

BLÉSSÛR : UN OUTIL DE PRÉDICTION DU RISQUE DE NON CONFORMITÉ DU BLÉ DUR VIS-À VIS DE SA TENEUR EN MÉTAUX LOURDS

Nguyen¹ Christophe, Saby Nicolas², Roucou Agathe³, Cornu Jean-Yves¹, Méléard Benoît³

1 : UMR ISPA Inrae BSA, Centre de Bordeaux Aquitaine

2 Infosol, Inrae, Orléans

3 : Arvalis Institut du Végétal, Station expérimentale de Boigneville

Comme toutes les plantes, le blé dur absorbe par ses racines un métal très toxique naturellement présent dans les sols: le cadmium (Cd). Le Cd contamine ainsi les grains récoltés et donc les 9 kg de pâtes et semoules que nous consommons en moyenne annuellement. Pour protéger le consommateur, le règlement européen EC1881/2006 fixe la teneur maximale de certains aliments en contaminants minéraux dont le Cd. L'exposition alimentaire des populations étant jugée trop importante par rapport aux risques toxicologiques, le seuil réglementaire pour le cadmium a été abaissé en Août 2021 de 0.2 à 0.18 mg Cd/kg grains pour le blé dur (EC1323/2021).

En France, environ 5 % des parcelles de blé dur produiraient des récoltes non-conformes au seuil actuel, allant jusqu'à près de 15% dans certains départements. Le taux de parcelles françaises non conformes aurait atteint en moyenne 8 % et localement 25 % pour le seuil de 0.15 mg Cd/kg grains envisagé en 2014. Dans ce contexte de tension pour la filière blé dur, l'UMR Ispa (équipe Biogéochimie des Eléments Traces) et Arvalis-Institut du végétal ont développé l'outil « Bléssûr » qui permet de prédire la non-conformité d'une future récolte de blé dur vis-à-vis du Cd afin de permettre aux producteurs d'anticiper les mesures préventives nécessaires.

Grâce aux projets Cadur (Arvalis-Inra CR 127518) et Cadon (ANR 15-CE21-0001-04), nous avons constitué une collection nationale de plus de 560 échantillons appariés de terre et de grains de blé dur pour concevoir Bléssûr, un ensemble de modèles fondés sur les algorithmes d'apprentissage automatique qui sont agrégés pour prédire le risque de non-conformité d'une future récolte par rapport au seuil réglementaire sur le Cd (Nguyen et al., 2021¹). L'outil requiert i) les données de l'analyse de terre qui approximent la disponibilité du Cd du sol et ii) la variété qui conditionne l'aptitude de la plante à accumuler le Cd dans ses grains.

Bléssûr détecte 82 % des cas réels de non-conformité et les prédictions de non-conformité sont fiables à 75 %. Pour les cas de conformité, les performances sont respectivement de 88 % des cas détectés avec 89 % de fiabilité. Bléssûr fournit un classement des principales variétés de blé dur cultivées en France quant à leur aptitude à accumuler le Cd dans les grains. L'agriculteur peut ainsi limiter le risque de contamination en Cd de sa récolte en adaptant le couple parcelle-variété.

Bléssûr a été étendu au Plomb (Pb) pour lequel le seuil est 0.2 mg/kg (EC2021/1317) et pour deux éléments qui pourraient être également réglementés : l'Arsenic (seuil anticipé à 0.1 mg/kg) et le Nickel (seuil anticipé à 0.2 mg/kg). Bléssûr fournit également une estimation de la teneur en Fer (Fe) et Zinc (Zn) pour évaluer la qualité nutritionnelle des grains. Un projet « Transfert et Valorisation » financé par le Labex COTE (Université de Bordeaux, ANR-10-LABX-45) a permis de mettre l'outil Bléssûr à la disposition de la profession grâce à une interface internet pour que l'utilisateur fasse lui-même ses simulations et consulte les sols et variétés à risques. Bléssûr aide la filière à gérer le durcissement de la réglementation tout en améliorant la qualité sanitaire du blé dur.

Bléssûr : <https://ispa.bordeaux.inra.fr/services/blesur/>

Nguyen, C., Roucou, A., Grignon, G., Cornu, J.-Y., Méléard, B., 2021. Efficient models for predicting durum wheat grain Cd conformity using soil variables and cultivars. *Journal of Hazardous Materials* 401. doi:[10.1016/j.jhazmat.2020.123131](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123131)



Nguyen Christophe : Directeur de recherche Inrae, UMR ISPA (Villenave d'Ornon, 33). Ingénieur agronome (Ensaia, Nancy). Docteur INPL, Nancy en Science agronomique (production de Furanocoumarines par culture in vitro de Psoralea). Travaux de recherche : modélisation de rhizodéposition et de ses conséquences sur la dynamique de l'azote dans les sols (1996-2006), modélisation du transfert sol-plante des ET en contexte agronomique de sécurité sanitaire des productions végétales (2007-). Compréhension des mécanismes régissant la biodisponibilité des ET du sol et leur allocation aux parties consommées. Modélisation prédictive du risque de non-conformité des récoltes. Compétences en agronomie, biogéochimie, écophysiologie végétale et modélisation.
christophe.nguyen@inrae.fr



Saby Nicolas : Ingénieur d'Etude à l'unité Infosol de Inrae d'Orléans. Docteur ingénieur agronome. A pour mission de développer des systèmes d'information statistique sur les propriétés des sols de France pour le GIS Sol. A ce titre, il est responsable du programme Base de Données des Analyses de Terre (BDAT) et Base de données des Eléments Traces Métalliques.
nicolas.saby@inra.fr



Roucou Agathe : Chef de projets sur les qualités sanitaire et technologique des céréales chez ARVALIS - Institut du végétal (Boigneville 91). Ingénieur agronome (Ensa Montpellier). Docteur en Ecophysiologie et adaptation des plantes (Approche comparative de la variabilité phénotypique possible des espèces cultivées: impacts de la sélection agronomique et des conditions environnementales). Travaux actuels : Analyse des données et mise en place d'outils informatifs et facilement utilisables par les agriculteurs et les coopératives agricoles dans la gestion des mycotoxines et des métaux lourds chez les céréales (blé tendre, blé dur, maïs) Compétences en écophysiologie, agronomie, modélisation statistique et gestion de projets.
A.ROUCOU@arvalis.fr



Cornu Jean-Yves : Chargé de recherches Inrae, UMR ISPA (Villenave d'Ornon, 33). Docteur en Géochimie de l'Environnement (Université de Bordeaux). Travaux de recherche : transfert sol-plante des métaux traces (Cd, Cu notamment) en agriculture. Compréhension des processus régissant, d'une part, la biodisponibilité des métaux traces dans les sols et, d'autre part, leur allocation au sein de la plante vers les organes récoltés et consommés. Ils contribuent ainsi à identifier des leviers agronomiques capables, par exemple, de baisser la biodisponibilité et l'écotoxicité du cuivre dans les sols viticoles, ou de limiter la contamination en cadmium du grain chez les céréales (blé dur notamment). Compétences en géochimie, écophysiologie.
jean-yves.cornu@inrae.fr



Méléard Benoît : Responsable du Pôle Qualités Technologique et Sanitaire des Céréales chez ARVALIS – Institut du végétal (Boigneville 91). Ingénieur Agronome de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de TOULOUSE. Travaux actuels : Occurrence des contaminants et de la valeur d'utilisation des productions agricoles Identification des moyens de maîtrise des risques sanitaires et technologiques du champ au silo. Leviers de gestion des risques sanitaires et technologiques aux filières Acteur et pourvoyeur d'informations auprès des décideurs en matière de législation Promotion des céréales françaises sur les marchés d'exportation Expert techno blé tendre auprès du CTPS.
B.MELEARD@arvalis.fr