

# La fusariose de l'épi en froment d'hiver et la contamination des épis par le DON: bilan des travaux menés depuis 4 ans au CRA-W

Chandelier A<sup>1</sup>, Detrixhe P<sup>1/2</sup>, Oger R<sup>2</sup>, Sinnaeve G<sup>3</sup>, Romnée JM<sup>3</sup>, Ciza A<sup>3</sup>, Dekeyser A<sup>1</sup>, Cavelier M<sup>1</sup>

1.	<b>RAPPEL SUR LA PROBLEMATIQUE</b> .....	1
2.	<b>LES FACTEURS DE RISQUE</b> .....	2
3.	<b>QUEL EST L'INTERET D'UNE TELLE ETUDE POUR LA FILIERE DES CEREALES EN BELGIQUE ?</b> .....	3
3.1.	IMPORTANCE DE LA CULTURE DU FROMENT D'HIVER EN BELGIQUE .....	3
3.2.	L'ETABLISSEMENT DE SEUILS D'ACTION POUR LES MYCOTOXINES DE <i>FUSARIUM</i> .....	3
3.3.	MISE EN PLACE D'UN SYSTEME D'AUTOCONTROLE .....	5
4.	<b>A-T-ON DES RAISONS DE S'INQUIETER EN WALLONIE ?</b> .....	6
4.1.	COLLECTE D'ECHANTILLONS ET ANALYSE DU DON .....	6
4.2.	EVALUATION DES FACTEURS DE RISQUE.....	7
5.	<b>QUE PROPOSE LE CRA-W POUR AIDER LA FILIERE?</b> .....	8
5.1.	EVALUATION DE LA SENSIBILITE DES VARIETES DE FROMENT D'HIVER A LA CONTAMINATION EN DON..	8
5.2.	MISE EN PLACE D'UN SYSTEME D'ANALYSE PERMETTANT AU NEGOCIANT DE FAIRE DU STOCKAGE DIFFERENCIE.....	10
5.3.	DEVELOPPEMENT D'UNE TECHNIQUE DE DOSAGE DU DON UTILISABLE PAR LES COLLECTEURS .....	10
6.	<b>CONCLUSION</b> .....	11

## **1. Rappel sur la problématique**

La fusariose de l'épi est une maladie fongique qui affecte de nombreuses céréales. En culture de froment d'hiver, les épillets touchés présentent début juillet une couleur blanchâtre et, à la récolte, les grains sont de petite taille, de faible densité et parfois couverts d'un duvet blanc ou rose.

La maladie peut être causée par des champignons appartenant à deux genres différents, le genre *Microdochium* et le genre *Fusarium*.

En Belgique, cette maladie ne cause pas des pertes de rendement sensibles mais est responsable de fonte de semis lorsque les grains infectés sont utilisés comme semences, surtout en absence de désinfection des semences (agriculture biologique). Toutefois, le

<sup>1</sup> CRA-W – Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

<sup>2</sup> CRA-W – Section Biométrie et Gestion des données agrométéorologiques

<sup>3</sup> CRA-W – Département Qualité

caractère nuisible de cette maladie a considérablement augmenté depuis que l'on a découvert que les *Fusarium* étaient susceptibles de produire des mycotoxines sur les épis infectés. Ces substances dont certaines résistent très bien au processus de transformation, et notamment à de hautes températures, sont toxiques pour l'homme et l'animal. Leurs effets varient selon les quantités ingérées et selon les mycotoxines en présence (effet de synergie) allant de simples problèmes cutanés ou digestifs à des problèmes beaucoup plus graves comme des hémorragies, des altérations des systèmes nerveux et immunitaire. Pour certaines mycotoxines (cas des fumonisines et de la toxine T2), des effets cancérogènes ont été signalés sur animaux de laboratoire.

Les principales mycotoxines produites par les *Fusarium* appartiennent principalement à trois familles : les trichothécènes, la zéaralénone et les fumonisines. Le DON, appartenant à la famille des trichothécènes, est probablement la mycotoxine la plus fréquemment retrouvée dans des grains de froment d'hiver infectés par les *Fusarium*. On le retrouve principalement dans les enveloppes externes du grain. Parmi les effets constatés chez les mammifères, on notera des vomissements, des pertes d'appétence, des altérations des muqueuses de l'œsophage et de l'estomac, et une réduction du taux de globules rouges dans le sang. La sévérité des symptômes varie selon l'espèce considérée. Ainsi, les porcs sont très sensibles à une contamination de leur ration alimentaire par du DON.

### **2. Les facteurs de risque**

Les facteurs de risque de développement de la maladie et de contamination des grains par des mycotoxines sont encore peu connus, très probablement parce qu'il s'agit d'une problématique complexe faisant intervenir une multitude de facteurs à la fois météorologiques, microbiologiques, génétiques et agronomiques interagissant les uns avec les autres. On sait toutefois que les conditions météorologiques au moment de la floraison de la céréale, période très courte durant laquelle les épis sont les plus réceptifs aux contaminations par les *Fusarium*, jouent un rôle clef non seulement dans la production de spores à partir d'un inoculum primaire et dans le transport de ces spores vers les épis, mais aussi sur la réalisation même de ces infections. Les systèmes de culture ont également une incidence sur l'importance des infections. On sait par exemple que la présence de résidus de maïs, qui supportent une grande part de l'inoculum de *Fusarium graminearum* dans le sol, est un facteur de risque important pour la contamination du froment, d'où l'importance du maïs dans la rotation et de la nature du travail du sol. Mais qu'en est-il du rôle d'autres précédents culturaux que le maïs, de la fertilisation azotée, de la densité de semis, de la présence d'insectes dans la parcelle ou encore du choix d'une agriculture biologique en lieu et place d'une agriculture conventionnelle sur le risque d'infection ? Les travaux réalisés sur le sujet sont souvent contradictoires, et ne permettent pas aujourd'hui d'évaluer l'impact de ces facteurs sur l'infection.

Le choix variétal constitue certainement l'une des voies les plus prometteuses dans la lutte contre la fusariose de l'épi et la contamination par les mycotoxines qui y est associée. La résistance à la fusariose de l'épi est une résistance horizontale (non spécifique). Actuellement, 5 mécanismes de résistance ont été identifiés. Dans une optique de limitation des risques de contamination par les mycotoxines, certaines formes de résistance sont intéressantes comme la résistance à l'infection initiale (mécanisme I), la résistance à la

propagation des *Fusarium* dans la plante hôte (mécanisme II), ou la résistance par détoxification du DON (mécanisme III). Cette dernière forme de résistance est toutefois moins intéressante que les 2 autres. Elle n'empêche pas la multiplication des *Fusarium*. Ceci crée une contamination au niveau du sol par les résidus, contamination qui peut être durable, ce qui augmentera le potentiel d'inoculum de la parcelle. Les variétés capables de tolérer l'infection et l'accumulation de grandes quantités de DON (mécanisme IV) sont par contre à éviter.

### **3. *Quel est l'intérêt d'une telle étude pour la filière des céréales en Belgique ?***

#### **3.1. Importance de la culture du froment d'hiver en Belgique**

Les céréales représentent la principale culture arable en Belgique, occupant 173 582 ha en Wallonie en 2003. Le froment est de loin la principale céréale cultivée, avec une production en Région wallonne qui atteignait 990 184 tonnes en 2001, soit 72% de la production belge<sup>4</sup>. La Belgique reste un pays importateur de céréales, la majeure partie des importations provenant de France, d'Allemagne et des Pays-bas, **pays qui seront eux aussi soumis à la normalisation qui se met en place au niveau de l'Union Européenne en matière de mycotoxines** (voir point 3.2).

L'écoulement du froment d'hiver dans le commerce présente une répartition qui varie fortement d'une année à l'autre. En 1999-2000, environ 30 % des lots étaient destinés à l'alimentation humaine, 30% à la fabrication d'aliments pour bétail et 30 % au secteur de l'amidon<sup>5</sup>. Aujourd'hui, la tendance est un peu modifiée puisqu'on estime à environ 60 % la production de froment d'hiver destinée à l'alimentation animale (donnée provenant du négoce).

#### **3.2. L'établissement de seuils d'action pour les mycotoxines de *Fusarium***

##### *a) Le froment panifiable :*

Lors de sa réception par l'organisme de stockage, le froment panifiable doit répondre à des critères de qualité. Jusqu'à présent, la qualité des froments panifiables était évaluée par différents tests, et notamment le test de Hagberg (activité des amylases), le test de Zélény (qualité des protéines) et le poids à l'hectolitre, des primes de qualité étant octroyées au producteur pour l'encourager à respecter ces critères. Depuis 2003, le barème SYNAGRA (le syndicat national du commerce des céréales et autres produits agricoles) a introduit un droit de refus si le taux de DON dans les blés panifiables dépassait 750 µg/kg (ppb). Il s'agit d'une recommandation qui n'a aucune base légale, mais qui pourrait faire perdre à l'agriculteur toute bonification.

---

<sup>4</sup> Groupe de travail de la Filière « Céréales » – Caractérisation de la filière en Région wallonne, Novembre 2003.

<sup>5</sup> Données INS publiées dans le rapport annuel 2000 (-2001) de la Filière Grandes Cultures

Depuis deux ans, la Commission européenne travaille à l'élaboration d'une réglementation fixant des teneurs maximales en DON, mais aussi en zéaralénone et en fumonisines (B1 + B2) au niveau des matières premières et produits transformés destinés à l'alimentation humaine. Dans son dernier projet (SANCO/0006/2004), les teneurs maximales autorisées pour le DON étaient celles présentées au tableau 1.

Tableau 1 –Teneurs maximales autorisées en déoxynivalénol (DON) dans les produits céréaliers destinés à l'alimentation humaine (document de travail, SANCO/0006/2004 – rev. 6).

Produit	Teneur maximale autorisée (ppb)
Grains non transformés <sup>1</sup> (autres que les grains de blé dur, de maïs et d'avoine)	1250
Grains non transformés de blé dur et d'avoine	1750
Grains non transformés de maïs	en discussion
Farines de céréales	750
Pains, biscuits, céréales petit déjeuner	500
Pâtes	750
Aliments pour bébé <sup>2</sup>	200

<sup>1</sup> : Grains placés sur le marché pour la transformation primaire

<sup>2</sup> : Par rapport à la matière sèche

Il est important de souligner qu'il s'agit de **chiffres non définitifs**, qui pourraient encore être modifiés suite aux données accumulées sur les niveaux de contamination généralement observés dans les lots de grains. Ces seuils devraient toutefois être d'application **dès 2006**, du moins pour le DON.

Au-delà de ces seuils d'action, d'autres mesures vont être prises par l'UE pour écarter tout lot contaminé. Selon le considérant 7 et l'alinéa 3 de l'article 2 du règlement (CE) 466/2001, le principe de dilution est interdit. Ainsi, il est interdit de mélanger des lots sains (dont le niveau de contamination sera inférieur au seuil établi) avec des lots contaminés. Des lots de froments panifiables non conformes devront être écartés. Ils pourront éventuellement être déclassés en froment fourrager si leur niveau de contamination ne dépasse pas la recommandation établie (voir point suivant).

### b) le froment fourrager :

La teneur maximale en DON recommandée dans les froments destinés à l'alimentation animale est actuellement de 5000 ppb et ce, quelle que soit la destination du lot. Toutefois, des normes pour le DON et la ZEA sont en discussion au niveau de l'UE. Ces normes seront différentes selon la destination des produits (alimentation pour les porcs, la volaille, ...). Les chiffres présentés au tableau 2 relatifs aux teneurs en DON dans les produits à destination des animaux donnent une tendance mais sont **toujours en discussion**. La date de mise en application de ces seuils n'a pas encore été fixée.

Il est intéressant de constater que dans les deux cas (froment panifiable et froment fourrager), les propositions de l'UE sont moins strictes que les recommandations SYNAGRA actuellement en vigueur pour le DON.

Tableau 2 – Teneurs maximales autorisées en déoxynivalénol (DON) dans les produits céréaliers destinés à l'alimentation animale (document de travail, DG SANCO – communiqué par l'AFSCA, février 2005).

Produit	Teneur maximale autorisée (en ppb) dans les aliments pour animaux dont le taux d'humidité est de 12%
Aliments complets et ration complémentaire pour les porcs	900
Aliments complets et ration complémentaire pour les veaux, les agneaux	2000
Aliments complets et ration complémentaire pour le bétail, les moutons et les chèvres	5000
Aliments complets et ration complémentaire pour la volaille	5000
Autres aliments complets et ration de complément (chevaux, lapins, ...)	5000
Céréales et produits céréaliers destinés à l'alimentation du bétail	8000*

\* : le chiffre de 5000 ppb dans les céréales est aussi proposé.

### 3.3. Mise en place d'un système d'autocontrôle

Depuis le 1 janvier 2005, l'AR du 14 novembre 2003 relatif à l'autocontrôle et à la traçabilité dans la chaîne alimentaire est d'application. Selon cet arrêté, tous les maillons de la chaîne alimentaire, depuis le producteur jusqu'au distributeur sont concernés par la sécurité des denrées alimentaires. Pour l'aval de la production primaire, cette réglementation confirme la nécessité de mettre en place un système d'autocontrôle basé sur le système HACCP (« Hazard Analysis Critical Control Point »), en ce qui concerne les denrées alimentaires.

Les agriculteurs ne doivent pas mettre en place un système d'autocontrôle proprement dit mais doivent effectuer un contrôle régulier des prescriptions en matière d'hygiène. Les règles générales d'hygiène applicables à la production primaire prévoient notamment que les producteurs doivent, dans la mesure du possible, veiller à ce que leurs produits soient protégés contre toute contamination provoquée par des organismes nuisibles. Il doivent également tenir un registre où sont renseignés les différents traitements effectués sur la parcelle, la présence d'organismes nuisibles ou de maladie pouvant compromettre la sécurité des produits et les résultats d'analyses effectuées revêtant une importance pour la santé publique.

Pour permettre aux producteurs de répondre aux exigences de ce nouvel AR, un guide sectoriel intégré au standard GIQF (Gestion Intégrale de la Qualité Filière) est en train de se mettre en place. L'objectif est l'approbation et la validation de ce guide sectoriel par des organismes certificateurs accrédités par Belac et agréées par l'AFSCA afin que les exploitations qui satisfont aux exigences de ce guide soient automatiquement en règle avec l'AR.

Il est toutefois bon de rappeler que la contamination des céréales par des mycotoxines de *Fusarium* est un cas un peu particulier puisque l'infection des épis par des *Fusarium* dépend notamment de paramètres météorologiques sur lesquels l'homme n'a aucune prise. Le respect

de bonnes pratiques agricoles pourrait donc, dans certains cas, ne pas être suffisant. La mise en place d'une stratégie d'échantillonnage cohérente revêt donc une importance toute particulière dans ce cas.

## 4. A-t-on des raisons de s'inquiéter en Wallonie ?

### 4.1. Collecte d'échantillons et analyse du DON

Au cours de la période 2001-2004, des échantillons de grains ont été collectés en Wallonie dans la zone de haute densité céréalière dans des champs de la pratique (en 2002-2004) et dans des parcelles d'essai n'ayant reçu aucun traitement fongicide (2001). Pour les échantillons de 2002-2004, des informations culturales (précédent cultural, variété utilisée) ont été collectées. De plus, chaque parcelle échantillonnée a été localisée à l'aide d'un GPS afin de pouvoir déterminer *a posteriori* les conditions météorologiques qui prévalaient au moment de la floraison des épis. En 2002-2003, la date de floraison a été estimée à l'aide d'un modèle phénologique, tandis qu'en 2004, la date réelle de floraison (donnée fournie par les agriculteurs participant à l'étude) a été utilisée. Les données météorologiques de base (température, humidité relative, vent...) ont été collectées au niveau de stations météorologiques tandis que les données de pluies (occurrence de précipitations par pas de temps de 20 min) ont été collectées au niveau d'un radar météorologique de l'IRM (radar de Zaventem en 2002, radar de Libramont en 2003 et 2004).

Le tableau 3 présente les teneurs en DON déterminées par analyse ELISA pour les quatre années de l'étude, et le pourcentage de lots non conformes selon la recommandation de 750 ppb (actuellement en vigueur) et la norme proposée par l'UE pour des froments panifiables (1250 ppb, sauf modification ultérieure).

Tableau 3 – Taux de DON mesuré dans des lots de grains provenant de parcelles.

	2001	2002	2003	2004
Nbre échant.	67	66	197	112
Moyenne (ppb)	< LOD	620	270	200
Médiane (ppb)	< LOD	400	< LOD	< LOD
Maximum (ppb)	400	2850	2750	2500
Incidence (%)*	8,4	74,7	51	35
> 1250 ppb (%)	0	18	5	1,8
> 750 ppb (%)	0	27	9	5
Moye Fg (%)	0,38	5,6	7,23	5,7
R <sup>2</sup> **	nd	0,63	0,23	0,18

cultivées en froment d'hiver en Wallonie.

LOD : limite de détection (fixée à 120 µg/kg en DON après validation du test ELISA selon la norme AFNOR NF 03/110). Moye Fg = Pourcentage moyen de *Fusarium graminearum* dans la flore fongique totale présente au niveau des grains

\*: Incidence = pourcentage de lots dépassant la LOD

\*\* : coefficient de détermination caractérisant la relation DON / taux de *Fusarium graminearum*.

## 4.2. Evaluation des facteurs de risque

L'examen du tableau 3 met en évidence l'importance du facteur année dans le niveau de contamination en DON des lots de grains. Ainsi, l'année 2002 était clairement une «année à mycotoxines», avec 18 % des échantillons dépassant la future norme européenne de 1 250 ppb. L'année 2003 présentait une situation intermédiaire tandis que 2001 et 2004 étaient des années normales (pourcentage d'échantillons dépassant le seuil de 1 250 ppb inférieur à 2%).

**La présence de mycotoxines de *Fusarium* dans les grains n'est donc un phénomène qui se reproduit chaque année dans les parcelles.** Par ailleurs, l'analyse réalisée n'a pas tenu compte du caractère panifiable (norme à 1 250 ppb) ou fourrager (norme proposée à 8 000 ppb). Sachant que plus de la moitié des froments cultivés en Belgique sont destinés à l'alimentation animale (voir point 3.1 de ce document), **le pourcentage de lots non conformes reste faible, même en année à risque élevé.**

Des conditions météorologiques particulières au stade précis de la floraison (variables d'une année à l'autre) sont probablement à l'origine du caractère aléatoire de la maladie. On constate en effet à l'examen des cartes de données radar pour 2002 (année fusariose) et 2004 (année normale) de fortes différences de durées cumulées de précipitations durant la période critique de floraison des froments, l'année 2002 étant une année plus humide que l'année 2004 (résultats non montrés).

En ce qui concerne les paramètres culturaux, une analyse statistique (analyse de la variance selon un modèle linéaire généralisé) réalisée en 2003 (année à risque moyen) a montré que les paramètres les plus significatifs étaient le précédent maïs et la variété. L'analyse statistique réalisée en 2004 (année normale) a montré que ni le précédent ni la variété n'étaient des paramètres significatifs. **Une hiérarchisation des facteurs de risque est donc nécessaire**, et il est donc important de pouvoir déterminer très tôt dans la saison le type d'année, normale ou à risque, en vue d'éviter l'incorporation de lots contaminés dans des lots sains destinés à l'alimentation humaine lors de la récolte.

La relation entre le taux de *Fusarium graminearum* (la principale espèce de *Fusarium* retrouvée sur les grains en Belgique<sup>6</sup>) et le niveau de contamination en DON des grains est aussi liée à l'année. Les deux paramètres sont bien corrélés en année à fusariose, la corrélation n'existant plus en année normale ( $R^2$  de 0.63 en 2002 contre 0.18 en 2004).

Le choix du maïs comme précédent à une culture de froment est largement utilisé en Wallonie. A titre d'information, sur un échantillon de 197 parcelles prélevées et analysées en 2003, 59 (soit 30%) étaient cultivées après maïs. En 2003 et 2004, les parcelles qui présentaient la valeur la plus élevée de DON (valeur maximale du tableau 3) avaient un précédent maïs. Toutefois, il ne faut pas généraliser et des parcelles avec d'autres précédents que le maïs ont aussi présenté des taux de DON élevés, illustrant bien le fait que la maladie est régie par plusieurs facteurs en interaction.

<sup>6</sup> Chandelier A, Michelet JY, Tangni E, Baert K, Moons E, Vinkx C (2004) – Mycotoxins survey in Belgium and toxigenic *Fusarium* in Belgian wheat. In : An overview on toxigenic fungi and mycotoxins in Europe. Logrieco A et Visconti A (éditeurs), Kluwer Academic Publishers, pp 11-32.

## 5. Que propose le CRA-W pour aider la filière?

En l'absence d'un plan de prévention du risque fusariose et d'analyse du risque « mycotoxines », la filière sera vite confrontée à des problèmes inextricables de gestion des lots (« allotement ») voire d'écoulement de la production. Les agriculteurs et les négociants en grains ont intérêt à prévoir cette situation à l'avance dans le cadre des autocontrôles car un résultat positif entraînant le rejet d'un lot bloquera automatiquement sa commercialisation.

Confrontés à des dépassements de normes, il est à craindre que les acteurs en aval de la filière rejettent sur ceux de l'amont la responsabilité de la non conformité des lots.

Par ailleurs, sans aucun screening préalable, le contrôle systématique des récoltes ne peut pas être envisagé, cela coûterait trop cher et est impraticable sur le terrain (moisson terminée en moins d'une semaine).

De plus, il y a lieu de distinguer les lots entrants (du producteur au collecteur= benne) des lots sortants (du collecteur vers l'utilisateur). L'origine composite des lots sortants (constitués de plusieurs lots entrés) et l'impossibilité pratique de dosage des lots individuels de chaque producteur (lots entrants) rend impossible l'attribution de la responsabilité d'un dépassement éventuel des normes mycotoxines. Dans ce contexte, **la traçabilité totale est essentielle (variété, fiche parcellaire) pour informer le collecteur d'un indice de risque éventuel du lot entrant présenté.** Cet indice de risque doit être associé à des données météorologiques (conditions météorologiques au stade floraison).

Le CRA-W a mis en place une cellule « mycotoxines » regroupant les compétences de plusieurs départements pour former une équipe multidisciplinaire capable de répondre à ce nouveau défi qui risque de devenir la pierre angulaire des débouchés économiques de la filière céréalière. La problématique est abordée sous plusieurs aspects.

### 5.1. **Evaluation de la sensibilité des variétés de froment d'hiver à la contamination en DON**

L'assortiment variétal disponible en Belgique est très ouvert par rapport à d'autres pays comme la France notamment. A titre d'information, le tableau 4 donne un aperçu de la diversité variétale des échantillons analysés en 2002, 2003 et 2004 dans le cadre de l'évaluation des teneurs en DON des froments d'hiver en Wallonie.

Tableau 4 – Nombre de variétés de froment d'hiver se rapportant aux échantillons soumis au dosage de DON (parcelles de la pratique situées dans toute la zone de haute densité céréalière).

Année	Nbre d'échantillons	Nbre de variétés
2002	66	19
2003	197	26
2004	112	25

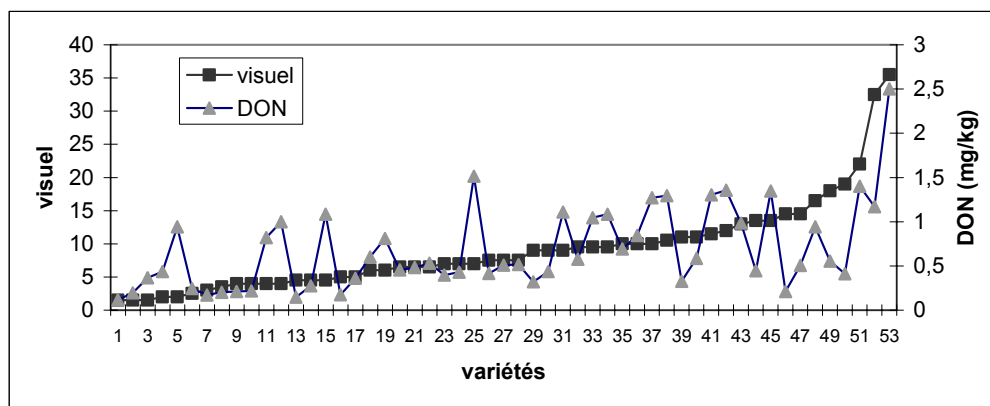
Cette diversité variétale doit permettre aux producteurs de choisir la variété la mieux adaptée à leur situation (économique et géographique notamment) pour optimiser le rendement économique. Elle pose toutefois problème dans un contexte de modélisation du risque de contamination par des mycotoxines car le comportement de ces variétés vis-à-vis de la fusariose et de la contamination en DON n'est pas connu.



Pour fournir un conseil fiable aux producteurs, le Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques a décidé de mettre en place un essai pluriannuel visant à évaluer la majeure partie des variétés disponibles sur le marché ainsi que des lignées en cours d'inscription (plus de 200 numéros au total). Des inoculations artificielles avec des spores de trois espèces de *Fusarium* (*F. graminearum*, *F. culmorum* et *F. avenaceum*) sont réalisées à la floraison des froments en choisissant des concentrations en spores (macroconidies) relativement faibles pour simuler des conditions naturelles d'infection et mettre en évidence des différences de comportement. Deux pulvérisations à une semaine d'intervalle permettent de tenir compte des différentes dates de floraison. L'expérimentation comporte deux répétitions.

Des cotations visuelles (estimation du pourcentage d'épis touchés) sont réalisées début juillet, moment où les symptômes de fusariose sont les plus visibles. A la récolte, les grains préalablement battus et broyés sont soumis à un dosage de DON (par ELISA, LOD de 120 µg/kg). Les résultats de ces analyses sont présentés ci-dessous pour 53 lignées (figure 1). L'examen des résultats montre clairement des différences de comportement entre lignées. Il montre également que **l'observation visuelle au champ ne suffit pas pour évaluer le risque d'accumulation en DON selon les variétés**. A titre d'exemple, les lignées n°5, 11, 12, 15 et 25 présentent peu de symptômes de fusariose mais leurs grains présentent des taux de contamination en DON relativement importants. Ces lignées sont donc à déconseiller, même si elles développent peu de symptômes au champ. A l'inverse, des lignées comme les n°39, 44, 46 ou 50 présentent des symptômes de fusariose de l'épi relativement importants (pourcentage d'épis touchés supérieur à 10%) mais accumulent peu de DON. Les lignées les plus intéressantes, qui développent peu de symptômes et accumulent peu de DON, sont situées dans la partie gauche de la figure 1. On peut considérer qu'une quinzaine de variétés sont intéressantes de ce point de vue.

Figure 1 – Taux de DON (mg/kg) et cotation visuelle (pourcentage d'épis touchés) pour 53 lignées de froment d'hiver après inoculation à la floraison avec des macroconidies de *Fusarium graminearum*, *F. avenaceum* et *F. culmorum*. Moyenne de 2 répétitions (Coef. de corrélation  $r = 0.77$  entre les 2 répétitions terrain pour le DON).



Mis en forme

Ces résultats doivent être reproduits sur plusieurs années pour tenir compte de conditions météorologiques variables d'une année à l'autre, même en cas d'inoculation artificielle. C'est pour cette raison que les noms de lignées ont été remplacés par des numéros. Ils seront communiqués ultérieurement.

### 5.2. Mise en place d'un système d'analyse permettant au négociant de faire du stockage différencié

Un système (disponible via un portail internet) permettant de prédire les zones à risque (sur base d'informations météorologiques) avant la récolte est en développement par la Section Biométrie du CRA-W. Ce système vise à aider les agriculteurs à identifier les parcelles à risque qui nécessiteraient éventuellement des analyses. De plus, il devrait permettre aux collecteurs de différencier les lots « à risque » des lots sains lors des arrivages de bennes à l'unité de stockage. La multiplicité des facteurs de risque, et le fait que les années à risque élevé soient peu fréquentes rendent très complexe la validation de ce outil. Néanmoins, il constitue jusqu'à présent la seule approche qui peut être envisagée pour apporter une réponse à ce problème.

### 5.3. Développement d'une technique de dosage du DON utilisable par les collecteurs

Pour pouvoir déterminer rapidement le caractère conforme ou non conforme des lots de céréales qui arrivent chez le collecteur, et éviter que des lots contaminés soient mélangés à des lots sains dans le silo, il est important que le collecteur puisse disposer d'un test rapide et fiable de dosage du DON.

Dans ce contexte, le Département Qualité du CRA-W a comparé les résultats de deux tests rapides de dosage du DON [fournissant une réponse de type oui/non selon que l'échantillon présente un taux de contamination en DON supérieur ou inférieur à 1000 ppb, seuil établi par les firmes qui les commercialisent] avec le test ELISA utilisé en routine depuis 4 ans au CRA-W et validé selon la norme AFNOR NF 03 110. Les premiers résultats d'analyse sont encourageants.

Ce type de test peut être réalisé en quelques minutes et ne nécessite pas d'appareillage sophistiqué et coûteux. Ces tests se présentent sous la forme de bandelettes test dont le prix est de 10 euros l'unité. La lecture se fait soit visuellement soit avec un lecteur adapté. Ce dernier mode de lecture présente l'avantage du caractère objectif de la mesure (pas d'effet opérateur) et permet un archivage d'une « photographie » de la bande test ainsi que du résultat. Le coût de ce lecteur serait de l'ordre de 1 700 euros. Ces tests rapides peuvent donc être envisagés comme premier test à la réception des céréales. Il faut toutefois insister lourdement sur l'importance de l'échantillonnage avant analyse. **Les mycotoxines se répartissent de façon hétérogène dans les lots**, et il est important d'effectuer un échantillonnage approprié pour éviter tout risque de faux négatifs / faux positifs. L'utilisation d'une sonde pour l'échantillonnage et le prélèvement d'un nombre suffisant de sous échantillons est une condition nécessaire à la fiabilité du résultat d'analyse.

## 6. Conclusion

Les seuils d'action qui se mettent en place au niveau européen et l'AR du 14 novembre 2003 relatif à l'autocontrôle et à la traçabilité des produits de la chaîne alimentaire vont avoir un impact sur la manière de gérer le problème des mycotoxines associées à la fusariose de l'épi. Les analyses réalisées depuis quatre ans en Wallonie montrent que les froments d'hiver produits en Belgique ne sont pas à l'abri d'une contamination, mais que, **dans la grande majorité des cas, les taux de contamination restent inférieurs aux seuils d'action proposés par l'UE.**

Les travaux menés sur les facteurs de risque mettent en évidence l'importance des conditions météorologiques sur la contamination des froments. Elles orientent l'année vers une année normale ou une année à risque. La mise en place d'un système d'alerte permettant d'évaluer très tôt dans la saison (avant la récolte) le type d'année (à risque ou normale) serait un outil précieux dans la gestion des lots, la mise en place de l'autocontrôle et la réalisation d'un échantillonnage des lots soumis à l'analyse qui soit adapté à la problématique. Cette constatation est d'autant plus vraie que les pratiques culturales considérées comme « à risque » (précédent maïs notamment surtout en cas de travail simplifié du sol) ne permettent pas toujours d'expliquer la contamination des lots. A cet égard, l'abandon de la culture du maïs comme précédent d'une culture de froment d'hiver n'est donc pas LA solution au problème de la fusariose de l'épi. D'autres approches doivent être envisagées et ce n'est qu'en combinant plusieurs stratégies que l'on pourra limiter les risques de contamination.

Dans ce contexte, les évaluations de variétés de froment d'hiver réalisées en 2004 révèlent l'intérêt d'un dosage de DON et témoignent du danger de sélectionner des variétés résistantes à la fusariose et à l'accumulation de mycotoxines sur une base visuelle uniquement. Les résultats d'une première évaluation menée en 2004 sur plus de 200 variétés et lignées sont encourageants : les premières analyses relatives à 53 numéros ont permis d'identifier des variétés ou lignées dont certaines pourraient être proposées pour lutter efficacement contre l'accumulation de DON. Ces lignées doivent toutefois être ré-évaluées en 2005.