

Éléments traces métalliques

3 Les teneurs en cadmium des céréales difficiles à maîtriser

Parmi les tous prochains dossiers sur lesquels la Commission Européenne compte statuer, se trouvent les teneurs en cadmium dans les céréales. Or la concentration dans le blé dur de cet élément est peu évidente à maîtriser. Elle dépend entre autres du sol, de sa biodisponibilité, des pratiques culturales et de la variété.

Si la Commission Européenne maintient son projet de réglementation sur le cadmium, il n'est pas exclu que certains lots de céréales soient pénalisés en France. Toujours en discussion, une recommandation de limite maximale pourrait être établie à terme en blé dur à 0,15 mg/kg en alimentation humaine... (voir article p. 18). Or, d'après les enquêtes FranceAgriMer et ARVALIS-Institut du végétal menées sur la récolte 2009, les échantillons à disposition pouvaient contenir jusqu'à 0,20 mg/kg. Cela signifie que des dépassements du seuil en réflexion sont possibles ponctuellement. En blé tendre, les limites envisagées sont plus faibles (0,10 mg/kg) mais les teneurs mesurées se situent pour l'essentiel entre 0,02 et 0,04 mg/kg, donc cela ne devrait pas poser de problème. En maïs, elles sont encore plus faibles puisque inférieures à 0,01 mg/kg dans 98 % des cas. En blé dur, une enquête plus poussée réalisée sur les volumes récoltés en 2009 et 2010 au niveau de la ferme France indique que 7 % de la récolte auraient pu être recalés. Cette part peut être plus importante à l'échelle régionale.

Une variabilité surtout liée au lieu

Donc un risque existe. Il est toutefois difficile de le prévenir. L'étude des teneurs mesurées au sein du réseau de variétés blé dur d'ARVALIS-Institut du végétal de 2008

L'effet lieu expliquerait 50 % de la variabilité observée sur les teneurs en cadmium.

à 2011 met en lumière l'importance de l'effet lieu. Dans ce réseau, 20 à 30 % des lots analysés dépassent le seuil réglementaire de 0,15 mg/kg. Les mesures réalisées dans 12 lieux différents sur une même variété montrent qu'il est possible de passer d'une teneur de 0,01 mg/kg à près de 0,19 mg/kg. Le facteur multiplicateur est donc de 19... contre 3 seulement pour l'effet variété, évalué à partir de l'analyse de 22 variétés cultivées sur un même site. Au final, l'effet lieu expliquerait 50 % de la variabilité observée sur les teneurs en cadmium (figure 1).

Des teneurs variables dans les sols

Sur le principe, rien d'illogique à ce que l'on retrouve du cadmium dans les céréales. En plus d'être apporté

Des questions sur le rôle de l'azote

Au niveau d'une région, donc dans un type de sol donné, les expériences montrent qu'une corrélation entre teneurs en cadmium et en protéines semblerait exister. Mais il est difficile de savoir si cela génère un effet, direct ou indirect, sur la biodisponibilité dans le sol. Des questions se posent sur la relation entre la teneur en azote des grains et celle en cadmium. En ce qui concerne la fertilisation azotée proprement dite, un essai canadien montre que la concentration en cadmium des grains augmente systématiquement après un apport. Mais l'influence de la quantité et de la forme de l'azote apporté reste à étudier avant de conclure.

Une réglementation européenne qui fixerait à terme à 0,15 mg/kg la teneur maximale en cadmium dans le blé dur pourrait pénaliser certains lots.





© J. Molinas, ARVALIS - Institut du végétal

par les activités anthropiques, il est naturellement présent dans les sols. Dans le cas des terres agricoles, effluents d'élevage, engrais minéraux et boues d'épuration fournissent l'essentiel des flux, soit de l'ordre de 2,5 à 11 g/ha/an. Moins de 1 % repartant vers les nappes, l'élément est pour l'essentiel stocké dans le sol où il s'accumule.

Mais tous les sols ne sont pas égaux face au cadmium. La distribution régionale des concentrations établie en 2011 par l'Inra montre qu'il serait davantage présent dans les sols calcaires. Faut-il en conclure que certains milieux seraient plus propices aux fortes concentrations dans les végétaux ?

Le cadmium doit être biodisponible

Non, car ce premier niveau de variabilité en cache un autre, lié à la biodisponibilité du cadmium. Ce n'est pas parce que cet élément est présent dans le sol qu'il est forcément en situation d'être absorbé par la plante. Il faut d'abord que le cadmium passe dans la solution liquide du sol, donc qu'il soit libéré des constituants solides, ce qui peut prendre une seconde jusqu'à une centaine d'années. La plante doit en-

Certains sols, notamment ceux qui sont calcaires, sont naturellement plus riches en cadmium que d'autres.

Pour la plupart des céréales, il n'existe aucune relation directe entre la concentration en cadmium dans le sol et celle du grain.

suite être en mesure de le prélever : il faut qu'il soit sous forme d'ions, et situé à un endroit accessible pour les racines. Des mécanismes physiologiques contrôlent le transfert dans le végétal. *A priori*, l'accumulation dans les grains serait liée majoritairement au phloème (sève élaborée). Et pour la plupart des céréales, il n'existe en fait aucune relation di-

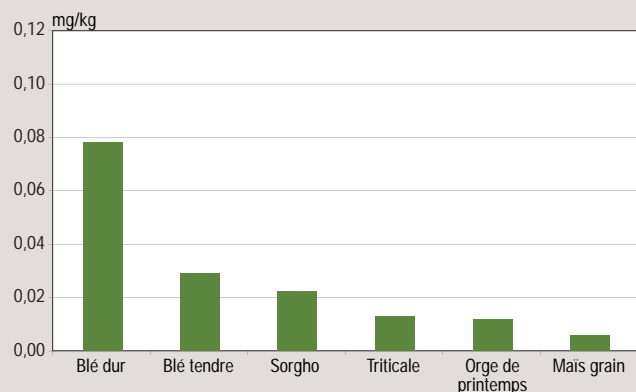
recte entre la concentration en cadmium dans le sol et celle du grain.

Une biodisponibilité réduite en cas de pH élevé

La biodisponibilité est conditionnée par de nombreux autres facteurs. *A priori*, lorsque le pH du sol est élevé, la concentration en cadmium du sol qui est disponible est souvent plus basse. Des mesures effectuées sur des feuilles de maïs et des graines de tournesol récoltées sur des parcelles ayant reçu des apports de lisier ont montré que les concentrations en cadmium y étaient plus faibles que sur des végétaux issus de parcelles fertilisées de façon minérale. Il semblerait également que la matière organique bloque l'élément trace dans le sol.

Amendements basique et organique pourraient donc constituer des pistes pour réduire les teneurs en cadmium. Elles ne seront toutefois pas faciles à mettre en œuvre partout, la fertilisation ne pouvant se réfléchir uniquement au travers du spectre cadmium.

Le cadmium plus présent dans le blé dur que dans les autres céréales



Source : enquête ARVALIS-Institut du végétal - France AgriMer 2009

Des mesures réalisées sur différentes céréales montrent que le cadmium tendrait à s'accumuler davantage dans le blé dur que dans les autres espèces. Les céréales ne sont pas les seuls concernées. Des travaux réalisés sur plusieurs légumes indiquent qu'il peut être présent à plus de 0,8 mg/kg dans les espèces feuillues, telles que l'épinard la blette ou la laitue. Il se trouve en quantités plus réduites dans les espèces « racines », comme le poireau, le radis ou la carotte. C'est dans les espèces « fruits », du type brocoli, haricot vert, tomate ou courgette, qu'il est le moins concentré (moins de 0,1 mg/kg).

Trois facteurs expliquent plus de 80 % de la variabilité des teneurs en cadmium

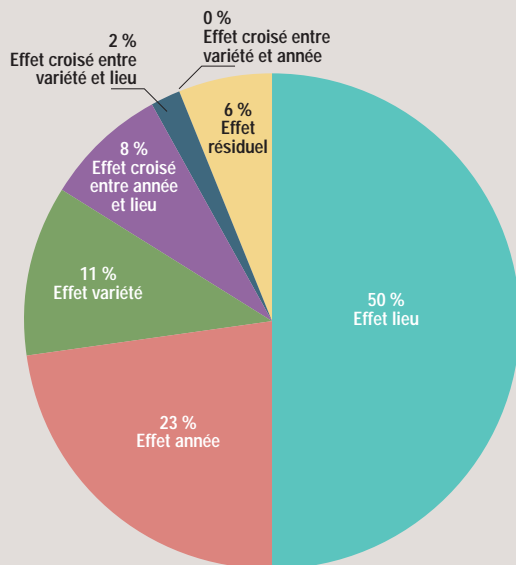


Figure 1 : Facteurs explicatifs de la variabilité des teneurs en cadmium du blé dur en pourcentage. Source : réseau variétés de blé dur, résultats 2008 à 2011. Des analyses réalisées à partir de 206 données, 4 années de résultats et 18 lieux d'essais ont permis de mettre en évidence que le lieu était le principal facteur explicatif des différences de teneur en cadmium dans le blé dur. Le contexte climatique lié à l'année vient en seconde position.

Un contrôle génétique

En fait, la variété pourrait s'avérer un moyen plus simple et plus efficace d'éviter les accumulations. Dès 1990, les plans de surveillance réalisés au Canada ont mis en évidence des différences variétales en blé dur vis-à-vis du cadmium. Une lignée

peu accumulatrice a ainsi été identifiée. Ce caractère est apparu héritable, donc d'ordre génétique. Grâce à la recherche, le gène responsable a pu être mis en évidence à la fin des

années 90. En 2005, il a été intégré à la variété Strongfield. Les analyses réalisées sur les autres propriétés de ce blé (teneur en protéine, indice de gluten...) indiquent que celles-ci sont conservées. ARVALIS-Institut du végétal a testé cette variété de blé dur en France. Les résultats obtenus confirment que cette variété présente une teneur réduite en cadmium... mais que des variétés françaises peuvent faire aussi bien voire mieux. La piste est donc à creuser. ■

La variété pourrait s'avérer un moyen efficace de limiter les accumulations.

Les parcelles bénéficiant d'apport de matières organiques auraient tendance à bloquer le cadmium dans le sol.

Un programme de recherche centré sur le cadmium

Compte tenu de l'importance de l'enjeu cadmium au niveau européen, un projet de recherche a été lancé cette année pour 3 campagnes afin de préciser la dynamique des contaminations. Porté par ARVALIS-Institut du végétal et l'INRA, il vise à mieux comprendre les mécanismes de biodisponibilité dans le sol et de transfert vers les plantes ainsi que les grains. Il pourrait déboucher sur un modèle de prédiction de la teneur en cadmium dans le grain de blé dur. Il va également s'intéresser à l'occurrence des ETM en général. Et il va chercher à identifier et hiérarchiser les différents moyens de gérer le risque cadmium en blé dur.

Bruno Barrier-Guillot

*b.barrier@arvalisinstitut
duvegetal.fr*

Jean-Baptiste Pierre

*jb.pierre@arvalisinstitut
duvegetal.fr*

**ARVALIS-Institut
du végétal**

Laurence Denaix

denaix@bordeaux.inra.fr
INRA

