

# Fusarioses de l'orge

## Quelles espèces impliquées ?

## Quels symptômes ? Quelles toxines ?

La filière Orge Malt Bière accorde une grande attention aux teneurs en mycotoxines produites par les espèces du genre *Fusarium*, étant donné que le produit fini est destiné à la consommation humaine. Un projet de recherche accélère l'acquisition de connaissances autour de *Fusarium langsethiae*, pathogène émergent depuis le début du siècle et produisant des trichothécènes de type A. L'un des volets de ce projet <sup>(1)</sup> est consacré à une meilleure identification des symptômes produits par chacune des espèces de *Fusarium*. Les spécialistes peuvent dès lors mieux interpréter les symptômes rencontrés dans les parcelles.



© J.Y. Maurias, ARVALIS-Institut du végétal

**A**vec la progression récente de *Fusarium spp.* producteurs de trichothécènes de type A (TCT A), l'Institut Français des Boissons, de la Brasserie et de la Malterie (IFBM) et ARVALIS – Institut du végétal ont été sollicités par la Commission Européenne pour fournir des données d'occurrence de ces mycotoxines émergentes. La mise en place d'une réglementation sur les TCT A se précise.

### Deux types de symptômes, partiellement discriminants.

### Contexte de l'étude

Bien que les données recueillies sur orge brassicole ne présentent pas un caractère alarmant, l'observation des populations de *Fusarium spp.* sur l'orge de brasserie est apparue nécessaire, de même que la compréhension de leur dynamique et de leur épidémiologie (*lire encadré 1*). Un projet de recherche a vu le jour sous le nom de Barsafe<sup>1</sup>. Il a comme point central l'étude de *F. langsethiae*,

Le brunissement d'une portion de l'épi est souvent dû à *F. graminearum*.

### *Fusarium spp.* : une famille nombreuse

Quatre années d'observation de la flore fongique présente sur des lots d'orges françaises ont permis à Bayer CropScience de déterminer la composition du complexe fusarien présent sur cette céréale. Parmi les espèces majoritaires, on retrouve les deux producteurs de trichothécènes de type B (TCT B) : *F. graminearum* et *F. culmorum*. Bien que peu fréquent, *F. langsethiae* est considéré comme le principal producteur de trichothécènes de type A (TCT A) au sein de la population de *Fusarium spp.* sur orge. Il faut lui associer *F. sporotrichioides*, plus rare encore, mais également capable de produire les toxines T2 et HT2 (TCT A). Trois autres espèces sont également impliquées dans ce complexe de fusarioses : *F. poae*, peu producteur de TCT, mais néanmoins capable de générer à la fois des TCT A et B, *F. tricinctum* et *F. avenaceum*. Ces deux derniers, s'ils ne semblent pas produire de TCT, sont cependant présents dans des proportions importantes.

Source : Bayer CropScience

producteur majoritaire de TCT A sur cette céréale. Un volet spécifique de ce programme a été dédié à la production de symptômes à partir de spores des différentes espèces de *Fusarium spp.* majoritaires sur l'orge de brasserie.

Les symptômes générés indépendamment par chacune des espèces de *Fusarium* sont impossibles à reconnaître en contamination naturelle, par une simple observation visuelle. Pour tenter de mieux les identifier, des micro-contaminations ont été réalisées sur une orge de printemps (Pewter) par injection de  $10^5$  spores de chaque espèce de *Fusarium* dans un grain médian de chaque épi. Cette expérience a été effectuée sur 40 épis par espèce, à deux stades différents : à la floraison et 10 jours après la floraison, afin d'observer si une contamination tardive pouvait engendrer des différences.

### Aucune progression en infections tardives

L'observation des symptômes a débuté dès la semaine suivant les contaminations. Deux catégories de symptômes ont alors pu être distinguées : ceux générant une coloration du grain injecté sans propagation et ceux présentant une évolution du symptôme, se transmettant aux grains voisins et envahissant une partie de l'épi.

Par contre, aucune progression du symptôme n'a été constatée lors des infections tardives (tableau 1)

quelle que soit l'espèce. À la récolte, deux analyses ont été réalisées sur les épis présentant des symptômes : d'une part la quantification des TCT et d'autre part la détermination de la masse fongique représentée par chaque espèce de *Fusarium*. La quantification des différentes espèces par PCR en temps réel a confirmé que les symptômes observés étaient bien générés par l'espèce inoculée.

**L'orge de brasserie est, au même titre que les autres céréales à paille, exposée à des contaminations par la fusariose des épis.**

### Les symptômes générés par *F. langsethiae*

Dès la semaine suivant la floraison des orges, les grains infectés par *F. langsethiae* deviennent minces et translucides. Au cours du mûrissement, ces grains ne se remplissent pas et semblent prendre une coloration marron. Le symptôme reste cloisonné au grain infecté, sans se propager aux grains adjacents.



Les épis contaminés par *F. langsethiae* deviennent minces et translucides dans la semaine suivant la floraison, puis prennent une teinte marron.



### Les producteurs de TCT B responsables d'un symptôme caractéristique










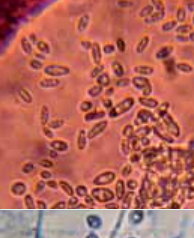


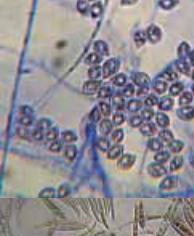








L'analyse des différents paramètres a révélé une coïncidence entre la production de TCT B et la capacité du champignon à produire des symptômes se propageant sur plusieurs étages successifs de grains dans l'épi. En effet, seuls *F. graminearum* et *F. culmorum*, contaminés à la floraison, ont généré un symptôme progressant sur l'épi et se transmettant aux grains voisins de celui où a eu lieu l'injection. Pour ces deux espèces, les toxines produites se sont révélées être du nivalénol (NIV). Habituelle pour *F. culmorum*, cette production de NIV indique la présence de souches de *F. graminearum* de ce chémotype sur l'orge de brasserie, dans un contexte où cette espèce est plus fréquemment productrice de deoxynivalénol (DON).

*F. langsethiae* et *F. sporotrichioides* — mais aussi *F. poae*, *F. tricinctum* et *F. avenaceum* — ont présenté un symptôme se limitant au grain injecté. Pour les contaminations réalisées 10 jours après la floraison, les symptômes observés ainsi que les toxines ont été en tous points identiques à ceux obtenus au stade floraison, à une réserve près : ceux produits par *F. graminearum* et *F. culmorum* ne semblent pas en mesure de se propager à partir du point d'inoculation aux grains voisins lorsqu'ils sont apportés tardivement.

### Une identification délicate

Le symptôme le plus connu de la fusariose, une portion entière de l'épi prenant une teinte « marron », peut donc exclusivement être attribué aux *Fusarium spp.* producteurs de TCT B (*F. graminearum* et *F. culmorum*). Face à un symptôme isolé, il est impossible de conclure, tant les symptômes produits sont proches à la fois entre les différentes espèces de *Fusarium*, mais également avec d'autres genres de champignon (*Botrytis spp.*). On ne peut pas non plus exclure la présence d'un producteur de TCT B,

Tableau 1: Evolution des symptômes et de la production de toxines des populations de *Fusarium* sur orge.

	Spores	Symptômes observés après contamination à la floraison	Symptômes obtenus après contamination 10 jours après floraison	Taux de toxines produites
<i>F. culmorum</i>				NIV = 3439 ppb en infection à la floraison, 2963 ppb pour l'infection 10 jours après la floraison.
<i>F. graminearum</i>				NIV = 6710 ppb en infection à la floraison, 2655 ppb pour l'infection 10 jours après floraison.
<i>F. langsethiae</i>				TCT A = 1815 ppb en infection à la floraison, 0 ppb pour l'infection 10 jours après floraison.
<i>F. sporotrichioides</i>				TCT A = 12417 ppb en infection à la floraison, 22 921 ppb pour l'infection 10 jours après floraison.
<i>F. tricinctum</i>				Pas de TCT produit au cours de l'expérimentation.
<i>F. avenaceum</i>				Pas de TCT produit au cours de l'expérimentation.
<i>F. poae</i>				Pas de TCT produit au cours de l'expérimentation.

les contaminations tardives ayant en effet démontré que le symptôme qui résultait d'une contamination par *F. graminearum* ou *F. culmorum* 10 jours après la floraison pouvait rester limité à un seul grain.

Si le symptôme généré par *F. langsethiae* semble plus clairement identifié, bien que non discriminant face à ceux, similaires, causés par d'autres espèces, de nombreuses inconnues subsistent sur son épidémiologie, et notamment la provenance et le mode de dispersion de l'inoculum. Souhaitons que la poursuite du projet Barsafe, les enquêtes mises en place chaque année par ARVALIS — Institut du végétal (voir notre article dans ce numéro : « Prévention du risque T-2 et HT-2 sur orges de printemps, un premier outil disponible ») ainsi que l'ensemble des actions techniques conduites par la filière apportent de nouvelles connaissances et permettent — si la réglementation européenne devait l'exiger — de proposer des mesures de prévention efficace. ■

1 Le projet BARSFAE, acronyme de BARLEY SAFETY, a débuté en janvier 2008 pour une durée de 3 ans. Co-financé par l'ANR (Agence Nationale de la Recherche), il regroupe autour de la thématique « Fusarium langsethiae sur l'orge de brasserie » plusieurs partenaires : l'IFBM (Institut Français des Boissons, de la Brasserie et de la Malterie, coordinateur du projet), ARVALIS-Institut du végétal, le LGC (Laboratoire de Génie Chimique de Toulouse) et le LRGP (Laboratoire Réactions et Génie des Procédés de Nancy).

Julie Toussaint-Ferreyrolle

[j.toussaint-ferreyrolle@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:j.toussaint-ferreyrolle@arvalisinstitutduvegetal.fr)

Claude Mauméné

[c.maumene@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:c.maumene@arvalisinstitutduvegetal.fr)

ARVALIS-Institut du végétal

Cette expérimentation a été réalisée dans le cadre du projet Barsafe à partir de souches de *Fusarium spp.* provenant de la mycothèque de l'IFBM. Nous tenons à le remercier pour la production de l'inoculum issu de ces souches. Un grand merci également aux expérimentateurs, Guillaume Beauvallet et Marion Anquez, pour l'implication et la patience dont ils ont fait preuve lors des très nombreuses injections de spores !

Les *Fusarium spp.* producteurs de TCT B sont responsables d'un symptôme progressant sur l'épi lors d'une infection à la floraison.

TCT A : trichothécènes A ; NIV : nivalénol.  
ppb = µg/kg