

Quels équilibres végétal/animal en France métropolitaine, aux échelles nationale et « petite région agricole » ?

INRA Prod. Anim.,
2018, 31 (4), 353-364

Magali JOUVEN¹, Laurence PUILLET², Christophe PERROT³, Thomas POMÉON⁴, João-Pedro DOMINGUEZ², Thierry BONAUDO², Muriel TICHIT²

¹UMR SELMET, Montpellier SupAgro, INRA, CIRAD, Université de Montpellier, place Pierre Viala, 34000, Montpellier, France

²UMR 0791 MoSAR, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 6 rue Claude Bernard, 75005, Paris, France

³Institut de l'Élevage, Maison Nationale des Éleveurs, 49 Rue de Bercy, 75012, Paris, France

⁴US ODR, INRA, 31326, Auzeville, France

Courriel : magali.jouven@supagro.fr

■ L'agroécologie nous incite, tant à l'échelle de la ferme qu'à l'échelle du territoire, à ajuster les systèmes de production au contexte local et à boucler les cycles de matières pour améliorer l'autonomie et la résilience des systèmes, tout en limitant les déchets. Les synergies entre production animales et végétales ont été mises de côté avec la spécialisation de l'agriculture. À ce jour, qu'en est-il des équilibres entre productions animales et végétales aux échelles nationales et des petites régions agricoles françaises ?

Introduction

En France, la spécialisation régionale de l'agriculture s'est accélérée durant la deuxième moitié du xx^e siècle, avec la diffusion de la moto-mécanisation, des engrains chimiques et des transports à bas coût (Jussiau *et al.*, 1999). Cette dynamique a causé une dissociation spatiale entre productions animales et végétales (Domingues *et al.*, 2018), et avec elle la rupture de l'équilibre entre les ressources localement disponibles et le niveau de production agricole, en particulier en ce qui concerne l'élevage. Un corollaire est la diminution de la résilience des systèmes d'élevage face aux risques économiques (Peyraud *et al.*, 2014). Depuis le début du xxi^e siècle, avec la montée de l'agro-écologie, cette dissociation végétal/animal est remise en question. Les systèmes associant cultures et élevages sont alors pressentis comme des modèles d'agriculture

durable (Gliessman, 2006 ; Soussana et Lemaire, 2014) permettant à la fois de valoriser une biomasse végétale non utilisable par l'homme, de maintenir la fertilité des sols cultivés en réduisant les intrants, et d'augmenter l'efficacité d'utilisation des ressources localement disponibles (Bonaudo *et al.*, 2014 ; Ryschawy *et al.*, 2017). Aujourd'hui, 64 % de la Surface Agricole Utile (SAU) française est destinée à l'alimentation animale (12,7 M ha de prairies et parcours, 1,7 M ha de fourrages issus de plantes annuelles et 4,2 M ha de céréales, oléagineux et protéagineux) (Agreste, 2013[Agreste synthèses 2013/208]), ce qui est considérable. Ces productions végétales ne répondent que partiellement à la demande. Ainsi, en 2010, le niveau d'autosuffisance protéique de l'alimentation animale en France était de l'ordre de 75 %, avec une moyenne à 57 % dans des régions d'élevage intensif du Grand-Ouest, et à 85 % dans des régions d'élevage extensif du Massif Central (Domingues, 2017).

L'équilibre local entre productions végétales et productions animales peut être recherché à des fins d'entretien de la fertilité des sols, de limitation des pollutions causées par l'épandage de trop grandes quantités de déjections ou encore d'autonomie d'un système. Sous l'angle de l'alimentation animale, cet équilibre est souvent évalué à l'échelle de la ferme via des indicateurs d'autonomie alimentaire. Cette dernière est calculée en estimant les consommations d'aliments sur la ferme et en déduisant les aliments achetés. Différents indicateurs d'autonomie peuvent être calculés en considérant tous les types d'aliments ou simplement les fourrages ou les concentrés, et en exprimant les calculs en matière sèche, en énergie ou en protéines (voir par ex. Rouillé *et al.*, 2014). Dès que l'on dépasse l'échelle de la ferme, le calcul de l'autonomie devient très compliqué car il est difficile d'estimer ce qui est issu du système et ce qui est importé. Par exemple, au niveau département ou infra-département, quel statut donner

à des végétaux produits localement, transformés hors du territoire, et qui y reviennent sous forme d'aliment du bétail ? L'enjeu agro-écologique est de combiner des formes d'élevage et des effectifs animaux permettant de tirer le meilleur parti des ressources localement disponibles (végétations spontanées, cultures fourragères ou non, sous-produits agricoles et co-produits agroindustriels), tout en assurant le renouvellement de ces ressources sur le long terme. On peut alors s'intéresser à la capacité d'un territoire à produire les ressources végétales qui (transformées ou non) permettront d'assurer l'alimentation du bétail localement présent.

Cet article capitalise sur les méthodes et données produites dans le cadre de l'étude « EFESE¹-Écosystèmes Agricoles » (Therond *et al.*, 2017). Celle-ci avait pour objectifs de définir un cadre conceptuel pour l'évaluation des services écosystémiques, de proposer une méthodologie d'évaluation de ces services qui puisse être intégrée à un système d'information pérenne, et de réaliser des calculs pour établir l'état actuel de ces services en France. Le travail présenté ci-après aborde, à l'échelle de la France métropolitaine et des petites régions agricoles (PRA), l'équilibre végétal / animal du point de vue de l'alimentation animale. Il a contribué à documenter le service « production de biens animaux » (incluant viandes, lait, œufs, animaux vifs) dans l'étude. Le niveau PRA a été choisi pour une question de disponibilité des données pour l'évaluation des différents services évalués et pour une question de pertinence de ce zonage d'un point de vue pédoclimatique et socioéconomique. Ainsi, nous estimons la capacité des PRA à produire les différentes catégories de végétaux nécessaires pour couvrir la consommation par la population d'animaux d'élevage présente sur leur territoire. Ceci demande de prendre en compte au mieux la diversité des ressources végétales disponibles pour l'alimentation des animaux, ainsi que la diversité des rations alimentaires selon les espèces et les systèmes d'élevage localement

majoritaires. En termes de résultats, on cherche à quantifier l'équilibre végétal/animal aux échelles nationales et des PRA, en identifiant les composantes des équilibres/déséquilibres observés, et à établir une cartographie permettant de discuter des complémentarités entre territoires proches.

Le présent article décrit la démarche méthodologique suivie pour combiner les différentes données et références disponibles, ainsi que les résultats obtenus aux échelles nationale et des PRA. Les motivations et limites des choix méthodologiques, les implications des équilibres et déséquilibres identifiés ainsi que les perspectives ouvertes par ce travail sont discutées.

1. Démarche générale, indicateurs et échelles considérées

Notre démarche répond à deux enjeux : 1) établir les modes de calculs d'indicateurs en combinant des sources de données hétérogènes mais exhaustives pour le territoire national métropolitain et 2) permettre une mise à jour régulière des indicateurs estimés. Pour pouvoir fournir des résultats dans le temps limité de l'expertise « EFESE-Écosystèmes Agricoles », nous nous sommes basés sur les données disponibles, ce qui a orienté les choix méthodologiques. Nous avons combiné des données issues de trois sources : la statistique agricole, les instituts techniques et l'agro-industrie. En termes d'échelle temporelle, nous avons retenu l'échelle de l'année à laquelle sont relevées de nombreuses données de statistique agricole et nous avons établi la moyenne des données de 2010-2011-2012 pour atténuer la variabilité interannuelle. En termes d'unité spatiale, nous avons retenu la petite région agricole (PRA – voir encadré 1). La relative homogénéité des PRA, en termes de contexte pédoclimatique, agronomique et socio-économique, facilite l'interprétation des résultats agrégés à cette échelle. Un autre avantage est que de nombreuses données de la statistique agricole sont disponibles au niveau PRA. Par contre, il est impossible

Encadré 1. Les Petites Régions Agricoles (PRA).

Le zonage PRA est un zonage cohérent avec les limites administratives (e.g. département) utilisé depuis 1946 par l'INSEE et par le ministère de l'agriculture comme unité statistique pour étudier l'évolution de l'agriculture. Ce zonage historique n'a pas été remis en cause jusqu'ici. Il est fréquemment utilisé pour étudier les impacts environnementaux de l'agriculture (Teillard *et al.*, 2015 ; Dross *et al.*, 2018). La superficie moyenne d'une PRA est 770 km², de taille intermédiaire entre la commune (15 km² en moyenne) et le département (environ 5 800 km² en moyenne). L'unité PRA permet de différencier des situations géographiques (montagne, sol, climat) contrastées au sein d'un même département, tout en restant suffisamment large pour que la plupart des données de la statistique agricole soient disponibles et significatives.

à cette échelle (par manque de données) de prendre en compte un certain nombre de facteurs, dont les pertes et gaspillages, les transports d'animaux ou de matières végétales transformées.

Pour faciliter la lecture et la compréhension de l'article, nous proposons en encadré 2 un glossaire reprenant les principaux sigles et notions clé. Le concept clé dans notre travail est la capacité d'un territoire à nourrir sa population d'animaux d'élevage (CAPA). Il s'agit d'une capacité estimée à l'échelle du territoire considéré, qui correspond au quotient des ressources végétales produites localement supposées disponibles pour l'élevage et de la consommation en ressources végétales de la population animale supposée localement présente. La CAPA est calculée avec des quantités produites et consommées exprimées en Matière Sèche (MS) ou en protéines (Matières Azotées Totales : MAT). La première approche donne plus d'importance à la quantité d'aliments, alors que la deuxième donne plus d'importance à la qualité des aliments et permet d'identifier des situations de dépendance à des intrants de type aliments concentrés. Nous avons retenu les deux modes d'expression, car ils permettent de rendre compte des aspects quantitatifs et qualitatifs de l'alimentation d'espèces de monogastriques ou de ruminants. Ainsi, les estimations de disponibilité en res-

¹ Évaluation Française des Écosystèmes et des Services Éco systémiques

Encadré 2. Glossaire sur les méthodes et les sources de données.

ACP : Analyse en Composantes Principales ; il s'agit d'une méthode statistique qui rassemble et organise l'information contenue dans de multiples variables, en créant des facteurs dé-correlés ou « axes », en vue de faciliter l'analyse de la diversité des individus statistiques (= dans notre cas des PRA).

BDNI : Base de Données Nationale d'Identification Bovine ; recense l'ensemble des informations relatives à l'identification et à la traçabilité des bovins français sur le territoire.

Bovins Croissance : réseau de 64 organismes indépendants (syndicats, associations, coopératives, services de Chambres d'Agriculture) ayant pour vocation d'apporter un appui technique aux éleveurs et de collecter les performances des bovins.

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique ; il s'agit d'une méthode de classification par regroupements successifs d'individus puis de groupes les moins dissemblables entre eux (selon un critère défini), qui produit un arbre de classification (dendrogramme).

CAPA : Capacité du territoire à nourrir sa population d'animaux d'élevage. Calculée comme le rapport de la production végétale potentiellement destinée à l'élevage sur la consommation locale en aliments du bétail, elle peut être calculée avec des données exprimées en MS ou en MAT, et prendre en compte tous types d'aliments ou bien seulement les fourrages ou les concentrés.

Inosys – Réseaux d'élevage : dispositif associant des éleveurs volontaires et des ingénieurs et techniciens de l'Idéle et des Chambres d'agriculture, avec pour finalité la production de références technico-économiques sur les systèmes d'élevage herbivores français.

MAT : Matières Azotées Totales, incluant les sources d'azote organique (protéines) et inorganique. La MAT est calculée à partir de la teneur en azote (N) donnée par la méthode Kjeldal (MAT = 6,25 x N).

MS : Matière Sèche, incluant matière organique et matière minérale. NormaBEV : base de données nationale gérée par l'interprofession bétail et viandes (Interbev) et qui comprend les informations relatives à l'abattage des bovins. PRA : Petite Région Agricole (voir encadré 1).

SAA : Statistique Agricole Annuelle, produite par le Service de la Statistique et Prospective (SSP) du ministère de l'agriculture.

SAU : Surface Agricole Utilisée, comprenant les terres arables (y compris pâturages temporaires, jachères, cultures sous abri, jardins familiaux...), les surfaces toujours en herbe et les cultures pérennes (vignes, vergers...).

SFP : Surface Fourragère Principale, comprenant les cultures fourragères (prairies et maïs fourrager) ainsi que les prairies permanentes et parcours.

STH : Surface Toujours en Herbe, comprenant les prairies dites permanentes (naturelles ou semées depuis plus de 5 ans) et les parcours.

SPIE : Système Professionnel d'Information d'Élevage ; il est constitué d'une base des données du cheptel bovin et d'applications logicielles permettant la mise à jour et la consultation de ces données.

UGB : Unité Gros Bétail ; il s'agit d'une unité de référence permettant d'agréger le bétail de différentes espèces (y compris monogastriques) et de différents âges en attribuant à chaque type d'animal un coefficient en fonction de son niveau de besoins alimentaires.

sources végétales (de type « fourrage » ou « concentré ») pour l'alimentation des animaux et de leur consommation par les effectifs animaux présents ont été exprimées en MS et en MAT, donnant lieu à des indicateurs complémentaires.

Nous avons calculé la CAPA au niveau de chaque PRA. Le principe général des calculs est illustré à la figure 1. Les hypothèses, le détail des calculs et les valeurs précises des coefficients, les procédures de gestion du secret statistique et la méthode de désagrégation des données à la résolution PRA sont disponibles dans la note technique du rapport « EFESE-Écosystèmes Agricoles » (Therond *et al.*, 2017) ; seules les grandes lignes de la méthodologie sont exposées ci-dessous. La pertinence de ces choix et leurs implications sont discutés au fur et à mesure.

2. Méthodes d'estimation de la CAPA et de réalisation d'une typologie des PRA

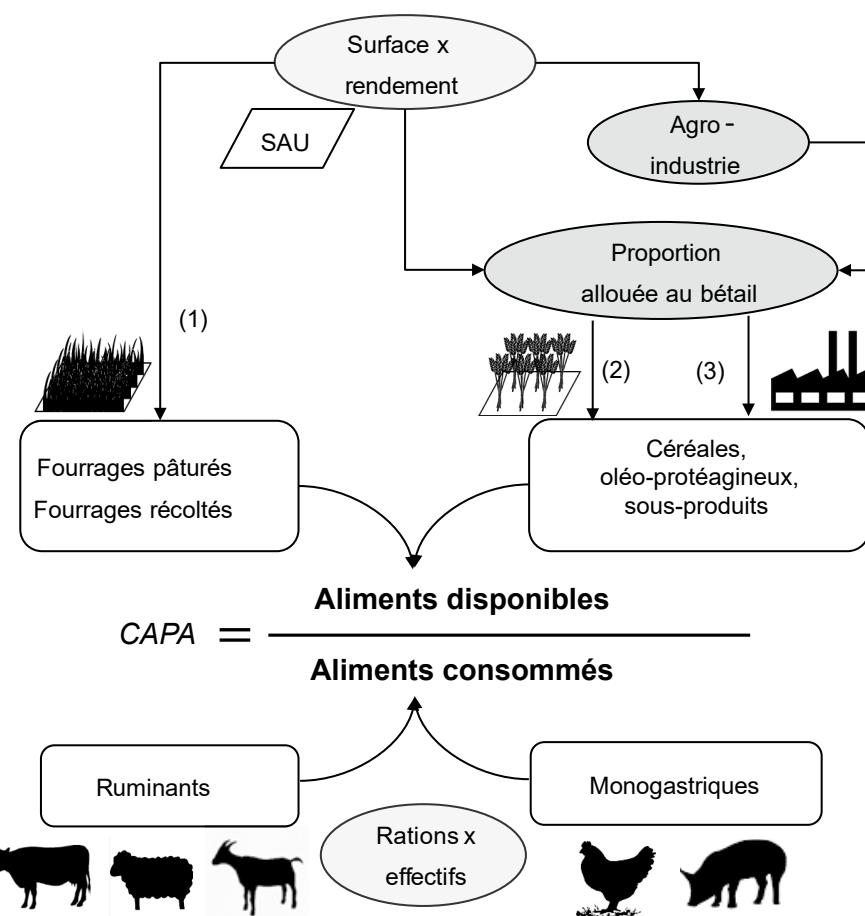
■ 2.1. Estimation des ressources végétales disponibles pour l'élevage dans chaque PRA

Les ressources végétales considérées sont les céréales (blé tendre, orge, triticale, maïs grain, blé dur, seigle, avoine, sorgho grain, mélanges et autres céréales), les oléo-protéagineux (colza, tournesol, soja, lin oléagineux, pois protéagineux, fèves et fèveroles, lupin), les tourteaux (de soja, colza, tournesol), les sous-produits agro-industriels (pulpes de betterave, mélasse de betterave, issues de meunerie, corn

gluten feed, gluten 60), la luzerne déshydratée et les fourrages (maïs fourrage, autres fourrages annuels, surfaces toujours en herbe, prairies temporaires, prairies artificielles). Les quantités de ressources végétales disponibles pour l'élevage sont estimées en partant des surfaces de chaque type de culture (disponibles dans la statistique agricole à l'échelle PRA) multipliées par les rendements respectifs en MS (disponibles dans la statistique agricole à l'échelle département). Les ressources végétales sont réparties en trois catégories (figure 1) :

i) les fourrages (pâturés et récoltés), disponibles en totalité pour les ruminants, et donc comptabilisés dans leur intégralité. En réalité, la quantité de fourrages réellement utilisable est plus faible que la production, car il existe

Figure 1. Principe du calcul de l'indicateur CAPA (capacité du territoire à nourrir sa population d'animaux d'élevage)



Côté animal, les aliments consommés sont estimés par catégorie, en fonction des effectifs et de rations-type par type d'animal ; côté végétal, à partir de la surface agricole utile (SAU), on cumule trois types de ressources végétales disponibles : (1) les fourrages, (2) les céréales et oléo-protéagineux utilisés directement et (3) les sous-produits agro-industriels issus de la transformation de céréales, oléo-protéagineux, betteraves + la luzerne déshydratée.

des pertes, gaspillages et sous-utilisations incompressibles lors du pâturage, mais aussi des récoltes, transformations, stockages, transports. Dans les données de la statistique agricole, ces éléments ne sont pas explicités ; ainsi, nous avons considéré par simplicité que le disponible donné par la statistique agricole était utilisable à 100 %.

ii) les céréales et oléo-protéagineux utilisés directement, estimés en multipliant la production brute de chaque culture par un coefficient de disponibilité pour l'alimentation animale établi à échelle nationale et donc appliqué de manière identique à toutes les PRA. Utiliser un coefficient unique est une simplification forte, liée au choix de mobiliser des données existantes plutôt que l'expertise. Ce choix est dicté par l'enjeu de proposer une méthode

objective, intégrable à un observatoire de long terme.

iii) les céréales et oléo-protéagineux transformés pour usage humain, et dont les sous-produits ou coproduits agro-industriels sont utilisés en élevage. Ce flux est estimé en multipliant la production brute de chaque culture par des coefficients représentant le taux d'utilisation des produits végétaux dans l'industrie, le rendement de transformation industrielle et la disponibilité pour l'alimentation animale. Ces coefficients sont établis à échelle nationale. Ainsi, on attribue le produit transformé à la PRA d'origine. En réalité, ces produits végétaux sont disponibles à proximité de l'usine de transformation ; cependant, dans notre étude il s'agissait de décrire de manière simplifiée une balance végétal/animal à l'échelle d'un

petit territoire considéré comme un écosystème agricole potentiellement autosuffisant.

Les teneurs en MAT des différentes ressources végétales sont issues des valeurs de référence du Céréopa (Centre d'Étude et de Recherche sur l'Économie et l'Organisation des Productions Animales) et des tables d'alimentation (Agabriel, 2010). Pour les fourrages, nous avons recalculé une valeur moyenne de MAT à l'année en nous appuyant sur les données de Huyghes (2003) et du projet Casdar « Les prairies permanentes françaises au cœur d'enjeux agricoles et environnementaux : de nouveaux outils pour une nouvelle approche de leur gestion ? » (Pottier *et al.*, 2012). Au terme de ces calculs, il est important de souligner que les différences entre PRA en termes de ressources végétales disponibles pour l'élevage sont essentiellement dues aux surfaces allouées localement à chaque type de culture/prairie et à leurs rendements départementaux.

■ 2.2. Estimation de la consommation de ressources végétales par les populations animales localement présentes

Le cheptel considéré comprend bovins, porcins, volailles, ovins et caprins, toutes catégories d'élevage confondues. Les veaux de boucherie sont comptabilisés au titre de leur production de viande mais le lait qu'ils consomment n'est pas pris en compte car il est lui-même un produit animal, ce qui pourrait générer des problèmes de double-comptages². Les petites filières (lapin, poisson, gibier) ainsi que la filière équine ne sont pas prises en compte. Malgré le fait que les équins soient significativement présents dans certaines régions françaises, les incertitudes sur les données d'effectifs et de consommation (Jouven *et al.*, 2016) ne nous ont pas permis de les intégrer à l'étude. Le calcul des effectifs par catégorie d'animaux (espèce,

² Un biais est toutefois possible car cette production de lait et les ressources végétales ayant permis de le produire ne sont pas nécessairement issues du territoire considéré

sex, âge, fonction) à l'échelle PRA est basé sur l'effectif instantané issu de la Statistique Agricole Annuelle (SAA) et du Recensement Agricole 2010, et qui représente le nombre d'animaux, en têtes de bétail, présent dans les exploitations en fin d'année (*i.e.* autour du 30 novembre), rapporté à la localisation du siège de l'exploitation. Les effectifs ont été ramenés en UGB et agrégés par grands types, correspondants aux catégories des données sur les consommations alimentaires.

Pour les productions et les consommations alimentaires de l'ensemble du cheptel, dans la mesure où aucune base de données ne réunit toutes les espèces, nous avons dû mobiliser des sources variées. Pour les ruminants, on considère les élevages bovins lait, bovins viande (naisseur et engrisseur), caprins lait, ovins lait et ovins viande. Les indicateurs de production de biens animaux issus des ruminants ont fait l'objet d'un travail spécifique par l'Idele : la production de viande bovine à la résolution PRA a été estimée à partir de SPIE/BDNI, Normabev et Bovins Croissance ; les productions de lait (bovin, ovins, caprins) et de viande (ovine, caprine) à la résolution PRA ont été estimées à partir du recensement agricole de 2010 et de la SAA. Les indicateurs de consommations alimentaires pour les espèces de ruminants ont été produits par l'Idele, dans le cadre du programme « Autonomie alimentaire et protéique des systèmes d'élevage herbivore français » (2014/2017). Les ateliers des exploitations ayant déclaré des bovins, ovins, caprins au recensement agricole 2010 ont été typés afin d'affecter à ces animaux la ration la plus plausible, en quantité et nature d'aliment. Ces rations-type ont été décrites par UGB pour les bovins lait, bovins viande, ovins lait et ovins viande, par femelle suinte pour les caprins. Elles ont été élaborées à partir des données issues du dispositif Inosys-Réseaux d'élevage 2008, traitées par Devun *et al.* (2012), Jousseins *et al.* (2014), Bossis *et al.* (2015) puis extrapolées à la résolution PRA sur la base du recensement agricole 2010 (Institut de l'Élevage, 2013). La mobilité des troupeaux (transhumance par

exemple) n'est pas prise en compte, en raison de l'absence de données complètes et homogènes à échelle nationale sur les mouvements des troupeaux, et au vu de la difficulté d'évaluer les effectifs moyens présents à l'année sur chaque PRA.

Pour les monogastriques, on considère cinq grands types d'élevages de volailles (poules pondeuses et poulettes, poulets de chair et coqs, dindes et dindons, canards à gaver et à rôtir, pintades) ainsi que les élevages de truies et de porcs charcutiers. La consommation de ressource végétale de chaque type d'animal est établie à partir des données du Céréopa, disponibles à l'échelle de 9 supra-régions (regroupements de régions administratives). Ces données sont désagrégées proportionnellement aux UGB présentes par type d'animal, du niveau supra-région au niveau PRA.

Dans la mesure où la consommation de ressources végétales pour l'alimentation des animaux d'élevage ne peut être différenciée finement par espèce végétale, les consommations estimées sont agrégées entre elles, en différenciant cependant les ressources de type « fourrage » (ne concernant que les ruminants) et celles de type « concentré » (concernant les ruminants et les monogastriques).

■ 2.3 Constitution de groupes de PRA caractérisés par leur profil de CAPA

Pour caractériser les équilibres végétal/animal dans les PRA, nous avons associé la CAPA à la production animale sur chaque territoire. La production physique totale de biens animaux de chaque PRA inclut la production de lait des bovins, ovins et caprins, la production de viande issue des animaux abattus (bovins, ovins, caprins, volailles et porcins), la production de bovins vendus en vif et la production d'œufs des poules pondeuses (œufs à couver et de consommation). Cette production physique est ramenée à des tonnes de protéines pour pouvoir être agrégée toutes productions confondues, ou en distinguant monogastriques et ruminants.

Les calculs mobilisent les données de la SAA, complétées par des données fournies par l'Idele pour la production de viande bovine (issues de la BDNI et Normabev). Compte tenu des fortes disparités de SAU entre PRA, nous exprimons ces productions en les rapportant aux hectares de SAU (qui incluent les cultures, les cultures fourragères et les surfaces déclarées en STH).

Nous disposons des données complètes pour 673 des 714 PRA du territoire métropolitain français. Nous considérons uniquement les PRA où l'élevage est significativement présent. Ces PRA sont situées dans 60 départements où l'élevage contribue à au moins 18 % du produit agricole (versus 37 % au niveau national). Pour les départements moins spécialisés en élevage, nous conservons toutefois les PRA figurant dans les zones d'élevage établies par l'IDELE (2010). Enfin, quatre PRA présentant des données aberrantes, en particulier du point de vue de la productivité animale, ont été exclues de l'analyse. Au final, nous retenons 571 PRA.

Pour établir des groupes de PRA présentant des profils semblables, nous avons réalisé une Analyse en Composantes Principales (ACP) suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) en utilisant le logiciel « R » (R Development Core Team, 2005). L'ACP a porté sur les six variables suivantes, qui ont été centrées-réduites pour l'analyse : production de biens animaux issue des ruminants (PA_ruminants en kg de protéines/ha SAU), production de biens animaux issus des monogastriques (PA_monogastriques en kg de protéines/ha SAU), CAPA en fourrages exprimée en MS (CAPA_MS_four) et en MAT (CAPA_MAT_four), CAPA en concentrés exprimée en MS (CAPA_MS_conc) et en MAT (CAPA_MAT_conc). Les coordonnées des PRA sur les cinq premières dimensions de l'ACP ont ensuite été utilisées pour réaliser la CAH. Les résultats de la CAH nous ont permis de définir une typologie des PRA, en déterminant le nombre de classes et l'appartenance des PRA à ces classes.

3. En apparence, la France a de quoi nourrir ses animaux d'élevage... mais il existe des déséquilibres locaux marqués

■ 3.1 Au niveau national : des productions animales et végétales quantitativement importantes, légèrement déséquilibrées

Au niveau national, les effectifs d'animaux d'élevage s'élèvent à 24,9 millions d'UGB, dont 73 % de ruminants. Le chargement moyen, dans les zones où l'élevage est significativement présent, est de 1,10 UGB/ha de SAU (ruminants et monogastriques confondus). La production de biens animaux (viande, lait, œufs) atteint 1,66 millions de tonnes de protéines, dont 69 % sont issues des ruminants. Globalement, la production est ainsi de 73,8 kg protéines animales/ha de SAU. Les 22,6 millions d'hectares de SAU considérés (correspondant aux surfaces en cultures arables et SFP des 571 PRA) sont occupés à 60,9 % par des surfaces fourragères principales (SFP) et à 37,8 % par des surfaces en céréales et oléo-protéagineux (SCOP). Au sein de la SFP, les surfaces toujours en herbe (STH) comptent pour 64,3 % et le maïs fourrages pour 9,9 %. La production de biens végétaux pour l'élevage s'élève à 92,3 millions de tonnes de MS ou 10,3 millions de tonnes de MAT.

Pour l'ensemble du territoire français métropolitain, la CAPA est de 0,81 pour la MAT et 0,98 pour la MS (tableau 1). Si l'on distingue fourrages et concentrés, on s'aperçoit que l'équilibre végétal/animal est favorable pour les fourrages, mais nettement défavorable pour les concentrés, en particulier si exprimé en MAT. Ce déficit en protéines impose des importations massives depuis l'étranger, en particulier de tourteaux de soja provenant d'Amérique Latine. L'excès apparent en fourrages traduit sans doute une surestimation de la production réellement disponible ; le fait que les valeurs de CAPA_MS et CAPA_MAT soient proches (bien que non identiques) laisse entendre que la production de fourrages est qualitativement en adéquation avec la consommation.

Tableau 1. Valeurs de CAPA au niveau national.

Mesure de CAPA	Tous aliments confondus	Fourrages	Concentrés
CAPA_MS	0,98	1,11	0,62
CAPA_MAT	0,81	1,11	0,42

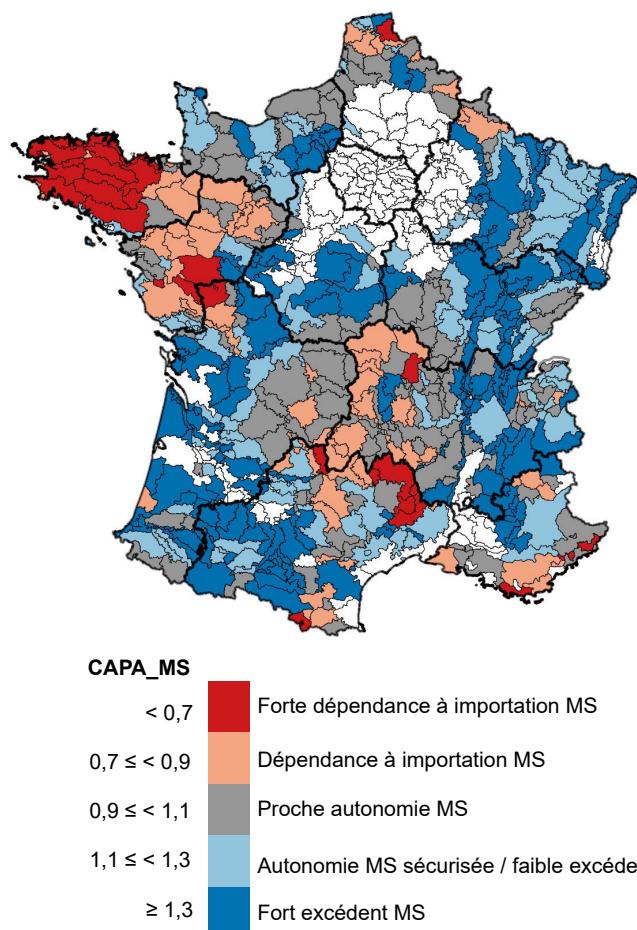
La capacité du territoire à nourrir sa population d'animaux d'élevage (CAPA) est donnée pour l'ensemble du territoire de France métropolitaine pris en compte dans notre étude.

■ 3.2. Au niveau PRA : une grande diversité de situations entre territoires

Au niveau PRA, en moyenne, la répartition inégale des ressources végétales et des populations animales amène à des situations localement déséquilibrées. La figure 2 présente la répartition spatiale de la CAPA (tous types d'aliments confondus), exprimée en MS. On observe que 104 PRA présentent

une dépendance moyenne ($N = 78$) à forte ($N = 26$) à l'importation de MS d'autres PRA ou de l'étranger. Ces PRA déficitaires sont localisées principalement dans le grand ouest, mais également dans le Massif Central, dans le Nord et les Ardennes, et sur le pourtour Méditerranéen. Seule une partie de ces PRA (celles situées dans le grand ouest) correspondent à des zones de forte densité animale. À l'inverse, 199 PRA présentent

Figure 2. Répartition spatiale de la capacité à nourrir la population animale, exprimée en MS.



Les zones en blanc correspondent aux PRA non pris en compte dans l'étude, du fait de leur trop faible spécialisation en élevage ou du manque de données. Les contours noirs correspondent aux limites des régions administratives.

un fort excédent en MS estimée disponible pour l'élevage. Ces PRA excédentaires sont localisées dans le sud-ouest, le nord-est et sur la bordure nord-ouest du Massif Central, mais aussi dans les massifs montagneux (Pyrénées, Alpes, Jura, Vosges). Il ne s'agit donc pas exclusivement de zones dominées par les cultures. Finalement, seules 268 PRA sur les 571 considérées ont une CAPA proche de 1 ou légèrement excédentaire. Ces PRA se retrouvent en général dans des zones intermédiaires entre les PRA déficitaires et les PRA excédentaires.

La diversité de situations à l'échelle PRA est illustrée ici avec la CAPA en MS ; les mêmes tendances se retrouvent pour la CAPA en MAT, avec coexistence de déséquilibres fortement « positifs » (excès de ressources végétales par rapport à la consommation animale) ou fortement « négatifs » (manque de ressources végétales). Ceci est à corrélérer avec la forte spécialisation régionale de l'agriculture (prévalence de l'activité agricole dans certains territoires, surdensité animale dans d'autres) mais aussi avec nos méthodes d'estimation. Pour les aliments concentrés, nos calculs peuvent sous-estimer la CAPA dans certains cas. En effet, les coefficients d'allocation pour le calcul de la

disponibilité pour l'alimentation des animaux s'appuient sur des coefficients établis au niveau national à partir des bilans Agreste et FranceAgriMer. Par exemple, la disponibilité du blé tendre pour l'alimentation animale est la même pour toutes les PRA ; or il est fort probable par exemple que dans les PRA historiquement spécialisées en élevage (par ex. en Bretagne), la quasi-totalité des céréales produites soit destinée à l'alimentation des animaux. De plus, nous avons associé les sous-produits agro-industriels issus de la transformation des biens végétaux à la PRA où ces végétaux sont cultivés ; en réalité, les appareils industriels sont concentrés (à des niveaux variables selon les produits concernés), et donc la disponibilité réelle de ce type d'aliment est sans doute sous-estimée dans les PRA accueillant des industries agro-alimentaires. Pour les fourrages, il est possible que les estimations de productivité des surfaces aient été trop généreuses pour des milieux « difficiles » de montagne, où la mobilisation de larges surfaces vise souvent à compenser une faible productivité de celles-ci. Sans compter que les estimations de consommation ne tiennent pas compte de la mobilité des animaux, et en particulier des transhumances estivales vers les zones de montagne.

4. Cinq profils contrastés en termes de capacité à nourrir la population animale locale

■ 4.1. Principaux facteurs de différenciation entre PRA

Les principaux facteurs explicatifs de la diversité des équilibres végétal/animal entre PRA peuvent être déduits des résultats de l'ACP. Celle-ci met en avant une forte corrélation entre la CAPA en MS et en MAT, tant pour les fourrages que pour les concentrés. Les CAPA en fourrages et en concentrés apparaissent par contre indépendantes entre elles. Les deux premiers axes de l'ACP expliquent près de 72 % de la variance de l'échantillon. Le premier axe est corrélé positivement à la CAPA (en particulier la CAPA en concentrés) et négativement à la production. Le deuxième axe oppose la CAPA en fourrages et celle en concentrés. La diversité des équilibres au sein des PRA apparaît ainsi comme étant fortement liée à : la CAPA en concentrés (exprimée indifféremment en MS ou MAT), la CAPA en fourrages (idem) et dans une moindre mesure la production animale (en particulier celle issue des ruminants).

Tableau 2. Caractéristiques des groupes de PRA issus de notre analyse.

	Groupe PA	Groupe Rum + Four	Groupe E_Conc	Groupe E_Four	Groupe PV
Nombre de PRA	13	89	364	87	18
CAPA_MS_four	1,22	1,25	1,07	1,78	1,44
CAPA_MAT_four	1,27	1,24	1,06	1,80	1,47
CAPA_MS_conc	0,14	0,35*	1,42*	1,19*	11,1*
CAPA_MAT_conc	0,09	0,20*	0,95*	0,82*	8,20*
PA_ruminants	110	91,1	35,7*	26,7*	8,32*
PA_monogastriques	184	17,4*	12,9*	9,62*	4,05*

Ce tableau renseigne toutes les variables retenues pour la classification (valeurs moyennes). Les CAPA sont sans unité, les Productions Animales (PA) sont exprimées en kg de protéines par ha de SAU. Les groupes de PRA sont : PA (productions animales dominantes), Rum + Four (production de ruminants, avec autonomie en fourrages mais pas en concentrés), E_Conc (productions animales et végétales équilibrées, avec excédent en concentrés), E_Four (productions animales et végétales équilibrées, avec excédent en fourrages), PV (Productions Végétales dominantes). Les moyennes suivies de * sont associées à un coefficient de variation (écart-type/moyenne) supérieur à 50 %.

Tableau 3. Caractéristiques des groupes de PRA issus de notre analyse

	Total (571 PRA)	Groupe PA (13 PRA)	Groupe Rum + Four (89 PRA)	Groupe E_Conc (364 PRA)	Groupe E_Four (87 PRA)	Groupe PV (18 PRA)
UGB totaux/SAU	0,93*	3,48	1,34	0,85	0,59*	0,21
UGB ruminants /UGB totaux	0,81	0,31	0,85	0,82	0,82	0,78
SCOP/SAU	0,36*	0,38	0,19*	0,40*	0,27*	0,81
SFP/SAU	0,63	0,61	0,81	0,59	0,72	0,17*
Maïs Fourrage/SFP	0,09*	0,28	0,12*	0,09*	0,04*	0,07*
STH/SFP	0,68	0,18	0,60	0,69	0,76	0,70

Ce tableau renseigne les variables explicatives, non utilisées pour la classification (moyenne (unrecognized symbol) écart-type). Toutes les surfaces sont exprimées en ha. Les groupes de PRA sont : PA (productions animales dominantes), Rum + Four (production de ruminants, avec autonomie en fourrages mais pas en concentrés), E_Conc (productions animales et végétales équilibrées, avec excédent en concentrés), E_Four (productions animales et végétales équilibrées, avec excédent en fourrages), PV (productions végétales dominantes). Les moyennes suivies de * sont associées à un coefficient de variation (écart-type/moyenne) supérieur à 50 %.

La classification réalisée sur la base des résultats de l'ACP a permis de dégager cinq groupes de PRA. Les caractéristiques de ces groupes sont présentées au [tableau 2](#) ; de manière générale, les valeurs de CAPA pour les concentrés, ainsi que le niveau de production animale, varient fortement au sein de chaque groupe. Un groupe est très majoritaire en termes de nombre de PRA : il s'agit du groupe E_Conc (productions animales modérées, en équilibre potentiel avec les productions végétales, avec surplus de concentrés en MS ; 364 PRA). Ce groupe est intéressant, car il intègre des territoires très variés pour lesquels les productions animales sont modérées, et les CAPA intermédiaires tant pour les fourrages que pour les concentrés. Dans cette catégorie, on trouve des zones très contrastées en termes de type d'élevage dominant : de l'élevage herbager ou pastoral à celui associé à l'agriculture. Au sens agroéco- logique du terme, et dans la limite de nos hypothèses de travail, il s'agit de régions où les systèmes d'élevage sont adaptés aux ressources végétales localement présentes, et donc où il devrait être possible de viser une autonomie pour l'alimentation animale. Deux petits groupes se détachent nettement : le groupe PA (productions animales dominantes ; 13 PRA), caractérisé par un très fort niveau de production animale, en particulier pour les monogastriques, et une très faible CAPA en concentrés ; le groupe PV (pro-

ductions végétales dominantes ; 18 PRA) caractérisé par une très faible production animale associée à une très forte CAPA en concentrés (proche de 10) et à une CAPA en fourrages proche de 1,4. Enfin, les deux derniers groupes sont intermédiaires entre ces petits groupes extrêmes et le groupe dominant. Le groupe Rum + Four (production de ruminants, avec autonomie en fourrages mais pas en concentrés ; 89 PRA) est caractérisé par une production issue des monogastriques proche de la moyenne (de 16,7 kg protéines/ha de SAU pour les 571 PRA), et une production issue des ruminants supérieure à la moyenne (de 43,8 kg protéines/ha de SAU pour les 571 PRA) ; la CAPA en fourrages est élevée ($> 1,2$) mais la CAPA en concentrés est faible, en particulier pour la MAT. Le groupe E_Four (productions animales et végétales équilibrées, avec excédent en fourrages ; 87 PRA) présente des productions animales faibles (presque moitié moins que la moyenne des 571 PRA) avec des CAPA de l'ordre de 1,8 pour les fourrages, et autour de 1 pour les concentrés.

■ 4.2. Caractéristiques agricoles des groupes de PRA constitués

Les groupes de PRA constitués sur la base de leur CAPA et de leur niveau de production animale renvoient sans surprise à des situations agricoles

contrastées et assez clairement définies ([tableau 3](#)). Le groupe PA correspond à des PRA très spécialisées en élevage, avec un chargement fort (toutes espèces confondues) et une proportion faible de ruminants ; la part de maïs fourrage est trois fois plus élevée que la moyenne des 571 PRA, et la part de surfaces toujours en herbe est très faible. Le groupe Rum + Four correspond à des PRA spécialisées en élevage, mais sur un modèle plus extensif impliquant essentiellement des ruminants nourris à partir de surfaces fourragères (dont 60 % de STH). Le groupe E_Conc correspond à des PRA avec un chargement animal modéré et un profil semblable à la moyenne des 571 PRA. Le groupe PV est constitué de PRA à dominante grande culture, où peu de surfaces sont consacrées à la SFP. Le groupe E_Four rassemble des PRA caractérisées par un élevage extensif voire pastoral : la SFP est très dominante, et elle est composée aux trois quarts de STH avec très peu de maïs fourrage.

5. Cartographie de la capacité des territoires à nourrir leurs animaux d'élevage

Une carte représentant la répartition des groupes de PRA en France métropolitaine est proposée [figure 3](#).

Mis à part le groupe PA, dont toutes les PRA sont concentrées en région Bretagne, les autres groupes sont répartis dans diverses régions administratives et naturelles. Dans le groupe Rum + Four, on retrouve ainsi des PRA à différentes altitudes et avec des niveaux d'intensification variés ; leurs points communs sont l'appartenance à des régions herbagères (Normandie, Massif Central, bordures Nord et Est) ou de montagne (Alpes du Nord, Jura, Vosges), et l'orientation des systèmes d'élevage vers la production laitière (bovins majoritairement, ovins en Aveyron). Dans le groupe E_Conc, comme identifié précédemment, on trouve de très nombreuses PRA réparties dans le territoire métropolitain, correspondant à des zones où l'élevage est soit minoritaire (bassins céréaliers, pourtour méditerranéen), soit extensif (Massif Central, Pyrénées, Alpes). Le groupe E_Four, quant à lui, rassemble surtout des PRA en zone de montagne ou de piémont. Il est possible que pour certaines PRA de ce groupe le chargement animal ait été sous-estimé (et donc la CAPA surestimée), dans la mesure où il s'agit de zones susceptibles d'accueillir des animaux en transhumance durant 3 à 4 mois de l'année, et que nous n'avons pas tenu compte des mouvements de bétail. Le même type d'erreur pourrait s'appliquer également à quelques

zones du pourtour Méditerranéen (plaine de la Crau, département du Var) accueillant des troupeaux l'hiver en transhumance inverse. À l'inverse, la CAPA_Four pourrait être sous-estimée dans les zones pastorales du pourtour méditerranéen que les troupeaux quittent l'été pour transhumer en montagne, et où il est fréquent de faire pâturer des surfaces très embroussaillées ou boisées qui ne sont pas prises en compte dans les déclarations PAC, et dont l'inclusion dans la SAA et dans notre étude est incertaine et sans doute partielle.

La proximité géographique entre PRA appartenant à des groupes différents (par exemple E_Conc et E_Four, ou encore Rum + Four et E_Conc) suggère l'existence effective ou potentielle de flux d'animaux ou de ressources végétales permettant d'équilibrer la CAPA à une échelle supra. À l'inverse, une concentration géographique de PRA à faible CAPA augmente la dépendance à des PRA plus éloignées, voire à des ressources importées de l'étranger. Dans le cadre d'une transition écologique, cette deuxième situation nécessiterait d'être limitée au maximum pour augmenter la CAPA des territoires, et se donner les moyens de tirer parti des complémentarités entre culture et élevage.

6. Acquis et perspectives

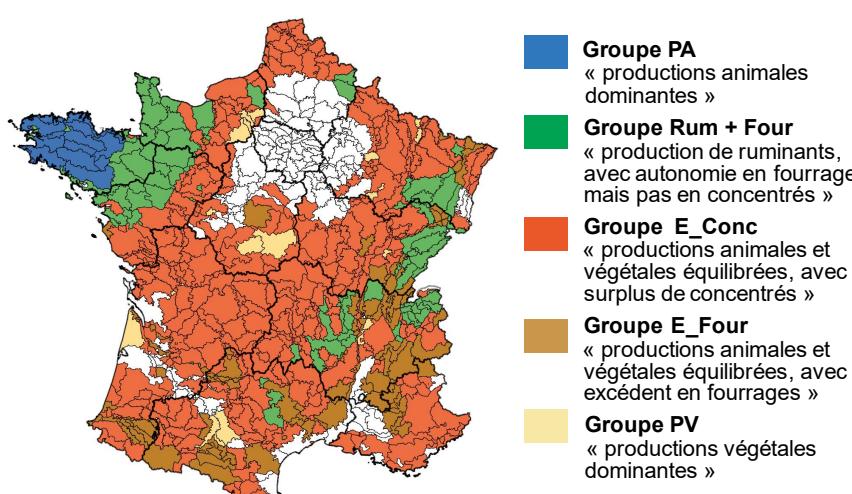
■ 6.1. Des résultats originaux et porteurs de sens

Les travaux présentés dans cet article quantifient la balance végétal/animal et ses variations spatiales au sein du territoire métropolitain. Les principaux apports originaux de notre étude sont : *i*) de traiter conjointement les monogastriques et les ruminants ainsi que les produits et coproduits végétaux ; *ii*) de rassembler et combiner des données de sources différentes à l'échelle PRA, pour une large proportion du territoire métropolitain français ; *iii*) de proposer une approche cartographique permettant de visualiser les équilibres et déséquilibres locaux à l'échelle de petits territoires. En termes d'applications, la cartographie des équilibres végétal/animal au sein des régions administratives peut être un élément intéressant à prendre en compte dans l'orientation régionale des politiques agricoles et de développement rural.

Notre approche est complémentaire aux approches typologiques basées sur les variables structurelles des systèmes agricoles. L'analyse spatialisée des équilibres végétal/animal dans de petits territoires permet d'identifier des zones où l'autonomie en alimentation du bétail est possible sinon déjà acquise, et d'autres pour lesquelles des changements importants dans les effectifs animaux et/ou dans les modes d'alimentation seront nécessaires. Le chiffrage de ces équilibres, bien qu'imparfait à cause des nombreuses simplifications déjà discutées, représente une avancée réelle pour dimensionner ces changements à l'échelle de territoires qui font sens d'un point de vue agroécologique. En complément, l'approche par les variables structurelles des systèmes agricoles peut permettre, au sein d'un territoire donné, de cibler les types de systèmes ou de pratiques à développer.

L'acquis majeur du travail présenté dans cet article reste la méthodologie proposée, qui peut être appliquée à différentes échelles spatiales et à des intervalles de temps réguliers, pour

Figure 3. Répartition spatiale des cinq profils de capacité à nourrir la population animale



Les zones en blanc correspondent aux PRA non prises en compte dans l'étude, du fait de leur trop faible spécialisation en élevage ou du manque de données. Les contours noirs correspondent aux limites des régions administratives.

suivre l'évolution de la balance végétal/animal sur le long terme. Dans le cadre de l'étude « EFESE-Écosystèmes Agricoles », nous avons dû travailler avec les données déjà disponibles, ce qui a abouti à des simplifications et à des omissions. Dans les paragraphes suivants, nous proposons des axes d'amélioration de la méthode pour les années à venir. En préalable, il faudra conduire des analyses de sensibilité pour d'identifier les paramètres les plus influents, pour lesquels le recueil de données fiables et précises apparaît indispensable.

■ 6.2. Une méthodologie qui pourrait être affinée à l'avenir

a. Élargir l'unité/maillage géographique au-delà de la PRA

En termes d'unité d'analyse, nous avons choisi la PRA et nous l'avons considérée comme un système fermé, sans circulation des ressources végétales ni d'animaux (sauf pour les bovins vendus en vif). Idéalement, il aurait fallu prendre en compte ces flux entrant/sortant pour affiner l'évaluation de la CAPA. La difficulté à obtenir des données homogènes sur ces flux pour l'ensemble des PRA du territoire national nous en a empêchés. La proximité immédiate de PRA de type complémentaire (par exemple E_conc et E_four ou Rum + Four) est un argument supplémentaire pour reconSIDérer la ou les unités géographiques adaptées pour mettre en relation des productions animales et végétales. Une piste d'amélioration de la méthode proposée serait de calculer la CAPA à des niveaux supra PRA, pertinents du point de vue des bassins de production et des potentialités pédoclimatiques, et pour lesquels il serait plus aisément d'évaluer des flux de ressources.

b. Affiner les calculs de CAPA

Dans ce travail, la CAPA est appréhendée de façon globale car l'ensemble des ressources végétales est sommé et exprimé en MS et MAT. Ce choix autorise des compensations entre matières premières, au sein des fourrages et surtout au sein des concentrés. Une vision plus stricte de la CAPA consisterait à la

calculer sur la base de la matière végétale la plus limitante, ce qui diminuerait probablement la CAPA_conc en MAT de nombreux territoires.

Le choix d'appliquer au niveau PRA, un coefficient national d'allocation à l'alimentation animale des ressources végétales de type concentré masque des disparités régionales. Celles-ci concernent l'utilisation des cultures et la disponibilité de coproduits liée à la présence d'infrastructures industrielles. Cependant, ce choix n'a pas un poids écrasant dans le calcul de la capacité des PRA car pour 70 % d'entre elles, l'écart entre la CAPA estimée et 1 (=l'autonomie) est principalement imputable au soja ou au tourteau de soja importés. Une piste d'amélioration de la méthode proposée serait donc de calculer des coefficients de disponibilité à une échelle plus fine. Une approche alternative consisterait à ne pas appliquer de coefficient de disponibilité pour tout ou partie des types de ressources végétales, supposant ainsi qu'elles sont potentiellement disponibles en intégralité pour l'alimentation animale. Avec la CAPA « potentielle » ainsi produite, il serait possible d'étudier les coefficients de disponibilité nécessaires à couvrir les besoins des animaux localement présents, en identifiant des seuils pouvant être considérés comme acceptables par rapport aux besoins des populations humaines.

Pour estimer les consommations animales, il faudrait dans l'idéal disposer des effectifs moyens pondérés sur l'année (EMP) localement présents. Les EMP correspondent à une moyenne pondérée par le temps de séjour, par catégorie d'animal (chaque catégorie pouvant être associée à un coefficient UGB). Dans notre étude, nous avons mobilisé la seule donnée homogène disponible : les effectifs à un moment donné de l'année (novembre). Il est possible que ces effectifs aient été surestimés par rapport aux EMP. L'absence de prise en compte dans notre étude des équins et des mouvements saisonniers d'animaux (vente de broutards, transhumances) a également pu fausser l'estimation des effectifs localement présents. Pour affiner les calculs de CAPA, il serait donc utile d'avoir accès à des effectifs fiables

d'équins et à des données de mouvements d'animaux saisonniers permettant d'approcher les EMP.

c. Mettre à jour et affiner les données de consommation d'aliments

Les données de consommation des animaux que nous avons utilisées sont estimées à partir de différentes sources. Pour les ruminants, cette estimation repose sur des enquêtes dans les fermes des réseaux d'élevage de l'Idéle réalisées à la fin des années 2000 et sur un appariement de ces fermes avec les fermes du recensement général agricole 2010. Il serait intéressant de vérifier la représentativité actuelle des fermes de réseaux d'élevage en matière de système d'alimentation et d'obtenir une mise à jour des références correspondantes avec une régionalisation plus fine permettant de tenir compte de spécificités locales (disponibilité de coproduits dans les Hauts de France par exemple). Pour les monogastriques, le flux d'aliments fabriqués à la ferme est estimé à partir du flux d'aliments des fabricants d'aliments du bétail sur la base d'un coefficient de proportionnalité ; on pose donc comme hypothèse que la composition des aliments fermiers et industriels est identique. Cette hypothèse pourrait être levée en calculant des coefficients de proportionnalité spécifiques à chaque matière première.

d. Mettre à jour et affiner la disponibilité des fourrages

Nos résultats aboutissent à des valeurs de CAPA souvent bien supérieures à 1 pour les fourrages. Ce résultat est sans doute dû à une surestimation de la biomasse réellement consommable par le bétail. En effet, nos données n'incluent pas explicitement les pertes de fourrages lors de la récolte, du stockage, du transport, de la distribution pour les fourrages conservés ; au pâturage, on n'applique pas de taux de prélèvement de la biomasse, alors que souvent, du fait d'une répartition inégale de la pression de pâturage, de pratiques de pâturage privilégiant les performances zootechniques ou encore de la nécessité de ménager certaines végétations spontanées, les troupeaux ne prélèvent qu'une [petite] partie de la biomasse sur pied. Un autre facteur d'erreur est

la surestimation probable de la production de fourrages issus de végétations spontanées, en particulier des parcours qui sont très variés et mal documentés dans les sources de données mobilisées. Pour améliorer la précision des calculs, il serait nécessaire : *i)* pour les prairies permanentes et parcours, de recourir à des typologies, en répartissant les types par régions et par usages ; *ii)* pour les autres surfaces fourragères, à déterminer des usages-type, rendements-type et pertes-type par grande région agricole. Dans l'ensemble, le travail serait conséquent et minutieux.

Conclusion

Un acquis majeur du travail présenté dans cet article a été d'associer dans une

même analyse les productions végétales et animales, et pour ces dernières les ruminants et les monogastriques.

La démarche et les méthodes mises en œuvre ont produit des résultats intéressants et inédits, dont une cartographie des équilibres végétal/animal pour la France métropolitaine. Pour autant, avant d'envisager des mesures d'accompagnement sur le terrain pour améliorer la CAPA et/ou l'intégration cultures – élevage, les indicateurs présentés dans cet article méritent d'être complétés et affinés avec des données locales sur le fonctionnement des systèmes agricoles et d'élevage, pour prendre en compte des facteurs absents de l'étude tels que l'orientation locale de l'utilisation des produits végétaux ou encore la mobilité des troupeaux. À court terme, une

analyse de sensibilité sur la CAPA est prévue, pour identifier le poids relatif des différentes hypothèses et simplifications sur les résultats obtenus.

Cette étude propose une approche globale des activités et produits agricoles à échelle nationale, mais aussi à l'échelle de petits territoires, incitant à identifier le potentiel de développement des complémentarités locales entre cultures et élevage. Pour l'instant, seul le volet « alimentation des troupeaux » a été abordé. En complément, une étude similaire portant sur les besoins en fertilisation des cultures et la disponibilité en fumiers, lisiers et autres matières fertilisantes pourrait permettre d'aborder un autre point crucial des équilibres entre cultures et élevage.

Références

- Agabriel J., 2010. Alimentation des bovins, ovins, caprins (édition 2007 remaniée). Éditions Quae, 312p.
- Agreste, 2013. L'alimentation animale, principale destination des productions végétales. Agreste Synthèses – Moyens de production – Avril 2013 – n° 2013/208.
- Agreste, 2015. Statistique Agricole Annuelle. Disponible sur : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/donnees-de-synthese/statistique-agricole-annuelle-saa/>
- Bonaudo T., Burlamaqui Bendahan A., Sabatier R., Ryschawy J., Bellon S., Leger F., Magda D., Tichit M., 2014. Agroecological principles for the redesign of integrated crop–livestock systems. *Eur. J. Agron.*, 57, 43-51.
- Bossis N., Jost J., Guinamard C., de Boissieu C., Boutin M., 2015. Accompagner le développement de l'autonomie alimentaire en élevage caprin laitier. IDELE, collection résultats, 36p.
- Devun J., Brunschwig P., Guinot C., 2012. Alimentation des bovins : rations moyennes et niveaux d'autonomie alimentaire. IDELE, collection résultats, 44p.
- Domingues J.P., 2017. Socio-ecological metabolism of livestock areas: an environmental accounting approach, Thèse de doctorat, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, soutenue le 15 décembre 2017, Paris, 186p.
- Domingues J.P., Ryschawy J., Bonaudo T., Gabrielle B., Tichit M., 2018. Unravelling the physical, technological and economic factors driving the intensification trajectories of livestock systems. *Animal*, 12, 1652-1661.
- Dross C., Princé K., Jiguet F., Tichit M., 2018. Contrasting bird communities along production gradients of crops and livestock in French farmlands. *Agricultr., Ecosys. Environ.*, 253, 55-61.
- Giessman S.R., 2006. Animals in agroecosystems. In: Agroecology: The Ecology of Sustainable Food systems, 2nd Ed. CRC Press, Boca Raton, Florida, 269-285.
- Huyghes C., 2003. Les fourrages et la production de protéines. *Fourrages*, 174, 145-162.
- Institut de l'Élevage, 2013. L'élevage d'herbivores au recensement agricole 2010. Exploitations, cheptels, productions. Dossier Économie de l'Élevage, 90 p. + annexes.
- Jousseins C., Tchakérian E., deBoissieu C., Morin E., Turini T., 2014. Alimentation des ovins : rations moyennes et niveaux d'autonomie alimentaire. IDELE, collection résultats, 50p.
- Jouven M., Vial C., Fleurance G., 2016. Horses and rangelands: perspectives in Europe based on a French case study. *Grass For. Sci.*, 71, 178-194.
- Jussiau R., Montmèas L., Parot J.C., (avec la participation de Méaille M.), 1999. L'élevage en France ; 10 000 ans d'histoire. Educagri Éditions, Dijon, France, 539p.
- Peyraud J.L., Taboada M., Delaby L., 2014. Integrated crop and livestock systems in Western Europe and South America: A review. *Eur. J. Agron.*, 57, 31-42.
- Pottier E., Michaud A., Farrié J.P., Plantureux S., Baumont R., 2012. Les prairies permanentes françaises au cœur d'enjeux agricoles et Environnementaux. *Innov. Agron.*, 25, 85-97.
- R Development Core Team, 2005. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org>
- Rouillé B., Devun J., Brunschwig P., 2014. L'autonomie alimentaire des élevages bovins français. *OCL* 2014, 21, D404.
- Ryschawy J., Martin G., Moraine M., Duru M., Therond O., 2017. Designing crop–livestock integration at different levels: Toward new agroecological models? *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, 108, 5-20.
- Soussana J.F., Lemaire G., 2014. Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agr., Ecosys. Environ.*, 190, 9-17.
- Tieillard F., Jiguet F., Tichit M., 2015. The response of farmland bird communities to agricultural intensity as influenced by its spatial aggregation. *PLOS ONE* 10(3), Disponible sur : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119674>
- Therond O., Tichit M., Tibi A., 2017. Volet « écosystèmes agricoles » de l'Évaluation Française des Écosystèmes et des Services Écosystémiques. Rapport d'étude, Inra, France, 966p.

Résumé

L'ajustement des activités d'élevage aux ressources localement présentes est un des leviers de la transition écologique, permettant une autonomie des territoires et une moindre consommation d'intrants nécessitant un transport. Le travail présenté ici a été réalisé dans le cadre de l'étude INRA EFESE-écosystèmes agricoles. Il propose une méthode simple basée sur la statistique agricole et plusieurs sources complémentaires pour calculer sur une base annuelle l'équilibre végétal/animal d'un territoire. La capacité d'un territoire à nourrir sa population d'animaux d'élevage (CAPA) est définie comme le rapport entre les ressources végétales disponibles pour l'alimentation animale et la consommation par le cheptel localement présent. Elle peut être calculée en Matière Sèche (MS) ou azotée (MAT), à l'échelle nationale ou des Petites Régions Agricoles (PRA). Les PRA comportant des populations animales trop faibles sont exclues de l'analyse ; de même, l'incertitude sur les données d'effectifs et de consommation des chevaux n'a pas permis de les comptabiliser. Au niveau national, la CAPA globale est bonne (0,98 en MS ; 0,81 en MAT) mais cache un déficit en protéines, avec une CAPA en MAT de 0,42 pour les concentrés, à associer à la dépendance aux tourteaux de soja importés. Au niveau PRA, notre typologie fait apparaître cinq groupes distincts en termes d'équilibre végétal/animal. La cartographie de ces groupes permet de distinguer des zones homogènes, et d'autres présentant plusieurs groupes donc des synergies potentielles au niveau supra. Ces résultats originaux mériteraient d'être affinés en précisant certains calculs, puis mobilisés pour accompagner la transition écologique des territoires.

Abstract

What are the plant/animal balances in continental France, on two spatial scales?

The adaptation of livestock activities to local resources enables to improve the autonomy at the country scale and to reduce inputs associated with transport. The work presented was undertaken in the framework of the EFESE-agricultural ecosystems study. A simple method based on agricultural statistics and complementary data sources is proposed, in order to calculate, on a yearly basis, the plant/animal equilibrium. The capacity to feed the local population of farm animals (CAPA) is determined, for the whole country and for Small Agricultural Regions (SAR), as the ratio between the plant resources available as feed and the consumption by livestock. Due to lack of consistent data, SAR with little livestock, as well as horses, are excluded. For France, CAPA is 0.98 on the basis of dry matter (0.81 for crude protein) ; such figures conceal a protein deficit, with CAPA for crude protein as low as 0.42 for concentrate, due to high soybean import. A typology of SAR differentiates 5 groups in terms of plant/animal equilibrium. Mapping these groups enables identifying homogeneous and heterogeneous areas, the latter bearing potential synergies at higher levels. These original results need to be refined before considering their use to support an ecological transition.

JOUVEN M., PUILLETL., PERROTC., POMÉON T., DOMINGUEZ J.-P., BONAUDOT., TICHIT M., 2018. Quels équilibres végétal/animal en France métropolitaine, aux échelles nationale et « petite région agricole » ? INRA Prod. Anim., 31, 353-364.

<https://doi.org/10.20870/productions-animaux.2018.31.4.2374>