

►► FUSARIOSES SUR BLÉS FRANÇAIS

L'ENVIRONNEMENT agroclimatique agit sur l'équilibre de deux espèces

Claire Dubois



Agathe Roucou - a.roucou@arvalis.fr



Les trois premières années du projet Evoltox montrent que la présence de *Fusarium graminearum* et de *Fusarium poae* dépend du bassin de production, de l'année climatique et selon que ces espèces colonisent le blé tendre ou le blé dur. Il en va de même pour les niveaux de contaminations des grains par leurs mycotoxines.

De nombreuses espèces composent le complexe fongique responsable de la fusariose. Certaines produisent des mycotoxines nocives pour l'homme et l'animal. Entre réduction de rendement et déclassement de lots contaminés au-dessus



Deux espèces du genre *Fusarium*, *F. graminearum* et *F. poae*, sont à l'origine de fusariotoxines contaminant les blés français.



F. graminearum et F. poae coexistent sur les blés français

Une hypothèse fréquemment rencontrée dans la littérature est l'existence d'une compétition entre ces espèces pour les ressources. *F. graminearum* a un avantage compétitif grâce à sa rapide colonisation des épis, rendue possible en partie par la production de DON qui augmenterait son agressivité - avantage dont ne dispose pas *F. poae*. Cependant, notre étude n'a montré aucune relation significative indiquant que la présence de *F. graminearum* limiterait la présence de *F. poae* ou inversement. La coexistence des deux champignons est possible.

des seuils réglementaires, la fusariose peut conduire à de réelles pertes économiques. L'espèce toxigène la plus répandue en France sur les blés est *Fusarium graminearum*, qui peut produire plusieurs toxines. La principale est le déoxynivalénol (DON), faisant l'objet d'une réglementation pour la nutrition humaine, mais aussi la zéaralénone, également réglementée, et le niva-

lénol, non réglementé à ce jour. Une autre espèce de *Fusarium* est présente sur le sol français, *F. poae*. Elle produit aussi plusieurs toxines dont le nivalénol ; certaines de ces toxines sont réglementées. La réglementation européenne régissant les teneurs maximales en mycotoxines admissibles en nutrition humaine devrait évoluer pour la récolte 2024, conduisant

à un abaissement de certaines teneurs actuellement en vigueur, notamment pour le DON. Dans ce contexte, une meilleure compréhension des conditions climatiques et agronomiques affectant la production de fusariotoxines est nécessaire. C'est dans ce cadre que le projet Evoltox, financé par l'ANR¹, a débuté en 2020 et se poursuivra jusqu'en février 2026. Certains résultats du projet sont présentés dans cet article.

QUELLES MYCOTOXINES POUR QUELLES ESPÈCES ?

Les contaminations par ces deux espèces ont été étudiées sur des blés tendre et dur provenant de toutes les régions productrices de France² durant six ans (2012, 2013, 2016, 2020, 2021 et 2022), et les teneurs des grains en déoxynivalénol, zéaralénone et

(1) L'Agence nationale de la recherche.

(2) Soit 476 parcelles d'agriculteurs, dont 280 en blé tendre et 196 en blé dur.

Attention - H317 - Peut provoquer une allergie cutanée. H319 - Provoque une sévère irritation des yeux. H335 - Peut irriter les voies respiratoires. H410 - Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme. EUH401 - Respectez les instructions d'utilisation pour éviter les risques pour la santé humaine et l'environnement.



Syngenta France S.A. - 1228, Chemin de l'Hobit 31790 Saint-Sauveur France.

S.A. au capital de 101 075 884 Euros. RCS - RSAC Toulouse 443 716 832. Numéro de TVA intra-com. : FR 11 443 716 832. Agrément MP02249 : distribution et application de produits phytopharmaceutiques. ELATUS® ERA - AMM N° 2160959 - Composition : 75 g/l benzovindiflupyr * + 150 g/l prothioconazole - P102 Tenir hors de portée des enfants. P261 Éviter de respirer les embruns de pulvérisation. P280 Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage (se reporter au livret de l'étiquette pour le détail des protections aux différentes phases) P302+P352 EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU : laver abondamment à l'eau. P305+P351+P338 EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer. P312 Appeler un CENTRE ANTIPOISON/un médecin en cas de malaise. P501 Éliminer le contenu/récipient dans une installation d'élimination des déchets agréée. SP1 Ne pas polluer l'eau avec le produit ou son emballage. Ne pas nettoyer le matériel d'application près des eaux de surface. Éviter la contamination via les systèmes d'évacuation des eaux à partir des cours de ferme ou des routes. Spa1 Pour éviter le développement de résistance au benzovindiflupyr, le nombre d'applications de la préparation est limité à 1 application maximum par campagne sur orge, blé, épeautre et triticale toutes maladies confondues. Spe3 Pour protéger les organismes aquatiques, respecter une zone non traitée de 5 mètres comportant un dispositif végétalisé permanent non traité d'une largeur de 5 mètres en bordure des points d'eau. * Marque enregistrée et * substance active brevetée d'une société du groupe Syngenta.

Avant toute utilisation, assurez-vous que celle-ci est indispensable. Privilégiez chaque fois que possible les méthodes alternatives et les produits présentant le risque le plus faible pour la santé humaine et animale et pour l'environnement, conformément aux principes de la protection intégrée, consultez <http://agriculture.gouv.fr/ecophyto>. Pour les conditions d'emploi et les usages, doses et conditions préconisées : se référer à l'étiquette du produit ou www.syngenta.fr



PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : UTILISEZ LES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES AVEC PRÉCAUTION. AVANT TOUTE UTILISATION, LISEZ L'ÉTIQUETTE ET LES INFORMATIONS CONCERNANT LE PRODUIT.

nivalénol ont été mesurées. Pour chaque parcelle, les caractéristiques climatiques et l'itinéraire technique (précédent, type de travail du sol...) ont été enregistrés.

Parmi les espèces *F. graminearum* et *F. poae*, les différentes souches ne produisent pas les mêmes mycotoxines. Sans surprise, la production de DON est fortement liée à la quantité de *F. graminearum* présente sur les blés français, mais aussi la production de zéaralénone.

Dans le cas du nivalénol, la situation diffère entre le blé dur et le blé tendre. En blé tendre, seule la présence de *F. poae* influence la teneur en nivalénol ; alors qu'en blé dur, les contaminations par le nivalénol semblent influencées par *F. graminearum* et par *F. poae* dans des proportions similaires. Il est donc possible que des souches de *F. graminearum* produisant du nivalénol soient retrouvées sur le blé dur mais pas sur le blé tendre.

DES FACTEURS DE RISQUE DIFFÉRENTS EN BLÉ TENDRE ET BLÉ DUR

Le projet montre que l'année climatique influence également les niveaux de contaminations (figure 1).

Pour le blé tendre, les quantités moyennes de *F. graminearum* ont fortement chuté au cours des trois dernières années étudiées.

ÉQUILIBRE ENTRE LES DEUX ESPÈCES : la prévalence de *F. graminearum* a faibli en blé tendre

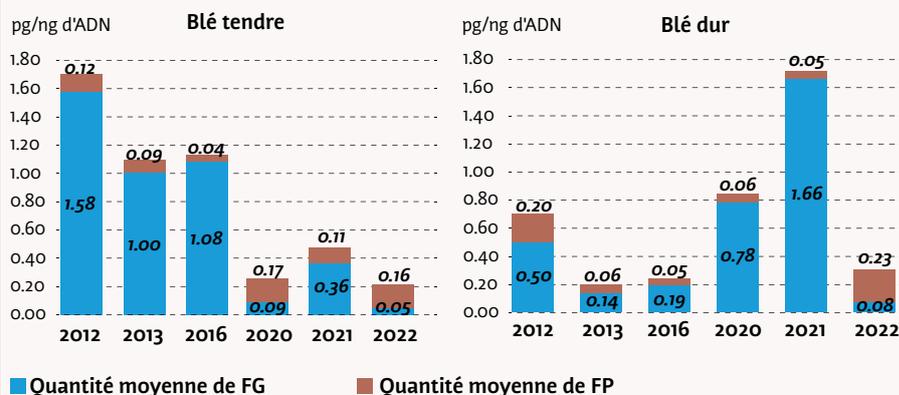


Figure 1 Quantités moyennes de *Fusarium graminearum* (FG) et de *Fusarium poae* (FP) observées par année étudiée sur blé tendre (à gauche) et sur blé dur (à droite). Les quantités de chaque espèce sont exprimées en picogrammes par nanogramme d'ADN de blé.

Les quantités de *F. poae*, au contraire, se sont maintenues, voire ont légèrement augmenté en 2020 et 2022. Les contaminations en DON suivent la présence de *F. graminearum* et sont plus fortes en 2012, 2013 et 2016. Le nivalénol et la zéaralénone ne contaminent que faiblement le blé tendre : chaque année, moins de 5 % des parcelles sont touchées. Pour la zéaralénone, quelques années se distinguent par de plus fortes contaminations (près de 5 % des parcelles), notamment 2012 et 2021 ; les autres années, moins de 1 % des parcelles sont contaminées.

En blé dur, les fortes contaminations ne concernent pas les mêmes années. Des quantités élevées de *F. graminearum* sont observées en 2012, 2020 et 2021, et

pour *F. poae*, en 2012 et 2022. Les contaminations en DON suivent la présence de *F. graminearum* : le niveau de DON est plus élevé en 2012 et 2020. Mais le blé dur est plus fortement concerné par les contaminations en nivalénol : tous les ans, 10 à 20 % des parcelles échantillonnées sont contaminées. La zéaralénone est moins souvent retrouvée qu'en blé tendre - et seulement dans moins de 1 % des parcelles en 2012 et 2021.

La différence de contaminations entre blé tendre et blé dur est multifactorielle. Tout d'abord, les bassins de production de ces deux cultures ne subissent pas les mêmes contraintes climatiques une année donnée. Par ailleurs, le nombre de variétés de blé dur cultivées sur le sol français a fortement diminué depuis 2012, à l'inverse du blé tendre. Les deux variétés de blé dur les plus cultivées sont moyennement sensibles à l'accumulation de DON, alors que davantage de variétés peu sensibles à la fusariose sont cultivées en blé tendre.

Les pratiques agronomiques influent de manière similaire les deux espèces fusariennes. Pour *F. graminearum* comme pour *F. poae*, la nature du précédent et le type de travail du sol ont un impact significatif sur les contaminations. Ainsi, les précé-



← Le projet Evoltox a montré que les deux espèces de *Fusarium* coexistent sur les blés français. Actuellement, *F. graminearum* est prévalant - et donc les contaminations au DON -, mais cet équilibre pourrait changer.

Le réchauffement climatique pourrait avantager *F. poae* (nivalénol, Tz/HTz, enniatines et beauvericines) qui préfère des conditions printanières chaudes et sèches au contraire de *F. graminearum* (DON, nivalénol et zéaralénone), favorisé par une météo fraîche et humide.



dents produisant davantage de résidus, comme le maïs fourrage, le maïs grain et le sorgho, favorisent le développement de l'inoculum primaire de ces espèces de *Fusarium*. La gestion des résidus est donc un levier d'action pour limiter les risques liés à ce type de précédent : le broyage des résidus suivi par un travail du sol profond les enfouissant réduira le développement de l'inoculum.

DES CONDITIONS SÈCHES ET CHAUDES SONT FAVORABLES À *F. POAE*

Les conditions climatiques favorables à *F. graminearum* sont bien documentées dans la littérature. Elles le sont beaucoup moins pour *F. poae*. La température, la pluviométrie et le rayonnement ont été étudiés par le projet Evoltox, du développement de l'inoculum sur les résidus de culture de mars à avril à l'infection du grain (principalement autour de la floraison), puis à la colonisation du grain jusqu'à la récolte du grain.

Les conditions favorables à *F. graminearum* (figure 2) sont des températures relativement fraîches et une pluviométrie moyenne à forte de mars à la récolte. Les conditions de rayonnement sont aussi apparues comme importantes. De forts rayonnements en mars et avril, période

à laquelle l'inoculum du champignon se développe sur les résidus, ont un effet négatif sur la libération des ascospores de *F. graminearum* qui permettent sa reproduction sexuée. Ils contribuent donc à diminuer les risques de contamination lors du reste du cycle du blé.

Les années 2012, 2013 et 2016 se sont ainsi montrées très favorables au développement de *F. graminearum* sur le blé tendre. Elles se caractérisent par un faible rayonnement au mois d'avril, des températures assez faibles et des pluviométries assez élevées sur les périodes étudiées, et plus particulièrement en avril et lors de la floraison, notamment en 2016. 2020, 2021 et 2022 ont, au contraire, été assez défavorables. Elles sont en effet caractérisées par de très forts rayonnements en avril, un climat relativement sec et des températures moyennes assez élevées. C'est notamment le cas de 2022 dont le climat a été particulièrement sec et chaud.

Pour la température et la pluviométrie, les tendances sont inversées pour *F. poae* (figure 2). Ce champignon semble en effet préférer des températures chaudes et de faibles pluviométries. Le rayonnement ne semble en revanche pas avoir d'impact sur son développement.

Il y a donc eu davantage de *F. poae* observés en 2020 et 2022, années précédemment

décrites comme les plus chaudes de l'étude. Comme attendu, les conditions favorables à la détection de fusariotoxines sont cohérentes avec celles favorables aux *Fusarium* qui les produisent. Ainsi, les conditions favorables à des niveaux élevés de DON et de zéaralénone sont des températures modérées et des pluviométries moyennes (DON) à fortes (zéaralénone) de mars à la récolte. Le nivalénol, produit par les deux *Fusarium* étudiés, semble présent quand les conditions sont favorables à *F. graminearum* mais aussi à *F. poae*.

VERS UN CHANGEMENT DES ESPÈCES DE *FUSARIUM* PRÉDOMINANTES ?

En ayant une lecture transversale du contexte agronomique et climatique français, la pression de la fusariose semble bien liée à l'ensemble des facteurs précédemment décrits. Les pratiques agronomiques influencent la quantité de résidus de culture qui constituent le réservoir de l'inoculum ; puis les conditions climatiques rencontrées au cours du cycle des *Fusarium* leur permettront ou non de poursuivre leur développement, de contaminer les blés et de produire des mycotoxines.

Le changement climatique pourrait fortement impacter l'occurrence des espèces de *Fusarium* présentes dans les régions françaises, modifiant ainsi les prévalences existantes, et notamment celle de *F. poae*. Les mycotoxines contaminant majoritairement les blés français actuellement pourraient évoluer et laisser place à des mycotoxines encore peu présentes, dites émergentes, d'où l'importance d'analyser et de prédire ces changements possibles. ■

