

Les pertes alimentaires dans la filière Céréales

Juin H.¹

Avec la collaboration des membres du groupe filière Céréales de l'INRA

¹ INRA, EASM, INRA Le Magneraud, Saint-Pierre-d'Amilly, BP 52, F-17700 Surgères

Correspondance : Herve.Juin@magneraud.inra.fr

Résumé

La filière céréales française est caractérisée par la diversité des espèces végétales concernées, blé, maïs, orge, riz, et des débouchés, dont l'alimentation humaine ne représente qu'environ 10 %. Sur 64 millions de tonnes récoltées, environ 8.7 Millions de tonnes de céréales sont utilisées pour l'alimentation humaine, essentiellement sous forme de produits transformés. L'export représente le premier débouché pour les céréales entières et les produits transformés. Les pertes lors de la récolte sont estimées à 2 %, (4 % pour le maïs) et peuvent être réduites par la maîtrise du matériel de récolte. Les pertes au cours du stockage sont faibles car contrôlées par des insecticides. Grâce au recyclage, à la maîtrise des procédés industriels et à la valorisation des coproduits *via* l'alimentation animale, les pertes au cours de la transformation sont faibles et difficiles à réduire. Les retraits de produits à base de céréales lors de la distribution représentent environ 270 000 T, une partie étant perdue. Il est cependant possible de réduire les pertes alimentaires en améliorant les conditions de récolte et de stockage, en recherchant des alternatives aux intrants notamment les pesticides de stockage, en organisant la collecte et la valorisation des produits retirés à la distribution. Le bilan énergétique et environnemental des solutions doit également être pris en compte pour améliorer la durabilité des filières.

Mots-clés : Céréales, Blé, Maïs, Orge, Riz, Pertes alimentaires, Durabilité

Abstract: Food loses in cereals

French cereal production accounts for 64 million tons considering, bread and durum wheat, maize, barley and rice. Food uses are around 10 %, i.e. 8.7 million tons, mainly through processed products. Export is the main commercial outlet for both grains and processed products. Harvest losses are estimated at 2% (4 % for maize). During post-harvest storage, losses are limited due to pesticides use. During processing losses stay at a low level due to management and quality procedures. At the retailing level, product recalls may be estimated at 270 000 tons, that are partly lost for food. Losses may be reduced at different stages by improving harvesting, finding alternative to pesticides during post-harvest storage, increasing recycling. Energy and environment balance must be evaluated to improve sustainability.

Keywords: Cereal, Wheat, Corn, Barley, Food loss, Sustainability

Introduction

Dans le cadre de cette étude, on appelle perte alimentaire, tout produit destiné à la consommation humaine mais écarté de cet usage, qu'il soit perdu ou retiré. Le périmètre considéré va de la production agricole au champ prête à être récoltée, au stade de la commercialisation (le produit en magasin).

Cependant, selon la méthodologie adoptée dans le cadre de l'étude INRA, ne sont pas considérées comme pertes, les fractions écartées de l'alimentation humaine mais valorisées comme co-produits en alimentation animale (Voir annexe 1), et les produits initialement destinés à l'alimentation humaine mais

retirés de ce circuit et réorientés en alimentation animale, car revenant indirectement à l'alimentation humaine par la consommation de viande, œufs, produits laitiers.

Enfin, bien qu'en dehors du périmètre de l'étude, une analyse spécifique, relative aux manques à produire en phase de production est proposée.

1. Les productions considérées dans l'étude

La filière céréales concerne plusieurs matières premières : le blé, le maïs, l'orge et le riz sont les principales ; les autres céréales comme le sorgho, l'avoine, l'épeautre représentent des volumes très faibles, et sont peu ou pas utilisés en alimentation humaine. Le document portera sur les filières blé tendre, blé dur, maïs, riz et orge de brasserie, ainsi que sur la filière amidon (blé et maïs). Le Tableau 1 présente les volumes traités à chaque étape de la récolte au produit commercialisé. Pour la filière amidonnerie, 3 MT d'amidon sont produites à partir de 3MT de blé et 2.2 MT de maïs, dont 500 000T sont utilisées dans l'alimentation humaine.

Tableau 1 : Volumes collectés et principales voies d'utilisation des céréales (en millions de tonnes équivalent grains) (Source : FranceAgriMer, campagne 2012)

	Blé tendre	Blé dur	Mais	Orge brasserie	Riz
Récolte / Production	35 MT	2.4 MT	15.7 MT	3.5 MT	100 000T
Collecte	32.1 MT	2.2 MT	14.1 MT	3.5MT	100 000 T
Export	16.5 MT	1.4 MT	6.7 MT	1.9 MT	0
Alimentation humaine	Meunerie 5.5 MT	Semoulerie 611 000 T	Maïserie 365 000T	Malterie 1.6MT	Riz propre 87 391 T
Alimentation animale	5MT		3.4 MT		
Non alimentaire	1.7 MT (bioraffinerie)				
Filière Amidonnerie	3 MT		2.2 MT		

L'utilisation des céréales est caractérisée par :

- Une consommation en l'état (grains) marginale ou nulle, à l'exception du riz.
- Des produits à faible teneur en eau à la récolte et disponibles en grande quantité.
- Une polyvalence d'usage : export, alimentation animale y compris animaux de compagnie, chimie, bioraffinerie, en plus de la transformation pour l'alimentation humaine.
- Une part importante de l'export aux différents niveaux de transformation. La destination des produits exportés est principalement l'alimentation humaine, sauf pour l'amidon qui est valorisé également dans des filières non alimentaires.

Les quantités récoltées sont nettement supérieures à celles destinées à l'alimentation humaine. Lors des opérations de collecte et de stockage, il est donc possible de réaliser des agrégats de lots :

- Sur des critères technologiques demandés par les débouchés (protéines, force boulangère, variétés...), rapidement mesurables à la collecte.

- Sur des critères liés à la santé et à la sécurité du consommateur (contaminants) avant l'entrée en transformation.

Ces contrôles en amont permettent d'orienter les lots non conformes vers des débouchés non alimentaires (alimentation animale, bio-raffinerie).

2. Caractéristiques générales concernant les pertes alimentaires

L'utilisation des céréales pour l'alimentation humaine est complexe, tant par le nombre de produits que par la diversité des procédés mis en jeu.

2.1 Récolte, collecte, stockage

A la récolte, les sources de pertes sont essentiellement liées à des accidents météorologiques (pluie ou grêle à l'origine de verse et germination sur pied), à des prédateurs ou à un mauvais réglage des moissonneuses batteuses. Les sources potentielles de pertes se situent ensuite lors des opérations de transport des grains du champ vers les lieux de stockage ou de transbordement.

Il est d'usage de considérer que la différence entre récolte et collecte représente l'autoconsommation en l'état au sein des exploitations agricoles, essentiellement par les animaux d'élevage et sous forme de semences. Cette différence comprend vraisemblablement des pertes qu'il sera difficile de quantifier.

L'évolution de la mécanisation de la récolte nécessite de grandes capacités instantanées de stockage et entraîne, pour le blé et le maïs, une augmentation du stockage ponctuel à l'air libre qui peut être à l'origine de pertes importantes : prédateurs, retrait de produits impropres lors d'épisodes pluvieux, manipulation supplémentaire. Ces pertes sont variables, difficilement quantifiables.

Pour fournir un grain propre de bonne qualité aux industriels, plusieurs opérations sont effectuées à ce stade :

- Le séchage (pour le maïs et le riz) et le retrait des pierres et poussières. Ces retraits ne sont pas considérés comme des pertes dans l'étude.
- La mise à l'écart des grains cassés, de poussières et des grains "hors normes". Ce sont les "issues de silo", qui sont estimées à 1% de la collecte (FranceAgriMer, 2012) et sont valorisées en alimentation animale.

Le poids spécifique, l'humidité, la présence de grains brisés, germés, d'impuretés comptent parmi les critères de classement (ou déclassement) des lots de céréales. Pour le blé tendre, un accord interprofessionnel d'application volontaire a été conclu le 4 février 2015 et concerne les blés mis sur le marché au 1^{er} juillet 2015. Il classe les blés en 4 catégories qui incluent une teneur en protéines minimale. Ces critères, qui complètent l'examen visuel, permettent un premier tri lors de la réception des céréales.

Les pertes lors des opérations de chargement, déchargement, transport, convoyage sont difficiles à quantifier : en effet, le nombre de manipulations va dépendre de l'usage, de l'organisation et de la taille des opérateurs. Certains opérateurs sont à la fois organismes collecteurs, stockeurs et transformateurs (meuniers, semouliers).

Des guides de bonnes pratiques d'hygiène, conçus par les opérateurs et validés par les autorités, existent pour de nombreuses filières : semoulerie, collecte et stockage de céréales, malterie, brasserie, alimentation animale... L'association Intercéréales a publié un guide interprofessionnel de gestion des mycotoxines dans la filière céréales pour aider les opérateurs dans la gestion des lots à risque ou contaminés (dernière édition 2014). Des plans de surveillance et de contrôle permettent d'assurer la mise sur le marché de marchandises conformes à la réglementation sanitaire. Ces plans de surveillance concernent en premier lieu les mycotoxines et les résidus de pesticides, mais aussi les métaux lourds et les microorganismes pathogènes (Voir annexe 2).

La freinte au cours du stockage correspond à la variation de masse du stock due à une variation de la teneur en eau, à la consommation par les oiseaux, les insectes et les rongeurs et aux pertes lors de la manipulation des grains. Elle est généralement évaluée à 0.1% du stock (Ernst & Young, 2010).

Les pertes liées aux insectes et aux rongeurs dans les silos sont très faibles car actuellement contrôlées par des produits phytosanitaires et des rodenticides. Cependant, on ne connaît pas l'impact que pourrait avoir une réduction de l'utilisation de ces produits sur les pertes de grains associées à ces espèces animales. Des solutions alternatives aux insecticides et rodenticides sont à l'étude.

2.2 Première transformation : meunerie, semoulerie, amidonnerie, malterie

Au cours de cette étape, les grains sont fractionnés (farine, semoule, amidon) ou fermentés (malt). La vente en l'état au consommateur est très faible, moins de 3 % par exemple pour la farine. L'essentiel des volumes produits à cette étape est incorporé dans des aliments pour l'homme. Les pertes potentielles se situent lors du transport jusqu'à l'usine, des transbordements, du stockage des grains puis des produits de première transformation et au cours des procédés de transformation. Plus les étapes de transformation sont concentrées (collecte, stockage et transformation sur le même site, volumes importants), plus les pertes sont faibles. Par ailleurs, la pratique de recyclage (ré-introduction des produits (farine, semoule...) dans les procédés de transformation contribue à réduire fortement les pertes.

2.3 Seconde transformation

A l'issue de cette étape, les produits céréaliers vont représenter une part très variable des aliments dans lesquels ils sont incorporés selon qu'il s'agit de pain ou de plats cuisinés. Pour l'amidon à usage alimentaire, il peut être soit utilisé en l'état soit préalablement fractionné ou modifié.

Les pertes potentielles se situent lors du stockage de la matière première ou des produits finis, des procédés et du transport.

Comme pour la première transformation du blé tendre, du blé dur et du maïs, la pratique courante du recyclage (réintroduction des ratés de fabrication dans le procédé) permet de réduire fortement les pertes.

2.4 Acheminement, stockage et mise à la vente de produits finis

Pour les produits industriels, acheminés et stockés sur le point de vente, les pertes potentielles correspondent aux lots retirés de la vente pour défaut de présentation ou date de péremption dépassée. Pour le pain, il s'agit plutôt d'invendus, les consommateurs recherchant un produit frais en rayon.

Pour la boulangerie traditionnelle, il s'agit également essentiellement des invendus (pain, viennoiserie, pâtisseries...) lorsque le produit n'est pas présentable ou retiré de la vente (pain de la veille par exemple...).

3. Pertes alimentaires dans la filière Blé tendre

Les 32 MT collectées (campagne 2012/2013) sont entièrement qualifiées de blés meuniers dont 18.8 MT sont qualifiées de qualité supérieure (source Arvalis : qualité des blés, récolte 2012). Un premier tri est fait lors du stockage en fonction de caractéristiques particulières : variétés de blé panifiable, de blé de force, de blé biscuitier, blé pour l'AB...

Les destinations des blés meuniers sont l'export, la meunerie, l'amidonnerie, l'alimentation animale et la production de biocarburants. Les arbitrages se font sur les cahiers des charges (caractéristiques variétales ou technologiques attendues), la demande (export notamment, première transformation) et/ou le prix. L'amidonnerie peut également avoir des exigences qualitatives (taux d'amidon, grains cassés) précisées dans les contrats.

3.1 Pertes à la récolte

Les pertes dues à un accident météorologique (pluie, grêle...) juste avant la récolte, à la prédation ou la dégradation par la faune sauvage sont variables et souvent considérées comme des pertes de rendement. La fraction non récoltée lors du passage de la moissonneuse peut varier de moins de 1 % à 2 % voire plus, en fonction du réglage de la machine (Voir annexe 3).

3.2 De la collecte à la première transformation

La freinte au cours du stockage en silo est généralement évaluée à 0.1% du stock (Ernst & Young, 2010), soit 6000 tonnes de blé tendre destinées à l'alimentation humaine.

Les issues (ou coproduits), principalement constituées par les enveloppes du grain de blé, correspondent à la différence entre le volume de blé tendre utilisé en meunerie et le volume de farine produite ; elles dépendent du type de farine produite ; néanmoins elles représentent près de 20 % du volume transformé, soit 1.13 MT. Les issues sont essentiellement destinées à l'alimentation animale dès lors qu'elles respectent la réglementation en vigueur pour cet usage et ne sont pas considérées comme pertes. Notons par ailleurs qu'une faible quantité de son est utilisée pour enrichir les farines blanches ou est vendue en l'état comme aliment diététique.

L'ANMF (Association Nationale de la Meunerie Française) a proposé une qualification des pertes (Tableau 2) pour caractériser les écarts de la réception des lots de grains à la sortie du moulin : le recyclage dans le procédé de fabrication et l'incorporation avec les issues (coproduits) des grains et produits non conformes pour l'alimentation humaine, contribuent à réduire fortement les pertes. La fraction non valorisée comprend principalement les lots détériorés par des moisissures ou des accidents de manipulation (ex : sacs percés), mais son estimation est difficile car relevant des procédures internes et confidentielles de contrôle.

3.3 Seconde transformation

Dans le secteur de la boulangerie / biscuiterie/ pâtisserie / viennoiserie industrielles, les causes de pertes sont les ratés de production, les retraits pour défaut, les chutes de découpe.

Selon les professionnels du recyclage, 500 000 T par an de produits sont retirés :

- 200 000 à 250 000 T sont recyclés principalement hors de France, à destination de l'alimentation animale (Revue de l'Alimentation Animale, Janvier - Février 2014),
- 32 400 T vont en déchetterie (selon une enquête Agreste INSEE, 2008),
- Le reste (soit 220 à 250 000 T) va soit dans des filières courtes pour l'alimentation animale (éleveurs ou industriels à proximité du site de transformation) soit dans le secteur de l'aide alimentaire.

La valorisation *via* la méthanisation ou le compostage est encore peu développée en France. Ces produits retirés de la filière alimentaire humaine sont des produits transformés dont la part céréales est variable ; il est donc très difficile d'évaluer à ce stade le tonnage de grains de céréales correspondant.

3.4 Distribution

Les pertes en boulangerie traditionnelle sont estimées à 3.5 T de produits destinés à la vente (pain essentiellement, pâtisserie, viennoiseries, pizzas) par an et par établissement (Rapport du ministère en charge de l'agriculture sur les gaspillages, Novembre 2011). Avec 35 000 établissements, on peut estimer les pertes à 122 000 T/an, en fabrication et en distribution.

Concernant le secteur de la grande distribution, selon les professionnels du recyclage, environ 150 000 T/an de produits à base de céréales sont retirées de la vente et non valorisées. Concernant ces produits destinés à la consommation humaine, leur teneur en matière sèche varie de 60 à 85 % et des ingrédients autres que les céréales entrent dans leur composition (notamment produits laitiers et ovo-produits). Il est très difficile d'en tirer des données en équivalent poids de grains de céréales et plus

encore en poids de grains de blé tendre, bien que cette céréale représente la part la plus importante des produits retirés.

Tableau 2 : Qualification des écarts selon la destination et usage (Source : AMNF)

Etapes	Recyclage au sein du système alimentaire		Perte alimentaire
	Écarts donnant lieu à la réincorporation/le recyclage (après analyse de risque)	Écarts donnant lieu à valorisation en alimentation animale	Perte donnant lieu à du déchet
Réception / stockage	- Pertes au niveau des grilles	- Grains accumulés dans le bas des élévateurs - Lots non conformes à l'analyse à réception	- Grains accumulés dans le bas des élévateurs - Lots non conformes à l'analyse à réception
Nettoyage et préparation des blés		- Grains non conformes (cassés / fusariés / cariés)	- Mauvais réglages des matériels de nettoyage - Poussières - Pierres
Mouillage			- Produits issus du nettoyage de la vis mouilleuse
Mouture (broyage, blutage, transport pneumatique)	- Charge du plansichter (produits restants sur les tamis) - Bourrage / engorgement - Farine de filtre	- Issues de meunerie - Mauvais réglage du moulin : plus d'issue que nécessaire	- Farines de filtre quand les manches de filtres se détachent
Incorporation d'ingrédients	- Produits issus de rinçage lors de changement de formule		
Ensachage / palettisation farine	- Sacs percés	- Sacs percés - Sacs mouillés	- Incidents lors de la fermeture des sacs
Stockage et chargement vrac farine		- Bourrages / Engorgements	- Bourrages / Engorgements
En transversal sur tout le moulin	- Fabrication non conforme	- Grains ou produits consommés ou détériorés par les insectes	- Lots non conformes après analyses (ex : mycotoxines) - Grains ou produits consommés ou détériorés par les rongeurs et pigeons
Transport		-Sacs percés / mouillés -Bourrages / Engorgements	-Sacs percés / mouillés -Bourrages / Engorgements

4. Pertes alimentaires dans la filière Blé dur

4.1 Pertes à la récolte et au stockage

En l'absence d'information, nous avons choisi de prendre les mêmes ratios que pour le blé tendre pour les pertes à la récolte (de moins de 1 % à 2 % voire plus) et la freinte (soit 0,1 %).

4.2 De la collecte à la première transformation

En 2012, 611 000 T de blé dur ont été utilisées en alimentation humaine pour la production de semoule (sur seulement 6 sites de production), destinée à la fabrication de pâtes et de semoule à couscous.

De même que pour la filière blé tendre, le recyclage dans le procédé de fabrication et l'incorporation des grains et produits non conformes pour l'alimentation humaine avec les issues et donc valorisés en alimentation animale, contribuent à réduire fortement les pertes. La fraction non valorisée comprend principalement les lots détériorés par des moisissures ou des accidents de manipulation, et dirigés vers d'autres usages, mais son estimation est difficile car relevant des procédures internes et confidentielles de contrôle.

Les coproduits (ou issues) de fabrication de la semoule (son et remoulages, écarts de nettoyage au gruau D) représentent respectivement 15 et 5 % des tonnages utilisés, 20 % au total soit 122 200 T et sont destinés à l'alimentation animale.

4.3 Seconde transformation

La semoule produite est transformée principalement en pâtes alimentaires. Les ratés de fabrication sont réintroduits dans les chaînes de production. L'industrie des pâtes alimentaires est répartie sur huit usines et les procédures Qualité des opérateurs permettent d'assurer des taux de perte quasiment nuls. Le reste de cette production de semoule est soit exporté en l'état soit utilisé à la fabrication de couscous. Là encore les procédés sont bien maîtrisés, ces structures ont des procédures HACCP qui conduisent à limiter les pertes bien que des marges de production pour la fabrication du couscous s'avèrent encore possibles.

4.4 Distribution

Nous ne disposons que de données globales des produits à base de blé dur retirés de la vente dans le secteur de la grande distribution (Voir paragraphe 3-4).

5. Pertes alimentaires dans la filière Maïs

L'alimentation animale représente le principal débouché de la filière maïs sur le marché intérieur, suivie par l'amidonnerie qui, avec l'amidon du blé, dessert de multiples débouchés alimentaires et non-alimentaires.

Les volumes traités par la filière maïserie, dont les produits - semoule, farine, préparations pour le petit déjeuner et snacks - sont exclusivement destinés à l'alimentation humaine et représentent environ 365 000 T soit environ 2.5 % de la collecte. Cette filière utilise de préférence des variétés spécifiques, possédant une forte proportion d'albumen corné (vitreux) pour en tirer des produits tels que les semoules et les hominies (semoules à forte granulométrie utilisées dans les spécialités pour petit déjeuner).

5.1 Pertes à la récolte

Les pertes peuvent correspondre à des accidents climatiques peu de temps avant la récolte, aux prédateurs (oiseaux, sangliers) et au mauvais réglage des machines. Une source américaine indique un taux de perte à cette étape de l'ordre de 2 %, soit 7300 T (Voir annexe 4). Cependant, en France à

dières d'experts, ce taux serait plus important, de l'ordre de 4%, et plus selon les conditions météorologiques et le réglage des machines.

5.2 De la collecte à la première transformation

Au stockage, la freinte est estimée à 0.1 % soit 360 T.

Sur les 360 000 T de maïs traitées, environ 60% se retrouvent dans les produits nobles destinés à l'alimentation humaine : farine, semoule ou hominies de maïs. Les 40 % restants correspondent aux coproduits de la première transformation et sont orientés vers l'alimentation animale.

Cette filière est concentrée (3 opérateurs) et uniquement industrielle : les usines sont modernes et le taux de pertes est estimé à 1-2% soit entre 3000 et 6000 T.

5.3 Seconde transformation et distribution

La farine est commercialisée en l'état, la semoule est utilisée majoritairement en brasserie mais aussi pour la fabrication de snack, les hominies sont utilisées pour la fabrication de corn-flakes. Les pertes que l'on peut qualifier « d'accidentelles » (sur la chaîne de production ou les transports) ne dépassent sans doute pas 1 % soit 3 600 T de farine.

Les produits proposés sont en général à longue conservation ; aussi le taux de pertes par retrait de la distribution pour dépassement de la « Date de Durabilité Minimale » (DDM) est-il sensiblement moindre que pour les produits de boulangerie-vienniserie qui sont plus périssables. Nous ne disposons cependant pas de chiffre précis.

6. Pertes alimentaires dans la filière Orge de brasserie

La filière orge-malterie (ou orge de brasserie) est essentiellement tournée vers la brasserie mais également vers la fabrication d'un ingrédient alimentaire, le sirop de malt. Ce dernier peut être utilisé comme complément alimentaire y compris en brasserie (couleur, sucres fermentescibles).

6.1 Pertes à la récolte

Les aléas météorologiques, prédateurs et mauvais réglage des machines peuvent engendrer des pertes à la récolte mais aucune donnée spécifique n'est disponible. Nous avons choisi de prendre les mêmes ratios que pour le blé tendre (de moins de 1 % à 2 % voire plus).

6.2 De la collecte à la première transformation

La freinte est estimée à 0.1 % de la collecte, soit rapportée à la partie destinée à la malterie un volume de 1 600 T. Lors de la transformation de l'orge en malt, les coproduits (radicelles) sont orientés vers l'alimentation animale.

Les sources possibles de perte sont les pertes de matière entraînées par l'eau lors de la trempe des grains et les pertes liées à la qualité sanitaire du malt : ces pertes ne sont pas connues en volume, et ne sont pas valorisées. Le malt produit doit en effet répondre à des exigences sanitaires fortes notamment en termes de mycotoxines et de produits néoformés (acrylamide, DMS, DMSO par exemple). En cas de dépassement des normes, le produit est perdu pour l'alimentation humaine. Il est aujourd'hui difficile de chiffrer ces pertes dans la mesure où elles relèvent du secret industriel et/ou de l'image de l'industriel concerné.

6.3 Seconde transformation

Les drèches sont valorisées en alimentation animale, donc ne sont pas considérées comme pertes.

Dans le procédé de transformation du malt en bière et en sirop de malt, il arrive que la filtration de la pâte (malt + eau) soit impossible (lié à la granulométrie trop fine des farines, nature des protéines

insolubles, teneur élevée en β -glucanes résiduels) ; l'ensemble est perdu et redirigé vers la nutrition animale ou détruit.

Après fermentation du moût, les contrôles sur la qualité de la bière peuvent amener à détruire la production (surtout problèmes d'*off-flavor* liés à des oxydations, problèmes de contaminations microbiennes).

Après mise en fût ou en bouteille, le giclage à l'ouverture est un problème important qui conduit à détruire le lot de bière produit ; cela peut aller jusqu'au lot de malt sachant que le giclage (ou « *gushing* ») serait lié à une contamination fongique des orges et malt (sans être forcément toxigène). Comme pour la production de malt, il est aujourd'hui difficile de chiffrer ces pertes dans la mesure où elles relèvent du secret industriel et/ou de l'image de l'industriel concerné.

Dans cette filière, de l'eau est ajoutée au cours des procédés, dont une partie se retrouve dans les produits (bière), une autre dans les coproduits (drèches), le reste étant éliminé sous forme de vapeur (40%) et de boues ; ces dernières sont en partie épandues sur des terres agricoles. La part de céréales ne rentrant pas dans la chaîne alimentaire est difficile à estimer du fait de la confidentialité au niveau des industriels. Seuls les volumes globaux de produits humides sont disponibles :

- Pour la filière malterie, 76 800 T de coproduits utilisés en alimentation animale et 127 000 T de déchets organiques détruits ou épandus.
- Pour la filière brasserie : 250 000 T de drèches humides correspondant à 46 000 Tonnes de matière sèche. Par ailleurs, 2.1 millions de m³ d'effluents sont retraités.

7. Pertes alimentaires dans la filière Riz

7.1 Pertes à la récolte

Dans cette filière, pour la production française, il n'y a pas de transformation, les grains étant mis à disposition du consommateur. Les chaînes de stockage, de transformation et de conditionnement des entreprises sont optimisées pour réduire au maximum les « pertes et gaspillages » à chacune des étapes de la filière.

7.2 De la collecte à la première transformation

Les aléas climatiques, prédateurs et mauvais réglages des machines peuvent engendrer des pertes à la récolte mais aucune donnée n'est disponible.

7.3 Pertes au cours du transport jusqu'à la station de stockage

Ces pertes sont faibles et représentent moins de 0,001% des volumes récoltés.

Après récolte et stockage, le riz est nettoyé de ses impuretés (5% des volumes récoltés) et de l'eau résiduelle (8% des volumes récoltés). 87 391 T de riz propre (riz paddy) destinées à la consommation humaine sont ainsi produites, donnant 58 721 T de riz pour la distribution et 28 632 T de coproduits pour l'alimentation animale, les 38 T manquantes pouvant être considérées comme des pertes (soit 0,04% des volumes de riz propre).

7.4 Pertes à la distribution

Les produits proposés sont à longue conservation ; aussi le taux de pertes par retrait de la distribution pour DDM dépassée est certainement faible et comparable à celui des produits similaires (pâtes, semoule...).

8. Pertes alimentaires dans la filière Amidon

La filière Amidon est une filière très industrialisée, avec 9 sites de production en France. Les produits sont nombreux, plus de 600, et ne concernent pas que des usages alimentaires.

Dans le cas des usages alimentaires, l'amidon et tous les produits dérivés issus de l'amidon sont utilisés comme ingrédients dans de très nombreuses préparations. Il est impossible d'obtenir des données chiffrées sur les pertes d'amidon, tant les préparations sont nombreuses et tant leurs teneurs en amidon sont parfois infimes. Trois millions de tonnes d'amidon sont produites, à partir de 3 millions de tonnes de blé et 2.2 millions de tonnes de maïs, mais seulement 500 000 T d'amidon et de produits dérivés sont destinés à l'alimentation humaine.

Cette filière produit aussi du gluten, 200 000 T, utilisé en alimentation animale et humaine, et dont 80 % est exporté.

Pour cette filière, aucune information n'a pu être obtenue sur les volumes de coproduits ou de pertes.

9. Approche quantitative des pertes et gaspillages

Nous avons choisi de faire cette approche quantitative en deux étapes :

- Récolte/collecte/stockage (Tableau 3). Après un premier contrôle, les volumes de céréales disponibles sont largement supérieurs au besoin pour l'alimentation humaine. Seule une fraction sera transformée, après vérification de sa conformité.
- De la première transformation à la distribution (Tableau 4). Hormis le riz, plusieurs étapes seront nécessaires pour transformer les céréales en aliments, représentant une gamme très variée de produits, plus ou moins riches en céréales.

Tableau n°3 : Pertes de la récolte au stockage en % de grains

	Blé tendre	Blé dur	Maïs	Orge Brasserie	Riz
Récolte	35 MT	2.4 MT	15.7 MT	3.5 MT	100 000T
Moissonneuse mal réglée	2% (<1 à 4%)	2% (<1 à 4%)	4% (2 à 6 %)	2% (<1 à 4%)	Non documenté
Dégradation conditions météo, faune sauvage	Non documenté et variable selon les années et les lieux				
Collecte et stockage	32.1 MT	2.2 MT	14.1 MT	3.5MT	100 000 T
Pierres, impuretés, eau (non considéré comme perte)	Non documenté				13 %
Freinte dans les silos	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	quasi nulle
Transport, transbordement	Non documenté				quasi nulle
Issues de silo (non considéré comme pertes car orientées vers l'alimentation animale)	1%	1%	1%	1%	-
Volume destiné à l'alimentation humaine	Meunerie 5.5 MT	Semoulerie : 611 000 T	Maïserie : 365 000 T	Malterie : 1.6 MT	87 391 T

Tableau n°4 : Pertes de la première transformation à la commercialisation - (*) : Produits humides

	Blé tendre	Blé dur	Maïs	Orge Brasserie	Riz
Première transformation	Meunerie 5.5 MT	Semoulerie 611 000 T	Maïserie 365 000 T	Malterie 1.6 MT	Riz propre 87 391 T
Coproducts	1.13 MT	122 000 T	173 000 T	76 800 T (*)	28 632 T
Pertes			4500 T 1 à 2 %	122 000 T (*)	38 T
Seconde transformation	Boulangerie, biscuiterie, viennoiserie : IAA 4.37 MT	Pâtes alimentaires : 488 000 T	IAA : 192 000T	Brasserie 1.3MT	
Retraits	468 000 T			Drèches 46 000 T	
Pertes	Déchetterie : 32 000 T				
Distribution /Commercialisation					58 721 T
Retraits Artisanat	Boulangerie 122 000 T				
Retraits GMS	Produits céréaliers 150 000 T				

Pour la première transformation : en volume de grains ou fractions de grains.

A partir de la seconde transformation : en volume de produits transformés

Éléments de synthèse - Quantification des pertes alimentaires dans la filière Céréales

Environ 8.7 millions de tonnes de céréales collectées sont destinées à l'alimentation humaine (incluant l'amidonnerie)

A la récolte, en prenant un taux de perte moyen de 2 % ► 174 000 T de grains

Au stockage : freinte de 0.1 % ► 8 700 T de grains

A la transformation : produits orientés en déchetterie ► 32 000 T de produits

A la commercialisation : il n'a pas été possible de distinguer ce qui est orienté vers l'alimentation animale et vers d'autres destinations (méthanisation, déchetterie...)

10. Impact du mode de production ou de transformation sur les pertes alimentaires

Hormis le riz et le maïs doux, la production de céréales est supérieure à la demande pour l'alimentation humaine en France et l'excédent est valorisable en alimentation animale.

On ne note pas d'incidence du mode de production sur les pertes alimentaires. Dans le cas des filières de production en agriculture biologique, se pose la question de l'éventuelle prévalence du risque « mycotoxines », premier critère de retrait, du fait du non recours aux fongicides. A l'heure actuelle, aucune donnée ne permet de certifier qu'un mode de culture (« conventionnel » ou « biologique ») présente plus ou moins de risques qu'un autre en termes de contamination en mycotoxines comme l'illustre la revue de la littérature récemment publiée par Tangni et al. (2013). Par ailleurs, comme dans

le cas des filières conventionnelles, les éventuels lots retirés sont valorisés en alimentation animale s'ils respectent les contraintes sanitaires de cette filière. Pour les autres cahiers des charges (Label Rouge, Critères Qualité Certifiés...), les itinéraires techniques ne sont pas spécifiques et n'ont pas d'impact sur les pertes.

Au niveau des première et seconde transformations, si les procédés technologiques sont les mêmes, ce qui est le cas le plus fréquent, l'impact sur les pertes est nul. Le recours à des procédés plus traditionnels (meule de pierre, méthodes à l'ancienne) peut impacter le rendement de transformation, donc le ratio alimentation humaine / alimentation animale.

11. En amont de la récolte : manque à produire au cours des 10 dernières années

Au cours des dix dernières années, les rendements moyens nationaux des principales céréales (Figure 1) connaissent des variations interannuelles de l'ordre de 6 à 14% (respectivement pour le blé et le riz, valeurs extrêmes).

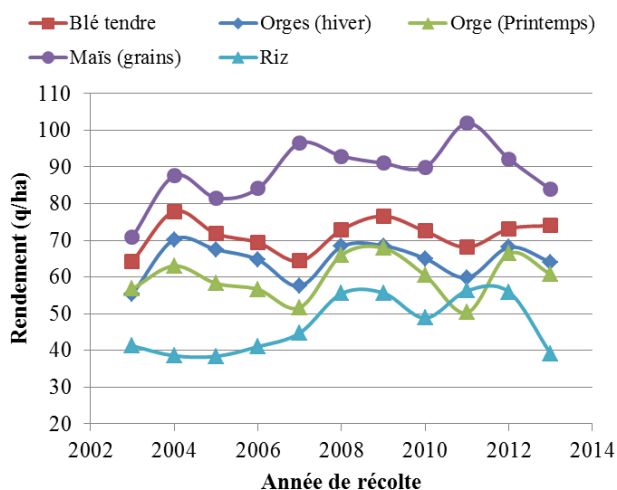


Figure 1 : Variation de rendement selon les années de récoltes (Source : Agreste, statistique agricole annuelle)

De nombreux facteurs limitant du rendement, ou facteurs de perte de rendement, peuvent survenir à la parcelle, au cours du cycle cultural, ou peu avant la récolte. Leur analyse met en évidence que les manques à produire sont généralement associés à un ensemble de facteurs (climat, azote, maladies et bio-agresseurs). Les facteurs climatiques (température et déficit hydrique) apparaissent comme les principaux facteurs de perte de rendement observés en conduite dite « conventionnelle ». Des références sont données en annexes 4 et 5.

12. Leviers d'action et recherches à développer pour limiter les pertes alimentaires

Les pertes à la récolte, hors incidents météorologiques, sont essentiellement liées au matériel. L'évolution des matériels de récolte et leur bonne utilisation - vitesse d'avancement, réglages - semblent le principal levier pour réduire les pertes à cette étape.

Les pertes liées au stockage et aux manipulations sont très variables selon les circuits : nombre de transbordements, état du matériel de convoyage et de transport, proximité des outils de stockage et de transformation. Les améliorations possibles concernent :

- L'organisation de la collecte et du transport, les conditions de stockage : capacités de stockage, tri à réception des lots par destination pour éviter les reprises, matériel de convoyage (grains cassés, fuites...),
- Les outils de stockage : réduction du stockage à plat et à l'air libre ; stockage au champ (systèmes de stockage en boudin),
- La recherche d'alternatives aux insecticides de stockage et aux rodenticides permettant de réduire les pertes potentielles liées à la réduction voire l'interdiction de leur usage, et de maintenir voire d'améliorer la qualité des produits,
- La réduction des contaminants de toute nature, pour garantir/améliorer la qualité sanitaire des céréales, incluant les recherches sur les interactions et effets cumulatifs des résidus

Les pertes lors de la transformation sont limitées. Cependant, des travaux de modernisation des procédés peuvent contribuer à en améliorer la maîtrise (par exemple, le développement des objets connectés qui permettront plus encore de réajuster les processus en temps réel).

Rappelons qu'à ce stade, les issues, qui représentent 20 % des tonnages utilisés en meunerie (1.13 millions de tonnes) sont écartées et valorisées en alimentation animale, car en France, du fait des habitudes alimentaires, nous utilisons peu de céréales complètes.

Les pertes à la distribution peuvent être améliorées selon deux directions :

- La réduction quantitative des pertes par la gestion des stocks, des circuits de récupération et de la durée de vie des produits. Les Dates Limites de Consommation (DLC) et Dates de Durabilité Minimale (DDM) figurant sur les produits prennent en compte une marge de sécurité par rapport aux données techniques et, par ailleurs, le dépassement de la DDM n'impose pas le retrait du produit en rayon.
- La valorisation des produits retirés vers l'alimentation humaine à chaque fois que la qualité le permet et de multiples initiatives vont aujourd'hui dans ce sens. Pour éviter que des produits alimentaires ne partent en déchetterie, les recherches de nouvelles voies de valorisation sont aussi nécessaires : alimentation animale, méthanisation, compostage, élevage d'insectes...

Conclusion

La production de céréales (exception faite de celle du riz) est très supérieure aux besoins en alimentation humaine sur le marché intérieur. Ce sont des produits secs, stockables, qui peuvent être « substituables », selon la qualité et les exigences des marchés, en alimentation humaine et animale, dans l'industrie de l'amidonnerie ou des biocarburants et à l'export.

Au cours du stockage et de la transformation, les pertes alimentaires connues ou estimées sont faibles et peuvent être expliquées en premier lieu par le rôle de l'alimentation animale. Ce marché, pour lequel les critères de conformité sont aujourd'hui moins exigeants (une évolution de la réglementation sanitaire dans ce secteur pourrait changer la donne), valorise les grains, issues, coproduits et lots retirés. Il est à noter que cela comprend à la fois l'alimentation des animaux d'élevage et de compagnie ; dans l'étude, il n'a pas été possible de séparer ces deux débouchés, qui, au regard des pertes, n'ont cependant pas la même valeur d'usage. Par ailleurs, la pratique du recyclage au cours des procédés industriels et la stabilité temporelle des produits céréaliers conservés sous forme sèche, contribuent également à limiter les pertes. Aux stades de distribution et commercialisation, les pertes alimentaires sont plus faciles à maîtriser pour les produits secs que pour les produits humides. Cependant, dans tous les cas, des marges de progrès existent encore et il sera essentiel d'analyser les processus mis en œuvre au regard des trois piliers de la durabilité : composantes environnementale, économique et sociale.

Au-delà, cette étude nous a conduits à aborder l'efficience de cette filière. 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. Par ailleurs, on l'a vu, le secteur des céréales est intimement lié à celui de l'élevage et aujourd'hui le coût de production de la protéine animale vs végétale est questionné, d'un point de vue environnemental et économique.

L'utilisation des céréales en alimentation animale constitue-t-elle alors un gaspillage ? Ou au contraire représente-t-elle, et dans quelles conditions, une opportunité pour valoriser une partie de la production céréalière, notamment celle de moindre qualité pour l'alimentation humaine ? C'est dans le cadre d'une analyse conjointe de la durabilité de ces deux filières que ces questions doivent être posées dans lesquelles l'objectif de réduction des pertes alimentaires revêt une place essentielle.

Références bibliographiques

Ademe /Réséda, 2008. Enquête sur les gisements et la valorisation des coproduits issus de l'agro-industrie.

Agreste, Insee 2008. Déchets produits par les IAA en 2008 selon l'activité de l'établissement.

AMNF, Juillet 2011. Guide de l'état de l'art de l'industrie meunière relatif à la prévention et à la protection des risques présentés par les installations de meunerie soumises à autorisation au titre de la rubrique 2260.

Coop de France Métiers du grain/Fédération du Négoce Agricole/Synacomex, Août 2011. Guide de bonnes pratiques d'hygiène pour la collecte, le stockage, la commercialisation et le transport de céréales, d'oléagineux et de protéagineux.

Ernst&Young, 2010. Etude sur la Compétitivité de la filière blé tendre et maïs (FranceAgriMer)

FranceAgriMer, octobre 2012. L'observatoire nationale des ressources en biomasse - Evaluation des ressources disponibles en France.

Intercéréales, édition 2014. Guide interprofessionnel de gestion des mycotoxines dans la filière céréalière.

Règlement (CE) n°1881/2006 modifié portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants des denrées alimentaires

Règlement (CE) n°396/2005 concernant les limites maximales applicables aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et modifiant la directive 91/414/CEE

Dossier de presse. Passion Céréales. Au cœur des moissons, / février 2013

Revue de l'Alimentation Animale, N° 673, Janvier, Février 2014

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)

Annexe 1 – Les principaux coproduits des filières céréalières

(Source : Enquête sur les gisements et la valorisation des coproduits issus de l'agro-industrie – année 2008 – Ademe – Réséda)

Meunerie	<p>Sons : fragments d'enveloppes et aussi de particules de grains dont la plus grande partie de l'endosperme a été enlevée</p> <p>Remoulages : fragments d'enveloppes et aussi de particules de grains dont on a enlevé moins d'endosperme que dans le son de blé</p> <p>Farines basses : particules d'endosperme et aussi de fins fragments d'enveloppes et de quelques débris de grains.</p> <p>Pellets ou bouchons : issues agglomérées à l'aide d'une presse.</p> <p>Poussières : résidus, récupérées sur les surfaces planes aux abords des installations ainsi que dans les extracteurs</p> <p>Criblures : écarts de triage du blé (grains brisés, trop petit, de couleur non conforme...)</p>
Industrie semoulière Filière blé dur	<p>Sons</p> <p>Remoulages</p> <p>Gruaux D partie la plus « noble » des coproduits de blé dur et spécifiques au process semoulier. Ils correspondent aux farines basses de blé dur.</p> <p>Les coproduits de l'industrie des pâtes alimentaires sèches : débuts et fins de production ainsi que les pâtes sèches cassées.</p>
Orge de brasserie	<p>Les orgettes issues du nettoyage de l'orge correspondent aux grains de calibres inférieurs (< 2,5 mm) non utilisés dans le processus de fabrication du malt.</p> <p>Les radicelles (ou tourillons) apparaissent sur les grains d'orge lors de la phase de germination. Elles sont séparées du malt lors de la phase de dégermage.</p> <p>Les effluents sont envoyés en station de traitement.</p>
Amidonnerie de maïs	<p>Le corn gluten feed (aliment de gluten de maïs) comprend les drêches de maïs auxquelles peuvent être ajoutés les autres coproduits du maïs (tourteaux de germe, protéines, solubles de maïs).</p> <p>Le gluten de maïs est la protéine insoluble extraite du grain de maïs.</p> <p>Les tourteaux de germes de maïs sont issus du pressage des germes de maïs.</p> <p>L'huile de maïs est l'huile obtenue à partir du germe de maïs par solvant ou par pression.</p> <p>Les solubles de maïs sont obtenus par concentration de l'« eau de trempage » du maïs et ils contiennent les constituants solubles du maïs (en anglais : corn steep).</p> <p>Les drêches (ou fibres) sont la matière essentiellement cellulosique obtenue au cours de l'extraction de l'amidon.</p>
Amidonnerie de blé	<p>Le gluten de blé est la fraction protéique, insoluble dans l'eau, extraite du grain de blé.</p> <p>Le « wheat gluten feed » (aliment de gluten de blé) est le principal coproduit issu de la fabrication d'amidon et de gluten de blé. Il est constitué de son, partiellement dégermé ou non, et de gluten.</p> <p>Les sons de blé sont les coproduits obtenus lors de la première étape du procédé de fabrication de l'amidon de blé, qui consiste à transformer le blé en farine, avant extraction de l'amidon et de la protéine.</p> <p>Les solubles de blé sont obtenus par concentration des eaux de process contenant les constituants solubles de blé.</p>

Annexe 2 - Filière céréalières – Réglementation sanitaire (Source : Coop de France/Fédération du Négoce Agricole (FNA)/Synacomex, version d'août 2011)

La réglementation européenne fixe des teneurs maximales pour certains contaminants alimentaires (voir tableau) notamment les éléments traces métalliques, les résidus de pesticides et les mycotoxines, dont les limites maximales autorisées varient si la production est destinée à l'alimentation humaine ou animale. Pour les mycotoxines, et dans le domaine de l'alimentation animale, seule l'aflatoxine B1 fait l'objet d'une réglementation.

La profession a élaboré un « Guide de bonnes pratiques d'hygiène pour la collecte, le stockage, la commercialisation et le transport de céréales, oléagineux et protéagineux ». C'est un guide d'application volontaire conçu par ou pour les professionnels pour les aider à respecter les bonnes pratiques d'hygiène relatives aux sites d'exploitation, locaux, équipements, transport, déchets et personnel identifier les risques déterminants pour la sécurité du consommateur et établir des procédures appropriées pour les maîtriser en se fondant sur les principes du système HACCP (analyse des dangers, points critiques pour leur maîtrise).

	Alimentation humaine	Alimentation animale
Métaux lourds		
Plomb	0.2 mg/kg de céréales	Concernant les matières premières pour animaux d'origine végétale, l'arrêté du 12.1.2001 (JO du 20.01.2001) fixe les teneurs suivantes : Plomb : 10 mg/kg Cadmium : 1 mg/kg Mercure : 0.1 mg/kg Arsenic : 2 mg/kg Fluor : 150 mg/kg
Cadmium	0.1 mg/kg de céréales sauf son, germe, grain de blé et riz 0.2 mg/kg son, germe, grain de blé, de riz et graine de soja	
Mercure	0.03 mg/kg de mercure total pour les céréales et les produits dérivés (recommandation du conseil supérieur d'hygiène publique de France, 1993)	
Résidus d'insecticides de stockage		
Bifenthrine	Avoine, triticale, orge : 0.5 mg/kg Autres : 0.05 mg/kg	
Pyrimiphos méthyl	5 mg/kg	
Chlorpyrofos méthyl	3 mg/kg	
Deltaméthrine	2 mg/kg	
Cyperméthrine	2 mg/kg (blé, orge) 0.3 mg/kg (maïs)	
Pyréthrine naturelle	3 mg/kg	
Phosphore d'aluminium ou de magnésium	0.1 mg/kg	

Mycotoxines		
<i>(Il est interdit de mélanger des produits confirmés aux teneurs maximales fixées en différentes mycotoxines avec des produits non confirmés)</i>		
Aflatoxines	2 µg/kg aflatoxine B1 4 µg/kg pour le total des aflatoxines Maïs destiné à un traitement de triage ou autres méthodes physiques avant consommation ou une utilisation comme ingrédient alimentaire : 5 µg/kg aflatoxine B1 10 µg/kg pour le total des aflatoxines	0.02 mg/kg d'aflatoxine B1 (directive 2002/32 du Parlement européen et du conseil du 07 mai 2002 modifié)
Ochratoxine A	5 µg/kg pour les céréales brutes 3 µg/kg pour les produits dérivés de céréales	0.25 mg/kg pour toutes les céréales (recommandation de la commission du 26 août 2006)
Déoxynivalénol	1250 µg/kg pour les céréales brutes autres que l'avoine, le blé dur et le maïs 1750 µg/kg pour l'avoine, le blé dur et le maïs (à l'exception du maïs brut destiné à être transformé par mouture humide)	8 mg/kg pour toutes les céréales (recommandation de la commission du 26 août 2006)
Zéaralénone	100 µg/kg pour les céréales brutes autres que le maïs 350 µg/kg pour le maïs (à l'exception du maïs brut destiné à être transformé par mouture humide)	2 mg/kg pour toutes les céréales (recommandation de la commission du 26 août 2006)
Fumonisines	4000 µg/kg pour le maïs (à l'exception du maïs brut destiné à être transformé par mouture humide) 1000 µg/kg pour le maïs destiné à la consommation humaine directe	B1+B2 : 60 mg/kg pour toutes les céréales (recommandation de la commission du 26 août 2006)

Teneurs maximales autorisées ou recommandées pour les métaux lourds, les résidus de pesticides de stockage et les mycotoxines

Annexe 3 - Estimation des pertes de grains au cours de la récolte pour les principales céréales.

Culture	Gamme de pertes	Source
Blé tendre	1%	http://www.lafranceagricole.fr/Archives/articlexml/14734
Blé tendre	35 à 800 grains.m ⁻²	Clarke (1985) (USA)
Blé tendre	2% du rendement récolte (environ 240 seeds.m ⁻²)	Anderson et Soper (2003) (UK)
Blé tendre	De 10 - 15 kg/ha à 115kg/ha	http://forum.grostracteurspassion.com/viewtopic.php?f=67&t=3405&view=next
Maïs	206 kg/ha	Owenet al., 2005a et b d'après Gruber et al., 2008. (USA)
Maïs	<4,5%	http://www.fao.org/docrep/t0522f/t0522f02.htm
Riz (Paddy)	<3% pour récolte machine	http://www.fao.org/docrep/t0522f/t0522f02.htm

Annexe 4 - Pertes de rendement (%) liée à la sécheresse pour quelques grandes cultures (données France entière). (Source : Debaeke et Bertrand, 2008)

	Blé tendre	Orge d'hiver	Colza	Tournesol	Maïs	Sorgho	Soja	Pomme de terre	Betterave
1976	17.5	-	7.5	31.5*	23	15.5	15.5	38	20
2003	15	18.5	8	13.5**	19.5	36.5	31	-	5.5
2005	7	-	-	7.5**	7.5	15.5	6	-	-
2006	11.5	7.5	16	1.5**	7	11.5	-	4.5	-

*période 1970 – 1988 ; ** période 1989 – 2006 : en référence au rendement 2000 (25 q/ha) ; - pertes nulles ou inférieures à 3 %

Annexe 5 - Pertes de rendement et bioagresseurs

Blé tendre (toutes maladies confondues)	0 – 50 q/ha	Valeurs de nuisibilité. Guide des maladies des céréales – Arvalis, CA Pays de Loire.
Blé tendre (pucerons d'automne et de printemps)	Jusqu'à 23-30 q/ha	http://www.arvalis-infos.fr/view-15860-arvarticle.html ; http://www.fiches.arvalis-infos.fr/fiche_accident/fiches_accidents.php?mode=fa&type_cul=1&type_acc=3&id_acc=37
Blé tendre (pucerons d'automne et de printemps)	10 q/ha moyenne (jusqu'à 25q/ha)	http://www.lafranceagricole.fr/actualite-agricole/ble-premiers-pucerons-reperes-sur-les-epis-27983.html ; Chambres d'agriculture de Bretagne • Mai 2014
Blé tendre	< à 6% pour chaque maladie simulée	Willoquet et al, 2008
Maïs (maladies)	0-6q/ha	
Insectes (types Pyrale, Chrysomèle ou Noctuelle)	0 à 30% du rendement	http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/inv_le_maïs/insecticides_1/la_noctuelle_ravageur_du_maïs.html
Blé :	pertes potentielles 16%, 3%, 9% et 23% pour respectivement champignons et bactéries, virus, insectes et mauvaises herbes ; avec protection cela passe à 10%, 2%, 8% et 9%.	Oerke et Dehne, 2004. La variation des pertes entre pays est de 14% en Eur de l'ouest vs 34% en Af, Asie, Océanie
Orge :	pertes potentielles 15%, 3%, 7% et 23% pour respectivement champignons et bactéries, virus, insectes et mauvaises herbes ; la protection préserve 21% du rdt.	Oerke et Dehne, 2004.
Riz :	pertes potentielles 16%, 24% et 35% pour respectivement champignons et bactéries, insectes et mauvaises herbes (virus 2%) ; la protection préserve 38% du rdt.	Oerke et Dehne, 2004. La variation des pertes entre pays est de 30% en Af. Sub saharienne vs 50% en Af du nord et sud de l'Eur.
Maïs :	pertes potentielles 11%, 3%, 15% et 37% pour respectivement champignons et bactéries, virus, insectes et mauvaises herbes ; la protection préserve 33% du rdt.	Oerke et Dehne, 2004. La variation des pertes entre pays est de 21 à 38% .
Orge (maladies)	0-20 q/ha	Guide des maladies des céréales – Arvalis, CA Pays de Loire.
Riz (maladies foliaires)	11 à 40% de grains vides	Suivant de degré d'attaque. GNANCADJA-ANDRÉ et al., 2005.
Riz		Willoquet et al, 2004