

comifer



11^{èmes}

RENCONTRES

de la fertilisation raisonnée et de l'analyse



11^{èmes} Rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse – 20 et 21 novembre 2013

Transfert sol-plante de cadmium, évaluation des risques

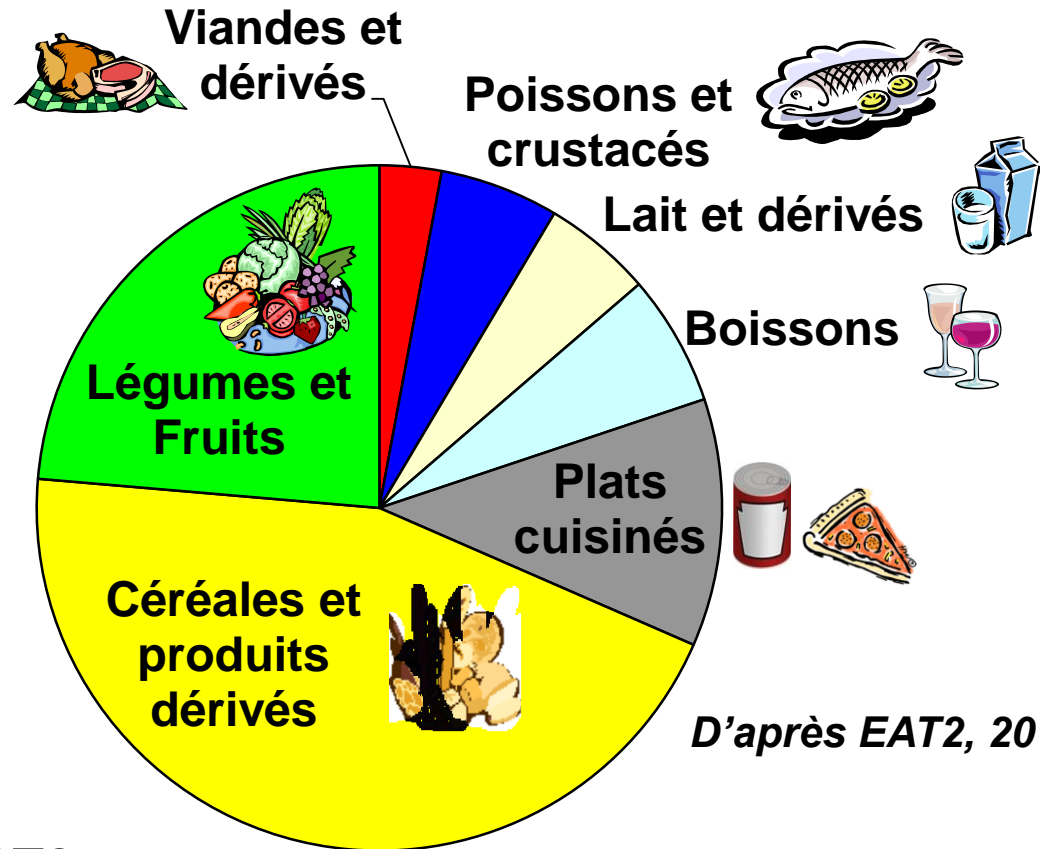
LAURENCE DENAIX, VALÉRIE SAPPIN-DIDIER, ANDRÉ
SCHNEIDER, JEAN-YVES CORNU ET CHRISTOPHE NGUYEN

UMR 1220 TCEM, INRA CENTRE BORDEAUX AQUITAINE



Exposition du consommateur

Apport journalier de Cadmium (Etude Alimentation Totale)



Résultats de l'EAT2 :

- Exposition en hausse par rapport à ETA1
- Produits céréaliers et pomme de terre sont les 1ers contributeurs

Contexte réglementaire

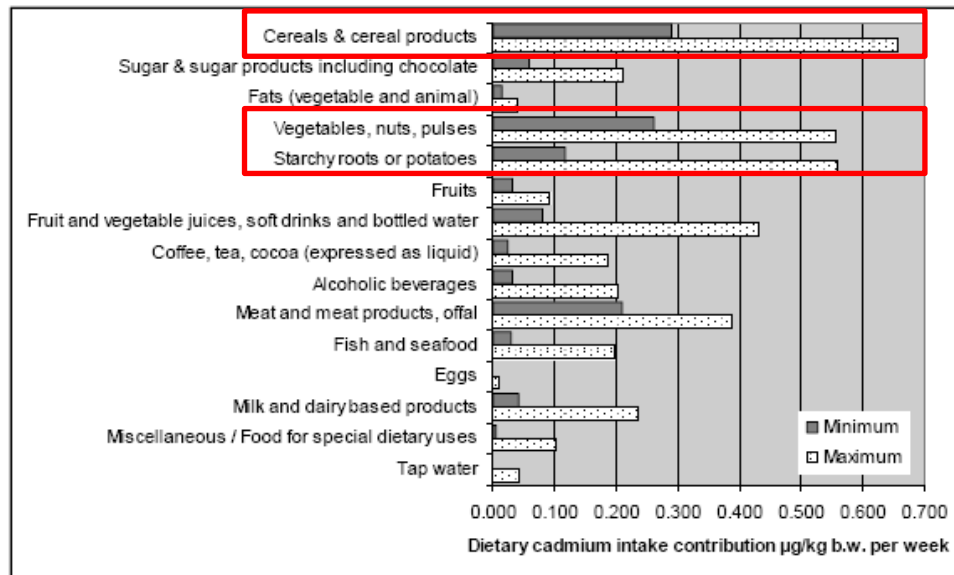
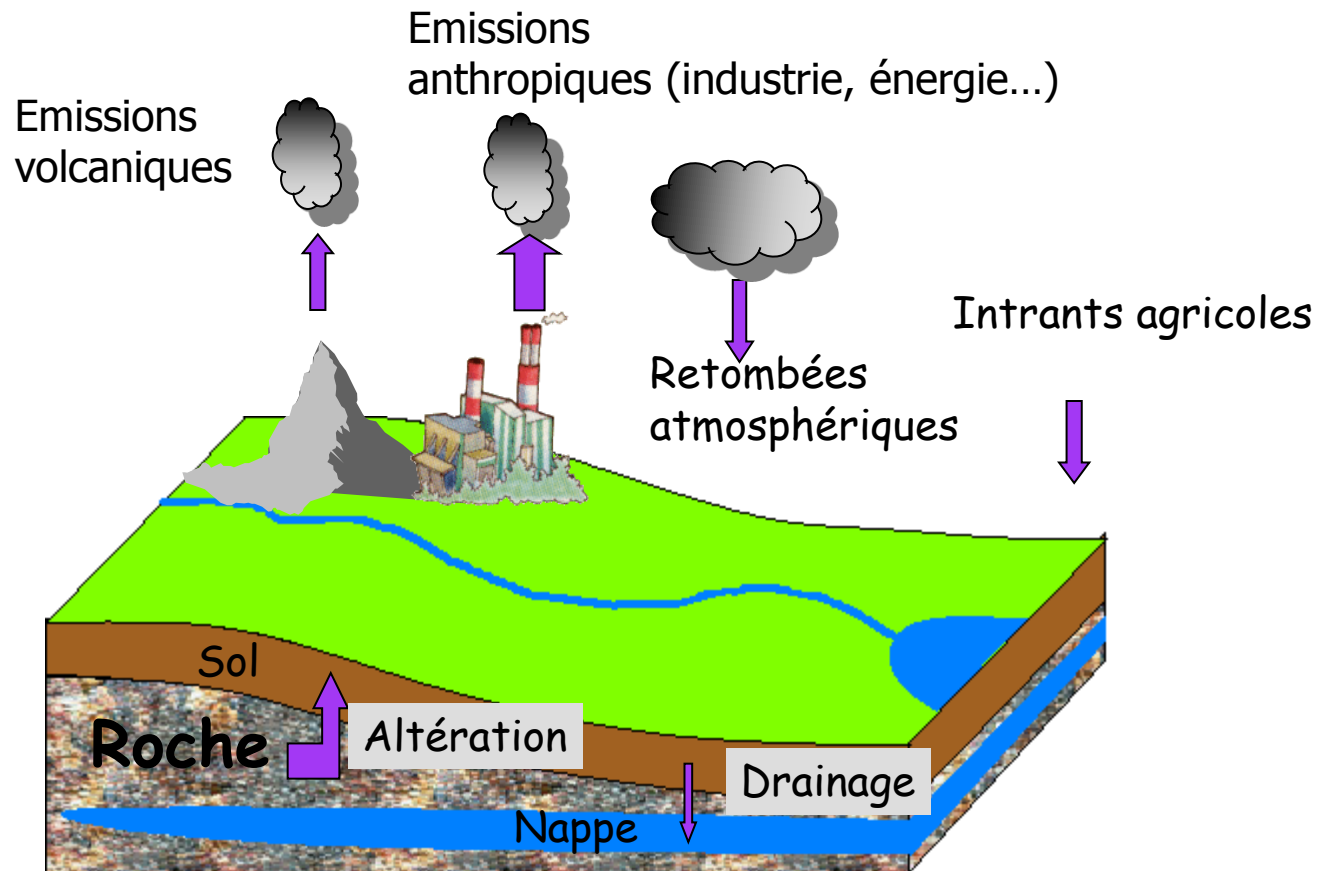


Figure 7. Contribution to overall cadmium exposure by the main food groups of EFSA's Concise European Food Consumption database. Dark bars mark the country specific diet with lowest and light bars the one with highest overall contribution.

- Avis de l'EFSA du 30/01/09 sur le Cadmium
La Dose Hebdomadaire Tolérable passe de **7** à **2.5 µg/kg**
Exposition proche de cette nouvelle valeur de référence
L'exposition au Cadmium de la population doit être réduite
- La Commission réfléchit à baisser les limites réglementaires **sur tous les aliments contributeurs, et instaurer de nouvelles limites**

Origine des éléments traces des sols agricoles

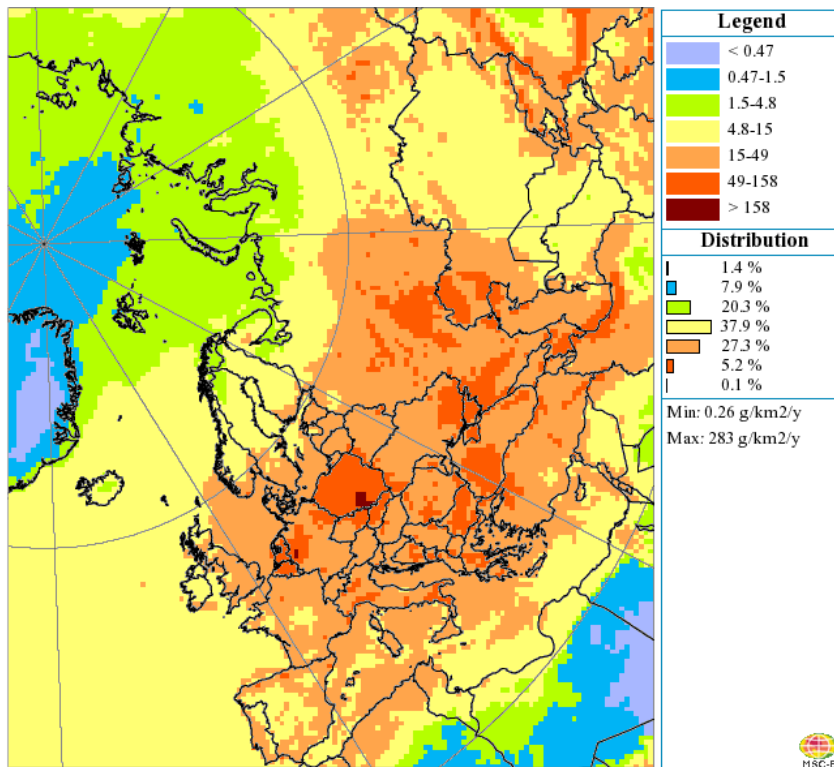
Une origine naturelle + une origine anthropique



Dépôts atmosphériques en 2011

Cadmium (grammes/kilomètre carré/an)

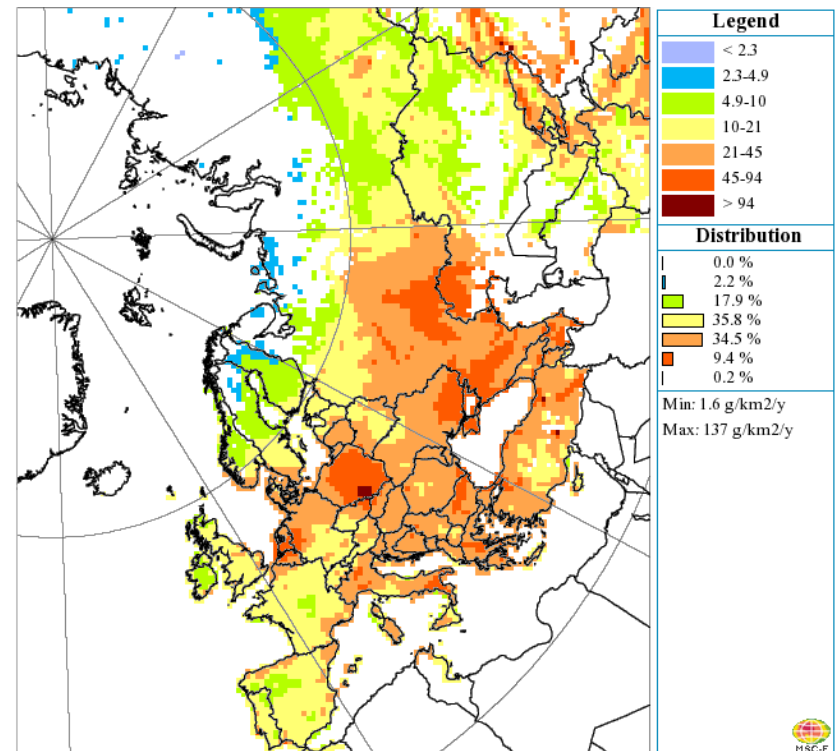
Dépôts totaux



Spatial distribution of cadmium total deposition in 2011, g/km²/y

France : 5 à 50 g/km²/an

Dépôts sur parcelles de grandes cultures

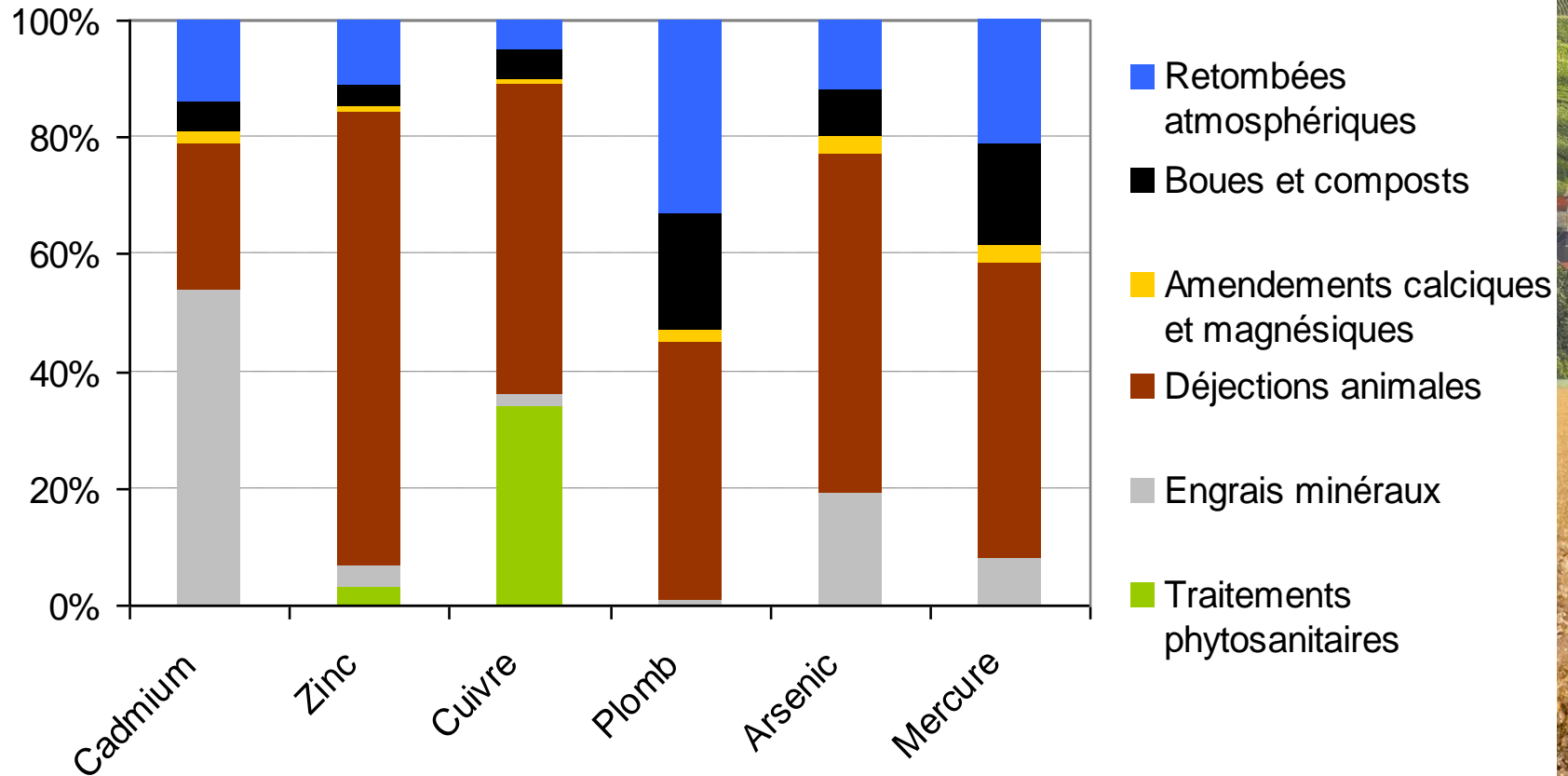


Cadmium total deposition to "temperate crops" land cover in the EMEP region in 2011, g/km²/y

5 à 20 g/km²/an

<http://www.msceast.org/>

Origine des éléments traces dans les sols agricoles

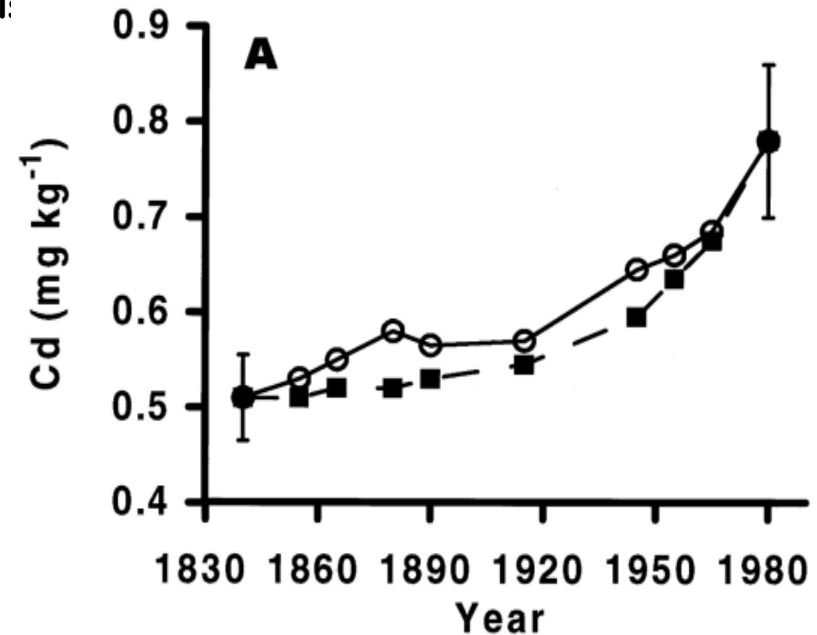
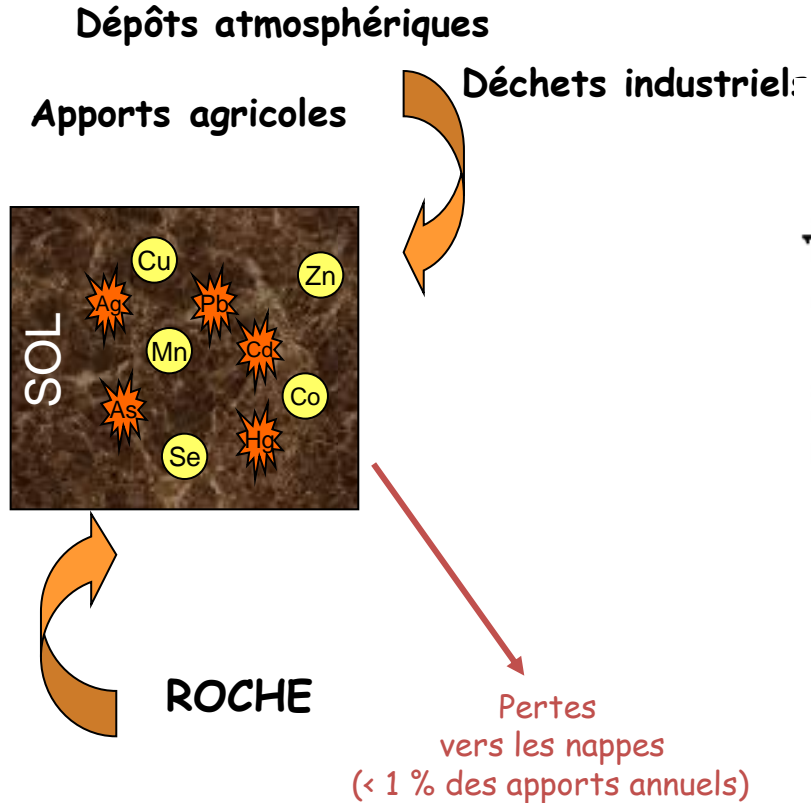


Sogreah - Ademe, 2007

Les sols accumulent les métaux

Accumulation au cours du temps

Evolution du Cd du sol résultant des dépôts atmosphériques et des engrais P
(Essai Rothamsted, UK)



P E Rasmussen et al. Science 1998;282:893

Concentration en cadmium dans les sols français

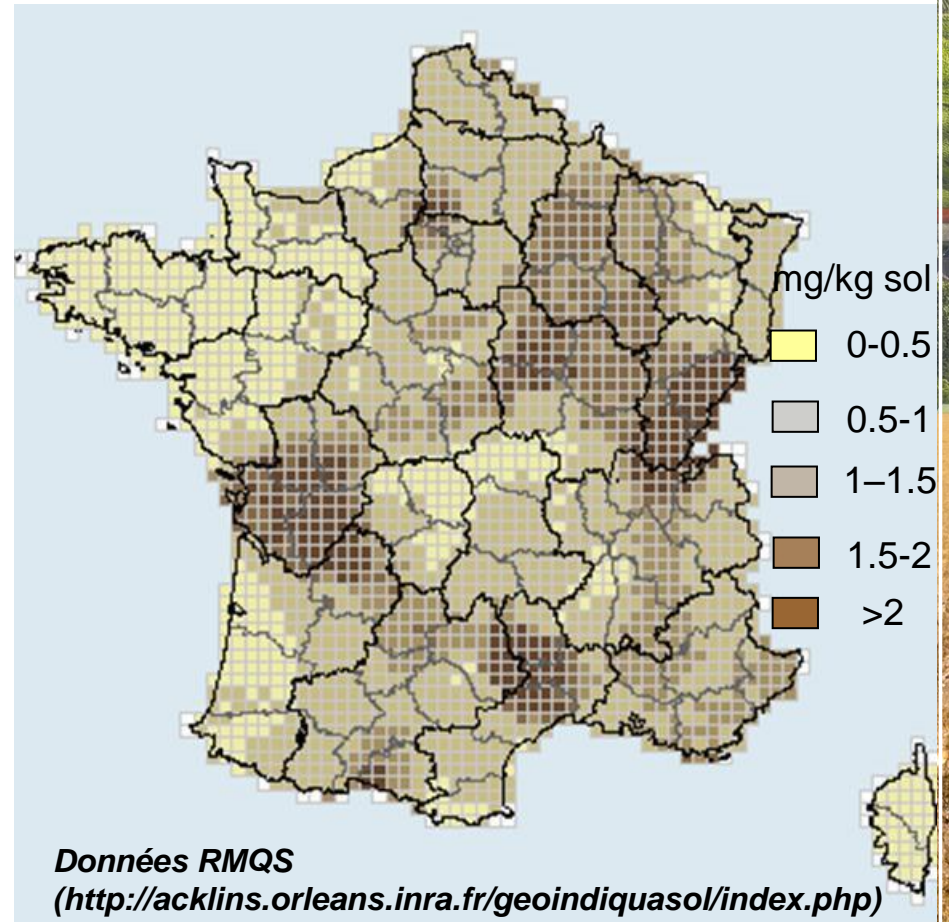
Cadmium :
Carte des vibrisses du cadmium total

La concentration est due à :

- la nature de la roche
- la nature du sol
- les sources externes de contamination

Concentration : **Indicateur de présence**

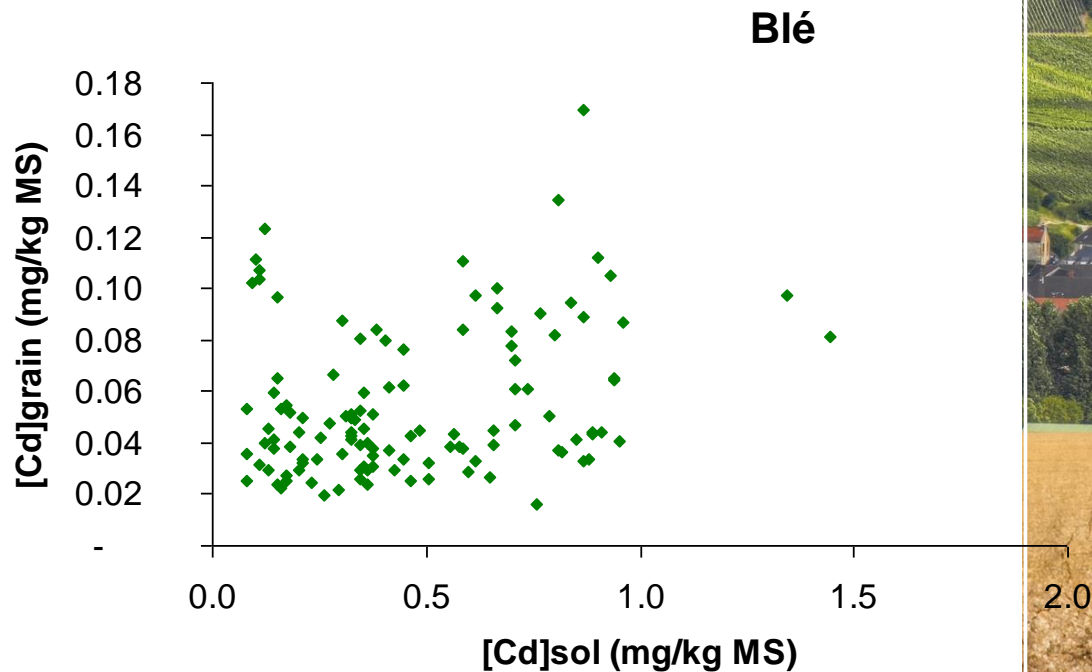
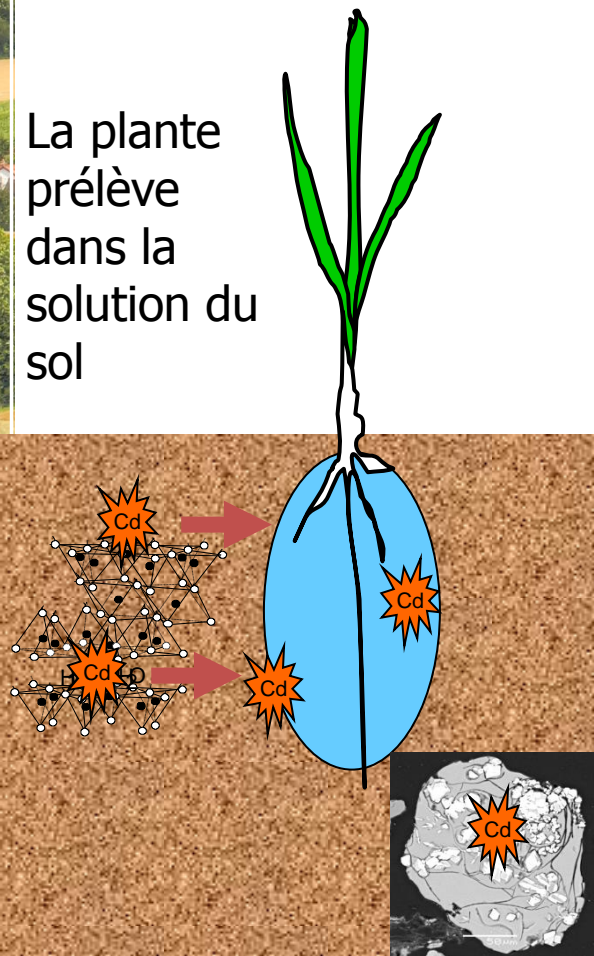
Pas de lien direct entre la concentration dans le sol et la concentration dans les organes végétaux récoltés



L'absorption du Cd dépend de sa disponibilité

Il n'y a pas de lien direct entre la teneur totale dans le sol et le prélèvement par le végétal

La plante prélève dans la solution du sol

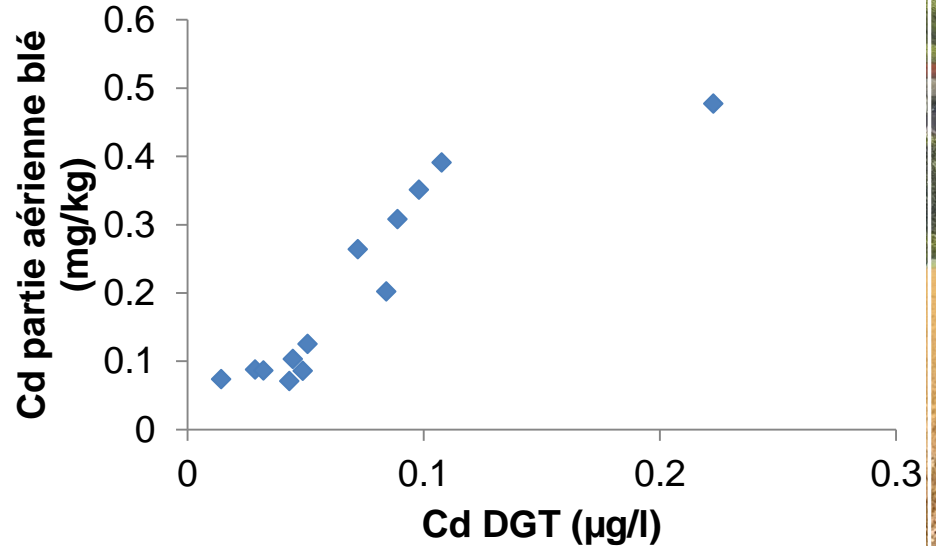
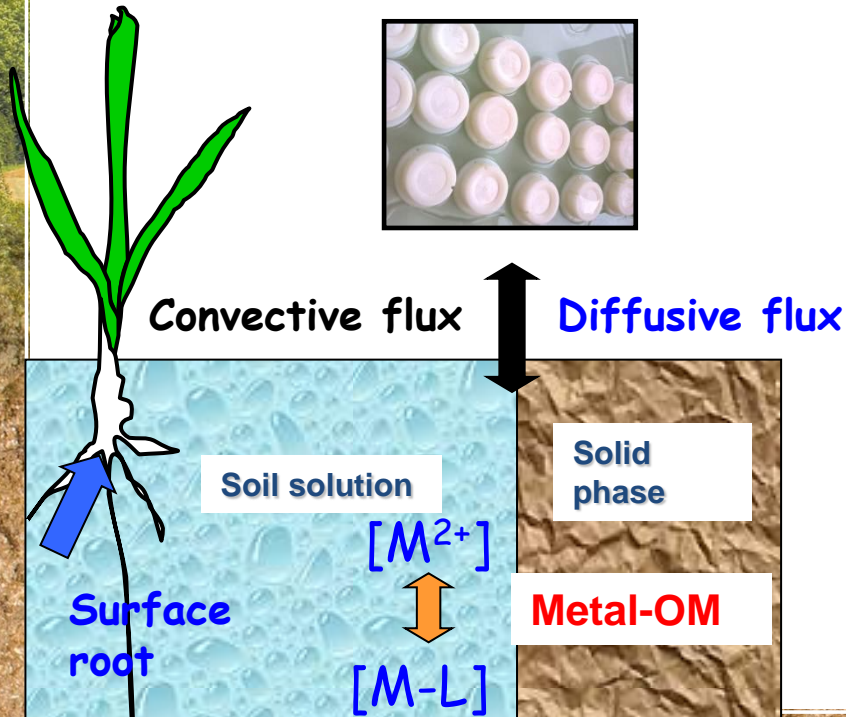


D'après Sappin-Didier et al., 2002

La disponibilité du métal dépend de sa localisation dans le sol

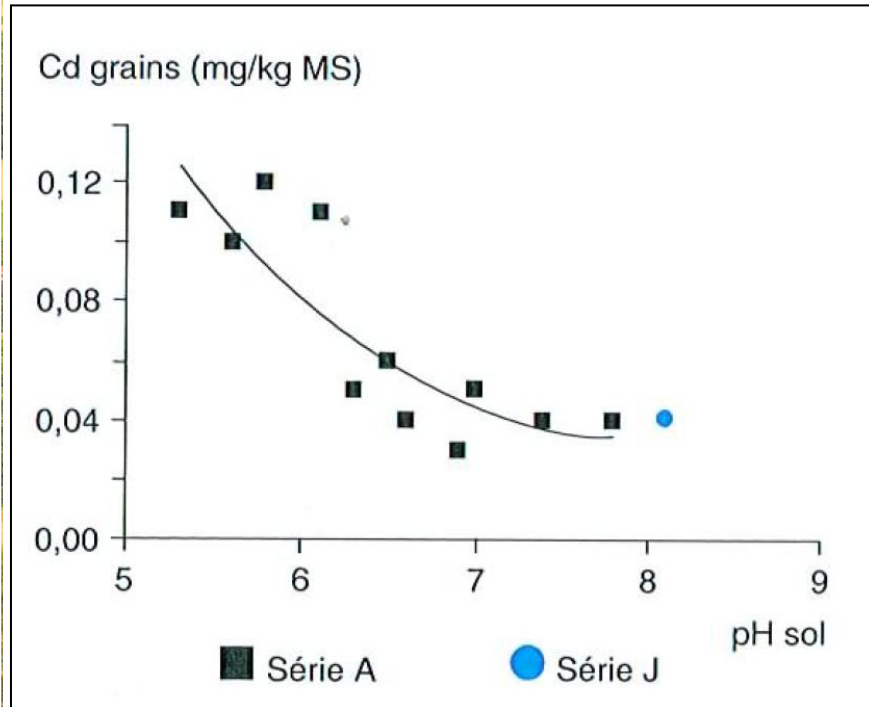
Indicateurs de disponibilité

- Equations de pédotransferts
- Extraction par des extractants spécifiques (acides, sels neutres, complexants)
- Nouvelle approche : les capteurs passifs (DGT)



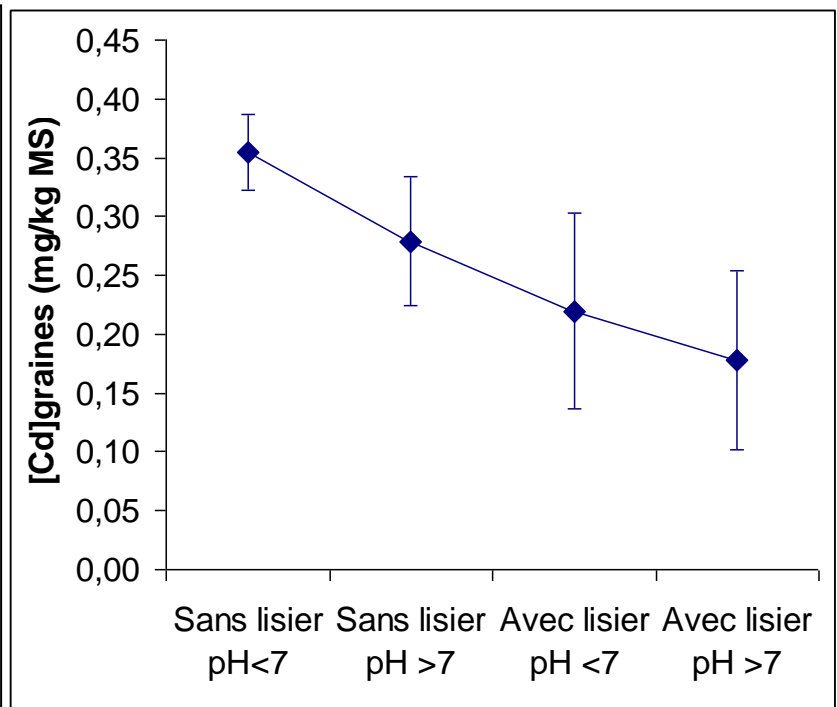
Rôle du pH et de la matière organique

Grain de blé tendre



Sappin-Didier et al., 2002

Graine de tournesol



Dauguet et al., 2010

*A pH plus élevé, la concentration en Cd dans le végétal est souvent plus faible
Un apport de matière organique peut limiter le transfert du Cd vers la plante*

Rôle des apports de P sur la contamination Cd

Effet sur le sol

Essais norvégiens comparant des apports de P et des apports de fumier

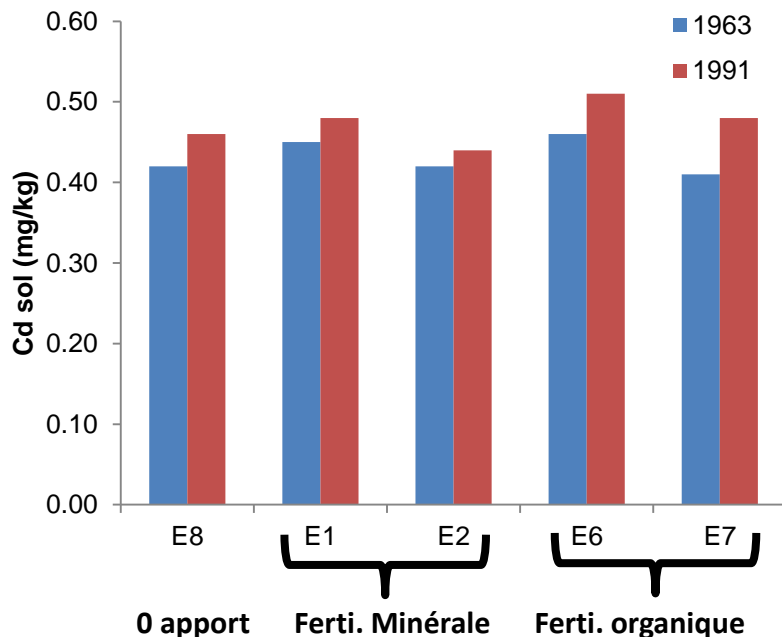


Table 1. Fertilizer treatments of the Møystad trial plots

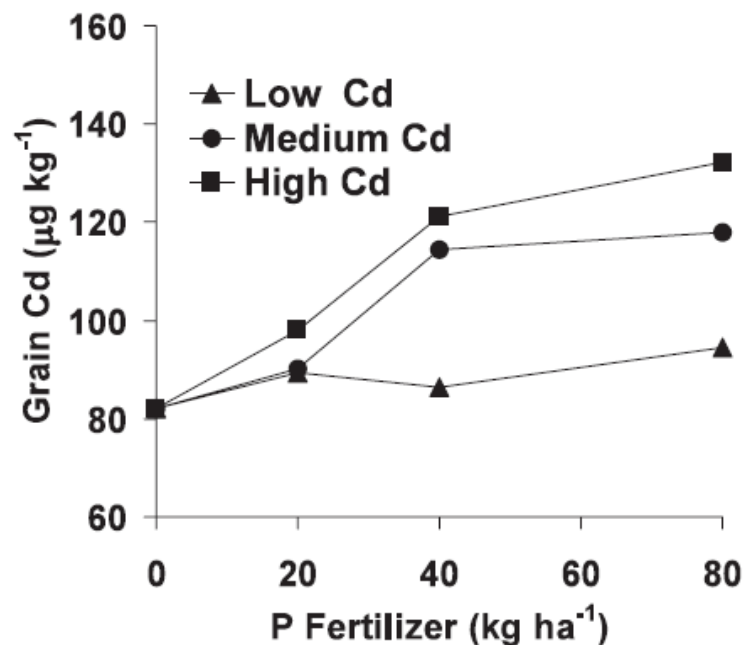
Fertilizer	Plots				
	E8	E1	E2	E6	E7
P, kg ha ⁻¹ yr ⁻¹ , 1922–1982	0	22	15	0	7.4
P, kg ha ⁻¹ yr ⁻¹ , 1983–1992	0	25	44	0	0
FYM, t d.w. ha ⁻¹ yr ⁻¹ , 1922–1982	0	0	0	1.5	1.5
FYM, t d.w. ha ⁻¹ yr ⁻¹ , 1983–1992	0	0	0	3	6

Jeng & Singh, 1995

Effet sur les récoltes

Essais canadiens

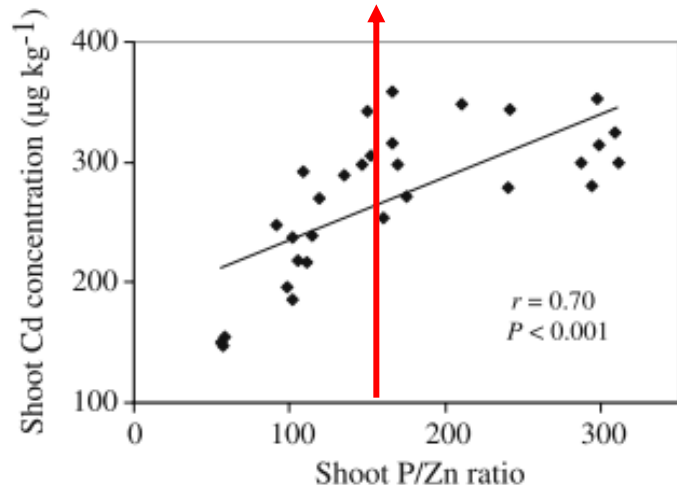
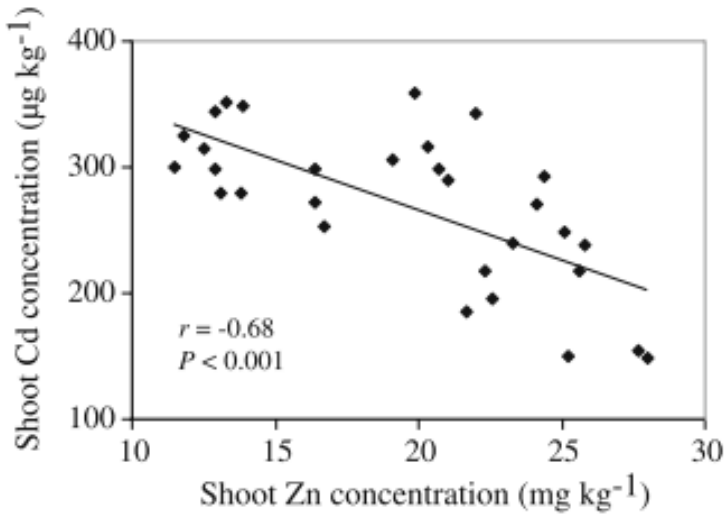
doses croissantes de P (20, 40, 80 kgP/ha), contamination Cd variable (3, 75 et 232 mg/kg)



Grant, 2011

Rôles antagonistes de P, Zn et Cd

Antagonisme Cd / Zn
la baisse d'accumulation du Zn favorise l'accumulation du Cd



Antagonisme P / Zn
Le P diminue l'accumulation du Zn

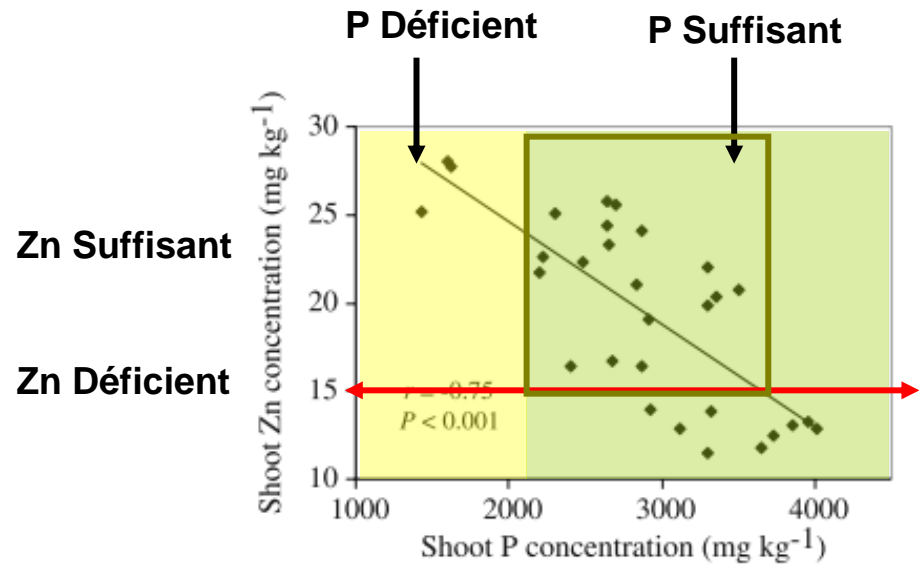


Fig. 2 Relationships between element concentrations in shoot of durum wheat

Gao et al., 2011

Effet seuil permettant d'envisager des recommandations en matière de fertilisation P/Zn pour minimiser l'accumulation du Cd.

Le réseau QUASAPROVE : un dispositif pour suivre la contamination

Un réseau distribué sur plus de 20 sites



- Unités expérimentales INRA
- Stations expérimentales d'ARVALIS-Institut du Végétal et du CETIOM
- Lycées agricoles

Suivi annuel de la contamination des sols et des plantes (blé – tournesol) en éléments traces (Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ni, Pb, Zn, U) et mycotoxines (blé)

Quelques pistes pour limiter la contamination des récoltes

- Connaître la biodisponibilité initiale du cadmium dans les sols
- Eviter les pH acides (chaulage)
- Contrôler la teneur dans les intrants et les flux apportés (fertilisation minérale, amendements organiques)
- Favoriser les amendements organiques

De nombreuses questions en suspens

- Mieux estimer les bilans de masse à la parcelle
- Mieux cerner l'effet source/puits des matières organiques
- Prédire l'accumulation dans les récoltes, notamment en sols calcaires
- Comprendre les interactions avec la fertilisation phosphatée et les relations Cd/Zn/P