



HAL
open science

Etat des lieux et leviers pour réduire les pertes alimentaires dans les filières françaises

Barbara Redlingshofer, Bernard Coudurier, Martine Georget

► To cite this version:

Barbara Redlingshofer, Bernard Coudurier, Martine Georget. Etat des lieux et leviers pour réduire les pertes alimentaires dans les filières françaises. *Innovations Agronomiques*, 2015, 48, pp.23-57. 10.15454/1.462270509589515E12 . hal-02636281

HAL Id: hal-02636281

<https://hal.inrae.fr/hal-02636281>

Submitted on 27 May 2020

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

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



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

Etat des lieux et leviers pour réduire les pertes alimentaires dans les filières françaises

Redlingshöfer B.¹, Coudurier B.², Georget M.²

¹ INRA, MaR/S, 147 rue de l'Université, F- 75338 Paris cedex 07

² INRA CODIR, 147 rue de l'Université, F-75338 Paris cedex 07

Correspondance : barbara.redlingshoefer@paris.inra.fr

Résumé

A ce jour, peu de données existent sur l'ampleur des pertes alimentaires aux stades amont des filières, en France, en Europe et au-delà. L'étude transversale de l'Inra réalisée par ses Groupes Filières a comme objectif d'apporter des connaissances, pour la France, sur les pertes alimentaires, aux stades de la production agricole jusqu'à la distribution, sur les raisons imputables et sur le devenir de ces pertes. Les leviers d'action d'ores et déjà actionnables pour réduire ces pertes sont identifiés ainsi que les recherches qu'il conviendrait d'engager pour y contribuer plus efficacement.

Quatre filières végétales (céréales ; protéagineux ; oléagineux ; fruits, légumes et pommes de terre) et six filières animales (lait ; œuf ; viande bovine ; viande ovine ; viande porcine ; poulet de chair et poule de réforme ; truite) ont été analysées. Dans l'étude, les pertes alimentaires sont définies comme étant les denrées destinées à la consommation humaine, mais écartées, perdues ou retirées, exception faite de celles recyclées au travers d'une valorisation en alimentation animale (hors animaux de compagnie).

L'analyse montre une répartition diffuse des pertes dans les filières. Tous les stades peuvent être concernés, et leur importance à l'égard des pertes varie selon la filière. Globalement, les pertes à la production agricole (pertes à la récolte, non-récolte, écarts de tri par exemple) sont plus importantes en production végétale (2-6% en grandes cultures, 9% en fruits et légumes, et pommes de terre) qu'en élevage (par exemple 1% en lait de vache, 0,5% pour œuf, moins de 1% pour les viandes). Dans les filières viande, les retraits pour raison sanitaire et pour consommation seulement partielle de morceaux moins nobles, comme les abats, interviennent au stade abattage/découpe. Un ordre de grandeur de 5 - 10% de pertes allant jusqu'à environ 12% pour la pomme de terre et les fruits et légumes, de la production à la transformation (distribution pour les fruits et légumes), peut être avancé au regard des résultats de l'étude. Les filières végétales tendent à se situer dans la fourchette haute, et ceci malgré le fait que leurs écarts soient en partie valorisés en alimentation d'animaux d'élevage ce qui conduit à limiter les pertes selon notre définition.

Face à la complexité des modalités de valorisation et de transformation dans certaines filières, la connaissance des pertes est difficile. Le devenir des volumes retirés, écartés ou perdus au niveau de la filière n'est pas toujours connu ou communiqué. Globalement, l'étude s'est heurtée au caractère confidentiel des données d'entreprises et de leurs représentants professionnels. La difficulté de la quantification des pertes n'empêche pourtant pas l'identification de leviers en vue de leur réduction. Ils sont d'ordre technique (amélioration génétique, optimisation du matériel de récolte, des procédés de transformation et du nettoyage etc.), organisationnels (meilleure coordination entre offre et demande, etc.), réglementaires (dates de péremption, etc.) et au niveau des normes sociales (exigences des consommateurs ayant un impact sur les pertes aux stades amont, par exemple). Pour certains d'entre eux, des recherches complémentaires sont nécessaires.

Mots clés : pertes alimentaires, filières végétales, filières animales, quantification

Abstract: State of the art and levers for reducing food losses in French supply chains

Data on the extent of food loss at the upstream stages of supply chains is currently scarce, in France, in Europe and abroad. This study conducted by Inra working groups organized according to product supply chains has several aims: obtain knowledge, for France, on the extent of food loss, from primary production to retail, on its determinants and fate. The study identified reduction measures to be implemented, and research gaps to be closed in order to support food loss reduction.

Four plant supply chains (cereals, pulses, oil crops, fruits/vegetables/potatoes) and six animal supply chains (milk, egg, beef, lamb, pork, broiler chicken and spent hens, and trout) have been analyzed. In this study, food loss is defined as discarded or lost food products initially intended for human consumption, unless they are used for animal feed (excluding pet-food).

Results show a diffuse distribution of food loss across the supply chains. All stages seem to be concerned; their role with regard to food loss varies between product supply chains. Overall, losses at primary production (losses at harvest, decision against harvest, discard at harvest, for example) are more important in plant supply chains (2-6% in cereals, pulses and oil crops; 9% in fruits and vegetables, and potatoes) than in animal supply chains (for example 1% of cow milk, 0,5% for eggs, less than 1% for meat). In meat supply chains, discard due to safety reasons and only partial consumption of less nobles meat pieces, like offal, determine food loss at slaughter and cutting. Based on our study results, a range of 5-10% food loss with up to 12% for fruits, vegetables and potatoes, from production to processing (to distribution for fruits and vegetables) can be assumed. Plant supply chains tend to perform in the upper range and this despite the fact that discards are partly used to feed farm animal which in turn diminishes food loss, according to our definition.

With regard to complexity of transformation pathways in some supply chains, food loss data is difficult to obtain. The fate of discarded or lost amounts is not always available at the sector level. Overall, the study faced the problem of the confidential character of data from business or professional representatives. Quantification difficulties, however, do not prevent from identifying loss reduction measures. These are of different nature: technical (progress on breeding and genetics, optimization of material for harvest, for processing and cleaning etc.), organizational (improved coordination of supply and demand, etc.), regulatory (expiry dates, etc.) and social and cultural standards (consumer expectations determining food loss at downstream stages for example). For some of these measures, further research is necessary.

Keywords: food loss, plant supply chain, animal supply chain, quantification

Introduction

Nombreux ont été ces dernières années les efforts pour décrire, analyser et comprendre les pertes et gaspillages alimentaires. Si les rapports foisonnent sur la description de situations engendrant pertes et gaspillages et sur leurs déterminants, peu de données quantitatives, de qualité, existent sur les volumes et la valeur en jeu, et encore moins des données spécifiques à des catégories de produits ou à des stades spécifiques de filière (production agricole, transformation, distribution, consommation). L'absence de données solides est criante pour la production agricole, les opérations post-récolte, la première transformation, comme les rapports globaux (Gustavsson *et al.*, 2011 ; Lipinski *et al.*, 2013 ; HLPE, 2014) ne cessent de le rappeler jusqu'à ce qu'ils écartent le stade agricole des analyses de pertes (Monier *et al.*, 2010). Malgré cette situation, des estimations sommaires ont été extrapolées à une variété de situations géographiques, techniques et socio-économiques, notamment par la FAO dans le cadre d'un rapport qui fait aujourd'hui référence (Gustavsson *et al.*, 2011). A titre d'exemple, pour l'Europe, ce rapport indique 20% de pertes dans les secteurs des fruits et légumes et des pommes

de terre, et 10% pour les oléagineux, pour le seul stade de la production. Tenant compte des secteurs jusqu'à la transformation, le rapport permet d'avancer des pertes globales respectives de 26% pour les fruits et légumes, de 38% pour les pommes de terre et de 16% pour les oléagineux (calculs sur la base de Gustavsson *et al.*, 2011).

Considérant qu'il est nécessaire, pour pouvoir réduire les pertes, de disposer d'une base de connaissances solides, l'Inra a confié à ses groupes « filières » (groupes constitués de chercheurs et d'ingénieurs de l'Institut et des agents d'organismes professionnels de la recherche-développement et du développement qui ont une mission de veille scientifique et stratégique ainsi que de partage des résultats de recherche et recherche-développement) une étude visant à préciser les stades critiques au regard des pertes alimentaires, les raisons de ces pertes et leur devenir. Dans la mesure du possible les volumes en jeu ont été mentionnés. Il s'agissait enfin d'analyser les leviers d'ores et déjà actionnables pour réduire ces pertes ainsi que les recherches qu'il conviendrait d'engager pour y contribuer plus efficacement.

Cet article dédié à l'analyse transversale des pertes alimentaires dans les filières agricoles et alimentaires s'attache à décrire les éléments d'analyse saillants à la fois sur les causes et déterminants des pertes et les solutions possibles de leur réduction.

1. Méthode de l'étude

1.1 Définition des pertes alimentaires et spécificités des filières végétales et animales par rapport à cette définition

Les pertes alimentaires dans l'étude Inra sont définies par les éléments suivants :

(i) On appelle les pertes alimentaires les denrées destinées à la consommation humaine, mais qui sont écartées ou perdues ou retirées tout au long des filières.

(ii) Les parties inconsommables (*inedible* en anglais) qui n'ont par définition pas d'usage en alimentation humaine ne sont pas considérées comme pertes alimentaires (les noyaux des fruits par exemple, la partie inconsommable du 5^{ème} quartier des animaux ou les coproduits de la première transformation végétale par exemple).

(iii) Les denrées écartées (perdues, retirées...) de la consommation humaine mais valorisées dans l'alimentation d'animaux d'élevage et revenant indirectement, après conversion par l'animal, à la consommation humaine, ne sont pas considérées comme pertes alimentaires dans cette étude ; *a contrario*, des denrées alimentaires initialement destinées à être consommées par l'homme mais valorisées auprès d'animaux de compagnie sont des pertes alimentaires.

L'alignement avec la définition du projet FUSIONS ou avec d'autres études et une présentation du cadre méthodologique de l'étude sont détaillés dans une publication dédiée (Redlingshöfer, 2015).

1.2 Choix des filières et des productions analysées et leurs spécificités par rapport aux pertes alimentaires

Les principales filières agricoles et alimentaires ont été analysées dans le cadre de l'étude (Tableau 1). Certaines filières n'ont pas été prises en compte car elles ne se situent pas dans le champ de compétences de l'Inra – cas des produits de la mer dont la pêche maritime -, ou parce que leur contribution à la consommation alimentaire française est modeste - cas du cheval et du lapin. Au sein des filières, les productions ont été sélectionnées sur la base de leur importance ou de leur caractère illustratif. Dans les filières animales par exemple, les viandes les plus couramment consommées ont été retenues. Cependant, le cas des poules pondeuses, coproduit économiquement secondaire de la ponte d'œufs de consommation, a été analysé pour illustrer une situation dans laquelle un produit alimentaire contribue essentiellement à la consommation humaine de pays importateurs.

Tableau 1 : Choix des filières et des productions analysées dans le cadre de l'étude Inra sur les pertes alimentaires

	Filière	Productions considérées	Productions non considérées
Végétales	Céréales	Blé tendre, blé dur, maïs, orge, riz, amidon (maïs, blé)	sorgho, avoine, épeautre
	Oléagineux	Tournesol, soja, lin, colza	Olive, noix de palme, noix, pépin de raisin, arachide, germe de maïs, noisette, chanvre, moutarde
	Fruits, légumes et pommes de terre	Haricot vert, tomate fraîche, salade 4 ^{ème} gamme, melon, pêche, pomme en frais, pomme à cidre, pomme de terre de consommation*	
	Protéagineux**	Pois, féverole, lupin	
Animales	Lait	Lait de vache	Lait de chèvre, de brebis (sauf mention des spécificités)
	Œuf	Œufs de poules	Œufs de caille
	Viande bovine	Tous veaux et gros bovins allaitants et laitiers	
	Viande porcine	Porc charcutier	Truie de réforme
	Viandes de volaille	Poulet de chair, poules (et reproducteurs) de réforme	Dinde Canards et espèces de diversification
	Viandes ovine et caprine	Agneaux allaitants et laitiers	Ovins et caprins de réforme (sauf mention des spécificités)
	Piscicole	Truite arc-en-ciel	Autres espèces de pisciculture (sauf mention des spécificités)

* Compte-tenu de la diversité des productions et des modes de transformation et/ou de commercialisation, 9 productions françaises illustratives ont été sélectionnées pour l'analyse. De nombreux fruits et légumes peuvent être assimilés à ceux qui ont été sélectionnés.

** Il existe en France une production d'autres espèces de légumineuses à graines (essentiellement lentilles, pois chiches, haricots secs), majoritairement ou exclusivement utilisées en alimentation humaine, mais non considérées dans l'étude car l'Inra n'a pas l'expertise sur ces productions. La production de soja est traitée avec les graines oléagineuses.

Les denrées issues des filières animales ont comme destination quasi unique la consommation alimentaire humaine, même si des applications industrielles dans des secteurs non-alimentaires (ex : pharmaceutique pour le lysozyme d'œuf, cosmétique pour le lactosérum, etc.) ont été développées. Ces applications ne sont pourtant pas considérées comme des pertes alimentaires puisqu'il ne s'agit pas de réorientation de produits initialement prévus pour la consommation alimentaire humaine, mais une diversification des débouchés concernant des usages non-alimentaires. Il est à noter que les filières animales génèrent des volumes massifs de sous-produits animaux issus du 5^{ème} quartier (Tableau 2) ainsi que de la découpe des carcasses (Tableau 3), sous-produits qui dans leur majorité sont inconsommables ou deviennent consommables seulement après transformation (graisse, suif, abats par exemple). Ces parties non consommables, comme nous le verrons plus tard, sont majoritairement classées dans la catégorie 3 de sous-produits animaux qui, après transformation en PAT (protéines animales transformées) et graisses, sont utilisables en alimentation animale au sens large. Toutefois, en pratique, ils sont amplement utilisés en alimentation d'animaux de compagnie, et beaucoup plus marginalement en alimentation du bétail, du moins dans le cas des protéines puisque, à quelques exceptions près, les PAT issues des sous-produits animaux de type C3 ne sont utilisées qu'en aquaculture. La situation est plus favorable au recyclage via les aliments du bétail dans le cas des graisses.

Tableau 2 : Rendement en carcasse rapporté au poids vif en filières de production de viande (la part du 5^{ème} quartier correspond au complément à 100 %)

	Bœuf	Agneau	Porc	Poulet	Truite
FranceAgriMer / Blezat, 2013	53 %	50 %	77 %		
Somsen <i>et al.</i> , 2004				70 %	
Davidson <i>et al.</i> , 2014					86 %

Tableau 3 : Proportion de viande consommable rapportée au poids de carcasse dans les filières de production de viande

	Bœuf	Agneau	Porc	Poulet	Truite
FranceAgriMer / Blezat, 2013	70 %	80 %	77 %		
Whitehead <i>et al.</i> , 2011	69 %	80 %	75 %	62 %	
Scholz <i>et al.</i> , 2015 (revue)	70 %	76 %	59 %	77 %	
Davidson <i>et al.</i> , 2014					60 %

Les filières végétales se différencient selon la part de la production destinée à l'alimentation humaine, commercialisée en frais ou après transformation, et selon la diversité des autres débouchés. Ainsi, pour le blé tendre, première production végétale française avec une collecte de plus de 30 millions de tonnes, la part destinée à l'alimentation humaine sur le marché intérieur ne représente que 5.5 millions de tonnes, soit 17 % de la collecte (Tableau 4). L'export, en fonction des productions, vise également le débouché de l'alimentation humaine, mais les volumes concernés ne sont pas connus. Certaines filières sont par ailleurs très complexes, c'est notamment le cas du blé tendre ou du maïs pour lesquels on observe une multiplicité d'usages : alimentation humaine, alimentation animale, usage non alimentaire (énergie, chimie), se croisant à différents stades de la filière avec des produits et coproduits très nombreux. A l'inverse, d'autres filières sont dédiées à l'alimentation humaine : fruits et légumes, blé dur, orge de brasserie, riz. Pour le blé tendre, le maïs ou encore les protéagineux, l'alimentation animale représente d'emblée un débouché important. Elle constitue par ailleurs une voie de valorisation fréquente pour les productions non conformes à l'alimentation humaine et c'est aussi la principale destination des coproduits (enveloppes des céréales et des protéagineux, tourteaux d'oléagineux). Une discussion sur la classification entre parties consommables et inconsommables des productions agricoles figure d'ailleurs dans l'article sur le cadre méthodologique (Redlingshöfer, 2015). La plupart des filières végétales donnent lieu à une transformation avant consommation humaine. La durée de vie des produits transformés est longue, ce qui limite les pertes après l'étape de transformation, le pain et les viennoiseries faisant cependant exception.

Tableau 4 : Part de la production agricole française destinée à l'alimentation humaine sur le marché intérieur français (Millions de t)

Production	Collecte/Production Mt	Utilisation alimentation humaine marché intérieur	
		Mt	%
Blé tendre ¹	32	5.5	17
Blé dur ¹	2.4	1.4	58
Orge de brasserie ¹	3.5	1.6	45
Maïs ¹	14.1	0.37	2.5
Pois protéagineux ²	0.49	0.13	17.7
Féverole ²	0.25		
Légumes ²	5.4	4.3	79
Fruits métropolitains (+ DOM) ²	2.9	1.5	55
Pommes de terre ²	7,0	4.8	68
Huile de colza et de tournesol ³	5	1.55	31

¹ France AgriMer, campagne 2012/2013 – ² Agreste Graphagri 2015, chiffres 2013 – ³ Huileries de France

Pour les fruits et légumes qui regroupent une multitude d'espèces, la situation est plus contrastée : certains produits ne sont vendus qu'en frais (melon par exemple), d'autres sont vendus quasi exclusivement après transformation (maïs doux et dans une moindre mesure haricot vert). La plupart cependant se répartissent entre le marché du frais et diverses formes de transformation : conserve, surgelé, 4^{ème} ou 5^{ème} gamme, avec des productions dédiées ou des productions à double fin.

2. Analyse qualitative et quantitative des écarts aux différents stades des filières, leur devenir et les pertes alimentaires

2.1 Les causes des écarts et des pertes potentielles

Tout au long des filières, des produits initialement destinés à l'alimentation humaine peuvent en être écartés. Les causes en sont multiples et sont résumées dans le tableau 6. Rappelons que, selon la destination de ces écarts, ils ne donneront pas nécessairement lieu à des pertes effectives.

Il existe des interactions entre ces déterminants qui peuvent amplifier l'impact global : maladies pouvant se développer sous l'effet d'humidité, ou encore attaques par des maladies ou bioagresseurs en cours de leur culture rendant les produits non-conformes à des cahiers des charges.

2.2 Pratiques et organisations mises en œuvre pour limiter que les écarts ou retraits deviennent pertes alimentaires

La réutilisation des écarts pour l'alimentation de l'Homme, que ce soit de façon directe ou indirecte via l'alimentation animale, se pratique déjà et de longue date.

Le don alimentaire peut concerner les écarts ou retraits de la surproduction ou les écarts de tri. Pratiqué historiquement par les professionnels de l'industrie agro-alimentaire et de la distribution, le don alimentaire est encore peu pratiqué par les agriculteurs, et seulement pour quelques produits. Au stade agricole, il se prête mieux pour les fruits, légumes, lait, œufs et autres produits nécessitant peu ou pas de transformation avant leur préparation culinaire, au contraire d'animaux sur pied ou de céréales en grain par exemple. On peut mentionner ici le glanage, pratique aujourd'hui anecdotique mais d'intérêt grandissant, pour les denrées dont la récolte est onéreuse. Le rapport de Guillaume Garot (2015) préconise un élargissement des pratiques du don, y compris par les agriculteurs, et du glanage pour prévenir les pertes. Ceci nécessite de surmonter les problèmes d'organisation collective et de logistique.

Les débouchés des produits frais et des produits transformés peuvent être complémentaires au sein d'une filière. Les produits non-conformes aux cahiers des charges pour les produits frais peuvent être intégrés dans les filières de transformation, notamment quand celles-ci représentent un débouché existant et structuré et lorsque l'organisation le permet. Cette complémentarité est observée dans la filière fruits en particulier pour la pomme et l'abricot, beaucoup moins pour la pêche ou les fruits rouges du fait de leur caractère très périssable et de l'absence du débouché pour la transformation. Dans les filières animales, les œufs peu sales, fêlés et hors calibre sont systématiquement absorbés par le débouché des ovoproduits contribuant ainsi à la limitation des pertes d'œufs en coquille. Dans les viandes (porc et volailles notamment) et produits laitiers, la diversité en produits transformés (voire la préparation de plats préparés) permet la réincorporation d'écarts de production, aussi dans des préparations prêtes-à l'emploi (utilisation de chutes en fromages fondus, râpé, etc.) destinées aux particuliers ou clients industriels.

Les filières animales ont un rôle important à jouer dans la prévention des pertes par valorisation des écarts. Des écarts ou retraits des filières agricoles et alimentaires sont valorisés, à côté des co-produits de 1^{ère} transformation, en alimentation d'animaux d'élevage et, conformément au cadre méthodologique de l'étude, ne sont pas considérés comme pertes alimentaires.

Tableau 5 : Représentativité des productions issues des filières animales analysées dans l'étude

Espèce	Viande					Œuf	Lait
	Bovins	Ovins et caprins	Porc	Volailles de chair	Poissons de pisciculture		
Produits issus des productions considérées dans l'étude	Veaux et gros bovins dont vaches de réforme (filières laitière et allaitante)	Agneaux (filières allaitante et laitière), brebis et chèvres de réforme, chevreau	Porc charcutier	Poulet de chair Poules de réforme (filières chair et ponte)	Truite arc-en-ciel	Œufs de consommation	Lait de vache
Production française (2013)	Viande de gros bovins : 1413 ktec (86 % des viandes bovines produites) ; Viande de veau : 227 ktec (14 % des viandes bovines produites)	Viande ovine : 97,8 ktec Chevreau : (4,1 ktec abattu*) Caprin de réforme : (3,3 ktec abattu*)	Viande porcine dont truies de réforme: 2 210 ktec	Viande de volailles de chair (toutes espèces): 1842 ktec ; dont Poulets 1141 ktec ; dont Poules : 73 ktec	Poissons de pisciculture** : 45 kt dont truite : 33 kt	Œufs de Gallus (production commerciale) : 890 kteoc	Lait de vache : 23 750 millions de litres collectés*** Lait de brebis : 458 millions de litres (2014) Lait de chèvre : 258 millions de litres (2014)
Représentativité des productions sélectionnées par rapport à la production	100 %	Agneau = 80 % des viandes ovines	Porc charcutier = 96% des viandes porcines	Gallus = 65% de la production française de viande de volailles	Truite = 73 % de la production piscicole	≈ 100%	97% de la production française de lait

tec = tonne équivalent-carcasse

teoc = tonne équivalent-œuf coquille

Source : SSP 2013 (d'après Agreste) sauf : * données 2011 de Elliès et Dumont 2014 ; **données CIPA 2014 ; *** données 2013 (CNIEL 2015)

<http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Gaf14p152-170.pdf>

Tableau 6 : Causes des écarts et des pertes potentielles par filière ou groupes de filière

	Céréales/Oléagineux/Protéagineux	Fruits, légumes, pommes de terre	Viandes	lait	œufs
Conditions météorologiques	Dégâts et pertes causés par la pluie, l'orage, la grêle. Verse (céréales), égrenage (oléagineux, protéagineux), germination sur pied (protéagineux).	Dégâts ou destruction suites à la pluie, l'orage, la grêle Champ impraticable pour les récolteuses (pommes de terre)	Surmortalité en transport (en cas de t° extrêmes)	n.p.	n.p.
Bioagresseurs, maladies, prédateurs	Prédation ou dégradation par les oiseaux (tournesol, protéagineux) ou la faune sauvage	Dégâts causés par des maladies ou bioagresseurs (moniliose sur pêcher, <i>Drosophyla suzukii</i> sur fraise...)	Prédation par la faune sauvage (en élevage plein-air) ou les oiseaux (poissons) Parasitisme (d'où saisies sanitaires)	Mammites	n.p.
Outils, matériel, équipement de récolte	Mauvais réglage de la moissonneuse-batteuse. Matériel de récolte inadapté (protéagineux ; oléagineux).	Mauvais réglage des récolteuses (pommes de terre, légumes d'industrie)	Problème de maîtrise de la chaîne du froid, hygiène	n.p.	Œufs restant dans la litière (si accès au sol)
Cahier des charges, normes techniques et commerciales	Taux d'impuretés, taux d'humidité ; grains bruchés, germés, couleurs des graines (protéagineux) ; grains cassés, fusariés, cariés, germés (céréales) DDM (ancienne DLUO) en magasin.	Forme, calibre, aspects visuels, présence de maladies DLC pour 4 ^{ème} gamme	Aspects visuels, DLC Carcasses hors gabarit (poulet)	Nombre de cellules (lait) DLC (produits laitiers)	Œufs trop sales, DCR
Normes réglementaires sanitaires	Présence de contaminants (mycotoxines, métaux lourds, résidus de pesticides)	Présence de contaminants (mycotoxines, métaux lourds, résidus de pesticides)	Sensibilité aux EST (ruminants) Animal jugé inapte à l'abattage ou saisie de viande dangereuse post-abattage	Résidus d'antibiotiques	Présence de salmonelles (impact très marginal)
Surproduction		Arrivée sur le marché de deux régions de production ou d'importations, conditions météo défavorables à la consommation. Emblavements excédentaires en légumes d'industrie.	n.p.	n.p.	n.p.
Manipulations, transport,	Chargement/déchargement des lots Stockage ponctuel inadapté à l'air libre	Chargement/déchargement, manipulations pour les produits	Hématomes, fractures, défaut de saignée (d'où saisies)	Nettoyage des équipements de	Bris des œufs

nettoyage, stockage Procédés de transformation	(céréales) Ratés de fabrication, chutes de découpe, (céréales), pb de filtration, oxydation, contaminations microbienne, giclage (bière) Pertés au raffinage (oléagineux)	fragiles (fruits rouges, etc.) Maladies de conservation, pertes de poids au stockage Rupture de la chaine du froid Parage des produits avant transformation	sanitaires) Absence d'équipements permettant : i) la séparation mécanique de viandes (ex : poulet) ou la récupération de fractions valorisables du 5 ^{ème} quartier (ex : sang de porc) ; ii) la récupération de sous- produits C3 utilisables en alimentation du bétail après traitement	transformation Non valorisation de fractions utilisables en alimentation du bétail (ex : lactosérum)	
Evolution physiologique des produits	Durée de conservation du pain français (baguette) très réduite	Sur-maturation pour les produits fragiles et à faible durée de vie	n.p.	n.p.	n.p.
Habitudes et pratiques alimentaires	Préférence pour la baguette, Préférence pour les huiles raffinées	Exigence élevée des consommateurs sur les qualités visuelles et les calibres	Désintérêt pour les morceaux moins nobles (abats) et moins rapides à cuisiner/préparer	n.p.	n.p.

n.p. = non pertinent ; EST = Encéphalopathies spongiformes transmissibles ; DLC = date limite de consommation ; DCR = date de consommation recommandée ; DDM = date de durabilité minimale ; DLUO = date limite d'utilisation optimale ;

Cette forme de valorisation se pratique fréquemment pour le lait contenant des résidus d'antibiotiques suite au traitement des mammites (distribution aux veaux de l'élevage uniquement), pour les céréales ou les protéagineux non conformes (raisons sanitaires, non-conformité au cahier des charges des transformateurs), la production légumière écartée de la transformation, mais aussi pour les écarts de production de la biscuiterie, des pâtes alimentaires et des céréales de petit-déjeuner (RESEDA, 2008).

2.3 Tableaux de synthèse

2.3.1 Dans les filières végétales

Les tableaux 7 à 9 synthétisent en trois étapes : (1) de la récolte à l'expédition/stockage, (2) transformation, (3) distribution :

- les quantités écartées, exprimées en pourcentage de matière première destinée à l'alimentation humaine (tonnage de grains ou d'équivalents grains, de fruits et légumes ou encore d'huile alimentaire),
- les causes de ces écarts,
- les pourcentages résiduels de pertes réelles une fois déduits les volumes réorientés vers l'alimentation animale, non considérés comme pertes dans cette étude.

De la récolte au stockage/expédition

Tableau 7 : Pertes à la récolte (en dehors de conditions extrêmes), au transport, à l'expédition/stockage. Source : groupes filières Inra - * Source : Interfel (2015)

Productions	Pourcentage de produits écartés	Causes	Devenir	Pertes alimentaires
Céréales	3 %, 5 % (maïs)	Mauvais réglage moissonneuse ⁽¹⁾ Pertes pendant le transport, au chargement et déchargement. Produits impropres à la consommation humaine ou ne respectant pas le cahier des charges des transformateurs	Laissé au champ Alimentation animale	2 % 4 % (maïs)
Protéagineux	7.5 %	Météo défavorable (égrenage, verse) Prédateur Moissonneuse inadaptée et/ou mauvais réglage Pertes pendant le transport, au chargement et déchargement. Produits impropres à la consommation humaine ou ne respectant pas les cahiers des charges des transformateurs	Laissé au champ Alimentation animale	6 %
Oléagineux	3.5 à 7.5 % selon espèce	Météo défavorable (verse, égrenage) Prédateur Moissonneuse inadaptée et/ou mauvais réglage Pertes pendant le transport, au chargement et déchargement	Laissé au champ, ou sur le lieu de chargement, déchargement	3.5 à 7.5 % selon espèce
Fruits et légumes frais	Non communiqué	Météo défavorable Prédateurs et maladies Surproduction Non-respect cahier des charges distributeur	Laissé au champ le plus souvent Réorientation vers la transformation si	9 % *

		Pertes pendant le transport, au chargement et déchargement Non-respect du cahier des charges des distributeurs Maladies de conservation, Perte de poids au stockage	possible Alimentation animale Compostage Alimentation animale Dons alimentaires Réorientation vers la transformation	
Légumes transformés	Non communiqué	Météo défavorable Prédateurs et maladies Réglage des récolteuses Surproduction Non-respect cahier des charges des transformateurs (agrégé à la parcelle ou à réception usine)	Laissé le plus souvent au champ, broyage de la parcelle Alimentation animale	4 % (haricot)* 5 % (pois)*
Pommes de terre de consommation	16.4 %	Météo (champ impraticable), tri au champ pour éliminer les tubercules pourris, abimés... Non respect du cahier des charges des distributeurs ou transformateurs Perte de poids au stockage	Laissé au champ Transformation industrielle, Compostage	12 à 13 %

(1) Les pertes liées aux conditions météo et aux prédateurs n'ont pas été documentées.

Pertes au stade de la transformation

Tableau 8 : Pertes à la transformation. Source : groupes filières Inra

Productions	Volume ou pourcentage de produits écartés	Causes	Devenir	Pertes alimentaires
Céréales	468 000 T (boulangerie industrielle)	Ratés de fabrications	Réincorporés dans les procédés de fabrication Alimentation animale Aide alimentaire Destruction	32 400 T de produits céréaliers du secteur de la boulangerie industrielle
Protéagineux	1 000 T de glucides	Entrainement des glucides lors de fractionnement par voie liquide	Fertilisants	1 000 T de glucides
Oléagineux	3.3 à 3.7 %	Raffinage	Alimentation animale Bioproduits Destruction	1 à 1.5 %
Légumes transformés	18 %* pour le haricot gousse 13 %* pour le pois	Parage (+ végétaux autres, impuretés...) Réglage des machines de transformation	Alimentation animale	~ 0%
Pomme de terre transformée	15%	Parage, produits tachés ou mal colorés pour les frites et autres	Flocons déshydratés si possible Alimentation animale	~ 0%

* Ecartés de volume « entrée-sortie » industrie - Source : Interfel (2015)

Au stade de la distribution**Tableau 9** : Pertes à la distribution. Source : groupes filières Inra

Productions	Volume ou pourcentage de produits écartés	Causes	Devenir	Pertes alimentaires
Céréales	122 000 T/an de pain, viennoiserie issues de la boulangerie traditionnelle 150 000T/an de produits céréaliers issus de la grande distribution	Approvisionnement du rayon en pain et viennoiserie du jour Pour les produits secs, dépassement des dates limites réglementaires Mauvaise gestion des stocks Casse au moment de la mise en rayon	Destruction Bio-déchets Des initiatives vers l'aide alimentaire commencent à se mettre en place	Non quantifié La quasi-totalité des écarts Faible pour les produits secs, modéré à importante pour pain et viennoiserie
Protéagineux	Non connu	Décoloration des pois verts si mise en sachet translucide Dépassement des dates limites réglementaires Mauvaise gestion des stocks Casse au moment de la mise en rayon	Non connu	Non quantifié Faible
Oléagineux	Non connu	Dépassement des dates limites réglementaire Mauvaise gestion des stocks Casse au moment de la mise en rayon	Non connu	Non quantifié Faible
Fruits et légumes frais	Non documenté	Produits écartés du rayon car en sur-maturité, ou abimés Mauvaise gestion des stocks Manipulation des produits par les clients	Dons alimentaires Bio-déchets Destruction (1)	3 %* (forte variabilité selon les produits)
Fruits et légumes transformés	Non documenté	Produits ayant dépassée la DLC (4 ^{ème} ou 5 ^{ème} gamme)	Destruction	Non quantifié
Pomme de terre de consommation	<1%	Produits écartés du rayon car verdis, fripés, germés...	Destruction Dons alimentaires	< 0,5%

* Source : Interfel (2015)

En gras : concerne spécifiquement les pertes alimentaires à la différence des écarts

(1) Des initiatives de réduction des pertes en magasin ont été observées, mais restent marginales : par exemple les fruits ou légumes retravaillés en magasin en produit « fraîche découpe »

2.3.2 Dans les filières animales

Filières lait et œuf

Le lait et l'œuf constituent deux cas particuliers qui, *a priori*, se prêtent bien à la quantification des pertes alimentaires puisqu'il s'agit de produits soit intégralement consommables en l'état (lait), soit comportant une fraction prédéterminée de produits consommables (œuf). Dans le second cas, il est en effet possible d'établir des bilans matière nets du poids de coquilles. De ce fait, les proportions présentées ci-après réfèrent à des aliments consommables par l'homme ou à la seule fraction consommable de ceux-ci.

Retraits progressifs de matière de la chaîne alimentaire

Un bilan précis reste difficile à établir compte tenu du caractère fragmentaire des données disponibles. C'est particulièrement le cas en filière laitière du fait de la grande diversité des produits obtenus et de la spécificité de leurs procédés d'obtention, hormis la phase de « pousse » (chasse à l'eau permettant la vidange des produits laitiers présents dans les installations lors de leur nettoyage) commune à tous les produits laitiers. Ces procédés d'obtention induisent en effet des retraits de matière spécifiques de la fabrication de tel ou tel type de produit laitier. A titre d'illustration, la transformation fromagère pourra donner lieu à l'élimination d'une fraction du lactosérum qui en est issu mais pas aux pertes induites par le conditionnement de yaourts. Un bilan global au niveau de la filière nécessiterait donc de déterminer les taux de retrait associés à chaque grand type de produit laitier puis de pondérer ces taux par l'importance relative de chaque grand type de produits laitiers. En pratique, dans la mesure où deux types de fabrications seulement ont pu être au moins partiellement documentés (yaourt et fromage), les proportions mentionnées aux Tableaux 10 et 11 doivent être considérées comme de simples ordres de grandeur. Les fourchettes de valeurs renvoient aux taux de retraits estimés pour les deux types de fabrication documentés et sont rapportées aux seules quantités de lait utilisées pour ces deux types de production et non à la production laitière totale. Dans le cas de l'œuf par contre, les taux de retrait sont rapportés directement à la production totale, les proportions valorisées respectivement sous forme d'œufs en coquille (soit 60 %) ou d'ovoproduits (soit 40 %) ayant été prises en compte.

Le bilan approximatif des retraits qui en résulte est présenté par filière au Tableau 10.

Tableau 10 : Retraits progressifs de matière de la chaîne alimentaire en filières lait et œuf (proportions rapportées aux quantités traitées par type de produit dans le cas du lait ou à la production totale dans celui de l'œuf)

Stades de la filière	Filière lait		Filière œuf (net de poids de coquilles)	
	Origine des retraits	Ampleur (approx.)	Origine des retraits	Ampleur (approx.)
Production	• Résidus d'antibiotiques	3,2 %	• Déclassement en œufs ICH	0,5 %
Transformation	• Phases de pousse et de nettoyage (tous produits laitiers) • Retraits spécifiques par type de produit (ex : conditionnement, élimination de lactosérum...)	2,4* à 5,0** % env.	• Déclassement (ICH) et bris des œufs • Phases de pousse et de nettoyage (ovoproduits)	4,0 %
Distribution	• Retraits spécifiques par type de produit (DLC, DLUO...)	< 1 %	• Retraits spécifiques aux œufs en coquille (DCR)	présumée faible

ICH = Impropres à la consommation humaine ; DLC = date limite de consommation ; DLUO = date limite d'utilisation optimale ; CDC = date de consommation recommandée

* cas de la production fromagère : borne minimale (soit 1 %) de la fourchette de pertes en phase de pousse / nettoyage + élimination de lactosérum valorisable (soit 1,4 %)

** cas du yaourt : borne maximale (soit 3 %) de la fourchette de pertes en phase de pousse / nettoyage + retraits au conditionnement (soit 2 %)

Bilan des pertes alimentaires résultant des retraits de matière pratiqués sur la chaîne jusqu'au stade de de la transformation et du conditionnement

Pour autant, retrait n'est pas synonyme de perte alimentaire puisqu'une partie des retraits donne lieu à une valorisation en alimentation humaine directe (via les dons alimentaires) ou indirecte (via l'alimentation des veaux de l'élevage ou d'autres animaux de rente). L'utilisation par les animaux de compagnie, qui constitue une perte, ne concerne que les retraits de la filière œuf.

Le bilan approximatif des différents usages des retraits pratiqués jusqu'au stade de la transformation et du conditionnement est présenté par filière au Tableau 11.

Tableau 11 : Utilisation en alimentation humaine (directe et indirecte) ou pour d'autres usages des retraits de matière pratiqués jusqu'au stade de la transformation / conditionnement (distribution non incluse) en filières lait et œuf

Types d'usages des retraits	Ampleur approximative	
	Filière lait	Filière œuf
• Alimentation humaine directe	0 à 0,5 %	-
• Alimentation humaine indirecte (veaux / alimentation du bétail)	2,2 à 2,7 %	-
S/TOTAL ALIMENTATION HUMAINE	2,2* à 3,2** % env.	0 %
• Alimentation animaux de compagnie (pet food)	0 %	0,9 %
• Fertilisants ou autres usages	3,4 à 5,0 %	3,6 %
S/TOTAL PERTES ALIMENTAIRES	3,4* à 5** % env.	4,5 % env.

* cas de la production fromagère : distribution aux veaux de 2,2 % du lait avec résidus d'antibiotiques au niveau de l'élevage

** cas du yaourt : i) distribution aux veaux de 2,2 % du lait avec résidus d'antibiotiques au niveau de l'élevage : ii) hypothèse de répartition des 2 % de retrait au conditionnement = ¼ dons ou revente déstockeurs (sauf produits sous MDD à ce jour), ¼ alimentation des porcs et ½ destruction

L'estimation des pertes alimentaires est à considérer avec précaution compte tenu des nombreuses incertitudes déjà mentionnées ainsi que des hypothèses formulées sur les proportions relatives de certains usages des produits ou de produits transformés ou dérivés (coproduits). Il semble néanmoins que dans les filières lait et œuf, les pertes soient du même ordre de grandeur, d'importantes variations étant cependant à attendre en filière laitière en fonction du type de produit élaboré.

Filières viande

Contrairement aux cas du lait et de l'œuf, en filière viande, la proportion de produit réellement consommable par l'homme varie considérablement selon les fractions objet des retraits (de 100 % pour des abats à 0 % pour des plumes...). Par contre, ces filières sont très similaires en termes d'organisation et de procédés industriels mis en œuvre, du moins jusqu'à la 2nde transformation.

Retraits progressifs de matière de la chaîne alimentaire

Depuis le stade du ramassage en élevage jusqu'à celui de la découpe de carcasse, les motifs de retrait sur la chaîne sont strictement homologues. La seule nuance d'importance concerne le pourcentage de découpe, une fraction significative des poulets et truites étant commercialisée en prêts-à-cuire ou entières éviscérées, respectivement.

Les types d'animaux retenus pour la comparaison entre filières sont les suivants :

- Ensemble des gros bovins et veaux des troupeaux allaitant (65 % du total viandes bovines) et laitier (35 %)
- Agneau lourd (80 % du total viande ovine)
- Porc charcutier (96 % du total viande porcine)
- Poulet (65 % du total viande de volailles)
- Truite arc-en-ciel (73 % des poissons de pisciculture) hors repeuplement et pêche loisir

La quantification des retraits de matière sur la chaîne alimentaire en filières viande est synthétisée au Tableau 12. Le détail des motifs et pourcentages de retraits est fourni en annexe 1 pour les stades transport /abattage et découpe carcasse).

Tableau 12 : Retraits progressifs de matière de la chaîne alimentaire en filières de production de viande (proportions rapportées au poids vif puis au poids de carcasse selon le stade de la filière)

Stade de la filière	Origine des retraits	Ampleur par filière (approx.)				
		Bovins	Ovins	Porc	Poulet	Truite
		Proportions en % du poids vif				
Production	• Mortalités au ramassage	-	-	-	NQ	?
Transport / abattage	• Mortalités en transport • Saisies (dont MRS) • Parties non consommables 5 ^{ème} quartier (dont contenus digestif) • Retrait d'abats et parties consommables 5 ^{ème} quartier	34,5 %	> 38,6 %	14,5 %	27,0 %	> 14 %
		Proportions en % du poids de carcasse (part de découpe estimée)				
		100 %	100 %	100 %	60 %	50 %
Découpe carcasse	• Parties non consommables de la carcasse • Retrait de fractions partiellement consommables	31,2 %	20,0 %	< 12,1 %	10,9 %	42,6 %
3 ^{ème} transform..	• Pertes à la fabrication*	Non quantifiées				
		Proportions rapportées en valeur (€)				
Distribution	• Retraits en distribution**	5 à 6 % du rayon « viandes »				10 à 12 % du rayon « poissons »

NQ = non quantifiées à part (inclus dans la mortalité en élevage) ; MRS = matériels à risque spécifié vis-à-vis des encéphalopathies spongiformes transmissibles dont l'ESB

* non documentées, y compris dans les filières à forte proportion de produits transformés (porc, et dans une moindre mesure poulet et truite)

** non quantifiés par des bilans matière mais en valeur (taux de « casse » en €) ; bilans globaux par rayon : toutes viandes ; poissonnerie (y compris pêche)

Affectation des retraits de matière aux catégories de sous-produits animaux C1, C2 et C3

Le devenir des retraits pratiqués en filière viande est étroitement réglementé. Trois catégories de sous-produits animaux (SPA) sont distinguées en fonction du niveau de risque qu'ils présentent ou non en termes de sécurité alimentaire. Les usages qui pourront en être faits après transformation par l'industrie des coproduits animaux découlent strictement de leur affectation à l'une ou l'autre de ces trois catégories :

- C1 : animaux ou parties d'animaux (ruminants) à risque spécifié vis-à-vis des encéphalopathies spongiformes transmissibles (EST) -> destruction
- C2 : saisies pour motif sanitaire autre qu'EST ; contenus de tube digestif -> valorisable comme engrais ou autres usage non alimentaires (y compris pour l'animal)
- C3 : sous-produits issus d'animaux sains, aptes à la consommation humaine -> valorisable en alimentation animale (ou tous autres usages).

Les motifs de retrait détaillés en annexe 1 ont servi de base à l'affectation des différents retraits aux trois catégories de sous-produits animaux C1, C2 et C3. Par ailleurs, au sein de chacune de ces trois

catégories, les retraits ont été distingués selon leur caractère *a priori* consommable ou non par l'homme. Il en découle le bilan intermédiaire présenté au Tableau 13 :

Tableau 13 : Répartition des retraits par catégories de sous-produits animaux C1, C2 et C3 et selon leur statut initial vis-à-vis de la consommation humaine (proportions rapportées en % du poids vif, y compris en découpe de carcasse pour la fraction de carcasses découpées)

Types de SPA	Statut initial des retraits	Devenir des retraits	Ampleur par filière (approx.)				
			Bovins	Ovins	Porc	Poulet	Truite
C1 et C2	Consommable	Fertilisants ou autres usages	2,9 %	ND	0,25 %	0,5 %	ND
	Non consommable		13,1 %	8,3 %	7,9 %	-	-
C3	Consommable	Recyclage via l'industrie des coproduits animaux	5,9 %	> 2,8 %	< 7,2 %	5,3 %	> 9,5 %
	Non consommable		30,4 %	37,1 %	8,5 %	25,8 %	22,9 %

ND = non documenté

Les retraits considérés comme consommables comprennent :

- Les abats rouges (ex : foie) et blancs (ex : ris) ainsi que les parties consommables du 5^{ème} quartier (ex : sang de porc), dont le total représente de 2 à 6 % du poids vif selon les espèces ;
- Les matériels à risque spécifiés issus de ruminants (ex : cervelle), lesquels représentent 2,5 % chez les bovins ;
- La fraction potentiellement consommable de pièces de carcasses de petit format (ex : viande séparable mécaniquement à partir de cous de poulet) en cas de découpe de celles-ci.

Les retraits considérés comme non consommables comprennent les fractions non consommables du 5^{ème} quartier (ex : contenus digestifs, plumes) et celles de la carcasse après découpe (ex : os). Leur proportion varie de 16 à 44 % du poids vif selon les espèces.

Seuls les retraits de fractions considérées comme consommables sont susceptibles de constituer des pertes, pour autant qu'ils ne donnent pas lieu à un recyclage en alimentation humaine directe ou indirecte, ce qui peut être le cas avec les sous-produits C3.

Valorisation des sous-produits animaux de catégorie C3

L'industrie des coproduits animaux valorise les sous-produits de type C3 en produisant des protéines animales transformées (PAT) et des graisses animales. Cette valorisation concerne indistinctement l'ensemble des SPA de type C3, qu'ils soient issus de retraits considérés *a priori* comme consommables ou non.

Tableau 14 : Bilan approximatif des usages de PAT et graisses issues des sous-produits C3 selon la filière de provenance des matières brutes

Types d'usages (ensemble PAT ^a + graisses ^b)	Ampleur par filière (ordre de grandeur)			
	+/- Ruminants*	Porcins	Volailles	Poissons**
Alimentation humaine	1,4 %	3,5 %	1,8 %	0,3 %
Aliments bétail et poissons	4,2 %	9,8 %	15,7 %	64,7 %
Pet food	70,3 %	69,7 %	68,8 %	26,1 %
Fertilisants ou autres usages	24,1 %	16,9 %	13,7 %	9,0 %

* Matière brute multi-espèces à forte dominante bovine ; ** Matière brute à forte dominante pêche

a 83,5 % de la matière brute traitée pour 59 % des produits secs obtenus

b 16,5 % de la matière brute traitée pour 41 % des produits secs obtenus

Un bilan approximatif des différents usages de la matière brute C3 en fonction des filières de provenance (Tableau 14) a été établi à partir des données de l'industrie des coproduits animaux selon les modalités détaillées en annexe 2.

La majeure partie des retraits de SPA de type C3 est utilisée en alimentation animale. Toutefois, si les graisses sont significativement utilisées en alimentation du bétail (et même marginalement en alimentation humaine), il n'en va pas de même des PAT du fait des conséquences du feed ban. Hormis le cas de la filière piscicole, les retraits de SPA C3 restent donc valorisés très majoritairement par les animaux de compagnie.

Bilan des pertes alimentaires résultant des retraits de matière pratiqués sur la chaîne jusqu'au stade de la découpe de carcasse

Le croisement des deux tableaux précédents permet de dresser un bilan des différents usages des retraits pratiqués jusqu'au stade de la découpe de la carcasse et donc des pertes alimentaires en filières viande (Tableau 15).

Tableau 15 : Utilisation en alimentation humaine (directe et indirecte) ou pour d'autres usages des retraits de matière pratiqués jusqu'au stade de la 2nde transformation en filières de production de viande (proportions rapportées en % du poids vif, y compris en découpe de carcasse pour la fraction de carcasses découpées)

Statut initial des retraits*	Types d'usages	Origine des retraits	Ampleur par filière (approximations)				
			Bovins	Ovins	Porc	Poulet	Truite
Cons.	Alimentation humaine directe	C3	0,1 %	PM	< 0,2 %	0,1 %	PM
	Alimentation humaine indirecte via aliment bétail	C3	0,2 %	> 0,1 %	< 0,7 %	0,8 %	> 6,1 %
	SOUS TOTAL ALIMENTATION HUMAINE (1)		0,3 %	> 0,1 %	< 0,9 %	0,9 %	> 6,1 %
	Alimentation animaux de compagnie	C3	4,1 %	> 2,0 %	< 5,0 %	3,6 %	> 2,5 %
	Fertilisants ou autres usages	C1/C2 C3	4,3 %	> 0,70 %	< 1,05 %	1,20 %	> 0,90 %
	SOUS TOTAL PERTES ALIMENTAIRES		8,4 %	> 2,7 %	< 6,0 %	4,8 %	> 3,4 %
Non Cons.	Alimentation humaine directe	C3	0,4 %	0,5 %	0,3 %	0,5 %	0,1 %
	Alimentation humaine indirecte via aliment bétail	C3	1,3 %	1,6 %	0,8 %	4,1 %	14,8 %
	SOUS TOTAL RECUPERE ALIMENTATION HUMAINE (2)		1,7 %	2,1 %	1,1 %	4,6 %	14,9 %
	Alimentation animaux de compagnie	C3	21,4 %	26,1 %	5,9 %	17,8 %	6,0 %
	Fertilisants ou autres usages	C2 C3	20,4 %	17,2 %	9,30 %	3,5 %	2,1 %
	SOUS TOTAL AUTRES USAGES FRACTION NON ALIMENTAIRE		41,8 %	43,3 %	15,2 %	21,3 %	8,1 %

* vis-à-vis de l'alimentation humaine

S'agissant de la fraction considérée comme consommable, le bilan est très légèrement amélioré du fait d'une valorisation modeste de retraits de type C3 en alimentation du bétail (graisses, majoritairement) et encore plus marginalement en alimentation humaine directe. Ce bilan pourrait être significativement amélioré si certaines PAT valorisées par les animaux de compagnie étaient intégrées aux aliments du bétail.

In fine, les pertes alimentaires en filière viande varient de 3 à 8 % environ selon les filières, en lien avec les particularités d'espèces (sensibilité aux encéphalopathies spongiformes transmissibles, notamment).

S'agissant de la fraction considérée comme non consommable, beaucoup plus importante en volume, une part modeste mais non négligeable donne lieu à une valorisation en alimentation humaine indirecte via l'aliment du bétail (de 1 à 5 % chez les espèces terrestres, 15 % chez les poissons) et même marginalement de façon directe. Il y a donc réintroduction dans la chaîne alimentaire d'une fraction

initialement considérée comme inconsommable, et celle-ci serait beaucoup plus élevée encore si la part dédiée aux animaux de compagnie via le *pet food* (laquelle varie de 6 à 25 % selon les filières) était réorientée au moins en partie vers les aliments du bétail.

2.4 Synthèse des pertes alimentaires

Une répartition diffuse des pertes alimentaires dans les filières

L'optimisation des filières s'est faite dans un objectif de performance économique, ce qui, dans la majorité des cas, conduit à rechercher une limitation des pertes. Pour autant, l'optimisation économique peut également induire des pertes, par ajustement offre-demande sur des produits périssables.

Globalement, les pertes au stade agricole (pertes à la récolte, non-récolte, écarts de tri par exemple) sont plus importantes en production végétale qu'en élevage. La non-récolte n'existe cependant que dans le cas de la filière fruits et légumes pour des raisons de non-conformité au cahier des charges des transformateurs ou des distributeurs ou encore en raison de surplus de production. Les pertes au stockage, à la transformation et au conditionnement sont globalement faibles. Au stade de la distribution, les produits frais et fragiles (fruits, légumes) ou à durée de conservation courte (par exemple la viande à la découpe) à très courte (la baguette française par exemple) semblent les plus concernés, mais les taux de pertes que nous avons pu collecter pour les filières fruits et légumes et yaourt restent à un niveau faible.

Les filières qui transforment de la matière brute en une grande diversité de produits transformés et de préparations (plats préparés, préparations semi-prêt pour clients professionnels/semi-industrielles, etc.) ont l'atout de pouvoir travailler un maximum de matière consommable, telle les différents morceaux de découpe d'un porc ou la viande séparée mécaniquement (VSM), de réincorporer les chutes/ratés de production (fromages fondus etc.). Face à cette complexité des voies de transformation, la connaissance des pertes réelles dans les différentes voies de transformation est difficile à obtenir.

D'une manière générale, l'analyse montre une répartition diffuse des pertes dans les filières. Tous les stades peuvent être concernés, mais leur importance à l'égard des pertes varie selon la filière.

Un ordre de grandeur de 5-10% de pertes allant jusqu'à 12% de la production agricole à la transformation

Un ordre de grandeur de 5-10% de pertes allant jusqu'à environ 12% pour la pomme de terre et les fruits et légumes, de la production à la transformation (distribution pour les fruits et légumes), peut être avancé au regard des résultats de l'étude.

Cet ordre de grandeur ne tient compte que de peu d'éléments quantitatifs pour la distribution, mais a bénéficié d'une appréciation globale par les experts interrogés y compris les professionnels du secteur. Les filières végétales tendent à se situer dans la fourchette haute, et ceci malgré le fait que les écarts sont en partie valorisés en alimentation d'animaux d'élevage ce qui conduit à limiter les pertes selon notre définition.

Les taux de perte par filière sont résumés dans le Tableau 16. Seule la filière fruits et légumes, grâce aux apports d'une étude complémentaire à la nôtre, l'indique avec le stade de la distribution incluse. Les pertes dans les autres filières n'ont été approchées quantitativement que jusqu'à la transformation en produits « simples » (au contraire de la 2^{ème} transformation ou, dans le cas des viandes, de la 3^{ème} transformation qui fournissent des produits élaborés, composés de plusieurs ingrédients ou de plats préparés).

Ces ordres de grandeur sont à prendre avec précaution car la collecte de données s'est largement appuyée sur les dires d'expert. Si ces résultats nous paraissent globalement fiables, ils méritent cependant d'être consolidés, tout particulièrement pour les différentes étapes de la transformation et de la distribution qui sont plus difficiles d'accès pour des raisons de confidentialité. Pour certains produits

frais, fragiles ou à durée de vie très courte, dans les filières viande et pain notamment, la connaissance du taux de pertes au point de vente permettrait d'ajuster le taux global par filière.

Tableau 16 : Synthèse des pertes alimentaires dans les filières végétales et animales (périmètre production agricole prête à récolter ; transport, agréage, stockage ; transformation)

		Taux de pertes (en %) dans la filière jusqu'à la transformation* (ordre de grandeur)	Contribution de la valorisation en alimentation des animaux d'élevage dans la réduction des pertes
Filières végétales	Céréales	3	Forte
	Oléagineux	<10***	Faible
	Protéagineux	> 6****	Moyenne
	Fruits et légumes	12**	Faible
	Légumes transformés	~ 5	Faible
	Pommes de terre	>12	Faible
Filières animales	Lait	~ 3,4 - 5	Moyenne
	Œuf	~ 4,5	Faible
	Viande de bovins	8	Faible
	Viande d'ovins	>2,7	Faible
	Viande de porc	<6	Faible
	Viande de poulet	5	Faible
	Truite	> 3,4	Moyenne

Source : compilation par les auteurs sur la base des données rassemblées lors des synthèses par filières animales et végétales

* hors la 2^{ème} transformation ou dans le cas des viandes, la 3^{ème} transformation en produits élaborés (produits composés de plusieurs ingrédients, plats préparés etc.)

** incluant les pertes à la distribution

*** comprenant les pertes à la distribution, mais considérées comme très faibles

**** auquel s'ajoutent 1000 t de glucides sur une récolte de 370 000 t (campagne 2013-2014)

Par rapport aux résultats de la FAO (Gustavsson *et al.*, 2011 ; Gustavsson *et al.*, 2013), pour la région Europe et tenant compte des différentes définitions, les taux de pertes concernant la France s'affichent globalement comme inférieurs ou égaux. A titre d'exemple, le taux de pertes (production à distribution) de la filière fruits et légumes est supérieur à 30% dans l'étude FAO, alors que, pour la France, 12% ont été mesurés. Si on comptabilise la valorisation en alimentation animale comme pertes, comme le fait la FAO, ceci réduirait quelque peu l'écart. En produits animaux, du fait que l'étude FAO inclut comme perte également des manques à produire (p.ex. mortalité en élevage, baisse de production laitière due aux mammites inapparentes) (Redlingshöfer 2015), la comparaison se complique. Epurés des différences entre les deux définitions et compte tenu des incertitudes, les taux de pertes dans les filières animales sont globalement comparables.

Proposition d'une typologie des filières par rapport aux pertes alimentaires

Une comparaison des filières sous l'angle des pertes alimentaires permet de dresser une typologie (Figure 1) qui illustre que les pertes constituent un enjeu d'importance différente selon les filières.

Dans les filières « bien intégrées » (cadran A), les pertes sont globalement faibles, et sont de plus réduites par la valorisation en alimentation animale de la production non-conforme. Il s'agit essentiellement de lots de céréales à teneur trop élevée de contaminants ou du lait impropre à la consommation humaine, rappelant tout de même que ce lait retrouve l'usage auquel il est biologiquement destiné, l'alimentation des veaux. Les oléagineux peuvent être aussi rattachés à ce groupe. Ces filières sont qualifiées de « bien intégrées » par leur lien avec l'alimentation animale. Par ailleurs, celle-ci permet aux trois filières de valoriser la quasi-totalité de leurs coproduits de

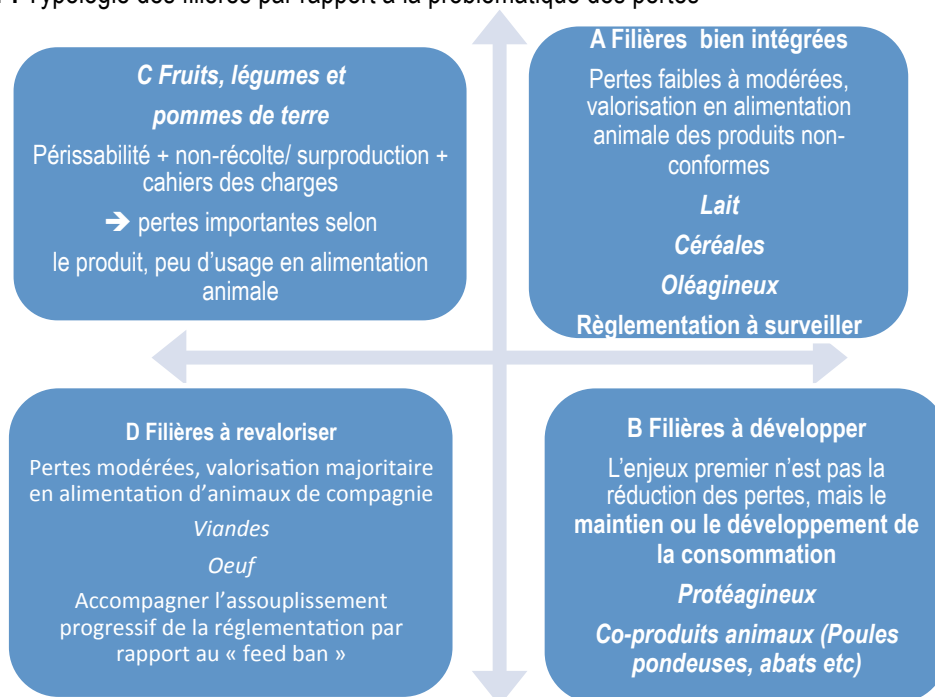
transformation. Un durcissement de la réglementation concernant l'alimentation animale pourrait cependant à terme conduire à l'augmentation des pertes.

Le cadran B réunit des filières et quelques produits spécifiques, qui présentent certes des pertes, mais pour lesquels le premier enjeu serait de maintenir ou de développer la consommation. Faute d'innovations « produit » et face à des consommateurs s'en détournant progressivement, protéagineux, poules de réforme ou abats ne garnissent plus les assiettes des jeunes générations, alors que leurs bénéfices nutritionnels et environnementaux font l'unanimité et méritent un réinvestissement de ces filières par la recherche et le développement. La réduction des pertes peut en bénéficier.

Le cadran C est réservé à la seule filière fruits, légumes et pommes de terre. Les pertes dans cette filière apparaissent sous l'effet conjugué de la périssabilité de ses produits lorsqu'ils sont vendus non-transformés, des difficultés d'ajustement entre offre et demande et des exigences des cahiers des charges. Cette filière ne mobilise guère l'alimentation animale comme voie de valorisation.

Les filières viandes et œuf forment le dernier groupe (Filières à revaloriser, cadran D) qui se caractérise par des pertes de niveau intermédiaire valorisées de façon sous-optimale. Les sous-produits animaux qui en sont issus sont en effet majoritairement intégrés dans le *pet food* plutôt que dans les aliments du bétail pour des raisons tenant à la réglementation (« *feed ban* ») mais également à la réticence des opérateurs face à l'assouplissement progressif de celle-ci à l'égard des sous-produits issus d'animaux terrestres autres que ruminants. De ce fait, dans les filières de production de viande, le niveau des pertes évolue en fonction de l'impact du *feed ban* sur la filière, cet impact étant maximal en filière bovine. L'application pure et simple de la réglementation européenne permettrait donc de réduire progressivement les pertes via le recyclage en alimentation du bétail.

Figure 1 : Typologie des filières par rapport à la problématique des pertes



3. Les leviers pour réduire les pertes, à la source et par une réutilisation alimentaire (hors pet food)

L'analyse des pertes alimentaires dans les filières a permis de constater qu'elles apparaissent à tous les stades des filières, pour des raisons très diverses tenant à l'organisation économique et aux exigences des marchés, à la coordination entre acteurs, à la réglementation, aux procédés mis en

œuvre ou au matériel disponible. Ces situations diverses d'apparition des pertes appellent des solutions ciblées. Les leviers identifiés par les groupes filières de l'Inra sont présentés dans le Tableau 17.

Cet inventaire n'a pas vocation à être exhaustif. En outre, ces leviers sont indicatifs mais ne constituent nullement des recommandations. La mise en œuvre effective de certains d'entre eux nécessiterait des recherches complémentaires.

En effet, dans le choix des leviers à mettre en place, des arbitrages seront nécessaires entre le coût économique et environnemental et le potentiel de réduction des pertes, tout en assurant un niveau de sécurité sanitaire satisfaisant. La perception et les attentes des acteurs professionnels et des consommateurs sont également un aspect important à prendre en compte, par exemple sur la réincorporation et le recyclage interne de chutes ou autres écarts dans un contexte de méfiance grandissante des consommateurs vis-à-vis de pratiques industrielles par rapport à la « pureté » des aliments.

Dans bien des cas, l'inscription de la filière dans un territoire paraît indispensable à considérer. Par exemple, la récupération d'écarts de tri et des écarts de production pour une valorisation alimentaire réduit les pertes, mais nécessite de la logistique, parfois de la transformation. *In fine*, sous l'angle de la consommation d'énergie par exemple, cette réduction des pertes est-elle justifiée par le surcoût énergétique ? Autre exemple, la réintroduction généralisée des protéines animales transformées issues des sous-produits C3 dans l'alimentation des animaux d'élevage se heurte actuellement à des obstacles techniques (traçabilité des espèces de provenance pour garantir la non-consommation en intra-espèce), mais aussi à une réticence du monde professionnel tout comme des consommateurs. Or, elle figure indéniablement parmi les leviers à fort potentiel en vue d'une gestion efficiente des ressources alimentaires. Mais à ce jour, l'autorisation de la réintroduction concerne seulement l'aquaculture. L'analyse multicritère conduisant à identifier un niveau « optimal » de pertes fait déjà partie des sujets que la recherche est en train de développer.

Tableau 17 : Identification de différents types de levier pour la prévention et la valorisation des pertes selon la typologie des filières par rapport aux pertes

Nature des leviers : T = technique / O = organisationnel / IF = Information – Formation / R = réglementaire

Catégorie A Filières bien intégrées Céréales Lait Oléagineux	Catégorie B Filière à développer Protéagineux Co-produits animaux (poules pondeuses, abats)	Catégorie C Fruits, légumes et Pommes de Terre	Catégorie D Filières à revaloriser Viandes Œuf
<p>Il s'agit avant tout de sécuriser la qualité sanitaire des productions agricoles de façon à éviter qu'un éventuel durcissement de la réglementation encadrant leur réutilisation en alimentation animale augmente les pertes. Il vaut mieux prévenir les pertes à la source. Quand ce n'est pas possible, il convient d'augmenter la réintégration des écarts en alimentation humaine et animale, tout en assurant en priorité la qualité sanitaire.</p> <p>Pour les oléagineux, la réduction des pertes à la récolte est une priorité.</p>	<p>Avant tout, il s'agit de développer la consommation humaine de leurs produits. Ces filières sont actuellement très orientées vers l'alimentation animale (protéagineux, abats) ou vers l'export (poules).</p> <p>Les leviers de réduction des pertes peuvent contribuer à augmenter le rendement et l'investissement des professionnels dans ces filières ou coproduits de filière.</p>	<p>Il s'agit de trouver des solutions aux pertes très caractéristiques de ces productions : liées à la périssabilité ; à l'exigence du marché des produits non-transformés, aux difficultés d'ajustement d'offre et de demande. Les leviers mobilisent avant tout des solutions techniques et organisationnelles pour maintenir dans la commercialisation ce qui sinon est écarté et détruit.</p>	<p>Il s'agit de restreindre les pertes et de contribuer à une meilleure valorisation des écarts en alimentation d'animaux d'élevage, selon l'évolution du cadre réglementaire l'autorisant progressivement.</p>
Leviers d'ordre 1			
Prévention à la source			
<p>T - Sélection variétale et itinéraires techniques pour améliorer la résistance aux maladies au champ pouvant entraîner des pertes en aval (contaminants en céréales)T- Améliorer la santé des animaux : diminution des mammites cliniques chez les vaches laitièresT- Recherche d'alternatives aux insecticides des silos pour prévenir un durcissement de la réglementation vis-à-vis des produits phytosanitaires qui pourraient entraîner un volume de perte plus important. au stockage</p> <p>T - Sélection variétale et itinéraires techniques pour limiter les pertes à la récolte</p>	<p>T- Sélection variétale et itinéraires techniques pour limiter les pertes à la récolte (premier nœud assez haut/protéagineux)</p> <p>T- Amélioration des matériels de récolte (protéagineux)</p> <p>T - Innovations produit (poule, la partie consommable du 5^{ème} quartier)</p> <p>I- F - Information sur le bon rapport entre la qualité nutritionnelle des protéagineux, des abats et autres produits animaux de moins en moins consommés et leur prix modeste</p>	<p>T- Sélection variétale et itinéraires techniques pour</p> <ul style="list-style-type: none"> - Améliorer la résistance au choc, au transport, l'aptitude à la conservation - Améliorer la résistance aux maladies ou ravageurs au champ ou verger entraînant des pertes en aval <p>T -Innovation dans la protection contre des aléas météorologiques</p> <p>T- Amélioration des techniques de conservation</p> <p>T - Innovation pour l'allongement de la durée de vie du produit (en gardant ses qualités et sa facilité</p>	<p>T - Amélioration de la santé des animaux : diminution des mortalités et saisies sanitaires ; du parasitisme et des lésions corporelles sources de saisies partielles</p>

(égrenage/oléagineux)		d'utilisation) par le conditionnement et les emballages	
Réutilisation en alimentation humaine et Valorisation en alimentation d'animaux d'élevage			
<p>T -Innovation pour la réincorporation des chutes et ratés de fabrication (fromages)</p> <p>T -Innovation dans la réutilisation des invendus sur le point de vente (donner une nouvelle vie au pain et viennoiserie de la veille par exemple)</p> <p>T - Innovation pour la valorisation en alimentation animale des chutes et ratés de fabrication qui ne peuvent pas être réincorporés dans les procédés pour l'alimentation humaine</p>	<p>T – O – Développement de la capacité de collecte et de transformation en sous-produits animaux C3 afin d'éviter leur moindre valorisation en C2</p>	<p>T-O- Innovation dans les techniques et l'organisation de la transformation des écarts de tri</p> <p>O - Développement de circuits de vente de produits déclassés et d'écarts de production (vente à prix réduit dans les magasins, soldeurs, magasins d'usine, etc.), circuits courts.</p>	<p>T – O -Développement de la capacité de collecte et de transformation en sous-produits animaux C3 afin d'éviter leur moindre valorisation en C2</p> <p>R – I - F – Réincorporation dans l'aliment du bétail les PAT (Protéines Animales Transformées) par une transposition en droit français des dispositions européennes</p> <p>- Information sur le cadre réglementaire de la valorisation des denrées en alimentation animale afin de favoriser cette pratique (différence entre « farines animales » et PAT, en particulier)</p>
Leviers d'ordre 2			
<p>T -Amélioration des matériels de récolte (oléagineux), des techniques de stockage (à la ferme pour les céréales)</p> <p>T -Procédés à plus fort rendement : raffinage doux de l'huile, optimisation des opérations en vue de réduire la fraction alimentaire perdue lors des pousses et nettoyages en transformation laitière</p> <p>T – O - Meilleure coordination entre fournisseurs et distributeurs pour l'organisation de la mise en production et de la gestion des commandes (cas des produits à durée de vie courte)</p>		<p>T- Innovation de préparation des invendus sur le point de vente (« fraîche découpe »)</p>	<p>T – O - Meilleure coordination entre fournisseurs et distributeurs pour l'organisation de la mise en production et de la gestion des commandes (cas des produits à durée de vie courte notamment)</p> <p>T - Innovations dans l'allongement de la durée de vie du produit (en gardant ses qualités et sa facilité d'utilisation) par le conditionnement et les emballages</p> <p>T - Innovation pour la réincorporation des chutes et ratés de fabrication (charcuterie) dans l'alimentation humaine ou à défaut dans l'alimentation animale</p>
Leviers génériques			
<p>- Gestion de produits proches de la DLC : promotions/prix réduits</p> <p>- Don alimentaire</p>			

- A tous les professionnels via leurs représentants, les centres techniques : actions de sensibilisation, choix et affichage d'indicateurs de suivi, intégration des solutions de réduction des pertes dans les guides de bonnes pratiques et des consignes à tous les stades de la filière.
- Actions de sensibilisation des consommateurs sur leur contribution à induire des pertes en amont des filières
- Révision de la réglementation relative aux DLC et DDM (interprétation des mentions, éviter confusions)

4. Questions à la recherche, besoins de connaissances

4.1 Lacunes dans l'analyse des pertes

Il s'agit de mieux analyser les déterminants des pertes et leur variation, par exemple selon la taille des opérateurs. Nous avons vu que la valorisation des sous-/coproduits nécessite une organisation de la collecte et une filière dédiée. Afin de permettre la valorisation en alimentation humaine de fractions de moins en moins consommées, comme les abats d'ovins, il faut des équipements et un savoir-faire de transformation et de commercialisation spécifiques. Le degré de valorisation (et *a contrario* de pertes) peut beaucoup varier, et notamment lorsque la filière se caractérise par une grande diversité de modes de production et de types d'exploitations. Dans d'autres filières, telle la filière avicole où quelques grands acteurs se partagent le marché, collecte et valorisation sont facilitées. Non seulement la taille des opérateurs joue un rôle, mais aussi leur caractère de spécialiste ou de fournisseur multi-produits. Dans la filière laitière, les pertes qui surviennent lors du nettoyage des installations sont directement liées aux changements de fabrications donc à la complexité des gammes de produits qui semble être un facteur plus important que la nature du produit même.

Il serait également nécessaire d'analyser l'incidence d'un mode de production (production sous signe de qualité, production biologique...) ou encore de distribution (circuits longs, circuits courts...) sur l'importance et la nature des pertes.

4.2 Les besoins d'analyses multicritères en appui aux stratégies de réduction des pertes

Les aspects économiques relatifs aux pertes alimentaires, pour les agriculteurs, les acteurs de la collecte, les entreprises de la transformation, la distribution, les consommateurs et la société dans son ensemble, sont encore peu étudiés. Le choix d'accepter des pertes ou au contraire de les prévenir ou les valoriser obéit à des lois de valeur. Les professionnels dans leur ensemble cherchent à maximiser leur profit, ce qui va souvent de pair non pas avec un niveau minimum des pertes de matière, mais un niveau optimum. Le taux de pertes fait généralement partie du bilan « matière » que chaque entreprise suit rigoureusement. Il serait important de comprendre les arbitrages faits par les professionnels.

La mise en place de leviers de réduction des pertes alimentaires a toujours un coût, économique (coût des moyens humains, de l'énergie, du matériel...) et environnemental (consommation de ressources, pollutions...), parfois aussi social (conditions de travail...), de même qu'elle génère des bénéfices selon ces mêmes critères (valorisation selon une valeur marchande...). Parfois, les pertes sont difficilement valorisables ou seulement au travers de procédés coûteux que le marché ne rémunère pas toujours : la viande séparée mécaniquement en abattoir par exemple. Si aujourd'hui il y a des pertes et qu'elles persistent, cela veut dire qu'elles sont intégrées dans les filières sans les déstabiliser. Ce sont des pertes économiquement tolérées par le système. Vouloir les réduire nécessite de comprendre, par une approche pluridisciplinaire et multicritère, sur quelles dimensions elles génèrent des bénéfices au système et quels seraient les conséquences et les coûts de leur réduction. Dans ce sens, il convient d'anticiper d'éventuels effets néfastes voire pervers (comportement de détournement d'une contrainte réglementaire par exemple) en conséquence à une mise en place de leviers de réduction. Il est essentiel aussi de veiller qu'en réduisant les pertes à un maillon de la filière, elles ne soient pas reportées à un autre maillon, chez le consommateur notamment.

Globalement, les besoins des recherches en soutien d'une réduction des pertes qui ont été identifiés par les groupes filières ne sont pas nouveaux. Ils sont connus et actés par rapport à des problématiques (sanitaires, attentes des consommateurs, etc.) que la recherche a déjà identifiées avant. Ce qui est nouveau est l'établissement d'un lien avec la réduction des pertes, mais on constate toutefois que la perte de matière observée actuellement n'est pas apparue comme une problématique forte chez les acteurs de la filière.

En termes de recherches sur l'amont par exemple, pour limiter les pertes à la récolte qui concernent plusieurs espèces, il conviendrait de développer les recherches (i) en amélioration génétique (par exemple architecture des plantes pour réduire la verse chez les protéagineux, l'égrenage chez les oléagineux ou la fragilité aux chocs et manipulations en fruits et légumes avec maintien de la qualité gustative) (ii) en physiologie et agronomie (architecture du couvert) en lien avec une évolution technologique du matériel de récolte.

Actuellement, il y a peu de pertes dû aux maladies et ravageurs du fait de leur bonne maîtrise par l'usage de pesticides. Pour anticiper un éventuel durcissement de la réglementation limitant leur usage, il est essentiel de d'ores et déjà chercher des alternatives au champ et au stockage, par exemple en grandes cultures ou en fruits et légumes.

Côté animal, des recherches en prévention de maladies ou de parasitisme contribueraient à la réduction de pertes. La prévention de mammites par exemple joue un rôle important dans la filière laitière.

Plus en aval, nous signalons un besoin de conduire des recherches (génie des procédés, microbiologie, gestion, etc.) sur la réutilisation des écarts de tri ou de production pour l'alimentation humaine et sur les modèles économiques qui peuvent se baser sur des apports irréguliers et de qualité variable.

4.3 La complémentarité élevage et productions végétales dans la réduction des pertes alimentaires

La valorisation des écarts et retraits des filières végétales, qui complète celle des sous-/coproduits de la 1^{ère} transformation végétale s'est structurée et organisée autour de la complémentarité élevage/productions végétales. Dans la mesure où la valorisation en alimentation du bétail n'a pas été considérée comme perte alimentaire dans le cadre de l'étude, si la valorisation des écarts de production ou des retraits se restreignait en alimentation animale, par suite d'un durcissement de la réglementation encadrant ces valorisations, quelles seraient les conséquences en termes de réorganisation du secteur de l'élevage ? A titre d'illustration, celle-ci s'annonce déjà dans le cas de la distribution aux veaux du lait comportant des résidus d'antibiotiques. Les sources et le coût des approvisionnements alimentaires des animaux pourraient alors se modifier ce qui impacterait probablement la rentabilité économique de ces filières. De nouvelles sources alimentaires devraient être identifiées, en minimisant le risque de concurrence avec l'alimentation humaine directe. On peut également se demander si des valorisations très efficaces d'écarts de production en alimentation animale auraient tendance à maintenir un *statu quo* et d'éventuellement freiner les innovations technologiques et organisationnelles conduisant à la diminution de ces écarts.

4.4 Les pertes en amont de la production prête à la récolte

Lorsqu'on s'interroge sur les pertes en agriculture, les pertes en cultures fourragères sont parmi les premières à être citées. Elles interviennent en amont de la production animale et ne font pas partie de notre périmètre d'analyse. Il s'agit de balles de foin enrubannées et pré-stockées trop longtemps dans leurs prés de fauche, de tas de paille mal protégés de la pluie, des pertes de fourrages humides au cours de la conservation et de la distribution des ensilages ou encore du fourrage non utilisé au cours des séquences de pâturage. Cette problématique est répandue et récurrente et mérite d'être analysée.

Toujours en amont, on doit aussi s'intéresser aux pertes de rendement dans les filières végétales et aux sous-réalisations par rapport à un optimum de production recherché dans les filières animales (du fait de mortalités, des sous-réalisations en conséquences d'infections telles que les mammites, etc.). Bien qu'il s'agisse de ce que nous appelons des manques à produire, d'une nature différente de celle des pertes alimentaires, cette thématique complémentaire peut contribuer à l'identification d'objets de recherche dont la finalité est, tout comme celle des pertes alimentaires, d'orienter les filières vers des formes plus efficaces en termes d'offre alimentaire qu'il s'agit d'optimiser ainsi que de consommation de ressources et d'impacts environnementaux qu'il s'agit de minimiser.

4.5 Perspectives au-delà de l'analyse des pertes de matière

Considérant que les pertes de matière sont déjà optimisées, dans bien des cas ce sont plutôt les pertes de valeur, par un manque d'opportunité de vente, qui sont sujet de réflexions chez les professionnels. On peut citer la filière céréales, dont la production, exception faite du riz, est très supérieure aux besoins de l'alimentation humaine sur le marché intérieur, observation qui reste valable lorsqu'on tient compte de la production exportée. Or, dans le cas du blé tendre, aujourd'hui, plus de 80% des blés produits en France présentent une qualité dite « meunière » c'est-à-dire avec un taux de protéines de 11 % minimum, exigence potentiellement coûteuse du point de vue environnemental et pas toujours rémunérée par la filière qui a tendance à simplifier la gestion de la collecte et la meunerie. Les pertes de valeur peuvent aussi être d'importance dans le cas de réutilisation ou de valorisation des écarts de production ou des retraits.

S'il est essentiel de mesurer les pertes de volumes de produits alimentaires, on pourrait aussi s'intéresser à la perte de nutriments correspondants. Certains groupes filières ont amorcé cette analyse qu'il serait intéressant de poursuivre. Au-delà, on pourrait considérer aussi comme « perte » des phénomènes de mauvaise utilisation digestive des produits consommés. Dans le cas des protéagineux, la digestibilité des graines et fractions de graines est souvent inférieure à celle du grain de blé. Par voie génétique ou par des innovations « produits », on pourrait envisager une réduction de ces pertes digestives.

Conclusions et perspectives de l'étude

L'étude a permis de dresser un premier bilan des pertes alimentaires, en France, aux stades amont dans les principales filières agricoles et alimentaires. Les taux de pertes qui apparaissent dans ce bilan sont semblables ou inférieurs à d'autres estimations publiées: un ordre de grandeur de 5-10% de pertes allant jusqu'à environ 12% pour la pomme de terre et les fruits et légumes, de la production à la distribution, peut être avancé au regard des résultats de l'étude.

L'étude a dû faire face à des difficultés de collecte des données pour plusieurs raisons : les données d'entreprises ont un caractère confidentiel et ne sont pas facilement partagées par les professionnels ; les données spécifiques aux pertes (taux des pertes, nature des matières perdues, déterminants et mode de gestion des pertes) ne sont quasiment pas collectées par secteur. Seules sont disponibles des synthèses sur l'utilisation de co- et sous-produits issus des filières végétales et animales, ou sur les gisements de biomasse disponibles, mais l'angle d'analyse de ces synthèses n'inclut nullement les aspects nécessaires pour l'analyse des pertes alimentaires (p.ex. devenir des écarts, distinction au sein de l'alimentation animale entre animal de rente et animal de compagnie). Il y a un besoin de produire des données consolidées par filière et par production qui portent sur l'ensemble écart/devenir/perte.

Enfin, la complexité de certaines filières, pour lesquelles à chaque étape, une multiplicité d'usages sont possibles – alimentaires, bioénergie, chimie...- rend difficile le suivi des flux et les quantifications cohérentes de matières.

Le sujet des pertes étant encore assez peu exploré par la recherche ; il ne bénéficie pas de méthodologies stabilisées, et notamment dans le domaine de la quantification des pertes et gaspillages (Redlingshöfer, 2015). A terme, il sera indispensable de disposer d'un cadre méthodologique de référence, comme le projet FUSIONS doit le proposer à l'échelle européenne, afin de permettre la comparaison des données et leur suivi dans le temps. La présente étude constitue une contribution significative à la définition de ce cadre méthodologique.

En termes de leviers à mobiliser, force est de constater qu'ils restent aussi divers et spécifiques que sont les situations de survenue des pertes. Plusieurs leviers techniques, organisationnels,

réglementaires et liés l'information et la formation seront pertinents pour agir sur quelques points critiques identifiés dans l'étude et concernant un ensemble des filières :

- Sélection variétale et adaptation des itinéraires techniques et du matériel agricole pour agir sur les pertes à la récolte dans les filières végétales,
- Progrès dans les moyens de lutte contre les maladies et ravageurs ayant une incidence sur le stockage et la conservation des produits
- Progrès en santé animale réduisant les besoins de traitement et les risques de mortalité et de saisies sanitaires,
- Innovations produit et développement de gamme pour valoriser les produits de moins en moins plébiscités par les consommateurs, en visant leurs atouts (valeur nutritionnelle, environnementale),
- Innovations dans l'usage des écarts de tri et de production : procédés, circuits de distribution, nouveaux business modèles d'entreprises.

Nous concluons que la réduction des pertes se heurte à leur dispersion dans les filières et au fait qu'ils portent à chaque stade sur des volumes d'importance modérée voire faible, ce qui impacte directement le coût de la mise en place des leviers. A ce stade, les pertes sont bien intégrées dans les modèles économiques des filières de production et ne semblent pas les déstabiliser, leur coût étant porté par l'ensemble de la chaîne et *in fine* par le consommateur. Toutefois, la question des pertes doit être traitée en articulation avec d'autres volets de la durabilité des filières : le coût environnemental, l'impact social tout particulièrement. Vouloir réduire les pertes demandera des changements dans les systèmes techniques et organisationnels qui demanderont une réflexion et adhésion collective de l'ensemble des acteurs. Les besoins de connaissances et les questions adressées à la recherche qui ont d'ores et déjà été identifiés contribueront à leur mise en œuvre.

Références bibliographiques

- Académie d'agriculture de France, 2010. Des « Farines Animales » aux Protéines Animales Transformées : Les capacités adaptatives des filières utilisatrices. 16 p.
- CNIEL, 2015. L'économie laitière en chiffres – Edition 2015. 184 p.
- Davidson J.W., Kenney P.B., Manor M., Good C.M., Weber G.M., Aussanasuwannakul A., Turk P.J., Welsh C., Summerfelt S.T., 2014. Growth Performance, Fillet Quality, and Reproductive Maturity of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Cultured to 5 Kilograms within Freshwater Recirculating Systems. *J Aquac Res Development* 5 (4), 1-9.
- Elliès M.P., Dumont R. 2014. Caprins. In *Les filières animales françaises, Caractéristiques, enjeux et perspectives*. Editions Lavoisier, pp 187-210.
- France AgriMer, Blézat Consulting, 2013. Etude sur la valorisation du Ve quartier des filières bovine, ovine et porcine en France. Rapport final, mai 2013. 209 p.
- Gustavsson J., Cederberg C., Sonesson U., van Otterdijk R., Meybeck A., 2011. Global food losses and food waste. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Emanuelsson, A. 2013. The methodology of the FAO study: "Global Food Losses and Food Waste - extent, causes and prevention"- FAO, 2011. SIK report No. 857, 70 p.
- Interfel, 2015. Etudes des pertes alimentaires dans la filière fruits et légumes. Assises des fruits et légumes frais, 3 p.
- HLPE, 2014. Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome 2014.

Lipinski B., Hanson C., Lomax J., Kitinoja L., Waite R., Searchinger T., 2013. Reducing Food Loss and Waste. Working Paper, Installment 2 of Creating a Sustainable Food Future. Washington, DC: World Resources Institute.

Monier V., Mudgal S., Escalon V., O'Connor C., Anderson G., Montoux H., Reisinger H., Dolley P., Oglivie S., Morton G., 2011. Preparatory study on food waste across EU 27. Technical Report (2010-054), European Commission. 210 p.

Redlingshöfer B., 2016. La méthodologie utilisée dans l'étude INRA pour l'analyse des pertes alimentaires dans les filières. *Innovations Agronomiques* 48, 11-22

RESEDA, 2008. Enquête sur les gisements et la valorisation des coproduits issus de l'agro-industrie. Rapport. 164 p.

Scholz K., Eriksson M., Strid I., 2015. Carbon footprint of supermarket food waste. *Resources, Conservation and Recycling* 94, 56-65.

Somsen D., Capelle A., Tramper J., 2004. Food yield analysis in the poultry processing industry., *J of Food Engin.*, 65, 479-487

SIFCO, 2015. Rapport d'activité 2014. 42 p.

Whitehead P., Palmer M., Mena C., Williams A., Walsh C., 2011. Resource maps for fresh meat across retail and wholesale supply chains. Etude WRAP N° RSC009. Final report, June 2011. 105 p.

Annexe 1 : Détail des motifs de retraits présentés au tableau A1.1 pour les stades transport /abattage et découpe carcasse

Description des rubriques communes « origine des retraits » :

- Mortalités au ramassage (cas des volailles de chair) : animaux chétifs, accidentés ou morts pendant le ramassage, qui ne sont pas enlevés mais comptabilisés dans les pertes globales en phase d'élevage
- Mortalités en transport et attente d'abattage : saisies totales pratiquées avant abattage (saisies *ante mortem*)
- Saisies sanitaires après abattage : saisies totales ou partielles pratiquées après abattage sur la carcasse ou les abats (saisies *post mortem*)
- retrait MRS : Matériels à risque spécifié vis-à-vis des encéphalopathies spongiformes transmissibles dont l'ESB
- Matières stercoraires : contenus de tube digestif
- Autres parties non consommables 5^{ème} quartier : fractions non consommables (ex : cuirs, plumes...) y compris sang (bovins, ovins et poulet) ; cuirs et peaux non considérés (bovins et ovins)
- retrait d'abats et parties consommables du 5^{ème} quartier : retrait de la consommation humaine directe de fractions considérées comme consommables (ex : tripes, sang de porc...)
- Parties non consommables de la carcasse (ex : os)
- retrait de fractions partiellement consommables : non récupération de parties consommables sur des pièces de découpe de carcasses de petit format (ex : viande séparable mécaniquement à partir de cous de poulet).

Tableau A1.1 : Motifs de retraits et volumes concernés.

Stade de la filière	Origine des retraits	Ampleur par filière (approx.)				
		Bovins	Ovins	Porc	Poulet	Truite
		Proportions en % du poids vif				
1 ^{ère} transformation	Mortalités en transport / attente abattage et saisies avant abattage	0,4 ^{a1} %	Non documenté	0,25 ^{c1} %	0,33 %	Non documenté
	Saisies sanitaires après abattage	1,6 ^{a2} %		0,75 ^{c2} %	1,07 %	
	Retrait MRS	2,5 %	Inclus dans retraits d'abats	-	-	-
	Matières stercoraires	13,1 %	8,3 %	7,9 ^{c3} %	-	-
	Autres parties non consommables 5 ^{ème} quartier	12,6 %	27,5 %	-	23,5 %	14 %
	Retrait d'abats et parties consommables 5 ^{ème} quartier	4,3 ^{a3} %	2,8 ^{b1} %	5,6 ^{c4} %	2,1 ^{d2} %	
		Proportions en % du poids de carcasse (part de découpe estimée)				
		100 %	100 %	100 %	60 %	50 ^{e1} %
2 ^{nde} transformation	Parties non consommables de la carcasse	31,2 ^{a4} %	20,0 ^{b2} %	10,9 ^{c5} %	5,5 ^{d3} %	20,6 ^{e2} %
	Retrait de fractions partiellement consommables			< 1,2 ^{c4} %	5,4 ^{d4} %	22,0 ^{e3} %

a1 approximé comme la proportion de saisies totales ; mortalité au transport négligeable

a2 approximé comme la proportion de saisies partielles

a3 soit 63 % des abats non valorisés en alimentation humaine (lesquels représentent 6,8 % du poids vif) en considérant les quantités exportées comme valorisées en alimentation humaine

a4 totalité des os et autres fractions non consommables

b1 soit 50 % des abats non valorisés en alimentation humaine (lesquels représentent 5,5 % du poids vif)

b2 totalité des os et autres fractions non consommables

c1 approximé comme la proportion de morts et saisies totales

c2 approximé comme la proportion de saisies partielles

c3 généralement traité comme effluent

c4 soit 49 % des abats et du sang non valorisés en alimentation humaine (lesquels représentent 11,5 % du poids vif), en considérant les quantités exportées comme valorisées en alimentation humaine

c5 totalité des os uniquement (en supposant valorisés les 6 % de couenne et les 22,9 % de gras sous-cutané des pièces de découpe)

c6 déchets de découpe incluant une fraction susceptible d'entrer dans des préparations

d1 les animaux chétifs, accidentés ou morts pendant le ramassage restent sur place et sont comptabilisés dans les pertes globales en phase d'élevage

d2 soit 30 % des abats et des cous supposés non valorisés en alimentation humaine (lesquels représentent 6,9 % du poids vif) ; valorisation via la production d'une fraction de viandes séparées mécaniquement (VSM)

d3 soit la totalité des croupions et coffres, non consommables

d4 soit 30 % des dos avant et arrière, peaux de poitrine et lambeaux de découpe supposés non valorisés (lesquels représentent 18,0 % du poids de carcasse) ; valorisation via la production d'une fraction de VSM

e1 moyenne rapportée aux tonnages vifs (la découpe ne concernant pas la truite portion mais seulement la grande truite (> 350 g) dont 70 % des tonnages vifs sont découpés)

e2 fraction peu valorisable via la production de pulpes (tête, parage extra et peau) ; moyenne rapportée aux tonnages respectifs de filet standard et de filet parage extra pelé (cru ou fumé)

e3 arêtes théoriquement valorisables via la production de pulpes (rendement de l'ordre de 50 %) à incorporer dans les préparations ; moyenne rapportée aux tonnages respectifs de filet standard et de filet parage extra pelé (cru ou fumé)

Annexe 2 : Modalités d'estimation des différents usages des sous-produits C3 par filière de provenance

Les données 2014 du syndicat des industries françaises des coproduits animaux (SIFCO, 2015) ont été utilisées. Elles comportent :

- En entrée, les quantités respectives de matière brute C3 par filières de provenance : ruminants (majoritairement bovins) ; porcs ; volailles ; poissons (majoritairement de pêche) ;
- En sortie, les quantités commercialisées selon les différentes destinations (usages) pour chacun des deux grands types de produits obtenus : PAT (protéines animales transformées, dont farines d'os) ; graisses.

Un bilan global des entrées / sorties a été établi sur la base des rendements de transformation respectifs des protéines et graisses (Académie d'agriculture de France, 2010). Pour 2014, ce bilan est équilibré à 3,2 % près.

Tableau A2.1 : Nature et part des retraits

Fractions de la matière brute (C3)			Produits obtenus	
Nature	Part relative	Rdt déshy.	Nature	Part relative
Protéines et minéraux	83,5 %	0,27	PAT	59 %
Matières grasses	16,5 %	1	Graisses	41 %

Toutefois, un bilan précis de ce type ne peut être établi au niveau de chacune des filières de provenance des matières brutes, car si certaines des PAT ou graisses produites sont spécifiques d'une unique filière de provenance, d'autres sont multi-espèces.

Des bilans approximatifs des usages par filière de provenance ont néanmoins été établis séparément pour les PAT et les graisses en recourant à des hypothèses simplificatrices :

- Les proportions de protéines/minéraux et graisses dans la matière brute C3 ont été supposées invariables d'une filière de provenance à l'autre, ce qui constitue une approximation grossière ;
- Les PAT ou graisses multi-espèces ont été réparties arbitrairement entre les filières de provenance au prorata de la contribution de chaque filière au total de la matière brute C3.

Bilan partiel de la fraction « protéines / minéraux » de la matière brute C3

Les données utilisées sont celles du tableau « protéines – année 2014 » qui croise les différents types de PAT avec leurs destinations (usages). Les quantités produites ont été affectées soit intégralement à une filière de provenance (si mono-spécifique ou assimilé) soit au prorata (si multi-espèces) (Tableau A2.2)

Tableau A2.2 : Type de sous-produits par filière

Type de protéines	Spécifiques				Multi-espèces
	+/-Ruminants*	Porcins	Volailles	Poissons**	
Os à gélatine dégraissé / Gélatine					X
Farine d'os					X
Phosphate dicalcique					X
PAT multi-espèces dont ruminant	X				
Farine de plumes/soies			X		
PAT de volaille			X		
PAT de porc		X			
Cretons					X
Farine de poisson				X	
PAT de sang / Produits sanguins					X
Petfood humide***					X

* Matière brute multi-espèces à forte dominante bovine ; ** Matière brute à forte dominante pêche ; *** ramené en équivalent sec

Ces modalités d'affectation restent approximatives, puisque la proportion de PAT spécifiques varie de 47 % à 82 % selon la filière de provenance. Néanmoins, après ajout d'un prorata de contribution non spécifique, les quantités de PAT reconstituées par filière de provenance constituent des ordres de grandeur acceptables puisqu'elles évoluent de 79 à 114 % de l'attendu (Tableau A2.3). La valeur par excès correspond à la filière de provenance dont la définition reste la plus imprécise (majoritairement ruminants avec fraction indéterminée d'autres espèces).

Tableau A2.3 : Proportions de PAT reconstituées par filière

Proportions (%) rapportées aux tonnages de PAT attendus*	+/- Ruminants	Porcins	Volailles	Poissons
PAT spécifiques	82 %	47 %	67 %	68 %
PAT non spécifiques**	32 %	32 %	32 %	32 %
Total reconstitué	114 %	79 %	99 %	100 %

* soit : total de la matière brute C3 x contribution respective de chaque filière de provenance (pour une proportion identique de protéines et minéraux par rapport à la matière brute C3 d'une filière de provenance à l'autre, ce qui constitue une approximation grossière)

** au prorata de la contribution respective de chaque filière de provenance

Les destinations des différentes PAT ont ensuite été regroupées en 4 grands types d'usages :

- Alimentation humaine
- Alimentation du bétail (animaux terrestres + aquaculture)
- Petfood
- Autres usages (fertilisant + gélatine + incinération)

Il en découle un bilan approximatif des usages de PAT issues des sous-produits C3 selon la filière de provenance des matières brutes (Tableau A2.4)

Tableau A2.4 : Usage des PAT

Types d'usages des PAT dont farines d'os (83,5 % de la matière brute traitée pour 59 % des produits secs ou équivalent sec obtenus)	Ampleur par filière (ordre de grandeur)			
	Multi-espèces dont ruminants	Porcins	Volailles	Poissons
Alimentation humaine	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %
Aliments bétail / poissons	4,4 %	6,3 %	12,0 %	59,4 %
Pet food	83,6 %	81,1 %	76,3 %	31,0 %
Fertilisants ou autres usages	11,7 %	12,1 %	11,4 %	9,2 %

Bilan partiel de la fraction « graisses » de la matière brute C3

Les données utilisées sont celles du tableau « corps gras animaux – année 2014 » qui croise les différents types des graisses avec leurs destinations (usages). Les quantités produites ont été affectées à une ou plusieurs filières selon les mêmes modalités que précédemment, comme récapitulé dans le Tableau A2.5.

La proportion de graisses spécifiques varie de 40 à 83 % selon la filière de provenance (Tableau A2.6). Après ajout d'un prorata de contribution non spécifique, les quantités de graisses reconstituées par filière de provenance constituent des ordres de grandeur acceptables puisqu'elles évoluent de 84 à 116 % de l'attendu, mis à part le cas des poissons.

Tableau A2.5 : Affectation des graisses selon les filières

Type de graisses	Spécifique				Multi-espèces
	Ruminants +/-	Porcins	Volailles	Poissons	
Graisse d'os ^a					X ^a
Graisses multi-espèces ^b	X ^b				
Graisse de volaille			X		
Graisse de porc		X			
Huile de poisson				X	
Fonte ^c					X ^c

a sauf ruminants (cf. interdiction d'utilisation en alimentation animale dont petfoods) et poissons

b majoritairement ruminants (cf. absence d'utilisation en alimentation animale dont petfoods suite à interdiction dans le cas des ruminants)

c sauf poissons

Tableau A2.6 : Proportions reconstituées des graisses par filière

Proportions (%) rapportées aux tonnages de graisses attendus*	+/- Ruminants	Porcins	Volailles	Poissons
Graisses spécifiques	82 %	83 %	51 %	40 %
Graisses non spécifiques**	29 %	33 %	33 %	-
Total reconstitué	111 %	116 %	84 %	40 %

* total de la matière brute C3 x contribution respective de chaque filière de provenance (pour une proportion identique de graisses par rapport à la matière brute C3 d'une filière de provenance à l'autre, ce qui constitue une approximation grossière)

** au prorata de la contribution respective de chaque filière de provenance

Les destinations des différentes graisses ont ensuite été regroupées en 4 grands types d'usages :

- Alimentation humaine
- Alimentation du bétail (animaux terrestres + aquaculture)
- Petfood
- Autres usages (biochimie + biodiesel + combustible)

Il en découle un bilan approximatif des usages de graisses issues des sous-produits C3 selon la filière de provenance des matières brutes (Tableau A2.7)

Tableau A2.7 : Usage reconstitué des graisses animales

Types d'usages des graisses (16,5 % de la matière brute traitée pour 41 % des produits secs ou équivalent sec obtenus)	Ampleur par filière (ordre de grandeur)			
	Multi-espèces dont ruminants	Porcins	Volailles	Poissons
Alimentation humaine	7,0 %	19,2 %	9,2 %	-
Aliments bétail / poissons	3,5 %	28,4 %	35,1 %	92,4 %
Pet food	0,5 %	10,0 %	29,7 %	-
Fertilisants ou autres usages	89,1 %	42,3 %	26,2 %	7,6 %

Bilan global consolidé de l'ensemble PAT + graisses issues de la matière brute C3

Les bilans partiels « protéines / minéraux » et « graisses » restent indicatifs compte tenu des nombreuses approximations pratiquées mais ils fournissent néanmoins des tendances claires sur les variations d'usage des PAT et graisses produites en fonction de leur filière de provenance.

Un bilan unique consolidé a donc été produit en agrégeant les deux fractions selon leurs proportions respectives dans la matière brute C3 objet des retraits (Tableau A2.1)

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL)