

Les mycotoxines des céréales



Extrait d'une esquisse de J. Bosch (NL- XV^{ème} siècle) représentant des personnages estropiés, peut-être victime du «mal des ardents».

0. Le « mal des ardents »

On pourrait dire que le dossier des mycotoxines (toxines produites par des moisissures) commence très tôt.

Dès le X^{ème} siècle en France, dans le Limousin, l'on trouve la trace qui marque le plus dans l'histoire. A l'époque on l'appellera le «mal des ardents» ou le «feu de Saint-Antoine»¹ du fait que les personnes atteintes se plaignent qu'un feu interne les rongent. Il faudra attendre pratiquement une dizaine de siècle pour classifier l'origine du mal avec l'implication des moisissures².

Aujourd'hui, l'on sait que l'ergot est du à un champignon (*Claviceps Purpurea*) qui n'est pas exclusif au seigle. Cette dernière céréale étant du fait de sa végétation, davantage sujette à l'infection de ce champignon, parce que plus «ouverte» à la floraison et aussi par le climat souvent plus humide où on le cultive.



ergot de seigle (à gauche) & ergot de froment (à droite)
extrait de "Mutterkorn in Getreide und Getreideprodukten", dans "Rückstände und Kontaminanten", sous la direction de H.D. Ocker, éd. Behrs, 1992

Très nette est la visibilité de la partie apparente et végétative (les sclérotés) de l'ergot, dit de seigle, et dénommée ainsi par sa ressemblance avec l'ergot du coq. Cela fait que l'on peut aisément imaginé la mise hors circuit alimentaire d'un lot trop infesté. En général c'est par ignorance et en période de disette que ces lots évitaient autrefois le déclassement. Ce qui actuellement, par la responsabilisation des acteurs dans la filière agro-alimentaire, est pratiquement difficile à imaginer.

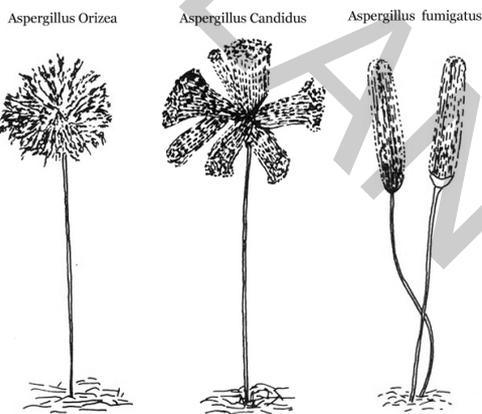


Ergot sur seigle aux Pays-Bas

Photo
d'Inneke Berentschot
publiée dans
l'article «L'ergot»
Revue
«les miettes de la bio»
N°4 & 5, mai 1993,
Pages 21 & 22.

1. Les mycotoxines des céréales

Ce n'est vraiment que depuis la moitié du siècle précédent que la connaissance plus globale des mycotoxines prend forme. En 1944, apparaît de nombreux cancers du foie dans l'élevage porcin. Après, c'est 100.000 dindons qui périrent en 1960, sur le sol britannique³. Le diagnostic d'hépatite aiguë est aussitôt posé. Et après enquête scientifique, la recherche de la cause de la maladie X du dindon, identifiera l'aflatoxine comme responsable. Cet aflatoxine est une toxine produite par des moisissures (des *Aspergillus* ou des *Penicillium*⁴). Mais alors seul l'aflatoxine d'*Aspergillus flavus* est mis en cause.



Extrait de "Moisissures utiles et nuisibles", Texte coord. par J.-P. Larpent, éd. Masson 1990

Les moisissures «*Aspergillus*» d'une taille de 4 à 5 millièmes de millimètre, doivent leurs noms à la forme d'aspersion qu'elles peuvent prendre

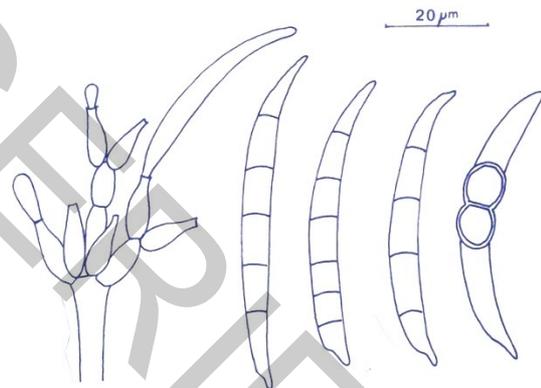
Comme toujours, une science ne cesse d'évoluer. Si l'appellation «mycotoxine» est moins précise qu'«aflatoxine», cette dernière sera baptisée avec en plus la distinction en ajout «Aflatoxine B1» puisqu'il en existe d'autres qui ont moins de toxicité que celle-là⁵. Il faut encore savoir que pour qu'une moisissure *Aspergillus flavus* produise sa toxine, il lui faut en conditions optimum de développement une température de 35 à 37°C et une A_w (activité de l'eau) de 0,85⁶, autrement d'autres microorganismes prennent le dessus. Les conditions précitées sont celles de milieu tropical, pas de contrées tempérées comme nos pays. Ce sont des tourteaux de soya et

d'arachides d'importations récentes, qui sont responsables des intoxications d'élevages de 1960 en Grande-Bretagne. Le problème des aflatoxines est ainsi souvent un problème lié à l'importation de denrées alimentaires ou fourragères.

Pour les mycotoxines que l'on rencontre sur le terrain en Europe occidentale ce sera plutôt d'autres que l'aflatoxine présente surtout sur les épices et fruits secs (genre pistache et cacahuètes)⁷.

En production européenne, on sera plus attentif aux toxines produites par la moisissure de l'espèce *Fusarium*⁸ et aussi des moisissures dénommées *Alternaria*, ainsi que certaines *Penicillium* et d'autres *Aspergillus*. Les toxines de *Fusarium* ont donné lieu à une veille sanitaire débouchant dernièrement sur des réglementations européennes.

Les moisissures *Fusarium*⁹ sont appelées ainsi du fait que leurs spores¹⁰ sont réunis dans une forme de fuseau.



Représentation du *Fusarium graminearum*
(Extrait d'un ouvrage coord. par, LARPENT, 1990)

Un peu moins repérable que l'ergot dit de seigle, la maladie occasionnée par le genre *Fusarium* (la fusariose) se remarque en produisant souvent une coloration sur l'épi tirant vers le rose.



Epis atteint de fusariose
(Cliché INRA)

Reprenons dans un tableau les moisissures et leurs toxines susceptibles de coloniser les champs de céréales.

Tableau : Les mycotoxines rencontrées dans les céréales (d'après CAHAGNIER, 1997).

Moisissures	Toxines	Céréales
<i>Fusarium</i>	Trichothécènes	Maïs, orge, blé, avoine
	Zéaralénone	Maïs, blé, sorgho
	Fumonisines	Maïs, blé
<i>Aspergillus ochraceus</i>	Ochratoxine A	Blé, orge, maïs
<i>Penicillium viridicatum</i>		
<i>Penicillium citrinum</i>	Citrinine	Orge, seigle, avoine, maïs
<i>Penicillium expansum</i>	Patuline	Maïs, blé
<i>Aspergillus versicolor</i>	Stérigmatocystine	Blé
<i>Aspergillus flavus</i>	Aflatoxines	Arachide, maïs, sorgho

Extrait de la revue "Industries des céréales"

Liste non exhaustive des moisissures et toxines

Ce tableau datant de 1997 et doit déjà bénéficier d'une mise à jour (les up-dates des programmes informatiques ne sont pas seuls). En effet, les toxines de *Fusarium* ont une classification plus précise aujourd'hui. Les trichothécènes se subdivisent en désoxynivalénol (DON), appelée encore parfois de son premier nom Vomitoxine puisqu'elle provoque notamment l'envie de rendre. Il existe aussi des formes dites acétylées de trichothécènes, dénommée nivoléol (NIV). A part ces deux trichothécènes, les *Fusariums* peuvent produire d'autres mycotoxines, les zéaralénone (ZEN)¹¹ et les fumonisines (FB)¹².

Dans le tableau ci-dessus, nous trouvons également l'ochratoxine produites par deux types de moisissures différentes¹³ et que l'on observe dans des climats froids et humides, (CAHAGNIER, 05/2001, p.23). Après ce recensement un peu succinct des mycotoxines, voyons ce qu'elles peuvent provoquer et à quelle dose.

2. La toxicité et la réglementation

Ce qu'il faut surtout savoir en matière de mycotoxines, c'est que si la moisissure est tuée à la cuisson, les mycotoxines elles sont thermorésistantes et résistent à ce que l'on pourrait croire être épurateur par effet de pyrolyse (CAHAGNIER, 05/2001, p.23, RICHARD-MOLARD & CAHAGNIER,

p.408)¹⁴. Notons qu'en cas de lots infestés, on peut parfois nettoyer les grains par triage (GROSJEAN, 12/2006, p.12). La technique consiste à éliminer les grains fusariés (plus petits et rapetissés) que vous remarquez à droite sur le cliché ci-dessous.



Dans le cas de figure où l'on ne s'aperçoit pas de la contamination et au seul cas de dépassement de doses de mycotoxines ingérées, l'effet carcinogène est reconnu pour l'aflatoxine¹⁵, la stérigmatocystine¹⁶, l'ochratoxine ou des fumonisines. Le cancer du foie est recensé plus fréquemment en Afrique et en Asie, à cause du climat et implicitement de plus fortes présentes d'aflatoxine. Ces dernières avec les patulines¹⁷ et les ochratoxines peuvent attaquer les cellules du foie (hépatotoxicoses), mais également les cellules de l'autre organe filtreur de notre appareil digestif, qu'est le rein. Les mycotoxines peuvent également, détruire le système nerveux (neurotoxicoses) par les patulines et fumonisines et pour finir la gamme de leurs potentialités toxicologiques, des mutations génétiques (les trichothécènes), des malformations de l'embryon ou effet œstrogène (par les Zéaralénone) peuvent être provoqué par elles. Quand à l'ergot dit de seigle c'est la mycotoxine la moins alarmante au niveau de la dose (voir Tableau plus loin)¹⁸.

Pour que tous ces risques deviennent réalité, il faut consommer une certaine dose qu'il est difficile, si pas impossible de fixer pour chaque individu. Ce qui est certain, c'est qu'il vaut mieux les éviter. Surtout pour les enfants en bas âge puisque la dose toxique est en fonction du poids corporel qui l'ingère et dès lors il risque

d'atteindre plus vite les seuils nocifs. La référence pour les doses reste la législation européenne en la matière qui a pris en compte ce qui est d'abord une recommandation avant d'entrer dans la législation comme directive. Cette directive, comme beaucoup, a évolué en fonction de l'état des connaissances.

Le tableau qui suit (de F.GROSJEAN, 12/2006, p. 11) reprend des textes européens¹⁹ qui devait s'appliquer depuis 2007 pour l'alimentation humaine

(l'alimentation animale a d'autres textes et indications²⁰). Les doses du tableau qui suit sont données en μg = microgramme, soit 0,000 000 001 kg/ sur un kilo de matière alimentaire. La dose d'aflatoxine B1 a ne pas dépassé pour des préparations d'enfants en bas âge est de 0, 1 μg . Heureusement dans ce dernier cas que les techniques de dosages sont devenues plus fines, précises et sensibles (CAHAGNIER, 05/2001, p. 24).

Aflatoxine B1	arachides	de 2 à 8 ⁽¹⁾
	céréales	de 2 à 5 ⁽¹⁾
	certaines épices	5
	préparations à base de céréales pour enfants en bas âge	0,1
Aflatoxines B1+B2+G1+G2	arachides	de 4 à 15 ⁽¹⁾
	céréales	de 4 à 10 ⁽¹⁾
	certaines épices	10
Aflatoxine M1	lait	0,05
	préparations pour enfants en bas âge	0,025
Ochratoxine A	céréales brutes	5
	produits céréaliers ou céréales pour consommation directe	3
	préparations à base de céréales pour enfants en bas âge	0,5
	raisins secs	10
	café	5 à 10
	vins, jus de raisin, ingrédients et moûts	2
Désoxynivalénol	céréales autres que blé dur, avoine et maïs	1250
	blé dur, avoine	1750
	maïs	1750 ⁽²⁾
	farines, grits, semoule	750
	pain, pâtisserie, biscuits, snacks, petits déjeuners	500
	pâtes sèches	750
	céréales pour alimentation infantile	200
Zéaralénone	céréales sauf maïs	100
	maïs	200 ⁽²⁾
	farines autres que de maïs	75
	farine, grits, semoule de maïs	200 ⁽²⁾
	pain, pâtisserie, biscuits, snacks, petits déjeuners	50
	snacks, petits déjeuners à base de maïs	50 ⁽²⁾
	céréales autres que maïs pour alimentation infantile	20
maïs pour alimentation infantile	20 ⁽²⁾	
Fumonisines B1+B2	maïs	2000 ⁽³⁾
	farines, grits, semoules de maïs	1000 ⁽³⁾
	aliment à base de maïs	400 ⁽³⁾
	aliments à base de maïs pour alimentation infantile	200 ⁽³⁾
Patuline	jus de fruits, boissons à base de pommes, compotes	25 à 50
	jus de fruits et produits à base de pommes pour enfants en bas âge	10
Ergot	blé tendre, blé dur et seigle pour l'intervention	5000000

Tableau : Teneurs limites en mycotoxines prévues par la législation européenne et française ($\mu\text{g}/\text{kg}$) pour l'alimentation humaine.

(1) selon le produit et son stade de transformation.

(2) Applicable au 1^{er} juillet 2007 et si aucune autre valeur n'est fixée entre temps.

(3) Applicable au 1^{er} octobre 2007 et si aucune autre valeur n'est fixée entre temps.

3. Les analyses de fusariotoxines

Les analyses pour doser les teneurs en mycotoxines évoluent. Ici le chapitre se focalise toujours sur les toxines de *Fusarium*. Les techniques d'analyses qui ont recours à la suspension / dilution favorisent plutôt les moisissures très sporulantes (voire note 10), comme les *Aspergillus* et *Penicillium* présentes à la périphérie des grains. Et cela au détriment des espèces moins sporulantes, comme les *Fusariums*, dont le mycélium s'implante dans les tissus périphériques²¹. Comme toujours aussi le test rapide choisi par sa facilité opérationnelle et surtout son moindre coût, devrait conduire à plus de prudence d'interprétation même s'il est valable en termes d'identification de lots infestés ou premières analyses. Il semble bien qu'il faut déjà préférer les dosages chromatographiques aux kits immuno – enzymatiques dits «Elisa» qui ne peuvent être utilisés comme méthode de dosage, mais plutôt repérage. Ces tests évaluent la teneur par coloration et il faut être prudent pour les dosages quantitatifs. De plus des «faux positifs» élèvent la teneur jusqu'à 6 fois la valeur réelle (CAHAGNIER, 05/2001, p.26 et RAIMBAULT, 2005, p. 28 à 30).

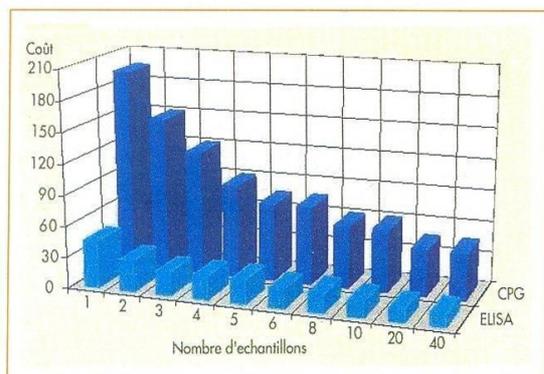


Figure : Comparaison des coûts (en euros) des tests immuno-enzymatiques (Elisa) et d'une chromatographie en phase gazeuse (CPG) en fonction du nombre d'échantillons (d'après MAUPETIT, 1999)

Tableau de RAIMBAULT, ci - dessus qui compare les coûts des 2 types d'analyses

Extrait de l'article 1023/01, Progress réalisés dans les méthodes de surveillance des risques microbiologiques et des allergènes dans les produits de céréales dans le cadre de l'axe de recherche n°103, Juillet 2006

	Seuil détection (µg/kg)	Molécule dosée	Durée analyse post-extraction	Spécificités, avantages et inconvénients
Méthodes destructives				
Tests immuno-chimiques				
Test ELISA	500 - 6 000	DON	20 min	Sensibilité élevée surestimation Réaction au 3-ADON - surestimation approuvé AOAC
	200 - 2 500	DON	20 min	
	25 - 250	DON	20 min	
	500 - 2 000	DON	5 min	
	50 - 600	ZEN	10 min	
500 - 6 000	FUMCs	20 min		
Biocapteur multitoxines	Indéterminé	DON, FUMCs, ZEN	Indéterminé	Difficulté étalonnage - hystérésis ?
Méthodes non destructives				
Analyse substances volatiles (nez électronique)	Inconnu	Mesure indirecte (odeur)	20 min	Appareil onéreux - quantification délicate (seul ?)
Spectroscopie IR	400 - 100 000	DON, Ergostérol	3 min	Incertitude élevée autour de 1 000 ppb
Imagerie spectre visible	Inconnu	Mesure % grains fusariés	3 min	Faible corrélation avec teneur en toxines

Tableau Méthodes de détection rapide des principales mycotoxines de *Fusarium* - Domaine d'utilisation, avantages et limites d'emploi.

CAHAGNIER écrit, p. 24 ; «on décèlera presque toujours quelques ppb (partie par milliards équivalent au microgramme / µg) de l'une ou l'autre mycotoxine sans que ce soit péjoratif pour le produit au niveau de la santé publique . . . Parfois malheureusement, la détection de ces métabolites toxiques dans certains produits de base ont essentiellement pour but d'obtenir des avantages soit financiers, soit commerciaux». On remarquera que dès qu'un marché s'europeanise ou se mondialise, certains pays n'hésitent pas à sortir des limites normatives ou de salubrité plus stricte afin de faire barrière aux importations.

4. Pour la lutte préventive, il faut appréhender...

- Les méthodes de culture.
- Le climat que subit la récolte.
- Les pratiques de stockage.

Ces trois points ont leurs importances quand à cet accident qu'est la production de mycotoxines.

4.1. Dans les méthodes de culture, il faut d'abord citer par ordre chronologique, le non-labour qui garde plus que les méthodes de labour des reliquats de récolte

précédente où les chances de survie sont plus forte pour l'innoculum. La récolte de maïs plus sujette à cette contamination des Fusarium²² fait porter le risque d'ensemencement des moisissures dans la culture qui la suit sur la terre dans la rotation²³. La fertilisation azotée semble aussi favoriser des niches à contamination lorsque que des acides aminés libres ne sont pas assimilés par la plante²⁴. D'autres personnes, défenseurs des produits phytosanitaires et d'agriculture dite «raisonnée», diront que le traitement aux pesticides appropriés aux moisissures (les fongicides) réduit fortement le risque. Si les traitements fongiques influent, le raisonnement n'est pas si simple qu'on pourrait le penser²⁵. Enfin la réponse de résistance aux maladies fongiques peut être différente au niveau variétal.

4.2. Les mycotoxines des Fusarium sont plutôt hygrophyle (= aime l'humidité), c'est principalement dans les champs qu'elles se forment. Bien sur, une année pluvieuse va favoriser le développement des désoxynivalénol, nivolénol, zéralénone et fumonisines propres à cette moisissure. Il existe ainsi des années à fusarioses suivant le climat que la région de culture a subit. C'est alors qu'il faut être plus vigilant et éventuellement trié quand il est encore tant. Ce critère du climat à une prévalence sur les autres cités dans ce chapitre de lutte préventive

4.3. Au stockage, c'est un autre milieu, principalement plus propices à la production d'aflatoxines et autres ochratoxines puisque les Aspergillus s'y développeront mieux. Pour les moisissures Fusarium et Altenaria c'est pas leur «tasse de thé», puisque la microflore du stockage, est dite xérotolérantes (qui supporte les milieux secs).

Avec les connaissances sur les mycotoxines, on a tendance à éviter les réserves en cribs traditionnels (croquis en notes) encore fort présentes dans les pays chauds²⁶.

Avant le stockage d'un lot, il est important de nettoyer par séparation²⁷

Tableau : Caractéristiques principales des échantillons suivis

Région	%	Précédent culturel	%	Travail du sol	%	Sensibilité variétale	%
Ouest	40	Maïs grain	29	Labour	63	Forte	48
Centre	31	Colza	18	Non labour	37	Moyenne	31
Centre-Est	14	Maïs fourrage	16			Faible	21
Nord	13	Céréales à paille	10				
Sud-Ouest	2	Betterave	9				
		Pois / féverole	8				
		Autres	4				
		Tournesol	3				
		Pomme de terre	3				

Un résumé des prévalences à fusariose qui restent issue d'un suivi agricole plutôt qu'un suivi au cours de la transformation dérivée de la céréale.

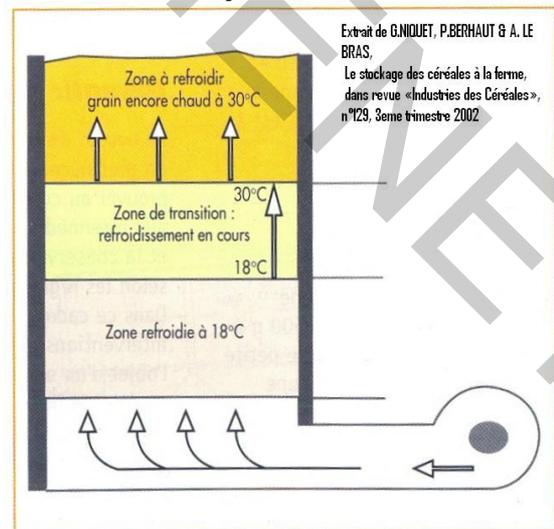
Pour permettre de longue et saine conservation des céréales, un refroidissement par aération des céréales conservées qui va se réaliser en plus de 50 heures parfois.

Extrait de G.NIQUEY & coll., "Le stockage des céréales à la ferme, dans revue «Industries des Céréales», n°129, 3ème trimestre 2002

Maïs, pois	40 à 50 h
Blé	50 à 60 h
Orge, tournesol	60 à 75 h
Sorgho, colza	80 à 100 h

Les temps de ventilation nécessaires avec un débit de renouvellement de 20 m³.h⁻¹ pour 1 m³ de grains.

Un système qui doit «traverser» la masse du bas vers le haut, qui sera utile également dans la lutte contre d'autres nuisibles (charançons, notamment)²⁸.



Le gradient de température lors du refroidissement d'une cellule.

5. Mycotoxines ou armes de guerre

Afin de vaincre le fléau de la drogue, on utilise en terme d'«agent vert», des moisissures répandues sur les zones de culture de coca, pavot et marijuana. Celles-ci sont des M.G.M. (Microorganisme Génétiquement Modifié) à partir de *Fusarium papaveracesse* et *Fusarium oxysporum*²⁹

Le site <http://www.sunshine-project.org/>, à l'onglet «agent green», dont est extrait le document qui suit, fait part des fortes oppositions que rencontre de tels projets classés «secrets d'Etats»



Les dégâts créés par le Fusarium Oxysporum sur une culture de coton.

En 1981, le général Alexander Haig fit à Berlin une révélation en déclarant que les trichotécènes de *Fusarium* étaient l'arme appelée «pluie jaune» dans les «guerres chaudes» d'Asie du Sud-Est et pendant ce temps de guerre «froide» ici en Europe³⁰. Dans le même registre, secret d'Etat et guerre biologique, il faut peut-être citer l'intoxication au pain de Pont Saint-Esprit dans le Gard (F) en août 1951. Le procès au pénal se termina en justice par un non-lieu. Cela a laissé place à l'imagination requise pour le suspense de livre; «le pain maudit»³¹ et de film; «le pain du diable»³².



Scène de Pont Saint-Esprit reprise d'un magazine d'époque (septembre 1951)

Ce mystère d'empoisonnement ou l'ergot dit de seigle et des fongicides d'origine mercuriels ont été soupçonnés puis écartés après enquête, reste finalement non élucidé. Il a rebondi en mars 2010, avec la sortie après les cinquante années du secret d'archives aux Etats-Unis. C'était sur l'assassinat en 1953 de l'agent de la CIA, Frank Olson. Un livre du journaliste d'investigation, HP Albarelli Jr.³³, va jusqu'à émettre la potentialité d'une action «expérimentale» d'arme biologique et incapacitante par la CIA en collaboration avec Sandoz.

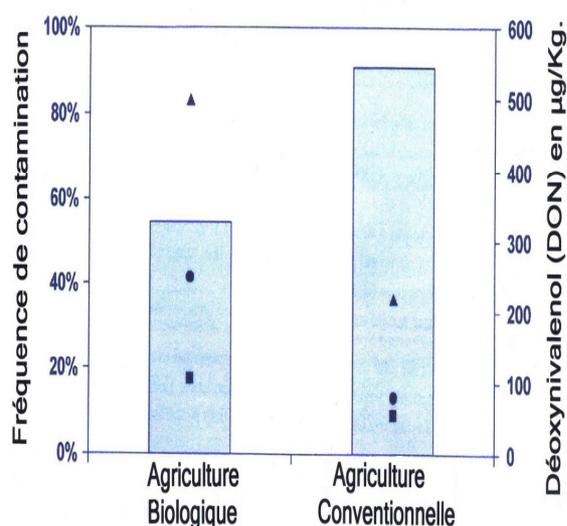
Cette firme suisse³⁴ a en effet obtenu des contrats avec l'armée américaine dans ces années 1950³⁵.

Dans les véhicules de cette dernière information, on retrouve surtout des référents au «conspirationnisme» et à un esprit anti-étatique, ce qui n'aide pas à sa validation³⁶.

Notons qu'à l'époque de l'après-guerre 40-45, les exemples d'expérience sur population ne sont toutefois pas rares³⁷.

6. La comparaison entre mode de production & transformation

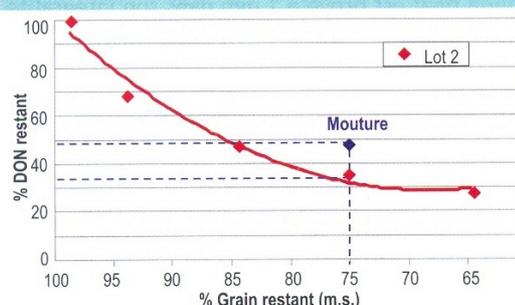
On retrouve dans ce dossier mycotoxines tous les ingrédients qui peuvent opposés ceux qui supportent l'agriculture biologique exempte de fertilisation chimique et de traitements pesticides et de l'autre, ceux qui endossent la thèse que l'intensification et ses doses d'intrants est la seule salvatrice et responsable. GROSJEAN et coll., juillet 2005 écrit à propos de cette dualité bio versus «raisonné», que le débat «manque d'arguments probants à défaut de manquer de partisans». Toujours d'après ces auteurs, les résultats sont contradictoires du fait que l'analyse valable au niveau comptage est récente et se situe sur un nombre limité d'années, avec des méthodologies d'analyse différentes. MAGKOS, p.43 résume dans un tableau la différence de teneur en désoxynivalénol (DON) effectuée par deux recherches en 2002, des années encore floues au niveau des analyses de fusariotoxines. Voici ce tableau traduit. On y voit par la hauteur de la barre que la fréquence de présence de DON est plus recensée en conventionnel. Par contre le triangle indique les doses maximums rencontrées, les carrés noirs les minimums et les ronds noirs les moyennes.



Dans chaque analyse comparative, il faut toujours discerner si l'on parle de

fréquences de présence dans les lots et surtout dans les chiffres cités, savoir si la dose vaut la peine d'alerter. De plus ici, pour les fusariotoxines, comme nous l'avons observé au chapitre 3, le protocole d'enquête est a vérifié quand à la crédibilité des comptages.

Pour un même taux d'extraction, le procédé de décortilage permet d'éliminer 65 % du DON contre 50 % par la mouture.



La diminution du DON ou du champignon est forte jusqu'à 5-10 % de masse de grain enlevée soit au niveau du tissu de type couche à aleurone.

Le blutage et le décortilage enlèveront jusqu'à plus de la moitié de la teneur en mycotoxines, comme le montre le tableau³⁸. Le pain n'est pas le seul produit céréalier à être transformé en aliment. Les autres produits dérivés des céréales, utilisées au petit déjeuner en «flakes» où en maïs soufflé font également l'objet de surveillance sanitaire. Comme les mycotoxines sont plus du à des interventions précédant la transformation, seule différence enregistrée dans les veilles sanitaires, une propension du maïs (du fait de sa culture, et sa teneur en humidité) à contenir plus de présence de fusariotoxines et autres mycotoxines. Ce qui a été révélé sur pop-corn, polenta et pétales de maïs³⁹. Aucune détoxification n'est annoncée possible pour l'alimentation humaine. Elle se ferait avec produit basique par voie chimique. Curieusement, par voie biologique, une enquête de 2004 intitulée «Aflatoxins reduction in sourdough bread fermentation» soit «Réduction de l'aflatoxine dans la fermentation au levain» au pH plutôt acide indique une réduction de 92 % et 79,16% pour deux types d'aflatoxines au bout des 6 heures de fermentation au levain à 30°C⁴⁰.

BIBLIOGRAPHIE **du Dossier technique ;** **MYCOTOXINES DES CEREALES**

Claude **AUBERT**, *Mycotoxines et produits bio*, revue n°128, *Les quatre saisons du jardinage*, éd. Terre Vivante, juin 2001

Ineke **BERENTSCHOT**, *L'ergot*, revue Les miettes de la bio, éd. Bio-panem, mars 1993

Claire **BILLEN**, Renaud ZEEBROEK & Michèle POPULER, *Du feu de Saint-Antoine au L.S.D.*, publié dans *Une vie de pain*, éd. Crédit Communal, 1994

Francis **CHABOUSSOU**, *Les plantes malades des pesticides*, édition Debard 1980

Bernard **CAHAGNIER**, *Céréales et mycotoxines*, dans revue «Industries des Céréales», n°122, **mai 2001**

Andy **COGLAN**, *Weedkiller may boost toxic fungi soit Le désherbant peut amplifier les mycètes toxiques*, dans *NewScientist.com*, août 2003. à l'adresse ;<http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99994051>

William **ENGDAHL**, *Le gouvernement français questionne les USA au sujet de l'expérience secrète à Pont-Saint-Esprit avec du LSD dans les années 50*, Traduit de www.rense.com/general89/50s.htm le 10 février 2010 à cette adresse ; http://www.alterinfo.net/Le-gouvernement-francais-questionne-les-USA-au-sujet-de-l-experience-secrete-a-Pont-Saint-Esprit-avec-du-LSD-dans-les_a42487.html?preaction=nl&id=8017594&idnl=63282&

Myriam **FERNANDEZ**, recherche de.., *Un insecticide qui contamine le blé ?* information de Radio-Canada du 16 août 2003, mis en ligne à cette date sur <http://www.radio-canada.ca/regions/saskatchewan/nouvelles/200308/16/005-ble.shtml>

Francis **FLEURAT-LESSARD**, *Progrès récents dans les méthodes de surveillance des risques microbiologiques et des déprédateurs dans les stocks de céréales* dans revue «Industries des Céréales», n°148, **Juillet 2006**

Francis **FLEURAT-LESSARD**, *Devenir des résidus d'insecticides au cours du stockage et à la transformation : des risques à gérer avec précision* dans revue «Industries des Céréales», n°121, 1^{er} trimestre **2001**

Emmanuelle **GOURDAIN**, François PIRAUX & Bruno BARRIER-GUILLOT, *Gérer le risque Déoxynivalénol sur blé tendre du champ au silo*, publié dans la revue «Industries des Céréales», n°165, déc. 2009

François **GROSJEAN**, Bruno BARRIER-GUILLOT & Avril CHOPINEAUX, *Les fusariotoxines des céréales*, dans revue «Industries des Céréales», n°143, **juillet 2005**

François **GROSJEAN**, *La législation concernant les mycotoxines en 2006*, dans revue «Industries des Céréales», n°150, **décembre 2006**

Steven L. **KAPLAN**, *Le pain maudit*, éd. Fayard 2008

J.-P. **LARPENT**, sous la direction de..., *Moisissures utiles et nuisibles*, éd. Masson, **1985**

J.-P. **LARPENT**, Monique LARPENT-GOURGAUD, *Mémento de microbiologie*, éd. Lavoisier **1990**.

Pierre **LAROUSSE**, *Dictionnaire Universel du XIX^{ème} siècle* en 15 volumes, tome VII, vers 1870

Jean **LEDERER**, *Encyclopédie Moderne de l'hygiène alimentaire*, tome IV, *les intoxications alimentaires* éd. Nauwelaerts, 1986

Faidon **MAGKOS**, Fontini ARVANITI & Antonis ZAMPELAS, *Organic Food ; Buying more safety of just peace of mind, A critical review of the literature*, Critical Review in Food Science and Nutrition, éd. Taylor et Francis 2006. libre en téléchargement en ligne à cette adresse; <http://www.informaworld.com/smpp/content~db=al-l-content=a737811935~frm=titlelink>

C.**MOREAU**, *Les mycotoxines* publié dans *Microbiologie alimentaire* , tome 1 , éd. Lavoisier 1988

J.-F **MESCLE** & J.ZUCCA, *Le comportement des microorganismes en milieu alimentaire*, publié dans *Microbiologie alimentaire* , tome 1 , éd. Lavoisier 1988

G.**NIQUET**, P.BERHAUT & A. LE BRAS, *Le stockage des céréales à la ferme*, dans revue «Industries des Céréales», n°129, 3^{ème} trimestre 2002

F. **PEYRUCHAUD**, *Réglementation sur les contaminants dans les céréales*, revue Industries des céréales n° 121, mars 2001

Véronique **RABAUD**, *L'utilisation des produits phytosanitaires sur blé et maïs en 2001. Davantage de traitements, mais réduction des doses*, Revue Agreste Primeur, n°137, décembre 2003.
<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr>

Jean-Michel **RAIMBAULT** & Grégoire ZIN, *Veille et évaluation des kits immuno-enzymatiques pour le dosage du déoxynivalénol (DON) sur céréales*, dans revue «Industries des Céréales», n°143, juillet 2005

D. **RICHARD-MOLARD** & B. CAHAGNIER, *L'analyse dans les industries de céréales*, publié dans *Le Guide des analyses des industries de céréales*, Ed. Lavoisier, 1975

G.RIOS, **J.ABECASSIS**, **L.PINSON-GADAIS**, **F.RICHARD-FORGERT**, **M.-F.SAMSON**, **N.ZAKHIA-ROZIS** & **V.LULLIEN-PELLERIN**, *Effets des procédés technologiques sur la distribution des mycotoxines présentes dans les grains de blé dur*, publié dans la revue «Industries des Céréales», n°165, déc. 2009

Gilles-Eric **SERALINI**, *Ces OGM qui changent le Monde*, éd. Flammarion, 2010

Revue **TEST-SANTE**, bimestriel de Test-Achats, *Aflatoxines et sa bande*, novembre 1998

K.M.TUBAJIKA, **H.J.MASCAGNI**, **K.E. DAMANN jr.**, & **J.S. RUSSIN**, *Nitrogen fertilizer influence on aflatoxin contamination of corn in Louisiana* publié dans le *Journal Agricol. Food Chemistry*, n° 47, de 1999

Philippe **WIRSTA**, *Intérêts et limites de la contamination microbienne des blés tendres et des farines*, dans revue «Industries des Céréales», n°122, mai 2001

Abdellah **ZINEDINE**, Samira **WLAKHDARI**, Asmae **CHAOUI**, Mohamed **FAID**, Requia **BELHCEN** & Mohamed **BENLEMLIH**, *Aflatoxins reduction in sourdough bread fermentation*, publié dans la revue *Alimentaria*, n°353 de 2004, p. 97 - 100

L'ergot dit de seigle dans l'histoire

1 Toutes ces dénominations proviennent d'une interprétation populaire, qui en Suède par exemple, se verra qualifié de «preaching sickness» -maladie de la prédication ou du sermon- (C.BILLEN & col., p. 103). La consommation pendant quelques jours, de farine infestée de 3 à 10% peut donner deux types de symptômes, soit gangréneuse (jusqu'à la perte de membres), soit convulsif avec hallucinations. Cette deuxième forme aurait peut-être donné l'explication de la très spécifique procession d'Echternach au Grand Duché du Luxembourg datant du XI^{ème} siècle, qui se réalise en farandole en se tenant par des foulards et en progressant en effectuant un grand pas en avant suivi de deux petits pas en arrière.



Toutefois les substances des sclérotés de l'ergot de seigle sont utilisées très tôt en médecine savante en Chine et aussi en Allemagne où l'ergot sont connus sous le nom de «Mutterkorn» -trad. ; grain de la mère- de par son emploi en contrôle et accélération des accouchements, en permettant des contractions de longue durée de l'utérus et des vaisseaux sanguins qui l'irriguent.

2 Une des premières mentions de l'ergot est due à Adam Lonitzer dit Lonicerus en 1582, dont voici une des nombreuses réédition datant de 1679

Nota: Von den Kornzapffen / Latine Clavi Siliginis: Man findet offtmals an den Aehern des Weizens oder Kornes lange schwarze harte schmale Zapffen / welche benebens und zwischen dem Korn / so in den Aehern ist / herauß wachsen / und sich lang herauß thun / wie lange Nadeln anzusehen / sind inwendig weiß / wie das Korn / und dem Korn gar unschädlich.

Solche Kornzapffen werden von den Weibern für ein sonderliche Hilff und bewehrte Arzney für das Aufsteigen und Wehethun der Mutter gehalten / wenn man derselbigen drey etlichmal einnimmt und gebrauchet.

Dans ce passage de LONITZER, l'ergot porte le nom latin de «Clavi Silignis» qui pourrait se traduire par «massue du blé». C'est Edmond TULASNE qui en 1850 rattacha le mal à sa véritable cause, il baptisa également la moisissure «Claviceps» responsable de «purpurea», (pourpe) *Encyclopédie*, Jean LEDERER, Tome IV, p.64

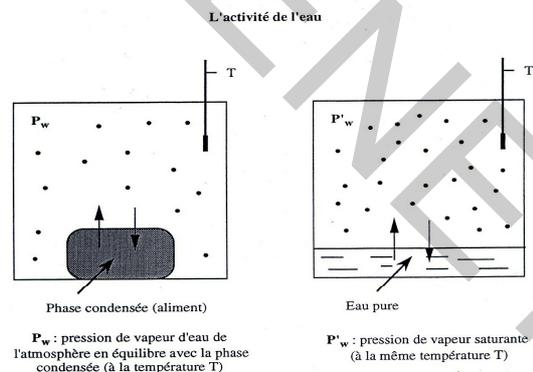
3 *Encyclopédie*, Jean LEDERER, Tome IV, p.52

4 Pour les Aspergillus les espèces ; flavus, niger, parasiticus, wentii et pour les Penicillium les espèces ; citrinum, glabrum, variable. Voir ; *Moisissures utiles et nuisibles*, J.P. LARPENT, p.104, 108, 111, 119, 168, 176, 188

5 Deux microgrammes (0,000 000 002 kg.) d' aflatoxines B1 est la valeur maximale autorisée par la CEE, c'est même 1 microgramme pour les céréales infantiles et 4 microgrammes pour les mélanges d'aflatoxines B1, B2, G1 et G2. (F.PEYRUCHAUD, p.20)

L'activité de l'eau (A_w) nécessaire à la vie

6 LARPENT *Mémento de microbiologie*, p.90, 264 et 265. Pour mesurer le niveau d'eau nécessaire à l'activité de la vie, ce qu'il importe de connaître, n'est pas le degré d'humidité, mais le degré de la pression de la vapeur du milieu par rapport à la pression de l'eau distillée à la même température. Cette mesure de pression de la vapeur (ou Water activité résumé en A_w) donne les possibilités de vie à migrer dans le produit alimentaire. Ainsi dans un grain de blé, nos ancêtres savaient (sans cette mesure A_w) que le grain se conservait bien grâce au peu d'humidité qu'il contenait.



$$A_w = \frac{P_w}{P'_w}$$

$$HRE = 100 \frac{P_w}{P'_w} = 100 A_w$$

Voilà quelques Activité de l'eau (A_w) des microorganismes et produits recensés dans cette problématique des mycotoxines des céréales.

PRODUITS	A_w	Sources infos
	Maximum= 1 Mimimum =0	J.-P.LARPENT & J.F.MESCLE
Pain	0,93 à 0.98	Artic. Larpent 90
Farine	0.60 à 0.85	Artic. Larpent 90
Céréales	0,70	Artic. Larpent 85
MOISSISSURES	A_w	Sources infos
Aspergillus flavus	0.78	Article Mescle.
Fusarium	0.90	Article Mescle.

L'aflatoxine dans l'alimentaire en 1998

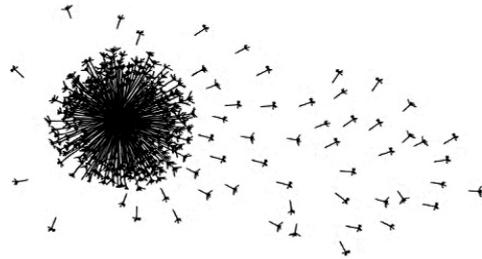
⁷ *Alfa Toxine et sa bande* est le titre d'une enquête du bimestriel *Test Santé* en novembre 1998. Avec le soutien de la communauté européenne, cette enquête a analysé des pistaches iranienne incriminée un an avant pour leur forte teneur en aflatoxine et en plus un panel de l'alimentaire. Résultat les fruits secs avait 2 échantillons contaminés sur 21 analysés, 0 échantillons contaminés pour 68 céréales analysées, 13 contaminés pour 18 épices analysées, 0 échantillons de lait et produits dérivés contaminés pour 65 analysés, 0 échantillons de café contaminés pour 15 analysés et 0 échantillons de fruits contaminés pour 15 analysés.

⁸ C'est en période de disette, à la guerre et l'après – guerre, (1941 et 1947), que des auteurs russes signalent les dégâts créés en Sibérie orientale par les Fusariums. 10% de la population est atteinte. La consommation en 6 semaines d'un kilo et demi de millet infecté suffit pour provoquer lamaladie qui peut être mortelle si elle n'est pas soignée à temps par des transfusions et des doses de vitamines C et K, des sulfamides et du calcium. LEDRER, p. 60 & 61.

⁹ Là aussi, des mises à jour sont nécessaire pour connaître les appellations utilisées. avec précision scientifique. Le Fusarium roseum est plus une expression générique du fait que beaucoup de Fusarium donne souvent une couleur rose grisârte à rouge au début et fini avec une couleur plus proche du brun. C'est le cas du Fusarium graminearum. Certains Fusariums (le F.culmorum, le F.moniliforme, le F.oxysporum) commencent leur colonisation avec des teintes plus blanches à jaunâtre et finissent avec des couleurs saumon à violettes. Certaines souches de Fusarium sont génétiquement incapables de produire des trichotécènes, (GROSJEAN, 7/2005, p. 4)..

La sporulation

¹⁰ Les microorganismes comme les moisissures peuvent vivent comme sous une forme d'hibernation (vie au ralenti) afin de résister aux conditions défavorables de l'environnement c'est cela que l'on appelle la sporulation. Ces spores sont disséminés comme les graines de pissenlit (bien décrit par l'emblème du dictionnaire Larousse) et lorsque les conditions redeviennent favorables (température et humidité ad hoc) la vie reprend.



Les moisissures et leurs mycotoxines

¹¹ Les zéralénones (ZEN) sont produites par les Fusarium graminearum et Fusarium colomorum, (GROSJEAN, 7/2005, p. 4).

¹² Les fumonisines (FB) sont rencontrées principalement sur maïs (CAHAGNIER, 5/2001, p. 28) et sont produites par les Fusarium verticillioides Fusarium proliferatum (GROSJEAN, 7/2005, p. 4).

¹³ Les ochratoxines sont produites par les moisissures Aspergillus ochraceus et Penicillium viridicatum. (CAHAGNIER, 5/2001, p. 22)

¹⁴ D'après D.RICHARD-MOLARD & CAHAGNIER, elles sont thermostables jusqu'à 150°C, mais est-ce que 150° C est une généralité ?

¹⁵ L'aflatoxine est produite par les Aspergillus flavus ou Aspergillus parasiticus (CAHAGNIER, 5/2001, p. 22)

¹⁶ La stérigmatocystine est produite par l'Aspergillus versicolor (CAHAGNIER, 5/2001, p. 22)

¹⁷ La patuline ne concerne pas que les jus de fruits commercialisés, mais aussi le blé, le maïs et la paille (CAHAGNIER, 5/2001, p. 22)

¹⁸ Le mal de l'ergot dit de seigle était si fréquent autrefois dans les terres humides de la Sologne, qui est appelé «mal des solognots» par Pierre LAROUSSE dans son dictionnaire en 15 volumes du XIX^{ème} siècle, tome VII, (vers 1870).

Réglementation européenne et mycotoxines

¹⁹ F.GROSJEAN, 12/2006, reprend p. 10, dans un tableau les textes législatifs français et européens en matière de mycotoxines.

²⁰ F.GROSJEAN, 12/2006, les reprend p. 13, voici.

	Texte général et limites ⁽¹⁾		Mode de prélèvement et critères de performance pour l'analyse
	Union Européenne	France	
Alimentation humaine			
Aflatoxines	R466/2001 modifié par : R472/2002, R2174/2003 et R683/2004		R401/2006
Ochratoxine A	R466/2001 modifié par : R472/2002, son rectificatif du 23 mars 2002, R683/2004 et R1123/2005		R401/2006
Patuline	R466/2001 modifié par R1425/2003 et R455/2004		R401/2006
Désoxynivalénol	R466/2001 modifié par R856/2005		R401/2006
Zéaralénone	R466/2001 modifié par R856/2005		R401/2006
Fumonisines	R466/2001 modifié par R856/2005		R401/2006
Ergot	R824/2000 Intervention blé tendre, blé dur et seigle		R824/2000 Intervention blé tendre, blé dur et seigle
Alimentation animale			
Aflatoxine B1	D2002/32 modifiée par D2003/100	A 12 janvier 2001 modifié par A 5 juillet 2004	Échant. : D76/377 Analyse : D76/372
Ergot	D2002/32	A 12 janvier 2001	Échant. : D76/377
Ochratoxine A	recommandation	17 août 2006	
Fusariotoxines	recommandation	17 août 2006	

Tableau 1 : Références des textes législatifs européens et français en matière de mycotoxines

R = règlement, D = directive.

(1) ne figurent dans le tableau que les modifications dont il subsiste des éléments en vigueur. Ainsi le règlement 257/2002 et concernant les aflatoxines n'est pas mentionné.

Le règlement de la commission européenne sur les mycotoxines est téléchargeable sur <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/fr/oj/2005/l143/l14320050607fr00030008.pdf>

²¹ (RICHARD-MOLARD & CAHAGNIER, p. 403)

La culture du maïs, plus sensible à la fusariose

²² Le maïs compte +/- 24 % d'humidité à la récolte (pour 13 à 15% pour le froment par ex.) d'où plus de sensibilité à la contamination et a une affinité pour une plus grande variété de Fusarium. Un prédateur primaire des grains (celui qui fait des ouvertures dans le grain et permet aux prédateurs

secondaires d'entrer) est bien connu sur maïs, il s'agit de la pyrale, un papillon pondant ses larves à l'intérieur des graines ou pailles.



C'est pourquoi le maïs transgénique Bt (avec le gène du bacille thurengiensis) luttant contre ces pyrales est mis en avant comme argument positif dans la recherche pour éviter les mycotoxines (GROSJEAN, 7/2005, p. 5 & 6).

²³ L'AFSSA va jusqu'à proposer en 2003 que c'est ce précédent maïs qui semble expliquer que les terres en agriculture biologique ont moins de fusariose et ses conséquences, parce que les tenants de l'agriculture conventionnelle et intensive choisissent plus souvent le maïs dans leurs rotations. (GROSJEAN, 7/2005, p. 5)

Fertilisation azotée intensive et moisissures

²⁴ F.CHABOUSSOU signale p.227, que l'excès d'apport d'azote soluble qui ne pourront pas être protéosynthétisés, joue un rôle néfaste dans la résistance de la plante, vis-à-vis des parasites. Une observation que TUBAJKA & coll. ont également sur la culture du maïs en Louisiane (U.S.) et production d'aflatoxine. D'autres références précisent que le «forçage» de la fertilisation azotée occasionne des membranes de graines qui s'amincissent et sont plus sujettes et exposées aux contaminations mycologiques cité par deux enquêtes reprises par MAGKOS et coll. p.39. Il s'agit de recherches de HEATON, 2001 et de WATTS, 2001.

Fongicides et mycotoxines

²⁵ La protection phytosanitaire des fusariums est assurée par deux molécules (la triazole et la strobilurine). Les triazoles font chuter au mieux de moitié la fusariose et les désoxynivalénol (DON). Par contre les strobilurines favorise le développement des fusariums en éliminant un concurrent de celui-ci sur le substrat le Microdochium nivale (ex - Fusarium nivale). C'est pourquoi on conseille par précaution d'employer un mélange Triazole / Strobilurine (GROSJEAN, 7/2005, p. 5). Il est à noter qu'au Canada, une

recherche tente de comprendre pourquoi l'emploi dés herbant du glyphosate (l'agent actif du Round Up) entraîne l'apparition de fusarium, responsable de maladies cryptogamiques (M.FERANDEZ et A.COGLAN). Francis CHABOUSSOU, passe en revue un des premiers constats des effets des pesticides sur la croissance des plantes cultivées et notamment le froment. Il observe que les herbicides sont responsables de l'inhibition de la protéosynthèse (p.140) et favorise les maladies fongiques (p.26 & 125). Les traitements fongicides qui prennent parfois un caractère systématique doivent aussi être considéré sous l'aspect des risques de résidus dans les nappes phréatiques et dans l'appauvrissement de la flore microbienne entourant les racines (la rhizosphère comme on l'appelle) atteignant négativement une voie importante de la fertilité du sol. V.RABAUD écrit en 2003, que 1/3 des agriculteurs dés herbent et traitent aux produits fongicides sans observation préalable. 40% suivent les conseils techniques, 60% dés herbent suivant l'état de la parcelle.

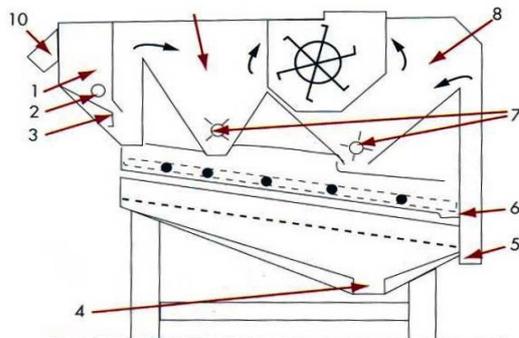
Le Cribs

26 Ce genre d'entrepôt manque d'un système d'aération servant au refroidissement de la masse.



27

Le nettoyeur séparateur



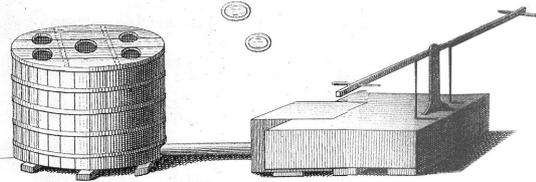
- | | |
|---|------------------------------|
| 1 Trémie d'alimentation | 2 Rouleau à cannelures |
| 3 Vanne réglable | 4 Sortie grains cassés |
| 5 Sortie bon grain | 6 Sortie grosses impuretés |
| 7 Rouleaux à palettes, extracteur déchets | 8 Chambre de détente arrière |
| 9 Chambre de détente avant | 10 Sortie de trop plein |

Extrait de la revue "Industries des céréales"

Coûteux, le nettoyeur - séparateur est utile lors de la pratique du stockage à la ferme

La ventilation pour refroidir le stock

28 Dès le XVIII^{ème} siècle, les techniques d'aération des stocks de céréales existent en France grâce à Duhamel de Monceau.



Extrait de M.DUHAMEL du MONCEAU, *Traité de la conservation des grains*, 1754

De nos jours, la pompe à bras du XVIII^{ème} siècle, que l'on voit plus haut, est remplacée par un ventilateur dont voici les détails techniques.

Exemple de choix de ventilateur pour une cellule jusqu'à six mètres de hauteur

Pour 5 m de diamètre :

- Débit : 2500 m³.h⁻¹
- Pression : 100 à 150 mmCE
- Puissance : 1,5 kW

Pour 8 m de diamètre :

- Débit : 5000 m³.h⁻¹
- Pression : 120 à 170 mmCE
- Puissance : 2,2 à 4 kW

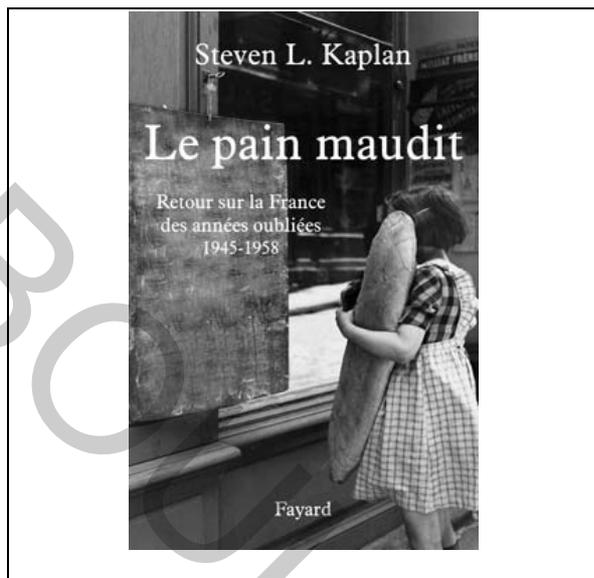
Extrait de "Le stockage des céréales à la ferme", revue Industries des Céréales n° 129, 3^{ème} trim. 2002

29 G.-E. SERALINI, p.108

30 C. MOREAU, Les mycotoxines publié dans Microbiologie alimentaire, p.129.

En 2008, le livre « le pain maudit »

31 Le livre «Le pain maudit» de l'historien américain Steven Lawrence KAPLAN, spécialisé sur l'histoire du pain français a été édité chez Fayard en 2008. Neuf cents pages d'enquêtes minutieuses et la volonté de replacer les faits dans leur contexte. La France des années d'après guerre 1940-45 et ses difficultés d'approvisionnement en blé, la présence naissante des produits de conservation des stocks céréaliers et des méthodes d'amélioration des farines de l'époque.



En 2009 le film ; le pain du diable

³² Le téléfilm «le pain du diable» a été réalisé par Bertrand Arthuys à Pont Saint-Esprit en septembre/octobre 2009 pour France 3 qui le diffusera le 2 février 2010. Voir notamment ;

http://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Pain_du_diable
<http://www.youtube.com/watch?v=woPmbkx0ABw>
<http://www.youtube.com/watch?v=vtKpXbWxrZc&feature=related>



³³ Le livre s'intitule «A Terrible Mistake: The Murder of Frank Olson and the CIA's Secret Cold War Experiments». Soit en français; «Une terrible erreur : L'assassinat de Frank Olson et les expériences de guerre froide secrète de la CIA», voir ; <http://www.aterriblemistake.com/> . une bande annonce se trouve sur Youtube ; http://www.youtube.com/watch?v=LUY-WHQ_BDY&feature=related

³⁴ La firme Sandoz a été créée en 1886 à Bâle est reprise depuis 1996 dans la compagnie Novartis. <http://www.sandoz.com/> . Lors de l'enquête sur l'empoisonnement au pain de Pont Saint-Esprit, elle délèguera sur le terrain, en tant qu'expert de l'ergot de seigle, Alfred Hofmann et d'autres dirigeants de la firme (voir S.L.KAPLAN)

Le LSD dérivé de l'ergot dit de seigle

³⁵ Sandoz a grâce à un de ces chercheurs Albert Hofmann, découvert en 1938 le «Lyserge saure diethylamid», plus connu sous le nom de LSD, un dérivé synthétisé à partir de l'ergot dit de seigle. La firme spécialisée en pharmacie exploita cette substance en médecine psychiatrique sous le nom de «Delysid». Molécule prometteuse décrite comme «traitement miraculeux» dans les années 1950, elle deviendra très vite dans les années 1960 avec sa présence dans la rue sous forme de buvard, un moyen d'effectuer des «trips» ou voyages dont beaucoup de personnes dépendantes ne reviendront pas. Elle prend alors le statut de substance dangereuse et Sandoz arrête sa distribution en 1966, année où le LSD fut également déclaré illégal aux Etats-Unis.

³⁶ Ce passage du livre de HP Albarelli Jr. a été résumé par William ENGDahl puis traduit en français, il se trouve à cette adresse ; http://www.alterinfo.net/Le-gouvernement-francais-questionne-les-USA-au-sujet-de-l-experience-secrete-a-Pont-Saint-Esprit-avec-du-LSD-dans-les_a42487.html?preaction=nl&id=8017594&idnl=63282&

Deux « expériences » alimentaires et deux populations témoins (années 1950)

³⁷ Citons deux cas qui sont relatés sur les céréales. Le premier, le moins grave. Cette enquête *Breads white and brown*, -trad.: *Pains blancs et gris*- était le résultat d'une expérience comparative sur un public témoin. Menée dans les années 1950 et publiée en 1956, elle a été faite en Allemagne sur 3 groupes d'enfants d'orphelins de guerre. Elle émanait de chercheurs anglais Mc CANCE & WINDOWSON.

Toujours dans les années 1950, pour tester des flocons avec ajout de substance radioactives par de prestigieuses universités et la firme Quakers Oats Company, la population test est composée de personnes handicapées mentales. Source ; Journal Le Monde du 13 janvier 1994.

³⁸ G.RIOS et coll., p.13

³⁹ Un rapport de l'AFSCA (l'AFSSA belge) mis en ligne pour l'agence, donne pour 2006-2007 des dépassements pour des pop-corn et polenta.; <http://www.agrobiopole.be/pdf/AFSCA%20TR%20Fusariotoxines%20060511.pdf>

⁴⁰ Voir l'enquête de Abdellah ZINEDINE et coll. A commander sur le site de l'INIST reprise en bibliographie.