les concentrés par UGB (-)
- la précocité (+)
- les précipitations au printemps (PP_ETP) (+)

AAMT bovin viande

En bovin viande et au niveau du **Massif central**, les trois principaux déterminants sont :

- la production de viande par SAU (-)
- le pourcentage de maïs dans la SFP (NI)
- les concentrés par UGB (-)

Au niveau de la région **Grand Ouest**, les principaux déterminants de l'AAMT sont :

- les concentrés par UGB (-)
- les précipitations au printemps (+)
- le pourcentage de maïs dans la SFP (-)

FOCUS SUR LES EXPLOITATIONS ECONOMIQUEMENT EFFICIENTES

Les résultats suivants sont issus d'une procédure de caractérisation d'une variable qualitative (SPAD)

Les exploitations les plus efficientes (%EBE/Produit Brut) ont été déterminées comme celles étant supérieures à la médiane de l'échantillon bovin lait pour chaque année de la série (2000-2013).

VARIABLES CARACTERISANTES DU GROUPE AYANT LE MEILLEUR %EBE/PB EN BOVIN LAIT :

Variables favorables Au %EBE/PB	Nombre d'année où la variable est caractérisante de la meilleure classe %EBE/PB (/14 années)	Variables défavorables Au %EBE/PB	Nombre d'année où la variable est caractérisante de la meilleure classe %EBE/PB (/14 années)
Efficience alimentaire	12	Concentrés/UGB	3
Autonomie alimentaire	10	Variables liées à l'utilisation de maïs	3
Production autonome de lait	8	Nombre de jours échaudant	2
Surfaces toujours en herbe	3		

L'efficience alimentaire mesure l'efficience de la transformation des intrants par le système de production et évalue l'efficacité économique des intrants utilisés.La surface toujours en herbe est caractérisante d'une meilleure efficacité économique sur 3 années (2009,2011 et 2004).

A VENIR ...

Etude des stratégies innovantes et mise à jour des cas types bovin lait et viande en bio :

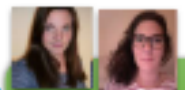
Des enquêtes qualitatives en exploitation vont prochainement étudier les stratégies innovantes permettant d'atteindre un bon niveau d'autonomie et une bonne efficacité économique (Elisa DUBOIS, AgroCampus Ouest). Sur le plan national, les cas-types bovin lait et viande en AB vont être répertoriés, éventuellement actualisés, et testés sur le plan de l'autonomie alimentaire, de l'efficience (modèle ORPHEE, INRA) et de la résistance aux aléas climatiques (Rami FOURRAGER) (Morgane COTY, AgroCampus Ouest).

Séminaire de travail les 4 &5 juillet 2017 :

Programmé sur 2 journées à la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, il a pour vocation de faire le point, axe par axe, des travaux en cours. Le programme vous parviendra courant avril.

CONTACTS

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



Morgane COTY
Elisa DUBOIS
- Stagiaires Agrocampus Ouest - OptiAlBio
- IDELE - Service Fourrages et Pastoralisme
- morgane.coty@idele.fr
- elisa.dubois@idele.fr

Annexe III : Indicateurs retenus pour l'élaboration des pré-cas-types et cas-types

Catégorie	Indicateurs	Sigle	Unité
Caractéristiques structurelles	Type de sol Surface Agricole Utile Surface Fourragère Principale Part de surface labourable Unité de main d'œuvre Unité de main d'œuvre exploitant	 SAU SFP UMO UMO exploitant	 ha ha %
Troupeau	Nombre d'Unité Gros Bétail Nombre de vaches laitières Race Litres de lait vendu Chargement	UGB	 l UGB/ha de SFP
Assolement	Prairies permanentes Prairies temporaires Maïs ensilage Cultures	PP PT	ha et % de SFP ha et % de SFP ha et % de SFP ha et % de SAU
Indicateurs techniques du troupeau	Production laitière Taux butyreux moyen Taux protéique moyen Période de vêlage Age au vêlage Taux de renouvellement Concentrés	 TB moyen TP moyen	l/VL g/l g/l mois % kg/VL
Production de l'atelier lait	Lait produit Lait vendu (laiterie) Prix de vente du lait		l l €/1000l
Conduite du troupeau			
Résultats économiques	Produit Brut Produit Brut sur Unité de Main d'Œuvre exploitant Charges Opérationnelle Charges Opérationnelles sur Produit Brut Charges de Structure Charges de Structure sur Produit Brut Excédent Brut d'Exploitation Excédent brut d'Exploitation sur Produit Brut Excédent Brut d'Exploitation sur Unité de Main d'Œuvre exploitant Amortissement Frais Financiers Résultat Courant Résultat Courant par Unité de Main d'Œuvre exploitant	PB PB/UMO exploitant CO CO/PB CS CS/PB EBE EBE/PB EBE/UMO exploitant RC RC/UMO exploitant	€ € € % € % € % € € € € €
Répartition des vêlages			
Autonomie alimentaire	Autonomie alimentaire Massique Totale Autonomie alimentaire Massique en Fourrages Conservés Autonomie alimentaire Massique en Concentrés	AAMT AMMFC AMMC	% % %
Atouts et contraintes			

Annexe IV : Principales caractéristiques des pré-cas-types OptiAliBio

	Pré CT OAB n°1	Pré CT OAB n°2	Pré CT OAB n°3	Pré CT OAB n°4	Pré CT OAB n°5	Pré CT OAB n°6	Moyenne BDD OAB (n=515)
Nom Pré CT	Système polyculture herbager de grande dimension	Système laitier herbager avec maïs	Système herbager avec cultures autoconsommées	Système laitier herbager avec maïs en race mixte	Système tout herbe en race croisée	Système tout herbe en race mixte	
Région	Normandie	Pays de la Loire	Normandie	Bretagne	Normandie	Normandie	
UMO	4	2,2	2	2	1,2	1,8	
UMO exploitant	4	2	2	2	1	1	
SAU (ha)	267	77	84	70	57	96	
SFP/SAU (%)	78 %	90 %	95 %	91 %	100 %	100 %	
PP/SFP (%)	25 %	15 %	76 %	3 %	0 %	26 %	
Maïs/SFP (%)	0 %	11 %	0 %	11 %	0 %	0 %	
Lait produit (l/an)	804 502	327 482	318 900	396 696	262 307	389 388	319 127 Sd=156342,6
Nombre de vaches laitières	141	68	73	64	57	77	60 Sd=24,8
Race	Normande	Normande	Prim'Holstein	Normande + Prim' Holstein	Jersiaise x Normande x Montbéliarde x Prim'Holstein	Prim'Holstein + Montbéliarde	
Chargement (UGB/ha de SFP)	1,1	1,6	1,3	1,6	1,3	1,3	
Production laitière (l/VL/an)	5 712	4 816	5 122	6 217	4 602	5 282	5 292 Sd=989,1
Concentrés/VL (kg/VL)	129	581	584	422	0	235	585 Sd=351,1
AAMT (%)	94 %	98 %	79 %	96 %	100 %	96 %	90 % Sd=89,7
AAMFC (%)	100 %	100 %	85 %	95 %	100 %	96 %	90 % Sd=14,3
AAMC (%)	58 %	71 %	0 %	74 %		0 %	59 % Sd=34,3
EBE/PB (%)	36 %	36 %	44 %	44 %	43 %	45 %	39 % Sd=9,9
RC/UMO exploitant (€)	30 687	34 605	7 991	29 826	56 538	68 993	20 949 Sd=14445,2

Annexe V : Principales caractéristiques des cas-types OptiAliBio

	CT OAB n°1	CT OAB n°2	CT OAB n°3	CT OAB n°4	CT OAB n°5	CT OAB n°6	Moyenne CT OAB
Nom CT	Système polyculture herbager de grande dimension	Système laitier herbager avec maïs	Système herbager avec cultures autoconsommées	Système laitier herbager avec maïs en race mixte	Système tout herbe en race croisée	Système tout herbe en race mixte	
Région	Normandie	Pays de la Loire	Normandie	Bretagne	Normandie	Normandie	
UMO	4	2,2	2	2	1,2	1,8	
UMO exploitant	4	2	2	2	1	1	
SAU (ha)	267	77	84	70	57	94	108 Sd=71,9
SFP/SAU (%)	67 %	83 %	93 %	74 %	100 %	100 %	86 % Sd=12,4
PP/SFP (%)	32 %	16 %	51 %	4 %	67 %	62 %	38 % Sd=23,4
Maïs/SFP (%)	0 %	16 %	0 %	15 %	0 %	0 %	5 % Sd=7,3
Lait produit (l/an)	773 251	358 941	375 400	386 560	253 725	390 285	423 027 Sd=162248,9
Nombre de VL	140	71	74	62	55	74	79 Sd=28,0
Race	Normande	Normande	Prim'Holstein	Normande + Prim' Holstein	Jersiaise x Normande x Montbéliarde x Prim'Holstein	Prim'Holstein + Montbéliarde	
Chargement (UGB/ha de SFP)	1,4	1,6	1,2	1,6	1,4	1,2	1,4 Sd=0,2
Production laitière (l/VL/an)	5 220	4 917	5 372	6 040	4 475	5 347	5 229 Sd=475,7
Concentrés/VL (kg/VL)	1 220	606	438	1 144	27	240	613 Sd=440,6
AAMT (%)	99 %	79 %	92 %	92 %	98 %	96 %	93 % Sd=6,6
AAMFC (%)	100 %	89 %	97 %	100 %	100 %	100 %	98 % Sd=4,0
AAMC (%)	93 %	0 %	47 %	62 %	0 %	0 %	34 % Sd=36,2
EBE/PB (%)	53 %	44 %	60 %	46 %	54 %	61 %	53 % Sd=6,4
RC/UMO exploitant (€)	50 400	26 797	37 989	29 616	42 261	85 705	46 628 Sd=19602,2

Annexe VI : Principales caractéristiques des cas-types OptiAliBio S1, après application du scénario 1 « Diminution des rendements de 20% »

Scénario 1	CT OAB n°1	CT OAB n°2	CT OAB n°3	CT OAB n°4	CT OAB n°5	CT OAB n°6	Moyenne CT_{S1} OAB
Nom CT	Système polyculture herbager de grande dimension	Système laitier herbager avec maïs	Système herbager avec cultures autoconsommées	Système laitier herbager avec maïs en race mixte	Système tout herbe en race croisée	Système tout herbe en race mixte	
Région	Normandie	Pays de la Loire	Normandie	Bretagne	Normandie	Normandie	
UMO	4	2,2	2	2	1,2	1,8	
UMO exploitant	4	2	2	2	1	1	
SAU (ha)	267	77	84	70	57	96	109 Sd=17,2
SFP/SAU (%)	52 %	85 %	100 %	84 %	100 %	100%	87 % Sd=32,4
PP/SFP (%)	38 %	27 %	48 %	22 %	100 %	100%	56 % Sd=32,4
Maïs/SFP (%)	0 %	15 %	33 %	14 %	0 %	0%	5 % Sd=6,8
Lait produit (l/an)	759 705	334 356	393 300	357 068	258 171	381 342	413 990 Sd=160662
Nombre de VL	140	68	75	62	56	74	79 Sd=28,2
Race	Normande	Normande	Prim'Holstein	Normande + Prim' Holstein	Jersiaise x Normande x Montbéliarde x Prim'Holstein	Montbéliarde + Prim'Holstein	
Chargement (UGB/ha de SFP)	1,5	1,5	1,1	1,6	1,4	1,2	1,4 Sd=0,1
Production laitière (l/VL/an)	5 168	4 917	5 244	5 759	4 470	5 319	5 146 Sd=392,7
Concentrés (kg/VL)	1 096	617	451	1 473	69	357	677 Sd=471,9
AAMT (%)	57 %	58 %	72 %	90 %	70 %	94%	74 % Sd=14,3
AAMFC (%)	56 %	66 %	80 %	97 %	80 %	100%	80 % Sd=15,6
AAMC (%)	82 %	0 %	0%	56 %	0 %	0%	23 % Sd=33,4
EBE/PB (%)	38 %	35 %	53 %	50 %	56 %	58%	48 % Sd=8,8
RC/UMO exploitant (€)	30 674	14 712	13 518	28 737	53 132	77 722	36 417 Sd=22630,6

Annexe VII : Principales caractéristiques des cas-types OptiAliBio S2, après application du scénario 2 « Diminution de la surface labourable »

Scénario 2 : Augmentation de la surface non labourable	CT OAB n°1 (augmentation de 20%)	CT OAB n°2 (augmentation de 10 ha)	CT OAB n°3 (augmentation de 20%)	CT OAB n°4 (augmentation de 10 ha)	Moyenne CT_{S2} OAB
Nom CT	Système polyculture herbager de grande dimension	Système laitier herbager avec maïs	Système herbager avec cultures autoconsommées	Système laitier herbager avec maïs en race mixte	
Région	Normandie	Pays de la Loire	Normandie	Bretagne	
UMO	4	2,2	2	2	
UMO exploitant	4	2	2	2	
SAU (ha)	267	77	84	70	125 Sd=82,4
SFP/SAU (%)	65 %	85 %	83 %	78 %	78 % Sd=7,8
PP/SFP (%)	36 %	31 %	69 %	22 %	39 % Sd=17,8
Maïs/SFP (%)	0 %	15 %	0 %	15 %	7,2 % Sd=7,2
Lait produit (l/an)	759 705	334 356	341 834	392 600	457 124 Sd=176126,6
Nombre de VL	140	68	68	63	85 Sd=32,1
Race	Normande	Normande	Prim'Holstein	Normande + Prim' Holstein	
Chargement (UGB/ha de SFP)	1,2	1,5	1,4	1,6	1,4 Sd=0,1
Production laitière (l/VL/an)	5 168	4 917	5 102	6 040	5 307 Sd=433
Concentrés (kg/VL)	1 096	594	393	1 044	782 Sd=297,4
AAMT (%)	99 %	85 %	89 %	96 %	92 % Sd=5,5
AAMFC (%)	100 %	94 %	90 %	100 %	96 % Sd=4,2
AAMC (%)	93 %	0 %	83 %	73 %	62 % Sd=36,6
EBE/PB (%)	52 %	45 %	58 %	55 %	53 % Sd=4,8
RC/UMO exploitant (€)	30 679	25 172	33 188	38 829	31 967 Sd=4909,4

Annexe VIII : Principales caractéristiques des cas-types OptiAliBio S2.1, après application du scénario 2.1 « Diminution de la surface labourable et diminution des rendements de 20% »

Scénario 2.1 : Augmentation de la surface non labourable, diminution des rendements de -20%	CT OAB n°1 (augmentation de la surface non labourable de 20%)	CT OAB n°2 (augmentation de la surface non labourable de 10 ha)	CT OAB n°3	CT OAB n°4 (augmentation de la surface non labourable de 10 ha)	Moyenne $CT_{S2.1}$ OAB
Nom CT	Système polyculture herbager de grande dimension	Système laitier herbager avec maïs	Système herbager avec cultures autoconsommées	Système laitier herbager avec maïs en race mixte	
Région	Normandie	Pays de la Loire	Normandie	Bretagne	
UMO	4	2,2	2	2	
UMO exploitant	4	2	2	2	
SAU (ha)	267	77	84	70	125 Sd=82,4
SFP/SAU (%)	54 %	85 %	100 %	84 %	81 % Sd=16,7
PP/SFP (%)	57 %	31 %	57 %	22 %	38 % Sd=13,1
Maïs/SFP (%)	0 %	15 %	0 %	14 %	7 % Sd=7,2
Lait produit (l/an)	759 705	334 356	352 038	357 068	450 792 Sd=178550,1
Nombre de VL	140	68	69	60	84 Sd=32,4
Race	Normande	Normande	Prim'Holstein	Normande + Prim' Holstein	
Chargement (UGB/ha de SFP)	1,4	1,5	1,1	1,4	1,4 Sd=0,1
Production laitière (l/VL/an)	5 168	4 917	5 102	5 759	5 237 Sd=315,4
Concentrés (kg/VL)	1 094	629	478	1 208	852 Sd=306,1
AAMT (%)	60 %	59 %	74 %	88 %	70 % Sd=11,8
AAMFC (%)	82 %	67 %	82 %	96 %	82 % Sd=10,3
AAMC (%)	59 %	0 %	0 %	54 %	28 % Sd=28,3
EBE/PB (%)	39 %	34 %	53 %	50 %	43 % Sd=7,0
RC/UMO exploitant (€)	30 468	13 514	10 212	27 703	20 474 Sd=98744,8

Annexe IX : Cas-type OptiAliBio n°1 « Système polyculture élevage de grande dimension »

Cas-type OptiAliBio
CT OAB n°1

SYSTEME POLYCULTURE ELEVAGE DE GRANDE DIMENSION

Caractéristiques structurelles
- Sols limoneux argileux profonds
- 267 ha de SAU
- 209 ha de SFP, soit 78%
- 215 ha labourable, soit 81%
- 4 Unités de main d'œuvre dont 4 exploitants

Objectifs
- Autonomie alimentaire élevée
- Livrer du lait toute l'année à la laiterie

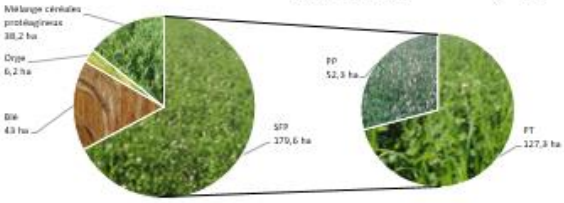
Localisation

Troupeau
- 213 UGB
- 148 vaches laitières
- Race: Normande
- 738 978 l vendu
- 1,4 UGB/ha de SFP

Assolement

SFP	%SFP
52,3 ha de prairies permanentes	29%
127,3 ha de prairies temporaires	71%
0 ha de maïs	0%

Cultures	%SAU
43 ha de blé (vendu)	16%
38,2 ha de céréales protéagineux	15%
6,2 ha d'orge (vendu)	2%

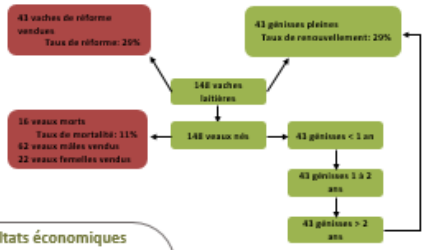


Indicateurs techniques du troupeau
- Production laitière: 5 220 l/VL
- TB moyen: 41,6 g/l
- TP moyen: 34,1 g/l
- Période de vêlage: Etalée
- Age au vêlage: 36 mois
- Taux de renouvellement: 29%
- Concentrés: 1 220 kg/VL

Production de l'atelier lait

Lait produit	773 252 l	
Lait vendu (laiterie)	738 978 l	442€/1000l

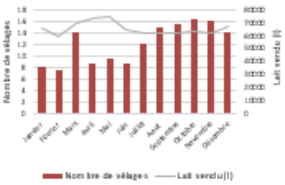
Conduite du troupeau



Résultats économiques

Produit Brut	553 534 €
PB/UMO exploitant	**138 386 €**
Charges opérationnelles (CO)	143 853 €
CO/PB (%)	26 %
Charges de structure	116 859 €
CS/PB (%)	21 %
Excédent Brut d'Exploitation (EBE)	292 822 €
EBE/PB (%)	**53 %**
EBE/UMO exploitant	**73 206 €**
Amortissement	80 953 €
Frais Financiers	10 271 €
Résultat courant (RC)	**201 598 €**
RC/UMO exploitant	**50 400 €**

Répartition des vêlages



Atouts et contraintes
+ 36 ha de cultures et prairies sur des sols limoneux profonds > sols à bon potentiel
- 44 ha de sols argileux et froid > sols à moins bon potentiel
+ 59 ares de surfaces accessibles au vaches laitières autour des bâtiments
- 130 ha de surfaces drainées

Autonomie alimentaire

	AAMT	AAMFC	AAMC
CT	99%	100%	93%
BDD OptiAliBio	90%	90%	38%

Annexe X : Scénario 1 « Diminution des rendements de 20% » appliqué au cas-type n°1 « Système polyculture élevage de grande dimension »

CT OAB n°1 (S1)
Système polyculture élevage de grande dimension

Scénario 1: Diminution de 20% des rendements

L'exploitation du CT

- ✓ 4 UMO dont 4 exploitants
- ✓ 267 ha de SAU, dont 215 ha de surfaces labourables
- ✓ 180 ha de SFP, dont 180 ha en herbe
- ✓ 0% maïs/SFP
- ✓ 148 vaches laitières
- ✓ Race: Normande
- ✓ 1,4 UGB/ha SFP
- ✓ Sols limoneux-argileux profonds

Atouts et contraintes

- \+ 56 ha de cultures et prairies sur des sols limoneux profonds > terres à très bon potentiel
- \- 44 ha de sols argileux et froid > terres à moins bon potentiel
- \+ 59 ares de surfaces accessibles aux VL autour des bâtiments
- \- 2 îlots à 6km de l'exploitation
- \- 130 ha de surfaces drainées

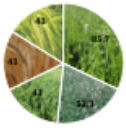
Objectifs

- Autonomie alimentaire élevée
- Livrer du lait toute l'année à la laiterie

Evolution des rendements

Rendements (q/ha)	CT	CT_{S1}
Blé	69	58
Orge	72	55
Céréales protéagineux	57	46
Foin herbe (1ère coupe)	33	26
Enrubannage herbe (1ère coupe)	29	24
Ensilage herbe (1ère coupe)	22	17

Assolement du CT_{S1}

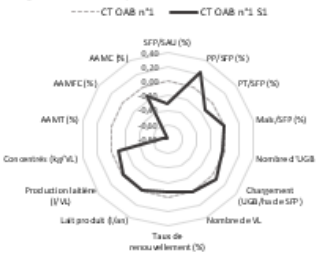


- PT (ha)
- PP (ha)
- Mélange céréales protéagineux (ha)
- Blé (ha) (vendu)
- Orge (ha) (vendu)

CT OAB n°1 (S1)
Système polyculture élevage de grande dimension

	CT	CT_S
SAU (ha)	267	267
SFP/SAU (%)	67,3 %	51,7 %
PT/SFP (%)	70,9 %	62,1%
PP/SFP (%)	29,1%	37,9%
Nombre d'UGB	213	206
Chargement (UGB/ha de SFP)	1,4	1,5
Nombre de vaches laitières	140	140
Lait produit (l/an)	773 251	759 705
Production laitière (l/VL)	5 223	5168
Concentrés/ VL (kg/VL/an)	1 221	1 096
Taux de renouvellement (%)	29%	27%
AAMT (%)	99 %	57 %
AAMFC (%)	100 %	56 %
AAMC (%)	93 %	82 %

Graphique: Taux d'évolution des indicateurs du CT_{S1} par rapport au CT (un taux de 0,25 correspond à une augmentation de 25%)



- Diminution de la SFP dans la SAU de 15%; augmentation des surfaces en culture de vente (blé et orge)
- **Diminution des surfaces en prairie temporaire** (- 40 ha), et optimisation du pâturage ➔ limite les charges opérationnelles, évite le gaspillage lié à la récolte
- Diminution du nombre d'UGB ➔ adaptation des besoins du cheptel aux ressources disponibles
- **Diminution des concentrés** distribués aux vaches laitières ➔ entraîne une diminution de la production laitière mais permet de limiter les achats en concentrés
- **Forte diminution de l'autonomie alimentaire**, notamment fourragère, liée à l'achat nécessaire de fourrages

Les résultats économiques

	CT	CT_{S1}	En % du CT
Produit Brut (€)	553 534	556 331 ↗	+ 0,5 %
Charges opérationnelles (€)	143 853	221 013 ↗	+ 54 %
Charges de structure (€)	116 859	121 377 ↗	+ 4 %
EBE (€)	292 822	213 942 ↘	- 27 %
EBE/PB (%)	53 %	38 % ↘	- 15 %
Résultat courant (€)	201 598	122 717 ↘	- 39 %
RC/UMO exploitant (€)	50 400	30 679 ↘	- 39 %

Annexe XI : Cas-types OptiAliBio n°2, 3, 4, 5 et 6

Annexe XI.1 : Cas-type n°2 « Système laitier herbager avec maïs »

Cas-type OptiAliBio
CT OAB n°2

SYSTEME LAITIER HERBAGER AVEC MAIS

Caractéristiques structurelles

- Sols limoneux argileux
- 77 ha de SAU
- 64 ha de SFP, soit 83%
- 67 ha labourable, soit 87%
- 2,2 Unités de main d'œuvre dont 2 exploitants

Objectifs

- Optimiser la ressource en herbe

Copyright © idele

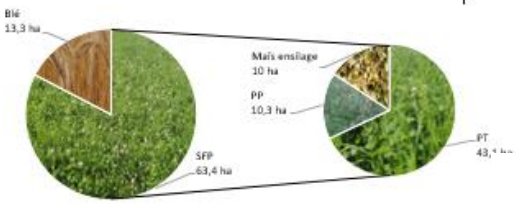
Localisation

Troupeau

- 101 UGB
- 73 vaches laitières
- Race: Normande
- 358 941 l vendu
- 1,6 UGB/ha de SFP

Assolement

SFP	%SFP
10,3 ha de prairies permanentes	20%
43,1 ha de prairies temporaires	65%
10 ha de maïs	15%
Cultures	**%SAU**
13,3 ha de blé (vendu)	17%



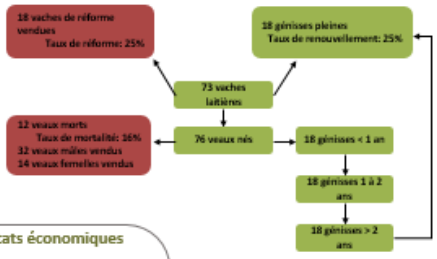
Indicateurs techniques du troupeau

- Production laitière: 4 917 l/VL
- TB moyen: 42,1 g/l
- TP moyen: 34,5 g/l
- Période de vêlage: Etalée
- Age au vêlage: 36 mois
- Taux de renouvellement: 25%
- Concentrés: 606 kg/VL

Production de l'atelier lait

Lait produit	347 203 l	
Lait vendu (laiterie)	328 474 l	453€/1000l

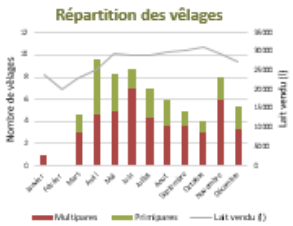
Conduite du troupeau



Résultats économiques

Produit Brut	226 811 €
PB/UMO exploitant	**113 406 €**
Charges opérationnelles (CO)	73 705 €
CO/PB (%)	32 %
Charges de structure	53 867 €
CS/PB (%)	24 %
Excédent Brut d'Exploitation (EBE)	99 239 €
EBE/PB (%)	**44 %**
EBE/UMO exploitant	**49 620 €**
Amortissement	40 426 €
Frais Financiers	5 219 €
Résultat courant (RC)	**53 594 €**
RC/UMO exploitant	**26 797 €**

Répartition des vêlages



Atouts et contraintes

+ Sols limoneux peu séchants > favorables à la pousse de l'herbe
+ Parcellaire réparti autour des bâtiments
+ 95 ares de surfaces accessibles au pâturage des vaches laitières
+ Pâturage 10 mois dans l'année

Autonomie alimentaire

	AAMT	AAMFC	AAMC
CT	79%	89%	0%
BDD OptiAliBio	90%	90%	58%

Annexe XI.II : Cas-type OAB n°3 « Système herbager avec cultures autoconsommées »

Cas-type OptiAliBio
CT OAB n°3

SYSTÈME HERBAGER AVEC CULTURES AUTOCONSOMMEES

Caractéristiques structurelles

- Sols limoneux argileux
- 84 ha de SAU
- 78 ha de SFP, soit 93% de la SAU
- 44 ha labourable, soit 52% de la SAU
- 2 Unités de main d'œuvre dont 2 exploitants

Objectifs

- Autonomie alimentaire élevé
- Référence laitière élevé
- Livraison de lait toute l'année à la laiterie

Copyright © idele

Localisation

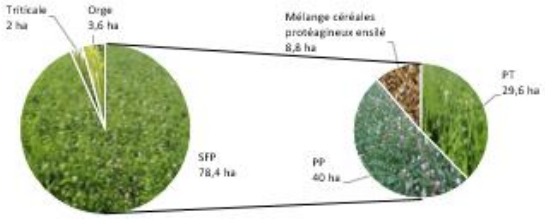
Troupeau

- 97 UGB
- 74 vaches laitières
- Race: Prim'Holstein
- 383 153 l vendu
- 1,2 UGB/ha de SFP

Assolement

SFP	%SFP
40 ha de prairies permanentes	51%
29,6 ha de prairies temporaires	38%
8,8 ha de mélange ensilé	11%

Cultures	%SAU
3,6 ha d'orge (autoconsommé)	4%
2 ha de triticale (autoconsommé)	2%



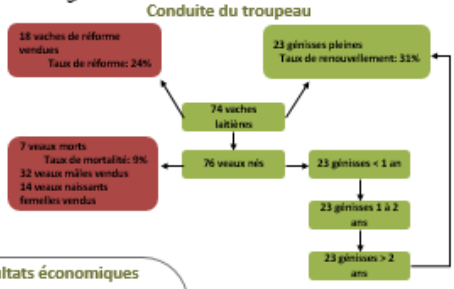
Indicateurs techniques du troupeau

- Production laitière: 5 372 l/VL
- TB moyen: 40,7 g/l
- TP moyen: 31,3 g/l
- Période de vêlage: Etalée
- Age au vêlage: 30 mois
- Taux de renouvellement: 31%
- Concentrés: 438 kg/VL

Production de l'atelier lait

Lait produit	397 528 l	
Lait vendu (laiterie)	383 153 l	454€/1000l

Conduite du troupeau



Résultats économiques

Produit Brut	229 182 €
PB/UMO exploitant	**114 591 €**
Charges opérationnelles (CO)	53 886 €
CO/PB (%)	24 %
Charges de structure	38 412 €
CS/PB (%)	17 %
Excédent Brut d'Exploitation (EBE)	136 885 €
EBE/PB (%)	**60 %**
EBE/UMO exploitant	**51 321 €**
Amortissement	51 418 €
Frais Financiers	9 489 €
Résultat courant (RC)	**75 978 €**
RC/UMO exploitant	**37 989 €**

Répartition des vêlages

Atouts et contraintes

\+ Sols limoneux peu séchants > favorables à la pousse de l'herbe

Autonomie alimentaire

	AAMT	AAMFC	AAMC
CT	92%	97%	47%
BDD OptiAliBio	90%	90%	38%

Annexe XI.III : Cas-type OAB n°4 « Système laitier herbager avec maïs en race mixte »

Cas-type OptiAliBio
CT OAB n°4

SYSTEME LAITIER HERBAGER AVEC MAIS EN RACE MIXTE

Caractéristiques structurelles

- Sols limoneux
- 70 ha de SAU
- 52 ha de SFP, soit 74%
- 68 ha labourable, soit 87%
- 2 Unités de main d'œuvre dont 2 exploitants

Objectifs

- Autonomie alimentaire élevée
- Vêlages groupés
- Production laitière par vache élevée

Copyright © idele

Localisation

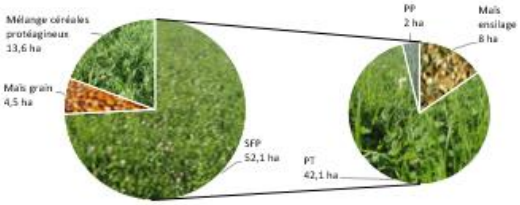
Troupeau

- 85 UGB
- 64 vaches laitières
- Races: Prim'Holstein x Normande
- 386 560 l vendu
- 1,6 UGB/ha de SFP

Assolement

SFP	%SFP
2 ha de prairies permanentes	4%
41,2 ha de prairies temporaires	81%
8 ha de maïs	15%

Cultures	%SAU
4,5 ha de maïs grain (vendu)	6%
13,6 ha de céréales protéagineux	19%



Indicateurs techniques du troupeau

- Production laitière: 6 040 l/VL
- TB moyen: 42,1 g/l
- TP moyen: 32,7 g/l
- Période de vêlage: Automne-Hiver
- Age au vêlage: 35 mois
- Taux de renouvellement: 23%
- Concentrés: 1 144 kg/VL

Production de l'atelier lait

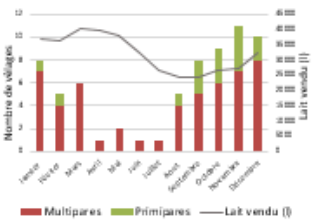
Lait produit	386 560 l	
Lait vendu (laiterie)	375 300 l	392€/1000l

Conduite du troupeau

Résultats économiques

Produit Brut	221 754 €
PB/UMO exploitant	**110 877 €**
Charges opérationnelles (CO)	62 477 €
CO/PB (%)	28 %
Charges de structure	56 936 €
CS/PB (%)	26 %
Excédent Brut d'Exploitation (EBE)	102 340 €
EBE/PB (%)	**46 %**
EBE/UMO exploitant	**51 170 €**
Amortissement	38 314 €
Frais Financiers	4 793 €
Résultat courant (RC)	**59 233 €**
RC/UMO exploitant	**29 616 €**

Répartition des vêlages



Atouts et contraintes

- \+ 56 ares de surfaces accessibles au pâturage des vaches laitières
- \- 2 ha de surfaces inondables
- \- Parcellaire réparti en 19 îlots

Autonomie alimentaire

	AAMT	AAMFC	AAMC
CT	92%	100%	61%
BDD OptiAliBio	90%	90%	58%

Annexe XI.IV : Cas-type OAB n°5 « Système tout herbe en race croisée »

Cas-type OptiAliBio
CT OAB n°5

SYSTEME TOUT HERBE EN RACE CROISEE

Caractéristiques structurelles

- Sols limoneux argileux sableux
- 57 ha de SAU
- 57 ha de SFP, soit 100%
- 57 ha labourable, soit 100%
- 1,2 Unités de main d'œuvre dont 1 exploitant

Objectifs

- Optimisation de la ressource en herbe
- Diminution du temps de travail avec arrêt de la traite 2 mois dans l'année
- Vêlage 24 mois

Copyright © idele

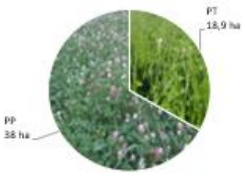
Localisation

Troupeau

- 80 UGB
- 55 vaches laitières
- Races croisées: Jersiaise x Normande x Prim'Holstein x Montbéliarde
- 247 214 l vendu
- 1,4 UGB/ha de SFP

Assolement

SFP	%SFP
38 ha de prairies permanentes	67%
18,9 ha de prairies temporaires	33%
Cultures	**%SAU**



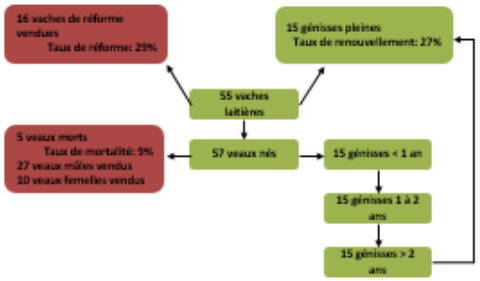
Indicateurs techniques du troupeau

- Production laitière: 4 475 l/VL
- TB moyen: 42,1 g/l
- TP moyen: 33,0 g/l
- Période de vêlage: Printemps
- Age au vêlage: 24 mois
- Taux de renouvellement: 27%
- Concentrés: 27 kg/VL

Production de l'atelier lait

Lait produit	253 725 l	
Lait vendu (laiterie)	247 214 l	439€/1000l

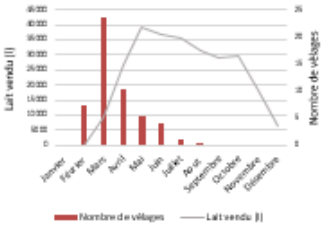
Conduite du troupeau



Résultats économiques

Produit Brut	155 953 €
PB/UMO exploitant	**155 953 €**
Charges opérationnelles (CO)	36 883 €
CO/PB (%)	24 %
Charges de structure	34 969 €
CS/PB (%)	22%
Excédent Brut d'Exploitation (EBE)	84 101 €
EBE/PB (%)	**54 %**
EBE/UMO exploitant	**84 101 €**
Amortissement	30 806 €
Frais Financiers	4 034 €
Résultat courant (RC)	**49 261 €**
RC/UMO exploitant	**49 261 €**

Répartition des vêlages



Atouts et contraintes

+ Sols à bon potentiel
+ 67 ares accessibles au pâturage des vaches laitières
+ Pâturage 10 mois dans l'année
+ Arrêt de la traite 10 mois dans l'année

Autonomie alimentaire

	AAMT	AAMFC	AAMC
CT	97%	100%	0%
BDD OptiAliBio	90%	90%	58%

Annexe XI.V : Cas-type n°6 « Système tout herbe en race mixte »

Cas-type OptiAliBio
CT OAB n°6

SYSTÈME TOUT HERBE EN RACE MIXTE

Caractéristiques structurelles

- Sols limoneux argileux
- 96 ha de SAU
- 96 ha de SFP, soit 100%
- 71 ha labourable, soit 74%
- 1,80 Unités de main d'œuvre dont 1 exploitant

Objectifs

- Recherche d'une valorisation maximale des surfaces en herbe
- Augmenter la référence laitière

Copyright © idele

Localisation

Troupeau

- 114 UGB
- 74 vaches laitières
- Races: Prim'Holstein et Montbéliardes
- 390 285 l vendu
- 1,2 UGB/ha de SFP

Assolement

SFP	%SFP
59,2 ha de prairies permanentes	62%
36,8 ha de prairies temporaires	38%

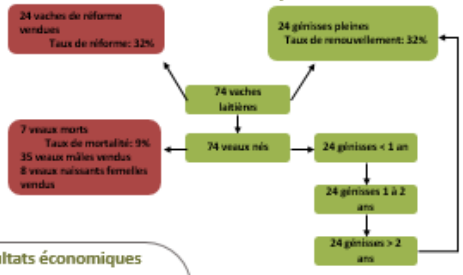
Indicateurs techniques du troupeau

- Production laitière: 5 347 l/VL
- TB moyen: 42,3 g/l
- TP moyen: 33,1 g/l
- Période de vêlage: Etalée avec un pic au printemps
- Age au vêlage: 35 mois
- Taux de renouvellement: 32 %
- Concentrés: 240 kg/VL

Production de l'atelier lait

Lait produit	395 678 l	
Lait vendu (laiterie)	390 285 l	452€/1000l

Conduite du troupeau



Résultats économiques

Produit Brut	262 352 €
PB/UMO exploitant	**262 352 €**
Charges opérationnelles (CO)	58 109 €
CO/PB (%)	11 %
Charges de structure	45 499 €
CS/PB (%)	43 %
Excédent Brut d'Exploitation (EBE)	158 744 €
EBE/PB (%)	**61 %**
EBE/UMO exploitant	**158 744 €**
Amortissement	62 965 €
Frais Financiers	10 074 €
Résultat courant (RC)	**85 705 €**
RC/UMO exploitant	**85 705 €**

Répartition des vêlages

Atouts et contraintes

+ Sols à très bon potentiel
+ 56 ares pâturables accessibles aux vaches laitières
- Parcellaire traversé par l'autoroute

Autonomie alimentaire

	AAMT	AAMFC	AAMC
CT	96%	100%	0%
BDD OptiAliBio	90%	90%	58%

	Diplôme : **Ingénieur Agronome** Spécialité : **Sciences et Productions Animales** Spécialisation / option : **Ingénierie Zootechnique** Enseignant référent : Jocelyne FLAMENT

Auteur(s) : **Morgane COTY** Date de naissance* : 22/08/1994	Organisme d'accueil : Institut de l'Elevage Adresse : Route d'Epinay sur Odon, 14310 Villers-Bocage
Nb pages : 82 Annexe(s) : 10	
Année de soutenance : 2017	Maître de stage : **Loïc Madeline**

Titre français : Modélisation de situations autonomes en élevage bovin lait dans le Grand Ouest

Titre anglais : Modeling of self-sufficient systems in dairy cattle farming from the Great West of France

Résumé (1600 caractères maximum) : En Agriculture Biologique, l'autonomie alimentaire assure la compétitivité et sécurise les élevages par rapport aux variations des prix mondiaux des denrées alimentaires. Le niveau d'autonomie alimentaire dans les élevages bovins lait du Grand Ouest est en moyenne de 90%, mais il existe des disparités entre les élevages, en particulier en ce qui concerne l'autonomie en concentrés, plus difficile à atteindre. Dans un contexte de changement climatique, où les aléas sont de plus en plus intenses et fréquents, l'autonomie alimentaire permet aux systèmes biologiques d'être moins vulnérables. La modélisation de cas-types en élevage bovins lait biologiques fournit des références technico-économiques de systèmes diversifiés, autonomes, vivables, efficaces économiquement et reproductibles. Ils peuvent aider les conseillers et les éleveurs en conversion à l'Agriculture Biologique ou en réorientation vers un système plus autonome. Deux simulations ont été effectuées sur les cas-types produits dans cette étude : une diminution des rendements céréaliers et fourragers et une baisse de la surface de labour. L'autonomie alimentaire permet aux systèmes de résister efficacement aux aléas climatiques lorsque la ressource produite est en adéquation avec la production. La prairie permanente permet d'atteindre plus facilement cet équilibre, car la ressource est plus constante, connue et moins fragile que pour d'autres ressources.

Abstract (1600 caractères maximum): In organic livestock farming, food self-sufficiency ensures the competitiveness and secures the farms from the foodstuffs global price variation. The level of self-sufficiency is high in dairy cattle farming from the Great West of France, at 90% on average. However, there are disparities between farms, mostly concerning the self-sufficiency in concentrates, which is more difficult to achieve. In a context of climate changes, with increasing climatic variations, self-sufficiency enables organic farming to be less vulnerable. Modeling test cases in dairy cattle farming gives technical and economic references of self-sufficient systems, livable, economically efficient and reproducible. They can help the farming advisors and farmers to convert to organic farming or to turn into a more self-sufficient system for example. Two simulations have been tested on those test cases: a reduced yield simulation; and a reduction of till. Self-sufficiency allows organic farming to resist effectively to climatic changes only if the produced resource is adapted to the production. Permanent grassland permits to achieve more easily this balance, thanks to a more constant, known and less fragile resource than others.

Mots-clés : modélisation, cas-types, autonomie, vulnérabilité climatique, élevage, bovin lait

Key Words: modeling, test cases, self-sufficiency, climatic vulnerability, breeding, dairy cattle