

Synthèse de la séance du Séance du 22 mars 2017 sur le thème :

« CONTAMINANTS NATURELS DES VÉGÉTAUX : SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET GESTION DU RISQUE ».

En introduction, Marc Délos, membre de la première section de la compagnie pose les termes du débat sur la gestion des contaminants naturels des végétaux : l'insuffisance des moyens financiers qui sont consacrés à la recherche sur ces contaminants et leurs conséquences ainsi que la prise de risque qu'il y a à s'abstenir d'anticiper ces contaminations avec les moyens technologiques « modernes » ad-hoc.

Le choix d'une mise en perspective est fait en évoquant l'emploi des insecticides pesticides au-delà du seul domaine agricole. Le cas de l'insecticide perméthrine est pris comme exemple. L'insecticide perméthrine est en effet largement utilisé en médecine vétérinaire chez le chien pour lutter contre différents risques parasitaires (tiques, puces, phlébotomes). Il est largement utilisé comme insecticide biocide pour lutter contre les punaises des lits ou les insectes vecteurs de différents virus, très récemment les moustiques vecteurs du zika. Il est largement utilisé enfin en médecine humaine pour lutter contre les acariens de la gale ou les poux chez les enfants. Pour ces différents usages, l'insecticide perméthrine, formulé de façon spécifique, s'applique sur les vêtements¹, directement sur le pelage de l'animal de compagnie, sur la peau humaine ou le cuir chevelu. Il est pour certaines formulations en vente libre ou pour d'autres largement prescrit par les médecins. Le paradoxe veut que la substance active perméthrine ait perdu tous ses usages comme pesticide agricole avec la non inscription de la substance active en 2009, inscription permettant une utilisation dans les pays européens. Pourtant dans le cas agricole l'utilisateur peut se protéger parfaitement pour éviter la contamination. Le paradoxe entre ces différents usages pour une molécule insecticide qui participait à la lutte contre les insectes foreurs de l'épi du maïs² n'en est que plus flagrant.

L'analogie est faite entre les risques liés aux contaminants naturels de l'alimentation et ceux liés à la transmission du virus du zika. Il est rappelé que les effets sur le fœtus de ce virus ont été identifiés pour la première fois de façon formelle en octobre 2015 par les brésiliens, virus qui a été qualifié un an plus tard en décembre 2016 par le professeur *Karin Nielsen*³ de virus « le plus tératogène qui existe ». Face à ce risque majeur pour l'enfant à naître les autorités américaine (EPA⁴ et CDC⁵) ont évalué nécessaire d'avoir recours à des pulvérisations aériennes d'insecticides⁶ sur les grandes villes de l'état de Floride concernées. Une telle façon d'aborder un risque naturel, efficace mais « drastique », s'applique aussi à l'agriculture aux États-Unis⁷. Elle paraît toutefois peu envisageable dans le contexte socio-technique européen.

Le parallèle avec l'agriculture porte sur la contamination par les aflatoxines du maïs produit aux États-Unis en Europe en 2012⁸. Le maïs d'Europe de l'est a été contaminé comme celui des États-Unis par des

¹ Notamment chez les femmes enceintes (recommandation de l'INPES en zone à risque de contamination).

² Dont il a été prouvé qu'ils induisaient une forte augmentation du risque de développement de mycotoxines dangereuses pour le consommateur. L'impact des attaques d'*Ostrinia nubilalis*, pyrale du maïs, avec l'augmentation de la teneur du maïs en fusariotoxines (DON, ZEA et fumonisines) et dans une moindre mesure en aflatoxines est bien renseigné par des travaux conduits soit avec des insecticides pyréthrinoides, à l'instar de la perméthrine soit avec du maïs OGM synthétisant la toxine Bt, en France, Espagne, États-Unis, Allemagne entre autre pays intéressés par le sujet.

³ Karin Nielsen, MD, MPH est Professeur de Pédiatrie Clinique dans la division des maladies infectieuses de l'école de médecine David Geffen et l'hôpital pour enfant (UCLA – EUA)

⁴ Agence de l'environnement US

⁵ Centre de lutte contre les maladies vectorielles US

⁶ Dans un premier temps deltaméthrine puis naled (précurseur du dichlorvos).

⁷ et dans bien d'autres pays au plan mondial,

⁸ Un épisode de sécheresse extrême, comparable à ceux plus fréquents avant 1990 a été observé en début d'été 2012 aux états unis, les maïs ont été anormalement contaminés par des champignons du genre *aspergillus* mais l'anticipation du risque par les américains en mettant en œuvre tous les moyens agronomiques utiles (date de semis, gestion des adventices et du parasitisme, non travail du sol) et une affectation des lots en fonction du niveau de contamination ont permis de gérer le risque en amont

aflatoxines. La consommation de ce maïs importé d'Europe de l'est par les vaches laitières d'Europe de l'ouest a conduit à détecter de nombreux dépassements de normes⁹ de ce contaminant dans le lait produit en Europe de l'ouest¹⁰. La différence de traitement du problème plus en amont et avec des moyens plus « technologiques » aux Etats Unis par rapport à l'Europe a été particulièrement manifeste en 2012 pour le maïs et en 2013 pour le lait produit.

Deux questions viennent conclure l'introduction :

- Les moyens financiers et humains de la recherche sont-ils suffisants pour l'identification des risques naturels liés aux contaminants naturels des végétaux d'origine fongique ?
- Comment faire le choix de mettre en œuvre (ou pas) des outils technologiques qui ne sont certes pas tous totalement sans danger mais sont très efficaces contre des contaminants naturels plus à risques ?

La parole est donnée aux experts

Exposé 1 : Isabelle Oswald INRA décrit les risques liés aux mycotoxines en France et en Europe :

Les mycotoxines sont des produits du métabolisme secondaire de moisissures pouvant se développer sur la plante au champ ou en cours de stockage et doués de potentialités toxiques à l'égard de l'homme et des animaux. Plus de 300 métabolites secondaires ont été identifiés mais seule une trentaine sont identifiées comme possédant de réelles propriétés toxiques préoccupantes. Les mycotoxines sont secrétées par des moisissures appartenant notamment aux genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium*. Deux groupes de champignons toxigènes peuvent être distingués. Le premier type est constitué de champignons envahissant leur substrat et produisant la mycotoxine sur plantes sénescents ou stressées¹¹ (*Alternaria*, *Fusarium*) ; il est alors question de toxines de champs. L'autre groupe regroupe ceux qui produisent les toxines après récolte (*Aspergillus*, *Penicillium*), on les qualifie de toxines de stockage.

Les mycotoxines se retrouvent à l'état de contaminants naturels de nombreuses denrées d'origine végétale, en particulier les céréales mais aussi les fruits, noix, amandes, grains, fourrages ainsi que les aliments composés et manufacturés issus de ces filières. Du point de vue agro-alimentaire et sanitaire les toxines considérées comme "majeures" sont les aflatoxines, les ochratoxines et la patuline produites par les *Aspergillus* et les *Penicillium*, les fumonisines, la zéaralénone et les trichothécènes, notamment le déoxynivalénol et la toxine T-2 élaborés par les *Fusarium*.

Historiquement, la mycotoxicose la plus anciennement connue en France, est l'ergotisme. Certaines mycotoxines ont une toxicité aiguë très marquée (exposition unique à une forte dose), mais il est exceptionnel en Europe d'être exposé à des doses toxiques en une seule ingestion d'aliments contaminés. Dans tous les cas, les effets chroniques (exposition répétée à de faibles voire très faibles doses) sont les plus redoutés en raison des habitudes alimentaires et du pouvoir de rémanence de ces toxines souvent résistantes aux températures et aux procédés technologiques mis en œuvre dans l'industrie alimentaire. L'exposition chronique aux mycotoxines peut engendrer des déficits insidieux en élevage comme la réduction des performances zootechniques et de reproduction ou encore la sensibilité accrue aux infections.

La toxicité des mycotoxines est très variable, certaines toxines exerçant un pouvoir hépatotoxique voire cancérigène (aflatoxines), d'autres se révélant avoir un potentiel œstrogénique (zéaralénone), immunotoxique (patuline, trichothécènes, fumonisines), néphrotoxique (ochratoxine A) ou neurotoxiques.

⁹ Il s'agit de valeurs maximum reposant sur le principe ALARA moins sécurisantes que celles qui encadrent les insecticides utilisés en agriculture.

¹⁰ Le phénomène a notamment touché l'Espagne, l'Allemagne, les Pays Bas, la Belgique et le Luxembourg pour le lait produit en 2013. Ce phénomène était considéré comme exceptionnel (conjoncturel) en Europe sauf en Italie ou en Grèce où, du fait du climat, ce type de risque est plus structurel. La France est restée épargnée grâce à son autonomie quant à la production de maïs et la possibilité d'irriguer le maïs en cas de stress hydrique.

¹¹ L'absence au champ pour ces mycotoxines vaut pour les conditions agronomiques françaises ou d'Europe du nord. Dans des conditions tropicales ou subtropicales mais aussi en Italie et aux Etats-Unis d'Amérique, la production d'aflatoxines au champ notamment sur maïs et arachide est fréquente en cas de stress hydrique, elle est possible pour des ochratoxines dans certaines conditions notamment en Italie pour des récoltes tardives.

La découverte des aflatoxines remonte à l'élucidation de la maladie X du dindon apparue en 1961 en Angleterre, suite à la consommation par ces volailles d'aliments contaminés par des tourteaux d'arachide importés et contenant de fortes teneurs en toxines. L'hépatotoxicité est la caractéristique majeure de ces toxines et notamment de l'aflatoxine B1. Elle conduit à des carcinomes hépatocellulaires observés chez toutes les espèces, dont le cancer primitif du foie atteignant l'Homme dans de nombreuses zones tropicales et sub-tropicales. Cette mycotoxine affecte également la croissance et présente des effets immunosuppresseurs en agissant en particulier sur l'immunité à médiation cellulaire. L'ochratoxine A est reconnue comme l'agent causal d'une néphrite avec dégénérescence des tubules proximaux, identifiée en Scandinavie chez le porc et la volaille. Causant de nombreuses pertes économiques liées à la baisse de qualité des carcasses de porc, cette toxine s'est également avérée tératogène, hépatotoxique et immunotoxique chez les espèces de laboratoire. Le déoxynivalénol est produit par des champignons du genre *Fusarium*. Il est également immunotoxique et provoque des baisses de performance, des refus alimentaires et des gastro-entérites. A très forte dose des vomissements peuvent être observés. La zéaralénone est une autre fusariotoxine, de nature lactone macrocyclique, dotée d'une forte affinité à l'égard des récepteurs œstrogènes. Elle est à l'origine d'un syndrome œstrogénique fréquent chez le porc. La fumonisine B1 possède une structure voisine des sphingolipides. La symptomatologie varie d'une espèce à l'autre, les plus sensibles étant le cheval qui développe une leuco-encéphalomalacie et le porc qui est atteint d'œdème pulmonaire. Chez toutes les espèces, y compris les espèces de laboratoire, la fumonisine B1 déprime les systèmes immunitaires de défense de l'organisme. Chez l'Homme, la contamination alimentaire par la fumonisine B1 est corrélée à un défaut de fermeture du tube neural et à l'apparition de cancers de l'œsophage. Chez toutes les espèces, les signes toxiques lors d'une exposition aiguë à la patuline correspondent à une neurotoxicité (agitation, convulsions) associée à une congestion pulmonaire avec ulcération et inflammation intestinales. L'exposition chronique conduit à des signes de neurotoxicité (tremblements, convulsions) et à une inhibition caractérisée de l'activité d'enzymes dans l'intestin et le cerveau avec des conséquences sur le métabolisme des lipides.

Les avancées dans le domaine des techniques analytiques ont mis en évidence des nouvelles mycotoxines. Parmi les toxines dites "émergentes", car moins bien caractérisées, on distingue la beauvericine, l'enniatine ou la moniliformine. Très peu de données sont disponibles sur la toxicité *in vivo* et *in vitro* de ces trois toxines.

Il a été mis en évidence récemment des mycotoxines dites "masquées" non détectées par les méthodes conventionnelles. Elles proviennent de différentes modifications des toxines parentes. Il s'agit de modifications d'origine biologique (mises en oeuvre par une plante, le champignon ou un organisme animal) ou d'origine chimique comme par exemple lors de la mise en oeuvre de procédés thermiques de transformation alimentaire. En raison du peu de données disponibles, les autorités sanitaires considèrent seulement les toxines "majeures", mais il faut continuer à étudier les autres formes, afin de définir et de prendre en compte leur toxicité éventuelle.

En conclusion, Isabelle Oswald rappelle qu'issues d'une contamination généralement reconnue comme d'origine végétale, les mycotoxines constituent un problème très actuel de qualité et de sécurité en alimentation animale. L'évaluation du risque mycotoxique demeure cependant délicate. En effet, ce risque est d'essence naturelle, l'homme n'en maîtrisant que partiellement la survenue (impact des conditions climatiques notamment). Il est pernicieux car la contamination fongique reste difficilement mesurable, de nouvelles toxines sont encore à découvrir et des évaluations nouvelles conduisent à réévaluer la toxicité de certaines mycotoxines¹². Enfin il peut être multiple en raison de la capacité d'une même moisissure à produire différentes mycotoxines ou parce que différentes moisissures peuvent contaminer le même

¹² L'exemple le plus emblématique et le mieux renseigné relève du secteur médical avec le retrait des AMM de médicaments contenant des dérivés ergotés en 2013, suite à une réévaluation européenne, ayant conclu à un rapport bénéfice/risque défavorable. Il a été observé qu'aux doses prescrites ces spécialités pouvaient présenter un risque inacceptable d'effets indésirables de type fibrose ou ergostime, avec des données d'efficacité disponibles limitées. Le parallèle avec la contamination naturelle par des alcaloïdes d'ergot du seigle a conduit les toxicologues à recommander la prise en compte du dosage en alcaloïdes des produits de la récolte en sus de l'observation directe du champignon afin d'améliorer la marge de sécurité.

végétal. Dans ces conditions, la règle générale est que plusieurs toxines d'une même famille structurale ou présentant des structures différentes se retrouvent dans le même produit alimentaire. L'évaluation de la toxicité de ces mélanges de toxines est plus complexe et dépend de nombreux facteurs : les toxines, leur ratio mais aussi la concentration du mélange.

Exposé 2 : Béatrice Orlando (Arvalis-Institut-du-végétal) aborde le sujet des risques liés aux adventices et à la résurgence de maladies anciennes au travers du cas de l'ergot de seigle:

Elle rappelle que si l'on pensait qu'elles étaient de l'histoire ancienne, et pourtant, certaines maladies ressurgissent aujourd'hui. C'est le cas de *Claviceps purpurea*, champignon responsable de l'ergot du seigle. Ce phytopathogène est susceptible de se développer sur toutes les graminées, qu'elles soient cultivées, comme le seigle, le blé ou le triticale, fourragères, comme la fétuque ou le dactyle ou adventices, comme le vulpin ou le ray-grass. Contenant des alcaloïdes, sa présence dans les récoltes de céréales est susceptible de présenter des risques sanitaires pour l'homme comme pour les animaux. Ce champignon a causé de nombreuses épidémies au Moyen-âge, où le seigle tenait une place importante dans l'alimentation. Alors qu'on le croyait éradiqué, il revient régulièrement contaminer les lots de céréales notamment depuis le début des années 2000.

La Commission Européenne suit de près ce contaminant. Après la Directive Européenne 2002/32 pour les denrées destinées à l'alimentation animale, c'est également le Règlement Européen 2015/1940 qui fixe dorénavant une limite maximale réglementaire d'ergot pour l'alimentation humaine, conditionnant ainsi l'accès aux marchés. Le contrôle de l'ergot présent dans les lots est donc indispensable. Pour aller plus loin, la Commission Européenne projette également de réglementer les alcaloïdes en 2017.

Pour mieux apprécier l'étendue de cette résurgence, ARVALIS – Institut du végétal a conduit une enquête sur le terrain¹³. Entre 2012 et 2016, plus de 3 000 parcelles agriculteurs de blé tendre, blé dur, orge, triticale et seigle ont été enquêtées selon une même méthodologie, au sein d'une démarche menée par ARVALIS-Institut du végétal en collaboration avec différents partenaires de la filière, dont FranceAgriMer. Ces travaux ont permis d'une part de déterminer l'occurrence de l'ergot présent au champ sur le territoire national depuis 2012, ainsi que la relation entre la contamination en ergot des cultures, et la production des alcaloïdes associés.

D'autre part, cette enquête pluriannuelle a permis d'identifier et de hiérarchiser quatre facteurs agronomiques influant sur les niveaux de contamination en alcaloïdes des céréales. La plante hôte constitue un facteur de première importance. Le seigle est la culture la plus sensible à la maladie, ce qui justifie l'appellation historique « ergot du seigle ». Le triticale est également identifié comme sensible à la maladie. Cette sensibilité s'explique par le degré d'allogamie des différentes cultures, les plantes allogames présentant une sensibilité supérieure à floraison.

Les graminées adventices jouent également un rôle de premier rang dans les contaminations en ergot des cultures. La présence de graminées en sortie d'hiver peut constituer une source de contamination de la récolte et de la parcelle à plus long terme. Cette contamination peut être directe (les sclérotés des graminées, non contrôlés se retrouvent dans la récolte) soit indirecte (les graminées servant de relais à l'ergot, avant de contaminer la céréale en floraison).

¹³ Ces travaux font suite aux résultats considérables obtenus par Dominique Jacquin auquel une étude a été confiée en lien avec le Ministère de l'Agriculture et l'INRA, soucieux d'anticiper et d'expliquer au mieux un risque sanitaire ré-émergent.

Le précédent cultural joue également un rôle : les précédents céréales, hôtes de la maladie, doivent être particulièrement surveillées, mais aussi plus largement toutes les cultures telles que le colza induisant des difficultés de désherbage, les graminées adventices entretenant l'inoculum dans les parcelles. La maîtrise des graminées est donc cruciale afin de limiter les risques sanitaires liés à l'ergot, quelle que soit la culture concernée. Compte tenu du développement des populations de vulpins et ray-grass résistants aux herbicides, le risque lié à l'ergot est amplifié, faute de solutions chimiques efficaces en sortie d'hiver. Le recours au désherbage d'automne est donc une nécessité dans de nombreuses situations.

Le travail du sol profond permet d'enfouir suffisamment les sclérotés dans le sol pour que ces derniers germent dans le sol, empêchant l'émission des ascospores dans l'air, et donc la contamination des graminées à floraison. L'effet du désherbage mécanique dans les céréales n'est en revanche est ambivalent très peu efficace pour des applications d'automne et d'hiver sur l'ergot car sélectif des graminées hôtes de l'ergot et trop proche du blé, il peut être efficace lorsque utilisé tardivement avec passages de herse étrille successifs au printemps pour détruire les têtes à périthèces à germination. Cela reste en pratique assez laborieux.

L'importance de ces leviers agronomiques a pu être démontrée par ailleurs au travers d'essais analytiques. D'autres facteurs constituent des leviers pour gérer le risque ergot, mais ne sont pas identifiables au travers de cette approche d'enquête. C'est le cas de certains traitements de semences inhibant la germination des sclérotés présents dans les lots de semences. C'est le cas également de l'impact du choix variétal puisqu'il existe des différences de sensibilités à l'ergot, mais il n'existe pas aujourd'hui de dispositif d'évaluation permettant de caractériser les variétés.

Les travaux mis en œuvre depuis 5 ans ont permis de clarifier le caractère multifactoriel du risque ergot.

La lutte contre cette maladie s'articule autour de 3 axes :

- éviter d'introduire la maladie dans la parcelle : traitement de semences, maîtrise des graminées dans et autour des parcelles,
- éviter de multiplier l'inoculum : maîtrise du désherbage et adaptation du travail du sol,
- éviter de cultiver des espèces et variétés sensibles dans les situations à risque.

La maîtrise des graminées adventices joue donc un rôle primordial dans la lutte contre l'ergot. Au-delà de la problématique de l'ergot développée ici, la maîtrise du désherbage constitue également un levier incontournable dans la lutte contre les adventices toxiques susceptibles d'être présentes dans les cultures, et dont certaines peuvent notamment contenir des alcaloïdes tropaniques (datura, etc...) ou des alcaloïdes pyrrolizidiniques (sénéçons, etc...).

Outre les pratiques agronomiques, le climat reste le premier facteur explicatif des contaminations en ergot.

Plusieurs années d'études sont donc nécessaires pour avoir une vision objective de l'influence du climat. Si les températures hivernales rencontrées sur notre territoire permettent la germination des sclérotés, le champignon nécessite pour se développer des conditions printanières avec des pluies régulières : l'humidité enviroissante est un facteur déterminant tant pour la germination des sclérotés que la libération des ascospores.

Exposé 3 : Alain Froment (Syngenta) conclut sur l'état des lieux et les pistes de gestion du risque de contamination des céréales (à paille et maïs) par les mycotoxines :

Il rappelle que les mycotoxines concernées par le Règlement européen 1831/2003 étaient surtout recherchées dans les plans de surveillance en France et en Europe. Mais le nombre de contaminants analysés évolue en fonction des avis de l'EFSA, des recommandations de la Commission européenne et des spécifications des industriels de la transformation des grains.

Une synthèse permet d'établir l'occurrence des principales mycotoxines selon les cultures. Intercéréales a publié en 2014 une préconisation de surveillance en fonction des couples culture / mycotoxines. Plus récemment, Arvalis-Institut du végétal a complété la liste des contaminants « émergents » à intégrer dans les plans de surveillance.

Sur le plan pratique, il est développé le niveau de détection annuelle des différentes mycotoxines depuis 2001 : DON, ZEA ou ZEN, T2-HT2 dans les céréales à paille et le maïs et fumonisines uniquement dans le maïs. Il est rappelé que les conditions climatiques encadrant la floraison des blés (blé tendre et blé dur) expliquent la part la plus importante de la variabilité des teneurs en déoxynivalénol (DON) à la récolte. La compréhension des mécanismes et des facteurs qui interagissent contribue à gérer le risque mycotoxines. Elles concernent la gestion de l'inoculum de *Fusarium* par les pratiques culturales (précédent et travail du sol), l'utilisation de variétés peu sensibles et la lutte contre le champignon par des fongicides ou des produits de bio-contrôle. Ce travail a également été mené en maïs pour le DON, la zéaralénone et les fumonisines et pour les trichothécènes de type A (T2 et HT2) sur l'orge de printemps. L'application de bonnes pratiques pour la gestion du risque au champ est d'autant plus pertinente que ces contaminants, une fois synthétisés dans le grain, sont stables et difficiles à éliminer.

Les modèles de prévision du risque mycotoxines avant récolte constituent un enjeu déterminant pour les collecteurs de grains. De nombreuses études mentionnent une influence prépondérante du climat sur le développement des *Fusarium* et par la suite sur la production des mycotoxines. Syngenta a élaboré des modèles issus du traitement statistique de 17 années de référence avec un grand nombre de données d'analyses mycotoxines, de conditions agronomiques et climatiques issues de parcelles de production en céréales à paille et en maïs. Arvalis-Institut du végétal développe également ce type d'outil. L'utilisation croissante de ces modèles prédictifs depuis 2004, démontre l'attente forte des filières de transformation des grains pour pouvoir anticiper la qualité des récoltes. Il permet aux organismes stockeurs d'organiser au mieux leur plan de surveillance ainsi que la collecte et l'allotement¹⁴.

Partie échange avec la salle et réponses aux questions :

1- Effet des cultures intermédiaires (hors rotation abordée) ou plantes de couverture sur l'ergot ?

Réponse de Béatrice Orlando sur l'absence d'essai spécifique mais étant donné la biologie de l'ergot, la piste ne paraît pas prioritaire et l'effet peu probable.

2- Existe-il une différence entre l'agriculture biologique et l'agriculture conventionnelle ou intégrée en termes de teneur en mycotoxines ou d'exposition ?

Réponse de Béatrice Orlando et Alain Froment : l'agriculture biologique était faiblement représentée dans le réseau de parcelles, pas de conclusion possible issue de la comparaison exposée.

Avis complémentaire post séance des animateurs : la sur représentation de l'agriculture biologique dans le sud de la France ou l'ouest par rapport à l'agriculture conventionnelle et la faible place du maïs dans l'agriculture biologique ne permet pas une comparaison valide au plan national.

Le recours plus systématique au labour pour la production de blé bio, l'absence de précédent maïs place *a priori* la production de blé en agriculture biologique dans des situations agronomiques moins favorables que l'agriculture conventionnelle pour le développement de fusariotoxines ou d'ergot au champ. Le choix variétal plus restreint de l'agriculture biologique du fait du recours prioritaire à des blés rustiques vis à vis des maladies des feuilles laisse toutefois moins de latitude pour le choix variétal à l'agriculture biologique¹⁵. Les principales difficultés de l'agriculture biologique se situent au niveau de la gestion des adventices toxiques ou des contaminants en phase de stockage faute de disposer des insecticides de post récolte de l'agriculture conventionnelle. La gestion de la carie du blé est aussi complexe en agriculture biologique mais ne dégrade que la qualité

¹⁴ Gestion des lots en fonction de leur degré de contamination.

¹⁵ Il n'existe pas de variété qui cumulerait toutes les qualités et toutes les résistances aux maladies. Les variétés de blé bio sont prioritairement résistantes aux septorioses, rouilles, oïdium, la gestion de la fusariose étant davantage renvoyée sur l'agronomie avec le labour et l'absence de précédent maïs.

organoleptique de la récolte et non pas la qualité sanitaire. Le maïs biologique est également plus exposé aux mycotoxines mais la production de maïs bio est totalement marginale dans la production biologique française et essentiellement consommée par des animaux.

3- Quelle gestion post récolte du grain est possible (allotement, mélange, tri et nettoyage), une partie des lots est-elle détruite ?

Réponse collective : L'allotement est systématique en cas d'observation de parcelles contaminées, récoltes traitées et stockées séparément et non mélangées. Il y a effectivement un tri et un nettoyage qui est fait sur les lots, pratiques plus minutieuses sur les lots contaminés, avec soufflerie et calibrage pour éliminer les grains fusariés ou trieur optique pour éliminer les ergots mélangés aux grains. Ces mesures sont efficaces mais parfois insuffisantes, surtout si un grand nombre de parcelles sont contaminées.

Les lots les plus sécurisés sont bien évidemment réservés à la consommation humaine¹⁶. Ceux plus contaminés réservés aux animaux d'élevage les moins sensibles.

Dans l'UE la dilution avec mélanges de lots est interdite mais cette obligation peut ne pas être respectée dans tous les pays, des dilutions avec des règles strictes ont été autorisées en 2012 aux EUA. Des lots de triticales trop contaminés par l'ergot du seigle pour être triés ont été détruits par enfouissement profond dans un département du massif central entre 2005 et 2010. L'identification des principaux facteurs de risque et l'adoption plus systématique de mesures de prévention, notamment le fauchage précoce des bandes enherbées composées de graminées et la qualité du désherbage antigraminées.

4- Parmi les moyens de gestion, les capteurs de mycotoxines ou autres absorbants sont ils autorisés/utilisés en France et en Europe ?

Réponse collective : Il existe effectivement des capteurs ou fixateurs de mycotoxines souvent certaines des argiles, ils ne sont utilisables qu'en alimentation animale. Ils ne sont pas polyvalents ou universels.

Leur emploi est surtout documenté contre les aflatoxines dans les pays concernés.

Deux ont été évalués par l'EFSA mais non encore autorisés formellement. Des procédés de biotransformation sont aussi évalués mais l'autorisation formelle n'est pas encore disponible, la biotransformation mal maîtrisée pouvant entraîner une diminution comme une augmentation du risque d'où l'importance de dossiers solides en appui de la démonstration.

5- Quid des biotechnologies pour lutter contre la contamination par les mycotoxines au champ?

Réponse collective : Il existe un blé modifié par transgénèse très résistant à la fusariose de l'épi mais il n'a pas été développé, le blé étant une espèce présentant, actuellement, une acceptation sociétale faible pour l'utilisation de variétés OGM au plan mondial.

Pour le maïs, il a été prouvé dans différents pays USA, Allemagne, Espagne, France... l'intérêt du maïs Bt pour réduire la contamination par différentes mycotoxines en réduisant la vection des fusarioses et les blessures occasionnées sur le grain par la pyrale ou d'autres chenilles de lépidoptères. La démonstration a été faite notamment par les américains, les canadiens, les espagnols et les français mais elle n'a pas été déterminante dans les pays où les citoyens (ou les consommateurs) refusent la culture de plantes transgéniques.

Témoignage de Pierre Pagès, président du GNIS, présent dans la salle qui souligne la préférence des autorités marocaines pour le maïs Bt pour l'importation en raison de teneurs en moyenne plus faibles en fusariotoxines.

6- Quid de l'interaction avec d'autres maladies comme le virus de la jaunisse nanisante chez le blé ?

¹⁶ Malgré ces précautions, l'EAT²¹⁶ de l'ANSES qui parlait de l'exposition réelle des populations relevait une préoccupation pour le déoxynivalénol et ses composés acétylés avec un risque ne pouvant être écarté pour certains groupes de consommateurs (adultes et enfants les plus exposés) et l'EAT infantile pour le DON et les mycotoxines T-2 & HT-2.

Réponse Marc Délos : il existe bien une interaction entre la réduction de la vigueur de la plante liée à un stress biotique ou abiotique autre, ici la contamination par un virus et le développement des fusarioses sur l'épi. Des travaux allemands et canadiens démontrent cette influence de la contamination par le virus sur une pression plus forte de fusariose mais il n'a pas été possible de le vérifier de façon formelle depuis. Des observations globales vont cependant dans ce sens (2007 et 2016 ont été de grandes années pour la gravité de cette virose, mais aussi pour les fusarioses de l'épi sans lien avec des facteurs climatiques qui seraient commun). Le climat lors de l'épiaison du blé et un ensemble de facteurs agronomiques restent déterminants pour expliquer la contamination finale de l'épi.

7- Quid du procédé d'ozonation pour détruire tout ou partie des mycotoxines :

Réponse Isabelle Oswald : procédé très couteux, réservé pour la production de son (partie la plus contaminée) de grande qualité ou de l'aliment destiné aux très jeunes enfants (baby food). L'ammonisation a été aussi utilisée sur des lots contaminés par des aflatoxines, c'est un vieux procédé qui ne concerne pas l'Europe. La priorité est désormais à la gestion avant la récolte en jouant sur les facteurs de risques au champ.

En conclusion , Dominique Parent Massin, membre de la huitième section, a rappelé que la présence dans les denrées alimentaires de mycotoxines dangereuses pour la santé animale et humaine n'est pas récente et a retracé l'histoire des mycotoxicoses à travers les siècles et l'art pictural .

Les effets toxiques connus de pesticides, plus particulièrement de fongicides, effets infiniment moindres, ont été mis en parallèle avec ceux des mycotoxines les mieux connues.

Le manque d'intérêt des médias sur les risques toxicologiques induits par la présence de mycotoxines, l'absence d'information du public, les difficultés de l'évaluation du risque toxicologique de ces substances naturelles pour le consommateur dues à l'absence d'études toxicologiques réglementaires amènent le grand public à une totale méprise.

Le consommateur considère en général que des résidus de pesticides, bien que parfaitement évalués et ne faisant pas courir de risque aux consommateurs du point de vue de la toxicologie scientifique, sont plus dangereux que des mycotoxines mal contrôlées et mal évaluées.

Ici le très haut niveau voir l'excès de connaissances et de sécurité pour les pesticides agricoles crée de l'angoisse, alors que l'ignorance du danger et du risque génère un faux sentiment de sécurité quant à des substances naturelles, pourtant réputées comme à l'origine d'accidents sanitaires historiques, généralisés , récurrents et très graves à l'instar de l'ergot du seigle¹⁷.

Ce consommateur ignore même que certaines mycotoxines ont été utilisées comme armes chimiques (très « efficace ») dans l'histoire de l'humanité.

Il paraît donc essentiel d'amener le grand public à une meilleure connaissance et compréhension de ces problèmes et d'aborder la question de l'utilisation des pesticides agricoles, notamment pour prévenir la présence ou la présence en excès de champignons toxigènes, dans le cadre d'une véritable analyse bénéfique risque, analyse qui reste indispensable et doit être améliorée.

¹⁷ Citant le professeur D Corpet dans <http://fcorpet.free.fr/Denis/Risque-seigle-mycotoxine-ergot-T2.html>, le livre remarquable et trop méconnu de **Mary Kilbourne Matossian "Poisons of the Past: Molds, Epidemics, and History"** démontre de façon magistrale comment de grands pans de l'Histoire s'expliquent pour tout ou partie par des intoxications avec ces mycotoxines des contaminants du seigle: l'incidence de la pandémie de peste bubonique (Peste Noire, 1348), les sorcières d'Europe (France 1580-1650) et de Salem (USA, 1692), le réveil religieux "the Great Awakening" (USA, 1741), la grande peur des campagnes françaises avant la révolution (France 1789), et surtout l'explosion démographique en Europe (1750-1850), ou plutôt la fertilité incroyablement basse avant 1800. Tous ces phénomènes peuvent trouver une explication dans la consommation importante de pain de seigle, et les années dont le climat fut favorable au développement des moisissures et à la production des toxines.