

Août 2020

Flux de matières premières au sein du système « alimentation des animaux de rente », France, 2015

Rapport final
Seconde partie du projet

Août 2020

-

Cécile Cordier, Manon Sailley
GIS Avenir Elevages
manon.sailley@ifip.asso.fr

TABLE DES MATIERES

Introduction	5
1 Méthode	6
1.1 Cadre de l'étude.....	6
1.2 Une méthode en six étapes.....	7
1.3 La réconciliation des données	7
1.3.1 Tableaux emplois-ressources et optimisation sous contraintes	7
1.3.2 Zoom sur les jeux de données utilisés.....	9
1.4 Conversion des flux en énergie et protéines.....	10
2 État des lieux des données analysées.....	12
2.1 Les fourrages	12
2.1.1 Production fourragère.....	12
2.1.2 Utilisation des surfaces	13
2.1.3 Mode de conservation des fourrages	13
2.1.4 Pertes sur les fourrages conservés	14
2.1.5 Refus sur les fourrages distribués	14
2.1.6 Refus au pâturage.....	14
2.1.7 Commerce extérieur.....	15
2.1.8 La paille.....	15
2.1.9 Les besoins en fourrages	15
2.2 Etat des lieux sur les MP d'origine animale	15
2.3 Etat des lieux sur les besoins alimentaires du cheptel français	15
2.3.1 Bovins et ovins	16
2.3.2 Caprins.....	18
2.3.3 Equins	18
2.3.4 Volailles et lapins	19
2.3.5 Porcins	20
2.4 Etat des lieux sur les MP sans-OGM.....	20
2.5 Etat des lieux sur la filière agriculture biologique	21
2.5.1 Production agricole	21
2.5.2 Les grains non-collectés.....	22
2.5.3 Collecte des grains.....	22
2.5.4 La semence bio.....	22
2.5.5 Les pertes de MP	23
2.5.6 Le commerce extérieur bio	23
2.5.7 Les mises en œuvre sur le marché intérieur.....	23
2.5.8 L'alimentation du cheptel bio	25

2.5.9	Les fourrages bios.....	25
3	Résultats	27
3.1	Résultats sur les fourrages.....	27
3.1.1	Production agricole	27
3.1.2	Voie de conservation des fourrages récoltés.....	28
3.1.3	Pertes dans la filière fourragère	29
3.1.4	Consommation des fourrages par la filière française	29
3.2	Résultats sur les MP de type concentré	35
3.2.1	Cheptel de rente français	35
3.2.2	Résultats filières bovines.....	39
3.2.3	Filières ovine et caprine	41
3.2.4	Filière équine.....	42
3.2.5	Filière cunicole	43
3.2.6	Filière porcine.....	43
3.2.7	Filières avicoles.....	46
3.2.8	Diagramme de Sankey.....	49
3.3	Résultats en protéines.....	50
4	Discussion.....	52
4.1	Discussions des données utilisées en entrée du modèle.....	52
4.1.1	Fourrages.....	52
4.1.2	Pertes dans les filières grains.....	53
4.1.3	Commerce extérieur.....	53
4.1.4	Composition des rations animales.....	53
4.1.5	Segmentation des filières animales	56
4.1.6	Non-OGM.....	56
4.1.7	Agriculture biologique.....	56
4.2	Discussion de la méthode employée	57
4.2.1	Réconciliation des données par pallier	57
4.2.2	Bornes min/max	58
4.2.3	Itération	58
4.2.4	Résultats	59
4.2.5	Problème de visualisation graphique des résultats.....	59
4.2.6	Recommandations techniques pour la réconciliation en un seul bloc	59
4.2.7	Format des données	60
4.2.8	Contraintes.....	60
4.2.9	Intra-consommations & direct élevage	60
4.2.10	Année calendaire vs campagne	61

4.3	Discussion des résultats obtenus	61
4.3.1	Matières premières fourragères	61
4.3.2	Matières premières dites « concentrés »	62
4.3.3	Conversion protéique	63
4.3.4	Calcul de l'autonomie protéique	63
	Conclusion	65
	Ressources en ligne	66
	Abréviations	67
	Annexes	68
	Bibliographie	73

INTRODUCTION

Le GIS Avenir Élevages et ses partenaires ont engagé entre 2017 et 2020 un travail exploratoire sur l'identification et la quantification des flux de matières premières grains, coproduits et fourrages destinés à l'alimentation animale en France. Ce projet ambitieux repose sur une collaboration entre tous les acteurs concernés afin de mutualiser les expertises.

L'enjeu de ce travail est d'approfondir les connaissances disponibles sur les matières premières et leurs utilisations par l'élevage français en mettant en cohérence les sources de données qui permettent de les quantifier. Cela permettra d'améliorer les outils d'information statistiques et de disposer d'une vision cohérente et partagée de la filière par les différents acteurs. Cette vision d'ensemble des flux a vocation à aider les acteurs des filières animales et de la recherche à apporter des réponses aux questions posées par la société sur l'alimentation des animaux d'élevage, sa durabilité et l'autonomie alimentaire de l'élevage français. L'objectif de ce travail fut d'établir une méthodologie robuste et reproductible afin d'aboutir à une première photographie de ces flux au sein du « feed system » français (France métropolitaine).

Dans un premier temps, les travaux ont porté sur la réalisation d'un état des lieux répertoriant et évaluant les sources d'informations disponibles pour identifier, caractériser et quantifier les ressources en matières premières et les grandes catégories d'utilisations. Une méthode novatrice, robuste, fonctionnelle et fiable a été établie pour en assurer la cohérence et en faciliter la mise à jour. Ce travail a abouti à une première photographie de ces flux au sein du « feed system » français. Les résultats obtenus présentent les flux pour chaque grande filière végétale (ex : blé tendre) : de la production du grain puis des coproduits jusqu'aux consommations finales, dont l'alimentation animale, en passant par le commerce extérieur (import/export). La segmentation des consommations de chaque filière animale n'a été intégrée à cette première phase de l'étude. Les résultats de cette première partie du projet ne seront pas repris dans ce rapport, mais sont disponibles sur le site du [GIS Avenir Élevages](#). Ils ont notamment fait l'objet d'un rapport détaillé et d'une synthèse.

Dans une seconde phase du projet, le GIS Avenir Elevages et ses partenaires ont prolongé le travail en y intégrant les fourrages, et certaines matières d'origines animales utilisées pour la fabrication des aliments du bétails. Les flux de consommation de matières premières fourragères et dites « concentrées » ont ensuite été répartis entre les différentes filières animales. Le projet a intégré une analyse qualitative des flux (filiale agriculture biologique, sans-OGM), sans pouvoir aboutir à des résultats quantitatifs détaillés. Ce rapport présente et discute les travaux réalisés et les résultats obtenus durant cette seconde partie du projet.

Cette étude a vocation à être le point de départ d'un outil pérenne et régulièrement mis à jour, ouvrant sur un large champ d'utilisation, tant pour le secteur de la recherche appliquée que pour les pouvoirs publics et les opérateurs des filières.

Le projet a été réalisé avec le cofinancement d'INRAE, de FranceAgriMer, du CNIEL, de Terres Univia, d'INAPORC de l'APCA, de l'IFIP, d'IDELE et de l'ITAVI, avec le support technique de l'INRIA (sur financement de l'Ademe, APR GRAINE) et la collaboration d'Agreste, de l'ANMF, d'AgroParisTech, d'Arvalis, du Céréopa, de la Coopération Agricole, du MAAF, de Réséda et du SNIA.

1 METHODE

1.1 Cadre de l'étude

Les flux de MP sont étudiés sur l'année civile 2015 à l'échelle de la France métropolitaine. Les MP étudiées sont celles qui peuvent être consommées par les animaux d'élevage (en dehors des aliments d'allaitement). Les AMV (aliments minéraux vitaminiques) ont fait l'objet d'une simple estimation quantitative sans détail.

La première partie des travaux a étudié les flux de matières premières dites « concentrées » (MPC). Les matières premières concentrées sont dénommées ainsi en opposition aux fourrages. Elles incluent l'ensemble des grains, graines, racines, oléoprotéagineux, tourteaux, coproduits de céréales ou de plantes sucrières, la luzerne déshydratée. Les filières suivantes ont fait l'objet de l'étude : blé tendre, blé dur, maïs, orge, triticale, seigle, avoine, sorgho, colza, tournesol, soja, lin, féverole, pois protéagineux, lupin, betterave et luzerne déshydratée. La filière pomme de terre a été exclue du périmètre en raison de données insuffisantes. La transformation des dix-sept matières premières agricoles listées ci-dessus conduit à la production de nombreux coproduits. Ainsi, plus d'une soixantaine de MP (brutes ou résultants de transformation(s)) sont incluses dans le périmètre de l'étude. Quelques-unes ne sont pas consommées par les animaux d'élevage (le malt issu de la transformation de l'orge brassicole par exemple), mais elles permettent d'équilibrer les bilans et d'évaluer l'importance du débouché de l'alimentation humaine.

La seconde partie des travaux inclut également les flux de matières premières fourragères (MPF) et certaines MP d'origine animale : protéines animales transformées (PAT) et corps gras d'origine animaux (CGA). L'étude détaillée des coproduits de la filière laitière disponible pour l'alimentation des animaux d'élevage a été mise de côté en raison de la difficulté d'évaluer les quantités et caractéristiques de ses CP consommés par les animaux. Toutefois pour certaines filières comme le porc, les utilisations de lactosérum ont été regroupées dans la catégorie « MP d'origine animale ».

Les flux de fourrages ont été exprimés en tonnes de matière sèche (t MS), unité de référence pour les experts. La matière sèche (MS) n'étant pas une unité parlante pour caractériser les MP pour les experts et professionnels des filières des grains et de la nutrition animale, les résultats pour les MP concentrées ont été ramenés en tonnage de matière sèche à 85% (MS85). Cette unité a permis de pouvoir comparer les résultats et s'affranchir des variations de taux d'humidité entre les différentes MP concentrées (coproduits principalement). Ce taux de 85% de matière sèche correspond à celui des grains de céréales.

Dans le cadre d'une analyse qualitative des flux, l'étude s'est intéressée aux flux de soja sans-OGM et à la filière agriculture biologique (AB). Un bilan de ce travail est disponible dans la partie état des lieux (2.4 et 2.5).

La segmentation des filières animales étudiées dans le cadre de cette étude se décompose comme suit : bovins laitiers et mixtes -ensemble des UGB présents sur les exploitations ayant des vaches laitières, incluant donc les bovins à viande (vaches allaitantes, engraissement) présents dans les exploitations dites mixtes - conformément à la segmentation de l'IDELE -, bovins à viande, ovins laitiers, ovins à viande, caprins, lapins, équins, porcs engraissement, truies, porcelets, volailles de chair, volailles de ponte et palmipèdes gras.

A chaque étape de travaux, la validation des données brutes utilisées ainsi que l'évaluation de leur fiabilité s'est appuyée sur des échanges avec des experts variés issus des filières végétales, de la filière coproduit, de la nutrition animale et des filières des productions

animales. Lors de la seconde phase, les experts issus des différentes filières animales ont permis de valider les hypothèses de travail sur la composition des rations des différentes espèces animales.

1.2 Une méthode en six étapes

La méthode développée est structurée en six étapes :

1. Définition du système étudié et identification des besoins en données.
2. Recensement des données disponibles et évaluation de leur fiabilité.
3. Etablissement de tableaux emplois-ressources (a priori non-équilibrés) à partir des données brutes pour chaque maillon intermédiaire de la filière.
4. Validation des données brutes par des experts du marché des MP (matières premières).
5. Réconciliation des données par optimisation sous contraintes pour mettre en cohérence les sources de données disponibles et quantifier ainsi l'ensemble des flux des matières premières.
6. Traitement des résultats réconciliés exprimés en volumes et en protéines. Représentation graphique des flux sous forme de diagrammes de Sankey.

Le projet a été réalisé en deux phases. La première phase du projet a consisté à appliquer les étapes décrites ci-dessus pour décrire les 17 filières végétales relatives aux MP « concentrées » et déterminer les volumes disponibles pour l'alimentation des animaux d'élevage. Le détail de la méthode employée lors de cette première phase de l'étude, ainsi que les résultats obtenus sont disponibles dans [un rapport complet \(mai 2019\) sur le site du GIS Avenir Elevages](#).

La seconde phase du projet, présentée dans le présent rapport, a suivi les mêmes étapes mais s'est concentrée sur quantification des consommations de chaque filière animale en mettant en cohérence les disponibilités de matières premières pour l'alimentation animale et les besoins des animaux. L'objectif poursuivi est d'apporter des éléments de réponse à la question « qui consomme quoi ? ». La seconde phase a également étudié les flux de fourrages consommés par les herbivores et a exploré la segmentation qualitative des flux de MP (biologique, sans-OGM).

Seules les étapes nécessitant des précisions par rapport aux travaux conduits dans la première partie du projet seront détaillées ci-après.

1.3 La réconciliation des données

1.3.1 Tableaux emplois-ressources et optimisation sous contraintes

La réconciliation des données s'effectue sur les flux. L'organisation des données d'entrée collectée est réalisée via une matrice de type tableaux emplois-ressources (TER). Elle permet d'identifier et de renseigner des éléments sur les flux existants entre les produits et secteurs (également appelés nœuds). L'organisation des données selon des TER servira également pour la mise en œuvre de diagrammes visuels représentant les flux, appelés diagramme de Sankey. Les données utilisées pour calculer ces flux puis les réconcilier peuvent être de trois natures : des données brutes associées à une incertitude, des intervalles min/max encadrant la valeur du flux ou des coefficients permettant de calculer un flux à partir d'un autre.

La réconciliation des données, dite avec optimisation sous contraintes, a été réalisée en partenariat avec l'INRIA (Jean-Yves Courtonne). Elle s'appuie sur la méthode et les outils développés par l'INRIA, tels qu'explicités par Courtonne et al., 2015. La réconciliation des données permet de

rendre cohérentes des données de sources multiples en minimisant l'écart entre les données d'entrée et les données de sortie du modèle (Kopec G. M., 2015). Elle permet de tenir compte de la fiabilité des sources en associant un coefficient d'incertitude autour de chaque donnée d'entrée (ce coefficient est défini après une analyse critique de la source de donnée et de la méthode qui a permis d'y aboutir). Ce coefficient d'incertitude (1%, 5%, ...) permet au modèle de s'écarter d'autant de la valeur d'entrée au moment de la réconciliation.

Trois cas de figure sont possibles lors de la réconciliation des données. Dans le premier cas (Figure 1) nous disposons de données à la fois pour les MP « A » et « B » (en matières brutes) en entrée du nœud et pour la MP « C » en sortie du nœud (produit de la transformation). C'est le cas où les données de sortie présentent le moins d'incertitudes. Dans le deuxième cas (Figure 2), nous disposons d'inconnues déterminables. Le modèle calcule alors l'inconnue par différence et les incertitudes s'additionnent. Dans le troisième et dernier cas (Figure 3), les données présentent des inconnues non déterminables. Le modèle propose alors uniquement un intervalle de confiance cumulant une incertitude maximale.

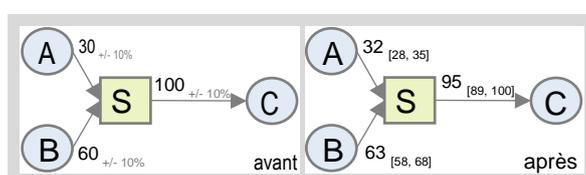


Figure 1 : Données redondantes

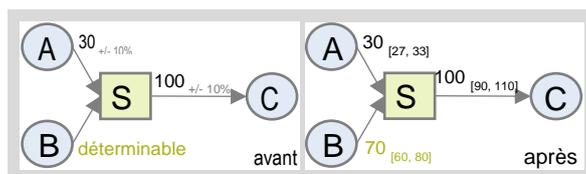


Figure 2 : Inconnue déterminable

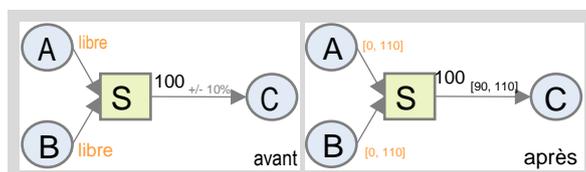


Figure 3 : Inconnues non-déterminables

La réconciliation des données aboutit à deux types de résultats différents. Ces deux types de résultats sont obtenus par des processus indépendants.

Le premier type de résultats prend la forme de valeurs min/max obtenues par simulations de Monte Carlo. Cette simulation « pioche » des valeurs au hasard pour les flux et résout les équations portant sur les contraintes. Cela permet d'obtenir la dispersion des résultats pour chaque flux. Les résultats sont disponibles pour chaque percentile. Les valeurs sont considérées comme normales entre le 5^{ème} et 95^{ème} percentile. Ces 5^{ème} et 95^{ème} percentile correspondent aux valeurs min/max utilisées pour présenter les résultats. Cet intervalle de confiance comprend l'ensemble des solutions possibles. C'est ce qui rend possible l'appréciation du bilan des MP lorsque la donnée de base est manquante. Graphiquement, cet intervalle a été représenté avec des barres d'erreur sur les graphiques.

Le second type de résultats prend la forme une « valeur out ». Celle-ci est obtenue par optimisation sous contrainte des écarts entre les valeurs d'entrée et de sortie du modèle. Cette valeur est normalement (sauf très rares exceptions) comprise dans l'intervalle min/max obtenu

par la simulation de Monte Carlo décrite ci-dessus. Dans le cas général, elle correspond au 50^{ème} percentile de la simulation de Monte Carlo. Mais lorsqu'il y a un grand nombre de contraintes – ce qui est le cas dans notre étude – elle peut s'en éloigner. Elle peut alors varier entre le 5^{ème} ou 95^{ème} percentile. Attention, la « valeur out » est calculée en amont des simulations de Monte Carlo. Son résultat en est indépendant. C'est cette valeur qui sera utilisée pour présenter les résultats (histogrammes, camemberts, diagrammes de Sankey).

Il est préférable de raisonner les résultats en valeur minimum et maximum de chaque flux. En effet, la « valeur out » à un sens seulement pour les flux d'entrée non-libres (mesuré ou déterminable). Les flux libres doivent absolument être raisonnés en termes d'intervalle.

1.3.2 Zoom sur les jeux de données utilisés

Les résultats réconciliés ont été obtenus avec trois jeux de données réconciliés individuellement (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** 4). Les lettres en minuscules r eprésentent les données non-réconciliées et celles en majuscule celles réconciliées. Les lettres « a » représentent la production agricole et les lettres « b » les consommations pour l'alimentation animale sans distinction de filière. On peut schématiser les données non réconciliées par $a \rightarrow b$ et celles réconciliées par $A \rightarrow B$.

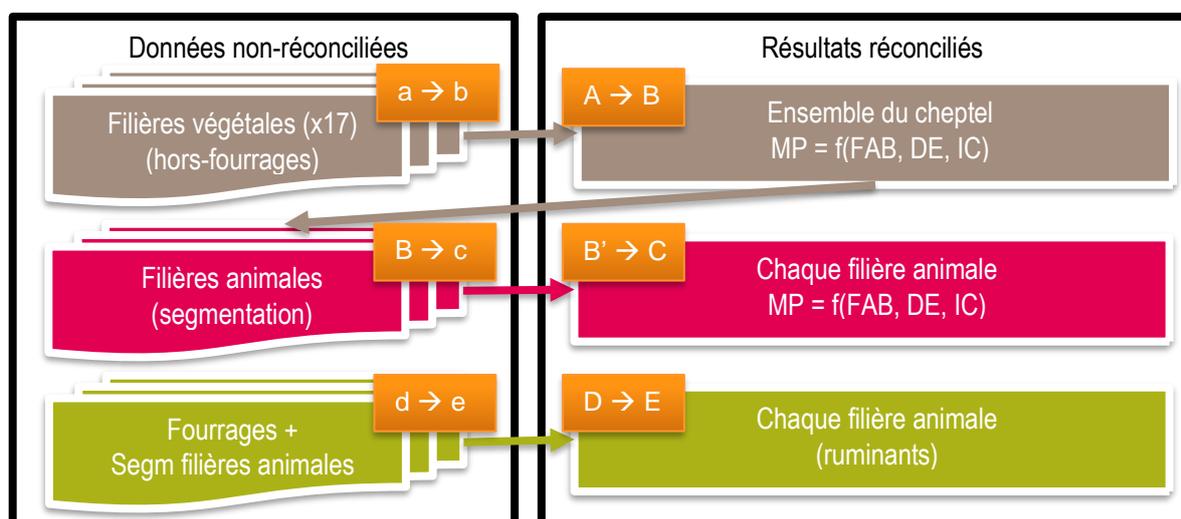


Figure 4 : Différentes étapes de réconciliation conduites lors du projet.

Le travail effectué lors de la première phase de l'étude s'est concentré sur la réconciliation des 17 filières végétales étudiées (gris). Chacune de ces filières se structure autour de « nœud », dont les principaux sont présentés dans la Figure 5 et 6. Chacune des 17 filières végétales a été réconciliées individuellement.

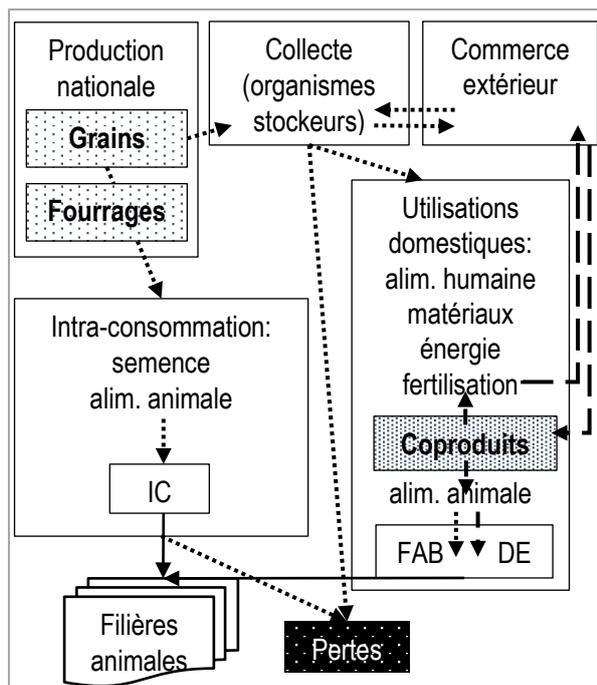


Figure 5 : Schéma simplifié des flux de MPC et MPF utilisées en alimentation animale.

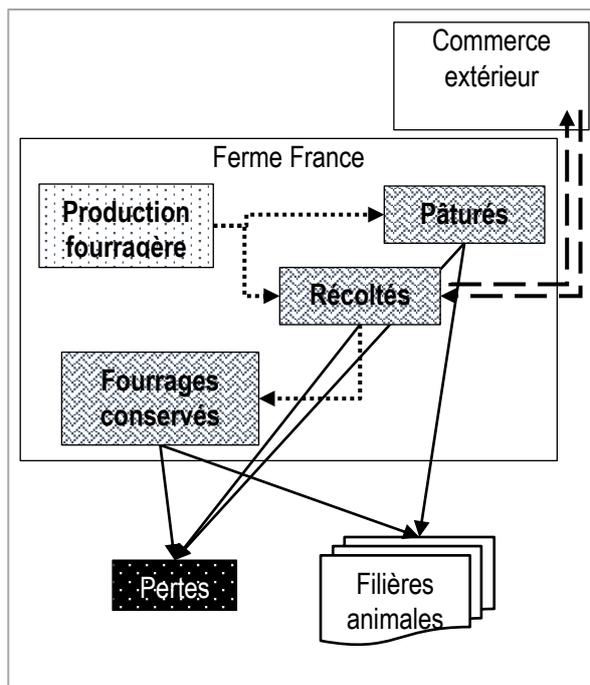


Figure 6 : Schéma simplifié des flux fourragers.

Il était initialement envisagé que la réconciliation permettant d'aboutir à la segmentation par filière animale (Phase 2) se fasse avec l'ensemble des données brutes des 17 filières végétales étudiées (gris + rose) en données d'entrée. Les données non-réconciliées se seraient alors présentées sous la forme $a \rightarrow b \rightarrow c$ et les données réconciliées sous la forme $A \rightarrow B \rightarrow C$. La résolution simultanée d'un grand nombre d'équations a présenté plus de défis que prévus et la méthodologie a été révisée.

Ainsi, la première phase des travaux a permis d'obtenir la quantification des MP disponibles pour l'alimentation des animaux d'élevage. Ces résultats réconciliés (schématisés « B ») issus des travaux de la phase 1 ont été utilisés en donnée d'entrée pour la segmentation des MP par filière animale ($B \rightarrow c$). Les lettres « c » représentent le jeu de données relatifs au besoin de consommations de MP dans chaque filière animale, avant réconciliation. Pour la seconde phase de réconciliation, les résultats de la matrice « B » ont été utilisés uniquement sous la forme de l'intervalle min/max. Ces données d'entrée indiquent pour chaque MP les quantités consommées via les FAB (fabricants d'aliment du bétail), le DE (direct élevage, c'est-à-dire la consommation à la ferme de matières premières achetées à l'état brut) et l'IC (Intra-consommation, c'est-à-dire la consommation de matières premières produites à la ferme pour l'alimentation des animaux). La somme du DE et de l'IC est couramment définie comme la FAF (fabrication d'aliments à la ferme). La réconciliation de $B \rightarrow c$ a permis d'obtenir la segmentation des consommations par filière animale ($B' \rightarrow C$).

Pour l'appariement des résultats de la première phase de l'étude (filières végétales) avec les besoins des filières animales, le choix a été fait de n'utiliser aucune donnée sous forme de coefficient. En effet, un essai de réconciliation contenant des coefficients a donné un nombre d'équations incompatibles entre-elles tellement grand que la réconciliation n'a pas pu aboutir.

1.4 Conversion des flux en énergie et protéines

L'expression des flux de MP en énergie et protéines a été réalisée en convertissant les résultats de flux (obtenus en volumes) issus de la réconciliation des données. Les données utilisées proviennent essentiellement des tables de données de Feedtables (<https://www.feedtables.com/>) établies par l'INRA et le CIRAD. Celles-ci indiquent pour chaque matière première la teneur en matière azotée totale (MAT) et en énergie brute exprimée en kcal.

2 ÉTAT DES LIEUX DES DONNEES ANALYSEES

Cette partie vise à détailler les données (statistiques publiques, littérature scientifique ou technique, expertise, Interprofessions, Instituts techniques, ...) disponibles pour décrire les filières étudiées au cours de la seconde phase des travaux : les filières fourragères, les matières premières d'origine animale utilisées pour l'alimentation animale, les besoins détaillés des animaux des filières animales détaillées dans l'étude (bovins laitiers et mixtes, bovins à viande, ovins laitiers et à viande, caprins, équins, porcins, volailles de chair, volailles de pontes, palmipèdes gras et lapins), les filières en agriculture biologique, la filière soja sans OGM. Ces données ont été incrémentées dans le modèle pour être mise en cohérence les unes par rapport aux autres grâce à la méthode de réconciliation de données.

2.1 Les fourrages

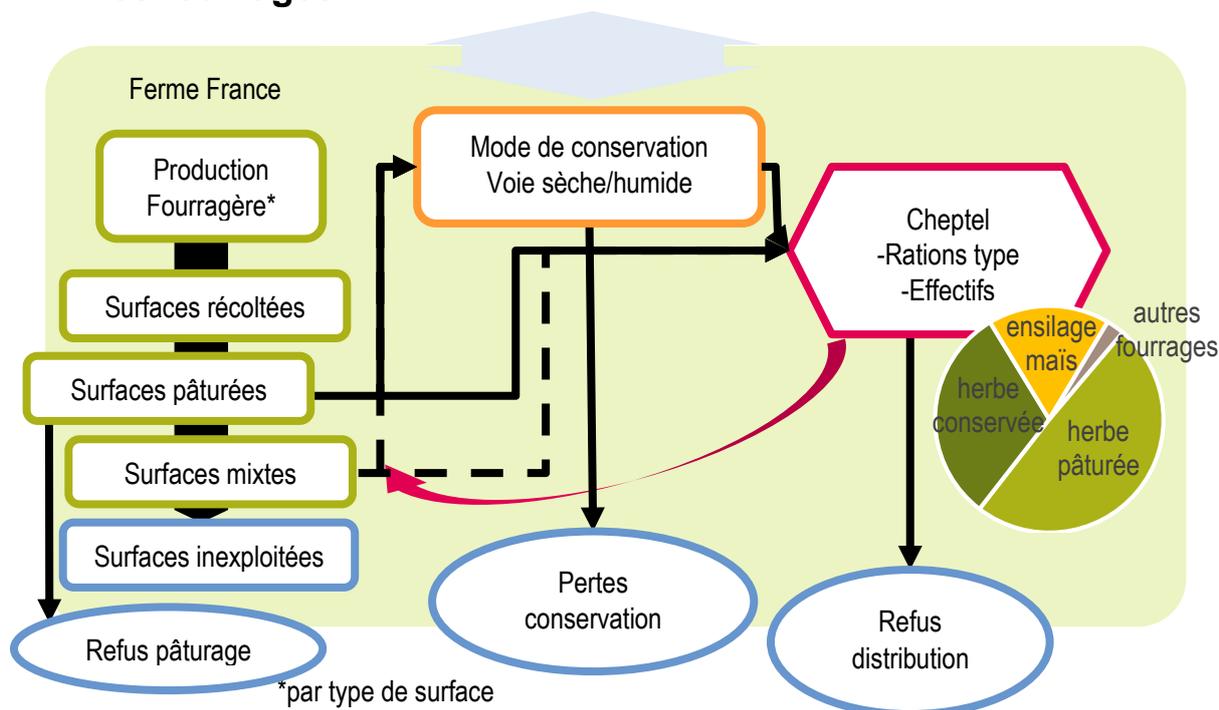


Figure 1 : Schéma des flux fourragers dans le "feed system"

La Figure 1 ci-dessus représente les flux fourragers. Celle-ci s'appuie à la fois sur les données disponibles sur le sujet et les besoins du projet. Les informations sur la production fourragère sont disponibles avec une segmentation par type de surface. Ces surfaces peuvent ensuite être réparties en fonction de l'utilisation qui en est faite : les flux de fourrages pâturés vont directement nourrir le cheptel, tandis que les fourrages récoltés connaissent une étape intermédiaire de conservation sous différentes formes. Les fourrages sont répartis en quatre catégories principales : l'herbe pâturée, l'herbe conservée (foin, enrubannage ou l'ensilage), l'ensilage de maïs et les autres fourrages (prairies artificielles, chou fourrager, racines et tubercules fourragères). Quatre types de pertes sont également quantifiées : les surfaces inexploitées, les refus de pâturage, les pertes liées à la conservation des fourrages et les refus de distribution.

2.1.1 Production fourragère

La statistique agricole annuelle établit la production fourragère « rendue ferme » en fonction des types de surface (Figure 2). Sur l'année 2015, la France a produit plus de 86 millions de

tonnes (Mt) de matière sèche (MS) de fourrages. Les trois-quarts proviennent des prairies permanentes et temporaires. Près de 18 Mt de pailles ont également été produites.

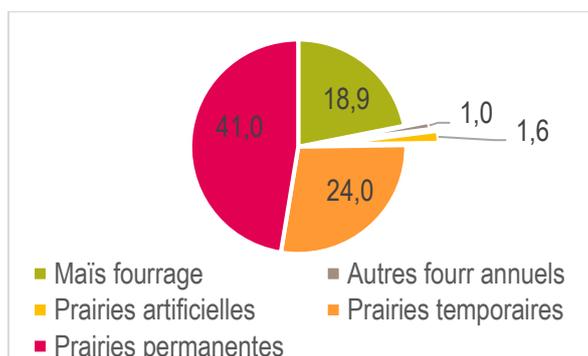


Figure 2 : Production fourragère française en 2015, en Mt MS, d'après Agreste

2.1.2 Utilisation des surfaces

L'enquête conduite par Agreste sur les pratiques culturales en 2011 permet d'estimer les modes d'utilisation des prairies permanentes et temporaires. Les surfaces peuvent être récoltées, pâturées ou bien à usage mixte (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les surfaces mixtes sont, dans une même saison, pâturées et récoltées. L'affouragement en vert est compris dans le pâturage. La question portant sur l'usage des prairies n'a malheureusement pas été reconduite dans les enquêtes menées en 2014 et 2017.

Tableau 1 : Utilisation des surfaces de prairies temporaires et permanentes, d'après Enquête Pratiques culturales (2011) Agreste.

% surface	Récoltée	Pâturée	Mixte	Non exploitée
Prairie temporaire	25%	32%	40%	2%
Prairie permanente	14%	51%	33%	2%

Pour évaluer les volumes de fourrages récoltés et pâturés, la répartition de l'utilisation des surfaces issue de l'enquête Agreste de 2011 a été extrapolée à la production de l'année 2015.

L'estimation de la production fourragère pâturée a été affinée en faisant l'hypothèse que 100% de la STH peu productive (parcours, landes, alpages) est pâturée. On en déduit qu'un tiers de la STH productive est pâturée afin de respecter une proportion de 51% de prairies permanentes pâturées au total.

2.1.3 Mode de conservation des fourrages

Les fourrages peuvent être récoltés soit par voie humide, soit par voie sèche. Les travaux de Devun et al. (2011) permettent d'estimer le mode de récolte des fourrages issus des prairies (Tableau 2). Les ratios présentés ici concernent les fourrages récoltés après soustraction de la partie pâturée. Par souci de simplification, il a été considéré que l'ensemble du maïs fourrage récolté a été ensilé. Il est à souligner que le maïs grain, y compris le maïs grain humide, a été comptabilisé dans les MPC et non pas dans les fourrages.

Tableau 2 : Mode de récolte des prairies permanentes et temporaires en pourcentage de la production fourragère. D'après Devun et al. 2011.

%	Foin	Ensilage d'herbe
Prairies permanentes	0,89 - 0,99	0,01 - 0,11
Prairies temporaires	0,52 - 0,77	0,23 - 0,48
Prairies permanentes mixtes	0,79 - 0,82	0,18 - 0,21
Prairies temporaires mixtes	0,68 - 0,78	0,22 - 0,32

2.1.4 Pertes sur les fourrages conservés

Il existe deux voies de conservation des fourrages : humide ou sèche. Les pertes de conservation, appelées aussi inconsommables, dépendent des voies de conservation utilisées (Tableau 3). La catégorie « autres fourrages conservés » inclut l'ensemble des fourrages annuels hors maïs et ceux issus des prairies artificielles telle que la luzerne (en dehors de la luzerne destinée à la déshydratation). Compte tenu des progrès sur les modes de conservation, ces ratios mériteraient d'être réactualisés avec des références plus récentes.

Tableau 3 : Pertes de conservation des fourrages, part sur le total récolté. Sources : Dulphy et al. (2000), Arvalis, IDELE, Ademe.

% de la MS	min – max
Ensilage d'herbe	05 - 15
Foin	10 - 20
Ensilage de maïs	08 - 10
Autres fourr. conservés	10 - 20
Plantes sarclées	05 - 10
Paille de céréales	05 - 10

2.1.5 Refus sur les fourrages distribués

Les refus de distribution sont ici définis comme des fourrages conservés qui *in fine* ne seront pas consommés par les animaux. Un fourrage non-ingéré lors d'un premier repas mais consommé lors de la prise alimentaire suivante n'est pas comptabilisé comme un refus.

La quantité de refus sur les fourrages distribués est fortement dépendante de la filière considérée et du mode de distribution. La filière caprine est celle qui engendre le plus de refus. Les chèvres ont une forte tendance à trier l'aliment distribué et à ne pas ingérer *a posteriori* un aliment qui a été refusé une première fois. Pour les foin dans lesquels les animaux peuvent difficilement trier tels ceux issus de graminées, les refus s'élèvent entre 10 et 15%. Pour les foin dans lesquels les animaux peuvent plus facilement trier tels des foin hétérogènes (mélanges d'espèces ou légumineuses) les refus peuvent s'étaler de 5% (faible tri) à 20% (tri important) du fourrage distribué (Bossis et al., 2012 - CASDAR). Le coefficient de 5 à 20% de refus, tous fourrages confondus, a été retenu pour évaluer le flux « refus de distribution » pour la filière caprine lors de la réconciliation.

Les refus sur les fourrages distribués en filière bovine ne sont pas aussi importants, les vaches acceptant de consommer les fourrages refusés auparavant. La littérature s'accorde sur un taux de 5% de refus pour les bovins laitiers (Wheeler B, 1993 ; Rouillé B, 2012).

La situation dans la filière ovine semble être similaire à celle de la filière bovine, bien qu'aucune référence n'ait été identifiée à ce sujet. De la même manière, la littérature disponible sur l'alimentation équine ne mentionne pas spécifiquement le comportement des chevaux au moment de l'ingestion des fourrage distribués. Ainsi, un coefficient de refus pouvant varier de 5% à 10% a été utilisé pour les filières herbivores, à l'exception des caprins.

2.1.6 Refus au pâturage

Les surfaces pâturées ne le sont pas uniformément, les plantes les moins appétentes y forment les refus de pâturage.

Peu d'informations quantitatives existent à ce sujet. Les refus au pâturage dépendent en large partie de la conduite du pâturage, plus ou moins sévère. Dans une expérimentation conduite au champ avec différents chargements, Hoden et al. (1991) indique que 14,1 à 20,5% des surfaces des prairies permanentes et de 6,2 à 12,2% des surfaces de prairies temporaires sont peu ou pas fréquentées par les animaux. À partir de ces données, les coefficients retenus pour évaluer les refus de pâturage des prairies permanentes et temporaires ont été respectivement de 10 à 20% et de 5 à 10% de la production d'herbe.

2.1.7 Commerce extérieur

Peu de fourrages font l'objet de commerce avec d'autres pays. On recense tout de même des exports, pour environ 150 000t de matière sèche. Les imports ne dépassent pas les 20 000t. La paille fait également l'objet de commerce avec un peu plus de 200 000t exportées et 40 000t importées.

2.1.8 La paille

La majeure partie de la paille récoltée, à hauteur de 16,5Mt, est utilisée pour le paillage en litière des animaux d'élevage. Les producteurs de champignons sont les deuxièmes utilisateurs avec 0,4Mt de paille utilisée (Idele, n.d.). D'après les recommandations d'incorporation de la paille dans les rations des animaux d'élevage, la consommation annuelle ne dépasserait pas 150 000t MS.

2.1.9 Les besoins en fourrages

Il est généralement considéré que chaque UGB a besoin de 5 à 6t MS de fourrages par an pour couvrir ses besoins. Les besoins du cheptel français se situent ainsi entre 72 et 87Mt MS de fourrages. Les informations disponibles pour chaque filière sont décrites ci-après (2.3 Etat des lieux sur les besoins alimentaires du cheptel français).

2.2 Etat des lieux sur les MP d'origine animale

Les MP d'origine animale étudiées concernent uniquement les PAT (Protéines animales transformées) et CGA (Corps gras animaux). Les coproduits issus de l'industrie laitière ne sont pas inclus dans cette catégorie. Les données sur la production et les utilisations de ces MP proviennent des statistiques annuelles du SIFCO. Plus de 539 000t de PAT et 426 000t de CGA qui ont été produites en 2015, dont respectivement 25 800 et 63 400t consommées par les animaux de rente (hors aquaculture).

2.3 Etat des lieux sur les besoins alimentaires du cheptel français

Pour les bovins, ovins, caprins la littérature scientifique propose des données (Devun et al., 2012 ; Jousseins et al., 2014 ; Bossis et al, 2015) sur l'ensemble de la ration par catégorie de matière première et par mode d'approvisionnement de l'élevage (matière première achetée ou produite et consommée à la ferme). Les céréales achetées peuvent arriver dans les élevages sous plusieurs formes : des céréales sous forme grains ou bien des céréales déjà incorporées dans des aliments composés.

Afin d'évaluer la composition des aliments composés issus de l'industrie (FAB), un partenariat avec le Céréopa a été établi. Ce partenariat permet d'utiliser les résultats rétrospectifs de l'année civile 2015 provenant du modèle « Prospective Aliment ». Les données issues du modèle « Prospective Aliment » renseignent la composition des aliments complets et complémentaires des filières porcs, bovins laitiers et mixtes et bovins à viande et la composition d'un aliment composé – sans distinction de complet ou complémentaire – pour les filières volailles de ponte, volailles de chair, palmipèdes (gras et chair confondu), lapins et ovins-caprins. Les résultats issus de ce modèle sur la composition des rations FAB en 2015

sont intégrés à notre étude « flux de matières premières » (FMP) sous forme de données d'entrée, en amont de la réconciliation.

L'approche pour segmenter les MP consommées en dehors des aliments FAB est similaire pour chaque filière animale mais peut être ajustée en fonction des informations disponibles. Pour certaines espèces animales, ces données de ration sont également anciennes et mériteraient d'être mises à jour. Les données sont issues des instituts techniques et concernent généralement l'ensemble de la ration sans distinction de FAB, DE ou IC. Pour les filières porcines et avicoles, les références disponibles permettent de segmenter de façon assez précise la composition des rations (ex : blé, maïs, orge) En revanche, les références sur les consommations des ruminants portent uniquement sur les grandes catégories de MP (ex : céréales).

Les rations individuelles des animaux sont extrapolées à l'ensemble du cheptel français, puis sont utilisées comme données d'entrée pour la réconciliation. Ces données ont été placée en entrée du modèle de réconciliation sous forme d'une valeur entière associée à une incertitude. Dans de rares cas sous forme d'un intervalle min/max.

2.3.1 Bovins et ovins

Les données sur la quantité d'aliments consommés en France par les bovins tels que présentées dans Devun et al. (2012) prennent en compte la diversité des systèmes d'élevage et leur représentativité en France. Ces données sont issues de la base de données Diapason et portent sur l'année 2008 « considérée comme représentative d'une année « normale » ». Les bovins laitiers et mixtes, notés BL&M, regroupent l'ensemble des UGB présents sur les exploitations ayant des vaches laitières, UGB dont on connaît l'alimentation de façon globale. Ils incluent donc des bovins à viande (vaches allaitantes, engraissement) présents dans certaines de ces exploitations dites mixtes (bovins laitiers et à viande).

Les données de cheptel en UGB (unités gros bovins) ont été fournies par l'IDELE après un traitement des informations disponibles dans la base de données nationale d'identification des bovins (BDNI), en recoupement avec celles issues du système professionnel d'information de l'élevage (SPIE).

La connaissance de la composition moyenne française des rations des bovins laitiers (spécialisés et diversifiés) et des bovins à viande, ainsi que les effectifs de cheptel présents sur l'année 2015 (Tableau 5) permet d'estimer la consommation annuelle en MP des bovins à l'échelle France.

Les ordres de grandeurs à retenir sur la consommation de MP par les bovins sont : pour les bovins laitiers et mixtes 6,6Mt MS de MP hors fourrages, et pour les bovins à viande 3,2 Mt MS.

Tableau 4 : Quantités de MP consommées (tMS/UGB/an) en France, d'après Devun et al. (2012). BL&M = bovins laitiers spécialisés et diversifiés, incluant les bovins mixtes ; BV =

bovins à viande ; IC = intra-consommations ; DE = direct élevage ; AMV = aliment minéral et vitaminique.

tMS/UGB/an	BL&M	BV	Tous
IC	0,237	0,209	0,223
Céréales	0,222	0,205	0,214
Protéagineux	0,015	0,004	0,009
DE + FAB	0,803	0,335	0,572
Céréales	0,122	0,076	0,099
Protéagineux	0,032	0,019	0,026
Ttx soja	0,240	0,045	0,144
Autres ttx	0,155	0,059	0,108
Divers MP & CP	0,193	0,113	0,153
AMV	0,061	0,023	0,042

Tableau 5 : Nombre d'UGB bovins en France en 2015, source IDELE d'après SPIE/BDNI. BL = bovins laitiers ; BV = bovins à viande ; BM bovins mixte.

2015	BL	BV	BM
UGB	3 652 223	6 094 826	3 048 804

Les données disponibles pour les ovins sont similaires à celles pour les bovins et le calcul de la ration cheptel France suit le même principe. Le Tableau 6 comptabilise la quantité de matière première ingérée par animal selon le système et le Tableau 7 indique la taille du cheptel en UGB. Au total, les ovins lait consomment pour 0,3Mt MS et les ovins allaitants 0,4Mt MS.

Tableau 6 : Quantités de MP consommées en France (tMS/UGB/an), d'après Jousseins et al. (2014). OL = ovins lait ; OV = ovins viande ; IC = intra-consommations ; DE = direct élevage ; AMV = aliment minéral et vitaminique.

tMS/UGB/an	OL	OV	Tous
IC	0,435	0,266	0,305
Céréales	0,435	0,266	0,312
DE + FAB	0,676	0,468	0,515
Céréales	0,284	0,243	0,252
Ttx soja	0,095	0,014	0,033
Ttx colza	0,047	0,042	0,041
Autres ttx	0,027	0,056	0,049
Luz. déshy.	0,183	0,019	0,057
Divers MP & CP	0,007	0,066	0,052
AMV	0,034	0,028	0,031

Tableau 7 : Nombre d'UGB ovins en France en 2015, source Statistique Agricole Annuelle, Agreste. OL = ovins lait ; OV = ovins viande.

2015	OA	OL
UGB	587 110	209 382

Ces mêmes sources de données permettent d'estimer la quantité de fourrages consommés par les bovins et les ovins (Tableau 8). Le détail des consommations de fourrages pour les bovins laitiers et les bovins mixtes est disponible, contrairement aux consommations de concentrés pour lesquelles l'alimentation différenciée des bovins laitiers et mixtes n'est pas détaillée.

Tableau 8 : Quantités de fourrages consommés par les bovins et les ovins en tMS/UGB/an en France, d'après Devun et al (2012) et Jousseins et al. (2014). BL = bovins lait spécialisés et diversifiés ; BV = bovins viande, OL = ovins lait ; OV = ovins viande.

tMS / UGB / an	BL	BV	BM	OV	OL
Herbe	3,138	4,426	2,937	4,583	4,522
dont pâturée	1,627	2,701	1,779	3,476	2,554
dont conservée	1,511	1,725	1,158	1,107	1,968
Maïs ensilage	1,871	0,438	1,722	0,046	0,111
Autres fourrages	0,128	0,128	0,125	0,121	0,117

2.3.2 Caprins

La reconstitution d'une ration moyenne française pour la filière caprine passe par la combinaison des neuf systèmes d'élevages types distingués par INOSYS-Réseaux d'Élevage et leur représentativité en France. Les données de rations sont issues du suivi des exploitations agricoles dans le cadre du dispositif INOSYS-Réseaux d'Élevage sur la période 2007-2014. La représentativité de chacun des neuf systèmes dans l'ensemble national est évaluée grâce aux données issues du Recensement Agricole de 2010. Ces données permettent d'estimer une ration toutes MP (Figure 3 et Figure 4) pour la « ferme France ». Les fourrages représentent près de 70% de la ration.

La quantité de MP hors-fourrages dans l'alimentation des chèvres laitières varie de 170 kg à 600 kg par an selon le système. À l'échelle de la France, les chèvres consomment un peu plus de 0,3Mt MS de MP (hors-fourrages), dont un quart est produit et consommé à la ferme (échelle individuelle, cela n'est pas transposable à la ferme France).

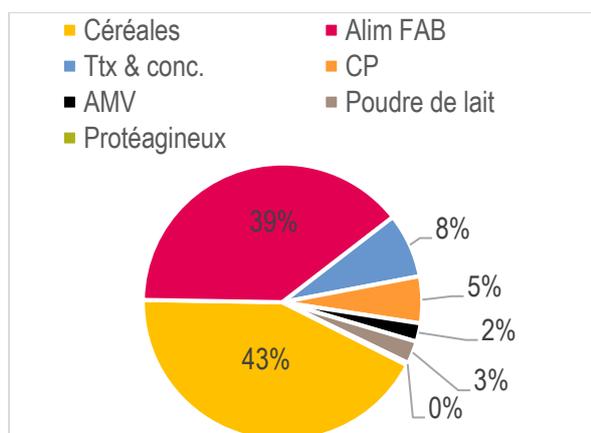


Figure 3 : Composition de la ration moyenne des caprins lait (hors fourrages), d'après Bossis et al. (2015).

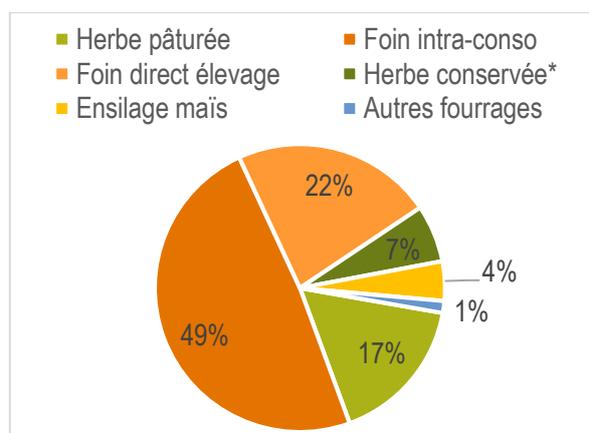


Figure 4 : Composition en fourrages de la ration moyenne des caprins, d'après Bossis et al (2015).

2.3.3 Equins

L'obtention de données pour estimer la consommation des équins a fait l'objet de plusieurs hypothèses et d'extrapolations.

Le nombre d'équins présents sur le territoire en 2015, qu'ils soient détenus par des structures agricoles ou non, est évalué entre 1 million et 1,2 millions (IFCE, 2019). Evaluer les quantités de fourrages et autres MP consommées est délicat par manque de statistiques nationales sur le sujet.

Les dernières estimations de l'IDELE comptabilisent environ 3,6Mt MS de fourrages consommés qui se répartissent entre pâturages (1,6Mt MS) et fourrages conservés (1,8Mt MS). La répartition entre foin et paille est de 80/20. 0,25Mt brutes de concentrés sont

également consommées. La production d'aliments FAB était en 2015 de 0,24Mt (SNIA, Coop de France, 2015).

2.3.4 Volailles et lapins

Le calcul des MP consommées par les volailles chair, ponte, palmipèdes gras et lapins a été effectué à partir des données techniques de l'ITAVI. Il a été estimé qu'une trop grande variabilité de ration type existe au sein des catégories définies. Celles-ci ont donc été découpées plus finement en sous-catégories. Par exemple, les volailles de chair comprennent poulets et coquelets, chapons, dinde, pintade et palmipèdes à rôtir. Pour chacune de ces sous-catégories des rations types ont été calculées en fonction du segment de marché : standard, CCP, export, label rouge ou biologique. Ces rations types dépendent des besoins nutritionnels des animaux et les matières premières utilisées varient en fonction des prix d'intérêt des matières premières (conjoncture). La ration « volailles de chair » agrège le nombre d'animaux nourris en 2015 dans chacune des sous-catégories et de leur indice de consommation.

Le même travail a été conduit pour les volailles de ponte (poulettes et pondeuses) en fonction du mode d'élevage (cage, sol et volière, biologique, plein air, label-rouge), les palmipèdes gras (France, IGP, label rouge) et les lapins (engraissement ou reproduction).

Les volailles de chair (Tableau 9) et les lapins (Tableau 12) sont presque exclusivement nourris avec des aliments complets provenant du commerce. La production d'aliments du commerce en 2015 s'élève à 6,3 Mt pour les volailles de chair (y.c. canards) et à 0,4Mt pour les lapins (SNIA et Coop de France NA, 2018). Les volumes de MP consommées en dehors des aliments FAB sont négligeables.

Tableau 9 : Composition de la ration des volailles de chair en 2015, d'après ITAVI, 2019.

Volailles de chair	
Blé tendre	29%
Maïs	35%
CP céréaliers	1%
Oléoprotéagineux grain	12%
Tourteaux soja	14%
Tourteaux tournesol	4%
Autres MP	4%

Tableau 10 : Composition de la ration des volailles de ponte en 2015, d'après ITAVI, 2019.

Volailles de ponte	
Blé tendre	27%
Maïs	36%
CP céréaliers	1%
Oléoprotéagineux grain	1%
Tourteaux soja	11%
Tourteaux tournesol	13%
Autres MP	12%

Tableau 11 : Composition de la ration des palmipèdes gras en 2015, d'après ITAVI, 2019.

Palmipèdes gras	
Blé tendre	34%
Maïs	35%
CP céréaliers	1%
Oléoprotéagineux grain	15%
Tourteaux soja	3%
Tourteaux tournesol	9%
Autres MP	3%

Tableau 12 : Composition de la ration des lapins en 2015, d'après ITAVI, 2019.

Lapins	
Blé tendre	11%
Orge	5%
CP céréaliers	10%
Oléoprotéagineux grain	2%
Ttx colza	4%
Ttx tournesol	22%
Pilpes de betterave	24%
Luzerne	13%
Autres MP	10%

Les volailles de ponte (hors reproducteurs) (Tableau 10) ont consommé en 2015 2,6Mt de MP (ITAVI, 2019), parmi lesquelles 1,9Mt sont incorporées dans des aliments composés issus du commerce (SNIA et Coop de France NA, 2018). Les MP provenant des intra-consommations et du direct élevage représentent entre 15 et 20% des utilisations de la filière. Les animaux reproducteurs en filière ponte consomment 0,5Mt d'aliments FAB. Les palmipèdes gras (Tableau 11) ont consommé 2Mt de MP (ITAVI, 2019) dont la moitié sous forme d'aliments composés

(SNIA, 2015). La phase de gavage utilise 0,3Mt de maïs.

2.3.5 Porcins

La ration des animaux de la filière porcine a été calculée à partir des cinq systèmes types (FAB aliment complet, FAB aliment complémentaire, FAF Maïs Grain Humide, FAF sèche et FAF coproduits) pondéré à sa représentativité de la filière porcine française (IFIP, 2019). Cette méthode tient compte du prix d'intérêt des MP en 2015 et permet de distinguer les aliments FAB complets et complémentaires. Un découpage des rations par stade de production a également été effectué : porcelets, truies et porcs à l'engraissement. Les données sur la composition des aliments FAB peuvent également être comparées à celles du Céréopa qui cependant ne distinguent pas les truies des porcs. Les données de cheptels utilisées afin de quantifier les besoins totaux de la filière sont issues de la statistique agricole annuelle (2016).

La filière porcine (Figure 5) a consommé 7,7Mt de MP en 2015 (IFIP, 2019), dont 5Mt d'aliments composés (SNIA et Coop de France NA, 2018). Les aliments composés se décomposent entre 3,6Mt d'aliments complets pour les truies (0,9Mt) et les porcs à l'engraissement (2,7Mt) ainsi que 0,9Mt pour les porcelets, et 0,8Mt d'aliments complémentaires pour les porcs en engraissement. 1,4Mt de MP sont achetées pour être utilisées en FAF ou en complément de l'aliment composé complémentaire. Au total les porcelets consomment 0,9Mt de MP, les truies 1,2Mt et les porcs engraissement 5,5.

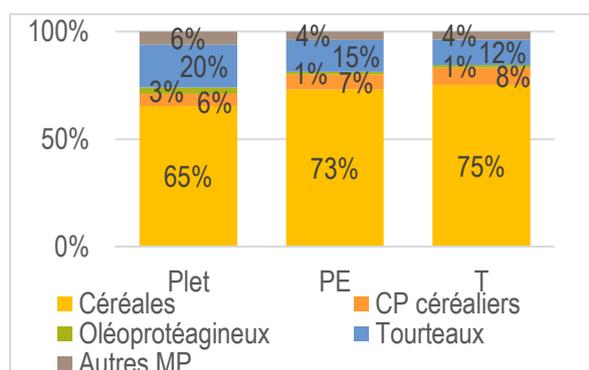


Figure 5: Composition des rations des porcelets, porcs engraissement, truies, IFIP, 2019.

2.4 Etat des lieux sur les MP sans-OGM

Le parti a été pris de se focaliser sur le soja garanti sans-OGM au cœur de la filière soja. D'autres MP issus de graines OGM peuvent, en fonction de la conjoncture du commerce international, être utilisés dans l'approvisionnement de la filière de l'alimentation animale française (comme le canola provenant du Canada ou d'Australie utilisé pour la production de tourteau). Ce cas de figure ne sera cependant pas étudié ici. En effet, les données disponibles sur les MP sans-OGM portent uniquement sur le soja et restent rares. La culture des OGM est interdite en France et le seul OGM autorisé à la culture dans l'Union européenne est une variété de maïs (cultivée en Espagne).

D'après le rapport de la Commission Européenne (Tillie et Rodríguez-Cerezo., 2015), les importations françaises de fèves de soja et de tourteaux de soja avec des garanties sans-OGM s'élèveraient tous deux à 10% des importations totales. Cela représente un peu plus de 70 000 tonnes de fèves et pratiquement 350 000 tonnes de tourteaux. Les fèves de soja garanties sans-OGM ne sont pas triturées mais principalement utilisées en alimentation humaine.

Des professionnels du marché du soja en France estiment à 0,5 Mt le soja avec garanties sans-OGM qui est consommé par les animaux de rente et de compagnie. Le

secteur du petfood utilise quasi-exclusivement du soja sans-OGM, sans qu'il soit possible de chiffrer cette mise en œuvre. On peut en revanche chiffrer à 466 600

tonnes le soja garanti sans-OGM mis en œuvre dans les FAB en 2015 (Agreste, 2015). Cette quantité inclurait une part de tourteaux de soja d'origine France. Le direct élevage représenterait environ 50 000t.

La production d'aliments FAB garantis sans-OGM s'élève à 4,5Mt et représente 21,5% de la production totale des aliments en France (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). A fin de segmenter l'utilisation du soja sans-OGM par filière, l'hypothèse d'une même composition des formules que dans la filière « conventionnelle¹ » a été retenue.

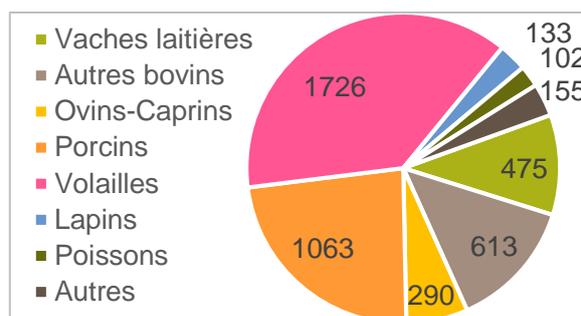


Figure 6 : Production d'aliments composés (FAB) garantis sans-OGM par filière animale, x1000 tonnes, source : MPAA, Agreste, 2015

2.5 Etat des lieux sur la filière agriculture biologique

2.5.1 Production agricole

L'estimation de la production agricole des grains en agriculture biologique se base sur deux sources d'informations. D'une part les déclarations de surfaces cultivées pour chaque culture (AgenceBio), et d'autre part une fourchette de rendements pour chacune cultures en agriculture biologique (Tableau 13). Les données de rendement proviennent principalement d'un document rassemblant les données technico-économiques disponibles sur les grandes cultures en bio et publiées par les Chambres d'Agricultures Provence-Alpes-Côte-D'azur (Robin et Bouvard, 2018) et ont été complétées et croisées avec des données émanant d'autres publications. Une partie importante des surfaces est consacrée aux mélanges céréales protéagineux. Selon la valorisation visée, le mélange va être récolté soit en grains, soit en fourrages. Dans ce deuxième cas, la matière première peut être récoltée avant maturité.

La quantité de légumineuse comprise dans ces mélanges peut varier de 10 à 70% à la récolte en fonction de l'orientation de la culture ; production céréalière ou production d'un mélange protéiné à destination alimentation animale (GAB/FRAB, 2015). De plus des espèces fourragères (pois fourrager, vesce) peuvent être semées avec une céréale pour être consommé par les animaux. Quantifier la destination de ces productions est donc délicat. Les grains récoltés peuvent avoir plusieurs débouchés : l'alimentation humaine, dans ce cas le grain est trié à la collecte, ou bien l'alimentation animale sans tri si utilisée en intra-consommation, ou avec tri pour une commercialisation vers les FAB.

Tableau 13 : Surfaces et rendements des grandes

cultures en agriculture biologique, d'après AgenceBio, Chambres d'Agricultures PACA, Chambre d'Agriculture Drôme, Arvalis, ITAB

2015	ha	qtx/ha
Avoine	9 085	22 - 50
Blé tendre	68 281	20 - 50
Colza	6 144	15 - 30
Féverole	12 603	17 - 34
Lin	2 063	13 - 13
Lupin	347	10 - 40
Maïs	25 072	60 - 70
Orge	26 788	25 - 35
Pois p.	6 155	15 - 35
Soja	20 038	20 - 40
Tournesol	18 476	17 - 35
Triticale	18 973	25 - 40
Mélanges cer-protéa	39 396	30 - 45
Mélanges céréaliers	3 523	30 - 45

¹ Le mot conventionnel est utilisé pour désigner le reste des systèmes agricoles, MP ou aliments, par opposition à celui considéré ici le sans-OGM.

2.5.2 Les grains non-collectés

Peu d'informations existent sur l'utilisation des grains à la ferme, c'est-à-dire des grains non collectés. Une partie non négligeable est utilisée en semence (voir 2.5.4 Semence bio). Ces grains peuvent être également utilisés en alimentation animale, probablement l'utilisation majoritaire. L'intégration des MP en deuxième année de conversion (C2) n'est pas limitée dans l'alimentation animale des ateliers animaux des fermes en conversion. Les grains peuvent également être utilisés en transformation à la ferme à destination de l'alimentation humaine. Bien qu'il ne soit pas possible de quantifier l'importance de ce dernier débouché, il est plausible d'émettre l'hypothèse que les ateliers de transformation à la ferme sont davantage développés en bio qu'en conventionnel. Les grains impliqués dans ce type de valorisation sont probablement le blé tendre (meunerie, boulangerie) et l'orge (brasserie). Dans une moindre mesure on peut supposer que les oléagineux peuvent être valorisés sous forme d'huile.

Il est considéré que l'ensemble des mélanges céréaliers est intra-consommé. Les grains stockés connaissent également des pertes comme détaillé par la suite.

2.5.3 Collecte des grains

Les Etats statistiques 2 bio (FranceAgriMer) renseignent sur les volumes des grains collectés par les OS ; ainsi que sur l'état des stocks. Les grains concernés sont les grains certifiés agriculture biologique ainsi que les grains issus de surfaces en deuxième année de conversion (C2). Les données sont exhaustives sauf pour le tournesol, le colza et le lin où une partie des données est couverte par le secret statistique.

Les mélanges de céréales et de protéagineux collectés sont, pour la plupart, triés à la réception et commercialisés en purs. Les OS imposent généralement que seules deux espèces soient présentes dans le mélange récolté et que la morphologie de la graine soit suffisamment différente pour garantir une bonne qualité de tri, soit généralement une céréale et une légumineuse. La légumineuse présente est généralement du pois ou de la féverole. La céréale présente peut varier mais le blé tendre (panification) et l'orge sont les plus recherchés (OPABA, 2005). Aucune règle précise n'est définie pour le remplissage des déclarations. Statistiquement, les déclarations des mélanges céréales-protéagineux sont réalisées soit dans la catégorie prépondérante du mélange, soit ventilées sur les deux catégories concernées en cas de tri.

2.5.4 La semence bio

Plusieurs éléments sont à prendre en compte concernant les semences en agriculture biologique. D'une part, une importante quantité des semences utilisées ne sont pas biologiques. Rey et al. (2013) estimaient dans leur étude que la pénétration des semences bio en céréales était entre 45 et 70% du total utilisé pour ensemercer les surfaces en agriculture biologique, hors maïs pour lequel aucune dérogation est accordée (sauf cas exceptionnel).

D'autre part, l'utilisation de semences de ferme est importante. Sur les cultures du blé tendre, du triticale et de la féverole, seules 43% des semences seraient certifiées, soit biologiques, soit conventionnelles non-traitées (Rey et al., 2013). Les états statistiques 2 Bio sur la collecte des grains par les OS permettent de connaître les quantités de semences certifiées étant issues de l'agriculture biologique qui ont été collectées. Les semences de ferme sont majoritairement de la semence population pour le blé tendre, le maïs et le tournesol. Il en existe également un peu en soja.

Pour estimer la quantité totale de semences bio utilisées, il est possible de se baser sur deux éléments : les surfaces semées et les densités de semis plébiscitées, sachant que la part de

semences nécessaires pour les surfaces bio est équivalente à celle nécessaire en conventionnel (ITAB, 2019).

Le GNIS gère une plateforme permettant de vendre et acheter les semences biologiques. S'il n'a pas été possible dans le cadre du projet d'obtenir des données sur les semences biologiques via cette source, il n'est pas à exclure que des données intéressantes puissent être exploitées à l'avenir via ce biais.

2.5.5 Les pertes de MP

Il n'existe pas de statistiques spécifiques au bio concernant les pertes. Il est difficile d'émettre une hypothèse sur la conservation des grains bio. Si ces grains sont plus sensibles aux pertes de conservation, les agriculteurs bio investissent également davantage dans leurs outils de stockage afin de faire face à cette problématique. Les mêmes hypothèses que pour les pertes en conventionnel ont été utilisées. Ces pertes subies par les grains stockés sont de plusieurs natures :

- La freinte qui est une perte désincarnée de matière première causant la diminution en masse du stock. Elle est estimée à 0,1% des grains stockés (Juin et al., 2015) que ce soit à la ferme ou chez les OS.
- Les inconsommables qui sont des grains perdus à cause de problèmes de conservation causés par le développement de micro-organismes (moisissures). Il n'existe pas d'information quantitative sur cette perte. Une fourchette de 5 à 10% des grains stockés à la ferme a été fixée arbitrairement.
- Les issues de silo correspondent à des grains écartés à cause d'un mauvais calibrage, aux grains cassés et aux poussières. Ces issues proviennent des OS et sont estimées à 1% du stock pour les céréales et 1,5% pour les oléoprotéagineux.

2.5.6 Le commerce extérieur bio

Les données nationales des douanes ne distinguent pas les MP bio. Pour certaines céréales et certains oléoprotéagineux, des dires d'experts donnent une estimation des importations et des exportations dans les bilans bio de FranceAgriMer. En dehors des protéagineux, la France était déficitaire en MP bio en 2015. Depuis la tendance ne s'est pas inversée.

2.5.7 Les mises en œuvre sur le marché intérieur

L'offre et la demande en MP biologiques restent déséquilibrés. Les grains bio, surtout les protéagineux et les cultures en C2, peuvent être déclassés vers les filières conventionnelles. Il ne semble cependant pas exister de données sur ce phénomène qui se traduit comme un changement de marché du grain lié à une offre supérieure à la demande (ITAB, 2019).

D'un côté, les protéagineux biologiques peinent à trouver des débouchés. Les bilans sur les matières premières biologique publiés par FranceAgriMer (2020) montre qu'une partie non négligeable de la collecte est vendue « déclassée », c'est-à-dire non vendue sous l'appellation AB. De l'autre, la France a besoin de recourir à des importations pour couvrir ses besoins en céréales certifiées biologiques.

Selon les sources, la meunerie française met en œuvre de 0,9Mt (FranceAgriMer, 2016) à 1,1Mt (Canale et al, 2018) de grains de blé tendre. Les rendements de la meunerie bio sont similaires à celle du conventionnel (Guion, 2019). Les issues de meunerie correspondent donc entre 20 et 22% des grains mis en œuvre. Elles sont divisées en 64% de sons, 32% de remoulages et 4% de farines basses. Davantage de sons bios sont à destination de l'alimentation humaine. Cette proportion n'est pas chiffrée contrairement aux sons conventionnels (1% en alimentation humaine).

Les industries de la trituration des oléagineux mettent en œuvre environ 17 000t de soja bio, 7 000t de colza, 20 000t de tournesol et 2 500t d'autres oléagineux (Canale, 2019). Pour estimer la quantité d'huile raffinée produite à partir de l'huile brute, ce sont les ratios issus du raffinage de l'huile conventionnelle qui ont été utilisés, à savoir 97 à 97,5% de l'huile brute mise en œuvre pour le soja et le colza et de 96 à 96,5% pour le tournesol et le lin (Bocquelet, 2018). Une quantité importante de céréales sous forme de grains est mise en œuvre directement par les industries agro-alimentaires (IAA). Les chiffres à disposition portent sur l'année 2017 avec 12 800t de grains pour les céréales de petit-déjeuner et 20 000t dans le secteur *soyfood* (AgenceBio, 2018).

Les FAB sont des acteurs majeurs de la filière biologique. La production totale d'aliments composés industriels certifiés en agriculture biologique se situe à un peu plus de 0,3Mt (Agreste, 2017 ; SNIA/CoopdeFranceNA, 2019). C'est la filière poule pondeuse qui est le premier débouché des aliments composés bio (Figure 7). Il est à noter que les FAB peuvent intégrer à hauteur de 30% des MP en C2 dans les aliments composés.

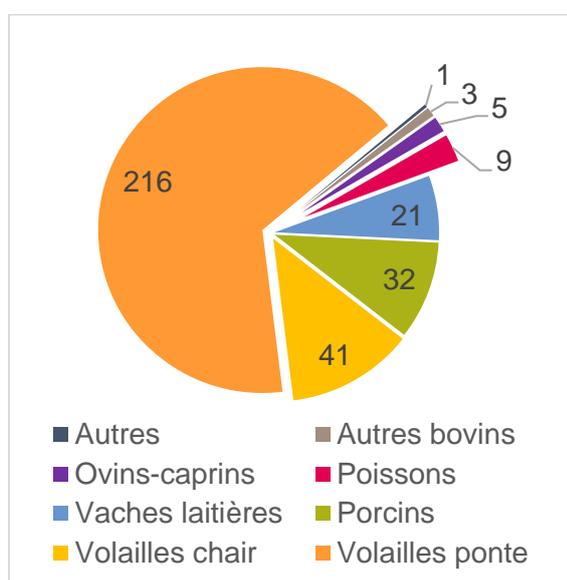


Figure 7 : Fabrication d'aliments composés certifiés AB par filière animale en 2015, milliers de tonnes, d'après Agreste et ITAVI

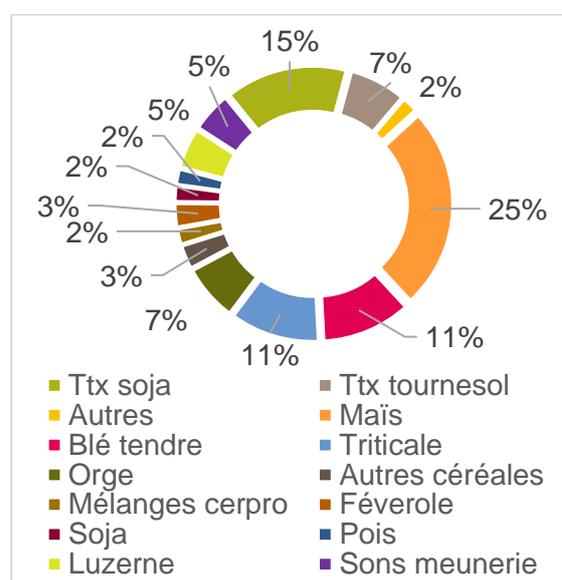


Figure 8 : MP utilisées en FAB pour la production d'aliments certifiés AB en 2017, d'après Coop de France NA

L'hypothèse a été faite que la quantité totale de MP utilisées en FAB bio est égale à la quantité d'aliments composés produits. A noter que la réglementation autorise jusqu'à fin 2020 une limite maximum de 5% de MP non certifiées bio dans la composition des aliments AB. Ce sont principalement des concentrés de protéines de pomme de terre, du gluten de maïs, de la luzerne, et des graines de soja extrudées. Les aliments FAB bio peuvent également contenir de la levure de bière mais cette matière première, n'étant pas un produit agricole, sort du champ réglementaire (SNIA, 2019). Pour estimer les quantités des grains mis en œuvre, différentes sources ont été utilisées et croisées. Les résultats présentés lors des 2^{èmes} Rencontres des grandes cultures bio (2019) permettent d'estimer les mises en œuvre par catégorie de matière première (céréales, oléagineux, protéagineux). Les bilans FranceAgriMer issus de l'exploitation des données des Etats 13 Bio (mises en œuvre mensuelles par les FAB), ajustés avec des dires d'experts, permettent d'affiner le chiffrage des quantités au niveau de chaque matière première grain. Les coproduits utilisés sont principalement des sons de blé tendre, des tourteaux de tournesol et de soja et des coproduits du secteur *soyfood* (SNIA, 2019). Ce dernier coproduit n'a pas été quantifié dans ces travaux. Ces mises en œuvre

peuvent être comparées à celles de l'année 2017 (Figure 8), recensées par Coop de France NA.

2.5.8 L'alimentation du cheptel bio

Le réseau INOSYS produit des références sur les élevages bovins laitiers (montagne ou plaine) et bovins à viande (spécialisé ou avec grandes cultures). Ces références technico-économiques permettent d'estimer les quantités de grains, coproduits et fourrages consommés en bio selon la segmentation suivante : grains et CP achetés (FAB + direct élevage), grains et CP intra-consommés, fourrages intra-consommés, dont maïs ensilage. Ne disposant pas de la représentativité de chacun de ces quatre systèmes, un intervalle comprenant la part minimum et maximum présente dans la ration a été utilisé pour chaque catégorie de matière première. Par exemple, les grains et coproduits intra-consommés représentent de 4 à 12% des rations bovines.

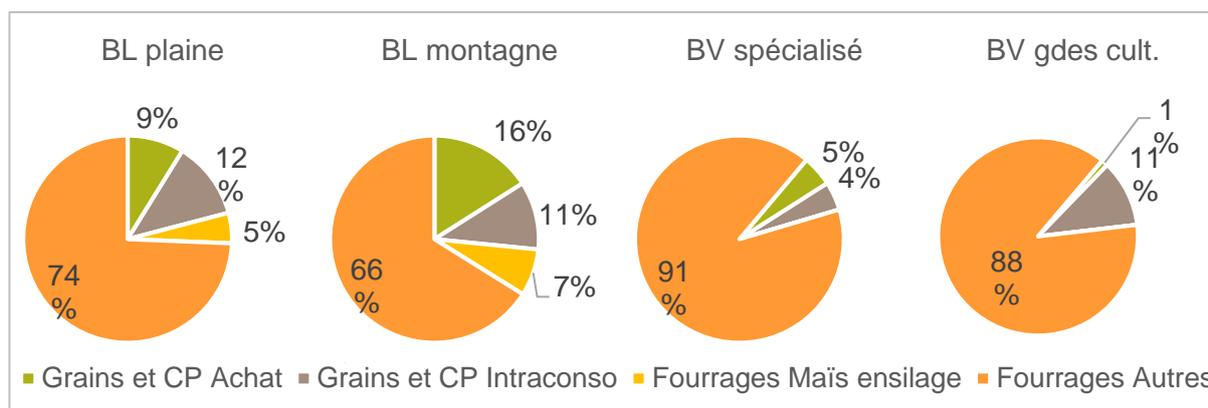


Figure 9 : Rations types des bovins AB en 2015 par système d'exploitation, d'après INOSYS. BL = bovins laitiers ; BV = bovins à viande. CP = Coproduits

Il n'existe pas d'informations spécifiques aux filières caprines et ovines bio. Certaines références peuvent être utilisées pour définir un ordre de grandeur de MP consommées. En effet, en conventionnel, il est considéré que chaque chèvre consomme 1,2t de MS/an (INOSYS, 2015) toutes MP confondues. En conventionnel il y a plus de 60% de fourrages dans la ration d'une chèvre. L'hypothèse des fourrages majoritaires dans la ration en bio est également valide. En se basant sur la taille du cheptel caprin bio comparé à celui conventionnel, les chèvres consommeraient un peu plus de 60 000t de MP (fourrages et concentrés). Quant aux ovins, la consommation de fourrages en conventionnel s'établit à 4750 kg/MS/UGB/an quel que soit le système (Jousseins et al., 2014). La consommation de concentrés varie selon l'orientation du troupeau de 734 à 1 111kg de MS/UGB. Ces valeurs peuvent être utilisées pour borner la consommation des ovins bio à 100 000t MS de MP hors fourrages.

L'ITAVI (2019) estime à 34 000t les MP bio consommées par les lapins, 62 000t celles consommées par les volailles de chair et 192 000t celles consommées par les poules pondeuses.

L'IFIP évalue entre 34 000 et 39 000t la quantité de MP bio consommées par la filière porcine bio en 2015.

2.5.9 Les fourrages bios

Les informations disponibles sur les fourrages issus de l'agriculture biologique se résument aux données de surfaces (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) disponibles en ligne auprès de l'AgenceBio. En 2015, 840 000 hectares de fourrages étaient cultivés en système agrobiologique. Ces surfaces prennent en compte les surfaces en conversion.

Tableau 14 : Surfaces fourragères bio en 2015 (y.c. en conversion), d'après l'AgenceBio

	hectares
Fourrages annuels	30 754
Autres cultures fourr.	6 591
Betterave fourr.	427
Choux fourr.	4
Colza fourr.	128
Maïs fourr.	11 296
Mélanges fourr.	12 308
Fourrages pluriannuels	810 002
Luzerne	36 532
Trèfle	5 377
Prairies temporaire	260 194
Prairies permanente	507 927
TOTAL	840 756

La production issue de ces surfaces peut être estimée à partir des rendements en matière sèche provenant de documents techniques sur les conduites culturales dans diverses régions agricoles. La majorité de la production fourragère bio provient des surfaces en prairies permanentes et prairies temporaires. Celles-ci rassemblent près de trois-quarts des surfaces. Le rendement des prairies conduites en agrobiologie peut être inférieur jusqu'à 10 à 20% des rendements obtenus en agriculture conventionnelle. À partir des rendements d'Agreste (2016), on peut ainsi estimer que les rendements des prairies permanentes bio entre 3 et 5t MS/ha pour les prairies permanentes et entre 6 et 9t MS/ha pour les prairies temporaires.

La production fourragère des prairies permanentes et temporaires bio se situerait donc entre 3 et 5Mt MS. S'ajoutent à cela les fourrages annuels (colza, mélanges fourragers, maïs...) et ceux provenant des prairies artificielles (luzerne, trèfle) pour un peu plus de 0,5Mt MS.

Concernant les pertes, les ratios utilisés en conventionnel peuvent également être utilisés.

Il n'a pas été possible de réconcilier les données identifiées et collectées sur les filières biologiques françaises en raison d'un trop grand nombre d'inconnues, non compatible avec la méthode déployée.

3 RESULTATS

3.1 Résultats sur les fourrages

Les résultats sur les fourrages sont présentés en matière sèche (MS). Les valeurs présentées sur les graphiques correspondent à la « valeur out » (voir 1.1.3), soit la meilleure solution trouvée par le modèle de réconciliation des données. La barre d'erreur représente ici les bornes de l'intervalle min/max, c'est-à-dire l'ensemble des solutions des possibles de la valeur de flux. Les résultats obtenus sont comparés à ceux d'autres études récentes (encadrés bleutés).

3.1.1 Production agricole

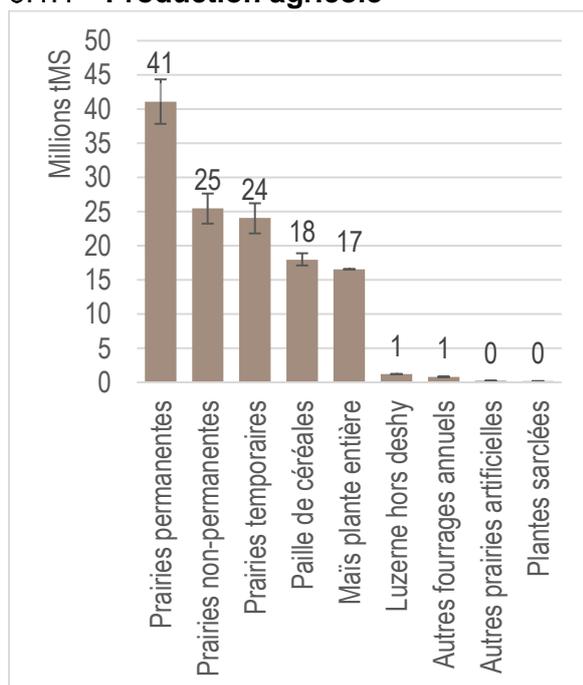


Figure 10 : Production agricole fourragère (y.c. paille), 2015, données réconciliées

En 2015, la production agricole fourragère (Figure 10) s'établissait entre 80,5 et 87,8Mt de MS, et celle de paille (non comptabilisée dans la production fourragère) entre 17 et 18,8Mt MS. La majorité de la ressource fourragère, soit entre 74% et 81%, provient des prairies temporaires et permanentes. Le maïs fourrage produit s'évalue à 17Mt MS.

Comparaison des résultats : L'ordre de grandeur des résultats issus de la réconciliation des données est cohérent avec la statistique publique (Agreste) et avec la littérature scientifique. En effet, Agreste évalue la production fourragère de la campagne 2014 à 96Mt MS et celle de 2015 à 76,5Mt. Dronne (2018) évalue la production fourragère de l'année 2010 à 72Mt MS, dont 17,5Mt MS de maïs fourrager et 40Mt d'herbe issues des prairies permanentes.

Cette production est en partie récoltée et en partie pâturée selon l'usage fait de ces surfaces (Figure 11). Les surfaces mixtes sont à la fois pâturées et récoltées au cours d'une même année.

Suite à la réconciliation des données, les fourrages provenant de surfaces uniquement récoltées représentent entre 32,6 et 34,3Mt de MS. Le maïs plante entière destiné à l'ensilage représente la moitié de cette récolte. Les fourrages provenant des surfaces uniquement pâturées produisent entre 22,5 et 25,1Mt de MS. L'herbe pâturée provient pour 75% de prairies permanentes. Entre 16 et 36% de cette herbe provient de surfaces peu productives telles que les parcours, les landes ou les alpages. Les surfaces mixtes produisent entre 24 et 26,5Mt de MS. On y retrouve notamment les prairies artificielles qui comprennent la luzerne (hors luzerne destinée à être déshydratée, considérée dans notre étude comme étant une MP concentrée)

et des prairies temporaires et permanentes. Une partie de la production fourragère est inexploitée (surfaces ni récoltées, ni pâturées). Cela représente 2% du gisement.

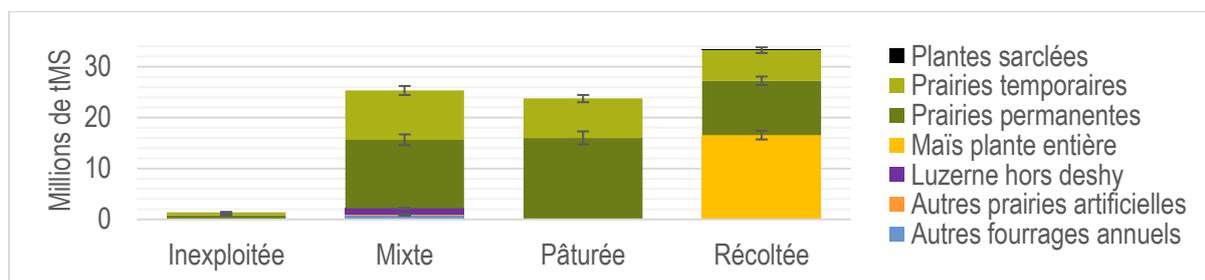


Figure 11 : Utilisations de la production fourragère, 2015, données réconciliées.

Une incertitude assez forte persiste sur l'utilisation des surfaces mixtes (Figure 12). Cependant, dans l'usage, les prairies temporaires sont majoritairement récoltées, tandis que les prairies permanentes sont majoritairement pâturées.

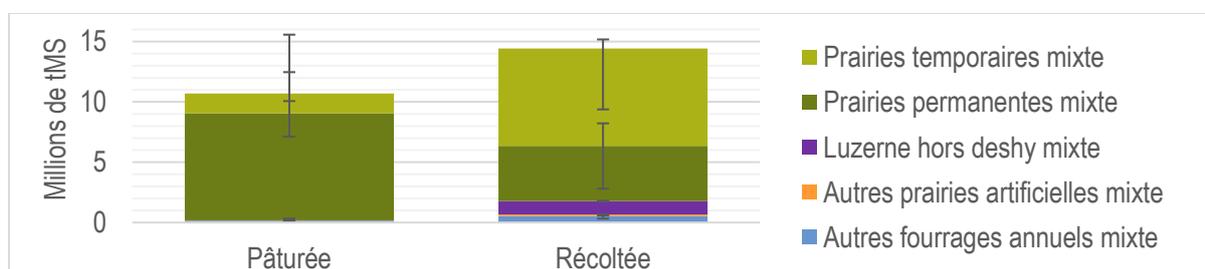


Figure 12 : Zoom sur l'utilisation des fourrages provenant des surfaces mixtes, 2015, données réconciliées.

Au total, entre 38,2 et 51,1 Mt MS de fourrages sont récoltées, soit entre 34 et 55% de la production. Les fourrages pâturés représentent 30,2 à 43,9Mt de MS en 2015, soit entre 44 et 64% de la production.

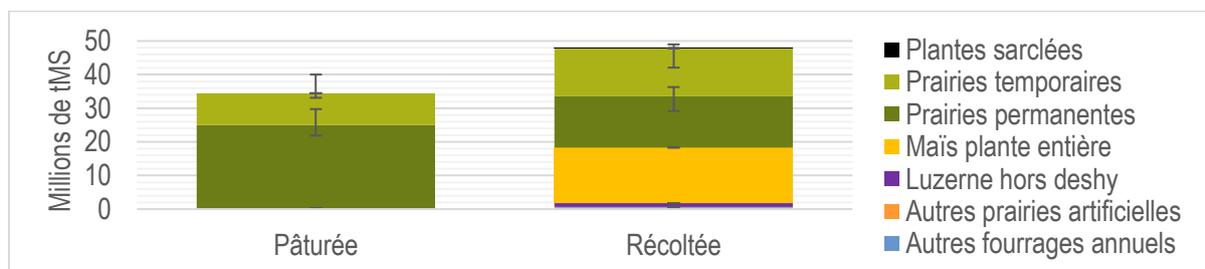


Figure 13 : Synthèse sur l'utilisation de la production fourragère (surfaces mixtes + surfaces non-mixtes), 2015, données réconciliées.

3.1.2 Voie de conservation des fourrages récoltés

Le maïs plante entière est entièrement ensilé. Il représente 35% des fourrages conservés, soit 16,6 Mt de MS. Les différentes surfaces de prairies sont soit fanées, ensilées ou enrubannées pour constituer un stock de 24 à 35 Mt de MS d'herbe conservée, soit 61% du gisement de fourrages conservés. Les 4% restants du gisement sont constitués des 1,6 à 2,1 Mt des autres fourrages conservés tels de la luzerne ou des racines et tubercules fourragers.

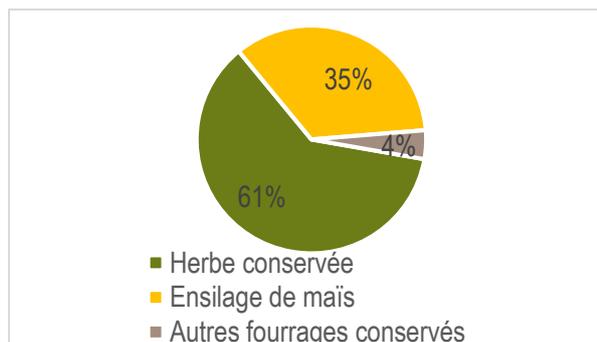


Figure 14 : Voies de conservation des fourrages récoltés, pourcentages, 2015, données réconciliées.

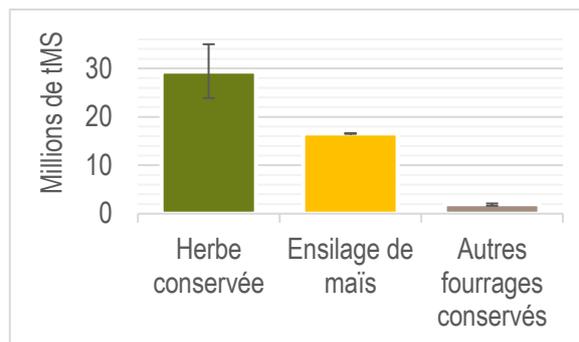


Figure 15 : Voies de conservation des fourrages récoltés, Mt de MS, 2015, données réconciliées.

3.1.3 Pertes dans la filière fourragère

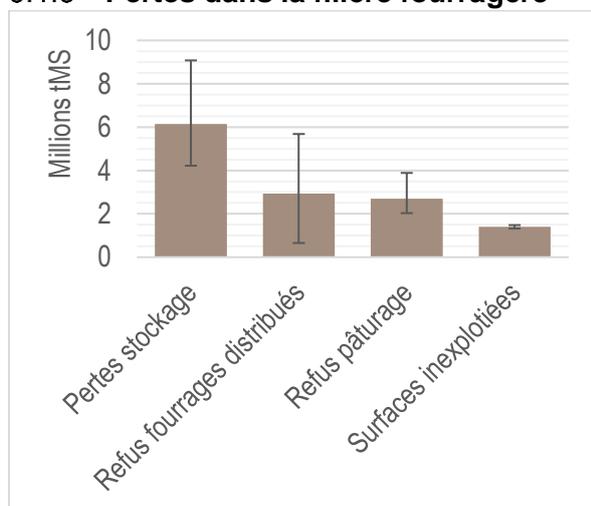


Figure 16 : Estimation des pertes dans la filière fourrages, 2015, données réconciliées.

Au total, la réconciliation des données permet d'évaluer les pertes dans la filière fourragère entre 8,2Mt Ms et 20Mt MS, soit entre 10 et 25% de la production.

Une partie des pertes de stockage est incompressible puisqu'elle résulte d'une transformation de la matière (fermentation anaérobie et écoulement des jus). Les refus sur les pâturages et les fourrages distribués sont particulièrement difficiles à évaluer. De nombreuses solutions techniques sont désormais proposées tel le pâturage rotatif pour optimiser l'exploitation des surfaces ou des robots qui repoussent les refus de distribution vers les animaux.

3.1.4 Consommation des fourrages par la filière française

Les consommations de fourrages par les herbivores ont été évaluées entre 70 et 72,5Mt MS (Figure 17 et Figure 18). Ce sont à 44% des fourrages pâturés (30,5 et 33,7Mt MS), essentiellement sous forme d'herbe. L'herbe conservée représente 32% de la ration, soit 21,7 à 24Mt MS. L'ensilage de maïs est également une ressource majeure avec 21% de la ration, soit 14,9Mt MS. Les autres fourrages apportent 3% des fourrages de la ration (1,7 à 2,2Mt MS).

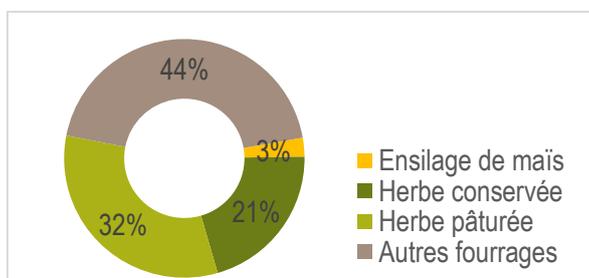


Figure 17 : Répartition des fourrages dans la ration fourragère française, tous ruminants confondus, pourcentage, 2015, données réconciliées.

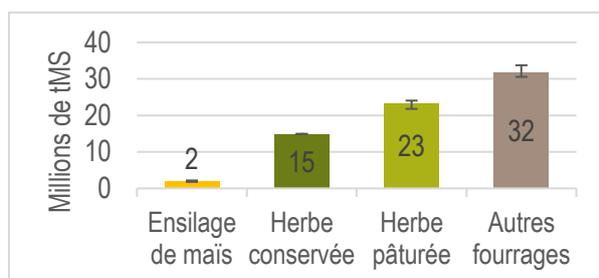


Figure 18 : Fourrages dans la ration du cheptel France, tous ruminants confondus, Mt de MS, 2015, données réconciliées.

Comparaisons des résultats (Tableau 15) : Ces résultats peuvent être comparés à ceux des projets Autosysel et EFESE conduits par l'IDELE et ses partenaires sur l'année 2010. L'herbe conservée consommée par les ruminants y était évaluée à 20,7Mt MS (2Mt de moins que la « valeur out » donnée par la méthode de réconciliation), l'herbe pâturée à 30,3 Mt MS (équivalent) et le maïs ensilage 16,8Mt MS (+2Mt). Les résultats issus de ces travaux montrent une consommation plus élevée d'ensilage maïs que les résultats obtenus dans le cadre des travaux sur les flux de MP. Cependant, l'IDELE estime que les rations ont probablement un peu évolué et qu'il y a probablement moins d'ensilage de maïs consommé aujourd'hui qu'en 2010. De plus, les consommations des équins n'étaient pas incluses dans le champ du projet Autosysel. Nos résultats semblent donc être cohérents avec d'autres travaux menés précédemment.

Par ailleurs, le SSP réalise chaque année des bilans d'approvisionnement. Ceux-ci portent entre autres sur les fourrages (bilans fourragers). Entre 2001 et 2010 ces bilans ont été incorporés au modèle Allix pour segmenter l'ensemble des MP (concentrés et fourrages) par filière animale. Cet outil a ensuite périclité (sources de données nécessaires non reproduites et perte du savoir-faire pour répliquer et utilisation du logiciel). Pour l'année 2010, la consommation de fourrages par le cheptel français (hors équins) avait été évaluée à 66,7Mt de MS (soit 2Mt de moins que les résultats issus de la méthode de réconciliation des flux), dont 16,2Mt MS (+2Mt) de maïs fourrager et 47,7Mt MS de fourrages pluriannuels (-5 à -10Mt), c'est-à-dire d'herbe pâturée et récoltée. Le projet FMP quantifie donc une quantité moindre de maïs ensilage, mais davantage d'herbe fourragère. Le cheptel étudié par Allix consommait alors également 1Mt MS d'autres fourrages verts et plantes sarclées et 1,7Mt MS de produits fatals des cultures, dont la paille. Cela équivaut aux « autres fourrages » quantifiés par le projet FMP.

L'ordre de grandeur des résultats est similaire entre les différents travaux (Tableau 15), à l'exception de l'estimation de consommation d'ensilage de maïs (14,9Mt MS dans le projet FMP contre 16,2 à 17,5Mt MS dans les autres études conduites). Cet écart peut s'expliquer par l'évolution des rations entre 2010 et 2015. D'après le bilan d'approvisionnement d'Agreste, en 2015, la consommation de maïs fourrager était de 17,4Mt MS. Cependant, le chiffre, qui provient de la Statistique Agricole Annuelle, ne tient pas compte des pertes subies lors du stockage et de la distribution.

Tableau 15 : Comparaison des résultats obtenus avec d'autres références scientifiques. En Mt MS. EFESE/ Autosysel (IDELE), Modèle ALLIX (Agreste), Bilans d'approvisionnement (Agreste), Dronne Y. (2018)

en Mt MS (année étudiée)	FMP (2015)	EFESE (2010)	ALLIX (2010)	Appro (2015)	Dronne (2010)
Fourr. pâturés	30,5 à 33,7	30,4	47,7	51,3	54,5
Fourr. conservés	21,8 à 24	20,7			
Ensilage maïs	14,9	16,8	16,2	17,4	17,5
Autres fourr.	1,7 à 2,2		2,7	2,5	
TOTAL	70 à 72,5		66,7	71,2	72

Les bovins sont les plus grands consommateurs de fourrages sur le territoire français (Figure 20). Tous bovins confondus (BV, BM, BL), ce sont entre 63 et 64,6Mt MS de fourrages qui sont consommées (pâturage inclus), soit environ 89% des consommations de fourrages. Les équins (Figure 19) consomment 2,1 à 3,9Mt MS de fourrages conservés (5% des consommations). Le détail sur les équins ne sera pas présenté par la suite par manque de fiabilité sur le détail de la ration, lié au manque de données disponibles sur le sujet.

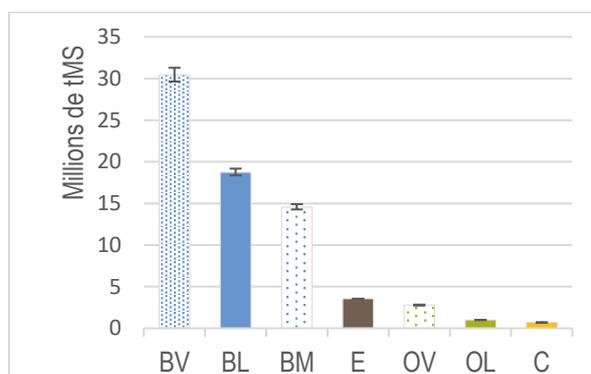


Figure 19 : Consommation des fourrages par les différents cheptels français, Mt MS, 2015, données réconciliées.

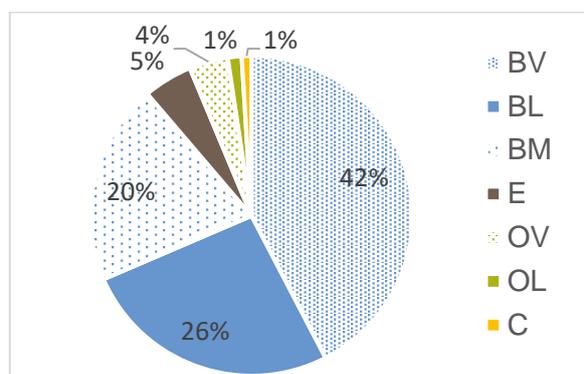


Figure 20 : Répartition de la consommation de fourrages entre les différents cheptels français, 2015, données réconciliées.

ZOOM SUR LES BOVINS LAITIERS

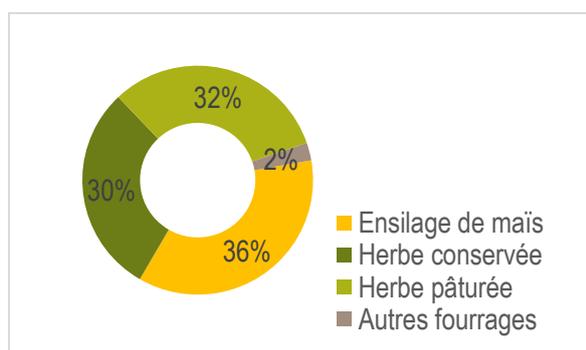


Figure 21 : Répartition des fourrages dans la ration fourragère des bovins laitiers, pourcentage, 2015, données réconciliées.

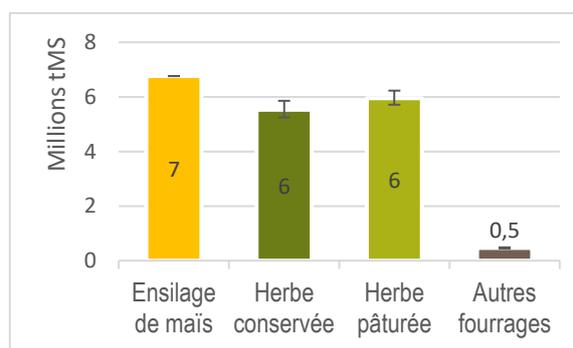


Figure 22 : Fourrages dans la ration des bovins laitiers, Mt de MS, 2015, données réconciliées.

Les bovins laitiers consomment entre 18,3 et 19,2Mt MS de fourrages. L'ensilage de maïs domine la ration fourragère (Figure 27) avec 6,7Mt MS (36%). L'herbe pâturée est la seconde ressource la plus importante (32%) avec 5,7 à 6,2Mt MS (Figure 28). Enfin l'herbe conservée

(30%) représente 5,2 à 5,9Mt MS. L'herbe conservée peut être du foin, de l'enrubannage ou de l'ensilage d'herbe. Les autres fourrages représentent environ 0,5 Mt MS.

ZOOM SUR LES BOVINS MIXTES

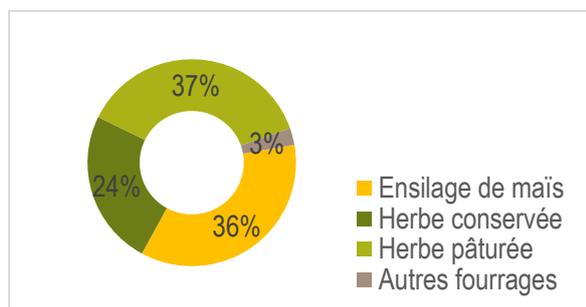


Figure 23 : Répartition des fourrages dans la ration fourragère des bovins mixtes pourcentage, 2015, données réconciliées.

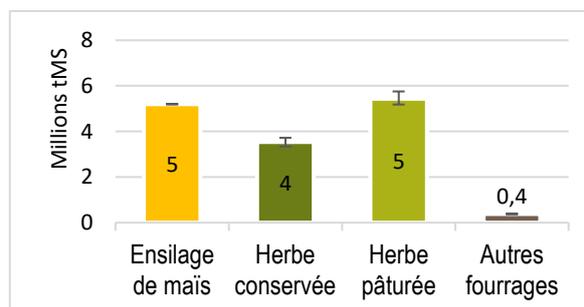


Figure 24 : Fourrages dans la ration des bovins mixtes, Mt de MS, 2015, données réconciliées

Les bovins mixtes consomment entre 14,3 et 14,9 t MS de fourrages. L'ensilage de maïs (5,2Mt MS) et l'herbe pâturée (5,2 à 5,8Mt MS) dominent la ration à parts presque égales, respectivement 37% et 36% (Figure 29). Enfin l'herbe conservée (24%) représente 3,3 à 3,7Mt MS. Les autres fourrages représentent moins de 0,5Mt MS (Figure 30).

Comparaisons des résultats : Les résultats provenant du travail de l'IDELE sur le projet EFESE (sur l'année 2010) évaluent à 10,9 Mt MS l'herbe pâturée par les bovins laitiers et mixtes (équivalent ou légèrement inférieur aux résultats issus de la réconciliations), 9,1 Mt MS l'herbe conservée (équivalent) et 13,8 Mt MS le maïs ensilé (+2Mt). Les résultats de la réconciliation sont donc cohérents avec les travaux menés par l'IDELE, d'autant plus que l'IDELE considère que ses données sur l'utilisation du maïs ensilage par les ruminants sont un peu surestimées par rapport aux pratiques actuelles. L'ensemble des fourrages consommés par les bovins lait et mixtes était de donc de 33,8 Mt MS (équivalent).

ZOOM SUR LES BOVINS A VIANDE

Les bovins à viande consomment entre 29,6 et 31,3 Mt MS de fourrages. L'herbe pâturée domine la ration (54%) avec 15,7 à 17,3 Mt MS (Figure 32). L'herbe conservée est la seconde ressource la plus importante (35%) avec 10 à 11Mt MS (Figure 31). L'ensilage de maïs n'est utilisé qu'à hauteur de 2,6 Mt MS (9%) et les autres fourrages entre 0,7 et 0,8 Mt MS (2%).

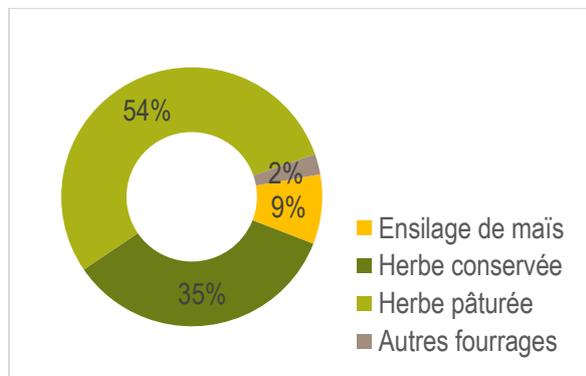


Figure 25 : Répartition des fourrages dans la ration fourragère des bovins à viande pourcentage, 2015, données réconciliées.

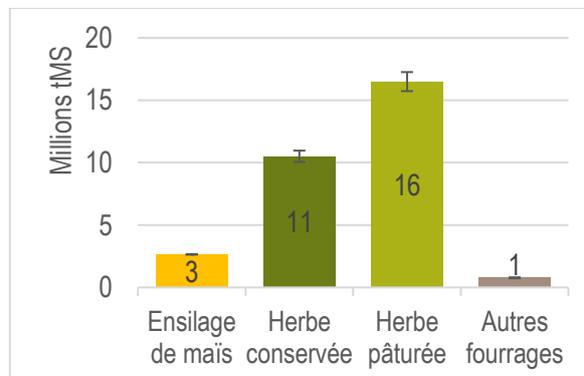


Figure 26 : Fourrages dans la ration des bovins à viande, Mt de MS, 2015, données réconciliées.

Comparaisons des résultats : Selon EFESE (année 2010), le total des fourrages consommés par les bovins à viande était de 27,0 Mt MS. La quantité totale de fourrages consommés par les bovins à viande telle qu'estimée par la réconciliation des données du projet FMP est donc légèrement plus élevée que dans le cadre du projet EFESE. Cette différence est portée par l'herbe conservée. Le projet EFESE estimait pour l'année 2010 une consommation d'herbe pâture de 16 Mt MS par les bovins à viande, de 9,1 Mt MS pour l'herbe conservée et de 2,8 Mt MS pour le maïs ensilé.

Pour rappel, on considère le cheptel bovin a été stable sur la période 2010 à 2015 (-150 000 têtes, tous bovins confondus).

Tous bovins confondus - Comparaisons des résultats : Les résultats issus du modèle Allix peuvent être scindés entre bovins lait et autres bovins, cependant les clefs de répartition entre ces catégories étant différentes de celles utilisées dans le cadre du projet FMP, les résultats d'Allix sont présentés pour l'ensemble des bovins. Dans Allix, les bovins ont consommé 60 Mt MS fourragère (inférieur de 2 à 5 Mt par rapport aux résultats issus de la réconciliation), dont 16,7 pour les vaches laitières et 43,3 pour le reste des bovins (à viande et mixtes). La consommation de maïs fourrage par l'ensemble des bovins dans Allix est estimée à 16 Mt MS (+2Mt), dont 12,6 Mt MS (+0,5Mt) pour les bovins laitiers. Cependant le modèle Allix semble compter dans les vaches laitières, la fraction des vaches laitières comprise dans les bovins mixtes. L'herbe pâturée et conservée pour l'ensemble des bovins du modèle Allix est évaluée à 41,6 Mt MS (-3 à -8Mt).

ZOOM SUR LES OVINS LAITIERS

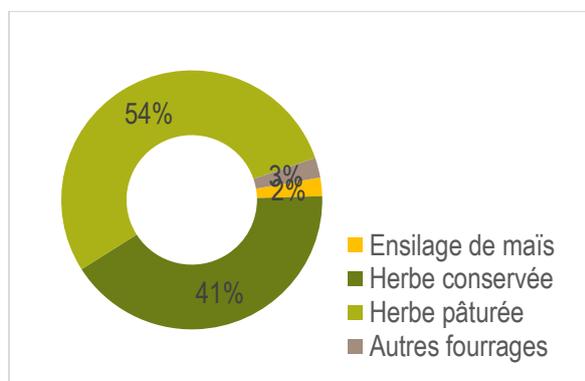


Figure 27 : Répartition des fourrages dans la ration fourragère des ovins laitiers pourcentage, 2015, données réconciliées.

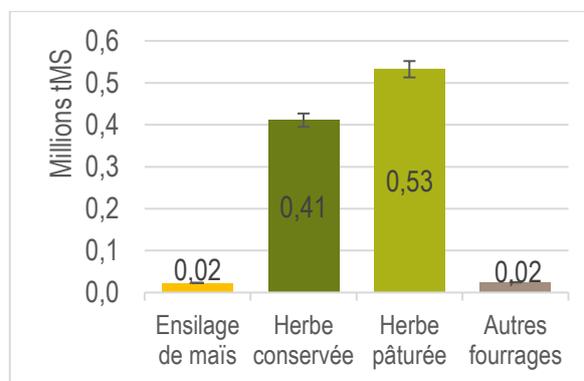


Figure 28 : Fourrages dans la ration des ovins laitiers, Mt de MS, 2015, données réconciliées

Les ovins laitiers consomment entre 0,97 et 1,1 Mt MS de fourrages. L'herbe domine la ration (Figure 33). L'herbe pâturée représente 0,5 à 0,55 Mt MS (Figure 34), soit 54% des fourrages et l'herbe conservée fournit 0,4 à 0,43 Mt de MS, soit 41% de la ration fourragère. Les autres fourrages et le maïs ensilé représentent à eux deux moins de 0,05 Mt MS.

ZOOM SUR LES OVINS A VIANDE

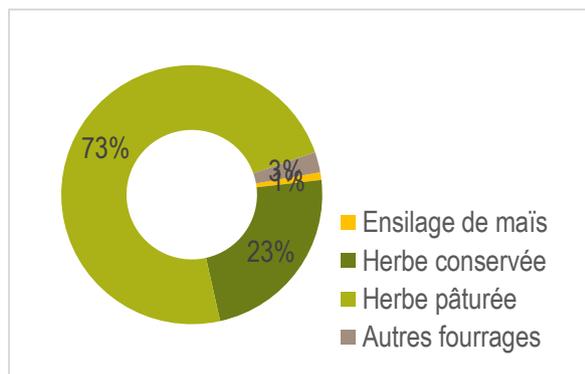


Figure 29 : Répartition des fourrages dans la ration fourragère des ovins à viande à pourcentage, 2015, données réconciliées.

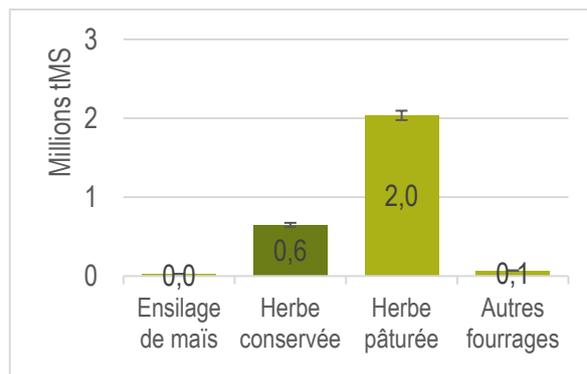


Figure 30 : Fourrages dans la ration des ovins à viande, Mt de MS, 2015, données réconciliées

Les ovins à viande consomment entre 2,7 et 2,8 Mt MS de fourrages. La majorité (73%) de ces fourrages est constituée d'herbe pâturée, soit 1,9 à 2,1 Mt de MS (Figure 36). On retrouve également 23% d'herbe conservée (Figure 35), soit 0,6 à 0,7 Mt de MS. Les autres fourrages et l'ensilage de maïs représentent un peu moins de 0,1 Mt MS.

ZOOM SUR LES CAPRINS

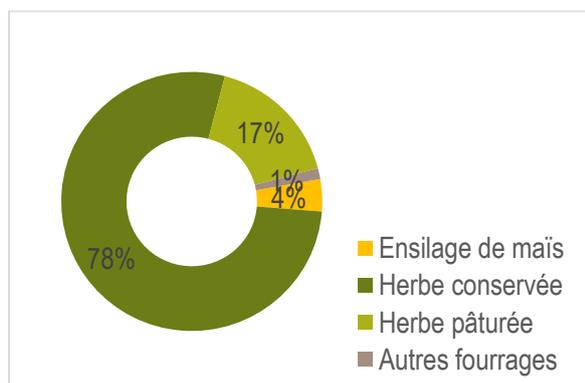


Figure 31 : Répartition des fourrages dans la ration fourragère des caprins pourcentage, 2015, données réconciliées.

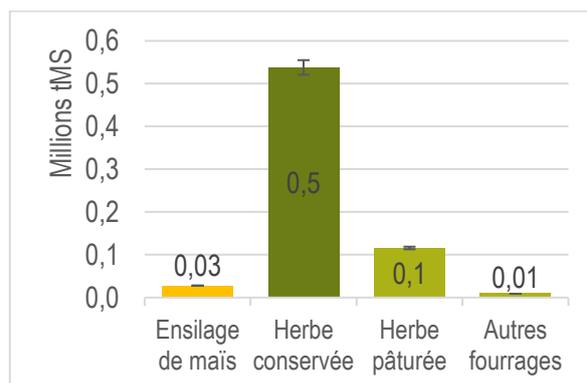


Figure 32 : Fourrages dans la ration des caprins, Mt de MS, 2015, données réconciliées

Les caprins consomment entre 0,68 et 0,7 Mt MS. La ration est composée à 78% d'herbe conservée (Figure 37), soit entre 0,52 et 0,55 Mt MS (Figure 38) et à 17% d'herbe pâturée, soit 0,1 Mt MS. L'affouragement en vert, dont la luzerne, est comptabilisé dans la catégorie « herbe pâturée ». L'ensilage de maïs et les autres fourrages concernent 5% de la ration, soit moins de 0,05 Mt MS.

Ovins et caprins - Comparaisons des résultats : Les travaux conduits par l'IDELE dans le cadre du projet EFESÉ évaluent à 3Mt MS l'herbe pâturée consommée par l'ensemble des ovins et des caprins en 2010, à 1,2Mt Ms l'herbe conservée et le maïs ensilé à moins de 200 000t MS. Au total les ovins et caprins consomment alors 5,1Mt MS (0,5Mt de plus que les résultats issus de la réconciliation des flux pour 2015). La différence de 10% environ s'explique par une baisse du même ordre du cheptel ovin entre 2010 et 2015.

Les travaux conduits par Agreste avec le modèle Allix estime la consommation de fourrages pour la catégorie « ovins, caprins et lapins ». Cette consommation totale est estimée à 6,7Mt

MS (+2 Mt). L'écart entre ces deux valeurs est relativement important, il semblerait que le modèle Allix ait surestimé cette utilisation.

3.2 Résultats sur les MP de type concentré

Attention, si le total des grandes catégories des matières premières (céréales, tourteaux) fait consensus, la répartition plus détaillée par matière première (blé tendre, maïs, orge, triticale, tourteau de soja, ...) dans chaque filière animale porte à discussions en raison des substitutions possibles entre ces matières dans la formulation des rations.

Cette partie présente les résultats issus de la méthode de réconciliation sous contraintes des données. Les résultats sont exprimés en tonnes de matières sèches à 85% (MS85). Cette unité a été choisie afin de pouvoir comparer les résultats et s'affranchir des variations de taux d'humidité entre matières premières concentrées (coproduits principalement). Ce taux de matière sèche (85%) correspond à celui des grains de céréales. Les résultats obtenus sont comparés à ceux d'autres études récentes (encadrés bleutés).

3.2.1 Cheptel de rente français

Selon les résultats issus de la réconciliation sous contraintes des flux, le cheptel français consomme entre 34 et 34,1Mt MS85 de MP de type concentrés (Figure 33). La majorité de ces MP (62%), soit entre 21 et 21,1Mt MS85, sont incorporées dans les aliments composés issus des industries de fabrication d'aliment pour le bétail (FAB). Les MP intra-consommées (IC), c'est-à-dire à la fois produites et consommées à la ferme par les animaux d'élevage représentent de 7,9 à 8Mt MS85 (23% du total). Ce sont principalement des céréales sous forme de grains. On y retrouve également des protéagineux. Les MP en « direct élevage » (DE) représentent de 4,9 à 5Mt MS85, soit 15% des consommations de concentrés. Ce sont autant des grains que des coproduits. Les tourteaux sont classés dans la catégorie des coproduits.

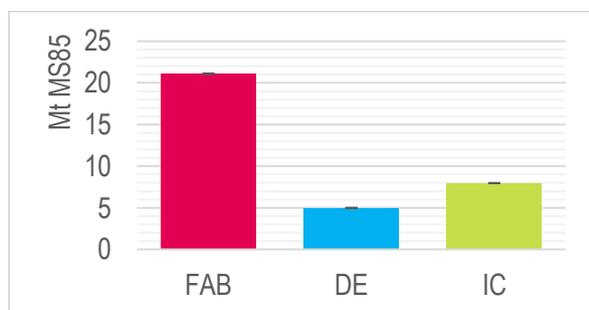


Figure 33 : Voies de consommation des MP concentrées en alimentation animale. Total entre 34 et 34,1Mt MS85. France, 2015, données réconciliées

Plus de la moitié des MP utilisées (56%) sont des céréales, soit 18,9 à 19 Mt MS85 (Figure 34). La céréale la plus utilisée (Figure 41) est le blé tendre avec 7,7 à 7,8Mt MS85., suivi de près par le maïs entre 6,8 et 6,9Mt MS85. Les graines d'oléoprotéagineux représentent entre 0,65 et 0,75Mt MS85 (Figure 40), soit 2% des MP de type concentrés. Ils se

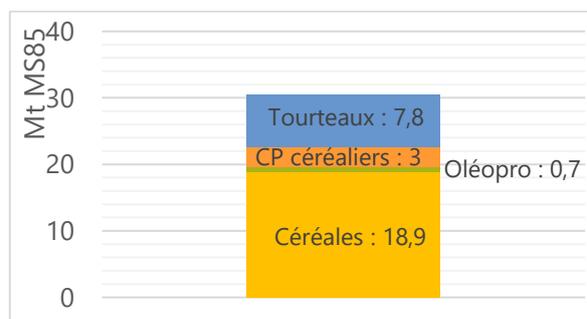


Figure 34 : Coproduits et céréales en utilisés en alimentation animale. Total = 34Mt MS85. France, 2015, données réconciliées

composent de 0,2 à 0,3Mt MS85 de protéagineux (pois et fèves) et de 0,4 à 0,5Mt MS85 d'autres graines (colza, soja, tournesol, lin et lupin).

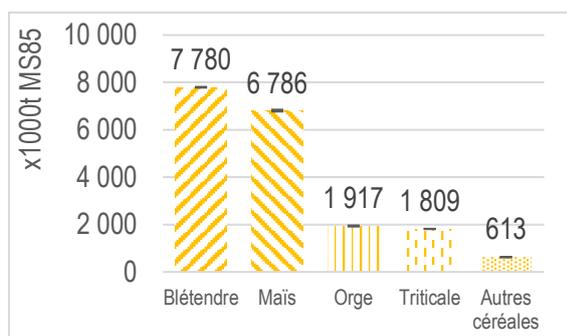


Figure 41 : Répartitions des céréales en alimentation animale, France, 2015, données réconciliées

Comparaisons des résultats : Les travaux d'Yves Dronne (2018) estiment à 32,7Mt brutes l'utilisation totale de concentrés par les animaux de rente pour l'année 2010 : 20,9Mt via la FAB (soit 64% des MP concentrées) et 11,9 Mt via le direct élevage et les intra-consommations (36%). L'ordre de grandeur est similaire avec des résultats obtenus via la réconciliation des données.

En 2010, le modèle Allix comptabilisait 20,5Mt MS85 de grains de céréales, 0,55Mt MS85 de graines d'oléagineux et 0,6Mt MS85 de protéagineux. Le résultat de la réconciliation des données comptabilise un peu moins de céréales (-1,5Mt MS85) et de protéagineux que le modèle ALLIX. Pour les protéagineux, la baisse significative de plus de 0,3Mt MS85 est structurelle. En effet entre la campagne 2010 et la campagne 2011, le débouché alimentation animale pour la féverole et le pois a subi cette même variation (TerresUnivia, 2015). Le débouché est, depuis la campagne 2011, resté stable.

Les animaux d'élevage consomment entre 13,7 et 14Mt MS85 de coproduits. Les tourteaux représentent la seconde ressource de MP après les céréales avec 23% des utilisations, soit 7,8 à 7,9Mt MS85. Celui de soja (3,8Mt MS85) est le plus utilisé pour son fort taux de protéine (Figure).

Les coproduits de céréales occupent la troisième place du podium avec 9% des utilisations, soit de 3 à 3,3 Mt MS85.

Les deux autres coproduits importants sont les pulpes de betterave qui sont utilisées à hauteur de 0,9 à 1Mt MS85 (3% des utilisations) et la luzerne déshydratée qui est utilisée à hauteur de 0,56Mt MS85 (2% des utilisations).

Les autres MP représentent 3% des MP de type concentrés et les aliments minéraux et vitaminiques (AMV) 2%.

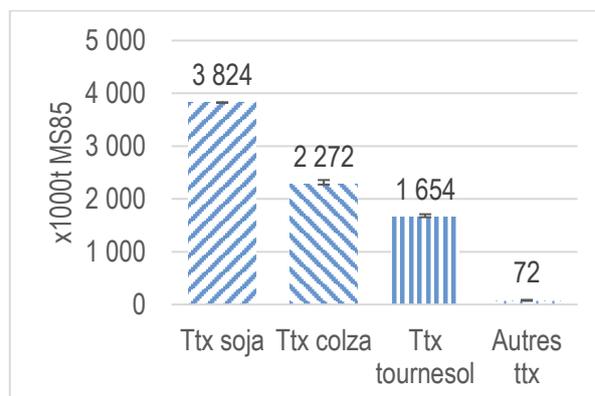


Figure 42 : Volumes de tourteaux utilisés en alimentation animale, France, 2015, données réconciliées

Tableau 16 : Comparaison des résultats obtenus avec le projet ALLIX.

En Mt MS85 (année référence)	FMP (2015)	ALLIX (2010)
Ttx soja	3,8	4,3
Ttx colza	2,2 à 2,4	2,5
Ttx tournesol	1,7	0,9
Autres ttx	0,1	0,3
TOTAL	7,8 à 7,9	8

Comparaisons des résultats : La quantité totale de tourteaux utilisées en alimentation animale est similaire entre les résultats du projet ALLIX et ceux du projet FMP. La répartition par type de tourteaux est toutefois différente. La consommation de tourteau de soja déterminée par réconciliation des flux est inférieure de 0,5Mt MS85 à l'estimation du modèle ALLIX. Cela est cohérent avec le recul des utilisations de soja dans l'alimentation animale observé depuis plusieurs années. Ces tourteaux sont remplacés par des tourteaux issus d'autres graines oléagineuses, notamment le tourteau de tournesol ont augmenté de 0,2Mt MS85.

Tandis que 55% des céréales, 71% des coproduits céréaliers et 83% des tourteaux trouvent leur débouché en FAB (Figure 43), ces trois MP représentent respectivement 49%, 10% et 31% des MP qui y sont utilisées (Figure 44).

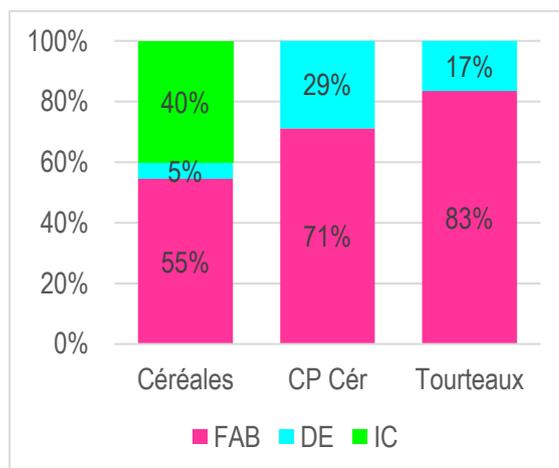


Figure 43 : Voie d'utilisation des céréales, coproduits de céréales et des tourteaux en alimentation animale, France, 2015, données réconciliées

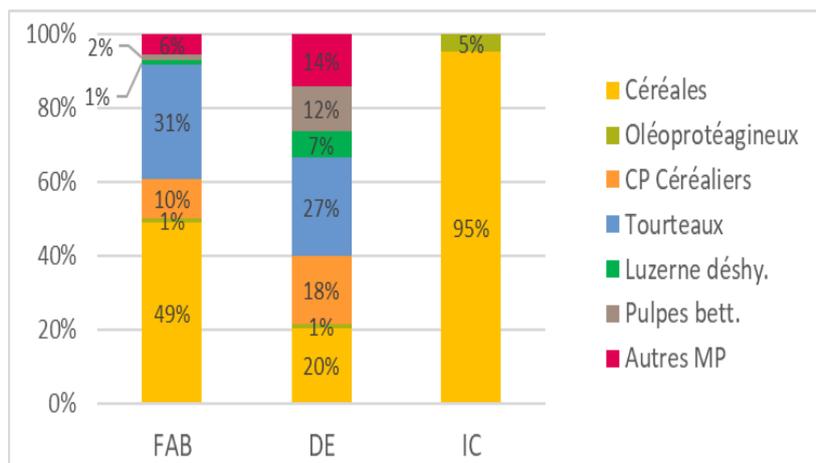


Figure 35 : Segmentation des MP concentrées utilisées en FAB, DE et IC, France, 2015, données réconciliées

Comparaisons des résultats : Les travaux conduits par Yves Dronne estiment que 48% des céréales sont utilisés en FAB (-7pts par rapport aux résultats réconciliés), ainsi que 85% (+2 pts) des tourteaux et presque 100% (+30 pts) des coproduits céréaliers.

Dans le modèle ALLIX, sur l'année 2010, 2,7Mt **brutes** de coproduits céréaliers sont utilisés par le cheptel français dont 2,1Mt brute (78%) en FAB et 0,6 Mt brute (22%) en DE. En DE, les deux principaux consommateurs de cette catégorie de MP sont les bovins hors vaches laitières et les porcins pour chacun 0,25 Mt brute.

Le résultat obtenu dans le projet FMP pour l'utilisation de coproduits céréaliers en DE est discutable. La quantité de coproduits céréaliers est significativement plus élevée que ce que le projet ALLIX estimait en 2010 (environ +0,3Mt). De plus les cheptel consommateurs ne sont pas les mêmes. Tandis que les bovins laitiers (y.c. bovins mixtes) consommeraient la grande majorité de cette catégorie de matière première (entre 0,4 et 0,8Mt MS85), les porcins en consommeraient seulement entre 0,06 et 0,08Mt MS85. Les données d'entrée utilisées pour le projet FMP ne détaillent pas la catégorie « coproduits céréaliers » dans la ration des bovins. L'information disponible en entrée du modèle se base sur le volume de « divers aliments et coproduits » qui est d'environ 1,5Mt MS85 pour les bovins laitiers et 0,8Mt MS85 pour les bovins à viande. Le modèle a donc la liberté de choisir ce qu'il met dans cette catégorie. Les données de ration sur les porcs en entrée du modèle sont, à l'inverse, bien détaillées.

Les bovins laitiers (y.c. bovins mixtes) sont les premiers consommateurs de MP de type concentrés avec un quart des utilisations, soit entre 8,4 et 8,5Mt MS85 (Figure 45). Les volailles de chair sont les secondes consommatrices (16Mt MS85 de MP, soit 18%) et les porcs engraissement les troisièmes (entre 5,4 et 5,5 Mt MS85, soit 16%).

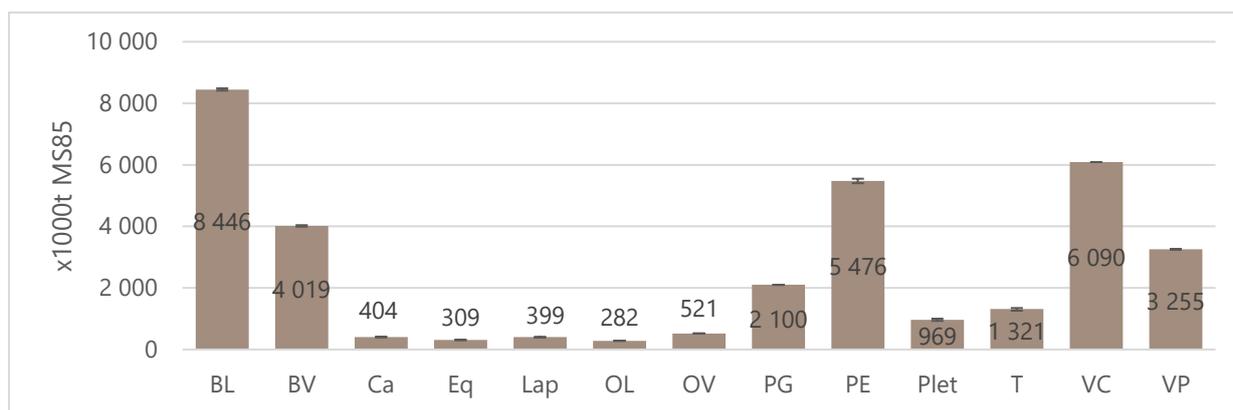


Figure 45 : Consommation de MP par les différentes filières animales, France, 2015, données réconciliées. BL = bovins laitiers et mixtes, BV = bovins à viande, Ca = Caprins, Eq = Equins, Lap = Lapins, OL = ovins laitiers, OV = ovins à viande, PG = palmipèdes gras, PE = Porcs à l'engraissement, Plet = porcelets, T = Truies, VP = volailles de ponte, VC = volailles de chair

La Figure montre la répartition des catégories de MP entre les différentes filières animales. Chaque filière sera détaillée par la suite.

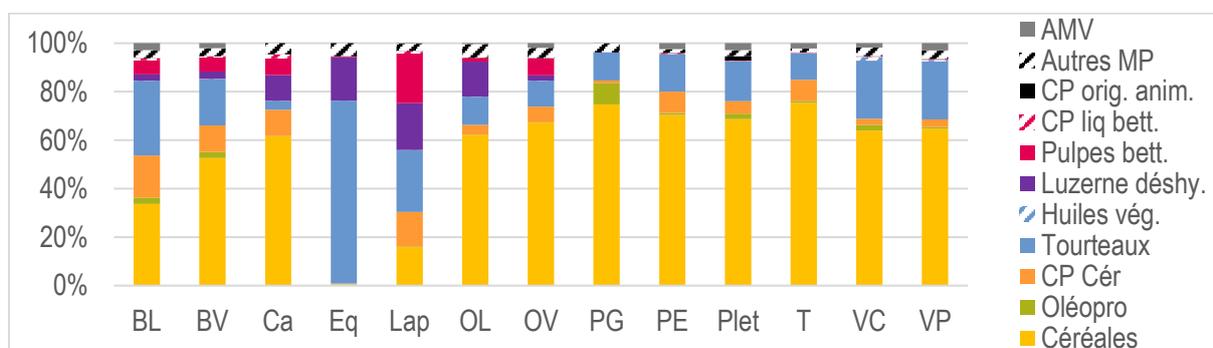


Figure 46 : Détail des MP concentrées utilisées par filière animale, France, 2015, données réconciliées. BL = bovins laitiers et mixtes, BV = bovins à viande, Ca = Caprins, Eq = Equins, Lap = Lapins, OL = ovins laitiers, OV = ovins à viande, PG = palmipèdes gras, PE = Porcs à l'engraissement, Plet = porcelets, T = Truies, VP = volailles de ponte, VC = volailles de chair

En l'absence de références, et donc de données d'entrée, sur la composition des rations équinnes, la réconciliation des données a pu se servir de la filière équine comme variable d'ajustement. Les résultats issus de la réconciliation des données semblent ainsi fortement biaisés pour cette filière et ne sont pas considérés comme exploitables.

3.2.2 Résultats filières bovines

Les bovins laitiers et mixtes (Figure 47), qui comptabilisent l'ensemble des UGB présents sur les exploitations laitières françaises, ont consommé entre 8,4 et 8,5Mt MS85 de MP de type concentré en 2015 selon les résultats issus de la réconciliation des données. Les aliments FAB représentent 44% de ces MP, soit 3,7Mt MS85. Les MP achetées en DE représentent 42% de la ration, soit 2,6 à 2,7Mt MS85 et celles intra-consommées 24%, soit 1,9 à 2Mt MS85.

Les bovins à viande (Figure 48) ont consommé 4Mt MS85 de MP de type concentré en 2015 selon les résultats issus de la réconciliation des données. Les aliments FAB représentent 42% de ces MP, soit 1,7Mt MS85 de MP. Les IC sont la deuxième ressource en MP de type concentré. 40% des MP utilisées dans les exploitations spécialisées en production de bovins à viande sont intra consommées (1,6 à 1,7Mt). Enfin, les MP en DE s'évalue à 18% du total, soit 0,7 à 0,8Mt MS85.

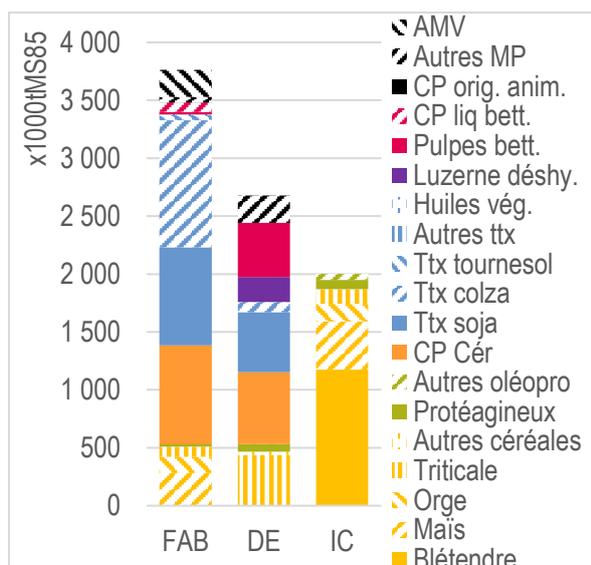


Figure 47 : Détail des MP de la ration concentrée des **bovins laitiers et mixtes** selon les voies d'utilisation, France, 2015, données réconciliées.

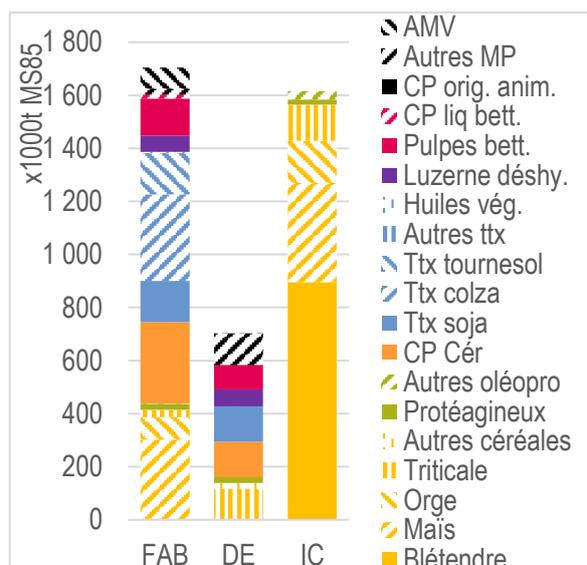


Figure 48 : Détail des MP de la ration concentrée des **bovins à viande** selon les voies d'utilisation, France, 2015, données réconciliées.

Tableau 17 : Comparaison des résultats en FAB avec les statistiques SNIA/ Coop de France Nutrition Animale.

En Mt MS85 (année étudiée)	FMP (2015)			SNIA/CdF NA (2015)		
	BL	BV	Bovins	BL	BV	Bovins
Aliments				3,2	1,2	4,4
Mash				0,6	0,5	1,1
Total	3,7	1,7	5,4	3,8	1,7	5,5

Tableau 18 : Comparaison du détail des MP concentrées consommées par les bovins (à viande et laitiers à la fois).

En Mt MS85 (année étudiée)	FMP (2015)		ALLIX (2010)	
	FAB	Hors-FAB	FAB	Hors-FAB
Céréales	0,9 à 1	3,9 à 4,1	0,8	5,7
Oléagineux	0	0,1 à 0,15	0,0	0,0
Protéagineux	0,01 à 0,1	0,1 à 0,2	0,0	0,1
CP céréaliers	1 à 1,4	0,7 à 0,9	1,5	0,3
Tourteaux	2,6 à 2,7	0,6 à 0,9	2,4	1,5
Autres coproduits	0,5 à 1	1,1 à 1,5	0,3	1,4
TOTAL	5,4	6,8 à 7,1	4,9	8,5

Comparaisons des résultats : Les résultats obtenus par réconciliation des données (projet FMP) sont très proches des statistiques du SNIA-Coop de France pour le total de MP utilisées (Tableau 17). Une interrogation sur la catégorie mash qui est détaillé dans les statistiques du SNIA-Coop de France demeure cependant. Du fait de la grande diversité des MP utilisées pour la fabrication de mash et de la variabilité des recettes d'un fabricant à un autre, nous ne disposons d'aucune information sur la composition du mash. Le mash n'a donc pas pu être isolé des autres aliments composés. Cela peut entraîner un biais dans les résultats totaux des consommations des bovins. Les résultats obtenus sur les protéagineux font également l'objet de discussion.

Il n'est pas possible de comparer les résultats au modèle ALLIX par type de filière bovine. En effet la segmentation au sein des bovins est différente de la nôtre. Le modèle du SSP sépare les vaches laitières du reste des autres bovins. La comparaison entre les deux modèles ne sera possible que pour l'ensemble des bovins (Tableau 18).

Globalement la composition des utilisations par les FAB dans le modèle FMP et dans le modèle ALLIX est similaire. Des différences plus fortes s'observent cependant sur les MP hors-FAB (DE + IC). Il semble qu'entre 2010 et 2015 la diminution des mises en œuvre de céréales et de tourteaux hors-FAB ait été en partie compensée par une augmentation des mises en œuvre de coproduits céréaliers.

3.2.3 Filières ovine et caprine

Les ovins lait (Figure 49) ont consommé entre 0,3Mt MS85 de MP de type concentré en 2015 selon les résultats issus de la réconciliation des données. Les aliments FAB représentent 48% de ces MP, soit 1,1 à 1,2Mt MS85. Les MP en DE représentent 15% des utilisations, soit moins de 0,05Mt MS85 et celles intra-consommées 37%, soit un petit peu plus que 0,1Mt MS85.

Les ovins à viande (Figure 50) ont consommé 0,5Mt MS85 de MP de type concentré en 2015. Les aliments FAB représentent 59% de ces MP, soit 0,3Mt MS85 de MP. Les IC sont la deuxième ressource en MP de type concentré. L'IC comptabilise 0,2 Mt de céréales et d'oléoprotéagineux, soit 35% des MP. La part du DE est faible avec 6% des MP, soit moins de 0,05Mt MS85

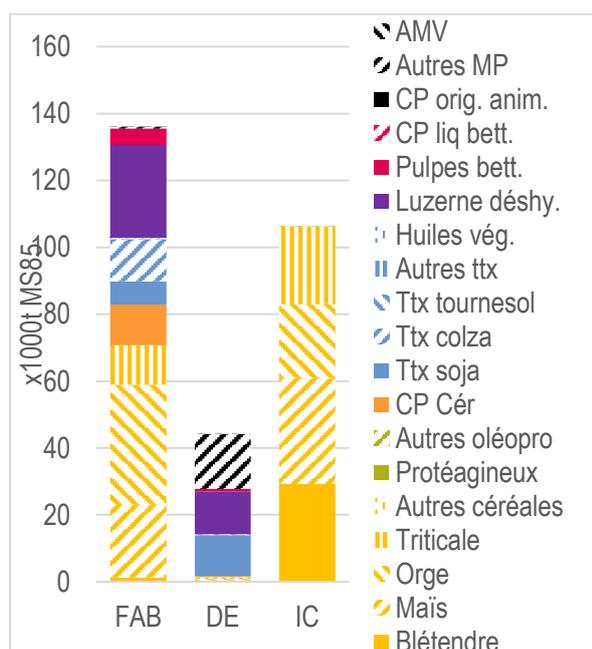


Figure 49 : Détail des MP de la ration concentrée des **ovins laitiers** selon qu'elles proviennent des FAB, du direct élevage ou de l'intra-consommation, France, 2015, données réconciliées.

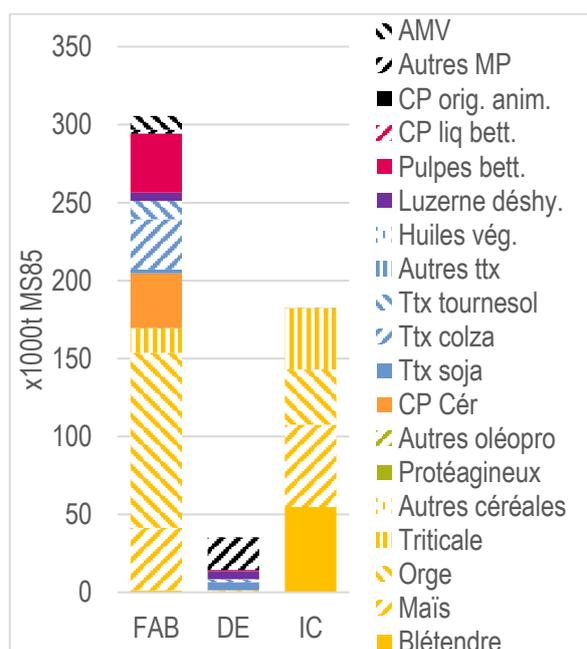


Figure 50 : Détail des MP de la ration concentrée des **ovins à viande** selon qu'elles proviennent des FAB, du direct élevage ou de l'intra-consommation, France, 2015, données réconciliées.

Les caprins (Figure 50), consomment entre 0,4Mt MS85 de MP de type concentré. Les aliments FAB représentent la moitié de ces MP, soit 0,2Mt MS85. Les MP en DE et en IC représentent toutes deux un quart de la ration, soit environ 0,1Mt MS85.

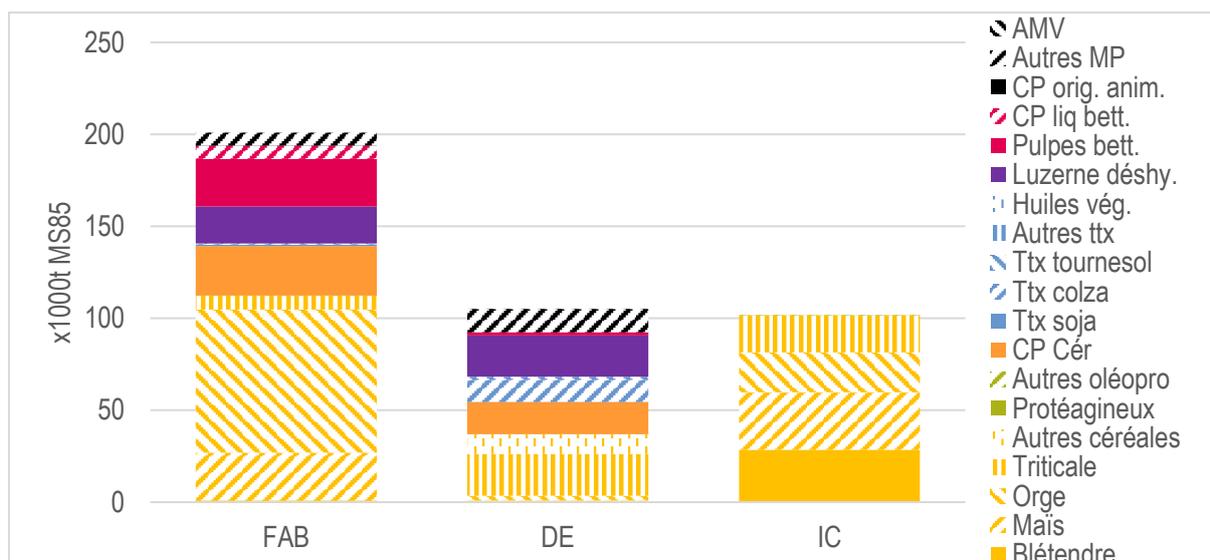


Figure 50 : Détail des MP de la ration concentrée des **caprins** selon qu'elles proviennent des FAB, du direct élevage ou de l'intra-consommation, France, 2015, données réconciliées.

Tableau 19 : Comparaison du détail des MP concentrées consommées par les ovins (viande et lait à la fois) et les caprins.

Ovins & Caprins	FMP (2015)		ALLIX (2010)	
	FAB	Hors-FAB	FAB	Hors-FAB
Céréales	0,3 à 0,4	0,4 à 0,5	0,6	0,7
Oléagineux	0	0,02	0,0	0,0
Protéagineux	0,01	0,01	0,0	0,0
CP céréaliers	0,1	0,01	0,2	0,0
Tourteaux soja	0,01	0,03	0,0	0,0
Tourteaux autres	0,07	0,1	0,1	0,0
Autres coproduits	0,5 à 1	0,1 à 0,2	0,4	0,2
TOTAL	0,6	0,5 à 0,6	1,3	1,0

Comparaisons des résultats : La plupart des sources de données disponibles regroupent les ovins et les caprins ensemble. Il est donc difficile de faire une comparaison segmentée de ces résultats. Tandis que le volume total de MP consommé par les ovins et caprins est évalué entre 1,1 et 1,3Mt MS85 par la réconciliation des flux (FMP), ce même volume est évalué à 2,3Mt MS85 par le modèle ALLIX. Cet écart peu en partie être expliqué par la décroissance des cheptels ovins et caprins entre 2010 et 2015.

Si on compare les proportions de ces MP concentrées, les mises en œuvre des « autres coproduits » est inférieur de 7 points au profil des céréales (+5 points) et des tourteaux (+2 points). Les autres mises en œuvre sont similaires.

3.2.4 Filière équine

Les équins ont consommé en 2015 0,3Mt MS85 de MP de type concentré en 2015 selon les résultats issus de la réconciliation des données. Les aliments composés issus de l'industrie prédominent avec 0,25Mt MS85. Les MP hors-FAB sont estimées à 0,05Mt MS85. Faute d'hypothèse solide en entrée du modèle sur la composition des aliments concentrés pour chevaux, le modèle s'est servi cette ration comme variable d'ajustement. Dans ce contexte, le détail des utilisations des matières premières des équins est entaché d'un biais et ne peut faire l'objet d'analyse propre.

3.2.5 Filière cunicole

La filière cunicole (Figure 51) a consommé 0,4Mt MS85 de MP de type concentré en 2015 selon les résultats issus de la réconciliation des données. Plus de 90% de cette alimentation est composée d'aliments complets issus de commerce. Les 10% restants sont des céréales et protéagineux intra-consommés. Les résultats du modèle FMP estiment à 16% de la ration les céréales consommés, 25% les tourteaux et 14% les coproduits de céréales. La luzerne déshydratée (19%) et les pulpes de betterave (20%) ont une place de choix dans leur ration.

Le tourteau utilisé est presque exclusivement du tourteau de tournesol « LowPro ». On pourrait retrouver de manière marginale du colza ou du « HighPro » également.

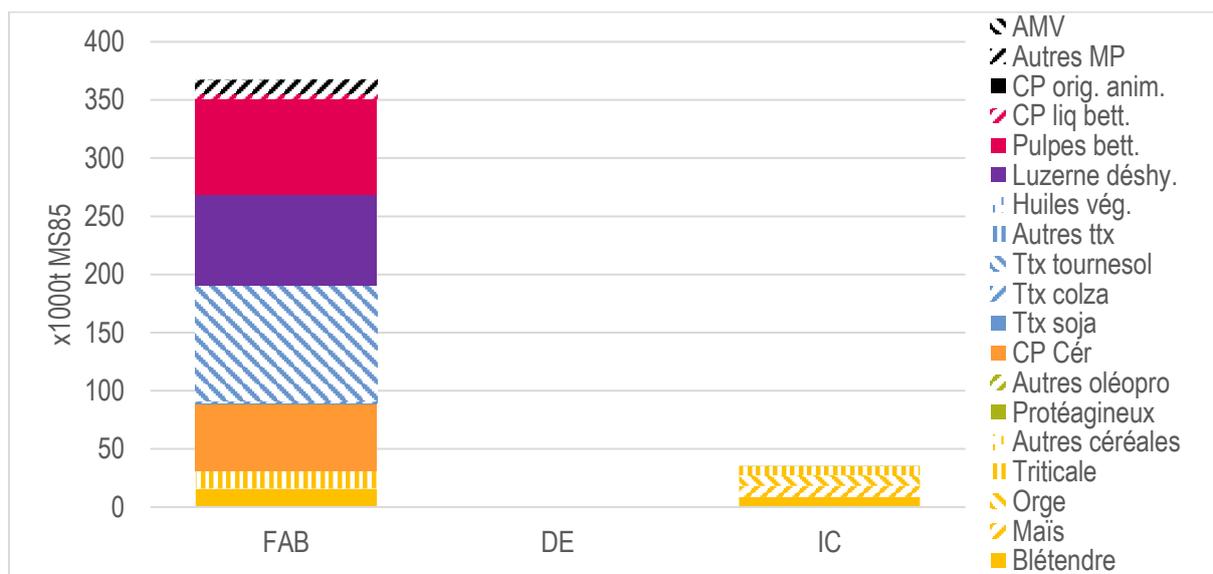


Figure 51 : Détail des MP de la ration des **lapins** selon qu'elles proviennent des FAB, du direct élevage ou de l'intra-consommation. France, 2015, données réconciliées.

Comparaisons des résultats : Les résultats du modèle FMP pour la filière cunicole ne présentent pas de résultats surprenants. Les deux sources de données utilisés (Céréopa et ITAVI) s'accordent sur les utilisations des céréales et de tourteaux. Ces deux sources de données ne s'accordent pas sur la mise en œuvre des différentes céréales au sein de la catégorie et sur la consommation de pulpes de betterave. L'utilisation de triticale est surprenante, mais il semble que ce soit lié à une erreur dans les données entrées (inversion entre orge et triticale). Cependant au vu des ordres de grandeur, cela n'a pas entraîné de biais majeur pour les autres filières.

3.2.6 Filière porcine

La filière porcine a consommé 23% des MP utilisées par l'alimentation animale en 2015, soit de 7,7 à 7,8Mt MS85 selon les résultats issus de la réconciliation des données. Le secteur de la FAB (aliments complets ou complémentaires) domine avec 5,2 Mt MS85. À cela s'ajoute 2,6 Mt MS85 de MP utilisées en hors-FAB.

La consommation de tourteau de soja par les porcs s'établit entre 0,2 et 0,25Mt MS85, dont 50 à 70 000t garanties sans-OGM. L'essentiel du tourteau de soja est mis en œuvre dans les FAB. Les céréales composent 71% des utilisations, les tourteaux 15% et les coproduits céréaliers 8% et 1% d'oléoprotéagineux.

Comparaison des résultats : Le modèle ALLIX recensait en 2010 une mise en œuvre de MP dans la filière porcine supérieure de 2Mt MS85 aux résultats obtenus avec la réconciliation des données (FMP). Cet écart peut se justifier par la diminution du nombre de porcs entre 2010 et 2015 (selon SAA) et par l'amélioration des performances techniques (diminution de l'indice de consommation par tête).

Les résultats du modèle ALLIX met en œuvre un peu moins de céréales (-3pts) mais davantage d'oléagineux (+2pts). Les mises en œuvre de protéagineux et de coproduits céréaliers et de tourteaux sont similaires. Dans le détail des tourteaux utilisés, les mises en œuvre de tourteau de soja sont inférieures (-7pts) au profil des autres tourteaux : colza (+2pts), tournesol (+5pts). Ce paraît cohérent avec l'évolution des pratiques entre 2010 et 2015.

Porcs engraissement

Les porcs à l'engraissement ont consommé entre 5,4 et 5,5Mt MS85 de MP en 2015. L'aliment FAB se répartit entre 2,5 à 2,6Mt MP pour l'aliment complet et 0,7Mt MS85 pour l'aliment complémentaire. Les MP en direct élevage se situent autour de 0,4Mt MS85 et celles intra-consommées entre 1,7 et 1,8Mt MS85 (Figure 52).

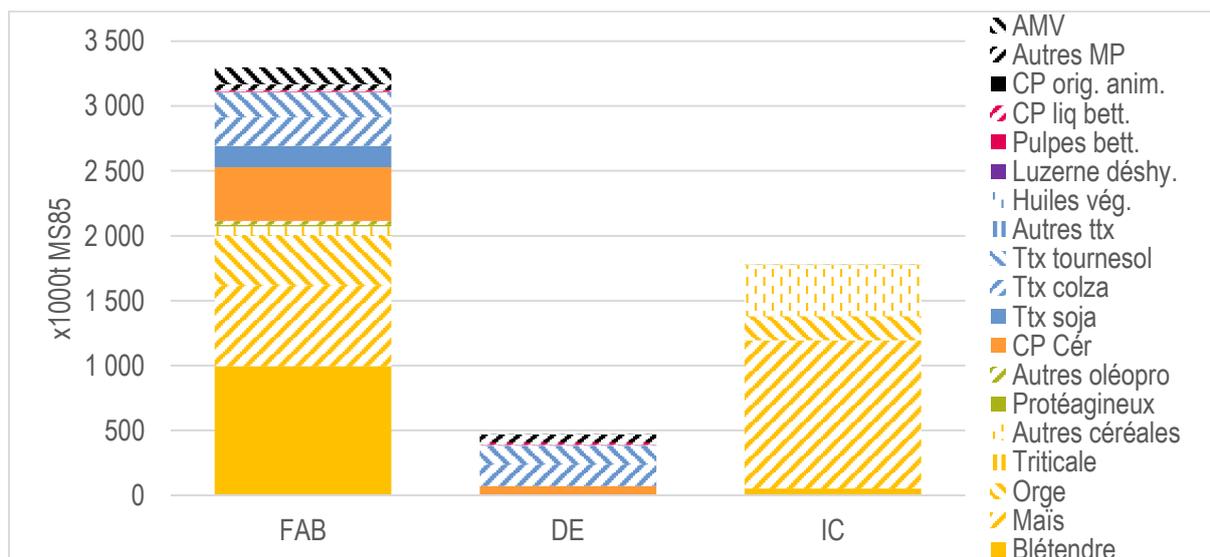


Figure 52 : Détail des MP de la ration des **porcs engraissement** selon qu'elles proviennent des FAB, du direct élevage ou de l'intra-consommation. France, 2015 données réconciliées.

Comparaison des résultats : Le premier élément surprenant dans cette ration des porcs engraissement est la forte quantité de tourteaux de soja en FAB et inexistante en direct élevage. Un transfert semble s'être effectué du direct élevage vers la FAB, en comparaison aux rations utilisées en entrée du modèle. En effet, il est connu que le tourteau de soja est une matière première de choix pour la FAF. En théorie, on devrait donc en retrouver dans la catégorie DE.

Au niveau des céréales, on pourrait s'attendre à avoir davantage de direct élevage. Cependant les achats effectués à des éleveurs voisins (sans passer par une OS comme la réglementation l'oblige) semble apparaître dans les intra-consommations. Le maïs domine les céréales intra-consommées, ne laissant aucune place au blé tendre. Si le maïs a une place importante dans l'alimentation des porcs, notamment avec le maïs

grain humide, il semble que l'hégémonie du maïs sur la campagne 2015 ait ici été surexprimé.

Truies

En 2015, les truies ont consommé entre 1,2 et 1,4Mt MS85 de MP. Cette ration se répartit entre 0,9Mt MS85 d'aliment FAB, entre 0,05 et 0,1Mt de direct élevage et entre 0,3 et 0,4Mt MS85 de MP intra-consommées (Figure 53).

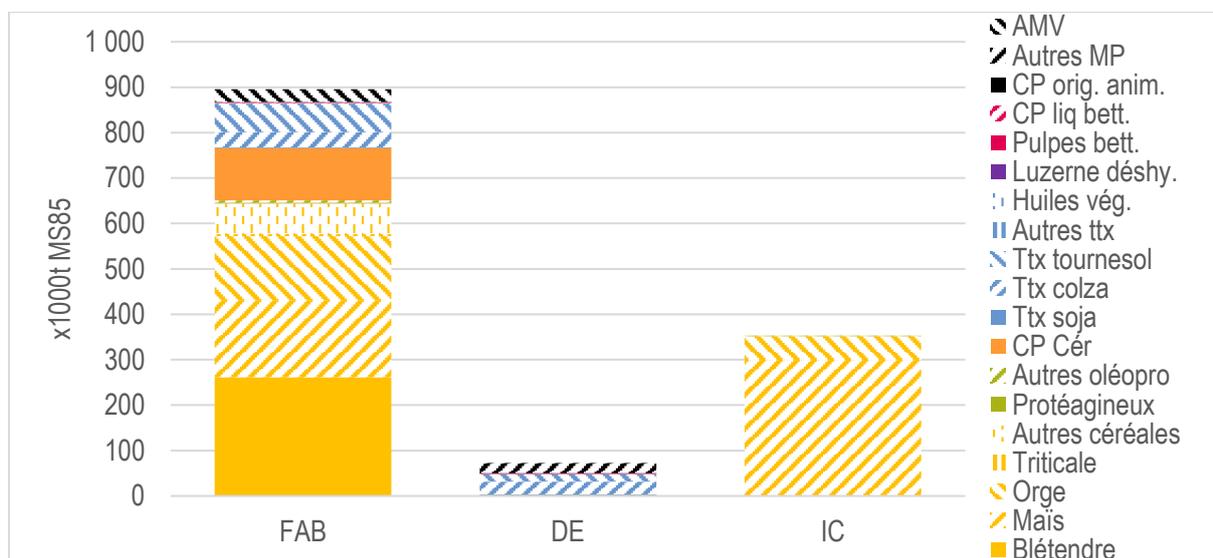


Figure 53 : Détail des MP de la ration des **truies** selon qu'elles proviennent des FAB, du direct élevage ou de l'intra-consommation. France, 2015, données réconciliées.

Comparaison des résultats : Les commentaires sur les céréales dans la ration des porcs engraissement peuvent être appliqués aux truies.

Porcelets

Les porcelets ont consommé près d'1Mt MS85 (Figure 54) en 2015. Toute la ration provient de la FAB. 69% de la ration est composée de céréales, en majorité du blé tendre, et 17% de tourteaux dont la moitié de colza.

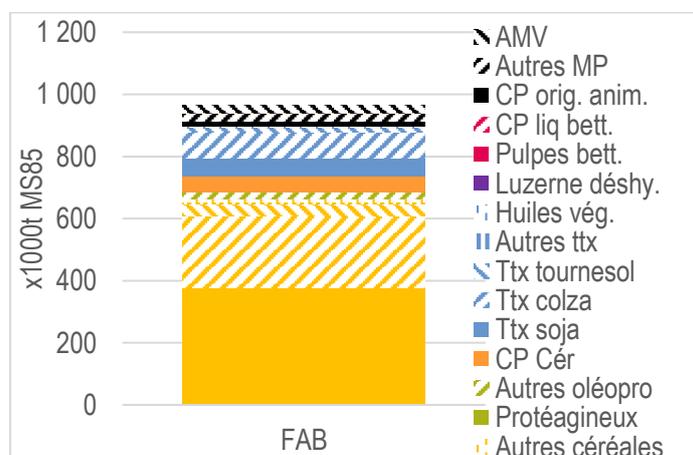


Figure 54 : Détail des MP de la ration des **porcelets** selon qu'elles proviennent des FAB, du direct élevage ou de l'intra-consommation. France, 2015, données réconciliées.

3.2.7 Filières avicoles

En 2015, les volailles ont consommé 11,5Mt MS85. L'aliment FAB compte pour 8,7 à 8,8Mt MS85, soit environ 75% des utilisations. Le direct élevage fournit 0,9 à 1Mt MS85 de MP et les intra-consommation entre 1,7 et 1,8Mt MS85.

Parmi toutes les MP utilisées par les volailles, le tourteau de soja a une place importante pour l'apport de protéines dans l'alimentation. Les volailles en ont consommé entre 1,6 et 1,7Mt MS85, dont environ 18% sont garantis sans-OGM (0,3Mt MS85).

Tableau 20 : Quantité de matière premières dans l'alimentation des volailles, total et détail FAB. France, 2015, valeurs d'entrée du modèle et données réconciliées.

Destination	valeur in	valeur out	min	max
Vol chair FAB	5 675	5 284	5 252	5 314
Vol ponte FAB	2 555	2 363	2 340	2 387
Palmip. gras FAB	1 100	1 106	1 095	1 118
Vol chair	5 800	6 090	6 090	6 090
Vol ponte	3 100	3 255	3 255	3 255
Palmip. gras	2 000	2 100	2 100	2 100

Comparaison des résultats : Le modèle ALLIX a comptabilisé 9,3Mt MS85 de MP en 2010, soit 2Mt de moins que les résultats issus de la réconciliation (FMP). La croissance du cheptel volaille (+11% de têtes) en 2010 et 2015 (selon la SAA) est un élément d'explication.

Tandis que le modèle ALLIX estimait les MP hors-FAB à un peu moins de 10% des utilisations, les résultats du modèle FMP suggèrent le double. Si l'on s'intéresse aux données d'entrées et de sortie du modèle (Tableau 20), on s'aperçoit que pour les trois catégories de volaille, la réconciliation a légèrement diminué les quantités d'aliments FAB et légèrement augmenté la quantité totale de matières premières. Le modèle semble donc avoir surestimé les MP hors-FAB.

Volailles de ponte

Les volailles de ponte ont consommé en 2015 3,3Mt MS85, dont 2,3 à 2,4Mt sous forme d'aliments composés issus des FAB (Figure 55). Cela représente 73% des utilisations. Comme discuté plus haut, ce résultat semble s'être écarté de la réalité. Les céréales composent 65% de la ration des volailles de ponte, les oléoprotéagineux 1% et les tourteaux 24%. Les proportions sont assez proches en FAB.

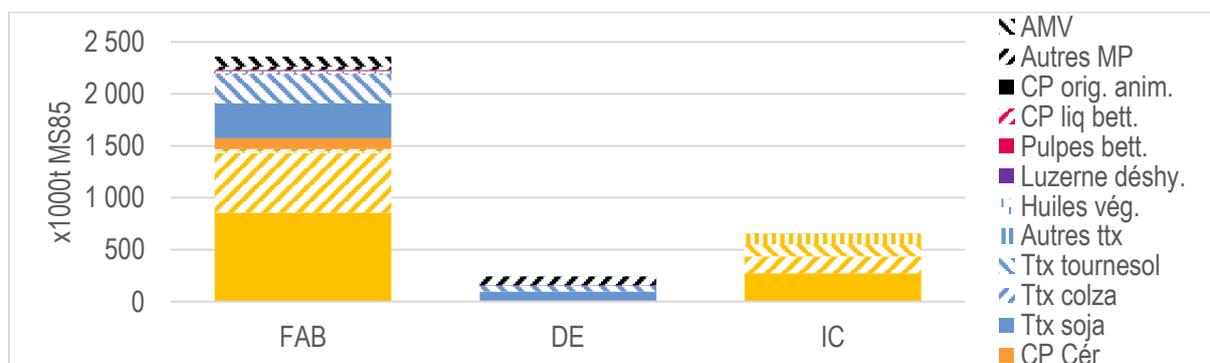


Figure 55 : Détail des MP de la ration des **volailles de ponte** selon qu'elles proviennent des FAB, du direct élevage ou de l'intra-consommation. France, 2015, données réconciliées.

Comparaison des résultats : Les MP en direct élevage (0,25Mt MS85) sont à 98% des coproduits, ce résultat est discutable puisqu'il est connu qu'une partie des éleveurs achète du grain. Les céréales intra-consommées sont évaluées à 0,6 à 0,7Mt MS85. Le « mix » de coproduits reste toutefois pertinent, contrairement aux coproduits en DE à destination des volailles de chair (ci-dessous). Que ce soit en volailles de chair ou en poule pondeuse, aucune céréale n'est présente en direct élevage. Il est probable que dans la réalité une partie des céréales consommées hors-FAB fasse l'objet d'un approvisionnement hors de l'élevage.

Volailles de chair

Les volailles de chair ont consommé 6,1Mt MS85 en 2015 selon les résultats issus de la réconciliation. Environ 5,3Mt des MP consommées sont incorporées à des aliments composés industriels (FAB), soit 85% du volume consommé (Figure 56). Les intra-consommations représentent la deuxième ressource avec 0,6 à 0,7Mt MS85 et le direct élevage environ 0,15Mt MS85. 64% des MP consommées sont des céréales et 24% des tourteaux. Parmi les tourteaux, celui de soja représente les 4/5^{ème} des utilisations. Peu d'autres coproduits sont utilisés.

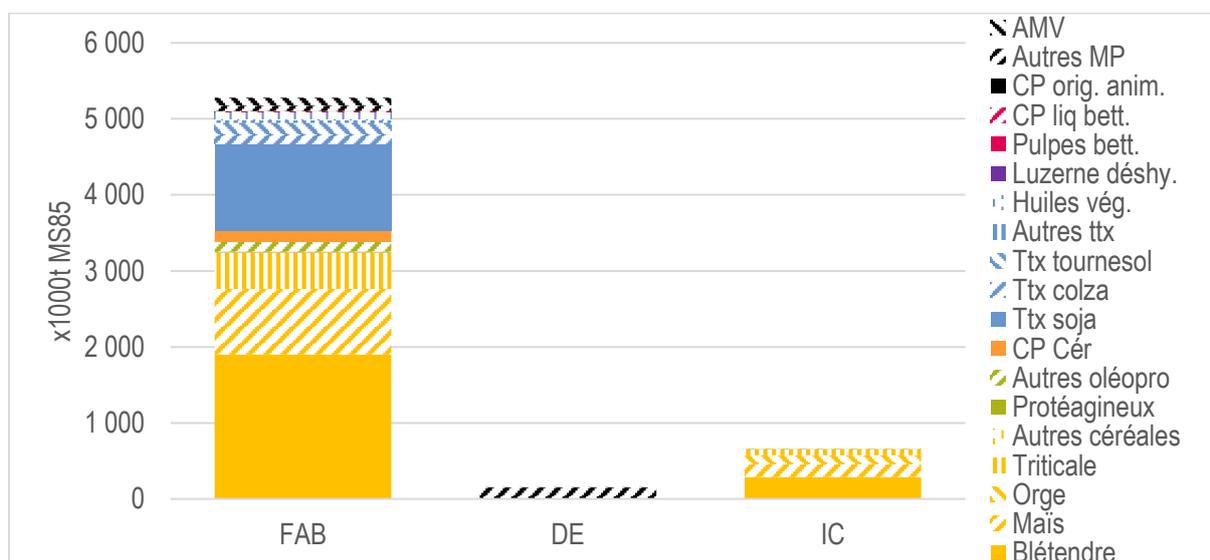


Figure 56 : Détail des MP de la ration des **volailles de chair** selon qu'elles proviennent des FAB, du direct élevage ou de l'intra-consommation. France, 2015, données réconciliées.

Comparaison des résultats : Proportionnellement, la quantité de matière première hors-FAB est trop importante (voir page précédente), l'essentiel de la filière consommant des aliments complets industriels. On aurait également pu s'attendre à ce que les MP utilisées en direct élevage comprennent des tourteaux plutôt que diverses « autres MP ».

Palmipèdes gras

Les palmipèdes gras ont consommé 2,1Mt MS85 en 2015, dont une bonne moitié via l'aliment FAB (1,1Mt). Ils utilisent également entre 0,5 et 0,6Mt MS85 MP en DE et 0,4 à 0,5Mt MS85 en IC (Figure 57).

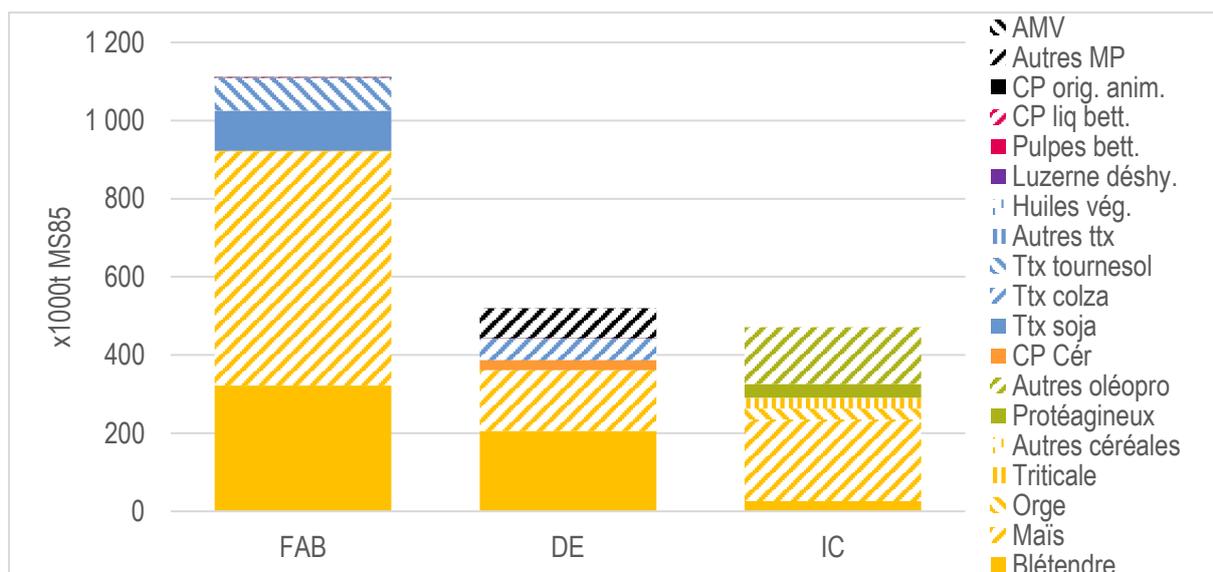


Figure 57 : Détail des MP de la ration des **palmipèdes gras** selon qu'elles proviennent des FAB, du direct élevage ou de l'intra-consommation. France, 2015, données réconciliées.

Comparaison des résultats : Les données d'entrée sur les palmipèdes gras ne sont pas aussi fournies que pour les autres volailles. En particulier, au niveau de la FAB, le modèle Prospective Aliment (PA) du Céréopa ne permet pas de distinguer les palmipèdes à rôtir des palmipèdes gras. Or, un tiers des aliments pour palmipèdes sont consommés par des animaux à rôtir. Pour identifier une quantité de céréales totales consommées par les palmipèdes gras, ainsi qu'une séparation entre blé tendre et maïs, deux sources d'informations ont été croisées (données de l'ITAVI et du Céréopa).

Cependant, le modèle FMP semble s'être écarté des instructions données en entrée. En FAB (Tableau 20), si le volume total de céréales n'a que légèrement baissé par rapport aux données d'entrée (-0,08Mt), le modèle a interverti du blé tendre (-0,2Mt) avec du maïs (+0,1Mt). Cette solution ne dénote pas par rapport au contexte de l'année 2015 (maïs attractif en termes de prix). Sur la partie tourteaux, les données d'entrée ne concernent pas spécifiquement la FAB mais l'ensemble des voies d'utilisation des MP. En effet, des différences importantes existaient entre les deux références utilisées (Céréopa et ITAVI). Par exemple le Céréopa quantifie l'utilisation de tourteaux de soja à près de 0,1Mt, tandis que l'ITAVI en utilise moitié moins mais complète avec des graines de soja extrudées (0,15Mt). Le Céréopa note des utilisations de tourteau de colza alors que l'ITAVI le substitue par du tourteau de tournesol.

La solution proposée par le modèle FMP l'utilisation par la FAB du tourteau de soja et de tournesol (HighPro), du colza en direct élevage et des graines d'oléagineux en intra-consommation. Les utilisations des graines oléagineuses ont été « poussées » en IC par le modèle. Il s'agit principalement de graines ayant subi un processus de transformation (graines extrudées) et donc plutôt utilisées via les FAB. Les protéagineux intra consommés sont des pois, ce qui est pertinent.

Dans plusieurs filières animales, le modèle a réduit les quantités de protéagineux utilisées par rapport aux données d'entrée disponibles sur les rations. Cependant le total de protéagineux utilisés en alimentation animale reste pertinent avec les données d'entrée, soit entre 0,2 et 0,3Mt MS85. Ici les palmipèdes gras en utiliseraient moins de 50 000t alors que la donnée d'entrée indiquait 0,1Mt. Cette diminution s'observe également dans la filière porcine (moitié moins, mais ce sont des petites quantités) et

dans la filière bovine (trois fois moins). Soit que les données d'entrée sur les rations des filières animales surestiment l'utilisation de pois et féveroles dans la ration, soit que la ressource disponible pour l'alimentation animale est sous-estimée. Concernant les bovins (premiers consommateurs de protéagineux), il faudrait pouvoir comparer avec une ration actualisée (la référence pour les données d'entrée date de 2008). Il est également possible que les protéagineux estimés dans la ration bovine proviennent d'un mélange céréales-protéagineux, que nous n'avons pu prendre en compte correctement dans les travaux FMP. Cependant, ce type de mélanges est plutôt utilisé en filière AB (faibles quantités).

Ces résultats lèvent trois points : un travail sur une catégorisation plus fines des MP en alimentation animale est nécessaire, les rations des palmipèdes gras demandent un approfondissement supplémentaire, un travail approfondi des méteils et mélanges céréales protéagineux doit être conduit.

3.2.8 Diagramme de Sankey

Les diagrammes de Sankey permettent de visualiser de manière synthétique les flux au sein des filières. La Figure 58 présente les résultats issus de la réconciliation sous contraintes des données pour les matières premières fourragères et concentrées, avec la segmentation des utilisations par filières animales. Le diagramme présente les « valeur out » issues de la réconciliation. Ainsi, pour tenir compte de l'intervalle d'incertitudes (min/max) autour de valeurs, les flux ne peuvent pas être interprétés comme étant égaux à la somme de leurs composantes. La synthèse des résultats sous forme de tableau est disponible en annexe.

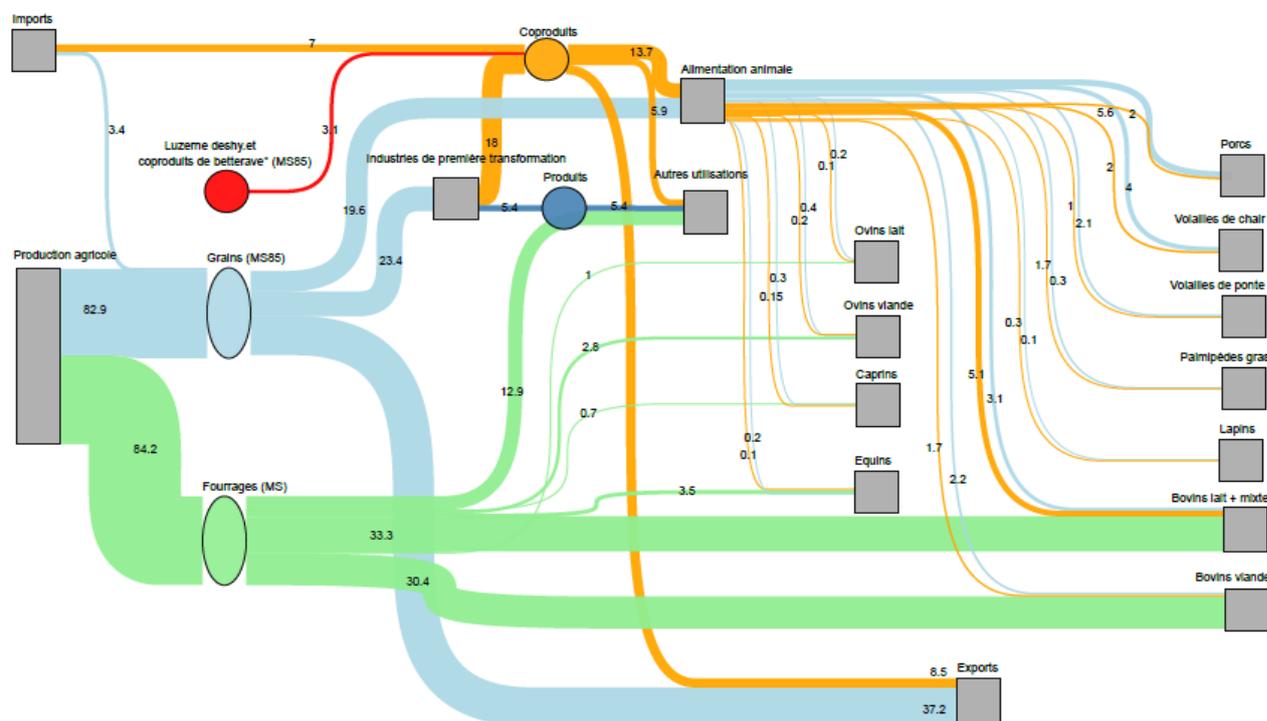


Figure 58 : Représentation des flux de matières premières en France en 2015 sous forme de diagramme de Sankey, Données réconciliées. Les fourrages (vert) sont exprimés en MS, les grains (bleu clair), coproduits (orange) et produits (bleu foncé) en MS85. *Les coproduits agricoles (rouge) représentent les coproduits issus de matières premières hors champs de l'étude (exemple : coproduits de betterave, luzerne déshydratée)

3.3 Résultats en protéines

Les résultats présentés dans cette partie sont issus de la conversion en matière azotée totale (MAT) des résultats des parties 3.1 (fourrages) et 3.2 (matières premières dites « concentrées »). Les taux de protéines utilisées pour chaque matière première sont issus de Feedtables et de Feedipedia, complété par les travaux de Graux et al. (2017) pour les fourrages. En effet, l'estimation des protéines présentes dans les fourrages est délicate du fait des différentes hypothèses qui peuvent être retenues quant aux taux protéiques. Les taux protéiques retenus dans le cadre des travaux présentés ici sont présentés aux tableaux **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**. Le même taux de MAT des fourrages a été considéré pour toutes les filières herbivores. Un taux de MAT de l'herbe potentiellement différent entre les pâturages utilisés par les bovins laitiers ou les bovins à viande n'a pas été pris en compte (pâturage tournant/libre). Ce même que pour l'herbe récoltée, le taux de MAT de celle-ci est issu d'une moyenne. La place relative du foin selon les rations d'herbe récoltée des différents herbivores n'a pas été étudiée.

Tableau 21 : Taux protéiques des MP fourragères (en % de la matière sèche).
Source : Feedipedia et Feedtables.
*Estimation à partir du détail des MP fourragères appartenant à cette catégorie.

Matière première	MAT
Choux fourragers	19,3%
RTF*	7,8%
Maïs plante entière	7,9%
Autres fourrages annuels*	10,0%
Luzerne (hors déshydratée)	20,0%
Autres prairies artificielles*	20,0%
Prairies temporaires*	14,5%
STH*	14,7%
STH peu productives*	14,2%
Paille de céréales	4,2%

Tableau 22 : Taux protéiques des fourrages consommés (en % de la matière sèche).
Source : Feedtables et Feedipedia.
*Estimations à partir des différents fourrages appartenant à cette catégorie.

Fourrages consommés	MAT
Foin*	11,0%
Ensilage d'herbe*	13,0%
Ensilage de maïs	8,0%
Herbe pâturée*	15,9%
Paille de céréales fourrages	4,2%
Autres fourrages conservés*	16,0%

Les protéines récoltées dans les fourrages s'évaluent à environ 12Mt MAT dont 9,3Mt consommées par les animaux d'élevage (pertes et refus déduits). Les bovins sont les premiers consommateurs des protéines contenus dans les fourrages (Figure 60) avec environ 8,2Mt MAT.

Les récoltes françaises de grains de céréales et d'oléoprotéagineux représentaient environ 8,8 Mt de MAT. Avec 76% du total, les grains de blé tendre, de maïs et d'orge ont été les principales sources de protéines. Les graines d'oléoprotéagineux, colza en tête, participaient à hauteur de 17%. S'y ajoutaient 0,2 Mt de MAT en provenance de coproduits issus d'autres cultures (pulpes de betterave, luzerne déshydratée).

La balance commerciale française en 2015 était nettement excédentaire en protéines végétales grâce aux 4,4 Mt de MAT exportées, majoritairement sous forme de céréales. Les protéines importées, environ 2,7 Mt MAT, l'ont été très principalement sous forme de tourteaux (75%). Bien que la quantité importée n'ait cessé de décroître depuis les années 2000, la protéine de soja (graine et tourteau) représentait environ 60% des protéines végétales brutes importées en 2015. Le gisement en protéines issues des MP concentrées disponibles pour les utilisations nationales (production – export + export) s'établissait ainsi autour de 7,3 Mt de MAT, dont environ 5,9 Mt ont été consommées par les animaux d'élevage. Le restant (environ 1,4 Mt de MAT) a été capté par l'alimentation humaine et les « autres utilisations ».

Ainsi, la consommation totale de protéines par l'élevage français se situe autour de 15Mt.

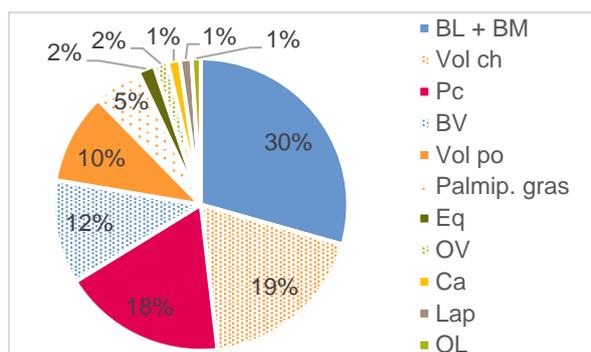


Figure 59 : Utilisation des protéines contenues dans les MP concentrées par les filières animales. France, 2015, données réconciliées. Total = 5,9 Mt MAT.

Les premiers consommateurs de protéines provenant des MP concentrées sont les bovins (Figure 59). Les bovins laitiers et mixtes consomment environ 1,7Mt MAT de protéine issues de MP concentrées et les bovins à viande environ 0,65 et 1Mt. Les seconds utilisateurs de protéines issues des MP concentrées sont les volailles dont 1,1 Mt MAT pour les volailles de chair, 0,5 Mt pour les volailles de ponte et 0,3Mt pour les palmipèdes gras. La filière porcine, en troisième position, a capté 1,1 Mt de MAT issues de MP concentrées en 2015.

En identifiant l'origine (nationale ou importée) des MP utilisées en alimentation animale, les résultats ont permis d'estimer l'autonomie protéique de l'élevage français, définie comme le rapport entre les protéines d'origine française consommées en alimentation animale et les consommations totales de protéines par l'élevage français. Le tableau 23 présente la part des protéines d'origine française consommées en alimentation animale retenue pour chaque matière première. Cette estimation a été particulièrement délicate à réaliser pour les tourteaux. Les tourteaux peuvent en effet être importés, produits en France à partir de graines importées, ou être produits en France à

Hors fourrages et hors aliments minéraux et vitaminiques, l'autonomie protéique était de l'ordre de 59% en 2015. En tenant compte des fourrages, le taux d'autonomie protéique atteignait 84%. Le tableau 24 établit pour chaque filière cette autonomie.

Plus précisément, cette autosuffisance peut être calculée en distinguant trois catégories de MP : les fourrages, les céréales et les Matières riches en protéines (MRP), définies comme

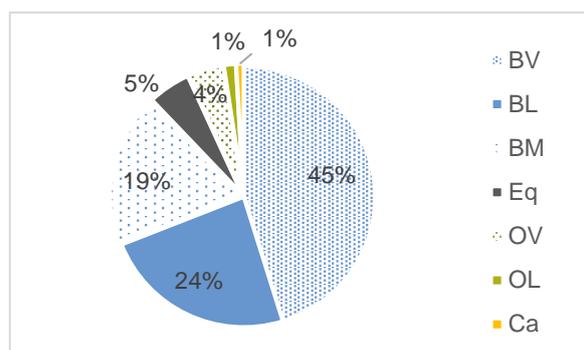


Figure 60 : Utilisation des protéines contenues dans les MP fourragères par les filières animales. France, 2015, données réconciliées. Total = 9,3Mt MAT.

partir de graines locales. Afin de tenir compte de la complexité des flux, notre étude a considéré que les protéines de colza réimportées d'Allemagne et de Belgique sous forme de tourteau après y avoir été exportées sous forme de graines, sont d'origine française.

Tableau 23 : Part des protéines d'origine française utilisées en alimentation animale pour chaque matière première (ou catégorie de MP), France, 2015.

Blé tendre	99%
Maïs	98%
Orge	99,5%
Triticale	99,5%
Autres céréales	94%
Protéagineux	94,5%
Graines oléagineuses (utilisées en alimentation animale sans trituration)	100%
CP céréalières	95,5%
Tourteau de soja	1%
Tourteau de colza	85%
Tourteau de tournesol	31%
Autres tourteau	31,5%
Huiles végétales	100%
Luzerne déshydratée	96%
Pulpes betterave	99%
CP liq betterave	21%

les MP contenant plus de 15% de protéines (TerresUnivia, 2017). Ainsi, l'autonomie de l'élevage français en protéines issues des fourrages et des céréales avoisinait les 100%, tandis que le taux d'autosuffisance en protéines issues des MRP était seulement de 43% en 2015.

Tableau 24 : Autonomie protéique de la ration des animaux d'élevage français. MPC : matières premières dîtes concentrées. MPC + MPF = matières premières concentrées + fourragères, France, 2015.

	MPC	MPC+ MPF		MPC
			Filière cunicole	64%
Filière française	59%	84%	Filière porcine	75%
Filières bovines	60%	91%	Porcs engraissement	75%
Bovins laitiers et mixtes	58%	87%	Truies	82%
Bovins à viande	68%	96%	Porcelets	69%
Filières ovine & caprine	89%	96%	Filières avicoles	51%
Ovins laitiers	69%	93%	Volailles de chair	47%
Ovins à viande	90%	97%	Volailles de ponte	48%
Caprins	86%	95%	Palmipèdes gras	71%

4 DISCUSSION

4.1 Discussions des données utilisées en entrée du modèle

4.1.1 Fourrages

Les sources permettant d'évaluer les pertes de fourrages (pertes de conservation, refus de pâturage ou de distribution) sont anciennes (années 1980). Il est probable qu'elles ne reflètent plus la réalité avec autant de justesse que dans le passé. En effet, les modes de récolte des fourrages ont évolué ces dernières années. On retrouve une part d'herbe enrubannée importante, un mode de conservation qui était inexistant il y a une vingtaine d'années encore. Réactualiser l'ensemble des références existantes sur les pertes serait un vrai atout pour évaluer les fourrages réellement consommés par les animaux.

La connaissance de l'utilisation des surfaces et des voies de conservation de fourrages récoltés est également à améliorer. Pour cela, réintégrer la question dans l'enquête sur les pratiques culturales d'Agreste serait utile, en précisant notamment si le pâturage/ la coupe se fait sur la première, deuxième ou troisième coupe. La notion de coupe est importante pour décrire la filière fourragère car la qualité des prairies varie au cours de la saison. Ce n'est pas une notion qui a pu être intégrée au projet, faute de référence nationale sur le sujet. Malgré tout, ce point mériterait d'être approfondi.

Les taux de matière sèche et de protéines des fourrages varient sensiblement selon le type de fourrage, mais aussi selon les conditions climatiques et les pratiques individuelles à l'échelle de la ferme (niveaux de fertilisation, fauches plus ou moins précoces). Il sera donc toujours difficile d'avoir des estimations précises et cela renforce la nécessité d'avoir un suivi annuel des fourrages qui pourrait se baser sur une synthèse des analyses de fourrages pratiquées dans les laboratoires.

Dans le cas d'une éventuelle pérennisation de l'observatoire, il serait intéressant de pouvoir intégrer la notion de stocks fourragers en début et fin de campagne (ou d'année civile). En effet, les années de bonne récolte fourragère, les surplus de production peuvent être stockés en prévision d'une année moins abondante. De même, il serait nécessaire d'approfondir le cas où la production fourragère n'est pas suffisante pour alimenter les animaux. L'approche

usuelle en matière de quantification des fourrages est de considérer que les besoins correspondent à la production. L'étude FMP n'a pas dérogé pas cette règle. Néanmoins, dans des cas extrêmes, des ressources fourragères non utilisées habituellement peuvent être mobilisées. Ce fut, par exemple, le cas de la paille à l'été 2019 (forte sécheresse). Un manque de fourrage peut aussi conduire à se défaire d'une partie du cheptel. Le déséquilibre entre besoins et disponibilités de fourrages s'exprime aussi principalement à des échelles locales. Développer l'analyse des filières fourrages à une échelle plus fine prend ainsi tout son sens. Le maillage idéal prendrait en compte les contraintes liées aux cahiers de charges AOP notamment. Mais dans un premier temps, l'échelle départementale semble déjà intéressante. Le développement méthodologique d'une approche régionale peut s'inspirer des travaux conduits par Graux et al (2017) et par l'IDELE à partir des projet Autosysel (Perrot, 2018) et « EFESE1-Ecosystèmes Agricoles » (Therond et al., 2017).

4.1.2 Pertes dans les filières grains

La quantification des pertes pour les matières premières dites concertées nécessiteraient d'être approfondies. Seules les pertes liées au stockage sont quantifiées (freinte et issues de silo). La discussion de ces ratios a été réalisée dans le rapport FMP de mai 2019. Les pertes subies dans d'autres maillons de la filière ne sont pas quantifiées, notamment lors des différentes étapes de transformation ou bien lors de la distribution en élevage. Dans les filières monogastriques, la consommation des élevages (indices de consommation) est quantifiée selon l'entrée des matières premières dans l'élevage et non selon l'ingestion effective des animaux. Des approches nutritionnelles basées sur les besoins des animaux s'en distingueraient car ne comptabiliseraient pas les pertes et refus.

Par ailleurs, un manque de connaissance subsiste aussi sur le devenir de ces pertes. On sait par exemple qu'une partie des issues de silo peut être consommée en élevage, sans que cela a été systématiquement quantifié. Les refus de distribution, notamment chez les bovins, sont généralement consommés lors des « repas » suivant. Les pertes liées à de mauvaises conditions de conservation peuvent être intégrées aux effluents et donc être considérés comme des amendements organiques. Elles peuvent également être méthanisées, leur usage est alors énergétique.

Approfondir cette thématique permettra de mieux quantifier les « autres usages » que l'alimentation humaine et animale. « Rien ne se perd, [...] tout se transforme ! »

4.1.3 Commerce extérieur

L'état des imports et exports d'aliments composés issus de la FAB est relativement peu détaillé. Le SNIA estime, dans son rapport annuel 2019, des exportations à hauteur de 630 000 tonnes d'aliments. Ce volume intègre des aliments d'allaitements et des AMV, des aliments composés pour l'aquaculture mais aussi pour les porcelets. Cela soulève d'autres questions : Quels sont les volumes et les typologies de matières premières dites concentrées concernées par ces exports ? Quelles filières animales sont concernées ? Existe-t-il des importations d'aliments composés (volaille depuis la Belgique probablement), en quels volumes ? Ces éléments n'ont pas été intégrés dans l'étude et pourraient mériter un approfondissement.

4.1.4 Composition des rations animales

La segmentation des MP dans chaque filière animale utilisées dans l'étude FMP n'a pas le même niveau de détail selon les espèces. Cela apporte un biais technique dans la réconciliation des données. Par manque d'informations, certaines MP (blé tendre, maïs, tourteaux soja tournesol...) ont ainsi été réparties par le modèle de manière non fidèle à la réalité au sein des catégories.

Les rations des ruminants sont les moins détaillées à ce jour. Une source de donnée riche n'a pas été exploitée : l'observatoire de l'alimentation des vaches laitières du CNIEL. La principale difficulté pour la valorisation de ces données dans le projet FMP est que les catégories regroupent des MP différentes. Dans le cas d'un observatoire pérenne des flux de MP, la mise en place d'une méthode commune ou d'un partenariat pour l'accès aux données brutes pourrait être une piste.

Un second travail d'approfondissement des données d'entrée l'évaluation des MPC et MPF consommées par les équins. Le détail de ces matières premières consommées est mal connu. Pourtant avec un cheptel de plus d'un million de têtes, leurs besoins alimentaires ne sont pas négligeables en termes de mobilisation de la ressource. Due à la très grande diversité d'animaux dont la filière est composée : chevaux de traits, de loisir, de course, poneys, ânes... la détermination de rations types devrait se faire par catégorie d'animaux. Il serait également nécessaire de disposer d'un recensement du nombre d'animaux pour chacune de ces catégories.

Les données sur la ration des monogastriques ayant déjà un grand niveau de détail, il serait dans un premier temps pertinent d'harmoniser le niveau de segmentation avec les filières herbivores, tout en s'assurant que la caractérisation des MP dans ces deux segmentations sont similaires (taux MS, taux protéine). Il est judicieux d'également de prendre en compte d'autres segmentations préexistantes comme celle du modèle Prospective Aliment (Céréopa), utilisée pour les mises en œuvre dans les FAB par exemple.

Le détail des MP utilisées doit être aussi fin que possible. En effet, il est difficile de convertir les données en une autre unité (protéine, énergie, ...) lorsque les catégories utilisées regroupent des MP aux caractéristiques différentes. Par exemple, convertir les quantités de « coproduits céréaliers » en protéines est difficile car cette catégorie renferme un grand nombre de matières premières avec des taux protéiques différents (son, remoulage, drèche...). Par ailleurs, si l'on souhaite utiliser les résultats pour des applications scientifiques, il faut autant que possible détailler les catégories « autres MP ». Le Tableau 25 propose une segmentation des MP qui pourrait être utilisée pour l'ensemble des filières. Bien entendu, des méta-catégories pourraient être créées pour présenter les résultats.

Tableau 25 : Proposition de segmentation des MP pour les futurs travaux et quantification de ces MPC en alimentation animale à partir des résultats réconciliés de l'année 2015.

Détail des MP	Volume consommé (Mt MS85)
Blé tendre	7,7 à 7,8Mt
Maïs	5,6 à 5,7
MGH	1,1 à 1,3
Orge	1,9 à 2,0
Triticale	1,8
Autres céréales	0,6
Pois	0,1 à 0,15
Féverole	0,1 à 0,15
Colza	0,1 à 0,4
Soja (dont extrudé)	0,1
Autres oléoprotéagineux (lin, lupin, tournesol)	0,2
CP de meunerie blé tendre	0,6 à 1,2
CP éthaneries blé tendre	0,3
CP amidonnerie blé tendre	0,9
CP éthaneries maïs	0,4
CP amidonnerie maïs	0,1 à 0,2
CP brasserie orge	0,2 à 0,3
Tourteaux soja	3,8
Tourteaux colza	2,3 à 2,4
Tourteaux tournesol HighPro	0,4 à 0,6
Tourteaux tournesol LowPro	1,0 à 1,3
Autres tourteaux (lin, germes de maïs)	0,1 à 0,2
Pulpes de betterave	0,9 à 1
CP liquide de betterave (mélasse, vinasse)	0,1 à 0,2
Luzerne déshydratée	0,6
Huiles végétales (soja, colza)	0,1
Autres MP *	1,1 à 1,2
AMV	2 à 3% de la ration

Il semble judicieux que des rations aussi détaillées soient disponibles pour chaque filière en tenant compte de la conjoncture annuelle. En effet, la composition évolue au cours du temps (apparitions de nouvelles matières premières, amélioration technique des élevages, prix d'intérêt fluctuant selon la conjoncture...). Par exemple les bovins viande consommeraient davantage de matières premières dites concentrées par UGB que ce que présenté dans les rations existantes. Il existe également de fortes disparités régionales liées à des systèmes particuliers, prévoir une méthodologie permettant de les traiter serait utile.

Le mash (matière première hybride entre fourrages et concentrés et fabriquée par les FAB) est de plus en plus utilisé, quasi-exclusivement consommée par les bovins (50% par les vaches laitières, 50% par les autres bovins). Cependant la composition du mash diffère grandement d'un fabricant à un autre. Que ce soit au niveau de la fabrication des aliments composés ou au sein des rations, cet aliment est mal pris en compte. En 2015, il représentait plus d'1Mt parmi les aliments FAB.

Les MP étudiées dans le projet FMP ne couvrent pas l'ensemble des MP consommées. Pour celles consommées en FAB, il est possible de s'appuyer sur l'enquête MPAA d'Agreste qui détaille une partie des MP non étudiées (tourteaux de palmiste, la mélasse de canne, ...). Les « autres MP » représentent environ 0,3Mt MS85 en FAB. Un certain nombre de MP qui avaient été comptabilisés lors de la première phase de l'étude ne rentrent pas dans les catégories décrites ci-dessus tel que les collets de betterave, les produits retirés de biscuiterie, les

coproduits de protéagineux ou les issues de silo. Les collets de betterave et les issues de silo représentent des volumes importants, mais leur devenir en nutrition animale est difficile à tracer.

Les filières laitières et pomme de terre n'ont pas été détaillées tant que telles. Toutefois, les coproduits issus de ces filières peuvent être d'importance dans l'alimentation des animaux au niveau local.

4.1.5 **Segmentation des filières animales**

Les bovins mixtes, c'est-à-dire présents sur des exploitations à orientation à la fois laitière et bouchère (à ne pas confondre avec race mixte) ont été regroupés avec les bovins laitiers pour des raisons techniques. En effet, les rations de l'IDELE proposent une ration pour les UGB présents dans les exploitations qui ayant une activité laitière. Les bovins destinés à la production de viande mais présents dans une exploitation laitière sont donc regroupés avec les vaches laitières.

Afin de mieux prendre en compte les besoins nutritionnels des différentes catégories de bovins, plusieurs choix de segmentation sont possibles : répartir les bovins mixtes entre bovins laitiers et bovins à viande, dans ce cas on étudie les vaches suitées, ou bien isoler les vaches laitières du reste des bovins compte tenu de leurs besoins différents. C'est la solution qui avait été retenue dans le modèle ALLIX d'Agreste. Dans les deux cas, rééquilibrer les rations de l'IDELE en fonction de la segmentation choisie est nécessaire.

Par ailleurs, les veaux de boucherie n'ont pas été pris en compte dans la segmentation établie par l'IDELE. Or, ils consommeraient aujourd'hui davantage de matières premières solides qu'auparavant. En particulier, les issues de céréales seraient un produit de choix. La consommation totale de matières premières dites concentrées par les veaux de boucherie pourrait avoisiner les 0,3Mt.

4.1.6 **Non-OGM**

Les données disponibles sur la filière sans-OGM sont complexes à rassembler. Il n'existe pas de données statistiques en dehors des mises en œuvre de tourteaux de soja dans les usines de fabrication d'aliments. Les importations/exportations ne sont pas non plus renseignées par les douanes.

Par ailleurs, les données collectées nécessitent d'être affinées sur la partie hors-FAB. Faute de statistiques nationales, une approche par « dire d'acteurs » est à privilégier : FAB, courtiers, traders, experts sur la fabrication d'aliment à la ferme... Les importations de tourteau de tournesol et de canola (appellation du colza produit au Canada et en Australie, souvent OGM).

Pour finir, de nombreuses MP qui ne sont pas OGM ne font pas l'objet de certification « garantie sans OGM » (lourd à mettre en place). Le Céréopa produit toutefois des données sur le colza garanti sans-OGM. Conduire un travail sur le segment MP garanties sans-OGM et ouvrir la thématique sur les produits animaux vendus sous garanti permettrait d'aborder ce sujet dans son ensemble.

4.1.7 **Agriculture biologique**

Le manque de données précises sur les filières biologiques n'a pas permis de calculer des résultats spécifiques en AB.

La première difficulté est de réussir à quantifier la production agricole. Comme expliqué auparavant (2.1.5), les rendements sont très variables d'une année sur l'autre et d'une région à l'autre, la réussite de la culture étant davantage soumise au contexte sanitaire et climatique que dans le conventionnel. Aujourd'hui, les surfaces cultivées sont recensées mais pas le

rendement moyen. Il n'y a donc pas de statistiques sur la production, et encore moins avec la segmentation entre la production certifiée « AB » et la production issues de surfaces en conversion « C2 » (qui peut être utilisée en alimentation animale AB dans une certaine proportion). De plus, les mélanges céréaliers et les mélanges céréales et protéagineux posent des problèmes dans l'estimation de la production agricole. Leurs utilisations étant plurielles (tri ou non) complexifie la quantification des consommations.

Une autre difficulté consiste à établir le bilan du commerce extérieur en matières premières biologiques. En effet, les MP importées ou exportées ne sont pas identifiées comme AB par les douanes. Le seul moyen d'établir une estimation est de comparer la disponibilité de la production française et les besoins des industries. Cependant aucune de ces deux données n'est pas facilement disponible. Aujourd'hui il est tout de même possible de se rapprocher des acteurs des filières bios (transformateurs et importateurs) afin de collecter des indications qualitatives sur ces flux.

La dernière difficulté majeure est l'établissement de rations pour le cheptel France. En effet, si la filière bio dispose de nombreux systèmes types, ceux-ci ne peuvent être extrapolés à une échelle nationale en raison de la grande diversité des systèmes et à la plasticité recherchée par ceux-ci. Cependant, un travail avec les acteurs du terrain devrait permettre de pouvoir dégager des tendances et brosser un premier portrait des rations France.

Peu de résultats obtenus après réconciliation des données sont exploitables. Au niveau de la consommation du cheptel, seule la fraction aliments du commerce est exploitable. Les parties intra-consommations et direct élevage nécessitent des données plus pointues. Les résultats ne sont pas exploités dans ce rapport.

Sur la question des fourrages bio, les données collectées n'ont pas été exploitées dans le cadre de la réconciliation des données. Ce sujet se heurte à des difficultés d'identification des types de surfaces utilisées, à la grande diversité des fourrages utilisés en bio et aux voies de conservations mises en œuvre.

4.2 Discussion de la méthode employée

4.2.1 Réconciliation des données par pallier

Les flux entre la production agricole de MP et la consommation par filière animale ont été réconciliés en deux blocs ($a \rightarrow b$ et $B \rightarrow c$). C'est-à-dire que le gisement de MP (a) a été mis en cohérence avec les grandes catégories d'utilisations de ces MP (alimentation animale, humaine et autres usages) (b) pour donner les matrices réconciliées A et B. Les utilisations des MP pour l'alimentation animale (quantités de MP issues de B sous la forme d'un intervalle min/max) ont ensuite été mise en cohérence avec la segmentation des besoins des animaux par filière animale (c) dont la réconciliation a abouti aux matrices B' (B' étant compris dans l'intervalle min/max de B) et C. Ainsi, le gisement agricole et la segmentation des utilisations par filière animale n'ont pas été mis en cohérence l'un avec l'autre directement, une étape intermédiaire s'est intercalée : a et c n'ont pas d'impact l'un sur l'autre alors que dans une réconciliation $a \rightarrow b \rightarrow c$ les contraintes régissant a et c influencent sur les résultats A et C obtenus.

L'étape suivante aurait été d'associer dans la même matrice les données des 17 filières végétales avec celles permettant de segmenter les flux par filière animale afin d'obtenir un ensemble cohérent de données de la production à la consommation.

Cela permettrait l'utilisation de certaines contraintes transversales sur l'ensemble de ces filières. C'est notamment le cas du petfood, qui dans la première partie des travaux est

surestimé en raison d'une part du peu de données disponibles sur cette thématique et d'autre part car les 17 filières ont été réconciliées dans 17 matrices individuelles. Avec une matrice unique, le petfood aurait pu être contraint à l'échelle du groupe de MP, par exemple : céréales, protéagineux, coproduits... Par ailleurs, certaines MP sont utilisées par une seule et même industrie. C'est le cas des amidonneries qui mettent en œuvre du maïs, du blé, du pois. L'amidon en sortie n'est pas segmenté entre amidon de blé ou amidon de maïs.

Les fourrages ont été étudiées dans un TER qui leur est propre (résultats présentés ci-avant). Le système fourrager est étudié en un seul bloc de la production agricole à la segmentation des fourrages par filière animale.

Il est envisageable de réconcilier dans une même matrice les MP de type concentré et de type fourrage. Cela est possible uniquement en intégrant au modèle des informations permettant de substituer fourrages et concentrés dans les rations du ruminant.

Cependant, plus la masse de donnée est importante, plus il est difficile d'isoler les contraintes entraînant des résultats incorrects. Cette réconciliation complète entre MP concentrées et fourragères n'a donc pas été réalisée.

4.2.2 Bornes min/max

Les min/max agissent comme des bornes ne pouvant être dépassées. En conséquence si pour une raison quelconque le résultat $A \rightarrow B$ était faux, l'erreur est directement incorporée dans la seconde réconciliation. Une solution serait d'importer B sous la forme d'une valeur fixe associée d'une incertitude faible, ainsi qu'éventuellement un min/ max large et peu contraignant. Cela permettrait au modèle de pouvoir corriger une éventuelle erreur importée. Cependant, le risque inverse est également vrai, mais faible. Dans le cas où les données de rations comportent des biais, elles peuvent pousser les données d'entrée du modèle à s'éloigner également d'une valeur plus juste. L'équilibre se trouve en ajustant les fiabilités des données d'entrée du modèle.

4.2.3 Itération

Si l'on ne se satisfait pas de ces B et B' différents, il est possible par un processus d'itération de converger vers un B* unique. Cela peut se faire en intégrant les résultats de la réconciliation du second bloc dans le premier bloc et ainsi de suite (Tableau 26).

Tableau 26 : Itération entre bloc 1 et 2 de la réconciliation des données pour arriver à B unique.*

Itération	Bloc	Données non-réconciliées	Données réconciliées
0	1	$a \rightarrow b$	$A \rightarrow B$
	2	$B \rightarrow c$	$B' \rightarrow C$
1	1	$a \rightarrow B'$	$A'' \rightarrow B''$
	2	$B'' \rightarrow c$	$B''' \rightarrow C'''$
...			
x	1	$a \rightarrow B^*$	$A \rightarrow B^*$
	2	$B^* \rightarrow c$	$B^* \rightarrow C$

Le résultat obtenu serait donc de la forme $A \rightarrow B^* \rightarrow C$, équivalent à celui d'une réconciliation en un seul bloc.

Cependant, les résultats en deux blocs $A \rightarrow$ et $B' \rightarrow C$ sont déjà d'une bonne qualité. Réaliser une itération demanderait du temps et de la main-d'œuvre, cela n'a pas été effectué. Un bon compromis serait de réconcilier le bloc 1 une seule fois avec $B' \rightarrow a$. La valeur de convergence B* ne serait probablement pas atteinte, mais via B' les données de gisement pourraient être davantage fiabilisées.

4.2.4 Résultats

Les résultats obtenus ont un maximum de sens lorsque l'on raisonne en termes d'intervalle min/max. En effet, la « valeur out » ne reflète que l'une des solutions possibles du modèle. Un travail d'approfondissement pourrait être conduit. Celui-ci consisterait à attribuer à un flux choisi une valeur fixe (contenue dans l'intervalle du résultat) et à faire plusieurs simulations (en changeant de flux que l'on contraint) pour recalculer les résultats en fonction de ces valeurs fixes. Ces différentes simulations présenteraient différentes images, toutes vraies, des résultats obtenus. Eventuellement les membres du consortium de l'observatoire des flux des matières premières pourraient trancher en faveur de l'une de ces images, évaluée comme plus juste.

Cependant, lorsque les bornes inférieures et supérieures d'un intervalle sont très rapprochées (ex : alimentation animale = 34 à 34,1Mt), il est plus pertinent de n'afficher que la « valeur out ».), Le résultat obtenu sur chaque flux a plus de sens sous forme de « valeur out » ou bien sous forme d'intervalle min/max selon le type de la variable en entrée du modèle nécessaire à la description du flux (si elle est déterminée, mesurée ou libre, voir Figure 5).

4.2.5 Problème de visualisation graphique des résultats

Représenter graphiquement des résultats sous forme d'intervalle présente plusieurs difficultés. Si le choix a été fait d'utiliser les barres d'erreur pour représenter les min/max sur les histogrammes, cela n'est pas possible sur un camembert ou un diagramme de Sankey. Une solution est de faire apparaître les valeurs min et max. Pour ne pas surcharger la représentation, ces valeurs min et max ne pourraient apparaître dans les versions dématérialisées que par clic ou pointage de la souris

Le choix de la valeur a utilisé pour tracer graphiques et Sankey a également posé des interrogations. Le choix s'est porté sur l'utilisation de la « valeur out ». Il aurait également été possible de s'appuyer sur la valeur p50 des simulations de Monte Carlo qui s'apparente à la moyenne de l'intervalle min/max. Ce point méthodologique est à approfondir pour identifier ce qui serait le plus juste.

4.2.6 Recommandations techniques pour la réconciliation en un seul bloc

Lorsque l'ensemble des filières végétales sont assemblées, certaines MP rentrent dans le même secteur. Par exemple les graines de soja, tournesol et colza vont toutes en trituration mais il ne s'agit pas de la même opération, les capacités de trituration étant souvent spécifiques à chaque type de graine oléagineuse. Dans une matrice commune, il faut donc que le secteur « trituration » ait autant de sous-secteurs que de graines triturées différentes afin qu'en sortie le soja, le tournesol et le colza ne se « mélangent pas ». Ce point est valable pour tous les autres secteurs ayant la même dénomination.

Pour le traitement des résultats diffusés, un méta-secteur regroupant le direct élevage et les intra-consommations est nécessaire. En effet la notion d'intra-consommation telle que définie dans ce projet peut porter à confusion puisque dans les faits, des achats entre élevages voisins sont comptabilisés comme intra-consommations car non décrits par aucune statistique nationale. Ce méta-secteur n'a pas suffisamment été exploité dans les résultats présentés ici. Ce méta-secteur a également du sens en tant que résultat puisque certaines rations animales distinguent uniquement la part de FAB du total. Les incertitudes sont donc plus grandes pour le direct élevage et les intra-consommations individuellement que pour un secteur les regroupant (appelé FAF).

Les noms des MP doivent également être harmonisés, certaines pouvant être appelées de la même manière d'une filière végétale à une autre (ex : issues de silo), et regroupées dans une segmentation qui permette de traiter facilement les résultats.

4.2.7 Format des données

Dans les premiers essais de la réconciliation des données des MP arrivant en alimentation animale avec les données des rations permettant de les segmenter entre chaque filière animale, une approche se basant sur la répartition des MP dans la ration avec des coefficients a été testée. Par exemple avec comme données d'entrée : 60 à 65% des MP consommées par les volailles de ponte sont des céréales ; puis parmi ces céréales X à X'% est du blé tendre, et Y à Y'% du maïs.

Cependant l'ensemble de ces équations étaient insolubles entre elles. En effet, les pourcentages minimal et maximal agissent ici comme des contraintes fixes ne pouvant être dépassées. Appliquées à chaque flux, aucune solution de résolution n'existe. Une conclusion à en tirer est que les informations collectées sur chaque filière animale peuvent présenter des biais non négligeables, probablement sous forme d'approximations liées à la simplification d'une réalité plus complexe.

Il a donc été préféré d'exprimer les flux à l'aide de nombres décimaux associés à un coefficient de fiabilité et éventuellement une borne, quitte à ce qu'il faille trancher entre plusieurs données qui diffèrent, et quitte à ce que le résultat obtenu s'éloigne parfois de manière significative de la valeur d'entrée.

Par exemple (Tableau 27), les tourteaux de colza utilisés dans les aliments complémentaires à destination des bovins laitiers et mixtes représentent 660 000 tonnes MS85 avec un coefficient de fiabilité 2%. Le coefficient de fiabilité est fort (par rapport à une donnée qui serait à 10%). Le modèle sait qu'il ne doit pas trop s'éloigner de 660. Mais si besoin la valeur de sortie pourra s'éloigner de ce 660 sans limite, contrairement aux tourteaux de soja qui eux ne pourront pas différer de plus de $\pm 5\%$ de la valeur d'entrée.

Tableau 27 : Exemple de donnée d'entrée.

Origine	Destination	Quantité	Fiabilité	Borne
Tourteaux colza	BL FAB complémentaire	660	2%	
Tourteaux soja	BL FAB complémentaire	778	2%	5%

La borne empêche la valeur de sortie de s'éloigner de la donnée d'entrée selon le pourcentage défini. Cependant, les bornes sont imposées uniquement aux flux clefs, permettant d'être plus souples sur d'autres flux et de trouver un ensemble de solutions. Le modèle est donc capable de proposer une solution au problème posé, bien que certains résultats puissent être sujet de discussions.

4.2.8 Contraintes

Il est techniquement possible d'ajouter des contraintes liées au prix ou à la valeur nutritionnelle des matières premières, comme le font les nombreux logiciels de formulation d'aliments. Cette piste n'a pas été étudiée dans le projet. Cela permettrait des substitutions de MP entre-elles en fonction des prix ou des disponibilités. Ces variables peuvent être intégrées dans la fonction-objectif. L'enjeu est d'établir un jeu de contraintes le plus complet possible et admettant un intervalle de solutions.

4.2.9 Intra-consommations & direct élevage

Le poste intra-consommations est particulièrement délicat à définir. En effet, son estimation résulte du delta entre la production, la collecte et l'état des stocks. Un possible biais, qui impacte également la disponibilité en grain pour le direct élevage, a été identifié. Une investigation plus poussée de ce point serait nécessaire.

D'autre part, les agriculteurs peuvent fournir à leur fabricant d'aliments du grain à façon et ne payer que les MP de l'aliment qu'ils n'ont pas fourni et le service, pour récupérer par la suite un aliment complet. Ce grain à façon serait donc du grain qui n'a pas été collecté et qui dans nos données est contenu dans les intra-consommations. Cependant les données permettant de quantifier les MP utilisées en FAB, sont les déclarations de mises en œuvre par les fabricants eux-mêmes. Les grains à façon autant que les grains issus de la collecte y seraient comptabilisés. Or, il a été considéré que l'ensemble de ces grains avaient été collectés auparavant. Ces flux entre les MP disponibles à la ferme et la FAB n'ont donc pas été pris en compte dans nos travaux. Cela pousse à surestimer le grain disponible pour les intra-consommations, et à sous-estimer le grain disponible pour le direct élevage. Les volumes concernés par ce type de pratiques seraient à quantifier pour affiner le découpage des résultats entre FAB, DE et IC.

4.2.10 Année calendaire vs campagne

L'étude porte sur une année civile (2015). En effet, les données issues des industries de la transformation émanent des bilans établis annuellement sur l'année écoulée, en particulier pour l'enquête MPAA d'Agreste. Les données sur la collecte, les importations et les exportations, disponibles mensuellement, pouvaient facilement se basculer de la campagne à l'année calendaire. Cependant, un point n'avait pas été suffisamment anticipé : les récoltes ont lieu en milieu d'année. Ainsi, les consommations des six premiers mois de l'année sont relatives à la récolte n-1 et les consommations des six derniers mois de l'année relatives aux récoltes de l'année n. Si les volumes récoltés sont significativement différents d'une campagne à l'autre – ce qui a été le cas entre les campagnes 2014 et 2015 – cela entraîne des difficultés pour évaluer les ressources disponibles à la ferme (pour l'alimentation animale) et dans les silos. En effet, l'avancement de la collecte et le niveau de stocks peut varier fortement au 31 décembre d'une année sur l'autre. Il suffit d'un retard ou d'une avance par rapport à l'état d'avancement habituel pour fausser les chiffres. Alors qu'au 30 juin, on sait que la récolte précédente a été entièrement collectée (sauf exception) et que les stocks sont au plus bas.

Pour cette raison, pour une éventuelle pérennisation de l'observatoire, il serait pertinent de travailler en campagne. Les données issues des industries (mises en œuvre de MP), ne montrent normalement pas d'évolution forte d'une année sur l'autre. Une veille de l'ensemble des secteurs concernés pour identifier des évolutions dans leur structure (fermeture ou ouverture d'usine par exemple) devrait suffire à ajuster la donnée.

4.3 Discussion des résultats obtenus

Les résultats ont été comparés à ceux de travaux similaires ou aux données d'entrée du modèle dans la partie 3 (encadrée bleutés), en parallèle de leur présentation. Les principaux points de discussions seront repris et complétés ci-après.

4.3.1 Matières premières fourragères

Etudier les fourrages en termes de flux de la production à la consommation, en passant par les différents types de fourrages produits et les pertes est novateur. La méthodologie développée permet de confronter à la fois l'amont de la filière fourrages (la production agricole) à l'aval (la consommation des fourrages). La réconciliation donnée plus de poids à la consommation des animaux qu'à la production. C'est en effet l'élément le plus fiable et cela permet de cela réguler la production de fourrages par ricochet, contrairement aux approches traditionnelles selon lesquels la production de fourrage est égale aux consommations.

4.3.2 Matières premières dites « concentrés »

Après comparaison avec des travaux similaires, les résultats obtenus par la méthode de réconciliation sous contraintes démontrent une bonne fiabilité des consommations par filière animale segmentées par méta-catégories de MP (céréales, coproduits céréaliers, tourteaux).

Cependant, le détail des MP (blé, maïs, orge,...) de chacune de ces catégories semble moins précis. Des interversions semblent avoir eu lieu (exemple : blé vers maïs). Cela est lié aux différences de fiabilité et de détail des rations animales utilisées en entrée du modèle (voir 4.1.4). De plus de nombreuses MP présentes en plus petites quantités, mais dont la somme est significative, ne sont pas prises en compte dans la segmentation des utilisations par filière animale. Cela pousse le modèle à les sous-estimer et à surestimer les MP principales. Afin de résoudre ce biais, il faudrait étudier la possibilité d'inclure des équations permettant de commuter des MP en fonction de leurs valeurs nutritionnelles. Avoir une approche nutritionnelle des rations permettrait également de s'assurer que les solutions proposées par le modèle soient pertinentes. Ainsi des tourteaux de soja pourraient être remplacés par d'autres tourteaux et des CP de meunerie par des CP d'orge. Le modèle se rapprocherait alors des outils qui peuvent exister pour formuler des aliments. À la différence que la formulation se ferait simultanément pour l'ensemble des filières. À première vue, l'intégration de l'aspect nutrition au modèle FMP tel qu'il existe aujourd'hui nécessiterait un développement spécifique. Il faudrait également étudier la question sous l'angle des contraintes afin de s'assurer que le modèle puisse trouver des solutions cohérentes.

Dans ce contexte, l'orge consommé par les animaux d'élevage issus de la réconciliation a été sous-estimé. Après comparaison avec les données réconciliées de la filière orge (lors de la première phase de l'étude), cela semble en partie lié aux difficultés de quantification de la filière semence. Il faudrait contraindre à la hausse la donnée. En effet le résultat obtenu tend vers la limite basse offerte.

Des graines d'oléagineux (dont extrudées) et de protéagineux sont consommées par les animaux d'élevage. Il semblerait que l'utilisation de protéagineux est surestimée dans les rations tandis que celle d'oléagineux est sous-estimée.

Pour finir, les rations des équins, des caprins et palmipèdes gras auraient besoin d'être mieux caractérisées. Pour les caprins et les palmipèdes gras il s'agirait de les isoler respectivement des ovins et des palmipèdes à rôtir.

Dans les résultats obtenus sur les volailles, le hors-FAB paraît élevé. La cause n'a pas été identifiée. Cela est probablement lié à un rapport de force entre les différentes filières et la modulation des fiabilités. La consommation des volailles de ponte est plus élevée qu'escomptée. Cette remarque pourra être prise en compte afin d'affiner le mode de calcul des matières premières consommées. Le volume total des matières premières en filière porcine est un peu faible par rapport à ce qui était attendu (0,5Mt MS85). Cela est lié à la méthodologie utilisée calculant les besoins en matières premières à partir des systèmes types, potentiellement plus performants que la moyenne française. Des arrondis ont également été utilisés pour évaluer le cheptel de truie.

Un autre questionnement naît également de la difficulté de la prise en compte du petfood lors des travaux de la première phase de l'étude. Globalement, l'approche adoptée a conduit à une surestimation du petfood (les réconciliations individuelles de chaque filière végétale dans la première partie du projet n'ont pas permis de contraindre de manière satisfaisante chacune des matières premières allant en petfood). Cela a-t-il conduit à des biais non redressés par la réconciliation des données ?

4.3.3 Conversion protéique

Le sujet des protéines dans la filière fourragère est particulièrement épineux. En effet, évaluer les taux de protéines des différentes matières premières repose en partie sur des hypothèses sur la qualité des fourrages, et donc sur le stade de pousse. Ce n'est pas une notion qui a été incluse dans le modèle. Par ailleurs la qualité des fourrages pâturés peut varier en fonction de l'espèce animale. Par exemple, les ovins allaitants peuvent être conduits dans des alpages plus escarpés, mais aussi plus pauvres nutritionnellement par rapport aux bovins à viande élevés en plaine. Il y a également une différence de qualité marquée et avérée entre les fourrages consommés par les bovins laitiers et bovins à viande. Cette notion n'est pas non plus incluse dans le modèle. Les protéines fourragères consommées pourraient être modulées en prenant en compte cette variation.

Pour la conversion des flux issus des MP concentrés en protéines, les taux de protéines retenus sont issus de la littérature scientifique (Feedtable de l'Inra). Le taux de protéine réel de l'année étudiée n'est pas pris en compte. En effet, le taux de protéine composant les grains varie d'une année sur l'autre (climat, absorption plus ou moins effective des amendements azotés par les cultures, ...), et également selon les régions. Les FAB prennent en compte les taux protéiques réels des lots de MP arrivant dans leurs usines pour en tenir compte dans les formulations des aliments et répondre aux besoins des différentes espèces. Dans le cas d'une éventuelle pérennisation de l'observatoire des flux, ce critère pourrait être introduit. Pour les blés, FranceAgriMer publie après chaque récolte annuelle les résultats d'une enquête sur la qualité de la production, la description du taux de protéine est incluse.

Le calcul de l'autonomie protéique tel que proposé est un premier bon exercice. Il pourrait cependant être affiné. En effet, le taux de matières premières importé a été calculé sur le total du gisement français et non pas sur les matières premières entrant en alimentation animale. Affiner ce calcul nécessite de développer une expertise plus forte sur le captage des matières premières importées par les différents secteurs économiques. Par ailleurs, des graines importées peuvent avoir été utilisées pour produire des coproduits, notamment tourteaux. Cet élément n'a pas été pris en compte dans ce premier calcul de l'autonomie protéique.

4.3.4 Calcul de l'autonomie protéique

Le choix a été fait de ne pas définir l'autonomie protéique comme le rapport entre la production totale française de protéines végétales et les protéines nécessaires à l'alimentation des cheptels français. En effet, ce mode de calcul ne tient pas compte de la partie de la production française de protéines qui n'est pas réellement disponible pour l'alimentation animale, car exportée ou utilisée pour d'autres débouchés. L'approche utilisée dans les bilans européens (DG Agri, 2019) a été privilégiée. Elle définit l'autonomie comme le rapport entre les protéines d'origine française consommées en alimentation animale et les protéines nécessaires à l'alimentation des cheptels français. Il a ainsi été nécessaire d'estimer la part de protéines d'origine française pour chaque matière première utilisée pour l'alimentation animale. Ce travail a été particulièrement délicat pour les tourteaux. Les tourteaux peuvent en effet être importés, produits en France à partir de graines importées, ou être produits en France à partir de graines locales. Le résultat final peut varier en fonction des hypothèses retenues, particulièrement pour l'autonomie en MRP. Afin de tenir compte de la complexité des flux, notre étude a considéré que les protéines de colza réimportées d'Allemagne et de Belgique sous forme de tourteau après y avoir été exportées sous forme de graines, sont d'origine française.

Ainsi, la définition plus étroite du numérateur, centrée sur l'alimentation animale, explique la différence avec les valeurs publiées jusqu'ici. Notre approche évalue l'autonomie protéique en

MRP à 43% contre 56% estimée en moyenne des deux campagnes agricole 2014/15 et 2015/16 (TerresUnivia, 2017).

CONCLUSION

Les travaux conduits sur les flux de matières premières au sein des filières végétales et animales sont novateurs par leur ampleur et la méthode employée. La mobilisation permanente des acteurs des filières pendant deux ans souligne l'importance de ce sujet et ouvre sur un travail au long cours.

La méthode « flux de MP » a démontré ses performances pour réconcilier des données de sources différentes en prenant en compte leur fiabilité. La méthode repose principalement la disponibilité et la fiabilité des données d'entrée. Une production régulière et actualisée de ces ressources par les différents acteurs des filières végétales et animales est nécessaire. En effet, la grande complexité des filières se traduit par un grand nombre de contraintes qui, si elles sont mal formulées, se révèlent incompatibles. La mise en place a été longue mais une fois réglé l'outil permet de répliquer la méthode à d'autres échelles de temps ou d'espace. L'outil nécessite encore quelques développements notamment pour améliorer la puissance de calcul et identifier les contraintes incompatibles. Ces aspects sont actuellement travaillés par l'INRIA et ses partenaires.

La méthode est efficace pour avoir une vision d'ensemble des flux. Les résultats obtenus sont cohérents avec les estimations d'autres études récentes (Dronne 2018, modèle Allix d'Agreste) et mettent en évidence les pistes de travail pour l'amélioration de leur précision. La transcription de ces flux en diagrammes de Sankey² permet une excellente illustration des filières, bien que ceux-ci ne permettent à ce jour pas la visualisation de la variabilité des résultats au format min/max. Ces diagrammes révèlent la complexité des filières comme par exemple les pertes dans la filière fourragère ou la concurrence entre filières animales pour capter certaines MP. C'est un support à associer à un bilan de matière première ou à un tableau de résultats. La méthode de quantification des flux de MP permet également d'évaluer les rations et les matières premières utilisées en dehors des FAB (intra-consommations, direct élevage). Aucun autre outil n'était à ce jour capable de quantifier la segmenter utilisation des matières premières en alimentation animale.

Cette étude ne s'est pas limitée aux matières premières au sein des filières animales. L'ensemble du système économique a été représenté afin de quantifier les utilisations en alimentation humaine (food), les utilisations énergétiques (fuel), les utilisations pour l'industrie, notamment pour les coproduits, l'utilisation en petfood, en semences... Cette méthode pourra ainsi servir à l'amélioration de la connaissance des bilans matières, et particulièrement lors d'années particulières (sécheresse, forte variation des prix d'une matières premières,...).

Les résultats obtenus éclairent les questionnements sur l'alimentation des animaux d'élevage, sa durabilité, l'importance de l'élevage dans la valorisation des coproduits issus de l'agro-alimentaire ou encore l'autonomie alimentaire et protéique de l'élevage français. Ils pourront servir de base de connaissance pour des travaux académiques ou technique mais également aider à la prise de décisions politiques (Plan protéine par exemple). Ces résultats permettent également d'apporter des réponses scientifiques aux questions du grand public sur l'élevage et ses consommations de matières premières.

² Ils sont disponibles en ligne à l'adresse suivante : https://www.flux-biomasse.fr/resultats/sankey_ble_tendre/France

RESSOURCES EN LIGNE

Plusieurs documents sont disponibles en ligne au téléchargement ou à la consultation pour compléter ce travail.

Site du [GIS Avenir Élevages](http://www.gis-avenir-elevages.org) www.gis-avenir-elevages.org sont disponible au téléchargement les documents suivants:

- Présentations du séminaire de restitution mi projet « De la récolte à l'auge, les utilisations des MP destinées à l'alimentation des animaux d'élevage » en date du 23 novembre 2018
- Rapport détaillé – première partie du projet, *Flux de MP au sein du système « alimentation des animaux de rente », France, 2015 - Etablissement et application d'une méthodologie*, 82 pages, 01.05.2019
- Rapport détaillée – seconde partie du projet, *Flux de MP au sein du système « alimentation des animaux de rente », France, 2015 - 77 pages*, 2020
- Synthèse des résultats du projet mi-parcours (mars 2019)
- Synthèse des résultats finaux (09.07.2020)
- Lexique regroupant les termes techniques, les définitions réglementaires et les définitions usuelles que l'on peut rencontrer dans les différentes filières prenant part au système « alimentation des animaux de rente ».

Sur le site [AF Filières](http://www.flux-biomasse.fr), INRIA www.flux-biomasse.fr, les diagrammes de Sankey (schémas de flux) sont disponibles à la consultation pour chaque filière :

- Filière blé tendre
- Filière blé dur
- Filière maïs
- Filière orge
- Filière triticales
- Filière avoine
- Filière seigle
- Filière sorgho
- Filière colza
- Filière tournesol
- Filière soja
- Filière soja conventionnel et soja sans-OGM avec appariement filières animales
- Filière lin
- Filière lupin
- Filière pois protéagineux
- Filière féverole
- Filière luzerne déshydratée
- Filière coproduits betteraviers
- Filière PAT et CGA
- Fourrages avec appariement filières animales
- Filière agriculture biologique avec appariement filières animales
- Toutes filières végétales (y.c. fourrages) et animales

ABREVIATIONS

AB = Agriculture Biologique

AFM = analyse de Flux de Matière

AMV = Aliment minéral et vitaminique

BL = bovins laitiers

BL&M = bovins laitiers et mixtes

BM = bovins mixtes

BV = bovins à viande

CGA = Corps Gras d'origine Animaux

CP = Coproduit

DE = Direct élevage

FAB = Fabrication industrielle d'aliment pour le bétail

FAF = Fabrication d'aliment à la ferme

FMP = projet Flux de matières premières (acronyme de l'étude)

IAA = Industries agro-alimentaires

IC = Intra-consommations

MAT = Matière azotée totale

MP = Matière première

MPC = Matière première concentrée

MPF = Matière première fourragère

MS = Matière sèche

OGM = Organisme Génétiquement Modifié

OS = Organisme Stockeur.

UGB = Unités gros bovins

PAT = Protéines Animales Transformées

SAA = Statistique agricole annuelle

TER = Tableaux emplois-ressources

ANNEXES

Annexe I : Estimations des consommations de matières premières dites concentrées par filières animales en France, en 2015 (données exprimées en x1 000 t de Matière Sèche standardisée à 85% - MS85). Résultats issus de la réconciliation des données avec la méthode d'optimisation sous contraintes : valeur out.

(x1 000 t MS85) année 2015	Tous animaux d'élevage	Bovins laitiers & mixtes	Bovins à viande	Caprins	Ovins lait	Ovins à viande	Lapins	Equins	Porcs	Volailles de chair	Volailles de ponte	Palmipèdes gras
Total concentrés	34 037	8 446	4 019	404	282	521	399	309	7 767	6 090	3 255	2 100
Grains	19 637	3 067	2 213	251	178	353	65		5 583	4 039	2 127	1 752
Céréales	18 903	2 845	2 115	251	178	353	63		5 512	3 895	2 106	1 571
Blé tendre	7 780	1 176	897	30	31	56	24		1 688	2 191	1 128	553
Maïs	6 786	704	675	57	53	93	9		2 464	1 026	739	963
Orge	1 917	289	245	102	58	148	9		798	119	117	28
Triticale	1 809	649	278	51	35	55	23		18	561	106	28
Autres céréales	613	27	21	11	1	1	0		540	0	17	0
Oléoprotéagineux	735	224	99	0	1	1	1		72	143	20	183
Protéagineux	300	169	66	0	1	1	1		16	17	0	38
Autres oléopro	433	53	32	0	0	0	0		56	127	21	145
Coproduits	13 693	5 142	1 724	156	103	158	334		1 994	1 945	1 034	346
CP Céréaliers	3 000	1 470	440	44	11	34	57		646	155	104	25
Tourteaux	7 823	2 603	773	15	33	56	101		1 152	1 459	780	243
Ttx soja	3 824	1 367	290	1	20	8	0		224	1 127	425	103
Ttx colza	2 272	1 186	325	12	12	31	2		506	143	1	54
Ttx tournesol	1 654	49	159	2	1	14	100		415	137	339	85
Autres ttx	72	1	0	0	0	1	0		7	51	17	1
Huiles végétales	112	0	0	0	0	0	0		6	92	18	0
Luzerne déshydraté	576	219	125	44	41	11	77			0	0	0
Pulpes betterave	900	488	233	27	5	38	81		8	6	5	1
Autres CP	1 286	365	153	26	16	22	16		179	232	124	77
CP liq betterave	150	82	17	7	0	0	5		27	8	6	0
CP origine. animale	27	0	0	0	0	0	0		21	5	4	0
Autres MP	1 109	283	136	19	16	22	11		131	218	114	76
AMV	708	236	81	0	1	10	1		187	106	95	2

NB : La méthode d'optimisation sous contraintes s'est avérée précise pour la réconciliation des flux par grandes catégories de matières premières (Céréales, tourteaux, coproduits céréaliers, etc.). En revanche, les résultats par sous-catégories (Blé, maïs grain, orge, tourteau de soja, etc.) présentent un intervalle min/max souvent supérieure à 20%.

Annexe II : Estimations des consommations de matières premières dites concentrées par filières animales en France, en 2015 (données exprimées en x1 000 t de Matière Sèche standardisée à 85% - MS85). Résultats issus de la réconciliation des données avec la méthode d'optimisation sous contraintes : intervalle min/max

(x1 000 t MS85) année 2015	Tous animaux d'élevage		Bovins laitiers & mixte		Bovins à viande		Caprins		Ovins laitiers		Ovins à viande		Lapins		Equins		Porcs		Volailles de chair		Volailles de ponte		Palmipèdes gras	
Total concentrés	34 003	34 078	8 414	8 486	3 993	4 039	404	404	280	284	519	523	399	399	309	309	7 736	7 778	6 090	6 090	3 255	3 255	2 100	2 100
Grains	19 534	19 714	2 992	3 148	2 163	2 275	241	273	175	183	347	361	62	67			5 514	5 641	3 980	4 117	2 078	2 173	1 717	1 801
Céréales	18 889	18 959	2 783	2 911	2 070	2 164	241	259	175	182	347	360	61	66			5 447	5 565	3 843	3 967	2 060	2 151	1 547	1 603
Blé tendre	7 781	7 813	3	1 800	2	1 501	0	130	0	110	4	180	16	49			1 639	1 740	1 929	2 538	879	1 479	522	624
Maïs	6 772	6 851	288	1 490	302	1 504	10	270	10	240	10	330	1	33			2 403	2 520	893	1 499	607	1 207	954	1 054
Orge	1 916	1 962	164	813	113	762	10	230	0	170	48	338	1	34			768	822	30	640	30	620	0	100
Triticale	1 808	1 822	487	1 102	99	715	0	170	0	140	10	210	16	49			18	21	470	1 021	24	553	0	100
Autres céréales	612	637	0	97	0	97	2	52	0	17	0	17	0	8			532	549	0	25	10	35	0	13
Oléoprotéagineux	645	755	209	237	93	111	0	14	0	1	0	1	1	1			67	76	137	150	18	22	170	198
Protéagineux	220	296	158	181	55	76	0	17	0	1	0	1	0	7			14	18	14	20	0	4	32	47
Autres oléopro	429	536	23	85	5	61	0	10	0	6	0	6	0	3			51	61	122	134	19	25	119	194
Coproduits	13 708	14 015	5 070	5 224	1 676	1 763	142	160	100	106	153	162	332	337			1 952	2 060	1 885	2 002	988	1 087	325	364
CP Céréaliers	3 010	3 310	1 267	1 690	215	524	40	48	0	15	27	44	54	61			621	665	144	167	94	113	23	27
Tourteaux	7 826	7 909	2 532	2 663	760	786	14	25	30	35	52	63	99	104			1 127	1 196	1 415	1 489	761	804	226	259
Ttx soja	3 823	3 827	1 357	1 372	290	290	0	4	18	22	6	10	0	0			218	230	1 127	1 127	408	441	50	190
Ttx colza	2 275	2 358	1 095	1 211	318	333	1	25	10	13	29	33	1	5			484	528	136	150	0	18	10	128
Ttx tournesol	1 657	1 711	51	116	154	165	1	25	0	2	0	19	97	103			403	431	121	157	314	355	0	170
Autres ttx	70	89	2	58	0	2	0	19	0	2	0	18	0	0			2	43	9	70	1	42	2	39
Huiles végétale	114	138	0	110	0	120	0	8	0	9	0	17	0	2			4	8	30	113	0	69	0	6
Luzerne déshydratée	576	587	212	226	121	129	42	46	38	45	10	14	75	80			0	0	0	0	0	0	0	0
Pulpes betterave	904	983	261	653	149	418	24	35	0	15	25	41	78	83			7	10	0	10	0	9	0	6
Autres CP	1 293	1 390	358	478	153	261	17	41	14	45	20	53	13	22			156	195	213	263	109	161	73	90
CP liq betterave	152	198	84	148	19	83	0	11	0	15	0	17	3	6			10	36	0	18	0	23	0	6
CP origine animale	28	32	1	37	1	37	0	10	0	12	0	12	0	4			19	23	1	19	0	19	0	6
Autres MP	1 113	1 160	273	293	133	141	17	20	14	18	20	24	10	12			127	136	212	226	109	119	73	78
AMV	462	771	201	277	62	93	0	12	1	1	8	12	1	1			172	197	86	125	79	110	2	4

NB : La méthode d'optimisation sous contraintes s'est avérée précise pour la réconciliation des flux par grandes catégories de matières premières (Céréales, tourteaux, coproduits céréaliers, etc.). En revanche, les résultats par sous-catégories (Blé, maïs grain, orge, tourteau de soja, etc.) présentent un intervalle min/max souvent supérieure à 20%.

Annexe III : Estimations des consommations de fourrages par filières herbivores en France, en 2015 (données exprimées en x1 000 t de Matière Sèche - MS). Résultats issus de la réconciliation des données avec la méthode d'optimisation sous contraintes : valeur out

(x1 000 t MS) année 2015	Tous animaux d'élevage	Bovins laitiers & mixtes	Bovins à viande	Caprins	Ovins laitiers	Ovins à viande	Equins
Fourrages	71 785	33 275	30 411	695	997	2 791	3 540
Ensilage de maïs	14 901	11 963	2 643	28	23	27	
Herbe conservée	23 388	9 068	10 518	537	412	650	2 233
Herbe pâturée	31 726	11 389	16 468	116	533	2 039	1 209
Autres fourrages	1 845	847	777	9	25	71	94

Annexe IV : Estimations des consommations de fourrages par filières herbivores en France, en 2015 (données exprimées en x1 000 t de Matière Sèche - MS). Résultats issus de la réconciliation des données avec la méthode d'optimisation sous contraintes : intervalle min/max

(x1 000 t MS) année 2015	Tous animaux d'élevage		Bovins laitiers & mixtes		Bovins à viande		Caprins		Ovins laitiers		Ovins à viande		Equins	
	70 077	72 491	32 643	34 095	29 644	31 297	679	712	973	1 017	2 720	2 844	2 100	3 900
Ensilage de maïs	14 901	14 901	11 963	11 963	2 643	2 643	28	28	23	23	27	27	0	0
Herbe conservée	21 786	24 047	8 590	9 580	10 052	10 963	521	555	395	427	621	675	722	2 712
Herbe pâturée	30 546	33 728	10 896	11 988	15 729	17 256	113	119	513	552	1 977	2 096	100	3 000
Autres fourrages	1 777	2 169	809	891	738	812	9	9	24	25	69	72	10	400

Annexe V : Estimations des consommations de protéines issues des matières premières dites concentrées et des fourrages par filières animales en France, en 2015 (données exprimées en x1 000 t Matières Azotées Totales - MAT). Résultats issus de la conversion en protéines des résultats sous forme de valeur out (source taux protéique des matières premières : Tables INRA 2018, Graux et al. 2017).

(x1 000 t MAT) année 2015	Tous animaux d'élevage	Bovins laitiers & mixtes	Bovins à viande	Caprins	Ovins laitiers	Ovins à viande	Equins	Lapins	Porcs	Volailles de chair	Volailles de ponte	Palmipèdes gras
Total concentrés	5 773	1 714*	648*	51*	42*	67*	92	71*	1 057	1 062*	537*	283*
Grains	1 918	321*	220*	23*	17*	33*	NC	7*	511	408	203*	176*
Céréales	1 757	272*	199*	23*	16*	33*	NC	6*	495	377	199*	136*
Dont Blé tendre	829	125*	96*	3*	3*	6*	NC	3*	180	234	120*	59*
Dont Maïs	508	53*	51*	4*	4*	7*	NC	1*	184	77*	55*	72
Dont Orge	183	28*	23*	10*	6*	14*	NC	1*	76	11*	11*	3*
Oléoprotéagineux	161*	49*	22*	0*	0*	0*	NC	0*	16*	31*	5	40*
Coproduits	3 855	1 392*	427*	27*	25*	34*	NC	64	547	654	333	106*
CP céréaliers	577	283*	85*	8	2*	7*	NC	11	124	30	20	5
Tourteaux	2 871	971	275	5*	12*	18*	NC	31	386	579	289	87*
Dont tourteau de soja	1 615	577	123	0*	9	4*	NC	0	95	476	179	43*
Huiles végétales	0	0	0	0	0	0	NC	0	0	0	0	0
Luzerne déshydratée	98	37	21	7	7	2	NC	13	0	0	0	0
Pulpes de betteraves	69	37*	18*	2*	0*	3*	NC	6	1*	0	0	0
Autres CP	241	64*	28*	5*	3*	4*	NC	3*	36	45*	24*	15*
Total Fourrages	9 324	3 990	4 216	86	139	415	475*					
Ensilage de maïs	1 192	957	211	2	2	2	0*					
Herbe conservée	2 807	1 088*	1 262	64	49	78	268*					
Herbe pâturée	5 044	1 811	2 618	18	85	324	192*					
Autres fourrages	281*	134*	124*	1*	3*	11*	14*					
TOTAL	15 097	5 704	4 863*	137*	181*	481*	566*	71*	1 057	1 062*	537*	283*

(*) Les valeurs affectées d'un astérisque présentent un écart entre la valeur minimale et la valeur maximale de l'intervalle supérieur à 20% et doivent être interprétées avec prudence.

NB : La méthode d'optimisation sous contraintes s'est avérée précise pour la réconciliation des flux par grandes catégories de matières premières (Céréales, tourteaux, coproduits céréaliers, etc.). En revanche, les résultats par sous-catégories (Blé, maïs grain, orge, tourteau de soja, etc.) présentent un intervalle min/max souvent supérieure à 20%.

BIBLIOGRAPHIE

- AgenceBio, OC, 2018. Données départementales et régionales de certification au 31 décembre de 2011 à 20017.
- Agreste, 2015. Ministère de l'agriculture et de l'alimentation - agreste - La statistique, l'évaluation et la prospective agricole - Alimentation animale [WWW Document]. URL http://agreste.agriculture.gouv.fr/thematiques/productions-animales-877/alimentation-animale-924/#Alimentation_animale (accessed 6.20.19).
- Agreste, 2011. Ministère de l'agriculture et de l'alimentation - agreste - La statistique, l'évaluation et la prospective agricole - Pratiques culturales sur les grandes cultures et prairies [WWW Document]. URL <http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/pratiques-culturales/pratiques-culturales-sur-les-918/> (accessed 6.20.19).
- Association-cereales-proteagineux.pdf, n.d.
- Bocquelet, H., 2018. Trituration oléagineux production huile.
- 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 00 15 502 030, 36p.
- Bossis, N., Legarto, J., Lefrileux, Y., Lazard, K., Coursange, H., Bluet, B., Bealu, C., Richard, V., Lictévout, V., Desbos, V., Pommaret, A., Blanchard, F., Coutineau, H., Ouin, S., Morge, F., 2012. Systèmes caprins d'alimentation respectueux de l'environnement.
- Boyer, S., Palazon, R., 2016. Synthèse nationale des exploitations du réseau équin. repères technico-économique 2015. Réseau équin national, IDELE, IFCE.
- Brion, A., Franque, S., 2019. FAB bio composition et volumes.
- Canale, C., 2019. Trituration oléagineux bio (bis).
- Canale, C., Flechet, F., de Cordoue, A.-L., Barrier-Guillot, B., 2018. Productions et marchés, les grandes cultures au coeurs de l'essor du bio. Perspectives Agricole.
- Chapoutot P., Tran G., Gillet P., Rouille B., Bastien D., 2014., Optim'Al, un outil d'optimisation économique des rations de ruminants pour une meilleure valorisation des coproduits, Renc. Rech. Ruminants, 2014, 2 <http://idele.fr/services/outils/optimal.html>
- Chever, T., cogoluenhes, C., Herry, L., Renault, C., Romieu, V., Fléchet, D., Lacarce, E., Rison, N., Arnaud, M., 2018. Le marché alimentaire bio en 2017. Estimation de la consommation des ménages en produits alimentaires biologiques en 2017. Edition 2018. Agence BIO.
- Coop de France NA, 2017. Chiffres clés, Rapport Statistique 2017. Coop de France NA.
- Courtonne, J.-Y., Alapetite, J., Longaretti, P.-Y., Dupré, D., Prados, E., 2015. Downscaling material flow analysis: The case of the cereal supply chain in France. Ecological Economics 118, 67–80. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.07.007>
- Devun, J., Brunschwig, P., Guinot, C., 2012. Alimentation des bovins : rations moyennes et niveaux d'autonomie alimentaire 36.
- Devun, J., Legarto, J., 2011. Fourrages conservés et modes de récolte : la situation selon les systèmes d'élevage en France 15.
- equin-synthese-nationale.pdf, n.d.
- DG Agri, 2019. Commission publishes overview of EU feed supply, EU feed protein balance sheet – explanatory note. [WWW Document]. URL https://ec.europa.eu/info/news/commission-publishes-overview-eu-feed-supply-2019-may-20_en (accessed 4.30.2020)
- Dronne, Y., 2018. Les matières premières agricoles pour l'alimentation humaine et animale : l'UE et la France. INRA Prod. Anim., 2018, 31 (3), 181-200
- FranceAgriMer, 2020. Protéagineux bio – Bilans prévisionnels 2019/20. Conjoncture oléoprotéagineux n°4, juin 2020.

- FranceAgriMer, Arvalis, 2019. Qualité des blés français à l'entrée des silos de collecte. Edition Septembre 2019.
- FranceAgriMer, 2016. Conjoncture, Les indicateurs économiques suivis par FranceAgriMer. Flash info bio. Céréales et oléo-protéagineux bio - bilans prévisionnels 2015/2016.
- FranceAgriMer, 2012. Suivi mensuel de la collecte et des stocks bio. Céréales et oléo-protéagineux issus de l'agriculture biologique. Notice de remplissage.
- FranceAgriMer, 2010. Suivi mensuel de l'activité des fabricants d'aliments du bétail. Notice de remplissage.
- GAB/FRAB, 2015. Mélanges céréaliers, Grandes Cultures, Fiche n°3.
- Guion, F., 2019. Meunerie bio.
- Graux A-I, Delaby L., Peyraud J-L. (coordinateurs), Casellas E., Faverdin P., Le Bas c., Meillet A., Poméon T, Raynal H., Resmond R., Ripoche D., Ruget F., Therond O., Vertès F., 2017. Les prairies françaises : production, exportation d'azote et risques de lessivage. Rapport d'étude, INRA (France), 74 p.
- Hoden, A., Müller, A., Peyraud, J.L., Delaby, L., Faverdin, P., Peccatte, J., Fargetton, M., 1991. Pâturage pour vaches laitières. Effets du chargement et de la complémentation en pâturage tournant simplifié. INRA Productions Animales 229–239.
- IDELE, ADEME, n.d. Paille de céréale.
- Graux A.I., Delaby L., Peyraud J.L. (coordinateurs), Casellas E., Faverdin P., Le Bas C., Meillet A., Poméon T., Raynal H., Resmond R., Ripoche D., Ruget F., Therond O., Vertès F., 2017. Les prairies françaises : production, exportation d'azote et risques de lessivage. Rapport d'étude, INRA (France), 74 p.
- Jousseins, C., Tchakérian, E., de Boissieu, C., Morin, E., Turini, T., 2014. Alimentation des ovins : rations moyennes et niveaux d'autonomie alimentaire 40.
- Juin, H., 2015. Les pertes alimentaires dans la filière Céréales. Innovations Agronomiques 79–96.
- Kopec, G.M., Allwood, J.M., Cullen, J.M., Ralph, D., 2016. A General Nonlinear Least Squares Data Reconciliation and Estimation Method for Material Flow Analysis: Data Reconciliation for MFA. Journal of Industrial Ecology 20, 1038–1049. <https://doi.org/10.1111/jiec.12344>
- Moquet, M., 2019. Maïs fourrage.
- Perrot C., 2018. Comparer l'offre et la demande en fourrages au niveau local (Petites régions agricoles): méthodes, résultats, intérêts, limites, marges de progrès. Séminaire GIS Avenir Elevages, 23/11/2018.
- Rey, F., Sinoir, N., Wohrer, J., Tourat, C., Mazollier, C., 2013. Semences biologiques en France : quelles pratiques, quelles attentes ? Innovations Agronomiques 413–426.
- Robin, C., Bouvard, F., 2018. Les grandes cultures et fourrages en agriculture biologique.
- Roinsard, A., 2019. Echanges sur les flux de MP chez les monogastriques (grains dans la filière, puis consommation par les porcs et les volailles).
- Rouillé, B., 2012. En élevage bovin laitier, maîtriser son coût alimentaire : quelles solutions ? [WWW Document]. idele.fr. URL http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/maitriser-son-cout-alimentaire-en-elevage-laitier-queelles-solutions.html (accessed 6.20.19).
- SIFCO, 2015. Rapport d'activité. 42p.
- Terres Univia, 2015. Chiffres clés 2014. Oléagineux et plantes riches en protéines, 28.
- TerresUnivia, 2017. Chiffres Clés 2016. Oléagineux et plantes riches en protéines, 28.
- Therond O., Tichit M., Tibi A., 2017. Volet "écosystèmes agricoles" de l'Evaluation Française des Ecosystèmes et des Services Ecosystémiques. Rapport d'étude, Inra, France, 966p.
- Tillie, P. et Rodríguez-Cerezo, E., 2015. Markets for non-Genetically Modified, Identity-Preserved soybean in the EU 36, JRC Science and policy report, Commission européenne, Report EUR 27203 EN, 72p.
- Vignau-Loustau, L., Huyghe, C., 2008. Stratégies fourragères. France Agricole Editions.

Wheeler, B., 1993. Guide d'alimentation des vaches laitières [WWW Document]. Ontario. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales. URL <http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/dairy/facts/pub101.htm> (accessed 6.20.19).