

# Résidus de pesticides dans les céréales alimentaires

Origine, devenir et gestion raisonnée

Francis Fleurat-Lessard





# Résidus de pesticides dans les céréales alimentaires

Origine, devenir et gestion raisonnée

Francis Fleurat-Lessard

Éditions Quæ/Acta  
Ouvrage réalisé dans le cadre du RMT Quasaprove  
(réseau mixte technologique Qualité sanitaire  
des productions végétales de grande culture)

## Collection *Savoir-faire*

Présures et coagulants de substitution

Comment faire le bon choix ?

J.-C. Collin

2015, 200 p.

Pesticides

Des impacts aux changements de pratiques

E. Charbonnier, A. Ronceaux, A.-S. Carpentier, H. Soubelet, E. Barriuso, coord.

2015, 400 p.

Les coques

Biologie et exploitation

L. Dabouineau, A. Ponsero, A. Sturbois, F. Delisle

2015, 88 p.

La métagénomique

Développements et futures applications

M.-C. Champomier-Vergès, M. Zagorec, coord.

2015, 120 p.

Faut-il travailler le sol ?

Acquis et innovations pour une agriculture durable

F. Laurent, J. Roger-Estrade, J. Labreuche

2014, 192 p.

Les clémentiniers et autres petits agrumes

C. Jacquemond, F. Curk, M. Heuzet

2013, 368 p.

En couverture : pains © lily – fotolia.com ; *Calandra granaria* sur blé © H. De Meirleire/Inra ; silos agricoles © eunikas – fotolia.com ; assortiment de pâtes © 5ph – fotolia.com

Éditions Quæ

RD 10, 78026 Versailles Cedex, France

[www.quae.com](http://www.quae.com)

Acta, le réseau des instituts des filières animales et végétales

149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12, France

[www.acta.asso.fr](http://www.acta.asso.fr)

© Éditions Quæ/Acta, 2015

ISBN (Quæ) 978-2-7592-2390-9

ISSN 1952-1251

ISBN (Acta) 978-2-85794-292-4

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6°.

# Sommaire

---

<b>Préface</b> .....	7
----------------------	---

<b>Introduction</b> .....	9
---------------------------	---

## **Partie 1** **Stockage des grains à l'abri des altérations** **de la qualité sanitaire**

<b>1. Conservation des céréales sans pertes après récolte</b> .....	15
---	----

Repères technico-économiques sur la conservation des grains (en France et dans le monde).....	15
--	----

Spécificité des pratiques de conservation des céréales et des silos de stockage des grains.....	19
--	----

Configuration d'un OS de céréales et conditions requises pour la conservation à long terme.....	23
--	----

<b>2. Dangers biologiques et risques d'altération de la qualité</b> .....	31
---	----

Composantes de la qualité prises en compte dans les contrats.....	32
---	----

Aspects sanitaires présentant un risque majeur.....	36
---	----

Détérioration des grains de deux types distincts : pertes qualitatives et quantitatives.....	40
---	----

<b>3. Détérioration des grains après récolte : les insectes,</b> <b>premier facteur de pertes</b> .....	51
--	----

<b>4. La lutte contre les insectes des céréales entreposées :</b> <b>une nécessité réglementée</b> .....	55
---	----

**Partie 2**  
**Usage, devenir et traçabilité des insecticides**  
**autorisés pour le traitement des grains après récolte**  
**(du grain au pain)**

<b>5. Protection insecticide des grains et législation .....</b>	<b>61</b>
Traitement insecticide des grains en post-récolte et persistance des résidus .....	61
De la nécessité de protéger les grains et graines contre les insectes .....	61
Différentes stratégies de protection des grains et graines contre les insectes granivores .....	63
Substances actives (et spécialités commerciales) autorisées en France pour le traitement des céréales .....	64
Mode d'action toxique des insecticides autorisés en traitement direct des grains stockés .....	70
Rémanence et profils de dégradation des résidus d'insecticides (modélisation prédictive <i>a priori</i> de la dégradation naturelle au cours du stockage) .....	72
Rappel de la législation sur les résidus d'insecticides et la fixation des seuils réglementaires .....	81
Notions fondamentales et sigles pour comprendre la législation sur les résidus de pesticides .....	81
Circuits de l'homologation des substances actives et des spécialités commerciales.....	83
Contenu des dossiers toxicologiques et d'efficacité en vue de l'obtention d'une AMM .....	84
Les inconvénients et les risques spécifiques liés à la présence de résidus dans les céréales en grains .....	86
Évaluation <i>a priori</i> du ratio bénéfice/risque pour une nouvelle substance active.....	87
Risques pour l'utilisateur industriel et les applicateurs .....	88
Risque de dépassement de LMR par traitements multiples sur les mêmes lots de grains.....	89
Risques pour la santé des employés des silos .....	90
Risque d'apparition de populations d'insectes résistantes.....	92
 <b>6. Origine des résidus d'insecticides contaminant les céréales et les aliments dérivés — Méthodes de dosage et traçabilité .....</b>	 <b>99</b>
Plans de surveillance nationaux et dispositions pour la réduction des usages de pesticides.....	100

Plans de surveillance et de contrôle des résidus dans les produits végétaux .....	100
Stratégies pour la limitation des usages des pesticides .....	101
Méthodes d'analyse .....	102
Extraction des résidus d'une matrice céréalière .....	102
Analyse proprement dite .....	103
Méthodes rapides ou en phase de pré-développement.....	103
Traçabilité des résidus, du grain jusqu'aux aliments à base de céréales	
— Facteurs de transfert .....	104
Schémas de distribution des résidus dans les produits de 1 <sup>re</sup> transformation du blé .....	105
Coefficients de transfert du grain aux produits transformés .....	107
Facteur de conversion des produits de dégradation .....	113
Réflexions sur les approches réglementaires de surveillance des risques « résidus de traitement des grains dans les aliments à base de céréales ».....	114

**Partie 3**  
**Principaux leviers pour la réduction**  
**des risques de contamination des aliments**  
**à base de céréales par les résidus**

<b>7. Solutions alternatives à l'usage des insecticides générateurs de résidus</b> .....	119
Composantes de la protection intégrée appliquée aux systèmes post-récolte.....	121
Spécificités de la protection intégrée contre les insectes des grains et plans de prévention des risques sanitaires en OS .....	121
Identification des espèces présentes sur les lieux de stockage et outils de surveillance .....	123
Notion de seuil de nuisibilité appliqué à la prévision du risque d'infestation des grains .....	127
Aménagement des itinéraires techniques de stockage et méthodes de lutte alternatives .....	129
Intégration de l'ensemble des outils et méthodes dans un système expert.....	133
Thèmes de recherche actuels en accord avec l'évolution réglementaire sur les résidus d'insecticides de protection des grains .....	135
Filière du blé panifiable (boulangerie, pâtisserie, bio...).....	135
Filière du blé dur (semoulerie, pâtes, couscous...) .....	137
Filière du maïs (alimentation animale et brasserie).....	137

Filière de l'orge (malterie, brasserie et alimentation animale) .....	138
Filières des autres céréales (seigle, avoine, sarrasin, épeautre, sésame...) et biologiques.....	138
<b>8. Perspectives d'avenir : les systèmes experts</b> .....	139
Applications du management intégré des populations (MIP) d'insectes nuisibles .....	139
Coûts des différentes stratégies de lutte contre les insectes nuisibles .....	141
Stratégies de lutte sans insecticide chimique pour les filières céréales « bio ».....	145
<b>Conclusion générale et perspectives</b> .....	148
<b>Glossaire</b> .....	151
<b>Références bibliographiques</b> .....	155

# Préface

---

« La maîtrise de la sécurité sanitaire des matières premières de base de l'alimentation de l'homme et des animaux repose sur le principe de prévention et sur des stratégies de suivi et de contrôle qualité des aliments, scientifiquement fondées et mises en application du champ à l'assiette. Ces stratégies reposent sur l'analyse et la gestion efficace des risques en les hiérarchisant pour cibler en priorité ceux qui impactent le plus la prospérité économique. »

*FAO, 2009*

Depuis 2009, en France, la coordination de la recherche appliquée, du transfert technologique et de la formation des acteurs des filières de production végétale de grande culture (et de l'alimentation animale), sur le thème de la qualité sanitaire des productions végétales de grande culture, est assurée par le réseau mixte technologique (RMT) Quasaprove, animé conjointement par l'Acta et l'Inra. Le RMT Quasaprove est chargé d'assurer une coordination transversale des activités de recherche appliquée, de formation et de transfert des chercheurs, ingénieurs, techniciens et enseignants qui se préoccupent de la gestion des contaminants (mycotoxines, éléments traces, résidus phytosanitaires et bio-agresseurs) à l'origine des risques de détérioration de la qualité sanitaire à toutes les étapes de la chaîne alimentaire des productions végétales de grande culture : production au champ, récolte, stockage/conservation, transformations technologiques et par l'animal consommateur.

Au stade de la conservation après récolte, même si les produits végétaux peu hydratés (céréales, oléo-protéagineux, légumineuses et leurs produits de transformation et coproduits) posent moins de problèmes sanitaires que les produits hydratés (fruits et légumes), ils peuvent être infestés par des insectes granivores ou contaminés par les résidus de traitement avec des pesticides. Avec une récolte annuelle de céréales de plus de 70 millions de tonnes (Mt), la France exporte une part importante de sa production vers les pays de l'Union européenne (UE) et les pays tiers pour un chiffre d'affaires annuel de 4 milliards d'euros environ. La qualité sanitaire des lots de céréales brutes destinés aux marchés d'exportation est un atout majeur de la compétitivité des céréales françaises dans un marché mondialisé. Néanmoins, les litiges commerciaux portant sur ces défauts de qualité sanitaire (présence d'insectes et de résidus de pesticides) sont relativement fréquents et génèrent des pertes économiques pouvant aller jusqu'à une dépréciation importante de la valeur marchande, voire au rejet de la livraison. Pour faire

face à ce risque économique, tous les pays exportateurs de céréales ont développé des stratégies de préservation de la qualité sanitaire et hygiénique des lots de grains et graines mis sur le marché, stratégies fondées sur une approche systémique de l'analyse et de la gestion des risques : la protection antiparasitaire intégrée (PAI) (en anglais *integrated pest management* ou IPM). En France, la stratégie majoritaire de protection des stocks de grains contre les insectes est plutôt basée sur les traitements des grains avec des insecticides à résidus persistants jusque dans les produits transformés, au moins autant que sur la prévention.

Cet ouvrage a été initié sous l'égide du RMT Quasaprove en tant que dossier scientifique et technique destiné à faire un bilan des connaissances actuelles sur la contamination des céréales alimentaires par des résidus de pesticides, à la lumière des travaux de recherche menés au cours des quinze dernières années à l'Inra et dans les instituts techniques des grandes productions végétales : Arvalis-Institut du végétal, Terres Inovia (ex-Cetiom), Institut technique de l'agriculture biologique (Itab), Institut français de la brasserie-malterie (IFBM). Il a pour objectif majeur de fournir les éléments nécessaires à la mise en pratique de la PAI des stocks de céréales, fondée sur les connaissances scientifiques et techniques les plus récentes. Le contexte actuel de réduction des usages des pesticides soutenue par la législation nationale (plan Écophyto 2018) ou européenne (« paquet pesticides » européen) pousse les opérateurs des filières de production végétale à changer leurs pratiques dans la préservation des stocks de céréales : en limitant ou abandonnant la lutte chimique insecticide et en adoptant les stratégies de la protection intégrée. Les méthodes et outils qui peuvent faciliter cette transition sont largement documentés et illustrés dans ce dossier. L'accent a été mis sur les présentations imagées et l'illustration par de nombreux graphiques et schémas explicatifs pour une lecture plus agréable. L'ouvrage se veut accessible à tous, notamment aux élèves de l'enseignement secondaire et à leurs professeurs, comme aux personnes intéressées par la connaissance technique de base sur la problématique de la conservation raisonnée des céréales alimentaires et la gestion des risques de contamination par les insectes nuisibles. Nous espérons qu'il sera un guide précieux pour tous les acteurs des entreprises de collecte-stockage et commercialisation des céréales, afin de réussir la transition nécessaire entre les pratiques (révolues) de la protection chimique « d'assurance » et la protection intégrée basée sur la prévention et l'anticipation des risques.

Émilie Donnat (Acta) et Francis Fleurat-Lessard (Inra)  
Co-animateurs du RMT Quasaprove  
[www.quasaprove.org](http://www.quasaprove.org)

# Introduction

---

Dans la plupart des pays du monde, les céréales constituent une base irremplaçable de l'alimentation humaine et animale grâce à leur apport en nutriments majeurs comme les glucides et les protéines. Les récoltes annuelles mondiales confondues de maïs, de riz et de blé ont dépassé deux milliards de tonnes en 2012-2013. La France fait partie des trois pays du monde qui produisent le plus de blé et elle est le premier pays de l'Union européenne (UE) pour la production des quatre céréales à vocation alimentaire (blé tendre et blé dur, orge et maïs). Les grands pays producteurs de céréales (États-Unis, Canada, Australie, France...) ont chaque année des récoltes excédentaires dont une part plus ou moins importante est exportée pour alimenter un commerce international très actif tout au long de l'année. L'autre partie de la récolte est utilisée pour la transformation en aliments après une période de conservation réalisée par les entreprises spécialisées de collecte-stockage — appelées communément « organismes stockeurs » (OS) —, ou bien elle reste sur le lieu de production (en stockage « à la ferme ») pour des raisons économiques ou pour assurer la nourriture des animaux d'élevage. Pendant cette période de conservation de longue durée des céréales, mises sur le marché pour un approvisionnement régulier des entreprises et industries alimentaires utilisatrices, les stocks de céréales sont vulnérables à deux risques biologiques majeurs : la prolifération des insectes granivores (charançons, silvains, capucin, triboliums) et le développement de moisissures<sup>1</sup>. Le risque de développement de moisissures dans les grains stockés n'est vraiment préoccupant que lorsque les grains sont conservés à une humidité supérieure au seuil recommandé dans les guides de bonnes pratiques de stockage (BPS). À l'opposé, le risque d'infestation des stocks de céréales par les insectes est permanent au cours de la période chaude de l'année (d'avril à octobre).

En France, une grande partie des céréales de production intensive conventionnelle est protégée après la récolte contre les attaques d'insectes par des insecticides rémanents, directement appliqués sur les grains, le plus souvent au moment du remplissage des cellules de stockage. Les résidus de ces traitements persistent pendant plusieurs mois, principalement au niveau des enveloppes du grain (en particulier, dans le son). Dans la majorité des cas, les aliments de grande

---

1. La perte de qualité sous l'effet des moisissures se traduit par une baisse progressive de capacité germinative des grains, la perte de vitamines B et E et l'oxydation des acides gras essentiels contenus dans le germe. Le taux de protéines et la valeur énergétique ne sont généralement pas modifiés.

consommation à base de blé (farine, pain, pâtes, biscuits, pâtisseries, semoule, couscous, etc.), qui constituent une source majeure d'énergie et de protéines de notre régime alimentaire, sont issus de produits céréaliers raffinés (farine blanche ou semoule débarrassées des parties périphériques du grain). Toutefois, les meilleures substances pour la santé sont contenues dans le germe et le son plutôt que dans la farine blanche. Il s'agit des fibres qui sont bénéfiques pour le cœur et le fonctionnement du tube digestif, des vitamines B et E, des oligo-éléments (fer, magnésium, zinc, potassium, sélénium) et des acides gras essentiels ou des phytostérols, concentrés dans le son et le germe qui sont séparés de la farine blanche au moment de la mouture. Les nutritionnistes recommandent la consommation de céréales complètes et de produits céréaliers confectionnés à partir de farine intégrale, c'est-à-dire contenant le germe et les enveloppes du grain. Pour éviter que les résidus de traitement insecticide en cours de conservation des grains ne viennent contaminer les aliments à base de céréales « intégrales » ou de farines enrichies en sons, germes ou grains entiers, la protection des stocks par les traitements insecticides appliqués parfois en traitement d'assurance « à l'aveugle » est à proscrire. D'ailleurs, cette méthode de protection des stocks de céréales alimentaires par des traitements insecticides à résidus persistants est en voie de disparition dans tous les pays grands producteurs de céréales (États-Unis, Canada, Australie, Allemagne) et aussi acteurs sur le marché mondial. Ainsi, la France fait aujourd'hui figure d'exception en n'ayant favorisé ni la fumigation avec des gaz insecticides, sans rémanence ni résidus post gazage, ni les stratégies alternatives fondées sur les méthodes physiques de suppression des insectes (choc thermique, atmosphères modifiées ou confinement en cellule étanche, par exemple) qui permettent de s'affranchir de l'usage des pesticides (Fleurat-Lessard et Vincent, 2005). Toutefois, dès la fin du siècle dernier, une prise de conscience que l'ère de la protection des plantes et des denrées agricoles brutes avec des pesticides organiques de synthèse était révolue a eu lieu (Deguine et Ferron, 2006). Mais cet usage perdure encore pour la protection insecticide des stocks de céréales. Cette pratique que l'on pourrait qualifier « d'exception française » est très bien documentée par des enquêtes récentes réalisées par l'Établissement national des produits de l'agriculture et de la mer (FranceAgriMer) et l'Inra (Leblanc *et al.*, 2011 ; Leblanc et Fleurat-Lessard, 2013). Pourtant, depuis le début des années 2000, la recherche de solutions alternatives à ces traitements de grains stockés avec des pesticides a été productive, tant à l'Inra que dans les instituts techniques concernés (Arvalis-Institut du végétal, Cetiom et IFBM) ou au laboratoire national des Denrées stockées du service régional de l'Alimentation au ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Ces approches ont été validées dans plusieurs projets de recherche-développement intégrés régionaux, nationaux ou européens (comme les projets QualiGrain, EcopréservGrain et EcoprotectGrain), au moins au stade pilote, et ont fait l'objet de formations à destination des acteurs des filières céréalières. Bien qu'elle soit plus exigeante que les pratiques actuelles, la protection antiparasitaire intégrée (PAI) est actuellement appliquée pour les céréales produites sous charte de qualité « sans traitement pesticide » (céréales produites selon les principes de l'agriculture biologique, charte des blés CRC, par ex.). Mais elle tarde à être mise en pratique courante pour la protection des stocks

de culture conventionnelle, notamment ceux destinés à alimenter les marchés de masse à l'exportation (Fleurat-Lessard, 2013).

C'est pour contribuer à faire évoluer les pratiques actuelles de désinsectisation des grains stockés — caractérisées par un usage immodéré d'insecticides à résidus persistants — en faveur de l'adoption des stratégies de la protection antiparasitaire intégrée — que la présente monographie a été élaborée. Elle se compose de trois parties principales articulées de façon logique :

- une première partie aborde la description des pratiques de stockage et de protection des récoltes de céréales contre les attaques d'insectes dans les entreprises de collecte et stockage (les OS) en France, afin de mieux évaluer les contraintes et difficultés associées à leur position d'intermédiaire entre le producteur céréalier et les entreprises de transformation en aliments, ainsi qu'à leur rôle de garant de la préservation de la qualité sanitaire pendant toute la période de conservation des stocks avant utilisation ;

- le second volet présente un ensemble de connaissances issues de résultats d'expériences publiés dans des revues scientifiques, sur les pratiques actuelles de traitement insecticide des stocks de céréales alimentaires et les conséquences de la persistance des résidus dans la chaîne alimentaire des différentes filières céréalières (« du grain au pain » ou « de l'orge à la bière ») ;

- le troisième chapitre aborde et détaille les stratégies alternatives qui peuvent permettre aux responsables d'OS de s'affranchir des traitements avec des insecticides rémanents dans la plupart des situations auxquelles ils sont confrontés au cours de la conservation des grandes masses de grains stockés. Les bases réglementaires préconisant l'application de la démarche de la protection antiparasitaire intégrée des stocks de céréales sont également rappelées dans ce chapitre.

Toute transition technologique nécessite des investissements, pour disposer d'outils d'accompagnement et de formation, et du temps, pour s'appropriier ces outils. C'est le cas de la transition nécessaire entre protection chimique et protection intégrée des stocks de céréales alimentaires contre les insectes déprédateurs. L'absence de résidus de pesticides dans tous nos aliments à base de céréales est possible à la condition d'appliquer de manière rigoureuse la démarche fondée sur la prévention et la prévision des risques, à la base de la protection antiparasitaire intégrée. Le présent ouvrage n'a pas la prétention de donner toutes les clés pour réaliser une transition réussie, mais il s'efforce d'apporter les éléments de construction permettant d'atteindre cet objectif de manière réaliste. La recherche appliquée est toujours active sur le sujet, pour construire les outils d'aide à la décision qui devraient faciliter cette transition.



# Partie 1

Stockage des grains  
à l'abri des altérations  
de la qualité sanitaire

**« Altérations et conservation des grains**

L'industriel doit donc emmagasiner une provision de blé, parfois très considérable, pour assurer le fonctionnement régulier de son moulin ; or la conservation de cette marchandise n'est pas sans présenter de grandes difficultés, car les causes d'altération sont nombreuses.

[...] les approvisionnements peuvent être attaqués par un grand nombre d'ennemis : parmi ceux-ci, les plus gros sont les rongeurs, rats et souris, mais les plus dangereux sont les insectes : charançon, alucite, teigne et cadelle. »

*Ammann, 1925*

# 1

## Conservation des céréales sans pertes après récolte

---

### Repères technico-économiques sur la conservation des grains (en France et dans le monde)

La production mondiale de céréales a été de 1 800 millions de tonnes (Mt) pour les campagnes<sup>2</sup> 2008-2009 et 2011-2012, ce qui constitue un record. La France se plaçait (en 2012) deuxième producteur mondial de céréales (toutes céréales confondues) et également deuxième exportateur de blés (blé dur et blé tendre).

Pour le blé tendre, la production totale de l'Union européenne (UE) en 2009-2011 avoisinait les 130 Mt : avec une production française s'établissant à environ 36 Mt en moyenne sur la période, majoritaire dans ce total comparée à celle de l'Allemagne (24-25 Mt), du Royaume-Uni (14-15 Mt) et de la Pologne ( $\approx$  10 Mt) (sources : Eurostat et Agreste). Les quantités de blé tendre exportées par la France en 2010-2011 se sont rapprochées des quantités correspondant à la consommation intérieure : près de 16 Mt de blé tendre exportées (dont plus de 7 Mt vers les pays de l'UE) et près de 18 Mt pour la consommation intérieure (sources : Agreste et FranceAgriMer ; figure 1).

Pour le maïs-grain, la production française sur la période 2008-2011 a fluctué entre 13,7 et 15,5 Mt. Pour l'orge, la production, qui dépasse régulièrement 10 Mt, est exportée à 70 % (plus de 7 Mt). Sous l'effet du contexte climatique changeant d'une année à l'autre, les fluctuations de niveau de production peuvent être importantes, davantage pour l'orge que pour les autres céréales majeures (blé tendre, blé dur et maïs). Par exemple, la production de blé tendre entre 2011 et 2012 a augmenté de plus de 6 %, ce qui a obligé les opérateurs à libérer la capacité correspondante de structures de stockage en complément. Avec les céréales secondaires (seigle, triticale, riz, avoine et sarrasin), la production totale de céréales

---

2. La récolte de céréales des pays de l'hémisphère nord est effectuée de juin à octobre et celle des pays de l'hémisphère sud de décembre à avril. La production mondiale est la somme de ces deux récoltes à des périodes différentes qui constitue une « campagne » (du 1<sup>er</sup> juillet, année n, au 30 juin, année n+1).

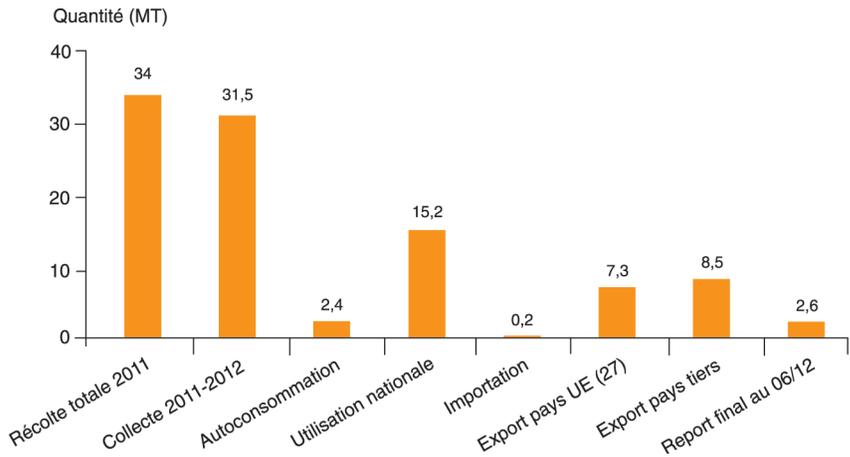


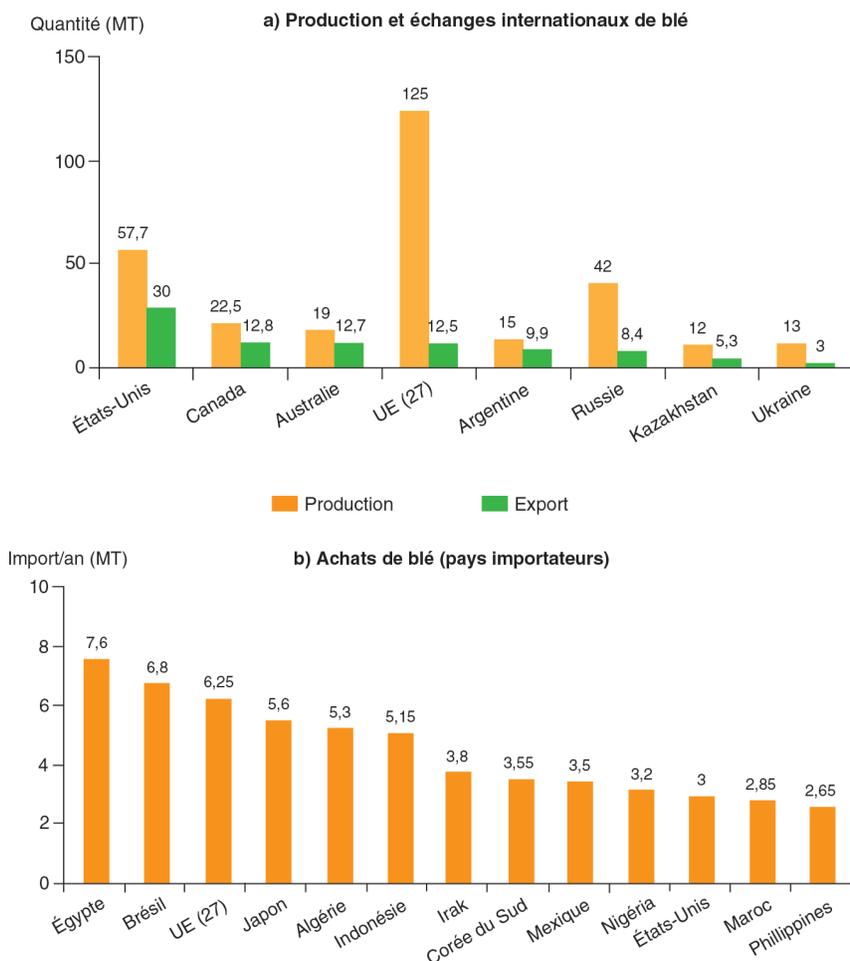
Figure 1. Production française de blé tendre : chiffres-clés 2011-2012.

en France peut atteindre 70 Mt en année favorable. C'est cette quantité *très considérable* qu'il convient de conserver de toute altération de qualité et de protéger des agents de détérioration ou de dépréciation, pour l'approvisionnement des marchés d'exportation ou des industries de première transformation (meunerie, semoulerie, malterie, fabricants d'aliments pour animaux...), pendant toute l'année, en lots de la qualité désirée par les acheteurs.

Au niveau international, le prix du marché de référence des principales céréales (fixé à la bourse de Chicago (CBOT<sup>3</sup>), par exemple) dépend essentiellement de la balance entre le niveau de la production des pays exportateurs et celui de la demande des principaux pays importateurs (figure 2).

Dans le cas du blé, pour certains pays qui exportent une part très importante de leur production, comme les États-Unis, le Canada, l'Australie et l'Argentine (figure 2a), la qualité est un atout sur lequel les producteurs sont sensibilisés pour s'ouvrir des marchés grâce à une qualité spécifique « export ». Pour d'autres pays, intervenant avec des niveaux d'exportation moindres mais significatifs, comme la Russie, le Kazakhstan et l'Ukraine, les exportations représentent plutôt un « surplus de production » par rapport à leur consommation intérieure (souvent fluctuante d'une année à l'autre, contrairement à celle de l'UE) et n'ont pas de qualité spécifique, si ce n'est un prix de marché plus avantageux. Depuis 2008, le prix des céréales qui font l'objet de la majorité des échanges internationaux a fluctué dans de très larges limites, dépassant souvent le double du prix calculé sur la moyenne des années antérieures, comme en 2008. Vers la fin du premier semestre 2012, le prix des céréales a connu une hausse importante (70 €/t sur le marché à terme de Chicago pour le blé américain), ce qui a entraîné une hausse du prix du blé français de 50 €/t (tous marchés confondus), cette hausse étant due au contexte climatique aux États-Unis et en Russie obligeant de réviser à la

3. CBOT : Chicago Board of Trade.



**Figure 2.** Principaux pays producteurs de blé au niveau global (a) et principaux pays importateurs de blé sur le marché mondial (b).

baisse les prévisions de récolte 2012. À l'heure actuelle, les fluctuations du prix du blé ont d'autres origines que la fluctuation des niveaux de production des pays producteurs et de la demande des pays importateurs. La part du marché « physique » du blé se réduit de plus en plus, au profit du marché « virtuel » (de type « marché à terme »), qui propose d'alimenter le marché à partir des « futures » récoltes d'un blé qui n'a quelquefois pas été semé. Aujourd'hui, les fluctuations du prix du blé sur le marché mondial dépendent de cotations au jour le jour sur des places « boursières » de marchés électroniques régulés (Euronext<sup>4</sup> et CBOT).

4. Marché à terme européen où se rencontrent l'offre et la demande de blé, colza et maïs, pour des cotations électroniques sur une seule quantité de marchandise à plusieurs échéances (en achat ou en livraison).

Les prévisions de récolte sont devenues déterminantes dans ces cotations. Les achats « de régulation » des grands opérateurs publics comme l'USDA<sup>5</sup> ou FranceAgriMer<sup>6</sup> ou les appels d'offre nationaux (Égypte, Algérie, par exemple) influent également sur les prix du marché.

Sur le marché « physique » du blé, qui approvisionne les industries des céréales sur le territoire national, le prix dépend étroitement de la qualité et des spécifications qui figurent dans les cahiers des charges contractuels entre l'organisme collecteur/stockeur (OS) agréé et l'acquéreur (courtier, importateur ou industrie alimentaire). Parmi les critères de qualité sanitaire les plus courants figurant dans ces cahiers des charges, il en est un qui doit être absolument respecté, sous peine de refus de la marchandise livrée : l'absence d'insectes vivants (exemple du contrat de référence Incograin<sup>7</sup> avec les « Conditions de vente de lots de céréales SLM<sup>8</sup> : marchandise exempte de parasites vivants de la marchandise »). Cette clause ne figure pratiquement jamais dans les documents officiels, mais elle correspond à une règle générale, d'application universelle dans les échanges de céréales en grains ou de produits céréaliers dérivés. Ainsi, les organismes collecteurs :

« [...] ne doivent accepter aucun ingrédient, matière première ou produit intermédiaire dont ils savent ou auraient pu estimer, en tant que professionnels et sur la base des éléments d'information en leur possession, qu'ils sont contaminés par des parasites, des micro-organismes pathogènes, par des substances toxiques ou qu'ils contiennent des corps étrangers, de manière telle qu'ils resteraient impropres à la consommation même après le triage et les autres opérations de préparation ou de transformation hygiéniquement réalisées » (JORF<sup>9</sup>, 1997).

Sous le terme de parasites, il faut bien sûr entendre insectes, acariens, rongeurs, oiseaux, champignons microscopiques, etc. De surcroît, quand il s'agit d'insectes dans la marchandise, ce défaut de qualité sanitaire est un des plus faciles à détecter visuellement dans une livraison de grains en vrac. Aussi, il est impératif que les OS soient absolument sûrs de la « non-présence » d'insectes nuisibles « de la marchandise » quand ils mettent une céréale sur le marché à la fin de la période de conservation, celle-ci pouvant durer jusqu'à un an, voire davantage. En réalité, l'agrèage<sup>10</sup> de la qualité des lots de céréales à livraison est réalisé sur un échantillon de taille réduite extrait du lot (en général cet échantillon représente seulement

5. USDA : ministère de l'Agriculture des États-Unis d'Amérique (US Department of Agriculture).

6. FranceAgriMer : Établissement national des produits de l'agriculture et de la mer.

7. Contrat type pour l'harmonisation des pratiques commerciales dans les filières céréales contenant un ensemble de règles communes valables pour tous les opérateurs intervenant dans la vente de lots de céréales, du départ de la ferme jusqu'à la livraison « dans les mains » de l'acheteur.

8. SLM : grain sain, loyal et marchand.

9. JORF : *Journal officiel* de la République française qui a pour mission de porter à la connaissance des citoyens les textes législatifs — lois, décrets et arrêtés — ou de les informer du fonctionnement des pouvoirs publics.

10. Formalité de réception effectuée par l'acheteur des lots de céréales pour établir la conformité en quantité et qualité de la marchandise livrée avec les spécifications du contrat.