

Evolution de la productivité et de la rentabilité d'élevages de ruminants en agriculture biologique : la taille et l'autonomie alimentaire des exploitations importent

Patrick Veysset¹, Edith Kouakou^{1,2}, Jean-Joseph Minviel¹

(1) Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

(2) CERDI, UMR 6587 CNRS – UCA, 26 avenue Léon-Blum, F-63000 Clermont-Ferrand

Auteur de correspondance : patrick.veysset@inrae.fr

Résumé. Cette étude porte sur l'analyse des performances productives et économiques d'un échantillon constant de 58 exploitations d'élevage de ruminants en agriculture biologique, entre 2014 et 2018, dans une zone herbagère de montagne. Sur cette période de cinq ans, ces exploitations se sont agrandies sans augmenter leur productivité du travail, ni le chargement animal par hectare de surface fourragère. Si la productivité animale s'est maintenue, les sécheresses répétées ont entraîné une baisse de l'autonomie alimentaire, et donc une augmentation de achats d'aliments. Globalement, les prix de vente des produits sont restés stables, mais l'augmentation des charges d'aliments achetés ainsi que celle des frais de mécanisation impactent négativement les résultats économiques, le résultat courant par exploitant chute de 40%. En cumul sur la période, les volumes d'intrants utilisés ont augmenté plus rapidement que ceux de la production agricole, il en résulte une baisse du surplus de productivité globale des facteurs (SPG) à un rythme de -2,6%/an. Les prix des produits et intrants étant relativement stables, cette baisse du SPG est financée à 41% par une augmentation des aides publiques (aides sécheresses, mesure agro-environnementales climatiques) et à 49 % par une baisse de la rentabilité pour l'exploitant. Un modèle d'estimation de choix binaire (approche semi-nonparamétrique), à savoir quelles variables déterminent le signe positif ou négatif du SPG, permet de mettre en évidence que la taille des exploitations est un déterminant négatif du SPG tout comme la spécialisation des systèmes, alors que l'autonomie alimentaire est un déterminant positif. Des références statistiquement plus robustes sur les indices des prix des produits et intrants de l'AB, ainsi que des suivis sur long termes d'exploitations agricoles en AB sont nécessaires pour valider ces résultats originaux qui reposent sur un échantillon de petite taille et sur une courte période

Mots clés : Agriculture biologique – Economie de l'élevage – Efficience – Surplus de productivité - Compte de surplus

Productivity gains, evolution of productive performances and profitability of organic ruminant farms: farm size and feed self-sufficiency matter

Abstract: We analysed the productive and economic performances of a constant sample of 58 organic ruminant farms between 2014 and 2018, in a mountain grassland area (French Massif Central). Over this five-year period, these farms expanded without increasing their labour productivity or animal density per hectare of forage area. While animal productivity has been maintained, we observed a decrease in feed self-sufficiency, and thus an increase in feed purchases. Over the period, the volume of inputs used has increased more rapidly than agricultural production, resulting in a decline in the productivity surplus (PS) at a rate of -2.6%/year. As the prices of products and inputs were relatively stable (unlike conventional agriculture), this decrease in PS was financed at 41% by an increase in public aid (drought aid, agri-environmental climate measures) and at 49% by a decrease in profitability for the

farmer (the farm income per farmer fell by 40%). A binary choice estimation model, i.e. which variables determine the positive or negative sign of the PS, showed that farm size was a negative determinant of the PS, as was system specialization, while feed self-sufficiency was a positive determinant. More statistically robust references on price indices of OF products and inputs, as well as long-term follow-ups of OF farms, are needed to validate these original results, which were based on a small sample size and a short period of time.

Keywords: Organic farming – Farm economics - Technical efficiency - Productivity surplus – Surplus account

Classification JEL: Q12

1. Introduction

En 2020, 2,55 millions d'hectares de surfaces agricoles et 53 000 exploitations agricoles sont engagées en mode de production biologique en France, ce qui représente respectivement 9 % et 13 % de la surface agricole et des exploitations françaises. La productivité des systèmes de production en agriculture biologique (AB) est interrogée, principalement concernant les rendements des cultures par hectare de surface (de Ponti et al., 2012) ou la productivité animale (Gaudaré et al., 2021) en comparant ces rendements à ceux obtenus en agriculture conventionnelle (Seufert et al., 2012). Un certain nombre d'études s'intéressent à l'efficacité technique des systèmes de production AB. Elles utilisent toutes des méthodes d'analyse de frontières en construisant des frontières d'efficacité (benchmark ou niveau de production maximal possible à partir d'une combinaison de facteurs de production donnés) à partir de base de données statistiques nationales d'exploitations agricoles en AB (Lakner et Breustedt, 2017). Ces études s'attachent à comparer l'efficacité technique, la productivité des facteurs de production, de l'agriculture biologique et de l'agriculture conventionnelle (AC) principalement pour les grandes cultures (de Ponti et al., 2012 ; Madau, 2007 ; Tiedemann et al., 2013) ou les cultures fruitières (Karafillis et Papanagiotou, 2011 ; Paul et al., 2017 ; Guesmi et al., 2012). Les travaux sur les productions animales concernent essentiellement la production de lait de vache (Nehring et al., 2021 ; Breustedt et al., 2011 ; Flubacher, 2015 ; Mayen et al., 2010), ou l'élevage en général sans préciser le type de production (Kostlivy et Fuksova, 2019). Dans toutes ces études, il ne ressort pas d'évidence quant aux différences d'efficacité technique entre AB et AC du fait principalement des différences de structure (taille des exploitations) entre ces deux formes d'agriculture et des soutiens publics plus ou moins incitatifs selon les pays et les productions pour l'AB. De plus, très peu d'études se sont intéressées non pas à la comparaison AB vs AC à un moment donné, mais à l'évolution de l'efficacité et de la rentabilité des systèmes en AB au cours du temps. De telles études nécessitent un panel d'exploitations relativement constant sur le temps, ou d'échantillons statistiquement représentatifs (Veysset et al., 2015). Oude Lansink et al. (2002) ont réalisé une étude diachronique de l'efficacité et de la productivité d'exploitations d'élevage en AB finlandaises sur quatre années (1994-1997) en utilisant les données du FADN Finlande. Sur les quatre années d'étude, le nombre d'exploitations en AB n'est pas constant, certaines exploitations s'étant converties au cours de ces années, et le nombre moyen d'exploitations par an, 41, est relativement faible ; de plus ces exploitations sont classées en exploitations d'élevage sans plus de précision sur le type d'élevage. Toutes les observations (exploitations-années) ayant été groupées dans un seul échantillon, Oude Lansink et al. (2002) concluent que les exploitations en AB sont plus efficaces relativement à leur technologie que les AC. Aucune de ces études n'ont analysés les éventuels gains de productivité effectués par les exploitations en AB au cours du temps, ni les évolutions de prix et donc les partages des gains de productivité (Veysset et al., 2019).

Le Massif central est une des plus grandes zones françaises d'élevage avec 85 % du territoire consacré à l'élevage d'herbivores dont 38 % des exploitations orientées en bovins viande, 20 % en bovins lait et 16 % en ovins/caprins. Le Massif central concentre 30 % du cheptel français de ruminants certifiés en agriculture biologique (AB). L'objectif de ce travail est triple : 1) réaliser une analyse technico-économique sur le moyen terme (cinq ans) d'exploitations d'élevage de ruminants en AB du Massif Central, 2) évaluer les gains de productivité de ces exploitations sur la période, leur formation et répartition, 3) évaluer les déterminants de gains de productivité de ces élevages. Après avoir présenté le réseau d'élevages et la base de données technico-économique utilisées, nous expliciterons les choix méthodologiques adoptés. Nous présenterons ensuite les évolutions sur la période des principales caractéristiques moyennes des exploitations, ainsi que le surplus de productivité global, ses déterminants et le compte de

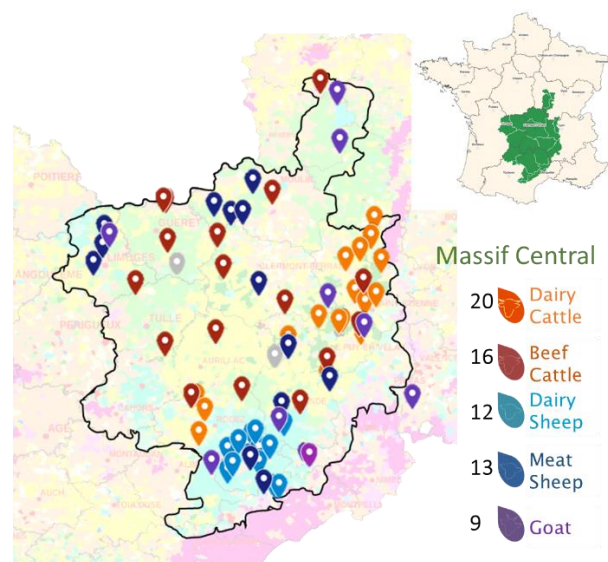
surplus économique. Enfin, nous discuterons des évolutions observées chez ces exploitations et les confronterons aux tendances observées en agriculture conventionnelle, avant de conclure sur les conditions du maintien de l'avantage d'efficacité technique des exploitations d'élevage en agriculture biologique.

2. Matériel et méthodes

2.1. Le réseau d'élevages et la base de données

Les fermes supports du projet se répartissent sur l'ensemble du Massif central (figure 1) et intègrent les trois espèces de ruminants (bovins, ovins et caprins) et les deux productions principales (lait et viande) de ce territoire de moyenne montagne. Les critères de choix des exploitations respectent la volonté des acteurs locaux d'avoir des données issues d'exploitations spécialisées répondant aux enjeux régionaux pour produire des références en AB i) des systèmes bovins viande naisseurs-engraisseurs, ii) des systèmes bovins lait productifs à l'animal (au moins 6000 litres de lait par vache et par an), iii) des systèmes ovins lait avec diverses périodes de production pour répondre aux besoins de l'aval, iv) des systèmes ovins viande en recherche d'autonomie alimentaire, notamment par la valorisation de l'herbe pour la finition des agneaux, v) enfin, en production caprin lait, il n'existe pas de références à l'échelle du Massif central sur les systèmes AB livreurs de lait et fabricants de fromage à la ferme, ces deux systèmes sont donc présents dans le réseau mis en place. Les exploitations du réseau ainsi constitué sont toutes certifiées agriculture biologique depuis au moins cinq ans au démarrage du projet (50% le sont depuis plus de dix ans).

Figure 1 : localisation des 58 exploitations échantillons constant 2014-2018 du réseau d'élevage BioRéférences



Annuellement, ce sont 70 exploitations qui ont été suivies selon la méthodologie INOSYS-Réseaux d'Elevage (Institut de l'Elevage et Chambres d'Agriculture, 2014) afin d'analyser leur fonctionnement. Les données structurelles (moyens de production), techniques (fonctionnement global du troupeau et des surfaces), de performances zootechniques et économiques ont été enregistrées dans la base Diapason (Charroin et al., 2005) pour chaque année de 2014 à 2018. Parmi ces exploitations, nous avons pu constituer un échantillon constant sur la période de 58 fermes : 16 bovins lait (BL), 13 bovins viande (BV), 11 ovins lait (OL), 10 ovins viande (OV) et 8 caprins (C). Notre étude portera sur cet échantillon constant.

2.2. Analyse descriptive des caractéristiques des exploitations et de leur évolution

Afin de caractériser l'échantillon, nous avons effectué une analyse des moyennes des variables :

- Structurelles : nombre de travailleurs exprimé en unité de main-d'œuvre (1 UMO = 1 travailleur à temps plein sur l'exploitation), taille de l'exploitation en hectare (ha) de surface agricole utile (SAU), surface en cultures annuelles, surface en herbe, taille du troupeau en nombre d'unité gros bovins (UGB).

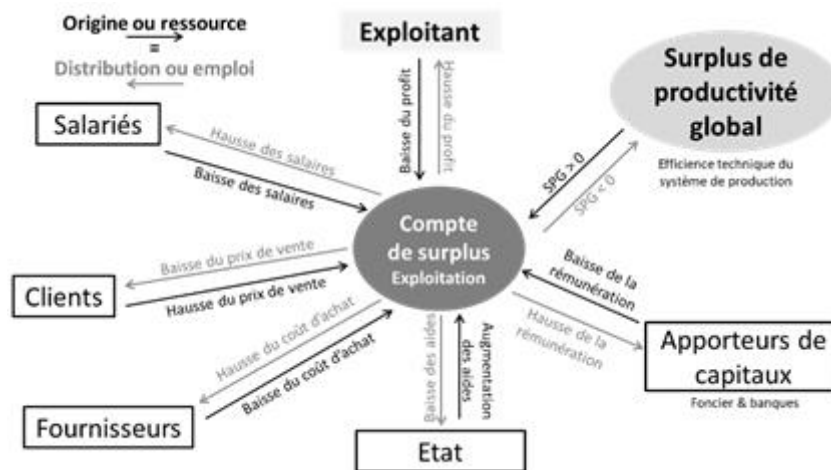
- Techniques : productivité animale, consommation d'aliments concentrés par UGB, autonomie alimentaire (part des besoins énergétiques des troupeaux couverts par les ressources des exploitations). Certaines variables techniques telle que la productivité animale, dépendent du type de production et ne sont donc pas communes à l'ensemble des exploitations (litres de lait par vache, brebis ou chèvre pour les systèmes laitiers, kg de viande vive produits par UGB ou brebis pour les systèmes allaitants). Ces variables ont été exprimées pour chaque exploitation en base 100 par rapport à l'année 2014.

- Economiques : produit brut d'exploitation (produits animaux, produits végétaux, autres produits et aides totale), consommations intermédiaires, amortissements, frais financiers, charges de travail, excédent brut d'exploitation, valeur ajoutée, résultat courant. Toutes les valeurs économiques sont exprimées en Euros constants 2018 (déflateur Indice des Prix à la Consommation, IPC donné par l'Insee).

2.3. Formation et répartition des gains de productivité : surplus de productivité globale et compte de surplus

Entre deux années, les gains de productivité mesurent les évolutions du volume de la production, nettes des variations des volumes des facteurs de production (consommations intermédiaires, capital, terre, travail) et permette d'analyser la compétitivité relative des entreprises (Ball *et al.*, 2010). Le surplus de productivité globale des facteurs de production (SPG) produit entre deux exercices (années) est estimé par les variations respectives des volumes de produits et de facteurs de production utilisés entre ces deux exercices. Selon l'hypothèse d'épuisement du produit dans la rémunération des facteurs (la valeur des différents produits d'une entreprise couvre totalement la valeur de tous les facteurs de production utilisés), nous pouvons montrer qu'il y a égalité entre l'évolution du SPG d'une entreprise et l'évolution des prix des divers produits et intrants, appelée avantages prix (AP). Il est alors possible de déterminer par la méthode des comptes de surplus (Boussemart et al., 2012) qui sont les agents économiques partenaires directs de l'exploitation agricole (clients, fournisseurs, financeurs, travailleurs, managers, État) bénéficiaires de ces gains de productivité globale. Le SPG sera positif lorsque, entre deux périodes, les volumes des produits augmenteront plus vite que ceux des intrants, inversement il sera négatif. L'augmentation du prix d'un intrant est considérée comme un avantage prix pour son fournisseur (sa rémunération augmente), la baisse de prix d'un produit est considérée comme un avantage prix pour le client (le prix du produit est moins élevé). On peut construire un compte de surplus économique équilibré (figure 2) entre ressource de ce surplus (ou origine) et distribution (ou emploi). Cette méthode nécessite de décomposer la variation de valeur de l'ensemble des produits et charges de l'exploitation agricole entre deux années, en une variation de prix et en une variation de volume.

Figure 2 : Compte de surplus équilibré



Nous avons calculé le SPG et appliqué la méthode des comptes de surplus sur les données individuelles des 58 exploitations de notre réseau d'élevages. Les variations de volume, de prix, les SPG et AP sont calculées chaque année t+1 par différence avec l'année t pour chaque exploitation, ce qui fait quatre résultats par exploitation entre 2014 et 2018. Une moyenne des résultats annuels des SPG et AP est effectuée, puis nous additionnons ces quatre moyennes pour obtenir le cumul des surplus de productivité globale et d'avantages prix et ainsi réaliser le compte de surplus équilibré sur la période considérée (Veysset *et al.*, 2019).

Pour l'ensemble des exploitations nous disposons des volumes et prix unitaires réel des produits principaux (lait de vache, brebis, chèvres, kg de viande ovins et bovine) ainsi que des céréales ou autres cultures vendues. Concernant les facteurs de production, nous disposons également des volumes et prix unitaires d'un certain nombre de charges de l'exploitation : aliments concentrés achetés, travail salarié et familial, foncier en location, charges financières. Pour les autres produits et intrants dont nous ne disposons que de la valeur économique, la décomposition volume-prix peut se réaliser en utilisant les indices de prix fournis par l'INSEE : l'IPPAP (indice des prix des produits agricoles à la production), et l'IPAMPA (indice des prix d'achat des moyens de production agricole). En déflatant les valeurs annuelles de ces produits et intrants par leurs indices respectifs, les variations de valeur obtenues entre deux années correspondent donc aux variations de volume, la variation de l'indice de prix d'un poste correspond à sa variation de prix. Ces indices reflètent l'évolution des prix observés à l'échelle nationale, ils concernent l'évolution du prix des produits et intrants de l'agriculture conventionnelle, mais ne peuvent pas être utilisés tels que pour certains produits ou intrants de l'AB qui ne sont pas sur les mêmes marchés et ne suivent donc pas la même évolution de leur prix respectifs (par exemple la viande sous-produit des élevages laitiers, les additifs alimentaires minéraux, la paille, les amendements, les semences et produits de défense des cultures). Concernant ces produits et intrants, nous avons construits nos propres indices en nous basant sur les prix disponibles dans certaines des exploitations du réseau, en consultant les experts de terrain du projet et les référentiels produits dans le cadre du projet BioRéférence.

Les aides et subventions étant des produits importants des exploitations d'élevage, nous avons fait l'hypothèse que celles-ci n'ont pas de (variation de) volume, la variation de la valeur totale observée correspond donc à la variation prix des subventions.

Nous avons ainsi effectué nos calculs à partir de 15 produits répartis en 7 groupes et 19 intrants regroupés en 6 groupes (tableau 1).

Tableau 1 : Produits, charges, prix ou indices pris en compte pour le calcul du surplus global de productivité et du compte de surplus équilibré, répartis en catégorie représentant les différents agents économiques

Agents économiques	Produits, charges (valeur économique annuelle)	Prix ou indice de prix
Aval viande	Produit viande de l'atelier bovins viande	Prix individuels
	Produit viande de l'atelier bovins lait	Prix individuels
	Produit viande des ateliers ovins viande	Prix individuels
	Produit viande des ateliers ovins lait et caprins	Indice de prix BioRéférences
Aval produits laitiers	Produit lait de l'atelier bovins lait	Prix individuels
	Produit lait de l'atelier ovins lait	Prix individuels
	Produit lait de l'atelier caprins	Prix individuels
Aval autres herbivores	Produit brut autres herbivores	IPPAP ¹ équidés
Aval autres animaux	Produit ateliers hors-sol	Indice de prix BioRéférences
Aval produits végétaux	Produit céréales	Prix individuels
	Produit oléo-protéagineux	Prix individuels
	Produit vente fourrages et paille	IPPAP fourrages
Aval autres produits	Produits autres activités	IPPAP Indice Général
Etat, UE, collectivités	Subventions d'exploitation	Subventions individuelles
Fournisseurs de consommations intermédiaires	Engrais	IPAMPA ² Engrais organique d'origine entièrement végétale ou animale
	Amendements	IPAMPA Amendements calcaires pulvérisés, grossiers, marne, calco-magnésiens
	Semences et plants	Indice de prix BioRéférences
	Aliments concentrés achetés	Prix individuels
	Fourrages et paille achetés	IPAMPA Aliments : autres (mélasses, foin, paille)
	Frais vétérinaires et d'élevage	IPAMPA Produits et Services Vétérinaires
	Carburants et lubrifiants	IPAMPA Énergie et Lubrifiants
	Fouritures, autres charges opérationnelles Achat, entretien et réparation du matériel	IPAMPA Matériel et Petit Outillage
	Travaux par tiers	IPAMPA Frais Généraux
	Eau, gaz, électricité, autres, loyers matériaux, entretien bâtiments...	
Assurances		
Apporteurs de capital	Dotations aux amortissements - matériel	IPAMPA Matériel Agricole
	Dotations aux amortissements - constructions	IPAMPA Bâtiments d'Exploitation
	Dotations aux amortissements - autres	IPAMPA Ouvrages
	Charges financières	Frais financiers/Dettes LMT ³ , individuels
Propriétaire foncier	Loyers et fermages	Fermages/ha SAU en fermage, individuels
Salariés	Charges personnelles	Charges individuelles/UMO ⁴ salariées
Exploitant cotisations sociales	Charges sociales de l'exploitant	Charges sociales de l'exploitant/UMO non salariée, individuelles
Rémunération managériale exploitant	Profitabilité	(\sum Extrants - \sum Intrants)/UMO non salariée

¹ IPPAP : indice des prix des produits agricole à la production

² IPAMPA : indice des prix d'achat des moyens de production agricole

³ LMT : long et moyen terme

⁴ UMO : unité de main-d'œuvre

La somme des aides et des produits dont nous connaissons exactement pour chaque exploitation les volumes et les prix, représente entre 90 et 95 % du produit brut d'exploitation. L'ensemble des charges à volume et prix connus, représente 30 à 35 % des charges totales d'exploitation.

2.4. Estimation des déterminants du surplus de productivité global

Nous cherchons à expliquer le sens d'évolution du SPG entre deux années consécutives (variable à expliquer) par un ensemble de variables (variables explicatives) n'entrant pas dans son calcul : variables de structure, de pratiques ou de fonctionnement des exploitations. Dans ce modèle économétrique, le SPG est transformée en une variable binaire : valeur 0 lorsque le SPG est négatif (perte de productivité des facteurs), valeur 1 lorsqu'il est positif (gain de

productivité). Le modèle de choix discret est estimé en utilisant une approche semi-non-paramétrique (SNP, De Luca, 2008). Ce type d'approche permet de relâcher les hypothèses restrictives des modèles binaires standards, telle que par exemple l'hypothèse de la normalité des résidus (Mamine et al., 2020).

Les variables explicatives choisies (x) et leurs définitions sont présentées dans le tableau 2. La taille des exploitations (économies d'échelle) est caractérisée par la surface agricole utilisée (SAU) exprimée en hectares (ha). Le facteur travail, notamment le recours à de la main-d'œuvre extérieure à l'exploitation, est un déterminant de l'efficacité technique (Latruffe, 2010) que nous caractérisons par la part de main-d'œuvre salariée dans la main-d'œuvre totale. L'autonomie alimentaire des exploitations joue un rôle important dans leur efficacité économique (Lebacqz et al., 2014 ; Lherm et Benoit, 2003), elle est caractérisée par l'autosuffisance en aliments du bétail (part des concentrés et fourrages conservés produits sur la ferme sur les concentrés et fourrages conservés totaux utilisés). L'autosuffisance en paille traduit également une certaine autonomie, mais elle caractérise également une pratique de connexion entre les productions céréalières et animales, source d'efficacité agronomique (Sekaran et al., 2021). L'intégration cultures-élevage est également caractérisée par la part de la surface fourragère et en cultures non fourragères (potentiellement de vente) dans la SAU totale, dédiée à l'alimentation animale. La diversité (ou spécialisation) productive des exploitations est caractérisée par leur degré de spécialisation (part du produit brut hors aides de l'atelier principal dans le produit brut hors aide de l'exploitation), la diversité des ressources et productions végétales par l'indice de shannon caractérisant le nombre et la part relative des différents couverts végétaux (prairies permanentes, prairies temporaires, maïs fourrages, céréales, autres cultures) dans la SAU. Les aides publiques perçues par les exploitants peuvent influencer leurs décisions de production (Minviel et Latruffe, 2017), les aides sont prises en compte via leur montant total perçu par hectare de SAU. Enfin, afin de déterminer si le type de production (bovins, ovins, caprin, lait ou viande) influe sur le signe du SPG, quatre variables binaires de contrôle sont introduites dans le modèle (BV, BL, OV, OL), la production caprine (CA) étant la référence.

Notre base de données comporte 290 exploitations-années (58 exploitations * 5 ans). Ce modèle est utilisé avec 232 exploitations-années, 2014 étant l'année de base pour le calcul SPG, celui-ci est donc égal à 0 et son premier signe d'évolution apparaît en 2015.

Tableau 2 : Liste, définition et qualification des variables explicatives utilisées dans le modèle d'estimation semi-non-paramétrique (SNP) du signe du surplus global de productivité (SPG)

Nom des variables	Définitions	Qualification
SAU	Surface agricole utilisée en hectares (ha)	Taille des exploitations
p_UMOs	Part du nombre de travailleurs salariés (UMOs) sur le nombre de travailleurs totaux (UMOt)	Efficacité technique
Autosuff_alim	Autosuffisance en aliments du bétail (%), t. aliments produits sur la ferme / t. consommation totale d'aliments du bétail	Autonomie alimentaire
Autosuff_paille	Autosuffisance en paille (%), t. paille produite sur la ferme / t. consommation totale de paille	Intégration cultures-élevage
S_alim	Part de la surface agricole totale dédiée à l'alimentation animale (%)	
Spe	Degré de spécialisation, part du produit brut hors aides de l'atelier principal sur le produit brut hors aides total (%)	Spécialisation/diversification des exploitations, et assolements
Shannon	Diversité de l'assolement exprimé par l'indice de Shannon	
Aides	Totale des aides et subventions perçues par ha de SAU	Aides publiques

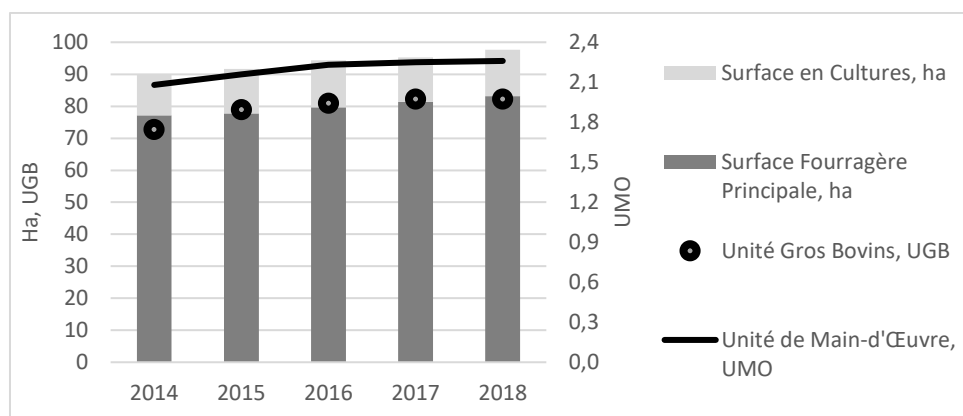
Type de production	4 variables binaires BL (1 si BL ; 0 si non), BV (1 si BV ; 0 si non), OL (1 si OL ; 0 si non), OV (1 si OV ; 0 si non)	Variables de contrôle
--------------------	---	-----------------------

3. Résultats

3.1. Caractéristiques des exploitations et évolutions sur 5 ans (2014-2018)

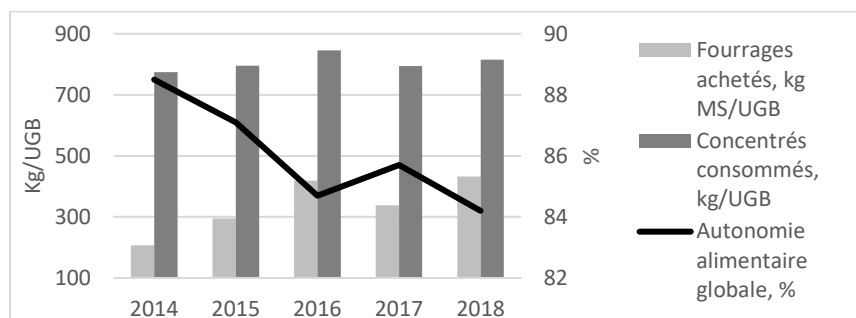
En 2014, les 58 fermes de l'échantillon étudié exploitaient une surface agricole utile moyenne de 89,9 ha ($\pm 46,5$) avec un collectif de travail de 2,08 UMO ($\pm 1,16$) dont 0,34 UMO salariées. La surface fourragère principale (SFP) occupait 87,8 % de la SAU, les surfaces en herbe (prairies permanentes et prairies temporaires) constituant 99 % de cette SFP. Les troupeaux comptaient en moyenne 76,3 UGB ($\pm 39,9$). Entre 2014 et 2018, les exploitations se sont agrandies de 8,7 %, 8,5 % et 7,8 % respectivement en ce qui concerne leur SAU, main-d'œuvre et taille de troupeau (figure 2). L'assolement (part de SFP, d'herbe et de cultures annuelles dans la SAU) est resté globalement stable ainsi que la productivité physique du travail (nombre d'ha de SAU ou d'UGB par UMO), et que le chargement (nombre d'UGB par ha de SFP).

Figure 2 : Evolution des principales caractéristiques structurelles moyennes des 58 exploitations échantillon constant BioRéférences entre 2014 et 2018.



La productivité animale moyenne (kg de lait produits par femelle laitière et par an, ou kg de viande vive produits par UGB des troupeaux viande) de tout l'échantillon est restée stable avec une très légère tendance baissière (-1,28%). La stabilité du chargement sur la période montre que la surface fourragère offerte par animal est restée stable, l'éventuelle variation d'offre en fourrage sera donc liée aux variations de rendement de cette surface fourragère. Les années 2016 et 2018 ont été marquées par des sécheresses plus ou moins dures selon les zones géographiques, les achats de fourrages ont eu tendance à augmenter (figure 3) avec deux pics en 2016 et 2018 (respectivement 420 et 430 kg de matière sèche de fourrages achetés/UGB pour une moyenne quinquennale de 340 kg/UGB). Les quantités de concentrés distribués par UGB ont également eu tendance à augmenter, passant de 775 kg/UGB en 2014 à 815 kg/UGB en 2018 (figure 3). Une productivité animale qui stagne sur cinq années, avec un accroissement de l'achat de fourrages et de la consommation de concentrés par animaux, ont pour conséquence une baisse de l'autonomie alimentaire des troupeaux (part des besoins énergétiques des animaux couverts par les ressources des exploitations).

Figure 3 : Evolution des quantités moyennes de fourrages achetés par UGB, de concentrés consommés par UGB, et de l'autonomie alimentaire globale des 58 exploitations échantillon constant BioRéférences entre 2014 et 2018.

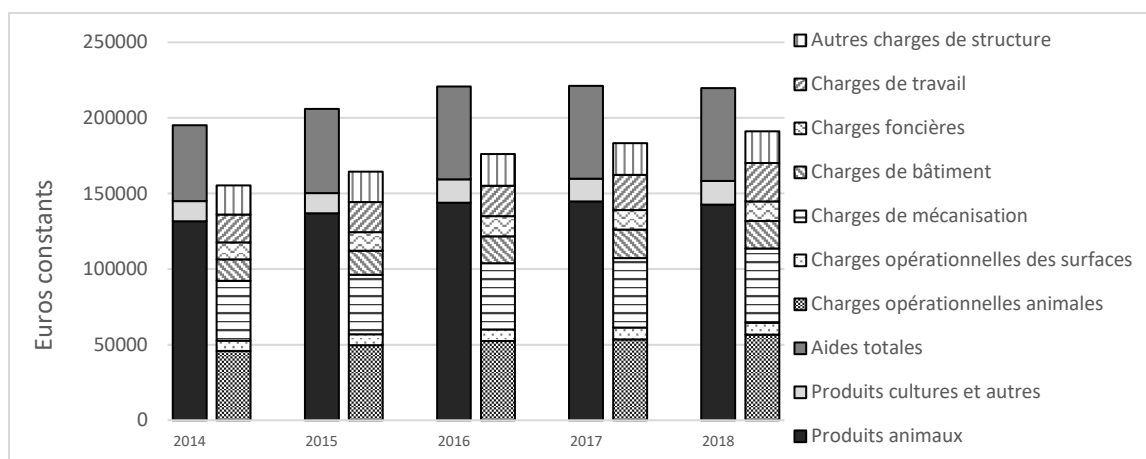


Au cours de ces cinq années, le prix moyen de vente des animaux et produits animaux a très légèrement augmenté (+3,8%). Du fait de l'augmentation de la taille des troupeaux et du maintien de la productivité animale, les quantités vendues ont augmentées de 10,1%, d'où une croissance des produits animaux de 13,3 % (figure 4). A cette augmentation des produits animaux s'ajoute une augmentation de 22 % des aides totales du fait de l'augmentation de la taille des exploitations ainsi que d'une augmentation des aides du 2nd pilier (mesures agro-environnementales) de la politique agricole commune (PAC) et d'attribution d'aides exceptionnelles sécheresse. Le produit brut d'exploitation augmente de 24 626 €, soit +12,6 % (figure 4).

Les charges opérationnelles totales augmentent de 11 913 € soit +22,6 % (figure 4). Cette augmentation est liée en quasi-totalité à l'augmentation des charges animales, +10 786 € du fait de la croissance des achats de fourrages et concentrés. Les charges de structures totales augmentent de 23,2 % entre 2014 et 2018 soit +23 890 € (figure 4). Le poste des charges de structure ayant le plus augmenté en valeur est la mécanisation (+9 361 €), les charges de mécanisation représentaient 38 % des charges de structures en 2014, elles en représentent 40 % en 2018.

Globalement, sur les cinq ans, les charges totales ont augmenté plus rapidement (+35 803 €, +23%) que le produit brut d'exploitation. La valeur ajoutée (VA), l'excédent brut d'exploitation (EBE) et le résultat courant ont baissé respectivement de 11,1% (-6 577 €), 5,6% (-4 547 €), 25,3% (-11 231 €). Par hectare de SAU, le produit brut global n'augmente que de 110 € (+4,6%) alors que les charges totales progressent de 229 € (+13,2%), d'où une baisse de la VA/ha SAU, de l'EBE/ha SAU et du résultat courant/ha SAU respectivement de 18,2% (-120 €), 13,1% (-118 €) et 31,3% (-154 €). La valeur ajoutée (ou richesse créée) par unité de main-d'œuvre totale perd 21,5%, passant de 24 296 € en 2014 à 19 062 € en 2018. Le résultat courant (ou revenu agricole) par unité de main-d'œuvre exploitant chute de 27 462 € en 2014 à 17 725 € en 2018, soit -39,8%.

Figure 4 : Evolution des produits et des charges d'exploitation, en euros constants, des 58 exploitations échantillon constant BioRéférences entre 2014 et 2018.



3.2. Evolution des gains de productivité, surplus de productivité globale

Le cumul du surplus de productivité global (ou l'évolution cumulée de la productivité globale des facteurs) entre 2014 et 2018 est négatif (-21 640 €, tableau 3), il diminue à un rythme de 2,65 % par an. Pour une augmentation cumulée du volume des produits équivalente à 10 061 € entre 2014 et 2018, l'augmentation cumulée du volume des consommations intermédiaires équivaut à 17 155 €, l'alimentation achetée étant le poste qui a le plus augmenté (+5 558 €), puis vient la mécanisation (carburant, entretien matériel et travaux par tiers, +4 991 €). L'augmentation des besoins de mécanisation et d'équipements s'est traduit par une augmentation cumulée du volume de capital fixe utilisé équivalente à 7 427 €. Le nombre moyen de travailleurs totaux ayant augmenté, à cotisations et rémunération constante, ce volume de main-d'œuvre supplémentaire correspond à +6 150 €. Globalement, la variation du volume des intrants entre 2014 et 2018 a été supérieure à la variation du volume des produits. Pour 1 € de volume d'intrant en plus, le volume de production n'a augmenté que de 0,32 euros, d'où une baisse de la productivité globale des facteurs de ces 58 exploitations d'élevage AB du Massif Central sur la période de 5 ans, 2014-2018.

Tableau 3 : Détail du surplus de productivité global (effet volume) cumulé sur la période 2014-2018, en euros constants moyens par exploitation

Variation cumulée des volumes produits	10 061	Variation cumulée des volumes de facteurs de production utilisés	31 701
Produits lait	9 023	Consommations intermédiaires	17 155
Produits viande	869	<i>Aliments et fourrages achetés</i>	5 558
Produits cultures et autres	169	<i>Frais d'élevage et de culture</i>	3 012
		<i>Mécanisation (carburant, entretien)</i>	4 991
		<i>Autres fournitures et services</i>	3 593
		Capital	7 427
		Foncier	969
		Travail exploitant et salarié	6 150
Surplus de Productivité Global = -21 640 €			

3.3. Compte de surplus : origine et distribution du surplus économique cumulé

Sur l'ensemble des 5 années, le cumul du surplus de productivité globale et de la valeur absolue des avantages prix négatifs représente, en euros constants et en moyenne par exploitation, un surplus économique total de 28 636 € (tableau 4). Ce surplus économique provient

principalement de la baisse de la rémunération des exploitants ou profitabilité des exploitations (49%) et des collectivités publiques (41%) du fait de l'augmentation des aides (tableau 4). Le besoin de financement de la baisse du surplus de productivité globale (SPG < 0) capte 75% du surplus économique généré sur la période, l'augmentation des cotisations sociales des exploitants en capte 13% (tableau 4). On observe une légère augmentation des prix des consommations intermédiaires, du fermage et du travail salarié qui captent respectivement 5%, 3% et 4% des ressources du surplus économique. Les prix payés aux producteurs du lait et des cultures augmentent très légèrement (respectivement 3% et 6% de l'origine du surplus économique) alors que ceux de la viande stagnent. L'avantage prix obtenu sur les cultures est bénéfique pour les éleveurs qui en vendent, et désavantage les achats d'aliments concentrés dont l'augmentation des prix est en partie responsable de l'avantage prix des fournisseurs de consommations intermédiaires.

Tableau 4 : Compte de surplus cumulé, moyenne par exploitation en euros constants et en % des ressources et emplois

Emplois			Ressources		
	Euros	%		Euros	%
Aval produits viande	68	0	Aval produits laitiers	1 861	6
Fournisseurs cons. intermédiaires	1 373	5	Aval produits cultures	833	3
Propriétaires foncier	751	3	Aval produits autres	190	1
Cotisations sociales (MSA)	3 670	13	Apporteurs de capital	166	0
Salariés	1 134	4	Collectivités publiques	11 695	41
Surplus Global de Productivité	21 640	75	Exploitant profitabilité	13 891	49
Total Emplois	28 636	100	Total Ressources	28 636	100

3.4. Déterminants du surplus de productivité global des exploitations

Quatre variables explicatives parmi les huit sélectionnées ont un effet significatif sur le signe (positif ou négatif) du SPG : la taille des exploitations, leur autosuffisance alimentaire, leur spécialisation productive et les aides qu'elles perçoivent (tableau 5). Le type d'espèce animale élevée et de production animale, ainsi que la diversité de l'assolement, l'autosuffisance en paille, la part de la SAU dédiée à l'alimentation animale et la part de travailleurs salariés dans le collectif de travail n'impactent pas significativement le signe du SPG. La variable ayant le plus d'impact est l'autonomie alimentaire. L'augmentation de 1 point de pourcentage d'autonomie alimentaire des exploitations, augmente de 0,66 point de pourcentage la probabilité d'avoir un SPG positif. L'augmentation de la taille des exploitations a un effet négatif : augmenter la SAU de 1 ha diminue de 0,22 point de pourcentage la probabilité d'avoir un SPG positif. De même, la spécialisation productive (part du produit brut hors aides de l'atelier principal sur le produit brut hors aides total) a un effet négatif sur la probabilité d'accroître le surplus de productivité global (-0,32). Le montant des aides perçues par ha de SAU a un effet positif, mais très faible et significatif au seuil de seulement 0.10.

Tableau 5 : Effet des variables sur la probabilité d'avoir un surplus de productivité global (SPG) positif ou négatif, significativité des effets, erreur standard

Variables	Effet de la variable (point de pourcentage)	Significativité	Erreur standard
Surface agricole (SAU)	-0.2219	***	0.0669
Travailleurs salariés (p_UMOs)	-0.0387	ns	0.0924
Autosuffisance alimentaire (Autosuff_alim)	0.6648	***	0.1791
Autosuffisance en paille (Autosuff_paille)	-0.0446	ns	0.0466
Surface dédiée à l'alimentation animale (S_alim)	0.0194	ns	0.0684

Spécialisation productive (Spe)	-0.3246	**	0.1634
Diversité de l'assolement (Shannon)	5.4105	ns	7.8192
Aides	0.0162	*	0.0085
BL	-5.2016	ns	7.6055
BV	8.0797	ns	8.5649
OL	15.7365	ns	11.0944
OV	-2.7517	ns	7.8380

Seuils de significativité : *** p<0.01 ; **p<0.05 ; *p<0.1 ; ns : non significatif

4. Discussion

Comme toutes méthodes, la méthode des comptes de surplus est sensible aux hypothèses de départ, et les résultats obtenus sont dépendants de l'échantillon analysé. La décomposition des variations de valeur économique en effet volume et effet prix en utilisant les volumes et prix réellement constatés pour chaque exploitation permet de limiter le biais lié à l'utilisation d'indices de prix moyens pour l'ensemble d'un secteur sur une vaste étendue géographique (Méraud, 1979). De même, utiliser des données individuelles d'exploitations permet de retracer plus fidèlement les évolutions de la productivité globale des facteurs établies à un niveau sectoriel et/ou régional, plutôt que d'utiliser des données agrégées de statistiques régionales ou nationales (Veysset et al., 2019). Aussi qualitative soit l'information que nous avons utilisée (méthode harmonisée de suivi Inosys-Réseaux d'Élevages et de la base de données Diapason), certaines consommations intermédiaires n'ont pas de volumes et ne sont connues que par leur valeur économique, d'où l'utilisation d'indices de prix. L'Insee ne publiant pas d'indices spécifiques à l'agriculture biologique, nous avons dû les établir en fonction des informations à notre disposition. La taille de notre échantillon est donc une limite, nos indices et résultats obtenus ne prétendent pas être exhaustifs, mais ils donnent des indications sur des tendances observées dans les systèmes d'élevage en agriculture biologique dans le Massif central. Afin d'étudier finement les stratégies productives et économiques des éleveurs en agriculture biologique dans un territoire donné, ainsi que leurs évolutions, variabilité et dispersion, il serait indispensable de disposer de données de réseaux technico-économiques sur le long terme et statistiquement représentatifs.

4.1. Agrandissement, volumes d'intrants utilisés et financement de ces intrants

Ces exploitations d'élevage en agriculture biologique ont suivi la même tendance à l'agrandissement que les exploitations conventionnelles, à la différence notable que la productivité du travail reste stable alors qu'elle suit une courbe croissante continue chez les éleveurs conventionnels de bovins français (Veysset et Boukhriss, 2021). Malgré la constance de la productivité du travail, l'augmentation du volume des facteurs variables de production utilisés (hors travail) a été plus rapide que celle de la production agricole, d'où une chute du surplus de productivité global. Ces exploitations en AB du Massif central ne se distinguent pas, d'un point de vue efficacité technique, des grandes tendances observées au sein de l'agriculture européenne. Au sein du secteur agricole de l'UE-28, la productivité du capital montre une tendance générale à la baisse, tandis qu'il n'y a pas de gains sur la productivité des consommations intermédiaires ; l'efficacité technique n'a pas augmenté depuis le début des années 2000 (European Commission, 2016). Par contre, la productivité du travail des exploitations européennes s'est continuellement accrue, d'où une lente mais régulière augmentation de la productivité totale des facteurs de l'agriculture européenne (taux de croissance annuelle de 1 % entre 1995 et 2005, et de 0,8 % entre 2005 et 2015 ; European Commission, 2016).

Les prix des produits agricoles et des consommations intermédiaires sont restés relativement stables au sein de l'échantillon étudié, les volumes de consommations intermédiaires et de capital acquis par les éleveurs AB du Massif central ont été financés par une baisse de leur rémunération ainsi que par une augmentation des aides totales perçues. La rentabilité des exploitations d'élevage conventionnelles a également baissé, mais elles ont dû faire face à une baisse du prix des produits compensée, notamment, par une forte augmentation de leur productivité du travail (Veysset et Boukhriiss, 2021)

4.2. Les charges de mécanisation

Parmi les intrants, l'ensemble de ce que représente la mécanisation, c'est-à-dire les carburants et lubrifiants, les travaux par tiers, l'entretien du matériel (consommations intermédiaires) ainsi que l'amortissement du matériel en propriété (capital), constitue le poste qui a le plus augmenté sur les cinq années étudiées. Face à l'agrandissement des exploitations, comme pour les exploitations d'élevage conventionnelles, nous n'observons pas de dilution des coûts d'utilisation du matériel dans le volume de produits ou dans une SAU plus grande (Veysset et al., 2020). L'équipement des exploitations peut alors être vu comme une réponse des agriculteurs à leur aversion au risque, et non comme une source d'amélioration de la productivité et de la performance économique (Sheng et al., 2016). En outre, la politique fiscale peut inciter les exploitations qui affichent de bons résultats économiques à investir en matériel et à se suréquiper, afin de limiter le revenu fiscal, et ainsi diminuer le montant des cotisations sociales. Une part de cette augmentation des charges de mécanisation peut également être expliquée par une augmentation d'actions mécanisées pour faire face aux aléas climatiques et préserver une certaine autonomie alimentaire : surfaces fauchées supplémentaires pour constituer des stocks, re-semis de prairies dégradées, distribution de fourrages durant l'été. La recherche d'autonomie alimentaire peut entraîner un coût de mécanisation de la chaîne de récolte et de distribution des fourrages plus élevé que chez nos concurrents européens qui contractualisent plus facilement de l'achat d'aliment (Chatellier et al., 2020).

4.3. L'autonomie alimentaire, la spécialisation/diversification

L'autonomie alimentaire des exploitations d'élevage en agriculture biologique est vue comme un facteur de réduction de la vulnérabilité de ces systèmes face aux aléas climatiques (Bouttes et al. 2018). Cette autonomie permet également d'améliorer l'efficacité économique des fermes (Lebacqz et al., 2015). L'augmentation des achats d'aliments est effectivement la première cause de baisse du surplus de productivité globale, et du revenu, des exploitations AB de notre échantillon sur les cinq années d'étude. Mais la faible disponibilité d'aliments certifiés AB sur le marché, et donc leur prix élevé, est une limite aux systèmes AB non autonomes (Escribano, 2018). La recherche d'autonomie alimentaire des animaux d'élevage à l'échelle de l'exploitation est donc une nécessité productive, économique et environnementale (Soteriades et al., 2016), elle permet également d'améliorer la résilience des systèmes laitiers en AB, herbagers et pâturant (Perrin et al. 2020). L'autonomie alimentaire des exploitations d'élevage peut être renforcée par la diversification des ressources fourragères au sein d'exploitations de polyculture-élevage (Bell et al. 2018 ; Havet et al. 2014), bien que la diversification des cultures n'ait pas eu d'incidence significative sur les gains de productivité dans notre échantillon. Cela peut être dû au fait que les prairies et leur gestion (fauche, foin, ensilage, pâturage) sont considérées comme une seule culture dans le calcul de notre indice de Shannon. La spécialisation productive diminuant la probabilité de réaliser des gains de productivité, nous pouvons supposer que la production de plusieurs biens agricoles sur une même exploitation améliorerait la productivité du système. La diversification dans les exploitations de notre

échantillon a principalement pris la forme de polyculture, avec la production de céréales ou de mélanges céréales/protéagineux pour l'alimentation animale afin de renforcer l'autonomie alimentaire. L'intégration des cultures et de l'élevage dans les exploitations de polyculture-élevage permet de limiter le recours aux intrants de synthèse grâce au recyclage des nutriments au sein du système (Peyraud et al. 2014), la productivité de ces systèmes de production diversifiés peut ainsi être améliorée (Sekaran et al. 2021). Certaines exploitations ont associé un deuxième atelier de production animale à leur atelier principal (principalement des associations bovins-ovins), la mixité animale au pâturage pouvant permettre un gain de productivité animale grâce à la complémentarité alimentaire et à la dilution des parasites (d'Alexis et al. 2014). Mais des compromis sont à trouver avec les charges de mécanisation relatives à la production, récolte et distribution des aliments produits sur des surfaces de plus en plus grandes de la ferme.

5. Conclusion

Les systèmes de production de ruminants en AB semblent suivre les mêmes tendances structurelles et techniques que celles des systèmes conventionnels avec une augmentation de la taille de la surface agricole utilisée, une baisse de l'autonomie alimentaire, une augmentation des charges de mécanisation, d'où une baisse de l'efficacité technique. Cependant, ils se distinguent par des prix des produits relativement stables (au moins jusqu'en 2018), la baisse de la rentabilité des exploitations est donc due à la baisse de la productivité des facteurs (effet volume). Des références statistiquement plus robustes sur les indices des prix des produits et intrants de l'AB, ainsi que des suivis sur long terme d'exploitations agricoles en AB sont nécessaires pour valider ces résultats originaux qui reposent sur un échantillon de petite taille et sur une courte période. La question de l'autonomie alimentaire est centrale pour la productivité de ces exploitations, mais également pour leur résilience face aux aléas climatiques. La résilience, la vulnérabilité des exploitations et leurs adaptations face à des aléas et/ou choc nécessitent des travaux complémentaires afin d'étudier les compromis entre augmentation de la surface agricole, diversification des ressources, sécurisation des stocks, combinaison des facteurs de production et charges de mécanisation et donc consommation d'énergie non renouvelable.

Bibliographie

- D'Alexis S, Sauvant D, Boval M (2014) Mixed grazing systems of sheep and cattle to improve liveweight gain: a quantitative review. *The Journal of Agricultural Science* 152:655–666. <https://doi.org/10.1017/S0021859613000622>
- Ball VE, Butault JP, San Juan C, Mora R (2010) Productivity and international competitiveness of agriculture in the European Union and the United States. *Agricultural Economics* 41:611-627. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2010.00476.x>
- Bell LW, Moore AD, Thomas DT (2018) Integrating diverse forage sources reduces feed gaps on mixed crop-livestock farms. *Animal* 12:1937-1980. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003196>
- Boussemart JP, Butault JP, Ojo O (2012). Generation and distribution of productivity gains in French agriculture. Who are the winners and the losers over the last fifty Years? *Bulletin USAMV Horticulture* 69:55-67.
- Bouttes M, San Cristobal M, Martin G (2018) Vulnerability to climatic and economic variability is mainly driven by farmers' practices on French organic dairy farms. *European Journal of Agronomy* 94:89-97. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.01.013>

- Breustedt G, Latacz-Lohmann U, Tiedmann T (2011) Organic or conventional? Optimal dairy farming technology under the EU milk quota system and organic subsidies. *Food Policy* 36:223-229. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.11.019>
- Charroin T, Palazon R, Madeline Y, Guillaumin A, Tchakerian E (2014) Le système d'information des Réseaux d'Élevage français sur l'approche globale de l'exploitation. Intérêt et enjeux dans une perspective de prise en compte de la durabilité. *Rencontres Recherches Ruminants*, 2005:335-338.
- Chatellier V, Perrot C, Beguin E, Moraine M, Veysset P (2020) Competitiveness and production jobs in the French bovine sectors. *INRAE Prod Anim* 33:261-282. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2020.33.4.4609>
- De Luca G (2008) SNP and SML Estimation of Univariate and Bivariate Binary-Choice Models. *Stata Journal* 8:190-220.
- De Ponti T, Rijk B, Van Ittersum MK (2012) The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems* 108:1-9. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.12.004>
- Escribano AJ (2018) Organic Feed: A Bottleneck for the Development of the Livestock Sector and Its Transition to Sustainability? *Sustainability* 10(7):2393. <https://doi.org/10.3390/su10072393>
- European Commission (2016) Productivity in EU agriculture – slowly but steadily growing. *EU Agricultural Markets Briefs* 10 19p.
- Flubacher M (2015) Comparison of the Economic Performance between Organic and Conventional Dairy Farms in the Swiss Mountain Region Using Matching and Stochastic Frontier Analysis. *Journal of SocioEconomics in Agriculture* 8:76-84.
- Gaudaré U, Pellerin S, Benoit M, Durand G, Dumont B, Barbieri P, Nesme T (2021) Comparing productivity and feed-use efficiency between organic and conventional livestock animals. *Environmental Research Letters* 16:024012.
- Guesmi B, Serra T, Kalla Z, Gil JM (2012) The productive efficiency of organic farming: the case of grape sector in Catalonia. *Spanish Journal of Agricultural Research* 10(3):552-556.
- Havet A, Coquil X, Fiorelli JL, Gibon A, Martel G, Roche B, Ryschawy J, Schaller N, Dedieu B (2014) Review of livestock farmer adaptations to increase forages in crop rotations in western France. *Agriculture Ecosystem and Environment* 190:120-127. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.01.009>
- Institut de l'Élevage, Chambres d'Agriculture (2014) Inosys-Réseaux d'Élevage 2014-2020. Une plateforme collective pour la connaissance et l'innovation dans les systèmes d'élevage d'herbivores. Idele Paris 12p
- Karafillis CC, Papanagiotou E (2011) Innovation and total factor productivity in organic farming. *Applied Economics* 43(23):3075-3087. <https://doi.org/10.1080/00036840903427240>
- Kostlivy V, Fuksova Z (2019) Technical efficiency and its determinants for Czech livestock farms. *Agricultural Economics – Czech* 65:175-184. <https://doi.org/10.17221/162/2018-AGRICECON>
- Lakner S, Breustedt G (2017) Efficiency analysis of organic farming systems – A review of concepts, topics, results and conclusions. *German Journal of Agricultural Economics* 2:85-108

- Lansink OA, Pietola KS, Bäckman S (2002) Efficiency and productivity of conventional and organic farms in Finland 1994-1997. *European Review of Agricultural Economics* 29:51-65. <https://doi.org/10.1093/erae/29.1.51>
- Latruffe L (2010) Competitiveness, productivity and efficiency in the agricultural and agri-food sectors. OECD food, agriculture and fisheries papers 30. OECD Publishing Paris 63p. <http://dx.doi.org/10.1787/5km91nkdt6d6-en>
- Lebacqz T, Baret PV, Stilmant D (2015) Role of input self-sufficiency in the economic and environmental sustainability of specialised dairy farms. *Animal* 9 :544-552. <https://doi.org/10.1017/S1751731114002845>
- Lherm M, Benoit M (2003) L'autonomie de l'alimentation des systèmes d'élevage allaitant : évaluation et impacts économiques. *Fourrages* 176:411-424
- Madau FA (2007) Technical efficiency in organic and conventional farming: evidence from Italian cereal farms. *Agricultural Economics Review* 8:5-22
- Mamine F, Fares M, Minviel JJ (2020) Contract Design for Adoption of Agrienvironmental Practices: A Meta-Analysis of Discrete Choice Experiments. *Ecological Economics* 176:106721. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106721>
- Mayen CD, Balagtas JV, Alexander CE (2010) Technology adaptation and technical efficiency: organic and conventional dairy farms in the United States. *American Journal of Agricultural Economics* 92(1):181–195. <https://doi.org/10.1093/ajae/aap018>
- Méraud J (1979). Productivité globale et comptes de surplus. *Journal de la société statistique de Paris* 120:9-31
- Minviel JJ, Latruffe L (2017) Effect of public subsidies on farm technical efficiency: a meta-analysis of empirical results. *Applied Economics* 49(2):213-226. <https://doi.org/10.1080/00036846.2016.1194963>
- Nehring RF, Gillespie J, Greene C, Law J (2021) The economics and productivity of organic versus conventional U.S. dairy farms. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 53:134-152. <https://doi.org/10.1017/aae.2020.34>
- Paul UK, Das G, Mathur T, Debnath A (2017) Economic efficiency and its effect on cost: a case study of organic pineapple in India's northeast. *Organic Agriculture* 7:281–291. <https://doi.org/10.1007/s13165-016-0156-4>
- Perrin A, San Cristobal M, Milestad R, Martin G (2020) Identification of resilience factors of organic dairy cattle farms. *Agricultural Systems* 183:102875. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102875>
- Peyraud JL, Taboada M, Delaby L (2014) Integrated crop and livestock systems in Western Europe and South America: A review. *Europ. J. Agronomy* 57:31-42. <https://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2014.02.005>
- Sekaran U, Lai L, Ussiri DAN, Kumar S, Clay S (2021) Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security – A review. *Journal of Agriculture and Food Research* 5:100190. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100190>
- Sheng Y, Davidson A, Fuglie K, Zhang D (2016) Input substitution, productivity performance and farm size. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 60:327–347. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12136>
- Soteriades AD, Stott AW, Moreau S, Charroin T, Blanchard M, Liu J, et al (2016) The Relationship of Dairy Farm Eco-Efficiency with Intensification and Self-Sufficiency. Evidence

from the French Dairy Sector Using Life Cycle Analysis, Data Envelopment Analysis and Partial Least Squares Structural Equation Modelling. PLoS ONE 11(11):e0166445. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166445>

Sekaran U, Lai L, Ussiri DAN, Kumar S, Clay S (2021) Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security – A review. Journal of Agriculture and Food Research 5:100190. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100190>

Seufert V, Ramankutty N, Foley JA (2012) Comparing the yields of organic and conventional agriculture. Nature 485:229-232.

Tiedemann T, Latacz-Lohmann U (2013) Production risk and technical efficiency in organic and conventional agriculture - the case of arable farms in Germany. Journal of Agricultural Economics 64(1):73-96. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2012.00364.x>

Veysset P, Lherm M, Roulenc M, Troquier C, Bébin D (2015) Productivity and technical efficiency of suckler beef production systems: trends for the period 1990 to 2012. Animal 9:2050-2059. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002013>

Veysset P, Lherm M, Boussemart JP, Natier P (2019) Generation and distribution of productivity gains in beef cattle farming: Who are the winners and losers between 1980 and 2015? Animal 13:1063–1073. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002574>

Veysset P, Boukhriess S (2021) Gains de productivité et évolution de la rentabilité des élevages bovins français sur trois décennies (1988-2018). Economie Rurale 378:119-135. <https://doi.org/10.4000/economierurale.9474>

Remerciements

Les auteurs remercient les éleveurs ayant fourni gracieusement les données de leur ferme, ainsi que les ingénieurs et techniciens des 20 structures de recherche, développement, enseignement partenaires du projet. Projet financé dans le cadre de la Convention Massif Central par l'Etat (FNADT), les Régions Languedoc Roussillon, Auvergne, Rhône-Alpes, Nouvelle Aquitaine, les Départements de l'Aveyron et de la Corrèze