

# Eléments traces et sécurité sanitaire des produits alimentaires: le cas emblématique du Cadmium et du blé dur



**Christophe Nguyen**  
Inrae, UMR Ispa, Bordeaux



*B. Méléard, A. Roucou, B. Orlando (Arvalis)*  
*N. Saby (Inrae Infosol)*  
*JY Cornu, B. Yan, Y. Viala, A. Vidal, S. Bussière,*  
*C. Coriou, T. Robert, T Rabemananstoà (Ispa)*

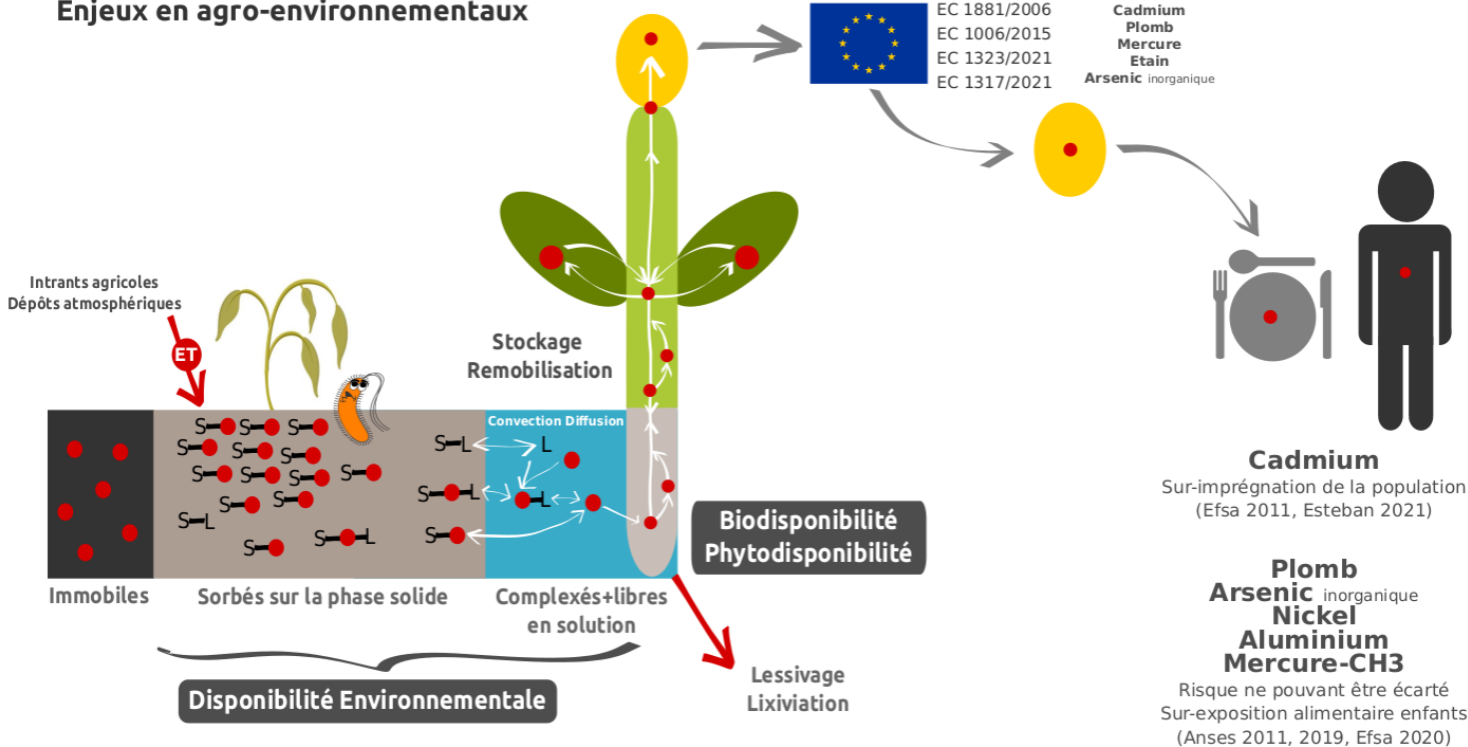


# Elements Traces

## Disponibilité dans le sol

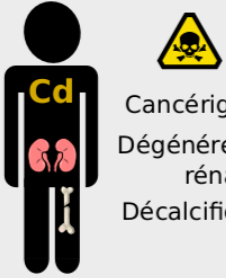
## Transfert vers/dans la plante

## Enjeux en agro-environnementaux





# Cadmium

**1/2 vie : 10 - 30 ans**



**Cd**  
Cancérogène  
Dégénérescence rénale  
Décalcification

**Sources d'exposition**

1  2 


**Cd urinaire**  
18-74 ans  
2419 individus

esteban  
Santé publique France  
Août 2021


2006-2007  
↓ x 1.76  
2014-2016

48% des individus > seuil toxicologique



France versus Etats-unis, Italie  
x2 à x3



**Recommandation Exposition alimentaire au Cd**

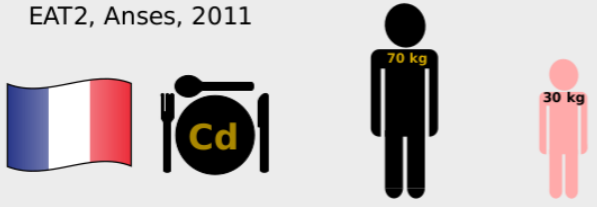


µg Cd /kg poids /semaine

<b>1985</b>		<b>7</b>
<b>2009</b>		<b>2.5</b>

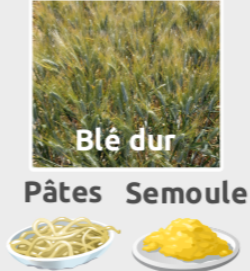


EAT2, Anses, 2011




µg Cd /kg poids /semaine	<b>1.12</b>	<b>1.68</b>
mg Cd /an	<b>28.6</b>	<b>18.4</b>
<b>Dépassement</b>	<b>0.6 %</b>	<b>14.9 %</b>

**Blé dur**



Pâtes Semoule

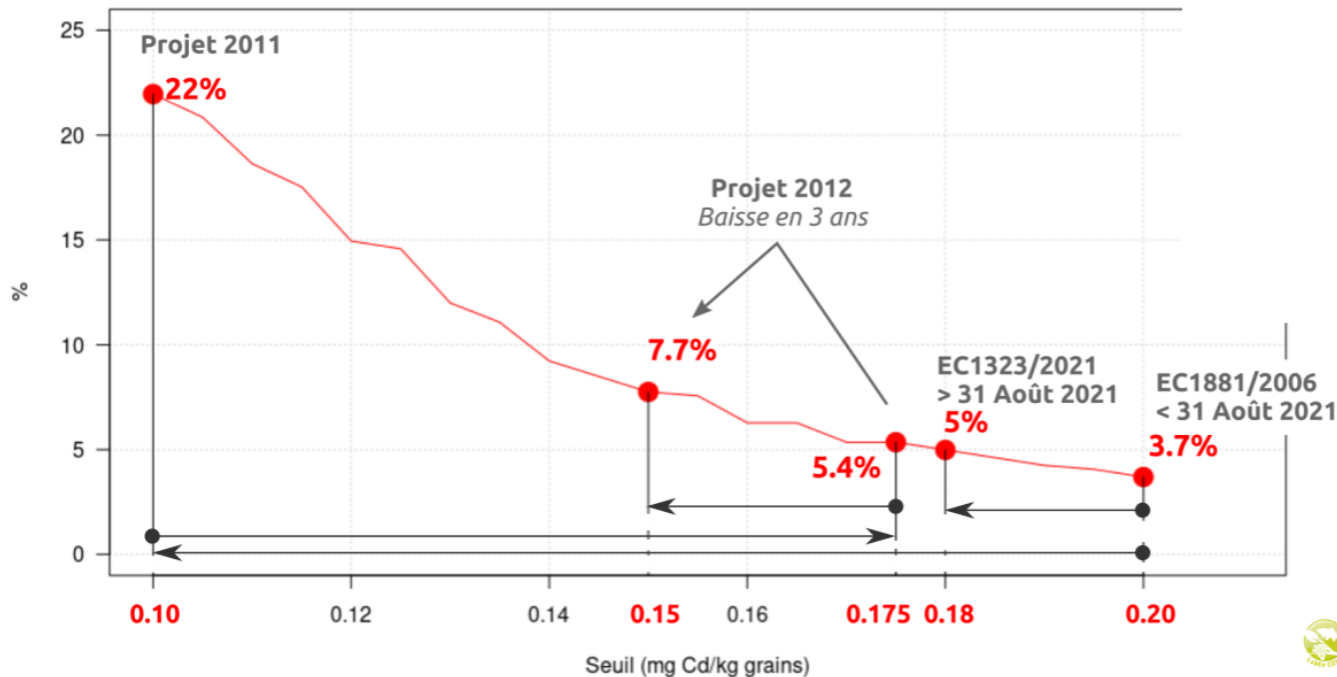
**8.1** **1.3**  
kg / an / personne



**9.2%**  
de la dose de Cd annuelle admissible



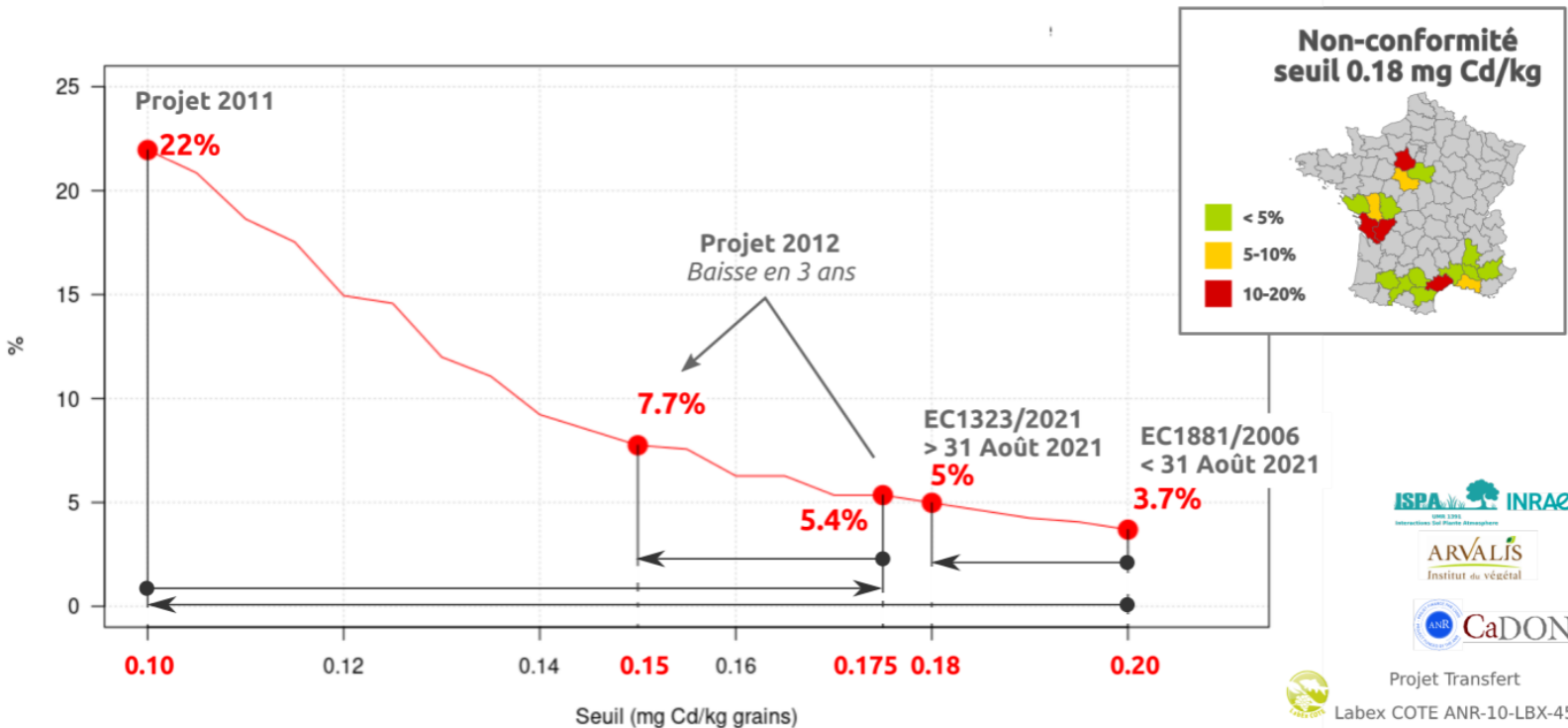
# Non-conformité des parcelles Françaises de blé dur aux seuils réglementaires pour le Cd



Projet Transfert  
Labex COTE ANR-10-LBX-45



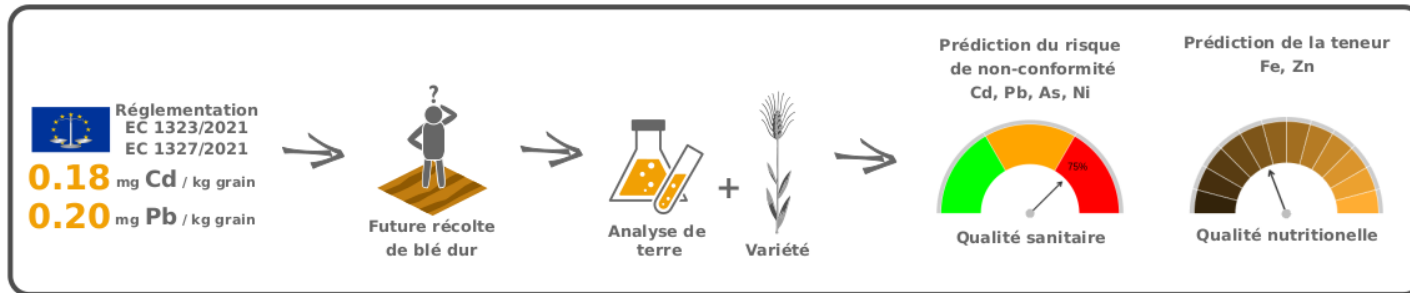
# Non-conformité des parcelles Françaises de blé dur aux seuils réglementaires pour le Cd



Projet Transfert  
Labex COTE ANR-10-LBX-45

# Blessûr

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



Classement des variétés  
pour leur faculté à accumuler  
Cd, Pb, As, Ni





Estimation de la teneur d'un sol  
en Cd, Pb, As, Ni



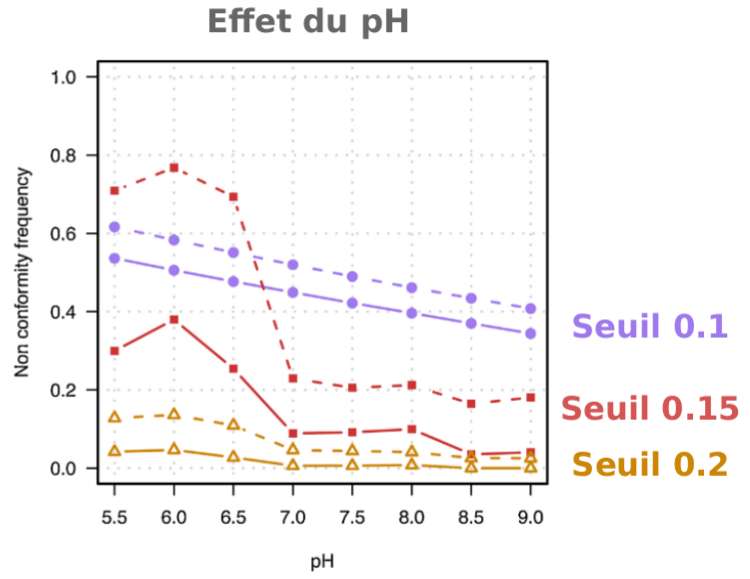
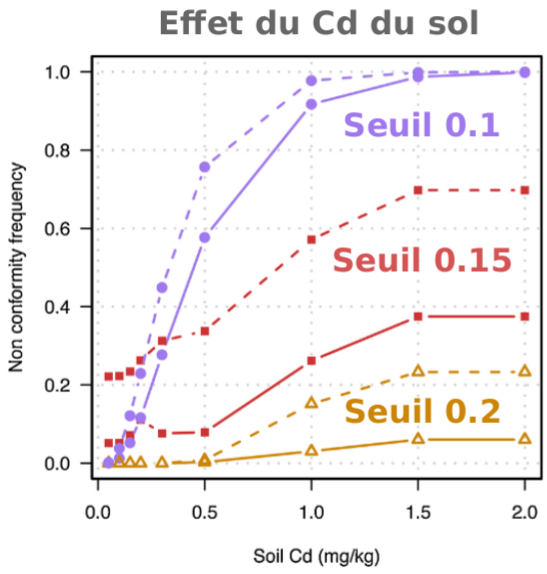
 Informations  
**Eléments  
Traces**

# Variabilité d'accumulation du Cd chez le blé dur

	Max/Min	CV
Variétés 	X 1.68	10 %
Sites 	X 6.8	54 %



# Biodisponibilité du Cd pour le blé dur: Effet du Cd du sol et du pH



Nguyen et al., 2021



# Effet immédiat de la fertilisation sur la contamination Cd de la récolte



Blé dur

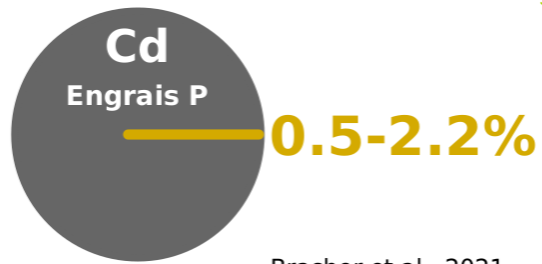
Témoin

P sur rang **+68%**  
P+N sur rang + Zn **+21%**  
P+N sur rang **+44%**  
N sur rang **+33%**  
N dispersé **+5%**

Zn **-23%**

Grant & Bailey, 1998

# Fraction du Cd de l'engrais retrouvée dans la plante l'année de l'apport



Bracher et al., 2021



## Fraction du Cd de l'engrais retrouvée dans la plante l'année de l'apport



Bracher et al., 2021



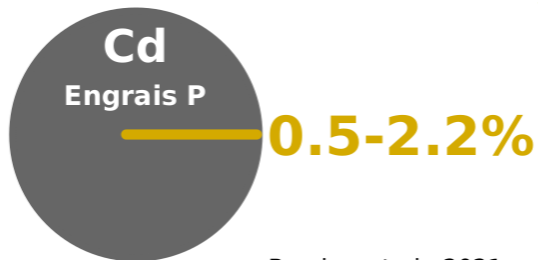
30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha  
60mg Cd/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

**1.8 g Cd/ha**

Cd engrais --> plante

**40 mg Cd/ha**

Fraction du Cd de l'engrais  
retrouvée dans la plante  
l'année de l'apport



Bracher et al., 2021



30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha  
60mg Cd/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

**1.8 g Cd/ha**

Cd engrais --> plante

**40 mg Cd/ha**

**Blé dur**  
50 Qx/ha

**+0.008 mgCd/Kg**

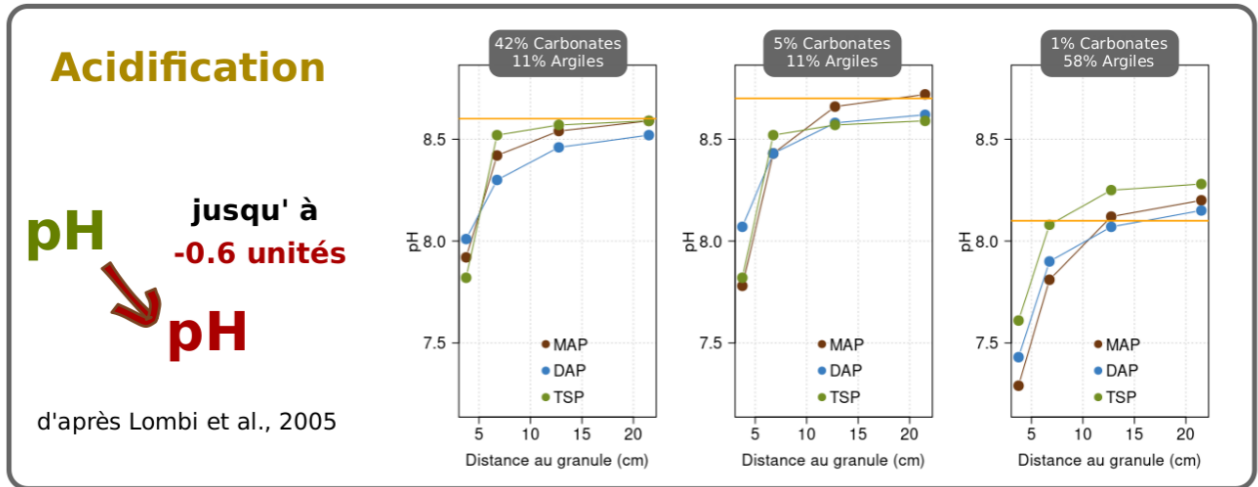
**Blé tendre**  
70 Qx/ha

**+0.006 mgCd/Kg**

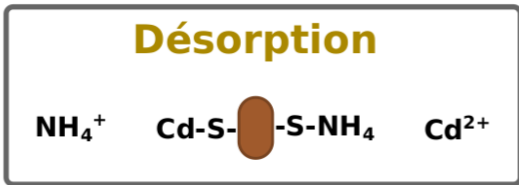
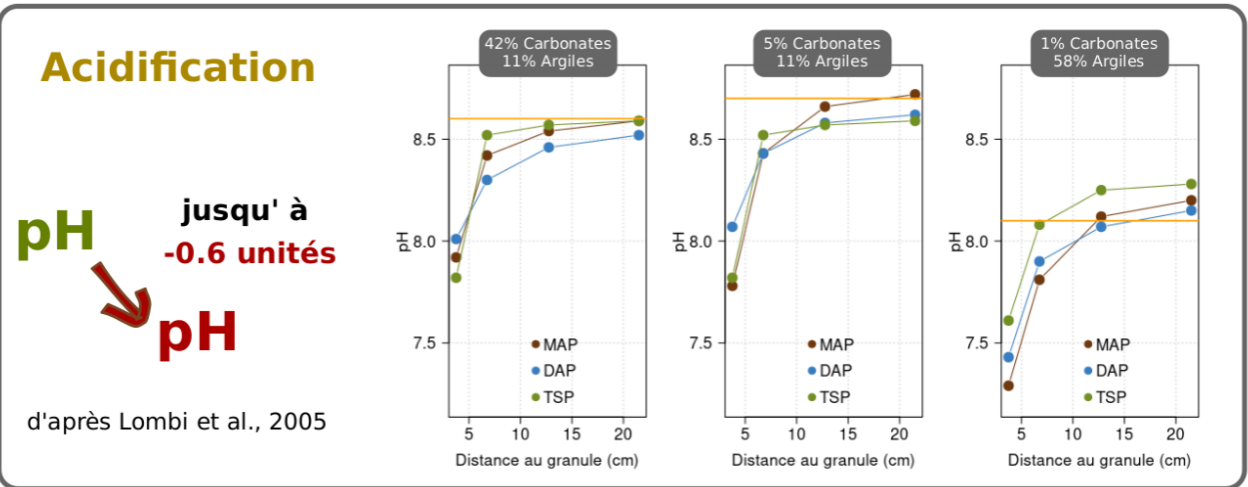
**Seuils réglementaires**  
(mg Cd/kg)

Seigle et orge: **0.05**  
Blé tendre **0.1**  
Blé dur: **0.18**

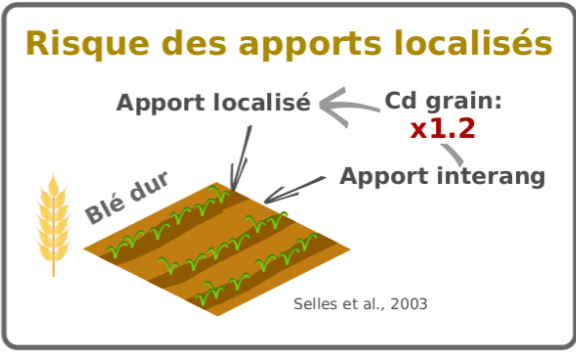
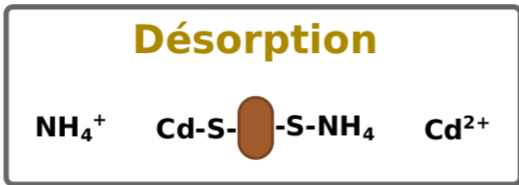
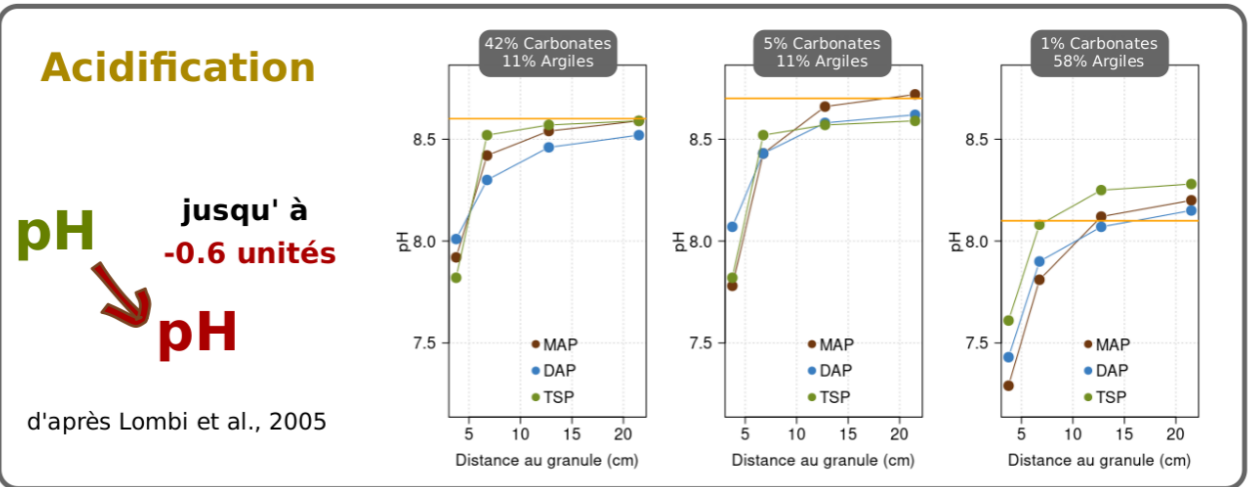
# Effet immédiats de la fertilisation P sur la biodisponibilité



# Effet immédiats de la fertilisation P sur la biodisponibilité

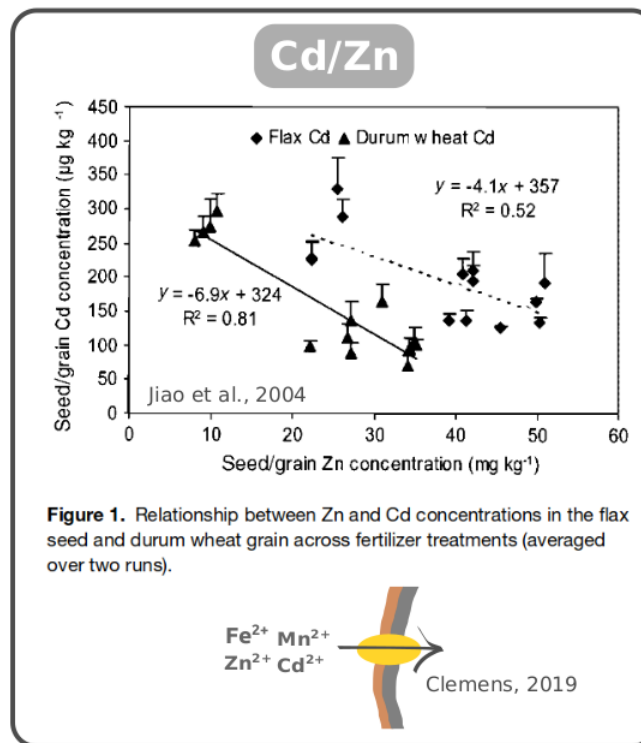
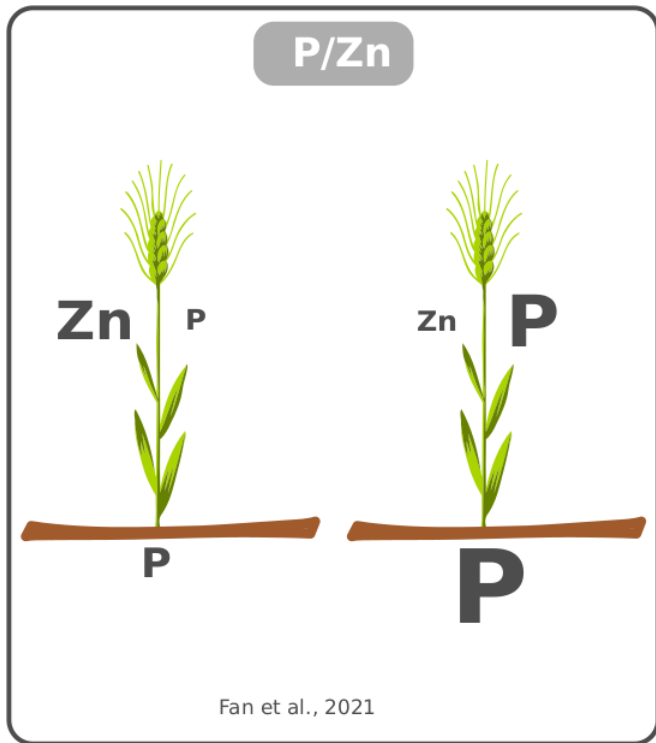


# Effet immédiats de la fertilisation P sur la biodisponibilité



# Effet du statut P de la culture

## Antagonismes physiologiques



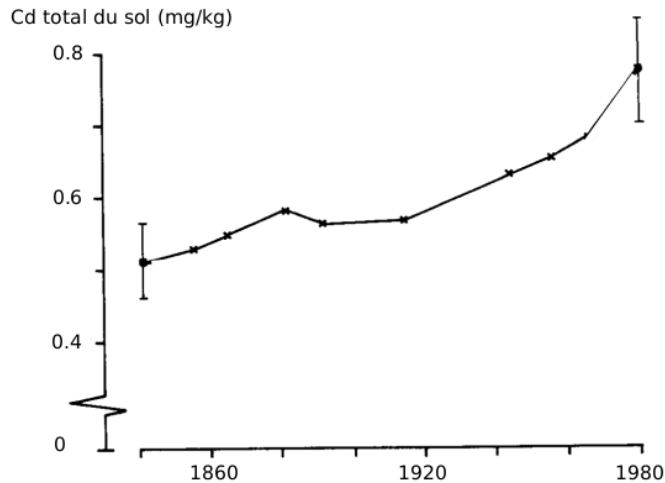


# Accumulation possible du Cd dans les sols agricoles

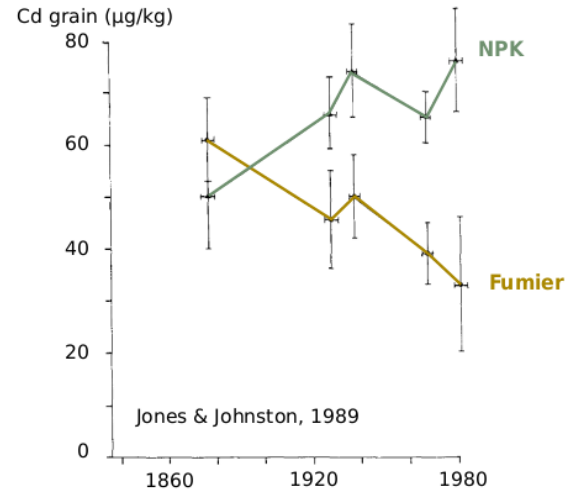


## Broadbalk long-term experiment Rothamsted

Historique de la contamination du Sol



Historique de la contamination du blé



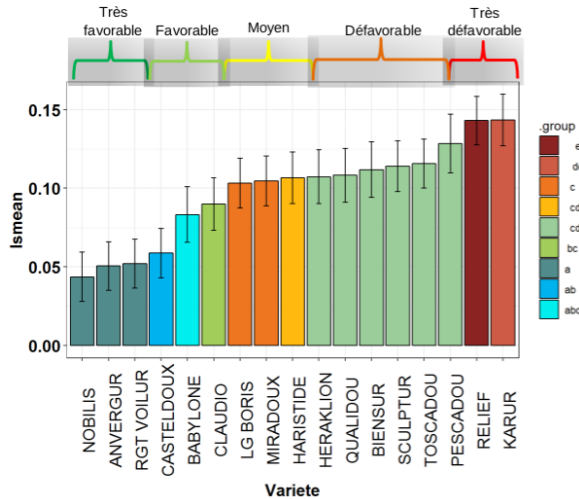
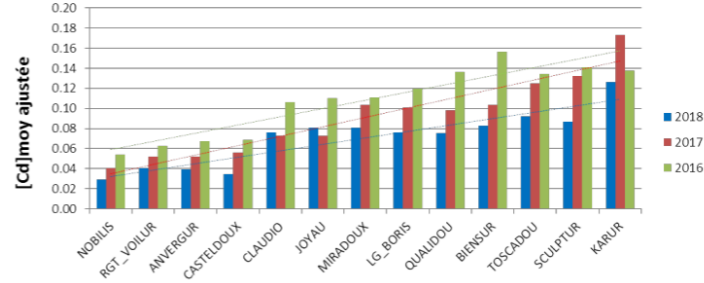
Jones & Johnston, 1989

# Evaluation du levier variétal et classement des variétés sur la capacité d'accumuler le Cd dans les grains

2 dispositifs expérimentaux (champs)  
 51 variétés comparées  
 Récoltes 2016, 2017, 2018  
 271 échantillons

**Effet année  
 mais classement conservé**

Ranking variétal pour [Cd] 2016, 2017 et 2018

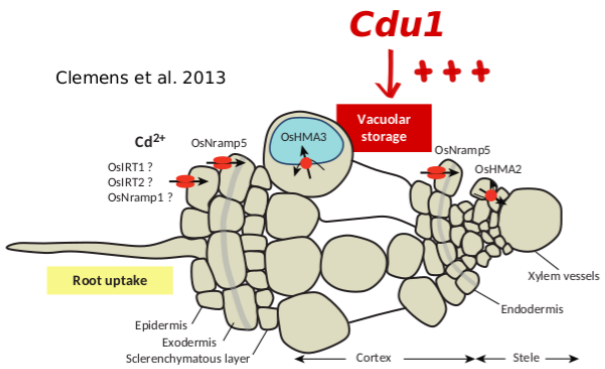


Elimination de l'effet lieu \* année

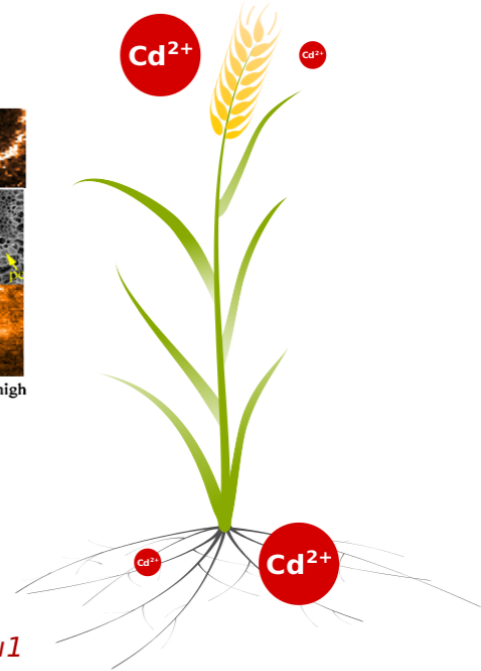
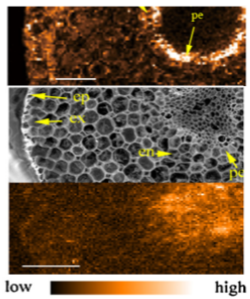
**17 variétés caractérisées**

**Classement vis à vis de leur capacité à accumuler le Cd dans les grains**

# Gène *Cdu1* augmente la séquestration racinaire du Cd et réduit la contamination du grain



Yamaguchi et al. 2011



**Variétés faiblement accumulatrices (*Cdu1*)**

**Canada :** sélection depuis 45 ans

**France :** pas de sélection, pas de caractérisation variétale *Cdu1*

# Leviers d'actions pour limiter la contamination des cultures par les éléments traces contaminants

## Evaluer le risque

- Outils de prédiction (Ex. Bléssûr)
- Référentiels

## Agir sur la biodisponibilité dans le sol

- Ajustement pH 7
- Pratiques de fertilisation (dose, type, localisation), **qualité intrants**

## Levier végétal

- **Type de culture** (Espèces/organes consommés)
- **Choix de la variété/cultivar**



*Merci*