



**HAL**  
open science

## **PAC et environnement : les exploitations les plus vertueuses en matière d'environnement sont-elles récompensées?**

Pauline Avril

### ► To cite this version:

Pauline Avril. PAC et environnement : les exploitations les plus vertueuses en matière d'environnement sont-elles récompensées?. Economies et finances. 2019. hal-02790652

**HAL Id: hal-02790652**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02790652v1>**

Submitted on 5 Jun 2020

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Université Clermont Auvergne - Ecole d'économie  
Institut National de la Recherche Agronomique



Master Analyse Economique du Développement

Mémoire de recherche

**PAC et environnement :**  
**Les exploitations les plus vertueuses en matière  
d'environnement sont-elles récompensées ?**

Pauline AVRIL

Septembre 2019

## Avant-Propos

---

Ce mémoire fut réalisé au cours d'un stage de 6 mois à l'Institut National de Recherche en Agronomie (INRA) sous l'encadrement de Madame RIDIER Aude (AGROCAMPUS OUEST, UMR SMART-LERECO, Rennes) et de Madame SAMSON Elisabeth (INRA UMR SMART-LERECO).

Ce stage est financé par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation dans le cadre d'un appel à projet de recherche (APR) : « Revenu des agriculteurs : mesures, déterminants et instruments d'accompagnement » pour lequel l'INRA est prestataire au sein du projet AGR'INCOME : "Hétérogénéité, déterminants et trajectoires du revenu des agriculteurs français". L'accès aux données individuelles des exploitations agricoles du RICA a été permis par le CASD.

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

## Résumé

---

Depuis les années 60, dans l'Union Européenne, les objectifs affichés par les subventions octroyées dans le cadre la Politique Agricole Commune (PAC) ont fréquemment été modifiés. Tout en continuant à poursuivre un objectif de soutien au revenu, la PAC s'est fortement enrichie de préoccupations environnementales. La question qui demeure toutefois est de savoir si les réformes ont effectivement permis de mieux distribuer les aides. Notre objectif dans cette étude est de regarder si, au sein de plusieurs orientations productives, les aides versées au titre du 1<sup>er</sup> pilier de la PAC sont allouées aux exploitations qui adoptent un comportement plus vertueux vis-à-vis de l'environnement. Pour ce faire nous utilisons des modèles de panels à effets fixes individuels et temporels. Nous trouvons, pour les exploitations céréalières et pour les exploitations laitière-bovines, que l'accord du Luxembourg avec le découplage des aides n'a pas favorisé cette redistribution. Cependant, la réforme PAC 2014-2020 avec l'harmonisation des droits à paiement a permis une réduction du soutien des exploitations à plus fort impact. Cette réforme a agi principalement par la réduction des avantages donnés aux exploitations historiquement plus aidées.

## Sommaire

Avant-Propos.....	1
Résumé.....	2
INTRODUCTION.....	8
Première partie : Contexte et enjeux .....	10
1.1    La relation entre agriculture et environnement : le rôle des Politiques Publiques .....	10
1.1.1 Multifonctionnalité de l’agriculture et production jointe .....	10
1.1.2 Rôle de l’intervention publique.....	11
1.1.3 Evolution dans la Politique Agricole Commune (PAC).....	11
1.2    Revue de la littérature : Comment traiter la relation aides de la PAC et environnement ? ...	15
1.2.1 Approche ex-ante.....	15
1.2.2 Approche ex-post .....	17
1.3    Problématique/ hypothèses.....	19
1.3.1 Problématique.....	19
1.3.2 Hypothèses testées.....	20
Deuxième partie : Matériel et méthodes.....	21
2.1    Données.....	21
2.1.1 Les indicateurs de performance.....	21
2.1.2 Indicateurs unitaires d’inventaires de cycle de vie.....	21
2.1.3 Tests de cohérence.....	25
2.1.4 Les aides et le revenu .....	27
2.2    Echantillon.....	27
2.2.1 Exploitations RICA .....	27
2.2.2 Choix de l’étude .....	28
2.3    Statistiques descriptives .....	29
2.3.1 Evolution de la production et des rendements.....	29
2.3.2 Evolution du revenu et des aides du 1 <sup>er</sup> pilier.....	31
2.3.3 Evolution des indicateurs de suivi.....	32
2.3.4 Evolution et distribution de l’indicateur climate change.....	34
2.4    Modèle.....	36
2.5    Description des panels.....	38
Troisième partie : Résultats .....	40
3.1    Résultats principaux .....	40
3.1.1 Exploitations de l’OTEX 15.....	40
3.1.2 Exploitations de l’OTEX 45.....	43
3.2    Hétérogénéité.....	45
3.2.1 Constitution des groupes .....	45

3.2.2 Résultats OTEX15.....	47
3.2.3 Résultats OTEX45.....	50
3.3 Robustesse.....	52
3.3.1 Les exploitations de l’OTEX 15.....	52
3.3.2 Les exploitations de l’OTEX 45.....	56
Conclusion.....	58
Bibliographie.....	60
ANNEXES .....	63
Annexe 1 : Définition de l’ACV et choix méthodologiques de la base de données AGRIBALYSE©	63
Annexe 2 : Détails du calcul de l’indicateur climate change .....	66
Annexe 3 : Liste des productions agricoles végétales de la base RICA et des indicateurs unitaires d’inventaire de cycle de vie Agribalyse associés dans le programme de couplage des deux bases de données.....	67
Annexe 4 : Hypothèses poids moyen des principales catégories d’animaux dans Agribalyse.....	69
Annexe 5 : Liste des productions animales de la base RICA et des indicateurs unitaires d’inventaire de cycle de vie Agribalyse associés dans le programme de couplage des deux bases de données. ....	70
Annexe 6 : Regroupement des aides PAC.....	73
Annexe 7 : Analyse en Composantes Principales pour les exploitations de l’OTEX 15 selon les régions .....	76
Annexe 8 : Cartes du recensement agricole de 2010 pour le groupe 1.....	77
Annexe 9 : Cartes du recensement agricole de 2010 pour le groupe 2.....	78
Annexe 10 : Carte du recensement agricole de 2010 pour le groupe 3 .....	80

## Table des figures

Figure 1 : Transformation des Droits de Paiement Unique en 2014. ....	14
Figure 2 : Evolution de la production et des rendements entre 2002-2017 sur les exploitations de l’OTEX 15.....	29
Figure 3 : Evolution des surfaces cultivées entre 2002-2017 pour les exploitations de l’OTEX 15.....	29
Figure 4 : Evolution de la production et des rendements entre 2002-2017 sur les exploitations de l’OTEX 45.....	30
Figure 5 : Evolution de l’EBE aides comprises et des aides par hectare du 1 <sup>er</sup> pilier entre 2002-2017 sur les exploitations de l’OTEX 15 .....	31
Figure 6 : Evolution de l’EBE aides comprises et des aides par hectare du 1 <sup>er</sup> pilier entre 2002-2017 sur les exploitations de l’OTEX 45 .....	31
Figure 7 : Evolution de l’EBE hors aides et des aides par hectare du 1 <sup>er</sup> pilier entre 2002-2017 sur les exploitations de l’OTEX 15 .....	31
Figure 8 : Evolution de l’EBE hors aides et des aides par hectare du 1 <sup>er</sup> pilier entre 2002-2017 sur les exploitations de l’OTEX 45 .....	31
Figure 9 : Evolution des indicateurs de suivi calculables dans le RICA entre 2002-2017 sur les exploitations de l’OTEX 15 .....	32
Figure 10 : Evolution des indicateurs de suivi calculables dans le RICA entre 2002-2017 sur les exploitations de l’OTEX 45 .....	32
Figure 11 : Evolution de l’indicateur climate change entre 2002-2017 sur les exploitations de l’OTEX 15.....	34
Figure 12 : Evolution de l’indicateur climate change entre 2002-2017 sur les exploitations de l’OTEX 45.....	34
Figure 13 : Distribution des aides du 1 <sup>er</sup> pilier par hectare en fonction des quartiles de performance sur l’indicateur climate change entre 2002-2017 sur les exploitations de l’OTEX 15.....	35
Figure 14 : Distribution des aides du 1 <sup>er</sup> pilier par hectare en fonction des quartiles de performance sur l’indicateur climate change entre 2002-2017 sur les exploitations de l’OTEX 45.....	35
Figure 15 : Evolution de la production de lait selon la zone altimétrique.....	52

## Table des tableaux

Tableau 1 : Effets attendus sur la distribution des aides de l'accord de Luxembourg (2003).....	13
Tableau 2 : Effets attendus sur la distribution des aides de la réforme PAC 2014-2020. ....	14
Tableau 3 : Corrélations entre indicateur d'impact potentiel en émissions et statistiques de pratiques issues du RICA.....	26
Tableau 4 : Statistiques des variables sur les panels de la première réforme (2002-2008).....	39
Tableau 5 : Statistiques des variables sur les panels de la deuxième réforme (2011-2017).....	39
Tableau 6 : Régressions de base sur l'OTEX 15 pour les deux réformes .....	41
Tableau 7 : Régressions de base sur l'OTEX 45 pour les deux réformes .....	43
Tableau 8 : Pourcentage d'exploitations bovins –lait dans le RICA entre 2002 et 2017 selon la zone altimétrique et le système fourrager .....	46
Tableau 9 : Régressions par groupe pour la 1 <sup>ère</sup> réforme (2006) – OTEX15 .....	48
Tableau 10 : Régressions par groupe pour la 2 <sup>ème</sup> réforme (2015) – OTEX15 .....	49
Tableau 11 : Régressions par zone altimétrique pour la 1 <sup>ère</sup> réforme (2006) – OTEX45.....	50
Tableau 12 : Régressions par zone altimétrique pour la 2 <sup>ème</sup> réforme (2015) – OTEX45.....	51
Tableau 13 : Régressions robustesse sur les deux réformes pour l'OTEX15.....	55
Tableau 14 : Régressions robustesse sur les deux réformes pour l'OTEX45.....	57

## Liste des abréviations

ACV	Analyse Cycle de Vie
BCAE	Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales
CAPRI	Common Agricultural Policy Regional Impact
CDEX	Classe de Dimension économique des EXploitations agricoles
DPB	Droits à Paiement de Base
DPU	Droit à Paiement Unique
EBE	Excédent Brut d'Exploitation
ICHN	Indemnité Compensatoire de Handicaps Naturels
IDEA	Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles
IPAMPA	Indice des Prix d'Achat des Moyens de Production Agricole
IPPA	Indice des Prix de Produits Agricole
MAE	Mesures Agro-Environnementales
MCO	Moindres Carrés Ordinaires
MEGC	Modèle d'Equilibre Général Calculable
MEP	Modèle d'Equilibre Partiel
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
OTEX	Orientation Technico-économique des EXploitations agricoles
PAC	Politique Agricole Commune
PBS	Production Brute Standard
RCAI	Résultat Courant Avant Impôts
RDR	Règlement de Développement Rural
RICA	Réseau d'Information Comptable Agricole
SAU	Surface Agricole Utile
SFP	Surface Fourragère Principal
SIE	Surface d'Intérêt Ecologique
TVA	Taux sur Valeur Ajoutée
UE	Union Européenne

# INTRODUCTION

---

La Politique Agricole Commune (PAC) est la plus vieille politique mise en place à l'échelle de l'Union Européenne. Souvent réformée, elle reste aujourd'hui grandement débattue. Les objectifs affichés des subventions qu'elle octroie ainsi que les comportements qu'elle cherche à récompenser ont fréquemment été modifiés au fil des réformes. A la veille d'une nouvelle réforme de la PAC, en 2020, la question environnementale est au cœur du débat. Les liens existants entre agriculture et environnement sont complexes. Parfois antagonistes, mais parfois aussi synergiques, ils dépendent fortement des contextes pédoclimatiques et des technologies (plus ou moins consommatrices d'intrants et plus ou moins productives) mises en œuvre. L'agriculture française contribue pour près d'un cinquième aux émissions de gaz à effet de serre (21% des émissions françaises), ce qui la place en seconde position des secteurs les plus émetteurs<sup>1</sup>. Cependant, elle constitue en parallèle un important potentiel de stockage du carbone et un outil substantiel de gestion de la biodiversité. C'est avec cette ambiguïté que doivent composer les pays européens pour distribuer les aides de la PAC. Depuis les années 2000, les changements récurrents dans les règles d'allocation des aides PAC font écho aux enjeux grandissants du réchauffement climatique et de préservation de l'environnement. Mais, en même temps, depuis sa création, la PAC s'est imposée comme une politique aux effets allocatifs forts, à la fois par son ciblage sur certaines productions et par son rôle de soutien au revenu agricole.

La France est souvent considérée comme le premier producteur agricole au sein de l'Union Européenne, bien que cette position varie selon les productions, elle contribue pour près de 18% à la production européenne. Elle est aussi le pays de l'Union Européenne qui bénéficie le plus du soutien de la Politique Agricole Commune (PAC) avec près de 9 milliards d'euros touchés en 2015. Ce soutien important se traduit par le fait que les exploitations agricoles françaises sont très dépendantes des aides PAC. Alors que les aides directes de la PAC représentaient, avant 1995, 54% dans le Résultat Courant Avant Impôts (RCAI) des exploitations ; après 2005 elles en représentent, en moyenne, 97%<sup>2</sup>. La part des aides dans le revenu des agriculteurs français est donc non négligeable, malgré les différences de dépendance aux aides entre les orientations technico-économiques (OTEX).

La question qui demeure toutefois est de savoir comment sont distribués ces 9 milliards d'euros d'aides entre les exploitations. Nous ne nous intéressons ici pas à la distribution inter-OTEX mais à la distribution intra-OTEX. Aux vues de l'inquiétude croissante concernant l'impact de l'agriculture sur l'environnement, notre objectif est d'étudier si au sein d'une même OTEX les exploitations les plus

---

<sup>1</sup> Vandaele, D., Lebreton, A., Faraco, B., 2010. Agriculture et gaz à effet de serre : état des lieux et perspectives. RESEAU ACTION CLIMAT, FONDATION NICOLAS HULOT POUR LA NATURE ET L'HOMME.

<sup>2</sup> Desriers, M., Le Rey, É., Rivière, A., Rouquette, C., & Saadi, T. (2009). Le poids des aides directes dans le revenu des exploitations agricoles. *M. Amar, & F. Evain, Les revenus d'activité des indépendants.*

vertueuses en matière d'environnement sont celles qui bénéficient de plus d'aides. Cette question demeure aujourd'hui au cœur du débat et les arguments dénonçant une répartition inégale des aides persistent. Comme le montre le rapport de la Commission Européenne (2017), au niveau de l'UE à 25, 80% des paiements directs de la PAC vont encore à 20% des exploitations, par conséquent on note une importante concentration des aides. De plus, comme l'évoque Alan Mathews (2019), la distribution des aides telle qu'elle est actuellement, semble être dirigée vers les exploitations qui ont les revenus les plus élevés ; ce qui n'est pas cohérent avec l'objectif de soutien au revenu agricole affiché par la PAC.

Afin de répondre aux nouveaux enjeux et d'améliorer la distribution future des aides, il semble essentiel d'analyser de près les résultats des précédentes réformes en la matière afin de comprendre quels types de réformes sont les plus efficaces pour orienter les soutiens vers les exploitations les plus engagées en matière d'environnement ou vers celles qui en ont le plus besoin de soutien pour continuer leur activité. Nous avons donc réalisé cette étude dans le but d'analyser l'effet de deux réformes importantes sur les aides du 1<sup>er</sup> pilier de la PAC : l'accord du Luxembourg mis en œuvre en 2006 et la réforme de la PAC 2014-2020. Si les frontières entre les aides du 1<sup>er</sup> pilier et du 2<sup>nd</sup> pilier de la PAC sont de moins en moins claires, les aides du 1<sup>er</sup> pilier représentent environ 75% du budget communautaire de la PAC, c'est donc le principal levier d'action sur la production et le revenu. Nous étudierons la distribution des aides du 1<sup>er</sup> pilier selon deux critères principaux : la performance environnementale et le revenu, pour deux OTEX, céréales et oléo protéagineux (OTEX15) et bovins-lait (OTEX45). Pour ce faire, nous proposons d'utiliser des modèles de panel à effets fixes en étudiant principalement l'interaction entre la réforme et nos critères de distribution, dans le but d'identifier si la réforme a permis d'opérer une rupture positive dans la distribution des aides. Nous cherchons donc à tester si les réformes de la PAC ont permis de distribuer plus d'aides aux exploitations les plus vertueuses sur le plan environnemental et aux exploitations dont le revenu est le plus faible.

Ce mémoire se structure en 3 parties. La première partie expose le contexte spécifique du secteur agricole et la particularité des soutiens qu'il reçoit, la littérature scientifique qui a trait au sujet et la problématique ainsi que les hypothèses testées. Dans la deuxième partie nous présentons les données individuelles du RICA que nous avons utilisées sur la période 2002-2017 ainsi que les échantillons constitués. Après avoir présenté quelques statistiques descriptives sur ces échantillons, nous présentons notre modèle économétrique et notre stratégie d'estimation. Enfin, dans la troisième partie, nous nous attacherons à interpréter les résultats de nos estimations, tester leur hétérogénéité et enfin analyser leur robustesse.

# Première partie : Contexte et enjeux

---

## 1.1 La relation entre agriculture et environnement : le rôle des Politiques Publiques

Depuis les années 60, un budget significatif est consacré par les politiques publiques au secteur agricole dans l'Union Européenne. L'objectif premier de la mise en place d'une politique commune était de stimuler la production (prix garantis) puis de soutenir le revenu des agriculteurs (réforme Mac Sharry, 1992). Les instruments de soutien ont, depuis les années 60, beaucoup évolué, passant de prix garantis à des aides directes couplées puis découplées de la production, ceci en lien avec l'évolution des objectifs assignés à la politique agricole.

### 1.1.1 Multifonctionnalité de l'agriculture et production jointe

Au sommet de Rio, en 1992, est évoqué pour la première fois le concept de multifonctionnalité de l'agriculture. Ce concept est développé avec l'idée de rendre compte des différentes fonctions de l'agriculture. Ainsi, « *à côté de ses fonctions primaires de production de nourriture et fibres, l'activité agricole peut façonner le paysage, apporter des bénéfices environnementaux tels que la conservation des sols, le management soutenable des ressources naturelles renouvelables, et la préservation de la biodiversité, et contribuer à la viabilité socio-économique de beaucoup de zones rurales. L'agriculture est multifonctionnelle lorsqu'elle remplit une ou plusieurs de ces fonctions en plus du rôle primaire de production de nourriture et fibres* » (OCDE, 1998). La multifonctionnalité de l'agriculture correspond donc à l'élaboration d'une pluralité de produits au sein d'un même processus de production. On parlera également de production « jointe » car toute production principale en agriculture assure d'autres fonctions inséparables de cette première production. Le développement de ce concept est donc d'abord normatif, les pouvoirs publics justifient leurs soutiens à l'agriculture par les différentes fonctions exercées qui peuvent être regroupées en trois groupes : économiques, sociales et environnementales.

Mais une deuxième tendance se dégage autour de ce concept de multifonctionnalité qui associe les différents produits autres que les « produits de base » à des externalités de la production agricole. Une externalité qu'elle soit positive ou négative se définit comme une inférence non compensée monétairement. En présence d'externalités, les calculs des agents économiques sont faussés et l'allocation des ressources n'est pas optimale car on ne possède pas d'information sur le prix ou sur les coûts de production des externalités. La particularité de la production agricole est qu'elle peut produire à la fois des externalités positives et négatives (Barthelemy & Nieddu, 2003 ; Barthelemy & Nieddu, 2004 ; Mollard, 2003 Mann & Wüstemann, 2008). Partant de ce cadre analytique de la multifonctionnalité de l'agriculture, l'objectif des pouvoirs publics s'enrichit, en plus de celui de soutenir le revenu des agriculteurs, de l'idée de trouver des instruments qui réduisent les distorsions créées par ces externalités. Cependant, la réflexion est délicate car il s'agira dans un premier temps de définir et d'évaluer la nature et l'intensité du caractère conjoint de la production des « produits de base »

avec les « autres produits », puis de trouver les instruments qui réduisent les distorsions créées par la multifonctionnalité de l'agriculture de la manière la plus efficace.

### 1.1.2 Rôle de l'intervention publique

Les subventions constituent un outil majeur des pouvoirs publics afin de jouer un rôle de rééquilibrage des marchés en présence d'externalités. Elles sont largement utilisées en agriculture, car leur mise en place est moins sujette à débat que les taxes. Cependant, selon leur type, les subventions ont des effets différents sur les externalités environnementales de la production agricole. Par exemple, les subventions qui varient avec le niveau de la production vont très probablement encourager la surproduction et s'avérer être distribuées plus largement aux exploitations qui adoptent les modes de production permettant d'atteindre les meilleurs rendements. En effet, pour les subventions couplées à la production, leur niveau maximal est assuré en maximisant le niveau de production ce qui incitera les exploitations à utiliser des techniques de production plus intensives et étendre leur production sur les surfaces qui ont un intérêt écologique (Pearce, 2003).

### 1.1.3 Evolution dans la Politique Agricole Commune (PAC)

Le caractère multifonctionnel de la production agricole et le fait qu'elle génère des externalités ont permis de légitimer certains changements dans l'architecture de la Politique Agricole Commune (PAC) depuis les années 60. La principale question étant de savoir si les aides octroyées récompensent la génération d'externalités positives et/ou punissent la génération d'externalités négatives au niveau d'une exploitation agricole.

La PAC est la première véritable politique commune qui fut mise en place à l'échelle de l'Union Européenne. Prévue par le traité de Rome en 1957, elle rentre en vigueur en 1962. Initialement, l'objectif était la régulation des marchés agricoles ; l'intervention s'articulait principalement autour de l'élaboration de fourchettes de prix chaque année pour chaque produit et de l'octroi de subventions à l'exportation. Au fil des ans, les domaines d'intervention de la PAC se sont élargis, pour répondre à de multiples enjeux dont la régulation des externalités.

La première réforme importante a lieu en 1992 (réforme Mac Sharry), elle a permis de passer des prix garantis au versement d'aides publiques directement aux producteurs. Les objectifs de cette réforme sont multiples ; le premier est de baisser massivement les prix garantis, le second est le gel des terres pour enrayer la surproduction suscitée par les prix garantis, et le dernier l'instauration de paiements compensatoires. L'objectif de cette réforme est principalement de soutenir l'activité agricole et le revenu des exploitants.

Il faudra attendre 1999 (réforme d'Agenda 2000) pour que soit institué, à côté du premier pilier des aides à la production, un deuxième pilier d'aides communautaires sous le nom de « politique de développement rural ». Ce second pilier d'aides comprend des aides à l'investissement, à l'installation de jeunes agriculteurs, des mesures de compensation d'handicaps et un volet environnemental. Il

représente alors moins de 15% du budget total de la PAC. Cette introduction du volet environnemental dans le second pilier constitue la première action de la PAC avec une vocation à encourager et récompenser les externalités environnementales positives de l'agriculture. La réforme de 1999 instaure également le principe d'éco-conditionnalité des aides du premier pilier, qui stipule que les Etats peuvent mettre en place des mesures environnementales qui conditionnent l'octroi de l'intégralité des aides. L'objectif de cette mesure est donc de ne pas récompenser les exploitations agricoles qui génèrent peu d'externalités positives sur leur environnement.

Un deuxième cycle de réformes importantes survient en 2003 (accord de Luxembourg) avec l'instauration d'un découplage effectif des aides du premier pilier par rapport à la production, qui a pour objectif de rompre le lien entre production et aides reçues. On utilise de vocable Droits à Paiement Unique (DPU) pour ces aides à l'hectare versées indépendamment de la production. Cependant, la France n'opère pas un découplage total. Lors de la mise en œuvre des DPU en 2006, les autorités françaises ont décidé de recourir au modèle dit de la « référence historique » ; ceci signifie que le montant des DPU a été déterminé, dans chaque exploitation, sur la base du montant des aides directes couplées à la production reçu au cours de la période de référence 2000-2002. Malgré ce mode de calcul du montant, les DPU, contrairement aux aides directes de la réforme de 1992, n'orientent plus les choix de production des agriculteurs puisque l'aide est la même quelle que soit la nature et le volume de production sur les hectares. Pour activer les DPU, le producteur doit avoir des hectares éligibles (superficie de l'exploitation occupée par des terres arables ou des pâturages permanents) mais il n'est pas obligé de produire. Bien que cette mesure ne vise pas directement des objectifs d'encouragement de la performance environnementale des exploitations, ici on essaye de réduire les montants d'aides octroyées aux productions intensives, productions qui exercent souvent une importante pression chimique et physique sur le facteur de production terre et sur l'environnement.

Avec cette réforme de 2003, une nouvelle étape est également franchie dans le sens d'un renforcement du principe de la conditionnalité des aides directes. Ainsi, le versement des aides est de plus en plus subordonné au respect, par les agriculteurs, d'exigences (directives et règlements) en matière d'environnement, de santé publique (santé des animaux et des végétaux), de protection animale et de bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE).

Enfin, les aides directes du premier pilier vont être progressivement réduites (plafonnées) et réallouées au second pilier, pour soutenir les mesures du RDR (Règlement de développement rural). Ce transfert a comme objectifs l'élaboration de nouvelles mesures incitatives (promotion de la qualité et de la sécurité des biens alimentaires, respect des normes et amélioration bien-être des animaux) et le renforcement d'anciennes mesures (Mesures agro-environnementales, MAE, aide aux jeunes agriculteurs, aide à la forêt).

La réforme de 2003 constitue donc un tournant important dans les objectifs de la PAC, en particulier pour les objectifs environnementaux. On pourra donc imaginer différents effets sur la meilleure distribution des aides aux exploitations qui ont les comportements les plus vertueux vis à vis de l'environnement (cf. Tableau 1).

Tableau 1 : Effets attendus sur la distribution des aides de l'accord de Luxembourg (2003).

Mesures	Explications	Meilleure distribution des aides
<b>Découplage des aides 1<sup>er</sup> pilier</b>	Déconnecter le montant des aides allouées des niveaux de production et des facteurs de production (à l'exception de la terre)  Pas d'obligation de produire	Nouvelle hiérarchie de soutien entre productions <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ne récompense plus les hauts rendements associés à une importante consommation d'intrants</li> <li>• Baisse de la compétitivité de productions historiquement couplées</li> </ul>
<b>Eco-conditionnalité / Verdissement</b>	Sur les 18 directives européennes 3 mesures présentes en France dès 2006 : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bandes enherbées le long des cours d'eau</li> <li>- Diversité de cultures dans l'assolement</li> <li>- Maintien des surfaces en prairies / Etat Membre</li> </ul>	<b>Standard minimal environnemental</b> sur toutes les productions
<b>Renforcement du 2<sup>nd</sup> pilier</b>  <b>MAE / Développement Rural</b>	Récompense la production de Biens Publics environnementaux  Redistribution entre les systèmes et territoires  Soutiens des systèmes peu bénéficiaires du 1 <sup>er</sup> pilier (montagne, élevage)	<b>Fourniture de Biens publics locaux</b> (environnementaux)  Soutien à des <b>systèmes de production plus vertueux</b>

Enfin, la dernière réforme qu'il est important d'évoquer est la réforme de 2014. Lors de cette réforme, la PAC connaît un réarrangement dans le but d'uniformiser les DPU par région. Les DPU sont transformés en 2015 en trois types de paiements : i) le Droit à Paiement de Base (DPB) qui doit converger progressivement vers la moyenne nationale ; ii) Le paiement redistributif, alloué en France aux 52 premiers hectares en complément des DPB ; iii) Le paiement vert qui est versé conditionnellement au respect de 3 mesures : la diversification des cultures, le maintien des prairies permanentes et la réhabilitation ou conservation des surfaces d'intérêt écologique (SIE) (cf. Figure 1). Ainsi, à travers la conditionnalité, les exigences environnementales envers l'allocation des soutiens

publics se généralisent du 2<sup>nd</sup> au 1<sup>er</sup> pilier. On retrouve dans les deux piliers des mesures orientées vers la préservation de l'environnement qui vont avoir un impact sur la distribution des aides (cf. Tableau 2).

Figure 1 : Transformation des Droits de Paiement Unique en 2014.

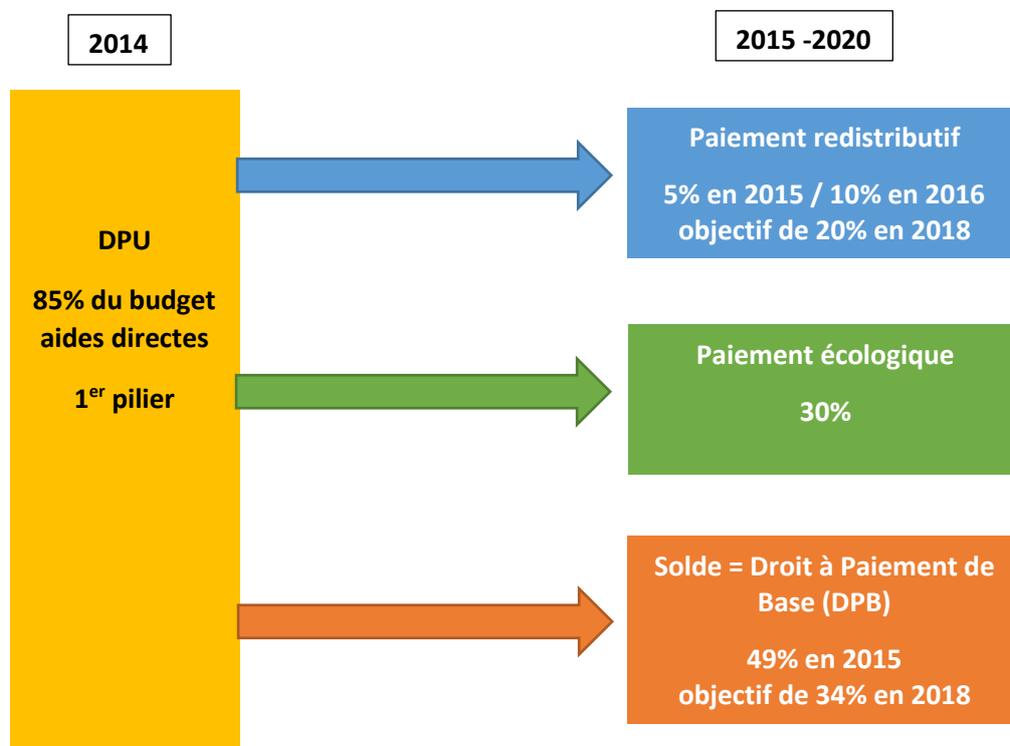


Tableau 2 : Effets attendus sur la distribution des aides de la réforme PAC 2014-2020.

Mesures	Explications	Meilleure distribution des aides
<b>Convergence des DPB (1<sup>er</sup> pilier)</b>	Harmoniser les montants d'aides reçus par hectare entre les régions	Ne plus favoriser les régions avec de hauts rendements historiques
<b>Paiement vert</b>	Prérequis pour toucher l'intégralité des paiements directs <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintien des prairies</li> <li>- Diversité de cultures</li> <li>- Minimum de surfaces d'intérêt écologique</li> </ul>	Renforcer la conditionnalité, ne pas subventionner les exploitations qui ne sont pas respectueuses de l'environnement
<b>Paiement redistributif</b>	Paiement fixe en complément des DPB dans la limite des 52 premiers hectares	Soutenir les exploitations de plus petite taille

Notre objectif dans cette étude est d'analyser comment sont distribuées les aides du premier pilier de la Politique Agricole Commune dès lors qu'on s'intéresse à des critères de performances environnementales, au vue des nouvelles orientations et justifications données à la Politique Agricole Commune depuis 2003.

Une approche importante est donc celle de l'analyse des performances environnementales d'une exploitation agricole. Comme nous l'avons précédemment évoqué, l'agriculture est multifonctionnelle ; elle peut impacter plusieurs pans de l'environnement : le climat, l'eau, la biodiversité, la qualité des sols. Par ailleurs, les effets simultanés de l'agriculture sur plusieurs compartiments de l'environnement sont difficilement compensables. De plus, il est possible que certains effets soient antagonistes, on imagine aisément qu'une exploitation puisse être peu consommatrice en eau mais très émettrice de gaz à effets de serre (Desjeux et al., 2012). Nous avons fait le choix de ne pas faire d'hypothèses sur la compensation des effets environnementaux et donc de n'utiliser que des indicateurs non composites. Notre analyse va donc essentiellement porter sur les indicateurs de suivi et de contrôle de la conditionnalité des aides, ainsi que sur un indicateur concernant les émissions de gaz à effets de serre et des proxys de cet indicateur.

## 1.2 Revue de la littérature : Comment traiter la relation aides de la PAC et environnement ?

La réorientation des aides de la PAC, particulièrement depuis 2003, résulte d'un processus continu de redéfinition et de complexification des objectifs de la politique publique. Cette évolution vise, parmi d'autres objectifs, à modifier les instruments de soutien afin d'orienter les choix de production des agriculteurs dans le but d'améliorer les impacts de la production agricole sur l'environnement. Cette réorientation fait l'objet d'un suivi et d'une évaluation continue. Deux modes d'évaluation sont présentés, *ex-ante* et *ex-post*, afin de justifier l'approche adoptée dans ce mémoire.

### 1.2.1 Approche ex-ante

L'intérêt des modèles ex-ante réside dans le fait qu'ils permettent d'anticiper les impacts des futurs choix que seront amenés à faire les Etats, avant la mise en œuvre des réformes. Ils ont donc vocation à donner des conseils dans l'architecture de l'allocation des aides de la PAC. L'objectif des modèles ex ante est de modéliser de manière cohérente les exploitations et les marchés agricoles, à une période de référence, afin, dans une deuxième étape, de projeter plusieurs scénarios à l'aide des modèles calibrés. Concernant les potentiels effets des réformes dans l'allocation des aides de la PAC, de nombreux modèles et travaux scientifiques ex ante ont été réalisés suivant différentes méthodologies et à différentes échelles de travail.

À l'échelle des exploitations, Mosnier et al, dans leur papier de 2009 utilisent un modèle de programmation mathématique linéaire afin de regarder si la réforme de 2003 améliore l'atteinte d'objectifs environnementaux pour des types d'exploitations de grande culture du sud-ouest de la

France. Pour cela, plusieurs scénarios sont envisagés avec et sans éco-conditionnalité. Leurs résultats indiquent qu'avec l'éco-conditionnalité, on connaîtrait un léger effet dans la répartition des différentes cultures en défaveur des exploitations qui irriguent. Solazzo et al. (2016) utilisent également la programmation mathématique pour attester des effets potentiels du verdissement liés à la réforme de 2014 sur le niveau des émissions de gaz à effets de serre des exploitations du Nord de l'Italie. Les auteurs trouvent avec leurs données que le verdissement permettrait une réduction modeste du niveau total d'émission de 1.5%.

À l'échelle du secteur agricole, un pan de la recherche se base sur des Modèles d'Equilibre Partiel (MEP) en faisant l'hypothèse que le secteur agricole peut être modélisé indépendamment des autres secteurs. On pourra notamment parler du modèle d'équilibre partiel CAPRI - Common Agricultural Policy Regionalised Impact Modelling System - développé suite à l'initiative d'un programme européen FAIR dans les années 1997-1999. Ce système de modélisation se base sur des données précises et harmonisées au niveau européen pour combiner des modèles de programmation régionale avec des modèles de marchés multi-produits. Cette combinaison d'approches permet de modéliser en détail les différents types d'exploitations au niveau européen et les effets des réformes sur chacune d'entre elles<sup>3</sup>. Gocht et al. (2017) utilisent notamment le modèle CAPRI afin de prédire l'effet de la mise en place du verdissement de la PAC en 2014. Les résultats qu'ils avancent sont contrastés ; les effets positifs sur l'environnement sont annoncés faibles mais inégaux selon les régions. Ils prédisent une baisse des émissions des gaz à effets de serres ainsi qu'une légère augmentation des « bonnes pratiques environnementales », cependant ils notent également une légère augmentation de l'érosion des sols.

Enfin à l'échelle de l'économie entière, quelques travaux se sont attachés à étudier les potentiels impacts des réformes de la PAC dans le cadre de Modèles d'Equilibre Général Calculable (MEGC), c'est-à-dire des modèles où tous les secteurs sont analysés simultanément. Le papier Butault et al. (2005) utilise un MEGC pour évaluer les conséquences que pourraient avoir la réforme 2003 de la PAC. Il indique, entre autres, que le choix fait par la France de la référence historique pour le calcul du montant des aides découplées ne modifie pas la répartition du soutien entre exploitations, orientations productives et régions. Par ailleurs, les résultats montrent que le découplage associé à l'éco-conditionnalité pourrait faire baisser la part des surfaces en céréales et augmenter celle des surfaces en jachères, étant donné que les aides ne sont plus couplées à la production mais qu'il y a une obligation minimale de surface en jachère.

Pour évaluer les potentiels impacts de la conditionnalité, les MEGC peuvent s'avérer moins pertinents que les modèles sectoriels du fait de l'importante agrégation des comportements on ne visualise pas l'hétérogénéité des comportements. De surcroît, les modèles basés sur les exploitations permettent de rendre compte plus en détails des effets de la conditionnalité au niveau individuel que les

---

<sup>3</sup> Plus de détails sur le modèle dans Britz & Witzke (2008)

modèles sectoriels. Néanmoins l'avantage de ces modèles ex-ante est qu'ils permettent réellement de faire de la statistique comparative une fois les hypothèses du modèle définies.

### 1.2.2 Approche ex-post

On constate que de nombreuses études ex ante ont tenté de prédire les effets que pourraient avoir les réformes dans l'allocation des aides PAC en matière d'environnement. Cependant, ce type d'études nécessite de faire des hypothèses afin d'obtenir des prédictions, prédictions qui pourront s'avérer non vérifiées une fois la réforme mise en place. Les limites des analyses ex ante appellent donc à des analyses ex post afin de vérifier si les prédictions et effets estimés ont été vérifiés. Cependant, les études ex post analysant le lien entre l'architecture des aides PAC du 1<sup>er</sup> pilier et la performance environnementale à l'intérieur d'un pays sont peu nombreuses au regard des problèmes méthodologiques importants qui rendent difficile l'analyse des effets propres.

Pour mesurer les effets propres d'une politique ou d'une mesure au sein d'un même pays, comme on peut le faire sur les politiques sociales en France par exemple, il faut pouvoir identifier des groupes homogènes de bénéficiaires et de non bénéficiaires, afin de constituer des groupes de contrôle solides. Ceci n'est pas possible avec les aides du 1<sup>er</sup> pilier de la PAC, car tous les hectares sont légalement porteurs d'aides directes, et donc toutes les exploitations sont automatiquement bénéficiaires. En revanche ce travail d'analyse des effets propres est possible si l'on compare les pays Européens ou si l'on s'intéresse aux aides volontaires du second pilier de la PAC.

Au niveau européen, il est possible d'identifier les effets propres des aides du 1<sup>er</sup> pilier en comparant, pour des groupes d'exploitations similaires, les différents effets de divers modes d'implémentation (groupe de mesures) de la PAC entre les pays. Ainsi, Jaraité & Kazukauskas (2012) s'appuient sur le fait que les réformes n'ont pas été implémentées au même moment ou de la même manière dans les pays européens afin d'identifier l'effet causal de l'éco-conditionnalité sur les performances environnementales à l'aide de l'estimateur de *difference-and-difference*. Les auteurs trouvent que, globalement, l'éco-conditionnalité aurait permis une réduction dans l'utilisation des fertilisants et pesticides. En effet, les auteurs trouvent que les pays ayant adopté la conditionnalité avant 2005 ont réduit en moyenne de 5% leurs dépenses annuelles d'engrais et de 6% celles de pesticides en comparaison des pays qui n'avaient pas encore adopté la mesure d'éco-conditionnalité. Des méthodes similaires appelées « effets de traitement » ont été mises en œuvre pour étudier les effets propres des aides du 2<sup>nd</sup> pilier de la PAC à l'intérieur d'un pays. Notamment le papier de Chabé-Férret et Subervie (2013) utilise la méthode du *matching* et l'estimateur de double différence afin d'isoler l'effet de 5 Mesures Agro-Environnementales (MAE) spécifiques sur les comportements des exploitations. Ils montrent par exemple que la MAE qui s'attache à encourager la diversité de l'assolement a effectivement permis d'ajouter une culture à la rotation mais que le changement a été effectué, pour les exploitations bénéficiaires, uniquement sur une petite part de la surface de cultures.

Pour avoir une idée plus précise, dans un pays particulier, de l'effet de modifications dans l'allocation des aides 1<sup>er</sup> pilier de la PAC, certains auteurs adoptent un point de vue plus descriptif. L'étude de Cisilino et al. (2012) étudie l'effet du découplage des aides du 1<sup>er</sup> pilier de la PAC sur le secteur céréalier en Italie, à l'aide de descriptions détaillées sur les évolutions de productions et de surfaces. Cependant, la limite de ce type d'analyse est qu'elle ne permet pas d'isoler l'effet des aides de la PAC des autres effets temporels, sur les comportements des exploitations. Les approches économétriques dites « classiques » qui permettraient d'isoler l'effet propre des aides sont également difficiles à mettre en œuvre étant donné les difficultés techniques du sujet. L'estimation de cette relation est soumise à des problèmes d'endogénéité importants comme le soulignent Coderoni et Esposti (2018) qui utilisent des modèles logit multinomiaux pour étudier si la variation des émissions de Gaz à effets de serre, entre 2003 et 2007, pour les fermes italiennes, peut s'expliquer par le montant des aides reçu du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>nd</sup> pilier. L'hypothèse faite par les auteurs est que le lien direct entre les aides PAC et les émissions est peu probable ; les agriculteurs n'étant pas obligés de baisser volontairement leur niveau d'émissions pour recevoir plus d'aides. Cela passe par des canaux de transmission comme les changements de production et les nouvelles combinaisons entre inputs et outputs. Mais le modèle utilisé par les auteurs ne leur permet pas de prendre en compte l'hétérogénéité des comportements des exploitations.

On comprend donc qu'il est délicat d'attribuer aux montants d'aides reçus les changements de comportements en matière d'environnement. Comme le relève la Cour des Comptes (2018), les données disponibles ne permettent pas de dégager des relations de causalité, en revanche l'étude des corrélations permet de poser des questions sur la pertinence de la distribution des aides. L'analyse descriptive menée par la Cour des Comptes (2018) évoque le fait que la distribution des aides de la PAC est très inégale. Cette analyse met également en lumière le fait que les exploitations qui reçoivent le plus d'aides ne sont pas celles dont le revenu est le plus faible. De plus, la Cour des Comptes (2018) souligne que jusqu'en 2015 les exploitations les plus aidées étaient celles qui adoptaient les pratiques les plus défavorables sur les plans de l'intensité culturale et l'intensité en intrants.

Ainsi, Kirsch et al. (2017) s'intéressent à la distribution des montants d'aides du 1<sup>er</sup> pilier et 2<sup>nd</sup> pilier selon le niveau performance environnementale des exploitations spécialisées en céréales et oléo protéagineux, en bovins-lait et en bovins-viande, sur l'année 2013. Pour ce faire, les auteurs élaborent un indicateur environnemental composite afin de regrouper les exploitations en classes de performance environnementale. Ces classes ont ensuite été mises en relation avec les montants d'aides perçues. Les résultats mis en avant dans cette étude sont que les exploitations ayant les effets les plus positifs sur l'environnement sont celles qui perçoivent le moins d'aides par hectare. Ce résultat est lié à un plus faible montant des aides reçues du 1<sup>er</sup> pilier de la PAC, sans que les aides du 2<sup>nd</sup> pilier ne puissent le compenser entièrement. L'analyse menée dans cette étude est une analyse de statistiques descriptives

statiques, il est donc intéressant d'aller plus loin en regardant si la distribution des aides a évolué dans le temps de manière positive.

À l'heure actuelle aucun travail de modélisation économétrique ex-post n'a été réalisé afin de regarder la distribution des aides de la PAC en France selon les caractéristiques des exploitations agricoles. Plusieurs travaux ont cependant été menés pour étudier quelles étaient les caractéristiques des pays qui recevaient les montants d'aides au développement les plus importants. Alesina et Dollar (2000) regardent l'impact de variables comme la population, le PIB, l'ouverture commerciale ou encore le niveau de démocratie sur le montant d'aides au développement reçu à l'aide d'un modèle de régression pooled MCO sur plusieurs périodes. Suite à ce premier papier sur la question, beaucoup d'autres sont apparus en utilisant des modèles de panel à effets spécifiques. On note l'ajout d'effets fixes afin de contrôler les différences qui existent entre les budgets liées aux caractéristiques des pays qui ne varient pas dans le temps. On constate également l'ajout d'effets temporels afin de prendre en compte les variations temporelles (Berthélemy et Tichit, 2004; Fleck et Kilby, 2006 ; Claessens et al., 2009 ; Hoeffler et Outram, 2011). C'est sur ce type d'analyse et de méthode que nous allons nous appuyer afin de traiter la distribution des aides de la PAC selon des critères environnementaux.

### 1.3 Problématique/ hypothèses

#### 1.3.1 Problématique

Notre objectif dans cette étude est de regarder si, au sein de plusieurs spécialisations productives, les aides versées dans le cadre du 1<sup>er</sup> pilier de la PAC sont allouées aux exploitations qui adoptent un comportement vertueux vis-à-vis de l'environnement. Le but de ce travail est de constater si, au fur et à mesure des réformes effectuées dans le type et les critères l'allocation des aides, la relation entre montants des aides du 1<sup>er</sup> pilier alloué et les impacts environnementaux de l'exploitation s'est renforcée positivement ou non.

Dans cette étude nous nous intéressons plus particulièrement à la distribution des aides 1<sup>er</sup> pilier de la PAC pour plusieurs raisons. La première est que ces aides représentent la part la plus importante du soutien reçu par les exploitations. En effet, d'après le recensement agricole de 2010, 85% des aides sont versées au titre du premier pilier. La deuxième est que la majorité des exploitations agricoles françaises en sont bénéficiaires, étant donné que ce sont les hectares qui sont porteurs de DPU.

L'objectif ici n'est pas d'isoler l'effet causal que peuvent avoir les aides du premier pilier sur les changements de comportements. Comme expliqué dans la revue de littérature, cette relation est en proie à de multiples facteurs confondants qui nous feraient sans doute surestimer ou sous-estimer l'effet que peuvent avoir les aides sur les comportements des exploitations. On cherche plutôt ici à regarder si, suite aux différentes réformes, le montant des aides allouées par hectare aux exploitations est en ligne

avec l'idée de récompenser les exploitations qui adoptent les meilleurs comportements concernant l'environnement.

### 1.3.2 Hypothèses testées

Dans notre étude nous allons principalement étudier deux questions concernant la distribution des aides en lien avec le double objectif affiché des aides PAC.

La première que nous cherchons à analyser est si les réformes de 2003 et de 2014 ont permis de transférer en partie les aides du 1<sup>er</sup> pilier vers les exploitations agricoles les plus vertueuses en matière d'environnement, au sein des spécialisations productives. Pour étudier cette question nous nous basons sur trois hypothèses :

- Le découplage des aides par rapport à la nature et au volume de biens produits, diminue les incitations à produire avec des hauts rendements (et/ou avec irrigation) et modifie la compétitivité des productions historiquement soutenues par la PAC par rapport à celles qui, avant découplage, ne bénéficiaient pas de soutien.
- La conditionnalité des aides du premier pilier de la PAC permet de mieux sélectionner, pour le paiement des aides, les exploitations les plus vertueuses (diversité d'assolement, Surfaces d'Intérêt Ecologique minimale, part de prairies dans la surface totale), ceci surtout après 2014 car les seuils sont plus contraignants.
- La convergence des DPU après 2014 permet d'harmoniser les soutiens afin de ne plus favoriser certaines exploitations historiquement soutenues.

Dans un second temps nous allons également étudier si la distribution des aides selon le revenu de l'exploitation s'est vue affectée par les réformes qui nous intéressent.

De plus, pour étayer notre propos nous étudierons si la relation entre aides reçues et performance environnementale est hétérogène au sein des orientations technico-économiques des exploitations (OTEX), selon les régions et les zones altimétriques (plaine, piémont, montagne). En effet, nous imaginons aisément que les performances environnementales étant très divergentes selon les systèmes de production, la relation entre aides et performances l'est également.

## Deuxième partie : Matériel et méthodes

---

### 2.1 Données

#### 2.1.1 Les indicateurs de performance

Aujourd'hui on compte une multitude d'indicateurs pour traiter des externalités de l'agriculture. Gassiat et Zahm (2010) différencient les indicateurs en trois types ; les indicateurs d'état, les indicateurs d'impact et les indicateurs de pression. Les indicateurs d'état consistent en une mesure directe de l'état du milieu mais ils sont très difficiles à obtenir à grande échelle, du fait de leurs importants coûts de collecte. Les indicateurs d'impact se basent sur l'agrégation de toutes les substances polluantes contribuant à un même impact qui sont agrégées en indicateur. Et enfin les indicateurs de pression ont pour but de mettre en évidence les effets des pratiques agricoles sur l'environnement en se basant sur les pratiques de l'agriculteur.

Un enjeu de taille cependant est d'associer ces indicateurs à des exploitations afin d'attester de leurs performances environnementales. Comme expliqué dans la contextualisation, le fait que les externalités de la production agricole soient multiples rend difficile l'analyse des performances environnementales individuelles. Certaines méthodes font le choix d'utiliser des indicateurs composites et font des hypothèses sur la compensation des effets en utilisant des pondérations. On pourra évoquer la méthode IDEA (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles) pour laquelle chaque indicateur donne lieu à une note pondérée en fonction de l'importance de l'objectif auquel il se rapporte ; la somme des notes donnant lieu à un score de l'exploitation dans chacune des composantes de la durabilité (agroécologique, socio- territoriale, économique) (Zahm *et al.*, 2008). Kirsch et al. (2017) dans leur papier sur la distribution des aides PAC créent un indicateur composite associé à chaque exploitation afin de classer les exploitations selon leurs performances environnementales.

Dans notre travail nous avons fait le choix d'utiliser des indicateurs non composites afin d'éviter de faire des hypothèses sur le poids des différents impacts et de s'intéresser plus particulièrement aux performances liées aux émissions.

#### 2.1.2 Indicateurs unitaires d'inventaires de cycle de vie

L'originalité des indicateurs que nous utilisons réside dans le fait que nous utilisons des indicateurs **unitaires d'inventaires de cycle de vie** (indicateurs d'impacts) de la base de données AGRIBALYSE © que nous appliquons à l'échelle de l'exploitation en utilisant les données individuelles du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA) (Samson et al., 2018).

Aujourd'hui, on note une tendance croissante à l'intégration de considérations environnementales lors de la conception d'un produit, qui s'apparente pour la production agricole aux

décisions relatives au couple produit-technologie. L'approche quantitative la plus à même de traduire ce concept est l'Analyse de Cycle de Vie (ACV), qui nécessite la prise en compte simultanée d'impacts environnementaux dans l'ensemble du processus productif ; les matières premières, la production, le stockage, le transport, l'utilisation et le recyclage (Plouffe et al., 2011).

Les impacts qui sont considérés dans les indicateurs unitaires produits AVC d'AGRIBALYSE© sont dits « du berceau à la sortie du champ » (Colomb et al., 2013 ; Koch et al., 2014). C'est-à-dire que l'indicateur prend en compte les **impacts indirects** qui ont lieu en amont de la production au champ comme ceux induits par la fabrication d'engrais et d'intrants et **les impacts directs** qui découlent effectivement de la production des produits au champ, comme les émissions de nitrate dues à l'épandage ou encore les émissions de méthane des bovins. Dans notre analyse, nous avons fait le choix d'utiliser la version libre en format Excel de la base de données AGRIBALYSE© disponible sur le site de l'ADEME©. Cette base de données d'indicateurs unitaires produits s'appuie sur la méthodologie d'Analyse de Cycle de Vie et décrit 20 types d'impacts environnementaux potentiels pour 76 produits végétaux et 77 produits animaux (cf. Annexe 1 : Définition de l'ACV et choix méthodologiques de la base de données AGRIBALYSE©).

Dans notre étude, nous nous focaliserons uniquement sur un indicateur calculé par produit **climate change**. Etant donné l'incertitude liée à certains modèles, nous avons choisi de nous concentrer sur l'indicateur qui semble le plus robuste aux yeux de la communauté scientifique.

**L'indicateur *climate change*** s'interprète comme le pouvoir de réchauffement climatique qui calcule le forçage radiatif sur une période de 100 ans. Cet indicateur s'appuie sur le rapport IPCC 2007 (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) en associant des facteurs de caractérisation aux gaz émis et s'exprime en kilogramme d'équivalent CO<sub>2</sub>. L'idée ici est de caractériser les changements dans les températures globales causés par l'émission de gaz à effet de serre du fait de l'activité agricole (cf. Annexe 2 : Détails du calcul de l'indicateur climate change).

#### *Application sur les données du RICA*

La base de données du RICA rassemble des informations décrivant les performances des exploitations de manière très exhaustive ; c'est une base qui a été conçue pour détailler les résultats comptables des exploitations agricoles françaises. On trouve dans la base du RICA des informations concernant la production végétale ainsi que la production animale de chaque exploitation.

Du côté des productions végétales, pour chaque espèce végétale, les variables présentes dans la base décrivent les surfaces, les volumes en quintaux et les valeurs monétaires des quantités récoltées et vendues. Dans le cadre de la construction de cet indicateur, on retient les variables de production récoltées en volumes (quintaux). Nos indicateurs se construisent comme la quantité produite de chaque espèce végétale multipliée par l'impact associé par unité fonctionnelle dans la base AGRIBALYSE ©.

La plupart des productions végétales observées dans la base RICA peuvent être associées à un inventaire de cycle de vie de la base AGRIBALYSE©. La formule de calcul de l'indicateur d'impact *climate change* pour la production végétale est la suivante :

$$ccveg_i = \sum_j q_j * cc_j$$

Avec  $ccveg_i$ , représentant l'impact potentiel *climate change* de la production végétale de l'exploitation agricole  $i$  ;  $q_j$  représentant la quantité d'espèce végétale  $j$  produite par l'exploitation  $i$  ; et  $cc_j$  l'impact *climate change* associé à la production d'un kilogramme de l'espèce végétale  $j$  (cf Annexe 3 : Liste des productions agricoles végétales de la base RICA et des indicateurs unitaires d'inventaire de cycle de vie Agribalyse associés dans le programme de couplage des deux bases de données.).

Du côté des productions animales, pour chaque espèce animale, la variable de produit brut de la base RICA évalue le nombre de têtes. On associe à chaque espèce animale un poids moyen en se basant sur les hypothèses de poids faites dans AGRIBALYSE© (cf. Annexe 4 : hypothèses poids moyen des principales catégories d'animaux). En fonction de ce poids on multiplie ensuite par l'indicateur unitaire AVC correspond à l'espèce.

$$ccani_i = \sum_j (n_j * p_j) * cc_j$$

Avec  $ccani_i$ , représentant l'impact potentiel *climate change* de la production animale de l'exploitation agricole  $i$  ;  $n_j$  représentant le nombre de têtes produites de l'espèce animal  $j$  ;  $p_j$  le poids moyen associé à l'espèce animale  $j$  ; et  $cc_j$  l'impact *climate change* associé à la production d'un kilogramme de l'espèce animale  $j$ .

Nous approchons les systèmes de production de la manière la plus fine possible. Par exemple pour le lait de vache, AGRIBALYSE© propose une typologie selon quatre systèmes observés en France qui s'appuient sur la composition de la ration alimentaire des animaux. La composition de la ration de base selon la proportion de maïs fourrager et d'herbe permet de caractériser un degré d'intensification du système selon quatre niveaux (cf Annexe 5 : Liste des productions animales de la base RICA et des indicateurs unitaires d'inventaire de cycle de vie Agribalyse© associés dans le programme de couplage des deux bases de données.).

Pour avoir l'impact global de l'exploitation il nous faut additionner l'impact de la production végétale et animale. De plus, il faut déterminer à quelle unité ramener cet impact global afin d'avoir un indicateur qui nous permet de comparer les exploitations.

### *Unité de comparaison*

Un élément fondamental lors de l'étude statistique des indicateurs est l'unité de comparaison choisie pour l'interprétation. Nombre d'auteurs se sont penchés sur les différentes unités utilisées et ce qu'elles impliquent. Halberg et al. (2003) recommandent d'exprimer les indicateurs par unité de surface pour traiter d'objectifs environnementaux locaux ou régionaux et de les exprimer en unités de produit pour traiter d'objectifs environnementaux globaux. La question est délicate dans la mesure où nombre de problèmes globaux ont un caractère local.

Comme l'explique De Boer (2003) ainsi que Salou et al. (2017) l'interprétation des impacts et résultats change selon l'unité de comparaison choisie. Si l'on choisit d'exprimer l'impact en ramenant à l'hectare, on valorise des systèmes de production extensifs au sens de l'économie rurale, c'est-à-dire qui combine moins d'intrants variables par hectare et produisent moins par hectare. On favorisera donc en utilisant cette unité fonctionnelle des systèmes extensifs sur le facteur terre. Si en revanche le choix est fait de regarder l'impact en fonction de la quantité produite (par exemple par litre de lait) on prend en compte un critère de productivité ; plus l'exploitation sera productive plus l'impact par litre de lait sera faible.

Dans leur article, Haas et al. (2000) tentent de faire une typologie des unités les plus adaptées pour traiter d'Analyse de Cycle de Vie au niveau d'une ferme. Selon eux, les impacts locaux tels que ceux sur la biodiversité n'ont de sens qu'à l'échelle de la ferme. Alors que les impacts globaux (utilisation des ressources, émissions, ...) peuvent s'exprimer selon différentes unités, à l'échelle de la ferme, de la surface, du cheptel, du produit. Ils illustrent cependant leur propos en mettant en garde comme les auteurs précédemment cités contre l'interprétation des résultats selon l'unité. Ils montrent par exemple que pour les exploitations laitières, les émissions associées à la surface et au cheptel sont favorables aux exploitations biologiques. Cependant, les impacts calculés en litre de lait montrent un avantage aux exploitations non certifiées car un critère de productivité est pris en compte.

Nous avons le choix de ramener les indicateurs à l'hectare, car il nous semble judicieux et cohérent de ramener ces indicateurs au facteur de production rare et limitant qu'est la terre. Cela nous permet de neutraliser l'effet taille de l'exploitation ; on imagine bien qu'une exploitation de taille plus grande, bien qu'elle adopte un comportement vertueux, aura probablement un indicateur absolu global plus important qu'une petite exploitation.

### *Limites de l'indicateur*

La principale limite des indicateurs de cette approche est la quantité de données nécessaires afin de prendre en compte la totalité de l'hétérogénéité des pratiques qui peuvent varier d'une exploitation à l'autre (Colomb et al, 2015). Les indicateurs d'impacts potentiels des différents produits étant calculés comme l'agrégation des pratiques individuelles pour représenter l'impact moyen de la production au

niveau national, malgré le niveau de détail ils ne nous permettent pas d'avoir une approche détaillée des pratiques réalisées à l'échelle d'une exploitation. Etant donné que la version actuellement disponible de la base AGRIBALYSE© propose essentiellement des indicateurs d'inventaire de cycle de vie pour les systèmes en agriculture conventionnelle, le couplage actuel traite de la même façon les exploitations du RICA quel que soit l'indicateur de qualité : conventionnel ou production sous signe de qualité. Une version future de la base AGRIBALYSE© qui est actuellement en phase de développement offrira la possibilité de traiter les produits agricoles sous signe de qualité, en agriculture biologique notamment.

De plus, du fait d'absence d'informations ou d'informations suffisantes, certains produits agricoles ne sont pas intégrés dans l'estimation des impacts environnementaux à l'échelle de l'exploitation. Il s'agit des produits de l'horticulture, de la production de fleurs et plants, de certaines volailles (pintade, caille...), et de certains produits animaux (laine, miel...). D'autres limites à cette approche peuvent également être mentionnées comme l'incertitude liée aux modèles agro-environnementaux ou bien l'hypothèse d'impacts linéaires et additifs (Colomb et al., 2015).

Ayant pleinement conscience des limitations méthodologiques de cette approche, nous avons testé la cohérence de ces indicateurs en les comparant à des statistiques de pratiques individuelles calculables à partir des données comptables du RICA.

### 2.1.3 Tests de cohérence

Test ; Afin de tester la cohérence des indicateurs d'impacts potentiels avec les pratiques agricoles observées au niveau des exploitations, nous réalisons des tests de corrélation de Person avec un seuil de significativité de 1% entre les indicateurs potentiels et les variables de pratiques contenues dans la base de données RICA dont on suppose qu'elles peuvent influencer l'indicateur. Pour effectuer ces tests de corrélation nous utilisons l'indicateur global (non ramené à l'hectare) calculé par exploitation entre les années 2002 et 2017 en utilisant les exploitations présentes dans la base de données RICA sur ces années.

Tableau 3 : Corrélations entre indicateur d'impact potentiel en émissions et statistiques de pratiques issues du RICA

	<i>Climate change</i>	
	<b>OTEX 15000</b>	<b>OTEX 45000</b>
Charges réelles d'engrais déflatées	0.7939*	0.6927*
Charges réelles de produits phytosanitaires déflatées	0.7898*	0.7573*
Part des prairies permanentes		-0.4903*
Charges réelles d'énergie déflatées (carburants, lubrifiants, combustibles et électricité)	0.6811*	0.7667*
Charges en aliments concentrés		0.7004*

\* significatif à un seuil de 1%

Source : RICA 2002-2017, OTEX 15 et OTEX45

Selon de nombreuses publications scientifiques l'utilisation importante d'engrais et de produits phytosanitaires en agriculture serait un facteur d'intensification des émissions de gaz à effet de serres (Marcus et al., 2015). Nous réalisons pour l'indicateur *climate change* un premier test de corrélation de Person avec les charges réelles d'engrais déflatées par l'indice des prix d'achat des moyens de production (IPAMPA) associé aux engrais et amendements base 2010. Nous avons choisi de considérer les charges déflatées afin de ne pas prendre en considération l'effet de l'inflation, et donc d'observer les charges en termes réels. Selon les balises de Cohen (1988), on note une corrélation positive forte (0.7939) pour l'OTEX grandes cultures, et une corrélation positive également forte (0.6927) pour l'OTEX bovins-lait. Un deuxième test de corrélation est effectué avec les charges réelles de produits phytosanitaires déflatées par l'IPAMPA des produits de protections des cultures base 2010. Pour les deux OTEX d'intérêt la corrélation positive est considérée comme forte. L'indicateur *climate change* semble donc évoluer de manière cohérente avec la quantité d'engrais et de produits phytosanitaires utilisée à l'échelle de l'exploitation. Nous décidons également d'étudier la corrélation de l'indicateur *climate change* avec les informations sur les charges réelles d'énergie déflatées dont nous disposons dans le RICA, c'est-à-dire les charges en carburants, lubrifiants, combustibles et électricité. La corrélation est également forte pour les deux OTEX. De plus, dans le cas de la spécialisation bovins-lait il nous est possible de réaliser un troisième test de corrélation avec la part des prairies permanentes dans la surface agricole utile totale, ces prairies étant reconnues comme ayant un rôle important dans le stockage de carbone. On note une corrélation négative de taille moyenne (-0.4903), qui nous indique que l'indicateur *climate change* d'une exploitation tend à être plus faible à mesure que la part des prairies permanentes augmente (cf. tableau 3).

#### 2.1.4 Les aides et le revenu

Nos variables d'aides et de revenu sont compilées à partir des données RICA disponibles sur la plateforme du CASD.

La difficulté principale rencontrée au niveau des aides a trait au classement des aides PAC entre les 2 piliers, étant donné qu'au fur et à mesure des années, certaines aides sont supprimées et d'autres créées, et les libellés changent d'année en année (voir Annexe 6 : Regroupement des aides de la PAC).

Concernant le revenu nous avons fait le choix de retenir comme indicateur de revenu l'Excédent Brut d'Exploitation hors aides. C'est un indicateur de richesse créée par l'entreprise, il n'inclut que des produits d'exploitation et des charges d'exploitation correspondant à un débours de cash (sans les amortissements qui sont des charges calculées). L'**Excédent brut d'exploitation** (EBEXP) ne tient pas non plus compte des éléments financiers et exceptionnels. C'est un indicateur de ressource potentielle de trésorerie créée par l'entreprise sur un exercice. Sans prise en compte des subventions d'exploitation et des salaires des associés (pour les sociétés), il permet une comparaison pertinente entre exploitations du niveau de revenu dégagé et de la performance économique.

**EBE hors aides** = Production de l'exercice + Rabais, ristournes, remises obtenues - Consommations intermédiaires - Loyers et fermages - Cotisations d'assurances + Remboursements forfaitaires de TVA + Indemnités d'assurance - Frais de personnel - Charges sociales du personnel - Impôts et taxes

## 2.2 Echantillon

### 2.2.1 Exploitations RICA

L'échantillon que nous utilisons est extrait de la base RICA constituée suite à une opération communautaire de recueil d'informations technico-économiques sur les exploitations agricoles européennes. La base du RICA sur la France métropolitaine couvre seulement le champ des exploitations dont la production brute standard est supérieure à 25 000 euros. Ce qui correspond, en 2016, à environ 97% du total de la production brute standard et 92% de la surface agricole utile (SAU)<sup>4</sup>.

L'échantillonnage des exploitations renseignées dans le RICA n'est pas réalisé aléatoirement mais plutôt selon une méthode proche de celle des quotas. La population est connue grâce au recensement agricole, et on découpe la population en strates selon trois critères : la région, l'orientation technico-économique (OTEX) et la classe de dimension économique (CDEX). En tenant compte de la répartition de la population, on fixe ensuite un nombre d'exploitations à sélectionner qui figureront dans le RICA.

---

<sup>4</sup> Chiffres issue du Rapport « Les résultats économiques des exploitations agricole en 2017 » présenté le 18 décembre 2018 par la Commission des comptes de l'agriculture de la Nation.

La détermination de l'OTEX et de la CDEX d'une exploitation se fait à partir de données physiques (surface et catégorie d'animaux) qui sont converties en équivalent monétaire à l'aide de coefficients régionalisés pour représenter la valeur de production potentielle hors subventions (PBS). La somme de toutes les PBS de l'exploitation (productions végétales et animales) permet de classer l'exploitation dans les CDEX. Les parts relatives des PBS partielles, PBS associées à chaque produit, permettent de classer l'exploitation dans les OTEX selon sa production dominante.

### 2.2.2 Choix de l'étude

Dans notre travail, nous nous concentrons sur deux orientations technico-économiques, les exploitations spécialisées en céréales et oléo protéagineux (OTEX 15) et les exploitations bovins-lait (OTEX45). Nous décidons de nous arrêter plus spécifiquement sur ces deux orientations au vu de leur importance dans l'agriculture française. En effet, selon le recensement agricole de 2010, les exploitations spécialisées en céréales et oléoprotéagineux représentaient environ 25% de la surface agricole utile en France en 2010 et les exploitations bovins-lait en représentaient environ 14,5%. De plus les exploitations de ces orientations technicoéconomiques touchent une part importante des aides distribuées par la Politique Agricole Commune. Selon une étude du Ministère de l'Agriculture, en 2011 les exploitations spécialisées en céréales et oléoprotéagineux touchaient 21% des aides distribuées et les exploitations bovins-lait en touchaient 16%.

Dans notre analyse nous cherchons à étudier les effets de deux réformes sur la distribution des aides du 1<sup>er</sup> pilier de la PAC en fonction de critères environnementaux. Nous utilisons donc deux sous échantillons sur deux périodes afin d'isoler les effets sur la distribution des aides de chacune des réformes. Et, nous avons fait le choix de travailler sur des sous-périodes de 6 ans entourant chacune des réformes. La première réforme étant annoncée en 2003 mais appliquée totalement en 2006 nous travaillons sur la période 1 qui va de 2003 à 2008. La seconde étant appliquée en 2015 nous travaillons sur la période 2 allant de 2012 à 2017. Nous décidons de travailler sur des échantillons avec des temporalités précises car nous ne voulons pas mélanger les effets des différentes réformes.

Ces panels de données sont non cylindrés étant donné que les exploitations agricoles sortent de la base de données de manière que l'on peut qualifier d'aléatoire ; une sortie de l'échantillon ne signifie pas que l'exploitation a quitté l'échantillon suite à une faillite tout comme une entrée dans l'échantillon ne signifie pas que l'exploitation vient de démarrer son activité. Cela réduit considérablement les inquiétudes qui peuvent peser sur un éventuel biais de sélectivité. Notre analyse se concentrant sur la distribution des aides et non pas l'effet causal des aides, le fait que nos panels ne soient pas cylindrés n'est pas un frein à l'analyse.

## 2.3 Statistiques descriptives

Pour analyser l'évolution de la distribution des aides en fonction des critères environnementaux de manière éclairée, il nous faut dans un premier temps regarder comment ont évolué les exploitations au fil de la période de notre étude 2002-2017. Cela même si dans l'analyse économétrique nous nous intéresserons à des sous-périodes plus courtes afin de distinguer les réformes de 2006 et de 2014, ce qui nous laisse avec moins d'observations (cf. 2.5 Description des panels). Sur la période 2002-2017 nous disposons d'informations pour 3161 exploitations de l'OTEX 15 qui sont en moyenne présentes 5,9 ans dans la base de données RICA et de 3209 exploitations de l'OTEX 45 qui elles sont en moyenne présentes 5,2 ans dans la base de données RICA. Nous avons donc au total sur la période 2002-2017 15 842 observations pour les exploitations spécialisées en céréales et protéagineux et 13 869 observations pour les exploitations spécialisées en lait-bovins.

### 2.3.1 Evolution de la production et des rendements

Figure 2 : Evolution de la production et des rendements entre 2002-2017 sur les exploitations de l'OTEX 15

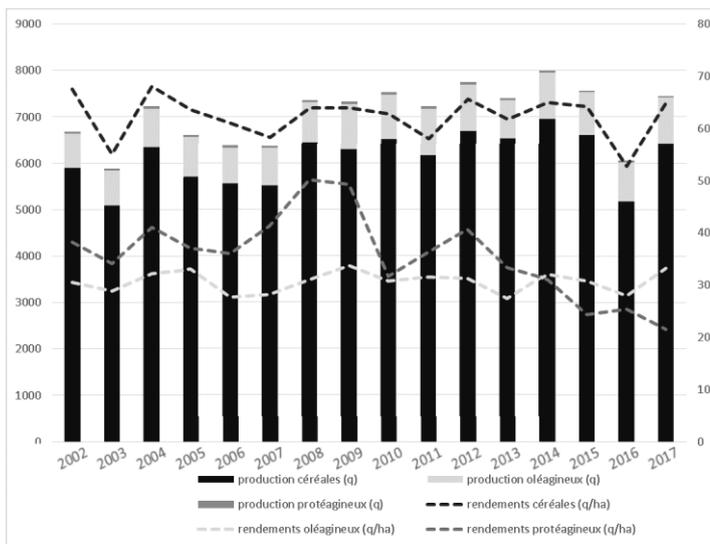
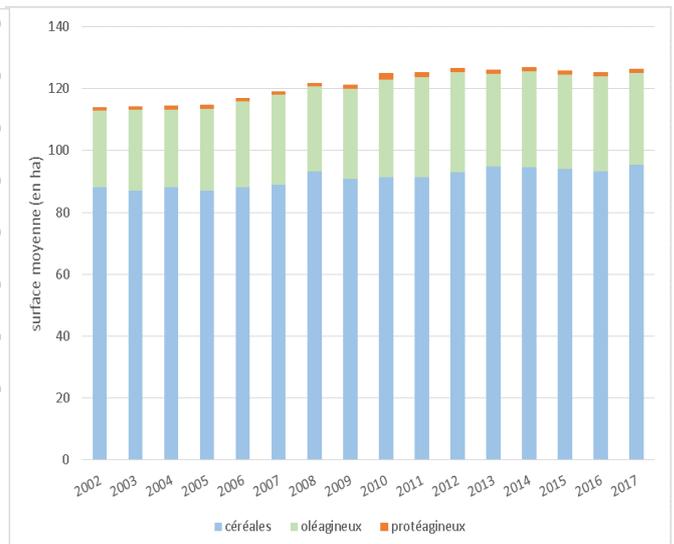


Figure 3 : Evolution des surfaces cultivées entre 2002-2017 pour les exploitations de l'OTEX 15



Source : RICA 2002-2017, OTEX15

Concernant la spécialisation productive « céréales et oléoprotéagineux », on note que tout au long de la période la production la plus importante reste celle des céréales en moyenne par exploitation (cf. Figure 2). Cependant, on note également que la production totale semble volatile. En effet, cette spécialisation productive est très exposée aux chocs externes, comme les chocs climatiques, qui peuvent causer une mauvaise récolte et impacter fortement la production ce qui fut le cas en 2003 et en 2016 par exemple. Si les chocs climatiques sont concomitants dans plusieurs zones de production au niveau

mondial, la baisse de production peut être compensée par une hausse des prix, ce qui au final stabilise le revenu. Cependant, on remarque que ce n'est pas toujours le cas en regardant l'évolution de l'EBE (cf. Figure 7). Il est donc difficile d'attester d'une tendance nette dans l'évolution de la production de céréales du fait des fluctuations. Les rendements des céréales semblent être, si on fait abstraction des crises, plutôt stationnaires. Cependant, on note tout de même que les rendements des céréales sont largement supérieurs à ceux des protéagineux et oléagineux. La production d'oléagineux elle semble en légère augmentation sur la période et ses rendements paraissent plutôt stables. En revanche, si on s'intéresse à la production de protéagineux, on relève que, suite au découplage de 2006 la production ainsi que les rendements ont baissé, ce qui peut s'expliquer par le fait que ces productions de protéagineux étaient bénéficiaires d'aides spécifiques couplées avant 2006 qui encourageaient leur production (cf. Figure 2). Nous décidons de lier ces premiers constats avec l'évolution des surfaces moyennes de ces trois cultures ce qui nous permet d'observer les changements dans les priorités de production sans prendre en compte les fluctuations de production dues à des chocs transitoires. La surface moyenne cultivée en céréales ainsi que celle en oléagineux semblent être en légère augmentation au fil des périodes. Enfin, la surface moyenne cultivée en protéagineux s'est vue diminuer après 2006, elle passe d'une moyenne de 1,294 hectares en 2006 à 0,951 en 2007. Cependant elle semble avoir à nouveau augmenté dans les années récentes (1,419 hectare en moyenne en 2017), ce qui peut être dû au lancement du plan protéines végétales en 2014 (cf. Figure 3).

Figure 4 : Evolution de la production et des rendements entre 2002-2017 sur les exploitations de l'OTEX 45



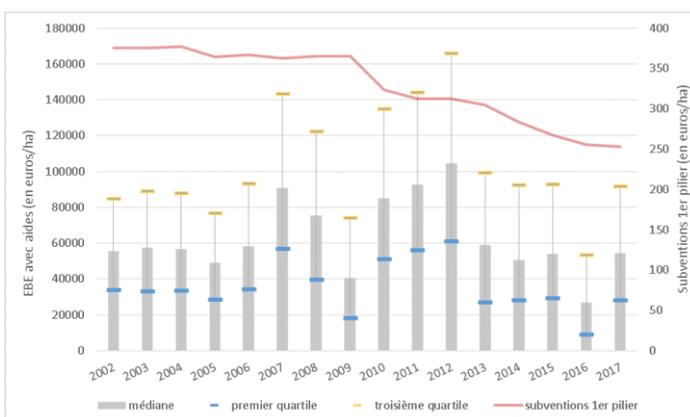
Source : RICA 2002-2017, OTEX45

Concernant la spécialisation bovins-lait la production moyenne de lait par exploitation est en augmentation sur toute la période y compris après la sortie des quotas laitiers en 2015. De plus, la productivité par vache (en hectolitres produits par vache laitière) est également en nette augmentation (cf. Figure 4). Mais ces évolutions moyennes masquent une très forte hétérogénéité dans la production, la productivité et donc, de surcroît, le revenu. Ces disparités se retrouvent dans les territoires qui

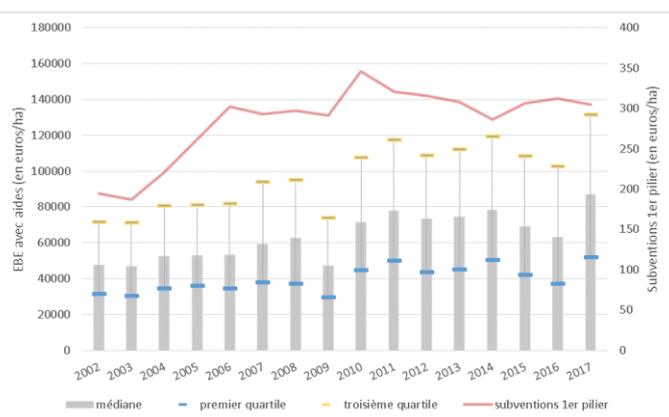
affichent des caractéristiques naturelles, organisationnelles et socio-économiques différentes (Chatellier et al., 2014).

### 2.3.2 Evolution du revenu et des aides du 1<sup>er</sup> pilier

**Figure 5 : Evolution de l'EBE aides comprises et des aides par hectare du 1<sup>er</sup> pilier entre 2002-2017 sur les exploitations de l'OTEX 15**



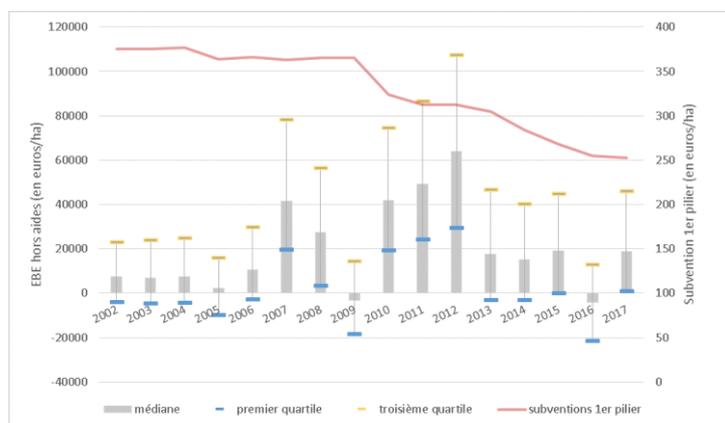
**Figure 6 : Evolution de l'EBE aides comprises et des aides par hectare du 1<sup>er</sup> pilier entre 2002-2017 sur les exploitations de l'OTEX 45**



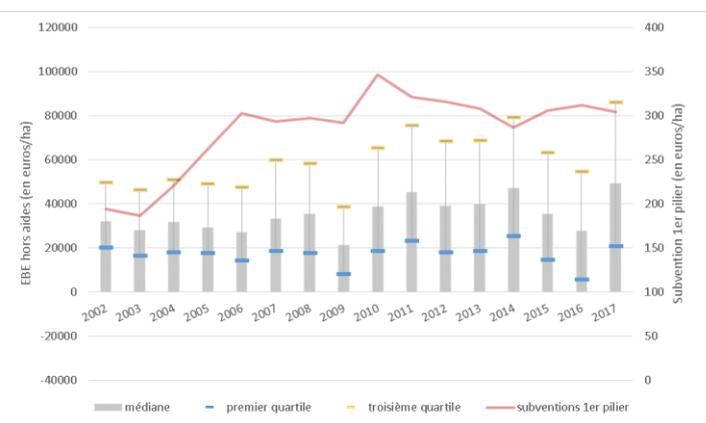
Source : RICA 2002-2017, OTEX15 et OTEX45

Nous avons ramené à l'hectare l'indicateur de revenu (EBE) et les aides touchées du 1<sup>er</sup> pilier, afin de pouvoir comparer de manière pertinente des exploitations de taille diverse. La première chose qu'il nous faut noter est que pour les deux spécialisations productives, l'Excédent Brut d'Exploitation hors aides est instable dans le temps, et sa distribution est très dispersée au sein des individus. C'est-à-dire que l'on note de très diverses situations entre les exploitations d'une même OTEX une même année (c. Figure 5 et Figure 6).

**Figure 7 : Evolution de l'EBE hors aides et des aides par hectare du 1<sup>er</sup> pilier entre 2002-2017 sur les exploitations de l'OTEX 15**



**Figure 8 : Evolution de l'EBE hors aides et des aides par hectare du 1<sup>er</sup> pilier entre 2002-2017 sur les exploitations de l'OTEX 45**



Source : RICA 2002-2017, OTEX15 et OTEX45

En comparant l'EBE aides comprises et l'EBE hors aides, on note qu'en moyenne une grande part du revenu des exploitations spécialisées en céréales et oléoprotéagineux est constituée par les aides qu'elles reçoivent. L'évolution du montant d'aides moyen reçu par hectare est cependant en baisse pour ces dernières et en hausse pour les exploitations spécialisées en bovins-lait. On a au final en 2017 des montants moyens d'aides par hectare supérieurs pour les exploitations laitières par rapport aux exploitations céréalières, ce qui traduit une redistribution des aides du 1<sup>er</sup> pilier entre ces deux orientations productives (cf. Figure 7 et Figure 8). Ce qu'il est intéressant de noter, dans cette perspective évolutive, c'est que les aides du 1<sup>er</sup> pilier de la PAC ne semblent pas s'ajuster aux chocs de revenu.

Nous approfondirons la question du lien entre aides et revenu plus en détail grâce à la spécification économétrique en étudiant si, au sein des OTEX, les exploitations qui touchent plus d'aides à l'hectare sont celles dont le revenu a le plus besoin d'être soutenu.

### 2.3.3 Evolution des indicateurs de suivi

Figure 9 : Evolution des indicateurs de suivi calculables dans le RICA entre 2002-2017 sur les exploitations de l'OTEX 15

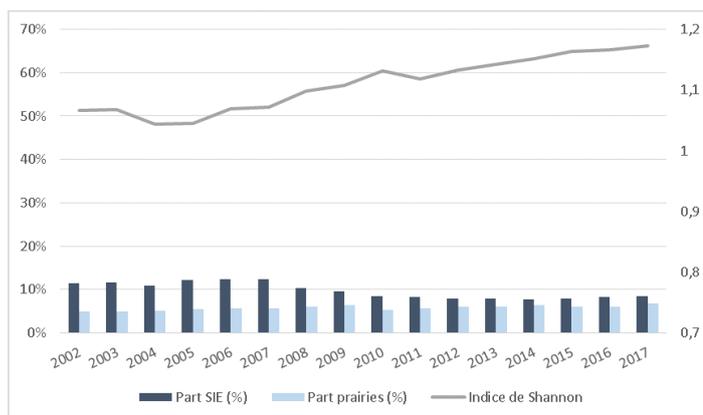
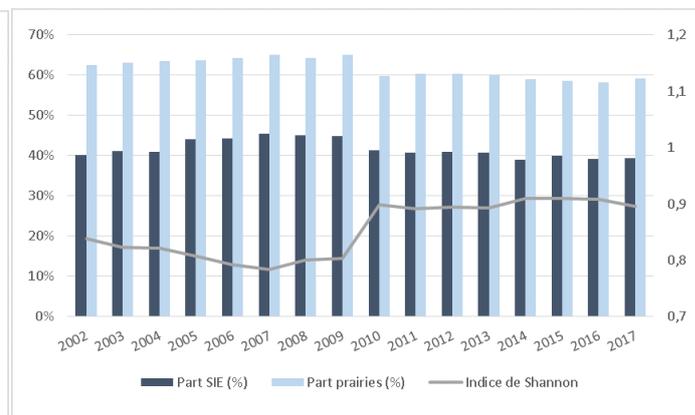


Figure 10 : Evolution des indicateurs de suivi calculables dans le RICA entre 2002-2017 sur les exploitations de l'OTEX 45



Source : RICA 2002-2017, OTEX15 et OTEX45

Comme nous l'avons précédemment expliqué au fil des mesures de transformation, la PAC a imposé des conditions aux exploitations pour qu'elles puissent toucher l'intégralité des aides (conditionnalité). Les mesures les plus importantes en France sont la diversité de cultures, le maintien des surfaces en prairies et un minimum de surface d'intérêt écologique. Sur l'échantillon du RICA il nous est possible de suivre l'évolution d'indicateurs de contrôle liés aux objectifs de conditionnalité. Concernant la diversité d'assolement nous choisissons d'étudier l'évolution de l'indice de Shannon<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> L'indice de Shannon donne une information sur la diversité spécifique d'un milieu. On utilise le nombre d'espèces de ce milieu et la répartition des espèces. Formule :  $I_s = - \sum(p_i \log p_i)$  avec  $p_i$  la surface d'une espèce  $i$  dans la surface de culture totale.

Pour suivre l'évolution de la part des prairies, nous étudions conjointement les prairies temporaires et permanentes. Et enfin, afin de traiter de la part de surface d'intérêt écologique dans la surface écologique en utilisant les données du RICA, nous pouvons uniquement nous appuyer sur l'évolution des prairies permanentes, des parcours, des landes, des alpages et des jachères, c'est-à-dire les SIE qualifiées d'improductives. Nous n'avons donc pas la totalité des surfaces d'intérêt écologique, notamment les légumineuses qui peuvent être considérées comme telles selon des coefficients de conversion ou encore les haies.

Le premier constat que nous faisons est que, selon la spécialisation productive, ces indicateurs diffèrent de manière importante. En effet, dans la spécialisation bovins-lait, il est cohérent d'avoir une part importante de prairies, celles-ci étant intégrées dans le processus de production (alimentation du troupeau). De plus, la diversité de l'assolement de cette même OTEX est moins importante que dans les exploitations céréales et oléoprotéagineux du fait pour ces dernières de la part plus importante de prairies dans la surface, le nombre de cultures sur le reste de la surface étant plus réduit (cf. Figure 9 et Figure 10).

Si l'on s'intéresse maintenant à l'évolution des indicateurs au cours du temps, on note que la part des SIE tend à baisser dans les années récentes pour les deux spécialisations que nous étudions. Cela peut être dû au fait que les seuils imposés par la PAC ne sont pas contraignants au point d'imposer aux exploitations d'inclure plus de ces surfaces dans leur SAU ; les exploitations ayant initialement une part de SIE importante. Cependant, il nous faut nuancer ce propos sachant que nous n'observons pas dans nos données l'intégralité des surfaces qualifiées comme d'intérêt écologique. En effet, dans le rapport spécial de la Cour des comptes européenne sur le verdissement (2017), les experts estiment la part de nouvelles SIE à 3,5% des terres arables soit 2% de l'ensemble des terres agricoles. De plus, la Cour des Comptes Européenne spécifie que la partie la plus importante de ces changements concerne les SIE dites productives<sup>6</sup>. Etant donné que nos données ne concernent que les SIE qualifiées d'improductives, cela nous incite à nuancer la baisse que nous observons dans nos résultats.

Pour la part moyenne des prairies dans l'assolement, nous observons qu'elle est en augmentation pour les exploitations de céréales et d'oléoprotéagineux mais, bien que restant très importante, elle diminue pour les exploitations laitières. Enfin, l'indice de Shannon quant à lui semble être en augmentation sur la période pour les deux orientations étudiées, ce qui constitue un résultat positif du moins au niveau de la tendance moyenne (cf. Figure 9 et Figure 10).

---

<sup>6</sup> Les SIE productives concernent principalement les légumineuses et autres cultures avec des coefficients d'équivalence.

### 2.3.4 Evolution et distribution de l'indicateur *climate change*

Figure 11 : Evolution de l'indicateur *climate change* entre 2002-2017 sur les exploitations de l'OTEX 15

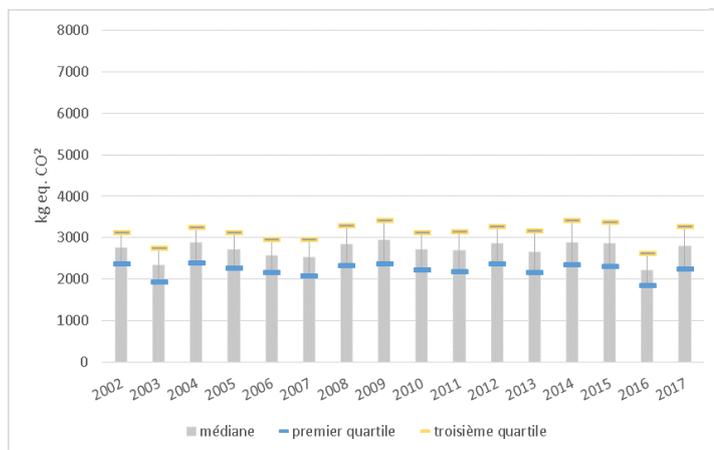
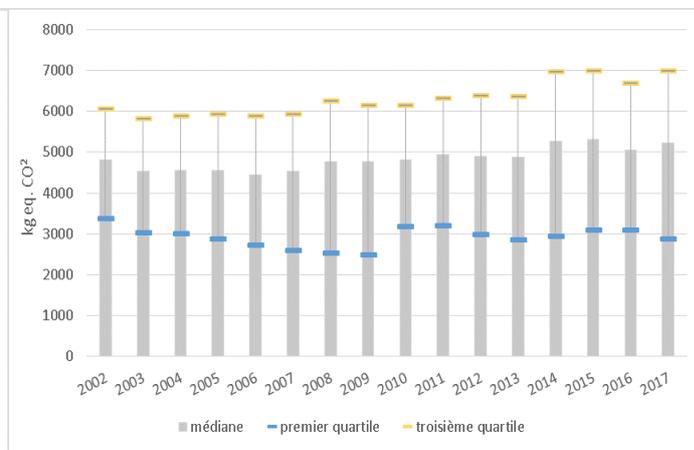


Figure 12 : Evolution de l'indicateur *climate change* entre 2002-2017 sur les exploitations de l'OTEX 45



Source : RICA 2002-2017, OTEX15 et OTEX45

L'indicateur *climate change* semble être en moyenne plus élevé par hectare pour les exploitations laitières que pour les exploitations de l'OTEX céréales et oléoprotéagineux, ce qui n'est pas surprenant étant donné que leur cycle de production est plus long. En effet, nous leur attribuons à la fois les impacts de l'alimentation des bovins et les impacts directs comme les émissions de méthane. De plus, on note que la dispersion de l'indicateur pour l'OTEX 45 est beaucoup plus importante, ce qui témoigne d'une importante hétérogénéité entre les observations. Enfin, dans les années récentes il semblerait que, pour cette même spécialisation, l'indicateur à l'hectare ait augmenté ce qui serait cohérent avec l'augmentation de la production et des rendements précédemment observée. Nous n'observons pas en revanche cette augmentation pour la spécialisation en céréales et oléoprotéagineux (cf. Figure 11 et Figure 12).

Il n'est bien sûr pas étonnant que l'indicateur *climate change* soit influencé par les chocs de production, car, selon que les exploitations produisent plus ou moins, leur impact par hectare est modifié. Cela rend difficile à première vue l'analyse d'une tendance sur l'évolution moyenne de cet indicateur. Afin d'avoir une analyse plus fine il nous faudrait pouvoir distinguer l'évolution due à des chocs temporels.

L'objectif premier de notre étude est d'étudier si la distribution des aides aux exploitations les plus vertueuses s'est améliorée au fil des différentes réformes. Pour avoir une première idée descriptive, nous avons séparé les exploitations de chaque spécialisation en quartile sur leurs performances sur l'indicateur *climate change* par hectare. Le premier quartile correspond donc aux exploitations avec le plus faible impact et le dernier quartile à celles avec le plus grand impact. Nous avons ensuite étudié l'évolution du montant des aides perçues par chacun de ces quartiles.

Figure 13 : Distribution des aides du 1<sup>er</sup> pilier par hectare en fonction des quartiles de performance sur l'indicateur *climate change* entre 2002-2017 sur les exploitations de l'OTEX 15

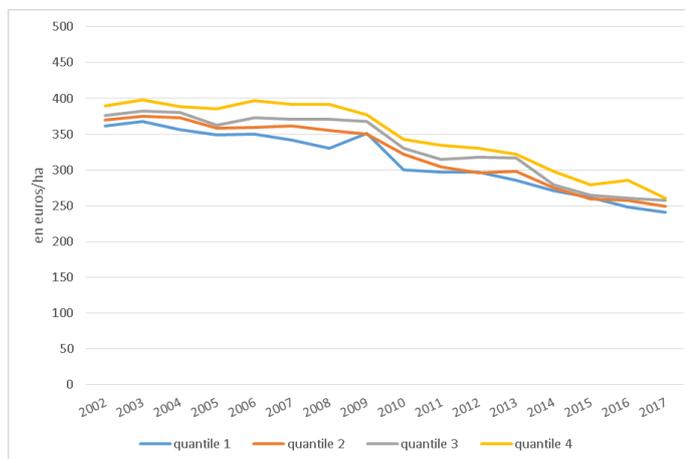
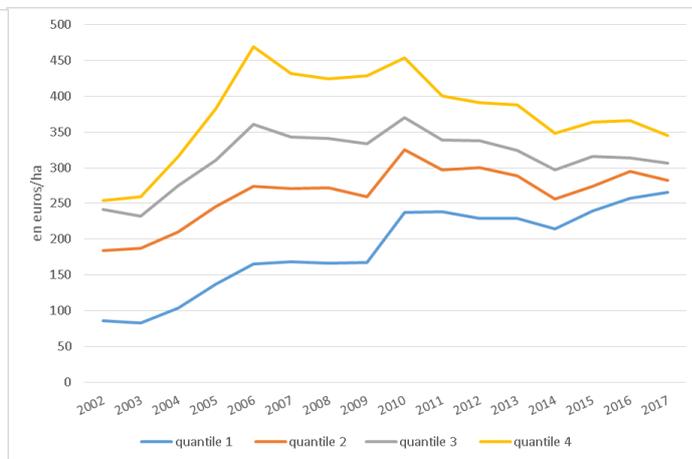


Figure 14 : Distribution des aides du 1<sup>er</sup> pilier par hectare en fonction des quartiles de performance sur l'indicateur *climate change* entre 2002-2017 sur les exploitations de l'OTEX 45



Source : RICA 2002-2017, OTEX15 et OTEX45

On remarque tout d'abord que la disparité entre les montants d'aides reçus entre quartiles de performances est bien plus importante pour les exploitations de l'OTEX 45. Cependant, il est important de relever que, pour les deux OTEX, l'écart de montant entre le premier et le dernier quartile semble s'amoinrir au cours du temps, mais cela de manière plus nette pour l'OTEX 45 (cf. Figure 13 et Figure 14). En effet, pour la spécialisation bovins-lait on note une réduction importante à partir de 2014 de l'écart des aides touchées du 1<sup>er</sup> pilier entre les exploitations les moins performances et les exploitations les plus performances sur l'indicateur *climate change* (cf. Figure 14). Pour l'OTEX 15 l'analyse est plus compliquée : les écarts d'aides reçues du 1<sup>er</sup> pilier entre les exploitations affichant différentes performances sont nettement moins importants.

Ces statistiques descriptives nous apportent des informations essentielles sur l'évolution de la structure et des comportements des exploitations agricoles que nous étudions. Cependant, en raison de la forte hétérogénéité des comportements et des facteurs confondants qui peuvent intervenir sur la distribution des aides du 1<sup>er</sup> pilier, il nous est difficile d'analyser précisément si la distribution des aides en fonction du critère de meilleure performance en émissions s'est améliorée au fil des réformes de la PAC. Pour cette raison, nous décidons de pousser l'analyse en réalisant un modèle économétrique qui nous permettra de prendre en compte l'hétérogénéité non observée entre les exploitations et les chocs temporels. Nous pourrons alors étudier si la distribution des aides s'est orientée en faveur des exploitations les plus vertueuses suite à la réforme de 2006 puis suite à la réforme de 2014.

## 2.4 Modèle

L'objectif de cette étude est de regarder si les exploitations adoptant un comportement vertueux en matière d'environnement sont celles qui reçoivent un montant plus important d'aides du premier pilier de la PAC suite aux réformes qui cherchent à introduire la dimension « environnement » dans l'allocation de ces aides. D'autre part, les aides de la PAC étant également justifiées comme un soutien au revenu des agriculteurs, nous regardons également le lien entre aides et distribution du revenu. Afin de traiter notre hypothèse de changement structurel dans l'allocation des aides, il nous faut inclure une variable binaire qui sera égale à 0 avant la réforme et 1 après. Etant donné que nous supposons que c'est la nature de la relation qui est affectée (pente) il nous faut utiliser des termes d'interaction. Nous testons pour chacun des modèles la présence significative d'un changement dans les coefficients avant et après réforme à l'aide d'un test de Chow (1960). En effet, le rejet de l'hypothèse nulle du test de Chow nous permet de confirmer que les deux échantillons avant et après réforme sont significativement différents.

Pour estimer cette relation nous partons du modèle empirique sur données de panel suivant (cf. équation 1) :

$$(1) Y_{it} = \alpha + \beta_1 \text{indicateur}_{it} + \beta_2 d_{\text{postréforme}} + \beta_3 \text{indicateur}_{it} * d_{\text{postréforme}} + \beta_4 \text{revenu}_{it} + \beta_5 \text{revenu}_{it} * d_{\text{postréforme}} + \varepsilon_{it}$$

Avec  $Y_{it}$  le montant de subvention du 1<sup>er</sup> pilier de la PAC reçu par hectare pour l'exploitation  $i$  l'année  $t$ ,  $\text{indicateur}_{it}$  un indicateur de performance environnementale,  $d_{\text{postréforme}}$  une variable binaire prenant la valeur de 0 si l'observation est dans une année pré-réforme et 1 si l'observation est dans une année post-réforme, et  $\text{revenu}_{it}$  l'excédent brut d'exploitation hors aides dégagé par hectare et  $\varepsilon_{it}$  le terme d'erreur. Les termes d'interaction nous permettent d'étudier si la relation entre l'indicateur ou le revenu et les aides a changé suite à la réforme.

L'estimation de cette relation par l'estimateur MCO n'est pas la plus adaptée car il supposerait une homogénéité des comportements dans le temps et entre les exploitations. Cette hypothèse n'est pas cohérente avec l'importante dispersion de nos variables d'intérêt (cf. Tableau 4 et Tableau 5). Afin de confirmer cette intuition, nous réalisons des tests de présence d'effets spécifiques individuels sur nos modèles qui nous permettent de corroborer la présence de ces effets et qui rendent ainsi la réalisation du modèle pooled-MCO obsolète. Par rapport à ces effets spécifiques, les modèles de données de panel à effets spécifiques présentent l'avantage : (i) de contrôler l'hétérogénéité non observée (ii) de décomposer la variabilité totale (iii) d'avoir un grand nombre d'observations (Aurojo, Brun, Combes ; 2004).

L'allocation des aides du premier pilier de la PAC est déterminée selon des caractéristiques spécifiques de l'exploitation, principalement la localisation, étant donné que le calcul des DPU se base en partie sur les références de rendements historiques de la région. Il est donc primordial de traiter le problème de l'hétérogénéité individuelle. De plus, la possible corrélation entre les performances environnementales et les caractéristiques structurelles des fermes qui ne varient pas dans le temps et qui influencent également le montant d'aides perçu pourra biaiser l'estimation. Il nous faut alors ajouter dans notre estimation des effets spécifiques individuels. Le caractère structurel des effets que nous cherchons à prendre en compte nous pousse théoriquement à choisir un modèle à effets fixes individuels plutôt qu'un modèle à effets aléatoires. Nous vérifions pour chaque modèle cette intuition à l'aide d'un test d'Hausman. L'ajout de ces effets fixes individuels permet également de prendre en compte l'hétérogénéité individuelle non observée et donc de répondre au potentiel biais de variables omises qui pourrait générer un problème d'endogénéité.

En plus des effets fixes individuels, il nous faut ajouter des effets fixes temporels afin de prendre en compte les chocs macroéconomiques qui pourraient influencer la relation. Par exemple d'une année à l'autre il est possible que les exploitations soient en proie à des chocs de production importants, diminuant fortement la production et l'impact environnemental, sans que les aides n'aient été redistribuées. Nous confirmons également leur présence à l'aide d'un test de présence des effets temporels.

Afin de nous assurer que la relation que nous estimons est purgée du biais de causalité inverse, nous faisons le choix de retarder d'une période les indicateurs de performances environnementales et de revenu. Ainsi, nous nous assurons du fait que le montant des subventions à la date  $t$  ne peut influencer les indicateurs à la date  $t-1$ . En effet, nous supposons que, si les aides peuvent éventuellement avoir un effet incitatif sur les comportements, celui-ci est dirigé vers les périodes futures et non les périodes passées. Le montant des aides reçues en  $t$  ne pourra pas avoir d'influence sur les émissions en  $t-1$  ni sur le revenu en  $t-1$ .

Nous cherchons donc à estimer un modèle de panel à effets fixes de la forme suivante (cf. équation 2) :

$$(2) Y_{it} = \alpha + \beta_1 \text{indicateur}_{it-1} + \beta_2 d_{\text{postréforme}} + \beta_3 \text{indicateur}_{it-1} * d_{\text{postréforme}} + \beta_4 \text{revenu}_{it-1} + \beta_5 \text{revenu}_{it-1} * d_{\text{postréforme}} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

Avec  $Y_{it}$  le montant de subvention du 1<sup>er</sup> pilier de la PAC reçu par hectare,  $\text{indicateur}_{it}$  un indicateur de performance environnementale,  $d_{\text{postréforme}}$  une variable binaire prenant la valeur de 0 si l'observation est dans une année pré-réforme et 1 si l'observation est dans une année post-réforme, et  $\text{revenu}_{it}$  l'excédent brut d'exploitation hors aides dégagé par hectare,  $\mu_i$  les effets fixes individuels,  $\lambda_t$  les effets fixes temporels et  $\varepsilon_{it}$  le terme d'erreur.

De plus, dans le but de traiter les problèmes d'hétéroscédasticité et d'autocorrélation sérielle, nous autorisons la corrélation des erreurs par individu en clustérisant par l'identifiant de l'exploitation (Froot, 1989 ; Rogers, 1994). Cela implique que nous faisons l'hypothèse d'une corrélation nulle entre les exploitations ; les comportements des exploitations ne dépendent pas les uns des autres, ce qui permet d'autoriser l'autocorrélation sérielle et l'hétéroscédasticité conditionnelle des observations dans le temps pour chaque exploitation. Ceci implique cependant que les comportements d'une même exploitation sont influencés par les périodes passées.

## 2.5 Description des panels

Dans notre modélisation économétrique, nous travaillons sur des sous-périodes et nous utilisons les variables explicatives avec un *lag* d'une période. Bien que l'étude de la distribution des subventions au fil des réformes se fera sur les années 2003-2008 pour la première réforme et 2012-2017 pour la deuxième, nous avons donc besoin des données pour l'année 2002 et 2011 concernant nos variables explicatives « laggées ».

Nous travaillons sur 4 échantillons : sur chacune des deux périodes nous avons un échantillon pour les exploitations de l'OTEX 15 et un échantillon pour les exploitations de l'OTEX 45.

Nos premiers panels de données concernent la réforme appliquée en 2006. L'échantillon concernant les exploitations céréalières contient 6 574 observations concernant 1 742 exploitations. En moyenne, sur cette première période, pour l'OTEX 15, les exploitations sont présentes dans le panel 3,8 années. L'échantillon pour l'OTEX 45 est constitué de 4 839 observations concernant 1 486 exploitations et les exploitations de ce panel sont en moyenne présentes 3,3 années.

Comme constaté dans les statistiques descriptives sur longue période (cf. § 2.3 : Statistiques descriptives), entre 2002 et 2008 les exploitations spécialisées en céréales et oléoprotéagineux touchent en moyenne plus d'aides du 1<sup>er</sup> pilier à l'hectare que les exploitations spécialisées en lait-bovin. On retrouve également sur nos panels que l'EBE hors aides par hectare des exploitations céréalières est en moyenne inférieur à celui des exploitations laitières, et également que leur impact *climate change* à l'hectare est inférieur. De plus, on confirme également que, pour toutes nos variables d'intérêt, la dispersion est nettement supérieure au sein de l'OTEX 45 (cf. Tableau 4).

Nos panels traitant de la réforme de 2014 contiennent 5 388 observations concernant 1 276 exploitations pour l'OTEX 15 et 5 680 observations concernant 1 386 exploitations pour l'OTEX 45. La présence moyenne dans le panel pour les exploitations de l'OTEX 15 est de 4,2 années et elle est de 4,1 années pour les exploitations de l'OTEX 45.

On remarque ici un changement dans les subventions ; comme analysé précédemment, les exploitations laitières touchent plus d'aides que les exploitations céréalières et, sur cette période, suite

à la réforme, on observe une redistribution des aides. L'EBE hors aides et l'indicateur *climate change* à l'hectare reste supérieur pour les exploitations laitières (cf. Tableau5).

Tableau 4 : Statistiques des variables sur les panels de la première réforme (2002-2008)

	(1) Otex 15				(2) Otex 45			
	mean	sd	min	max	mean	sd	min	max
Subventions 1er pilier (euros/ha)	367.86	60.21	0.56	958.72	249.49	126.47	0.00	1354.73
Excedent brut d'exploitation hors aides (euros/ha)	144.08	261.33	-890.77	2579.80	488.83	341.96	-1660.00	26916.24
Indicateur climate change (eq. kgCO2/ha)	2646.15	776.49	0.00	10620.64	4336.62	2693.07	36.85	37979.68
Observations	6574				4839			

Tableau 5 : Statistiques des variables sur les panels de la deuxième réforme (2011-2017)

	(1) Otex 15				(2) Otex 45			
	mean	sd	min	max	mean	sd	min	max
Subventions 1er pilier (euros/ha)	278.36	60.68	0.00	752.93	304.67	83.43	0.00	1015.07
Excedent brut d'exploitation hors aides (euros/ha)	196.34	325.93	-1098.04	2382.31	485.16	415.84	-1801.28	3543.54
Indicateur climate change (eq. kgCO2/ha)	2701.20	852.25	109.29	22448.89	4845.80	2877.69	13.92	18617.90
Observations	5388				5680			

## Troisième partie : Résultats

---

### 3.1 Résultats principaux

Comme expliqué précédemment, afin de ne pas confondre les effets des différentes réformes de la PAC, nous appliquons nos modèles sur des périodes temporelles courtes entourant les années de mise en place des réformes. Pour chacun des échantillons (1<sup>ère</sup> réforme et 2<sup>nde</sup> réforme), nous réalisons tout d'abord pour chaque OTEX un modèle de panel à effets fixes sans effets d'interaction. Dans un deuxième temps, nous réalisons des modèles en ajoutant des effets d'interaction des variables d'intérêt avec la dummy « post-réforme » (prenant la valeur de 1 à partir de 2006 pour le premier échantillon et 1 à partir de 2015 pour le second échantillon). Sur ces modèles, nous utilisons les variables centrées afin de faciliter l'interprétation des coefficients des variables (Williams, 2015).

#### 3.1.1 Exploitations de l'OTEX 15

Nous nous intéressons tout d'abord à la spécialisation des céréales et oléoprotéagineux (OTEX 15) (cf. Tableau 6). On note tout d'abord sur les régressions sans terme d'interaction (colonne (1) et (3), tableau 6) que, pour les deux périodes d'étude, il semblerait que l'indicateur de performance en émissions ne soit pas corrélé significativement avec le montant de subventions du 1<sup>er</sup> pilier reçu par hectare pour les exploitations de cette spécialisation. Ce résultat n'est pas surprenant dans la mesure où nous avons noté dans les statistiques descriptives qu'il existait pour cette orientation technico-économique très peu d'écart dans le montant d'aides du 1<sup>er</sup> pilier à l'hectare entre les exploitations appartenant aux différents quartiles de l'indicateur *climate change*.

Concernant la distribution des aides selon le revenu hors aides, alors qu'il n'existait pas de lien significatif sur la période 2003-2008, le revenu est positivement significatif pour 2012-2017. Ce qui signifie que, sur la deuxième période, les exploitations avec un EBE hors aides par hectare supérieur toucheraient en moyenne significativement plus d'aides par hectare.

De surcroît, nous notons que sur les deux périodes la dummy post réforme impacte significativement négativement le montant d'aides du 1<sup>er</sup> pilier reçu par hectare. Sur la première période les exploitations après la réforme toucheraient en moyenne 13,54 euros de moins d'aides par hectare. Ce schéma s'intensifie sur le deuxième échantillon où les exploitations après 2014 toucheraient en moyenne 51,07 euros de moins par hectare. Ces constats sont en ligne avec ceux que nous avons précédemment réalisés, au fil des années le montant moyen des aides du 1<sup>er</sup> pilier reçu par l'OTEX 15 est en diminution.

Afin d'étudier s'il y a eu une rupture structurelle significative dans l'allocation des aides selon des critères environnementaux ou de revenu lors de la mise en place des réformes, nous ajoutons les deux termes d'interaction (colonne (2) et (4), tableau 6). On remarque tout d'abord grâce au test de

Chow que les coefficients avant et après réforme sont significativement différents, ce qui nous permet d'interpréter les résultats du tableau.

Tableau 6 : Régressions de base sur l'OTEX 15 pour les deux réformes

	OTEX 15			
	Réforme 1		Réforme 2	
	(1) Subventions 1er pilier par ha	(2) Subventions 1er pilier par ha	(3) Subventions 1er pilier par ha	(4) Subventions 1er pilier par ha
Climate change/ha <sub>t-1</sub>	0.00117 (0.00177)	0.000376 (0.00217)	0.00123 (0.00128)	0.00547*** (0.00147)
EBE/ha <sub>t-1</sub>	-0.00757 (0.00661)	-0.0286** (0.00885)	0.0104*** (0.00307)	0.0112*** (0.00329)
d <sub>post réforme</sub>	-13.54*** (3.339)	-8.045* (3.457)	-51.07*** (1.959)	-63.72*** (2.717)
Climate change/ha <sub>t-1</sub> * d <sub>post réforme</sub>		0.00224 (0.00196)		-0.00658*** (0.00143)
EBE/ha <sub>t-1</sub> * d <sub>post réforme</sub>		0.0315*** (0.00753)		-0.0115** (0.00399)
_cons	375.1*** (5.158)	378.8*** (6.152)	301.6*** (3.081)	289.9*** (3.528)
N_observations	6574	6574	5388	5388
N_cluster	1742	1742	1276	1276
Individual fixed-effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Year fixed-effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Hausman test	113.61***	112.96***	39.81***	36.70***
Vcetype	Robust	Robust	Robust	Robust
R <sup>2</sup>	0.060	0.073	0.431	0.441
adj. R <sup>2</sup>	0.059	0.072	0.430	0.440
F-stat	39.03***	38.04***	279.1***	248.2***
Test de Chow	-	19.19***	-	257.87***

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Si l'on s'intéresse tout d'abord à la première réforme (colonne (2), tableau 6) on note qu'une exploitation avec un impact *climate change* moyen et un EBE hors aides moyen aurait après la réforme perdu 8,04 euros d'aides du 1<sup>er</sup> pilier par hectare. Cependant, on constate qu'il n'y a pas eu de changement significatif concernant la relation aides reçues et indicateur *climate change* sur les années qui ont suivi la réforme complètement appliquée en 2006. Cela signifierait que le découplage et la conditionnalité n'auraient pas permis de redistribuer les aides aux exploitations avec les meilleures performances globales en émissions. Le découplage dans sa première « mouture » (réforme de 2006) maintient donc la hiérarchie des marges brutes entre les différentes cultures. Comme l'explique

Chatellier (2004), les choix de production dans cette spécialisation sont principalement liés aux marges brutes dégagées il est donc plutôt cohérent que le découplage n'ait pas impacté grandement les comportements de production.

En revanche, sur cette même période, on note que le terme d'interaction de la dummy post-réforme avec le revenu affiche un coefficient significatif et positif. Cela signifierait donc que par rapport aux années pré-réforme la relation entre l'EBE par hectare et le montant d'aides reçu du 1<sup>er</sup> pilier s'est renforcée positivement. Le fait que le découplage n'est pas impacté la distribution des aides pour favoriser les exploitations avec les plus faibles revenus s'explique principalement par le fait qu'après 2006, le calcul du montant d'aides reçues du 1<sup>er</sup> pilier se base sur le critère de référence historique. En effet, le choix de la référence historique signifie que les DPU sont calculés selon les aides touchées entre 2000 et 2002, ce qui implique qu'ils sont liés au choix de production fait à ces années de référence. Cela aurait donc maintenu des paiements élevés aux exploitations agricoles qui bénéficiaient déjà de soutiens forts proportionnellement à leur quantité produite, ne modifiant ainsi pas le lien être aides et revenu (Lecole et Thoyer, 2015). Ce qui peut paraître surprenant est que le lien s'en trouve même renforcé, cela peut principalement s'expliquer par l'accroissement du revenu au fil du temps. Sur les années post réforme, 1 euro supplémentaire d'EBE par hectare signifierait qu'une exploitation toucherait 0.0029 euros de plus d'aides du 1<sup>er</sup> pilier par hectare par rapport à ce qu'elle aurait perçu avant 2006. Ces résultats sont en ligne avec ceux trouvés par le modèle MECG de Butault et al. (2005). L'introduction de la référence historique pour le découplage ne modifie pas la répartition du soutien entre exploitations, orientations productives et régions.

Sur la deuxième période d'étude, 2012-2017 (colonne (4), tableau 6), les résultats sont quelque peu différents. La redistribution des aides semble s'être accélérée, une exploitation moyenne dans son EBE et son impact *climate change* aurait vu ses aides perçues à l'hectare diminuer de 63,72 euros après 2014. Sur les années qui ont suivi la réforme de 2014, on note une baisse significative de la relation positive entre l'indicateur *climate change* par hectare et le montant des subventions. Alors que sur les années pré-réforme les exploitations avec un impact *climate change* par hectare supérieur d'une unité touchaient 0,00547 euros de plus d'aides par hectare, suite à la réforme elle en touche en moyenne 0,0011 de moins lorsque leur impact *climate change* est supérieur d'une unité. Il semblerait que l'effet soit le même pour l'EBE par hectare, on note une baisse significative sur les années post réforme de la relation positive entre EBE par hectare et montant d'aides reçu du 1<sup>er</sup> pilier.

Ces résultats intéressants peuvent s'expliquer principalement par la réforme de 2014 qui, avec la convergence des DPU, a permis une meilleure redistribution des aides selon des critères environnementaux et de revenu, que le simple découplage avec référence historique de 2006. Le fait que l'on harmonise les DPU en amenuisant les écarts existants, réduit considérablement l'avantage donné

aux exploitations les plus productives qui sont généralement plus riches. Ceci permet de diminuer les relations positives qui existaient entre impact *climate change* et aides, ainsi qu'entre EBE et aides.

### 3.1.2 Exploitations de l'OTEX 45

En ce qui concerne les exploitations laitières bovines (cf. Tableau 7), si l'on s'intéresse tout d'abord aux modèles sans variables d'interaction (colonnes (1) et (3), tableau 7), on ne note pas non plus d'effet de l'indicateur *climate change* sur chacune des périodes. L'EBE hors aides par hectare quant à lui semble être significativement positivement corrélé au montant des aides seulement sur la période de la deuxième réforme. Enfin, on note que si les aides semblent avoir significativement augmenté après la réforme entre 2003 et 2008 (plus 113,7 euros), elles ont significativement légèrement diminué après la réforme sur la seconde période (moins 6,168 euros). La redistribution des aides connaît donc une perte de vitesse sur la deuxième période pour les exploitations laitières.

Tableau 7 : Régressions de base sur l'OTEX 45 pour les deux réformes

	OTEX 45			
	Réforme 1		Réforme 2	
	(1) Subventions 1er pilier par ha	(2) Subventions 1er pilier par ha	(3) Subventions 1er pilier par ha	(4) Subventions 1er pilier par ha
Climate change/ha <sub>t-1</sub>	0.00382 (0.00242)	0.0000608 (0.00186)	-0.00167 (0.00109)	0.00289** (0.00106)
EBE/ha <sub>t-1</sub>	-0.00325 (0.00579)	-0.0163** (0.00594)	0.0210*** (0.00426)	0.0154* (0.00620)
d <sub>post réforme</sub>	113.7*** (3.490)	101.4*** (2.898)	-6.168* (2.584)	-2.262 (2.560)
Climate change/ha <sub>t-1</sub> * d <sub>post réforme</sub>		0.00674*** (0.000882)		-0.00505*** (0.000704)
EBE/ha <sub>t-1</sub> * d <sub>post réforme</sub>		0.0266*** (0.00646)		-0.00253 (0.00627)
_cons	160.7*** (10.59)	184.4*** (8.171)	311.0*** (5.928)	292.5*** (6.228)
N_observations	4839	4839	5680	5680
N_cluster	1486	1486	1386	1386
Individual fixed-effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Year fixed-effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Hausman test	811.31***	900.74***	542.80***	393.27***
Vcetype	Robust	Robust	Robust	Robust
R <sup>2</sup>	0.529	0.564	0.076	0.106
adj. R <sup>2</sup>	0.528	0.563	0.075	0.104
F-stat	254.6***	261.0***	57.72***	52.96***
Test de Chow	-	447.26***	-	33.33***

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Suite à l'ajout des termes d'interaction (colonnes (2) et (4), tableau 7) on note le rejet de l'hypothèse de coefficients identiques avant et après réforme grâce à la statistique de Chow. Une exploitation avec un EBE moyen et un impact *climate change* moyen toucherait après la première réforme 101,4 euros supplémentaires. De plus, cette réforme n'aurait pas non plus permis de mieux distribuer les aides selon l'impact en émissions des exploitations pour cette orientation technico-économique (comme pour l'OTEX15). On trouve le résultat l'inverse, alors que la relation entre l'indicateur *climate change* et les aides du 1<sup>er</sup> pilier n'est pas significative pour les années pré-réforme elle le devient pour les années post-réforme. En effet, pour les années après 2006, les exploitations les plus émettrices recevraient en moyenne significativement plus d'aides à l'hectare ce qui n'était pas le cas avant cette année. On pourra notamment lier ce résultat à l'augmentation importante de la production et de la productivité que nous avons notée dans les statistiques descriptives. On pourra voir après 2006 l'effet sur la production de l'annonce de la sortie des quotas laitiers en 2008, qui incite à augmenter la production, ce qui résulte en un effet « contre-productif » sur l'indicateur environnemental. Mais cela peut être également lié au fait que les aides directes augmentent de manière beaucoup plus importante pour les exploitations de plaine que pour les exploitations de montagne (Chatellier et Delattre, 2005). Les exploitations de plaine étant en moyenne plus intensives cela accentuerait la relation positive entre l'indicateur *climate change* et subventions reçues.

Concernant la distribution du revenu, on retrouve ici un phénomène similaire à ce que l'on avait observé pour les exploitations de l'OTEX 15. Par rapport aux années pré-réforme, la relation entre l'EBE par hectare et le montant d'aides reçues du 1<sup>er</sup> pilier s'est renforcée positivement. Avant la réforme, les exploitations avec 1 euro d'EBE par hectare en plus bénéficiaient en moyenne de 0,0163 euros d'aides par hectare en moins, suite à la réforme elles bénéficient en moyenne de 0,0103 euros d'aides par hectare en plus.

Si l'on s'intéresse maintenant à la deuxième période, on remarque que, sur les années après 2014, la relation entre l'indicateur d'émissions et le montant des aides par hectare a significativement diminué. Une exploitation laitière avant 2015 touchait 0,00289 euro de plus par hectare pour un indicateur *climate change* supérieur d'une unité, après la réforme cette relation s'amointri et devient négative. Une exploitation avec un indicateur *climate change* supérieur d'une unité toucherait en moyenne 0,00216 euro en moins d'aides du 1<sup>er</sup> pilier par hectare. La réforme de 2014 aurait alors permis de mieux distribuer en fonction du critère d'émission les aides du 1<sup>er</sup> pilier également pour les exploitations bovins-lait. Concernant la distribution des aides selon le revenu, alors que la relation était significativement positive avant la réforme de 2014 elle devient non significative après cette dernière.

On pourra pour cette OTEX également lier ces résultats à l'harmonisation progressive des DPU après 2014 qui aurait permis de ne plus soutenir les exploitations historiquement les plus aidées.

## 3.2 Hétérogénéité

### 3.2.1 Constitution des groupes

Afin de mieux comprendre les relations qui existent dans l'allocation des aides, nous avons divisé les échantillons en groupes qui correspondent à différents systèmes de production, dans chaque OTEX.

Afin d'analyser l'hétérogénéité entre les exploitations de l'OTEX 15 : céréales et oléoprotéagineux, nous avons fait le choix d'effectuer des regroupements de régions.

Ce choix se justifie principalement par les divergences de conditions pédoclimatiques et de spécialisations au sein des régions de la France métropolitaine. En effet, certaines régions avec un climat plus favorable ou de meilleures terres vont se spécialiser en céréales et oléoprotéagineux. Parmi elles, certaines régions auront plus de surface irriguée en raison des conditions climatiques. On aura donc, selon les régions, des exploitations qui utilisent plus ou moins de ressources et produisent de manière plus ou moins intensive. De plus, les rendements étant différents, le montant des aides perçu va lui aussi différer pour ces raisons structurelles.

Afin d'opérer des regroupements cohérents de régions, nous avons réalisé une analyse en composantes principales (cf. Annexe 7 : Analyse en Composantes Principales pour les exploitations de l'OTEX15 selon les régions) en utilisant comme variables les rendements en blé, les rendements en maïs, la taille des exploitations en hectares et la part de surface irriguée. Nous isolons au final 3 groupes. Le premier comprend les régions Auvergne, Nouvelle Aquitaine, Occitanie, PACA. Ce premier groupe correspond aux régions pour lesquelles la part de la surface irriguée est plus importante, cependant ce groupe n'affiche pas les plus hauts rendements. De plus, en regardant les cartes issues du recensement agricole de 2010, on constate que, dans ces régions, la spécialisation en céréales et oléoprotéagineux n'est pas majoritaire. En effet, l'OTEX 15 représente en moyenne 11% des exploitations de ces régions (cf. Annexe 8 : Cartes du recensement agricole de 2010 pour le groupe 1).

Le deuxième groupe est celui des régions Bretagne, Normandie, Pays de Loire. Ces régions correspondent à des zones non irriguées avec des rendements en grandes cultures faibles. On constate sur les cartes qu'elles comportent par ailleurs une faible part d'exploitations spécialisées dans l'OTEX 15, environ 12% des exploitations dans ces régions (cf. Annexe 9 : Cartes du recensement agricole de 2010 pour le groupe 2).

Enfin, le troisième groupe se compose des régions Ile de France, Hauts de France, Grand Est, Bourgogne, Centre. Ce groupe correspond au principal bassin céréalier français où les exploitations ont les rendements les plus élevés, et où la spécialisation en céréales et oléoprotéagineux est la plus forte,

en moyenne 32% des exploitations de ces régions (cf. Annexe 10 : Cartes du recensement agricole de 2010 pour le groupe 3).

Pour analyser les exploitations de l’OTEX 45 : orientation bovins-lait, nous avons décidé de différencier les exploitations selon leur zone altimétrique. Ce choix se justifie par deux éléments importants.

Le premier élément est que la zone altimétrique est corrélée de manière importante à la part de maïs dans le système fourrager. En utilisant une classification standard de systèmes fourragers (Depeyrot, 2017), il est possible d’identifier trois systèmes ; les exploitations majoritairement herbagères avec moins de 10% de maïs dans leur surface fourragère principale (SFP), les exploitations mixtes avec entre 10 à 30% de maïs dans leur surface fourragère principale et les exploitations intensives en maïs avec plus de 30% de maïs dans leur surface fourragère principale (cf. tableau 8).

Tableau 8 : Pourcentage d’exploitations bovins –lait dans le RICA entre 2002 et 2017 selon la zone altimétrique et le système fourrager

	Plaine	Piémont	Montagne	<i>Total</i>
Moins de 10% de la SFP maïs	9,96%	51,09%	74,54%	29,83%
Entre 10 et 30% de la SFP maïs	35,72%	38,93%	22,62%	33,68%
Plus de 30% de la SFP maïs	54,32%	9,9%	2,84%	36,49%
<i>Total</i>	<i>100,00%</i>	<i>100,00%</i>	<i>100,00%</i>	<i>100,00%</i>

Source : RICA 2002-2017, OTEX 45

En plaine, on remarque aisément que plus de la moitié des exploitations fonctionnent avec plus de 30% de maïs dans leur SFP (54,32%) et que très peu d’entre elles fonctionnent selon un système majoritairement herbager (9,96%). Dans les zones piémont, la majorité des exploitations fonctionnent selon un système herbager ou mixte (90,01%). Et enfin dans les zones de montagne près des trois quarts des exploitations fonctionnent selon un système de fourrage herbager (74,54%).

Le deuxième élément confortant notre choix de la zone altimétrique est que les niveaux d’aides du 1<sup>er</sup> pilier perçues selon la zone altimétrique diffèrent. Tout d’abord, les exploitations de montagne ont des niveaux de production par hectare moins élevés et ont une moindre part de cultures de vente dans leur assolement que les exploitations de plaine ou de piémont. De ce fait, elles ont acquis historiquement moins de références de primes pour le calcul des droits au paiement unique du 1<sup>er</sup> pilier.

Au final, une typologie des exploitations de l’orientation bovins-lait (OTEX 45) basée sur la zone altimétrique des exploitations nous permet de distinguer des systèmes de production avec des

contraintes et des technologies de production différentes ainsi qu'avec des différences au niveau des impacts environnementaux et des niveaux d'aides.

### 3.2.2 Résultats OTEX15

Tout d'abord, concernant les exploitations appartenant à l'orientation technico-économique des céréales et oléoprotéagineux (OTEX 15), on avait noté sur la totalité de l'échantillon que la relation entre le montant d'aides reçu et l'indicateur *climate change* n'était pas significative sur la première période et s'amointrissait significativement avec la réforme sur la deuxième période. Après avoir créé des sous-échantillons de système en fonction des régions, on note que les résultats sont les mêmes pour les groupes 1 et 3 mais pas pour le groupe 2 (cf. Tableau 9 et Tableau 10). En effet, on ne relève aucune relation significative entre le montant d'aides reçu du 1<sup>er</sup> pilier et la performance en émissions pour les exploitations appartenant aux régions Bretagne, Normandie et Pays de la Loire. Cela peut principalement s'expliquer par le fait qu'il y a très peu d'exploitations spécialisées en céréales et oléoprotéagineux dans ces régions ce que l'on retrouve sur notre échantillon. De ce fait, il est peu probable que le recouplage de certaines aides, le renforcement de la conditionnalité et l'harmonisation des DPU aient affecté significativement la redistribution des aides aux plus vertueuses au sein de ce groupe. De plus, la statistique de Chow nous fait accepter l'hypothèse selon laquelle les coefficients ne changent pas avant et après réforme sur la période 1. En revanche, il semblerait que pour les exploitations du groupe 1 et 3 cela soit le cas, la relation qui associait des montants plus élevés aux exploitations avec un indicateur d'émission plus haut dans les années pré réforme 2014 est significativement plus faible que celle dans les années post réforme (cf. Tableau 10).

Tableau 9 : Régressions par groupe pour la 1<sup>ère</sup> réforme (2006) – OTEX15

	Total de l'échantillon	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Subventions 1er pilier par ha			
Climate change/ha $t_{-1}$	0.000376 (0.00217)	0.00356 (0.00466)	0.00620 (0.00457)	-0.000648 (0.00196)
EBE/ha $t_{-1}$	-0.0286** (0.00885)	-0.0237 (0.0156)	-0.0230 (0.0178)	-0.0282** (0.00890)
$d_{\text{post réforme2006}}$	-8.045* (3.457)	-26.51*** (7.226)	-6.435 (6.508)	-1.632 (3.633)
Climate change/ha $t_{-1}$ * $d_{\text{post réforme2006}}$	0.00224 (0.00196)	-0.00289 (0.00379)	0.00136 (0.00501)	0.00256 (0.00226)
EBE/ha $t_{-1}$ * $d_{\text{post réforme2006}}$	0.0315*** (0.00753)	0.0290* (0.0138)	0.00879 (0.0191)	0.0286*** (0.00800)
_cons	378.8*** (6.152)	385.5*** (12.83)	349.1*** (12.77)	375.5*** (5.578)
N_observations	6574	2079	449	4046
N_cluster	1742	557	133	1052
Individual fixed-effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Year fixed-effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Vcetype	Robust	Robust	Robust	Robust
$R^2$	0.073	0.111	0.137	0.060
adj. $R^2$	0.072	0.107	0.119	0.058
F- stat	38.04***	23.77***	4.628***	22.32***
Test de Chow	19.19***	7.28***	1.54	11.36***

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Tableau 10 : Régressions par groupe pour la 2<sup>ème</sup> réforme (2015) – OTEX15

	Total de l'échantillon	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Subventions 1er pilier par ha			
Climate change/ha $t_{-1}$	0.00547*** (0.00147)	0.00805** (0.00309)	0.00213 (0.00467)	0.00399* (0.00158)
EBE/ha $t_{-1}$	0.0112*** (0.00329)	0.0112 (0.00788)	0.0146 (0.00830)	0.0117*** (0.00289)
$d_{\text{post réforme2015}}$	-63.72*** (2.717)	-61.70*** (5.713)	-46.57*** (7.340)	-66.65*** (3.123)
Climate change/ha $t_{-1}$ * $d_{\text{post réforme2015}}$	-0.00658*** (0.00143)	-0.00686* (0.00270)	0.000330 (0.00458)	-0.00670*** (0.00195)
EBE/ha $t_{-1}$ * $d_{\text{post réforme2015}}$	-0.0115** (0.00399)	-0.00784 (0.00803)	-0.0176 (0.0120)	-0.0130** (0.00417)
_cons	289.9*** (3.528)	290.5*** (6.466)	283.7*** (12.23)	291.6*** (4.277)
N_observations	5388	1758	351	3279
N_cluster	1386	419	93	764
Individual fixed-effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Year fixed-effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Vcetype	Robust	Robust	Robust	Robust
$R^2$	0.441	0.259	0.525	0.613
adj. $R^2$	0.440	0.255	0.512	0.612
F- stat	248.2***	38.23***	23.92***	266.5***
Test de Chow	257.87***	58.50***	22.98***	272.59***

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Concernant la distribution des aides selon le revenu pour l'OTEX 15, dans les régressions portant sur l'ensemble de l'échantillon, nous notons que la relation entre revenu et aides s'était d'abord vu renforcée positivement après la première réforme puis négativement après la seconde. Ce résultat ne reste significatif que pour le groupe 3 qui correspond aux exploitations du bassin céréalier (cf. Tableau 9 et Tableau 10). Ces régions étant celles qui, historiquement, affichent les rendements les plus élevés, cela vient renforcer la justification que nous avons avancée sur le fait que la détermination des DPU selon les rendements historiques n'a pas permis d'améliorer la distribution des aides aux exploitations avec le revenu le plus faible. Cependant, après 2014 la convergence des DPU a permis d'amoindrir cette relation, ce que l'on retrouve également uniquement sur ce même groupe. La relation significative des

aides avec le revenu sur l'échantillon est donc principalement expliquée par les exploitations du grand bassin céréalier français.

### 3.2.3 Résultats OTEX45

Tableau 11 : Régressions par zone altimétrique pour la 1<sup>ère</sup> réforme (2006) – OTEX45

	Total de l'échantillon	Plaine	Piémont	Montagne
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Subventions 1er pilier par ha			
Climate change/ha $t-1$	0.0000608 (0.00186)	0.000580 (0.00229)	-0.00272 (0.00173)	0.000832 (0.00290)
EBE/ha $t-1$	-0.0163** (0.00594)	-0.0134 (0.00715)	-0.0390** (0.0147)	-0.0158 (0.0101)
$d_{\text{post réforme2006}}$	101.4*** (2.898)	109.6*** (4.373)	78.77*** (5.232)	85.89*** (6.431)
Climate change/ha $t-1$ * $d_{\text{post réforme2006}}$	0.00674*** (0.000882)	0.00862*** (0.00121)	0.00686*** (0.00169)	0.00234 (0.00146)
EBE/ha $t-1$ * $d_{\text{post réforme2006}}$	0.0266*** (0.00646)	0.0214* (0.00863)	0.0340* (0.0131)	0.0204 (0.0114)
_cons	184.4*** (8.171)	228.6*** (12.32)	167.9*** (8.355)	89.40*** (7.720)
N_observations	4839	2817	942	1080
N_cluster	1486	916	273	307
Individual fixed-effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Year fixed-effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Vcetype	Robust	Robust	Robust	Robust
$R^2$	0.564	0.585	0.543	0.562
adj. $R^2$	0.563	0.584	0.539	0.558
F- stat	261.0***	194.4***	45.94***	67.40***
Test de Chow	447.26***	284.12***	84.99***	68.37***

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Tableau 12 : Régressions par zone altimétrique pour la 2<sup>ème</sup> réforme (2015) – OTEX45

	Total de l'échantillon	Plaine	Piémont	Montagne
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Subventions 1er pilier par ha			
Climate change/ha $t_{-1}$	0.00289** (0.00106)	0.00155 (0.00128)	-0.000899 (0.00250)	0.00488* (0.00236)
EBE/ha $t_{-1}$	0.0154* (0.00620)	0.00585 (0.00448)	0.0140 (0.0106)	0.0209 (0.0208)
$d_{\text{post réforme2014}}$	-2.262 (2.560)	-22.54*** (2.979)	13.12* (5.686)	36.66*** (6.410)
Climate change/ha $t_{-1}$ * $d_{\text{post réforme2014}}$	-0.00505*** (0.000704)	-0.00387*** (0.000874)	-0.00130 (0.00133)	-0.000426 (0.00168)
EBE/ha $t_{-1}$ * $d_{\text{post réforme2014}}$	-0.00253 (0.00627)	0.00382 (0.00436)	-0.00741 (0.0130)	-0.0227 (0.0204)
_cons	292.5*** (6.228)	333.5*** (7.895)	272.2*** (9.723)	225.8*** (11.31)
N_observations	5680	3662	902	1116
N_cluster	1386	886	233	270
Individual fixed-effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Year fixed-effects	Yes	Yes	Yes	Yes
Vcetype	Robust	Robust	Robust	Robust
$R^2$	0.106	0.119	0.119	0.273
adj. $R^2$	0.104	0.117	0.110	0.267
F- stat	52.96***	45.96***	10.33***	29.68***
Test de Chow	33.33***	46.32***	2.71**	13.54***

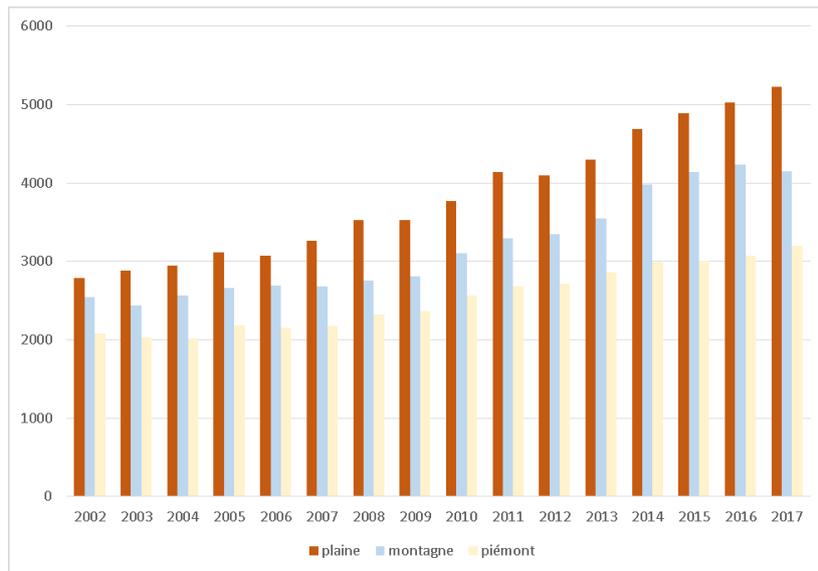
Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Pour la spécialisation bovin-lait (OTEX 45), il est important dans un premier temps de préciser qu'historiquement les exploitations de plaine étaient celles qui touchaient le plus d'aides du 1<sup>er</sup> pilier. Les exploitations de piémont et de montagne, elles percevaient majoritairement des aides du 2<sup>nd</sup> pilier, notamment l'ICHN (Indemnité Compensatoire de handicaps naturels). Sur la régression effectuée sur l'ensemble de l'échantillon, nous avons noté qu'après 2006, la distribution des aides favorisait encore plus que précédemment les exploitations avec un impact *climate change* important. Nous en avons déduit que cela était principalement dû à l'intensification de la production ; cette intuition est consolidée par le fait que cette augmentation positive de la relation est significative seulement pour les exploitations de plaine et de piémont (colonne (2) et (3), tableau 11). En effet, les exploitations de plaines et de

piémont sont celles qui augmentent leur production le plus rapidement (cf. Figure 15). Cependant, seules les exploitations de plaine ont vu la relation entre aides 1<sup>er</sup> pilier et *climate change* s'amoinrir significativement après la réforme de 2014. Pour les autres, la relation qui était non significative avant la réforme le reste après. On constate donc que les effets positifs de redistribution en fonction de la performance environnementale des exploitations sont ici principalement dus au sous-échantillon plaine, qui regroupe les systèmes qualifiés de plus « intensifs ».

Figure 15 : Evolution de la production de lait selon la zone altimétrique



Source : RICA 2002-2017, OTEX45

Concernant la distribution selon des critères de revenu, le fait que, sur la première période, le terme d'interaction soit significatif uniquement pour les exploitations de plaine et de piémont, qui ont les rendements historiques les plus importants, confirme que les DPU basés sur les références historiques ont probablement continué de favoriser les exploitations historiquement soutenues. Cependant la deuxième réforme avec l'harmonisation progressive des DPU, pour ces exploitations a permis de rendre non significative la relation des aides avec le revenu pour toutes les zones altimétriques.

### 3.3 Robustesse

#### 3.3.1 Les exploitations de l'OTEX 15

En guise de test de robustesse nous avons décidé de remplacer l'indicateur ACV *climate change* par des indicateurs statistiques d'approximation des pratiques calculables à partir des données comptables présentes dans la base de données du RICA.

Si l'on s'intéresse aux végétaux, les sources d'impacts les plus proéminentes sont les émissions aux champs, la production d'engrais ainsi que la mécanisation accrue. Dans leur étude de 2013 Pellerin et al. étudient en détail le potentiel d'atténuation en terme d'impacts environnementaux (émissions polluantes) de dix actions techniques. Nous citerons seulement ici celles qu'il sera éventuellement possible de traiter avec les données dont nous disposons. La première remarque est qu'il est possible de réduire l'utilisation d'engrais, et donc de limiter les émissions de dioxyde d'azote, sans effets négatifs sur les rendements. Ils soulignent également que l'introduction de cultures intermédiaires et de bandes enherbées permettrait de limiter les émissions de dioxyde d'azote et favoriserait le stockage de carbone. Enfin la dernière action technique étudiée concerne la réduction de la consommation d'énergie fossile des bâtiments et équipements agricoles afin de limiter les émissions directes de dioxyde de carbone. Il en ressort qu'en plus de permettre l'atténuation des émissions directes de telles pratiques peuvent générer d'important gains financiers. Nous choisissons donc d'inclure à la place de notre indicateur *climate change* les charges d'engrais déflatées par hectare, les charges de produits phytosanitaires déflatées par hectare, les charges associées à l'énergie déflatées par hectare ainsi que l'indice de Shannon qui traite de la diversité de cultures dans l'assolement. De plus, nous décidons également de regarder l'évolution de la part de surface irriguée afin d'avoir plus ample information sur un autre critère environnement qui est la pression sur la ressource eau. Nous ne prenons pas en considération la part des SIE dans la SAU car comme expliqué précédemment dans les statistiques descriptives le fait que nous n'ayons pas l'intégralité de ces dernières pourraient fausser nos résultats.

Relativement aux résultats que nous avons trouvés précédemment avec l'indicateur *climate change* on relève qu'en remplaçant l'indicateur par des statistiques d'approximation des pratiques calculables sur le RICA les résultats concernant la redistribution des aides et l'EBE hors aides sont très similaires à ce que l'on avait relevé précédemment (cf. Tableau 13)

En effet, on remarque que, suite à la première réforme, aucune des variables remplaçant l'indicateur de base n'est significativement impactée par la réforme. Ce résultat nous permet de corroborer l'idée selon laquelle le découplage total de 2006 n'a pas impacté significativement la redistribution des aides aux exploitations avec des comportements faiblement impactant sur les émissions pour cette OTEX (colonne (1), tableau 13). En revanche, suite à la seconde réforme il semblerait que la pression en engrais et en produits phytosanitaire ait été réduite. L'indice de Shannon et les charges d'énergie quant à elles ne semblent pas avoir été significativement modifiés. Ces constats nous permettent de dire que, suite à la réforme de 2014, plus d'aides ont été significativement allouées aux exploitations qui utilisaient moins d'engrais et de produits de protection des cultures (colonne (2), tableau 13). De surcroît, nous nous sommes également intéressées à un autre type de pression sur l'environnement, l'utilisation de la ressource eau. Il semblerait que, pour les deux réformes, une redistribution importante se soit effectuée en faveur des exploitations avec une part de leur surface irriguée plus faible. Suite à la réforme de 2006 une augmentation de 1% de la part de

surface irriguée signifierait qu'en moyenne l'exploitation touche 8,43 euros de moins d'aides du 1<sup>er</sup> pilier par hectare. Cette relation négative est légèrement moins forte suite à la réforme de 2014 où une exploitation avec 1% de part de surface irriguée supplémentaire toucherait 4,99 euros de moins d'aides par hectare. Ce constat fait sur la part de surface irriguée est en ligne avec les résultats du modèle ex-ante de Mosnier et al. (2003) qui prédit une redistribution en défaveur des exploitations qui irriguent.

Tableau 13 : Régressions robustesse sur les deux réformes pour l'OTEX15

	(1) Subventions 1er pilier par ha réforme 1	(1) Subventions 1er pilier par hectare réforme 2
$d_{réforme}$	-11.53*** (3.125)	-48.72*** (3.070)
Charges d'engrais déflatées /ha $t-1$	-0.0490 (0.0457)	0.0174 (0.0142)
Charges d'engrais déflatées /ha $t-1$ * $d_{réforme}$	-0.0363 (0.0458)	-0.0387* (0.0176)
Charges en produits phytosanitaires déflatées /ha $t-1$	-0.0172 (0.0482)	0.0413* (0.0194)
Charges en produits phytosanitaires déflatées /ha $t-1$ * $d_{réforme}$	0.0575 (0.0308)	-0.0632*** (0.0185)
Charges en énergie déflatées /ha $t-1$	0.0792 (0.0453)	0.0273 (0.0325)
Charges en énergie déflatées /ha $t-1$ * $d_{réforme}$	-0.0561 (0.0428)	0.0493 (0.0308)
I de Shannon $t-1$	6.593 (5.190)	2.892 (5.127)
I de Shannon $t-1$ * $d_{réforme}$	-5.198 (3.739)	4.261 (4.044)
Part de surface irriguée $t-1$	16.09 (9.690)	26.63 (13.89)
Part de surface irriguée $t-1$ * $d_{réforme}$	-24.52** (8.210)	-31.62*** (8.381)
EBE/ha $t-1$	-0.0283*** (0.00712)	0.0133*** (0.00305)
EBE/ha $t-1$ * $d_{réforme}$	0.0358*** (0.00608)	-0.0141*** (0.00411)
_cons	372.7*** (9.513)	286.7*** (8.653)
N_observations	6574	5388
N_cluster	1742	1276
Individual fixed-effects	Yes	Yes
Year fixed-effects	Yes	Yes
Vcetype	Robust	Robust
$R^2$	0.088	0.452
adj. $R^2$	0.086	0.450
F	23.49***	160.1***
Test de Chow	12.62***	125.94***

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

### 3.3.2 Les exploitations de l'OTEX 45

En ce qui concerne les productions d'élevage, le processus de production est plus long en raison de la production de cultures nécessaire à l'alimentation des animaux. Une partie des émissions sera donc causée par la production de l'alimentation (interne et externe) et une autre par les émissions des bovins. Ici, il est essentiel de comprendre dans quelle mesure la composition de la ration alimentaire peut influencer les émissions de l'élevage. Le méthane est une émission qui résulte du processus de fermentation microbienne des aliments dans le rumen du bovin et des effluents pendant le stockage des aliments. Au niveau de l'animal, il semblerait qu'une alimentation plus intensive en maïs ensilage permette de réduire les émissions directes de l'animal (Van Middelaar et al., 2013). Cependant, il faut noter qu'au niveau de l'exploitation, le rôle des prairies est extrêmement important en termes de stockage de carbone alors que la production de céréales peut être source d'émissions importante. De plus, la production d'aliments concentrés est également un poste d'émissions très important. On pourra donc dire qu'une part importante de prairies dans l'assolement pour le pâturage peut permettre de compenser de manière importante les émissions liées à la production de l'alimentation. Nous choisissons donc pour cet OTEX de regarder les variables de : charges d'engrais déflatées par hectare, charges de produits phytosanitaires déflatées par hectare, charges associées à l'énergie déflatées par hectare, la part des prairies dans la surface agricole utile, charges en aliments concentrés par 1000 litres de lait et le chargement herbivore.

Pour l'OTEX 45, nous trouvons à nouveau des résultats similaires aux précédents concernant les évolutions dans le montant des aides du 1<sup>er</sup> pilier perçu à l'hectare pour une exploitation moyenne après les réformes. On a sur la première période une augmentation des aides reçues après la réforme et sur la deuxième période une légère baisse des aides touchées après la réforme. Lorsque l'on remplace l'indicateur par des statistiques de pratiques nous retrouvons également des résultats similaires concernant l'évolution la distribution des aides selon un critère d'EBE hors aides (cf. Tableau 14).

Concernant les nouvelles variables proxy de la performance environnementale, suite à la réforme de 2006, il semblerait qu'aucune statistique de pratique ne s'améliore alors que les exploitations touchent beaucoup plus d'aides que précédemment. Cela permettrait de comprendre pourquoi, suite à cette première réforme, la relation entre les aides reçues et l'indicateur *climate change* s'est renforcée. En effet, les aides n'ont pas été redistribuées selon les critères contenus dans les statistiques étudiées : engrais, produits phytosanitaires, alimentation, chargement, prairies (colonne (1), tableau 14).

En revanche suite à la réforme de 2014, qui a permis une redistribution des aides en faveur des exploitations avec un impact *climate change* plus faible, on note dans cette nouvelle régression que la relation qui était positive entre aides et les indicateurs de pratiques s'est vu significativement diminuée après la réforme pour les produits phytosanitaires et les charges en alimentation. Comme nous l'avons

expliqué précédemment pour cette OTEX il est difficile de tirer des conclusions générales étant donnée l'importante diversité des comportements. Les relations avec ces variables sont vraisemblablement différentes selon la zone altimétrique concernée mais ces résultats semblent être en ligne avec ce que l'on observe sur l'échantillon total (colonne (2), tableau 14).

Tableau 14 : Régressions robustesse sur les deux réformes pour l'OTEX45

	(1) Subventions 1er pilier par hectare réforme 1	(2) Subventions 1er pilier par hectare réforme 2
$d_{réforme}$	106.0*** (10.59)	-26.04*** (5.774)
Charges d'engrais défaltées /ha <sub>t-1</sub>	-0.171* (0.0698)	0.0635* (0.0312)
Charges d'engrais déflatées /ha <sub>t-1</sub> * $d_{réforme}$	0.0819 (0.0655)	-0.0689 (0.0425)
Charges en produits phytosanitaires déflatées /ha <sub>t-1</sub>	-0.0530 (0.149)	0.135 (0.0870)
Charges en produits phytosanitaires déflatées /ha <sub>t-1</sub> * $d_{réforme}$	0.0751 (0.172)	-0.222* (0.0941)
Charges en énergie déflatées /ha <sub>t-1</sub>	-0.0374 (0.0865)	0.00808 (0.0730)
Charges en énergie déflatées /ha <sub>t-1</sub> * $d_{réforme}$	0.179 (0.0945)	0.0493 (0.0547)
Chargement herbivore <sub>t-1</sub>	-7.025 (8.008)	0.648 (9.318)
Chargement herbivore <sub>t-1</sub> * $d_{réforme}$	-4.259 (7.343)	-4.290 (6.539)
Part des prairies <sub>t-1</sub>	-0.299 (0.381)	0.0259 (0.271)
Part des prairies <sub>t-1</sub> * $d_{réforme}$	-0.215 (0.192)	0.297 (0.161)
Charges en aliments concentrés déflatées pour 1000 litres de lait <sub>t-1</sub>	-0.00333* (0.00145)	0.00245*** (0.000252)
Charges en aliments concentrés déflatées pour 1000 litres de lait <sub>t-1</sub> * $d_{réforme}$	0.000323 (0.00138)	-0.00193*** (0.000241)
EBE/ha <sub>t-1</sub>	-0.0173* (0.00821)	0.00116 (0.00568)
EBE/ha <sub>t-1</sub> * $d_{réforme}$	0.0366** (0.0140)	0.00346 (0.00610)
_cons	230.0*** (31.20)	299.3*** (24.20)
N_observations	2438	3101
N_cluster	830	878
Individual fixed-effects	Yes	Yes
Year fixed-effects	Yes	Yes
Vcetype	Robust	Robust
R <sup>2</sup>	0.477	0.122
adj. R <sup>2</sup>	0.473	0.116
F	925.5***	46.09***
Test de Chow	58.51***	22.84***

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

## Conclusion

---

L'objectif de ce travail était d'analyser si, au sein de deux orientations de production (céréales et oléoprotéagineux, OTEX 15, et bovins lait, OTEX 45) historiquement fortement bénéficiaires des soutiens de la politique agricole commune (PAC), les deux réformes importantes de la PAC survenues en 2006 puis en 2014 ont permis d'améliorer la distribution des aides du 1<sup>er</sup> pilier, selon des critères de performance environnementale et de soutien au revenu.

Nous nous sommes dans un premier temps attaché à regarder l'évolution des indicateurs de pratiques qui servent directement d'outils de pilotage pour la PAC et qui sont calculables sur les données du réseau d'information comptable agricole (RICA) : la part des surfaces d'intérêt écologique (SIE), la part des prairies permanentes et l'indice de Shannon de diversification des assolements. Les résultats les concernant ne sont pas flagrants, si certains semblent s'améliorer comme l'indice de Shannon, d'autres semble stagner voire même baisser comme la part des prairies permanentes pour l'OTEX 45. Nous avons donc fait le choix d'utiliser un indicateur plus synthétique concernant la performance en émissions des exploitations, l'indicateur *climate change* d'émissions de gaz à effets de serre basé sur la méthodologie ACV. Nous avons calculé cet indicateur pour chaque exploitation des deux OTEX de la base RICA en couplant les données de production du RICA avec les indicateurs unitaire ACV de la base AGRIBALYSE©. En raison de la forte hétérogénéité entre les exploitations d'un même OTEX et des potentiels chocs de production extérieurs, il fut également compliqué d'établir des conclusions directes sur l'évolution moyenne des performances sur cet indicateur. L'évolution des aides perçues entre les différents quartiles de performance de l'indicateur *climate change* nous a tout de même permis de noter une tendance à la réduction de l'écart des montants d'aides du 1<sup>er</sup> pilier touchés par les moins performants et les plus performants, pour l'OTEX 45. Cependant, pour avoir une idée plus précise et estimer les réels changements qu'on pût avoir les réformes sur la distribution des aides, nous avons proposé d'estimer l'effet de la réforme sur la distribution des aides selon les critères de performance *climate change* et de revenu, ceci à l'aide de modèles de panels à effets fixes individuels et temporels. Ces modèles nous permettent de contrôler l'évolution de la relation par les caractéristiques structurelles des exploitations (conditions pédoclimatiques) et les chocs temporels (chocs de production).

Nous avons montré que les deux réformes ont globalement affecté l'OTEX 15 et l'OTEX 45 de la même manière. En effet, pour les deux orientations, le découplage des aides prenant effet totalement en 2006, n'a pas permis une redirection immédiate des aides du 1<sup>er</sup> pilier vers les exploitations les plus vertueuses ou aux revenus les plus faibles. Cependant, la deuxième réforme, survenue en 2014, qui a mis en œuvre une conditionnalité renforcée des aides ainsi qu'un processus de convergence des aides entre les hectares, semble avoir mieux répondu aux objectifs d'une meilleure distribution, selon nos deux critères retenus. Ainsi, nous pouvons mettre en lumière que l'introduction d'un critère de conditionnalité environnementale renforcé dans la distribution des aides (paiement vert), en 2014, ainsi

que l'harmonisation des montants des droits à paiement par hectare (convergence) ont permis d'amoinrir la relation qui existait entre un fort impact en émissions de gaz à effet de serre et un important soutien en aides du premier pilier de la PAC ainsi que celle entre un revenu élevé et un soutien élevé.

De plus, en prenant en compte l'hétérogénéité des systèmes de production, nous avons noté que ce résultat n'était validé que pour les exploitations avec des niveaux de production (et d'intensification) élevés par hectare (bassin céréalière et exploitations laitières de plaine), ce qui nous permet de constater que les réformes agissent principalement en réduisant les avantages historiquement donnés aux exploitations les plus intensives.

Ces résultats sont encourageants concernant les futures réformes de la PAC, car ils nous permettent de montrer que les réformes opérées ont des effets réels, même s'ils ne sont pas instantanés, sur la distribution des aides entre les différentes exploitations agricoles d'une même orientation productive, selon des critères d'impact environnemental et de soutien au revenu.

Comme nous l'avons précédemment précisé nous n'avons pas, dans ce travail, regardé l'effet des aides sur les comportements des agriculteurs français, nous ne pouvons donc pas tirer de conclusions sur l'efficacité des aides pour inciter à de meilleurs comportements. Ici, nous avons seulement analysé l'effet des réformes sur la distribution des aides. Pour aller plus loin dans l'analyse et regarder si les aides du 1<sup>er</sup> pilier de la PAC ont vraiment influencé positivement les comportements des agriculteurs, cela supposerait d'utiliser des méthodes d'effet de traitement multiples (Esposti, 2011). Etant donné que tous les hectares agricoles en France sont porteurs de droits à paiement, l'obtention des soutiens ne fait pas réellement l'objet d'une décision par les agriculteurs, il n'est pas possible de trouver un groupe de contrôle français. Néanmoins ce premier travail sur la distribution des aides reste important au vu du peu d'études empiriques ex-post disponibles sur le sujet. De plus, cela nous permet de conclure sur l'efficacité des politiques actuelles à moduler le soutien aux exploitations les moins performantes en matière d'environnement. Ces conclusions qui pourront s'avérer utiles pour orienter les débats sur les futures réformes de la PAC.

## Bibliographie

---

- Alesina, A., Dollar, D., 2000. Who Gives Foreign Aid to Whom and Why? *Journal of Economic Growth* 5, 33–63.
- Araujo, C., Brun, J.-F., Combes, J.-L., 2004. *Économétrie*. Bréal, Rosny.
- Barthélemy, D., Nieddu, M., 2003. Multifonctionnalité agricole : biens non marchands ou biens identitaires ? *Économie rurale* 273, 103–119.
- Barthélemy, D., Nieddu, M., Vivien, F.D., 2004. Externalités ou production de patrimoines ? - Les enseignements de travaux récents sur l'agriculture et l'environnement. *Géographie, économie, société* 6, 331–352.
- Berthélemy, J.-C., Tichit, A., 2004. Bilateral donors' aid allocation decisions—a three-dimensional panel analysis. *International Review of Economics & Finance, Aid Allocations and Development Financing* 13, 253–274.
- Britz, W., Witzke, P., 2008. CAPRI model documentation 2008: Version 2.
- Butault, J.-P., Gohin, A., Guyomard, H., Barkaoui, A., 2005. Une analyse économique de la réforme de la PAC de juin 2003. *Revue française d'économie* 20, 57–107.
- Chabé-Ferret, S., Subervie, J., 2013. How much green for the buck? Estimating additional and windfall effects of French agro-environmental schemes by DID-matching. *Journal of Environmental Economics and Management* 65, 12–27.
- Chatellier, V., 2004. La nouvelle PAC et les soutiens directs aux exploitations françaises de grandes cultures : paiement unique, régionalisation et modulation. *OCL* 11, 309–317.
- Chatellier, V., Delattre, F., 2005. Les soutiens directs et le découplage dans les exploitations agricoles de montagne. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires* 40–56.
- Chatellier, V., Lelyon, B., Perrot, C., You, G., 2014. Trajectoires du secteur laitier français à la veille de la suppression des quotas. 12. *Journée Normande Vétérinaire*, Touques-Deauville, FRA, 2014-10-14-.
- Chow, G.C., 1960. Tests of Equality Between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions. *Econometrica* 28, 591–605. <https://doi.org/10.2307/1910133>
- Cisilino, F., De Vivo, C., Henke, R., Pupo D'Andrea, M.R., Vanni, F., 2012. The effects of decoupling on the COP sector in Italy: an ex-post performance analysis. *Politica Agricola Internazionale - International Agricultural Policy* 47–63.
- Claessens, S., Cassimon, D., Van Campenhout, B., 2009. Evidence on Changes in Aid Allocation Criteria. *World Bank Econ Rev* 23, 185–208.
- Coderoni, S., Esposti, R., 2018. CAP payments and agricultural GHG emissions in Italy. A farm-level assessment. *Science of The Total Environment* 627, 427–437.
- Cohen, J., 1988. Set Correlation and Contingency Tables. *Applied Psychological Measurement* 12, 425–434.
- Colomb, V., Aït-Amar, S., Basset-Mens, C., Gac, A., Gaillard, G., Art, A., Koch, P., Art, A., Lellahi, A., Mousset, J., Salou, T., Tailleur, A., 2013. AGRIBALYSE : Bilan et enseignements 52.
- Colomb, V., Colsaet, A., Basset-Mens, C., Fosse, J., Gac, A., Mevel, G., Mousset, J., Tailleur, A., Van Der Werf, H.M.G., 2015. Analyse du Cycle de Vie en agriculture : enseignements du programme Agribalyse®. *Agronomie, Environnement et Sociétés*.
- Commission européenne (CE), 2017. Indicative figures on the distribution of aid, by size-class of aid, received in the context of direct aid paid to the producers according to Council Regulation (EC).
- Cour des comptes, 2018. Référé n°S2018-2553.
- Cour des comptes européenne, 2017. Le verdissement : complexité accrue du régime d'aide au revenu et encore aucun bénéfice pour l'environnement. (No. 21).
- De Boer, I.J.M., 2003. Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. *Livestock Production Science, Organic Livestock Production* 80, 69–77.
- Depeyrot, J.N., 2017. Les transformations du paysage laitier français avant la sortie des quotas.
- Desjeux, Y., Dupraz, P., & Thomas, A., 2012. PAC et environnement : les biens publics en agriculture. *INRA Sciences Sociales*, 2011.

- Desriers, M., Le Rey, É., Rivière, A., Rouquette, C., & Saadi, T. 2009. Le poids des aides directes dans le revenu des exploitations agricoles. *M. Amar, & F. Evain, Les revenus d'activité des indépendants*.
- Dixon, J., Matthews, A., 2007. The 2003 mid-term review of the Common Agricultural Policy: a computable general equilibrium analysis for Ireland, in: *European Agriculture: Enlargement, Structural Change, CAP Reform and Trade Liberalization*. Nova Publishers, pp. 65–79.
- Eggleston, H.S., Intergovernmental Panel on Climate Change, National Greenhouse Gas Inventories Programme, Chikyū Kankyō Senryaku Kenkyū Kikan, 2006. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.
- Esposti, R., 2011. Evaluating the CAP Reform as a multiple treatment effect: evidence from Italian farms [WWW Document]. AgEcon Search.
- European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, 2011. International reference life cycle data system (ILCD) handbook general guide for life cycle assessment: provisions and action steps. Publications Office, Luxembourg.
- Fleck, R.K., Kilby, C., 2006. How Do Political Changes Influence US Bilateral Aid Allocations? Evidence from Panel Data. *Review of Development Economics* 10, 210–223.
- Frischknecht, R., Steiner, R., Arthur, B., Norbert, E., Gabi, H., GmbH, E., 2006. Swiss Ecological Scarcity Method: The New Version 2006 5.
- Froot, K.A., 1989. Consistent Covariance Matrix Estimation with Cross-Sectional Dependence and Heteroskedasticity in Financial Data. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 24, 333–355.
- Gassiat, A., Zahm, F., 2010. Mobiliser des indicateurs pour évaluer les effets propres des mesures agro-environnementales en France. *Revue d'Economie Regionale Urbaine* juin, 439–471.
- Gocht, A., Ciaian, P., Bielza, M., Terres, J. M., Röder, N., Himics, M., & Salputra, G. , 2017. EU-wide economic and environmental impacts of CAP greening with high spatial and farm-type detail. *Journal of Agricultural Economics*, 68(3), 651-681.
- Haas, G., Wetterich, F., Geier, U., 2000. Life cycle assessment framework in agriculture on the farm level. *Int. J. LCA* 5, 345.
- Halberg, N., van der Werf, H.M.G., Basset-Mens, C., Dalgaard, R., de Boer, I.J.M., 2005. Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production systems. *Livestock Production Science* 96, 33–50.
- Harold, C., Runge, C.F., 1993. GATT and the Environment: Policy Research Needs. *American Journal of Agricultural Economics* 75, 789.
- Hoeffler, A. 1 Outam, V., 2011. Need, Merit, or Self-Interest – What Determines the Allocation of Aid ?. *Review of Development Economics*, 15(2), 237-250.
- Jaraitė, J., & Kažukauskas, A. , 2012. The effect of mandatory agro-environmental policy on farm fertilizer and pesticide expenditure. *Journal of agricultural economics*, 63(3),656-676
- Kirsch, A., Kroll, J.C., & Trouvé A., 2017. Aides directes et environnement: la politique agricole commune en question. *Economie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, (359), 121-139
- Koch, P., Salou, T., Colomb, V., Payen, S., Perret, S., Tailleur, A., Willmann, S., 2014. Agribalyse : rapport méthodologique.
- Lécole, P., Thoyer, S., 2015. Qui veut garder ses millions ? Redistribution des aides dans la nouvelle PAC. *Economie rurale* n° 348, 59–79.
- Mann, S., Wüstemann, H., 2008. Multifunctionality and a new focus on externalities. *The Journal of Socio-Economics* 37, 293–307.
- Mollard, A., 2003. Multifonctionnalité de l'agriculture et territoires: des concepts aux politiques publiques. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales (CESR)*, 66 : 27-54.
- Marcus, V., Simon, O., 2015. Les pollutions par les engrais azotés et les produits phytosanitaires : coûts et solutions. *Etudes et documents* 136.
- Matthews, A., 2019. Capping direct payments – a modest proposal – CAP Reform. CAP reform. URL <http://capreform.eu/capping-direct-payments-a-modest-proposal/> (accessed 8.13.19).
- Mosnier, C., Ridier, A., Képhaliacos, C., & Carpy-Goulard, F. , 2009. Economic and environmental impact of the CAP mid-term review on arable crop farming in South-western France. *Ecological Economics*, 68(5), 1408-1416.

- OCDE, 1998. L'agriculture dans un monde en mutation : quelles politiques pour demain ?
- OCDE, 2001. Multifunctionality – Towards an Analytical Framework. OECD Publication Service.
- Pearce, D., 2003. Environmentally harmful subsidies: barriers to sustainable development. OCDE Environmentally Harmful Subsidies: Policy Issues and Challenges., 9–32.
- Pellerin, S., Bamière, L., Angers, D., Béline, F., Benoit, M., Butault, J. P., & Doreau, M. 2013. *Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques.* ( No. hal-01186943).
- Plouffe, S., Lanoie, P., Berneman, C., & Vernier, M. F. 2011. Economic benefits tied to ecodesign, *Journal of Cleaner Production*, 19(6-7),573-579
- Rogers, W., 1994. Regression standard errors in clustered samples. *Stata Technical Bulletin* 3.
- Salou, T., Le Mouél, C., van der Werf, H.M.G., 2017. Environmental impacts of dairy system intensification: the functional unit matters! *Journal of Cleaner Production* 140, 445–454.
- Samson, E., & Aubin, J., 2018. Economic and environmental performances of French dairy farms: analysis combining economic and environmental databases.
- Solazzo R., Donati, M., Tomasi, L. & Arfini? F., 2016. How effective is greening policy in reducing GHG emissions from agriculture ? Evidence from Italy. *Science of The Total Environment*, 573, 1115-1124.
- Service de la statistique et de la prospective, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2018. Rapport : Les résultats économiques des exploitations agricole en 2017. Commission des Comptes de l'Agriculture de la Nation.
- Vandaele, D., Lebreton, A., Faraco, B., 2010. Agriculture et gaz à effet de serre :état des lieuxet perspectives. RESEAU ACTION CLIMAT, FONDATION NICOLAS HULOT POUR LA NATURE ET L'HOMME.
- Van Middelaar, C. E., Berentsen, P. B. M., Dijkstra, J., & De Boer, I. J. M. 2013. Evaluation of a feeding strategy to reduce greenhouse gas emissions from dairy farming: The level of analysis matters. *Agricultural Systems*, 121, 9-22.
- Williams, R. 2015. Interpreting interaction effects; Interaction effects and centering. *Notre Dame, Indiana, US.*
- Zahm, F., Viaux, P., Vilain, L., Girardin, P., Mouchet, C., 2008. Assessing farm sustainability with the IDEA method – from the concept of agriculture sustainability to case studies on farms. *Sustainable Development* 16, 271–281.

## ANNEXES

---

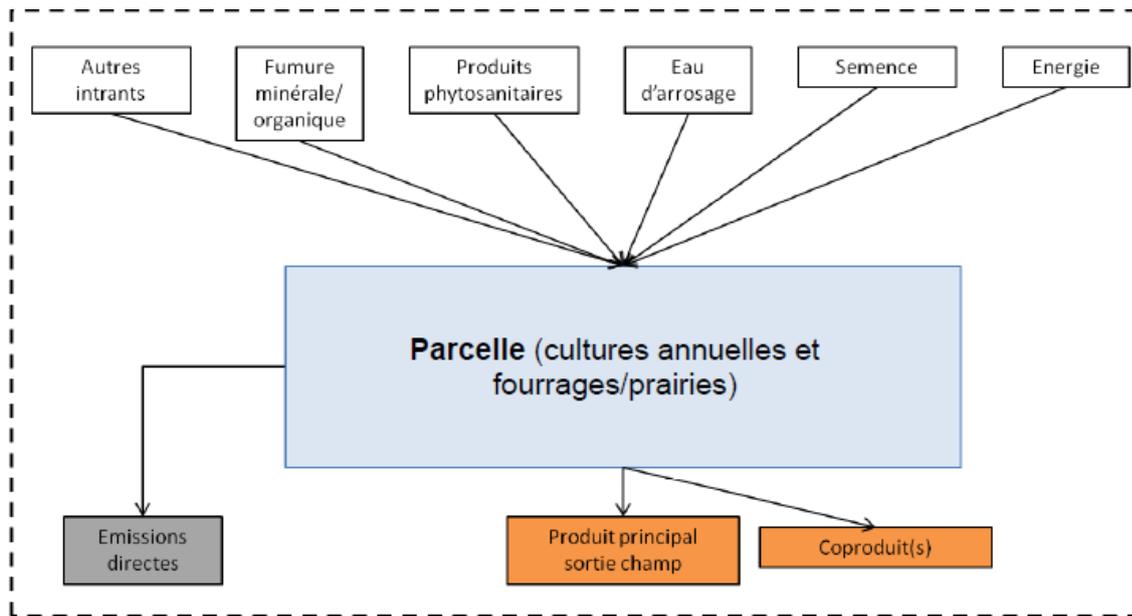
### Annexe 1 : Définition de l'ACV et choix méthodologiques de la base de données

#### AGRIBALYSE©

L'ACV est une méthodologie qui peut être appliquée à de nombreux domaines mais pour cela cinq étapes doivent être respectées. Premièrement, il faut définir l'objectif de l'analyse, pour AGRIBALYSE© il s'agira d'évaluer l'impact d'une production agricole.

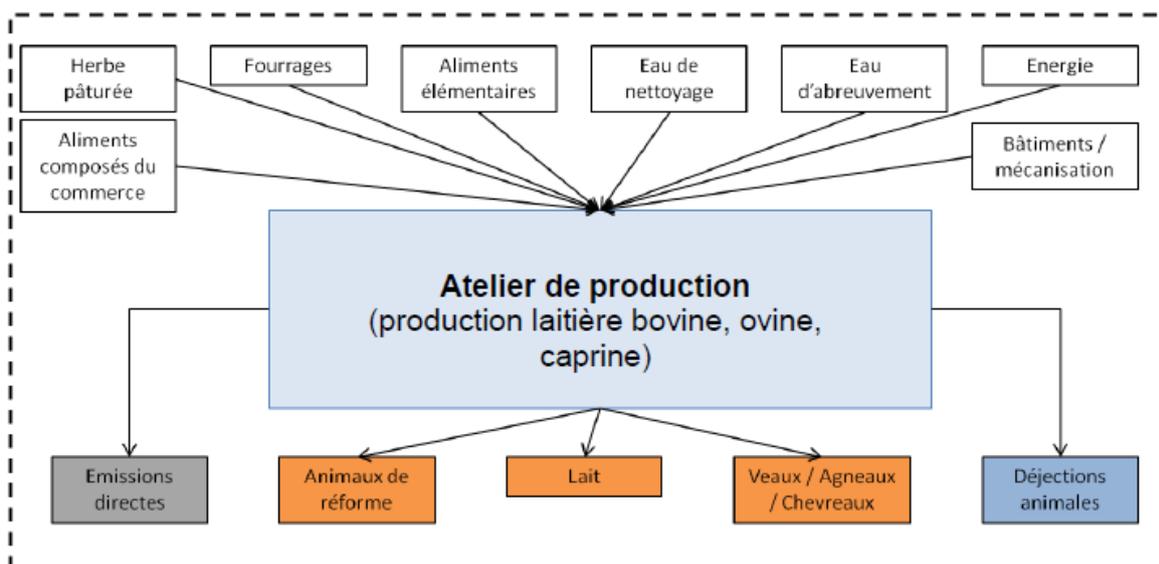
Deuxièmement, il faut définir le champ de l'étude. Dans cette étape il s'agit de choisir le système étudié, de délimiter le système, d'établir les principes de la modélisation ainsi que ceux de l'allocation entre coproduits et de s'assurer de la qualité des données. L'unité fonctionnelle choisie est une unité de masse ou de volume selon les produits, cette unité fonctionnelle est primordiale car les intrants et les sortants de la production sont comptabilisés par rapport à cette unité. Le bilan complet de ce qu'il faut mobiliser pour produire cette unité fonctionnelle est dressé (inventaire de cycle de vie). En ce qui concerne les frontières du système il a été établi dans la méthodologie AGRIBALYSE© que l'on s'intéresse au produit « *cradle to gate* » c'est-à-dire du berceau à la sortie du champ pour la production végétale et du berceau à la sortie de l'atelier pour la production animale (Figure 16 et Figure 17). L'expression du berceau à la sortie du champ signifie que l'on s'intéresse uniquement à l'activité agricole en termes d'extraction des ressources et de production. Cela implique que l'on ne prend pas en compte les activités de transformation, de consommation et de fin de vie. Ce choix de frontière du système s'explique par le fait que ces données ont vocation à informer les agriculteurs et les acteurs situés en aval de la production agricole afin d'éclairer leurs choix.

Figure 16 : Délimitation du système pour les cultures annuelles ainsi que les fourrages et prairies



Source : Agribalyse: Rapport méthodologique (2014) Koch et al.

Figure 17 : Délimitation du système pour la production laitière (bovine, ovine, caprine)

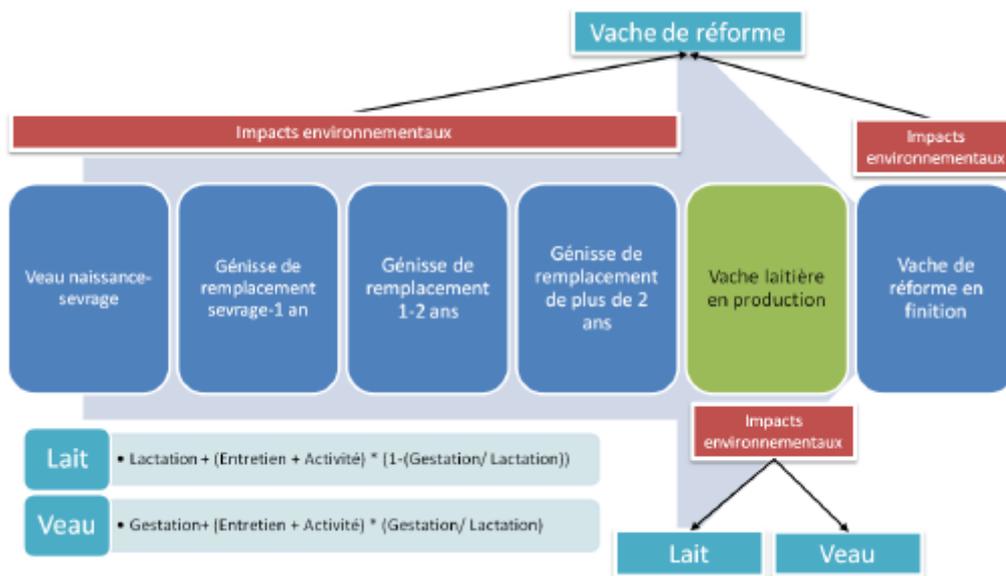


Source : Agribalyse: Rapport méthodologique (2014) Koch et al.

Il faut ensuite décider d'une règle d'allocation entre les coproduits car les processus agricoles sont souvent multi-produits. Une règle d'allocation impute les flux sortants et entrants d'un processus entre les différents produits du système étudié. Nous nous focalisons sur les règles d'allocation aux coproduits pour les spécialisations qui nous intéressent (OTEX céréales et OTEX bovins-lait). Pour les

systèmes d'exploitations céréalières, les coproduits sont le grain et la paille. Dans ce cas, la méthode de gestion des coproduits suit le principe de l'allocation économique. L'allocation économique part du principe que la valeur économique des coproduits représente correctement l'objectif de production, c'est-à-dire que si un coproduit se vend moins cher que l'autre il sera moins responsable des émissions étant donné que ce n'est pas lui qu'on cherchait à valoriser en utilisant plus d'engrais par exemple. Comme évoqué dans le rapport méthodologique, le marché de la paille n'est aujourd'hui pas structuré, il n'est pas possible d'obtenir des valeurs fiables sur le prix d'échange de la paille. L'hypothèse est donc faite qu'en l'absence de valeur économique de la paille 100% des impacts sont attribués au grain. Pour les systèmes d'élevage bovins-laits, les coproduits sont le lait, la vache de réforme et le veau. Pour ces systèmes on se base sur une règle d'allocation biophysique, l'idée est dans un premier temps de décomposer la vie de l'animal en stades physiologiques caractéristiques. Dans notre cas il existe un stade physiologique où l'on trouve deux coproduits, celui lorsque la vache laitière est en production ; il faut donc réaliser une allocation lait/veau. Cette allocation est réalisée selon l'énergie nécessaire à l'accomplissement des fonctions physiologiques de l'animal et l'énergie nécessaire à l'élaboration des produits (cf. Figure 18).

Figure 18 : Allocation entre coproduits pour la production laitière bovine



Source : Agribalyse: Rapport méthodologique (2014) Koch et al.

La troisième étape consiste en la constitution d'inventaires, il s'agit ici de quantifier et d'agréger en tableaux les données relatives aux différents intrants mobilisés au sein du système (fabrications des machines, aliments, engrais, ...).

La quatrième étape a pour but d'analyser l'inventaire du cycle de vie, pour ce faire nous nous basons sur des facteurs de caractérisation. Cela permet de définir des facteurs qui seront utilisés pour convertir les inventaires du cycle de vie en unité commune d'indicateur d'impacts en fonction de leur degré de contribution aux impacts considérés.

Enfin dans la dernière étape il est possible d'interpréter les résultats en s'efforçant d'y apporter une analyse statistique complémentaire ayant conscience de l'incertitude associées aux facteurs de caractérisation.

## Annexe 2 : Détails du calcul de l'indicateur climate change

L'impact *climate change* est mesuré par les émissions potentielles dans l'atmosphère d'un certain nombre de gaz à effet de serre. Les principaux gaz à effet de serre sont la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), l'ozone (O<sub>3</sub>) et des gaz industriels comme les chlorofluorocarbures (CFC). Deux gaz concernent plus particulièrement les activités agricoles, ce sont le méthane (CH<sub>4</sub>) et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Ils font l'objet d'estimations spécifiques en agriculture. Le méthane (CH<sub>4</sub>) et le dioxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) ont un pouvoir de réchauffement global (PRG) élevé dû à leur longue durée de vie. Ainsi, le PRG du méthane à l'horizon de 100 ans est 23 fois plus grand que celui du CO<sub>2</sub> et le N<sub>2</sub>O a un PRG estimé à 296 à l'horizon de 100 ans, soit 296 fois plus élevé que le CO<sub>2</sub>. Les émissions directes pour ces gaz sont calculées selon les méthodes préconisées par le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) dans son rapport de 2006. Dans le cadre d'AGRIBALYSE©, les émissions directes ont été définies comme les flux de substances potentiellement polluantes vers l'environnement, directement associés aux productions animales et végétales, sur leur site de production. Cette notion a toutefois été complétée par les consommations de ressources nécessaires aux processus de production (consommation d'eau, occupation des terres, ...). Comme préconisé par les recommandations pour l'Analyse de Cycle de Vie dans le contexte des pays d'Europe (ILCD, Joint Research Centre et Institute for Environment and Sustainability, 2010) et les normes ISO (2006a et 2006b), et dans la mesure du possible, seuls les flux de substances élémentaires ont été calculés.

Les émissions indirectes, flux de substances potentiellement polluantes vers l'environnement associés à la production des intrants utilisés sur le site de production, n'ont pas été modélisées dans le cadre d'AGRIBALYSE©. Ces émissions indirectes font partie des données génériques de bases de données préexistantes (ecoinvent®). Le tableau 15 décrit la méthode d'estimation des émissions directes appliquée dans AGRIBALYSE®.

Tableau 15 : Substances émises, postes d'émission et modèles retenus dans AGRIBALYSE®.

Substance émise	Poste d'émission	Modèle retenu
Dioxyde de carbone (CO2)	Absorption par les plantes	ecoinvent® v2 (Nemecek et Kägi, 2007) <sup>7</sup>
	Apports de chaux et d'urée	GIEC 2006b Niveau 1
Gaz de combustion dont CO2	CO2	ecoinvent® v2 (Nemecek et Kägi, 2007), par le biais d'un ICV « combustion de diesel/pétrole»
Méthane (CH4)	Déjections animales (bâtiment/stockage/pâturage/parcours)	GIEC 2006b Niveau 2
	Emissions entériques : bovins et ovins	GIEC 2006b Niveau 2
	Emissions entériques : autres animaux	GIEC 2006b Niveau 1
	Riz de Thaïlande	GIEC 2006b Niveau 2
Protoxyde d'azote (N2O)	Productions végétales	GIEC 2006b Niveau 1
	Cultures spéciales métropolitaines	GIEC 2006b Niveau 1
	Cultures tropicales (hors riz)	GIEC 2006b Niveau 1
	Riz de Thaïlande	GIEC 2006b Niveau 2
	Productions animales (bâtiment et stockage)	GIEC 2006b Niveau 2

Annexe 3 : Liste des productions agricoles végétales de la base RICA et des indicateurs unitaires d'inventaire de cycle de vie Agribalyse associés dans le programme de couplage des deux bases de données.

Production RICA	Production Agribalyse	Valeur unitaire	
		Climate Change Agribalyse (kg eq CO2 à 100 ans)	Water Depletion Agribalyse (kg eq CO2 à 100 ans)
Blé tendre	Blé tendre conventionnel moyenne nationale (France)	0.439	0,00086
Blé dur	Blé dur conventionnel moyenne nationale (France)	0.728	0,00728
Orge fourragère	Orge fourragère conventionnelle moyenne nationale (France)	0.398	0,00067
Maïs grain	Maïs grain humide conventionnel, 28 % humidité moyenne nationale (France)	0.338	0,01049
Autres céréales	Blé tendre conventionnel moyenne nationale (France)	0.439	0,00086
Légumes secs	Féverole conventionnelle moyenne nationale (France)	0.177	0,00018

<sup>7</sup> Nemecek, T., Kägi, T., & Blaser, S. (2007). Life cycle inventories of agricultural production systems. *Final report ecoinvent v2.0 No, 15*.

Féverole	Féverole conventionnelle moyenne nationale (France)	0.177	0,00018
Pois secs	Pois d'hiver conventionnel 15 % d'humidité	0.219	0,00288
Pomme de terre	Pomme de terre conventionnelle mix de variétés moyenne nationale (France)	0.0837	0,00217
Betterave sucrière	Betterave sucrière conventionnelle moyenne nationale (France)	0.0354	0,00025
Tournesol	tournesol conventionnel 9 % d'humidité moyenne nationale (France)	0.545	0,00214
Colza	Colza conventionnel, 9 % humidité moyenne nationale (France)	0.940	0,00100
Soja	Colza conventionnel, 9 % humidité moyenne nationale (France)	0.940	0,00100
Autres oléagineux	Colza conventionnel, 9 % humidité moyenne nationale (France)	0.940	0,00100
Plantes textiles	Orge fourragère conventionnelle moyenne nationale (France)	0.398	0,00067
Autres cultures industrielles	Orge fourragère conventionnelle moyenne nationale (France)	0.398	0,00067
Plantes sarclées fourragères	Betterave sucrière conventionnelle moyenne nationale (France)	0.0354	0,00025
Maïs fourrager	Maïs ensilage conventionnel moyenne nationale (France)	0.200	0,00125
Ensilage d'herbe	Herbe conservée, ensilage, prairie temporaire avec trèfle, Nord-Ouest	0.180	-0,00001
Enrubanné	Herbe conservée, enrubannage, prairie temporaire, sans trèfle, Nord-Ouest	0.254	0,00008
Foin	Herbe conservée, foin, prairie temporaire sans trèfle, Nord-Ouest	0.278	0,00010
Pâturage sur prairies temporaires	Herbe pâturée, prairie temporaire sans trèfle, Nord-Ouest	0.0383	0,00000
Pâturage sur prairies permanentes en plaine	Herbe pâturée prairie permanente sans trèfle Nord-Ouest	0.0511	0,00001
Pâturage sur prairies permanentes en montagne et piémont	Herbe pâturée prairie permanente sans trèfle Auvergne	0.0347	0,00000
Autres fourrages artificiels	Luzerne conventionnelle moyenne nationale (France)	0.196	0,00008

Légumes frais	Carotte conventionnelle 1 <sup>er</sup> et 2 <sup>e</sup> choix moyenne nationale (France)	0.0706	0,00596
Pomme de table et pomme à cidre	Pomme de table conventionnelle moyenne nationale (France)	0.0724	0,00972
Autres fruits	Pêche conventionnelle moyenne nationale (France)	0.179	0,04697
Agrumes	Clémentine Nour, qualité export, Souss	0.446	0,08344
Raisin pour vin et raisin de table	Raisin, vigne raisonnée, Languedoc-Roussillon, tous vins confondus	0.316	0,00034

Annexe 4 : Hypothèses poids moyen des principales catégories d'animaux dans Agribalyse.

<b>Catégorie d'animal</b>	<b>Poids moyen (kg) par tête</b>
Veau de boucherie	240
Veau de 8 jours intensification=1	60.5
Veau de 8 jours intensification=2	49.5
Veau de 8 jours intensification=3	49.5
Veau de 8 jours intensification=4	49.5
Vache de réforme intensification=1	725
Vache de réforme intensification=2	700
Vache de réforme intensification=3	712
Vache de réforme intensification=4	700
Vache allaitante	811
Bovins mâles de 1 à 2 ans	700
Génisses viande de 1 à 2 ans	727
Bovins mâles plus de 2 ans	700
Génisses viande plus de 2 ans	727
Brebis laitières de réforme	75
Brebis allaitantes	65
Autres ovins	20
Chèvres de réforme	70
Autres caprins	9
Truies de réforme et autres porcs	221
Porcs d'engraissement	115
Poules pondeuses	1.9
Poulets de chair	2.4
dindes	9.64

Annexe 5 : Liste des productions animales de la base RICA et des indicateurs unitaires d'inventaire de cycle de vie Agribalyse associés dans le programme de couplage des deux bases de données.

Production RICA	Production Agribalyse	Valeur unitaire	
		Climate Change Agribalyse (kg eq CO2 à 100 ans)	Water Depletion Agribalyse (m3 eau)
Veaux de 8 jours classe intensification=1	Veau conventionnel, système spécialisé de montagne, herbe, Massif Central	6.37	0,00685
Veaux de 8 jours classe intensification=2	Veau conventionnel, système spécialisé de plaine, herbe (5-10 % maïs/SFP)	8.33	0,00948
Veaux de 8 jours classe intensification=3	Veau conventionnel, système spécialisé de plaine de l'Ouest, herbe-maïs (10-30 % maïs/SFP)	6.09	0,01473
Veaux de 8 jours classe intensification=4	Veau conventionnel, système spécialisé de plaine de l'Ouest, maïs dominant (>30 maïs/SFP)	7.64	0,01905
Veaux de boucherie, veaux de batterie	Veau de boucherie, conventionnel, atelier d'engraissement recevant des veaux de 8 jours issus de systèmes spécialisés	9.24	0,23040
Vaches laitières intensification=1	Vache laitière de réforme, conventionnel, système spécialisé de montagne, Massif Central, herbe.	12.1	0,01070
Vaches laitières intensification=2	Vache laitière de réforme, conventionnel, système spécialisé de plaine, herbe (5-10 % maïs/SFP)	10.8	0,00929

Vaches laitières intensification=3	Vache laitière de réforme, conventionnel, système spécialisé de plaine de l'Ouest, herbe-maïs, 10-30 % maïs/SFP	8.52	0,01999
Vaches laitières intensification=4	Vache laitière de réforme, conventionnel, système spécialisé de plaine de l'Ouest, maïs dominant, >30 % maïs/SFP	7.11	0,01231
Vaches allaitantes	Vache de réforme d'origine allaitante, conventionnel, naisseur spécialisé, système charolais >= 1.2 UGB /ha	16.9	0,02335
Bovins mâles de 1 à 2 ans	Taurillon laitier, conventionnel, engraisseur spécialisé de taurillons laitiers	5.25	0,01312
Génisses viande de 1 à 2 ans	Génisse race à viande, conventionnel, engraisseurs de bœufs et génisses de race à viande recevant des broutards	15.3	0,02385
Bovins mâles plus de 2 ans	Taurillon laitier, conventionnel, engraisseur spécialisé de taurillons laitiers	5.25	0,01312
Génisses viande plus de 2 ans	Génisse race à viande, conventionnel, engraisseurs de bœufs et génisses de race à viande recevant des broutards	15.3	0,02385
Brebis laitières de réforme	Brebis de réforme, conventionnel, système Roquefort	6.03	0,01973
Brebis allaitantes de réforme	Brebis allaitante de réforme, système spécialisé bergerie	19.3	0,01424

Autres ovins	Agneau conventionnel, système spécialisé bergerie	18.7	0,01017
Chèvres de réforme	Chèvre de réforme, conventionnel, système zone fourragère intensive, Centre-Ouest	6.06	0,11578
Autres caprins	Chevreaux conventionnels, système zone fourragère intensive, Centre-ouest	6.22	0,04645
Truies et autres porcs de réforme	Truie de réforme, conventionnel, moyenne nationale (France)	9.55	0,09507
Porcs d'engraissement	Porc conventionnel, moyenne nationale (France)	2.42	0,01843
Poules pondeuses de réforme	Poule de réforme, moyenne nationale	4.98	0,06493
Poulets de chair	Poulet de chair, moyenne nationale, (France)	2.14	0,04165
Dindes	Dinde, moyenne nationale	3.02	0,02464
Canards	Palmipède gras, canard à gaver, conventionnel, (Aquitaine, Landes)	3.21	0,11250
Lapins	Lapin, conventionnel, en cage (Pays de Loire-Vendée)	2.44	0,00395
Lait de vache intensification=1	Lait de vache, conventionnel, système spécialisé de montagne, herbe, Massif Central	1.24	0,00136

Lait de vache intensification=2	Lait de vache conventionnel, système spécialisé de plaine, herbe, 5 à 10 % maïs/SFP	1.04	0,00111
Lait de vache intensification=3	Lait de vache, conventionnel, système spécialisé de plaine de l'Ouest, herbe-maïs, 10-30 % maïs/SFP		0,00215
Lait de vache intensification=4	Lait de vache, conventionnel, système spécialisé de plaine de l'ouest, maïs dominant, >30 maïs/SFP	0.899	0,00231
Autres laits	Lait de chèvre, conventionnel, système zone fourragère intensive, Centre Ouest	0.799	0,00703
Œufs	Œuf, moyenne nationale (France)	1.72	0,04189

avec intensification correspondant au système d'alimentation, 1 si la part de surface en maïs dans la SAU est inférieur à 5%, 2 si la part de surface en maïs dans la SAU est comprise entre 5 et 10%, 3 si la part de surface en maïs dans la SAU est comprise entre 10 et 30% et 4 si la part de maïs dans la SAU est supérieur à 30%

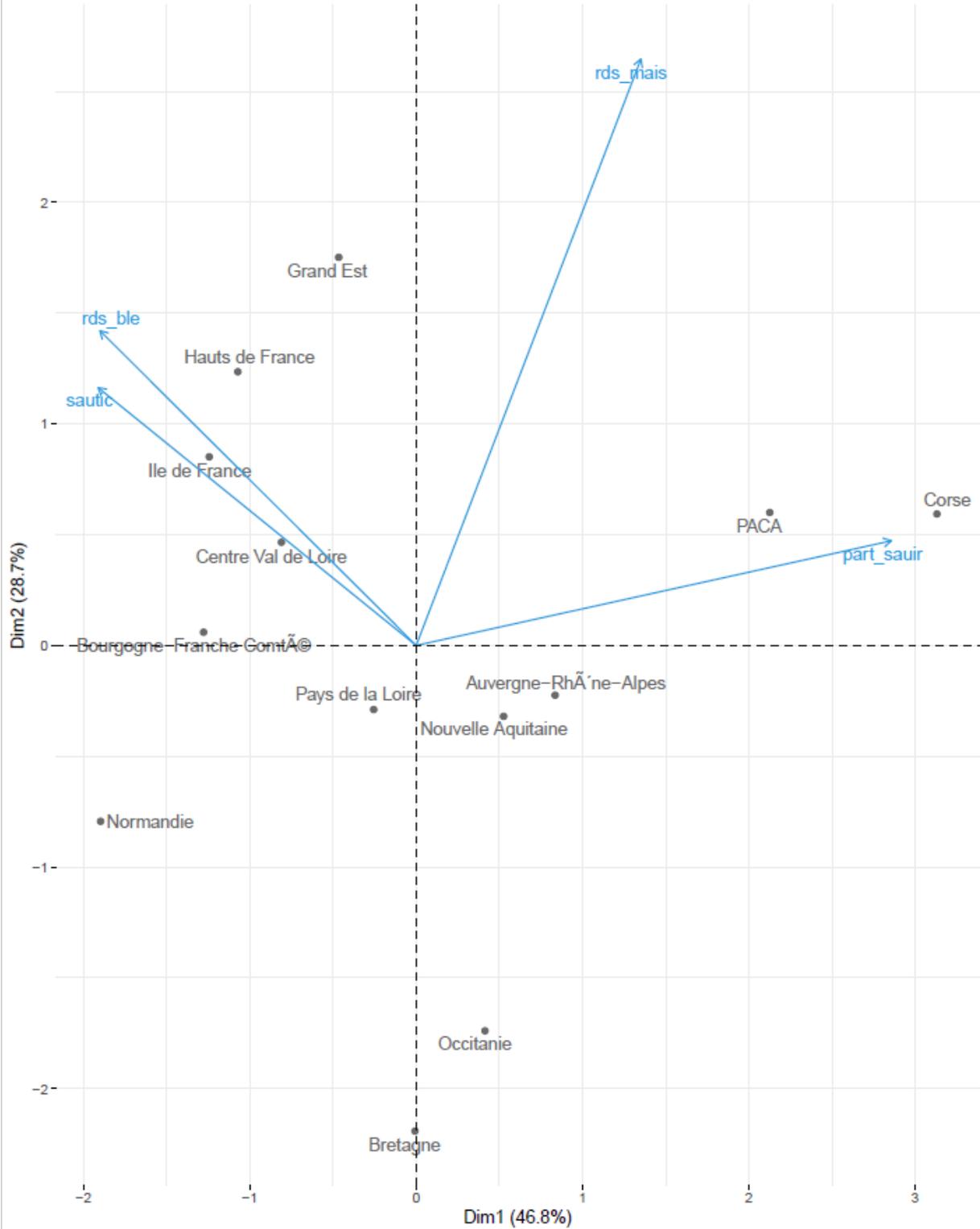
#### Annexe 6 : Regroupement des aides PAC

Aides	Catégorie associée
<b>Vaches allaitantes nouveaux installés</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Cessation activité laitière</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Production fruits pour transformation</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Production légumes pour transformation</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Primes bovines FCO</b>	aide nationale
<b>Secteur ovin caprin</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Autres aides animales</b>	aide nationale
<b>Aide aux Bovins Allaitants (ABA) (ex Prime au Maintien du Troupeau de Vaches Allaitantes)</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Secteur vin</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Fruits et légumes</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Plantes industrielles</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Autres aides végétales</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aides au gel des jachères</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée

<b>Secteur céréales</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Secteur oléagineux</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Secteur protéagineux</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aide qualité blé dur</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Indemnité Compensatoire de Handicaps Naturels (ICHN)</b>	aide du 2 <sup>nd</sup> pilier
<b>Accident climatique</b>	aide du 2 <sup>nd</sup> pilier
<b>Autres aides de l'Etat</b>	aide nationale
<b>Aide mesures agro-environnementales (MAE)</b>	aide du 2 <sup>nd</sup> pilier
<b>Aides locales régionales animales</b>	aide nationale
<b>Aides locales régionales végétales</b>	aide nationale
<b>Autres aides locales</b>	aide nationale
<b>Prime Abattage Bovin (PAB) veau</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>PAB gros bovins</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Prime Spéciale aux Bovins Mâles (PSBM) taurillons</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>PSBM bœufs</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aide engraissement jeunes bovins</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Paiement à l'extensification</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Paiement supplémentaire bovins</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aides à la production volailles</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aide au chanvre</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aide au lin textile</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aide riz</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Prime à la brebis</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Autres aides ovins caprins</b>	aide nationale
<b>Prime aux produits laitiers</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Paiement à la surface fruit à coque</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aide aux légumineuses à grain</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aides aux cultures énergétiques</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Prime Herbagère Agro-environnementale (PHAE)</b>	aide du 2 <sup>nd</sup> pilier
<b>Modulation</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier découplée
<b>Aide légumineuse fourragère déshydratation</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aide aux pommes de terre</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aides aux légumineuses fourragères éleveurs</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aide au soja</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aides aux semences légumineuses</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aide aux Bovins Laitiers (ABL) hors montagne</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>ABL montagne</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aide veaux sous la mère et veaux bio</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aide ovine et caprine</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier couplée
<b>Aide régime qualité alimentaire</b>	aide du 2 <sup>nd</sup> pilier

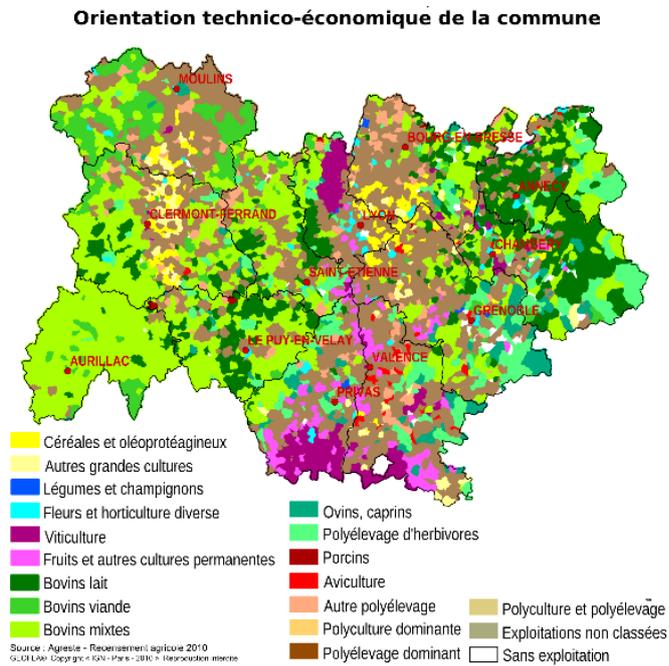
<b>Aide boisement</b>	aide du 2 <sup>nd</sup> pilier
<b>Aide sylviculture</b>	aide du 2 <sup>nd</sup> pilier
<b>Soutien à l'Agriculture Biologique</b>	aide du 2 <sup>nd</sup> pilier
<b>Autres subventions Développement Rural</b>	aide du 2 <sup>nd</sup> pilier
<b>Droit de paiement unique (DPU)</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier découplée
<b>DPU jachères</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier découplée
<b>ATR (apport en trésorerie remboursement)</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier découplée
<b>DPU spéciaux</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier découplée
<b>Droit de paiement de base</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier découplée
<b>Paiement redistributif</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier découplée
<b>Paiement vert</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier découplée
<b>Paiement additionnel jeunes agriculteurs</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier découplée
<b>Article 68</b>	aide du 1 <sup>er</sup> pilier découplée
<b>Assurance récolte</b>	aide du 2 <sup>nd</sup> pilier

Annexe 7 : Analyse en Composantes Principales pour les exploitations de l'OTEX 15 selon les régions



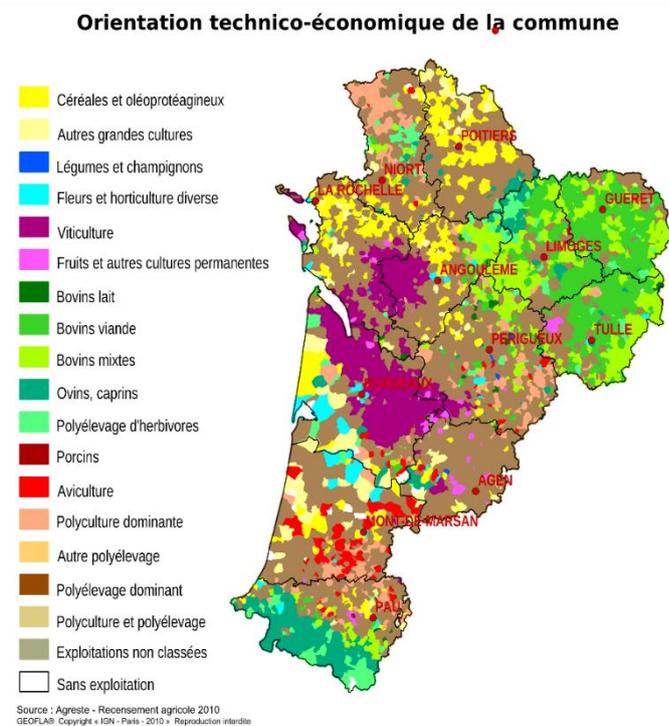
## Annexe 8 : Cartes du recensement agricole de 2010 pour le groupe 1

Figure 19 : Carte du recensement agricole de 2010 région Auvergne-Rhône-Alpes



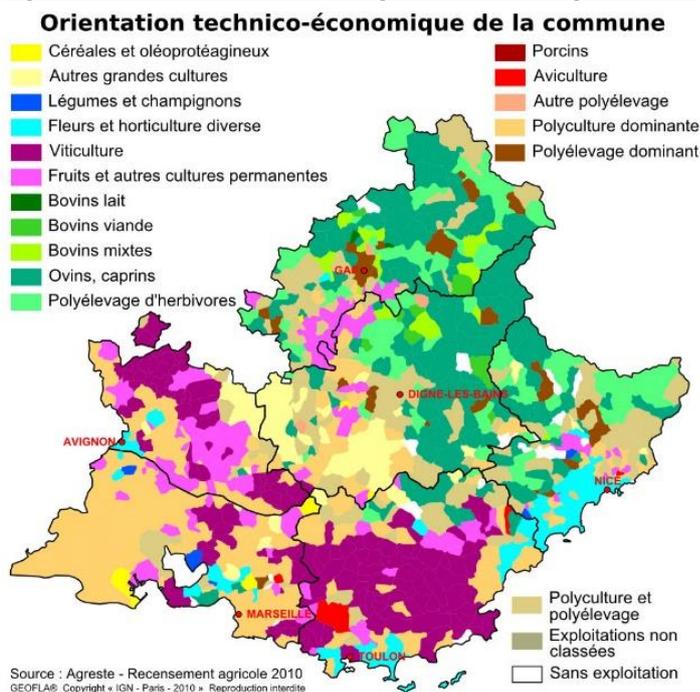
Source : Agreste – Recensement agricole 2010

Figure 20 : Carte du recensement agricole de 2010 région Nouvelle Aquitaine



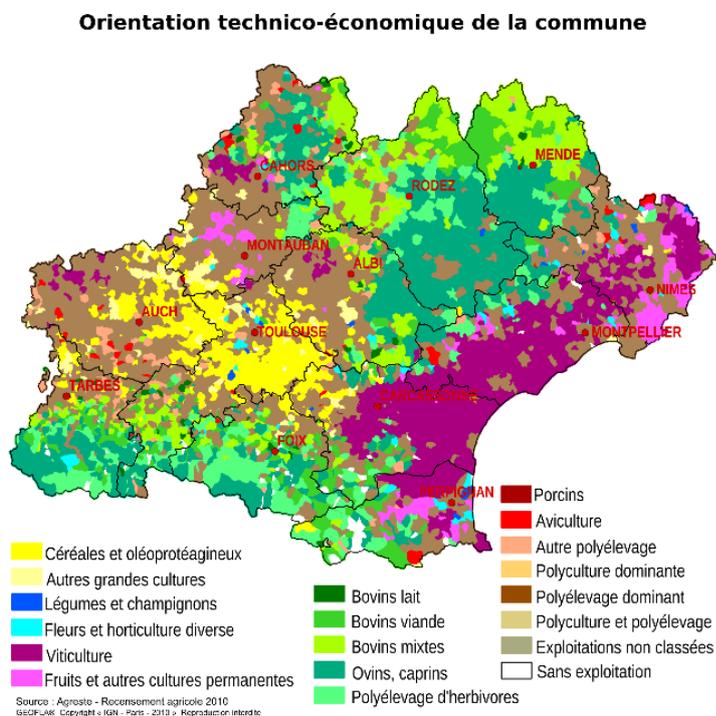
Source : Agreste – Recensement agricole 2010

Figure 21 : Carte du recensement agricole de 2010 région PACA



Source : Agreste – Recensement agricole 2010

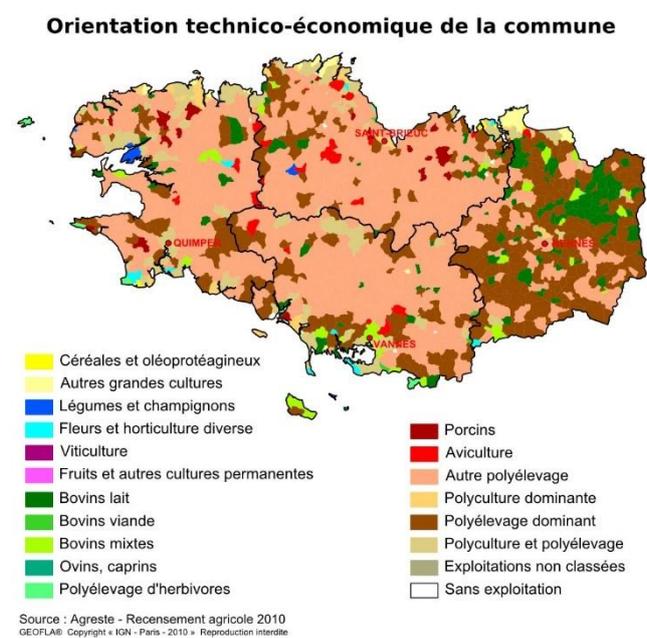
Figure 22 : Carte du recensement agricole de 2010 région Occitanie



Source : Agreste – Recensement agricole 2010

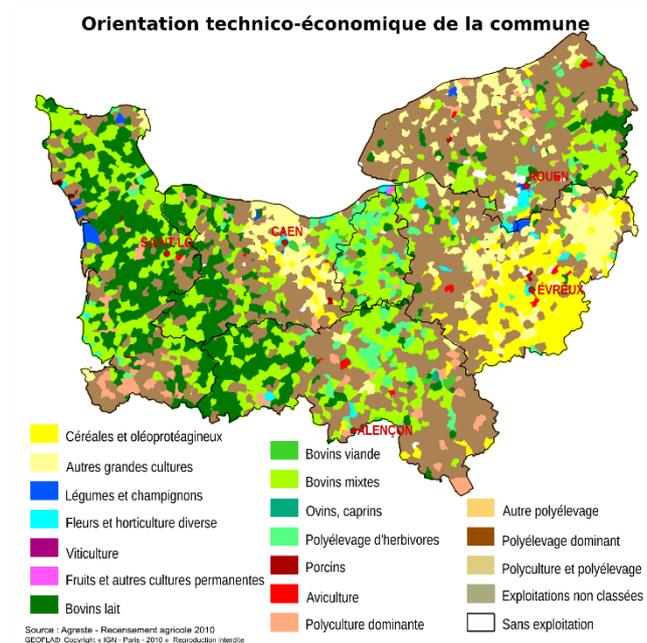
Annexe 9 : Cartes du recensement agricole de 2010 pour le groupe 2

Figure 23 : Carte du recensement agricole de 2010 région Bretagne



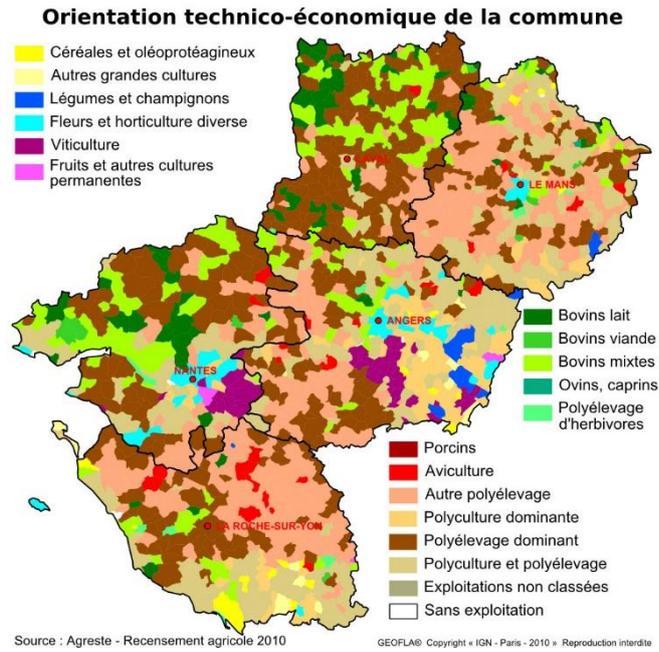
Source : Agreste – Recensement agricole 2010

Figure 24 : Carte du recensement agricole de 2010 région Normandie



Source : Agreste – Recensement agricole 2010

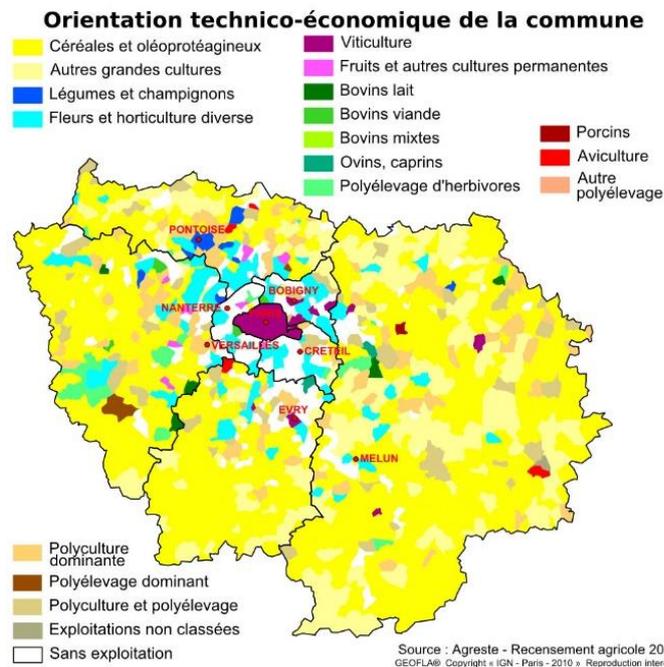
Figure 25 : Carte du recensement agricole de 2010 région Pays de la Loire



Source : Agreste – Recensement agricole 2010

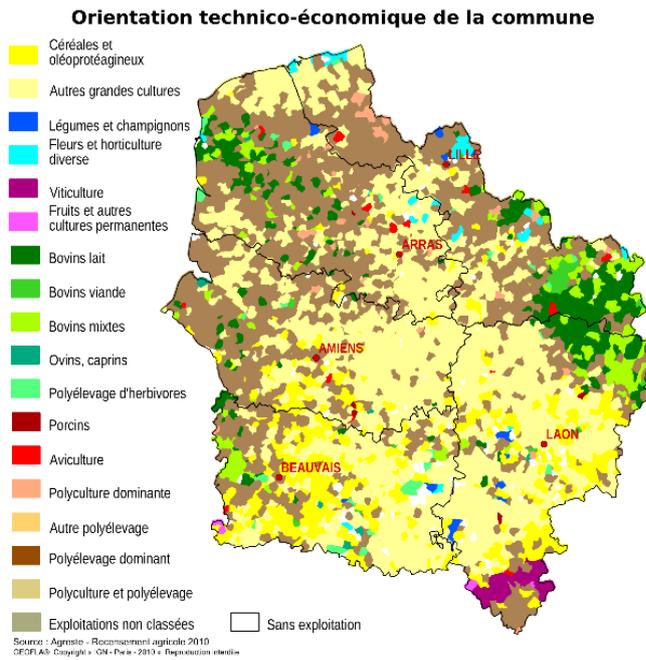
Annexe 10 : Carte du recensement agricole de 2010 pour le groupe 3

Figure 26 : Carte du recensement agricole de 2010 région Pays de la Loire



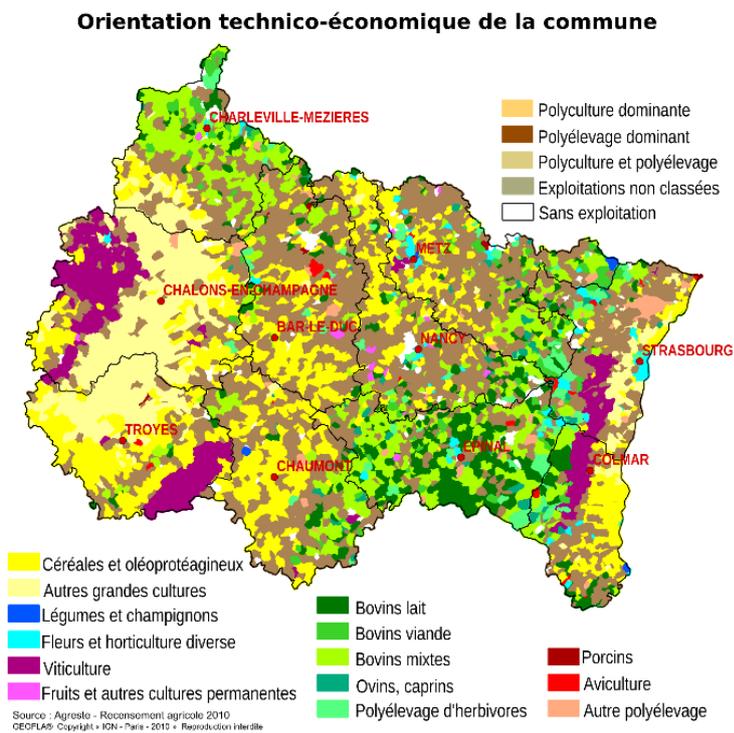
Source : Agreste – Recensement agricole 2010

Figure 27 : Carte du recensement agricole de 2010 région Hauts de France



Source : Agreste – Recensement agricole 2010

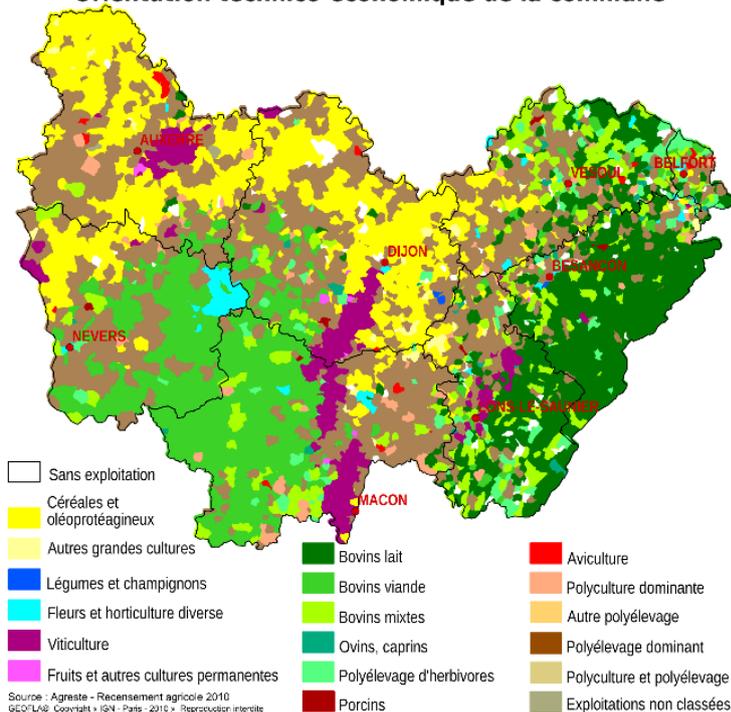
Figure 28 : Carte du recensement agricole de 2010 région Grand Est



Source : Agreste – Recensement agricole 2010

Figure 29 : Carte du recensement agricole de 2010 région Bourgogne

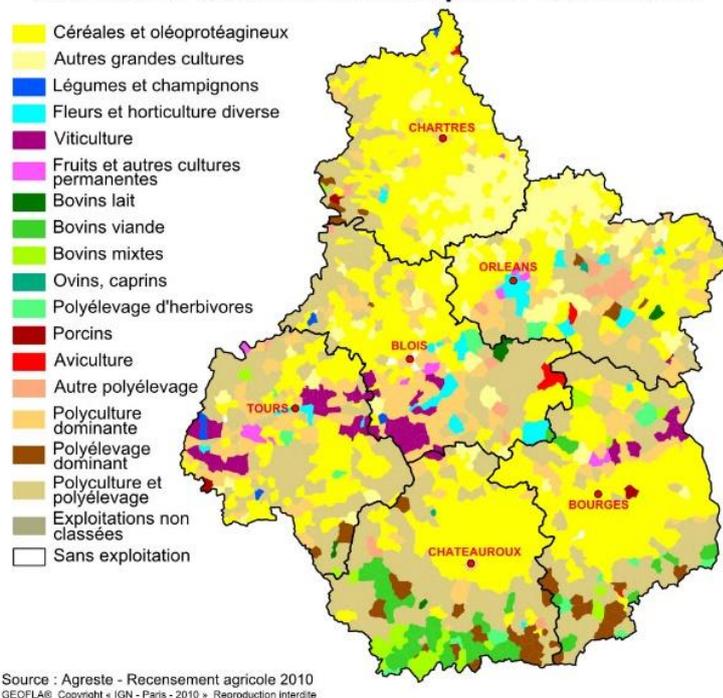
### Orientation technico-économique de la commune



Source : Agreste – Recensement agricole 2010

Figure 30 : Carte du recensement agricole de 2010 région Centre

### Orientation technico-économique de la commune



Source : Agreste – Recensement agricole 2010