

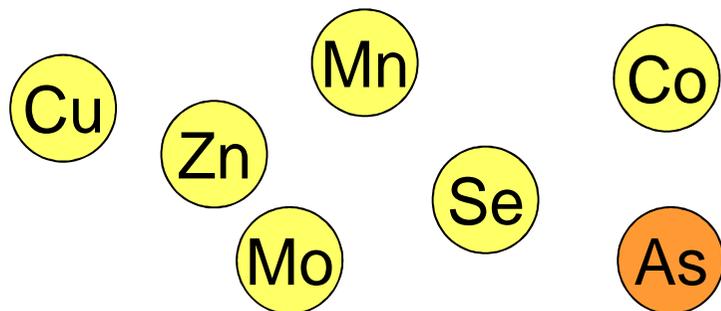
Démystifier le transfert des polluants minéraux du sol à la plante

Laurence Denaix et Christophe Nguyen
UMR TCEM – INRA Centre de Bordeaux Aquitaine

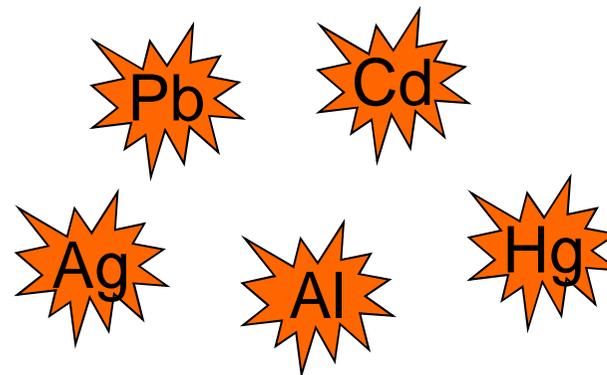
Que sont les polluants minéraux (éléments traces) des sols ?

Les éléments traces (< 0.1 % de la masse de sol) sont

**Nécessaires (OLIGOELEMENTS)
Mais toxiques au-delà d'un seuil**

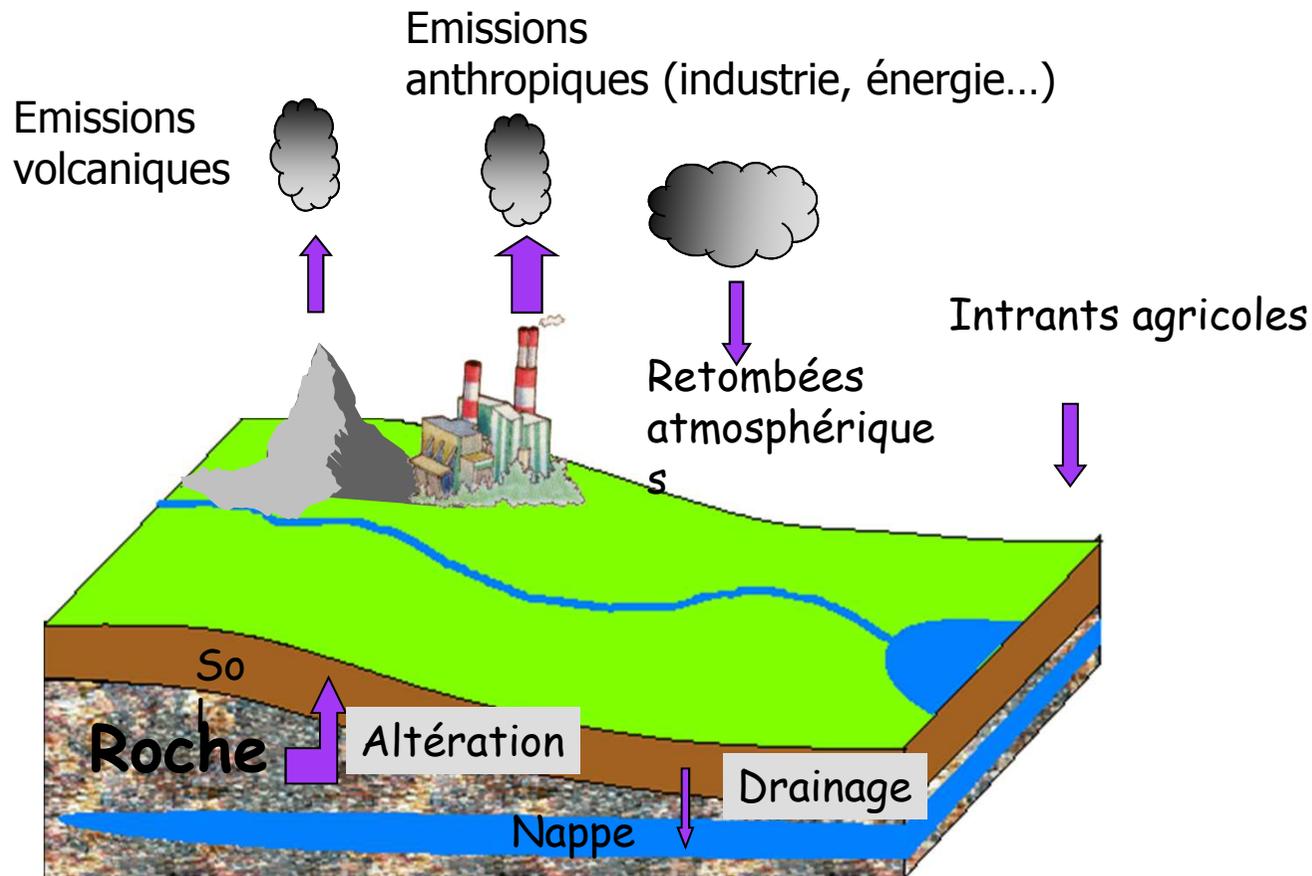


Toujours toxiques

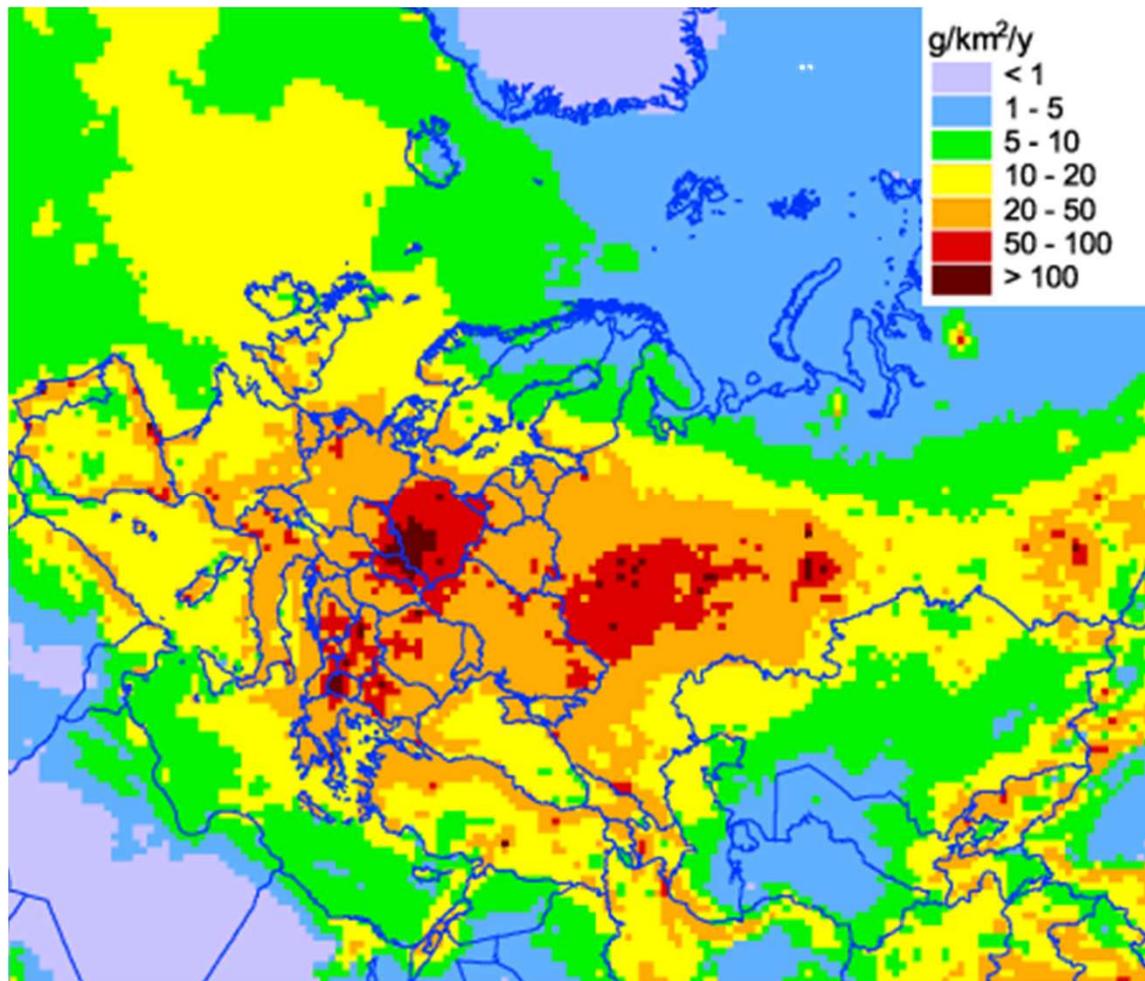


D'où viennent les éléments traces des sols agricoles ?

Une origine naturelle + une origine anthropique



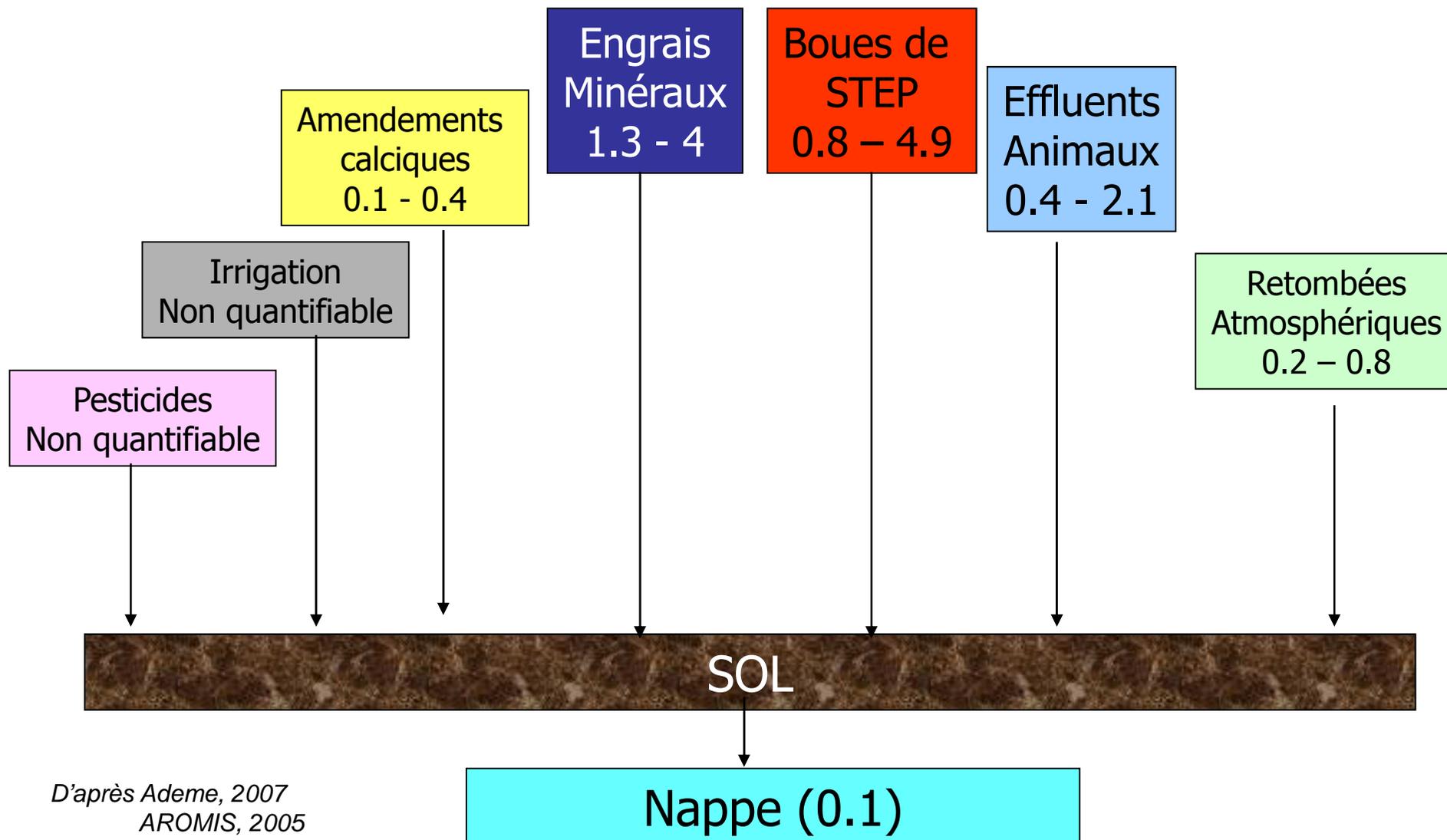
Emissions à l'échelle européenne Cadmium en 2008



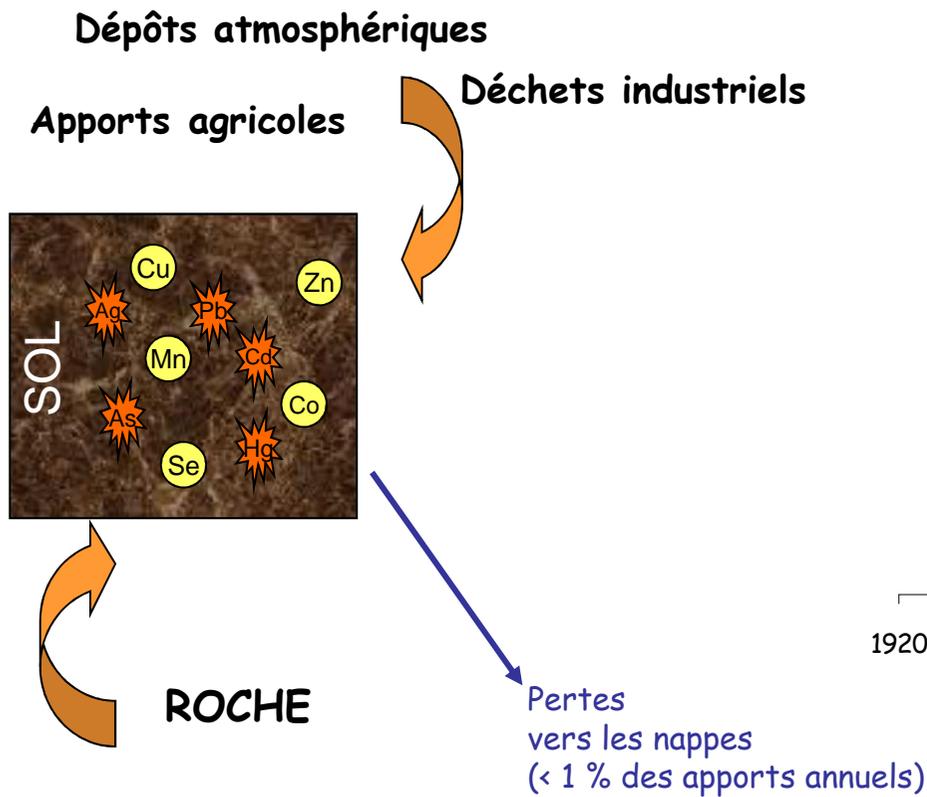
Identification
de zones avec de
forts dépôts

http://www.msceast.org/hms/emission_map.html

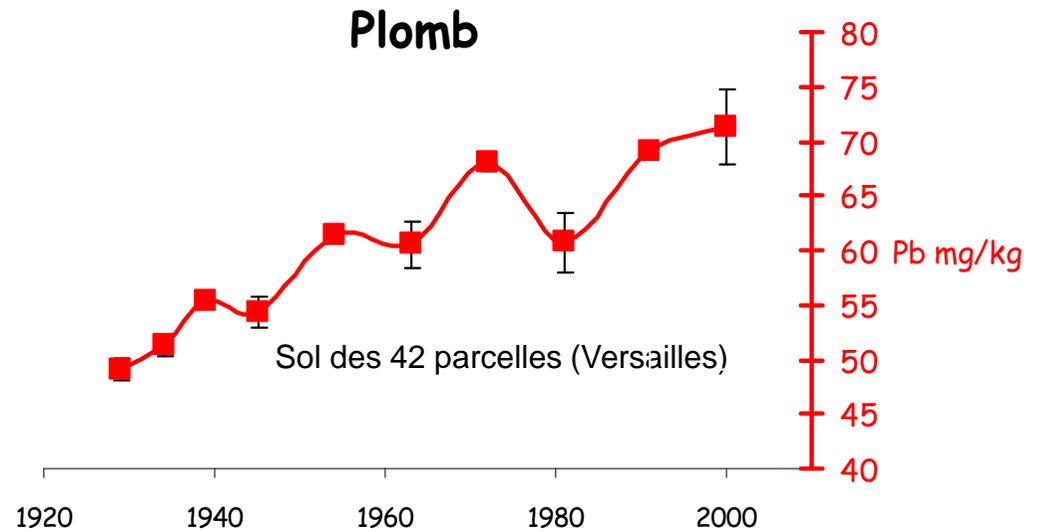
Flux moyen de cadmium sur les parcelles agricoles (g/ha/an)



Les sols accumulent les contaminants minéraux



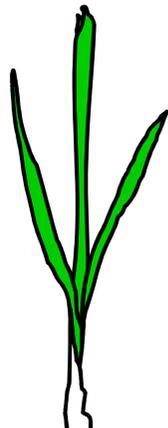
Accumulation au cours du temps



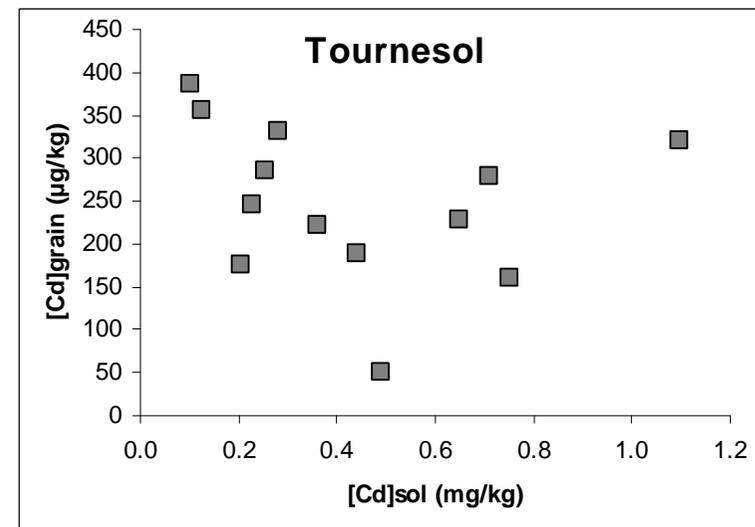
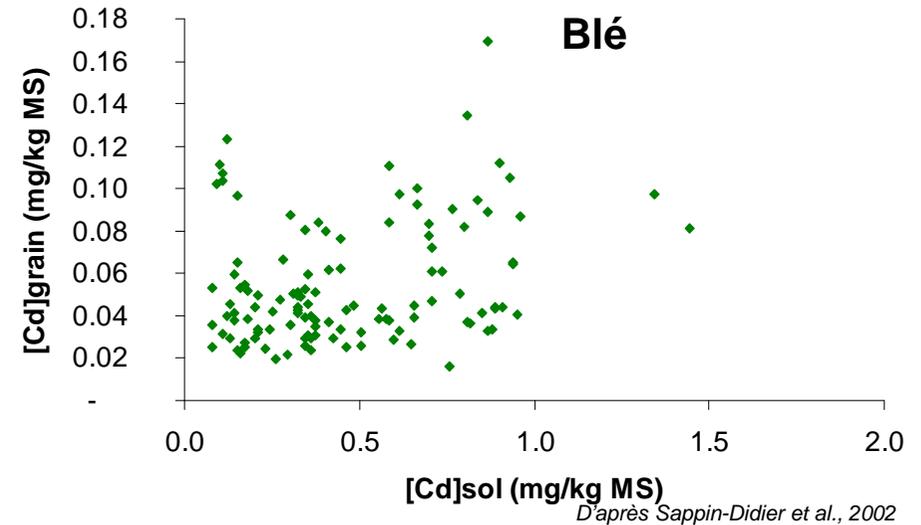
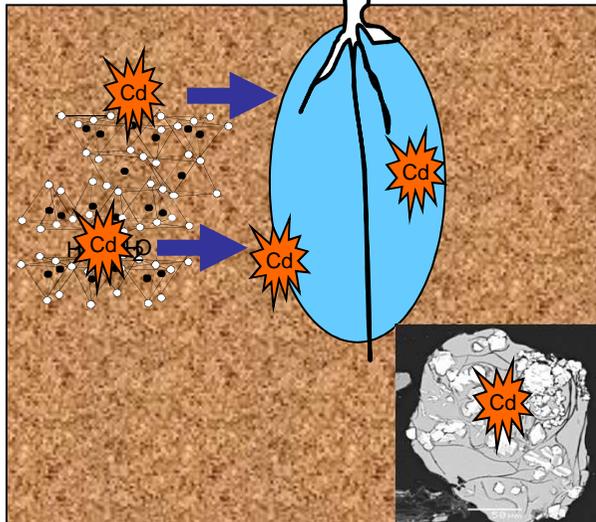
Semlali, 2000

Pour des cas de contamination diffuse,
 pas de relation entre la **teneur totale** dans un sol
 et la teneur dans le végétal = Notion de disponibilité

La plante prélève
 dans la solution du
 sol

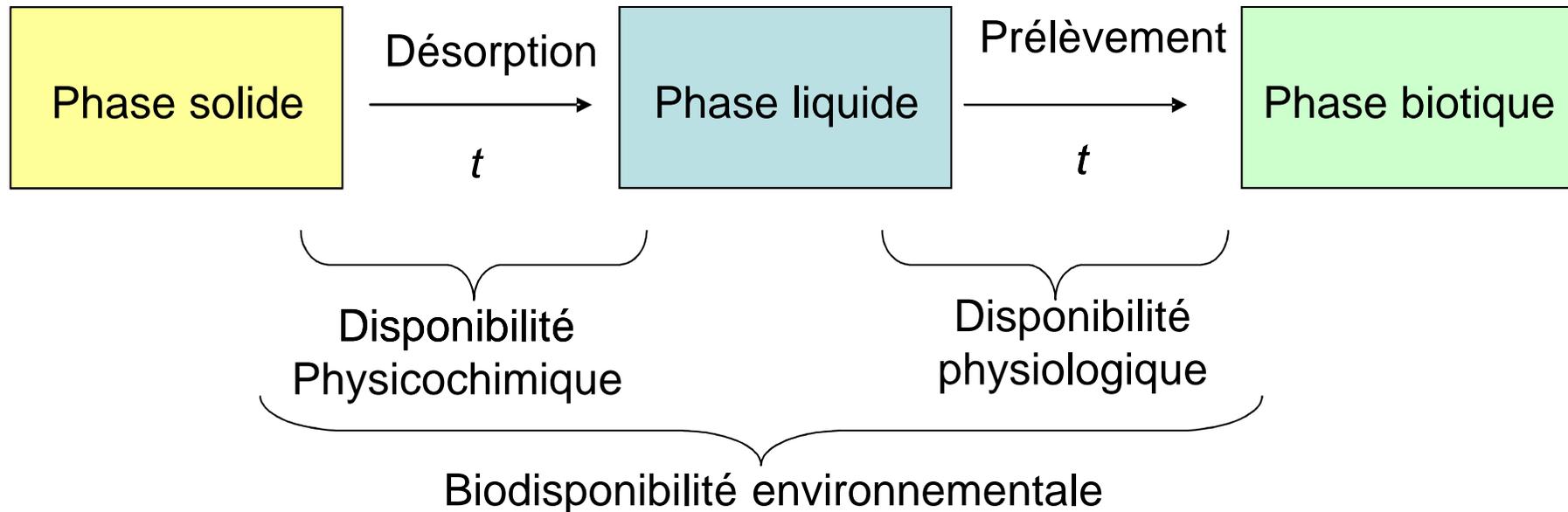


La disponibilité du
 métal dépend de sa
 localisation dans le
 sol

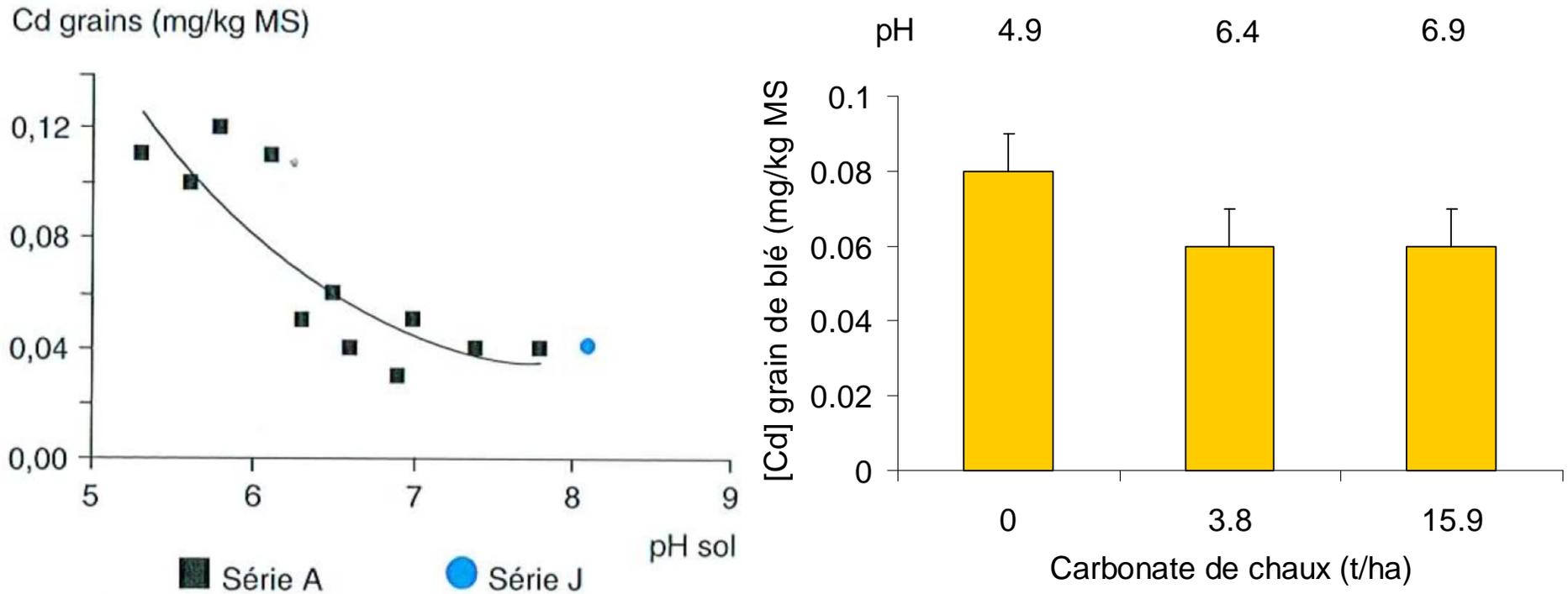


Pour qu'un élément soit prélevé, il faut qu'il soit disponible

- Quantité d'un élément susceptible d'être transférée vers un organisme vivant (phytodisponibilité = vers les plantes)



Une augmentation de pH diminue la biodisponibilité

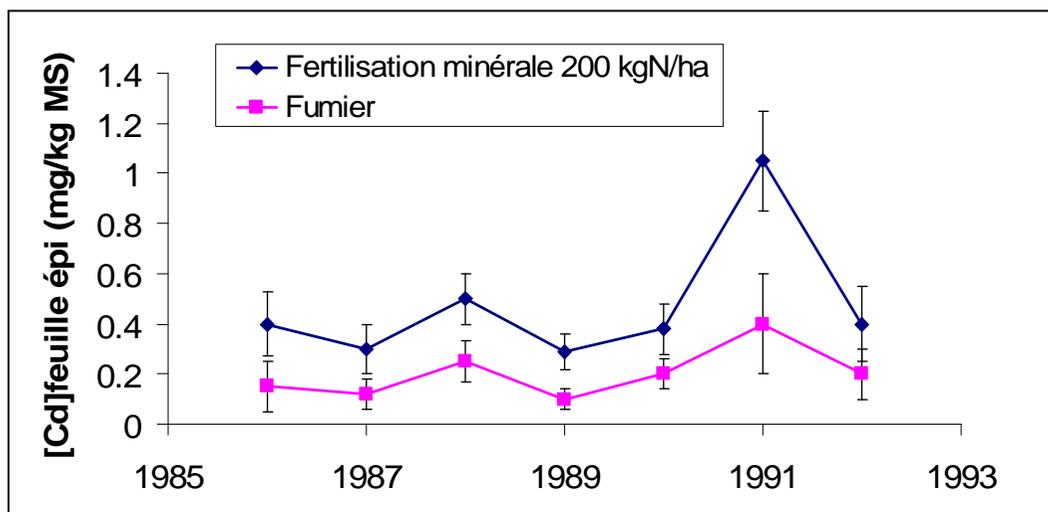


Sappin-Didier et al., 2002

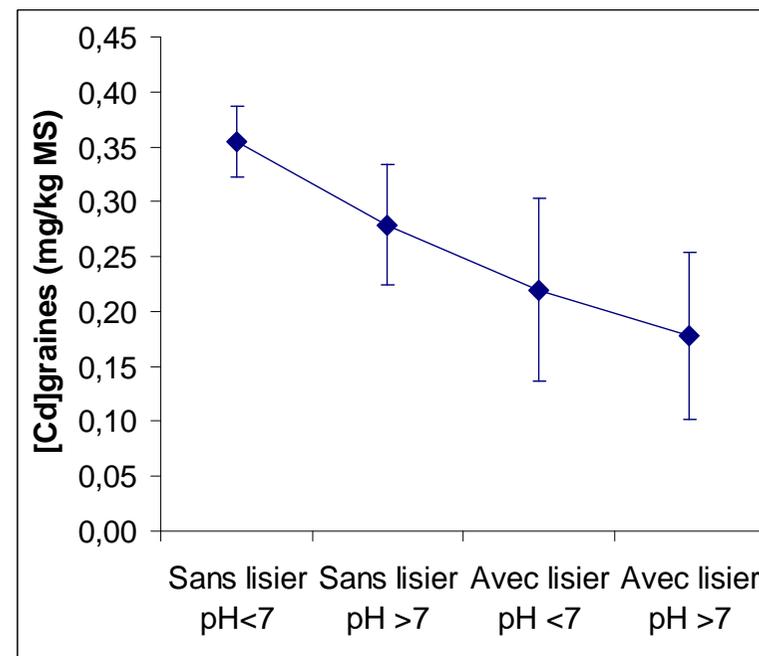
A pH plus élevé, la concentration en ETM dans le végétal est souvent plus faible

Rôle de la matière organique sur la biodisponibilité

Feuille de maïs



Graine de tournesol



Lors d'apport de matières organiques, la concentration en ETM dans le végétal est souvent plus faible

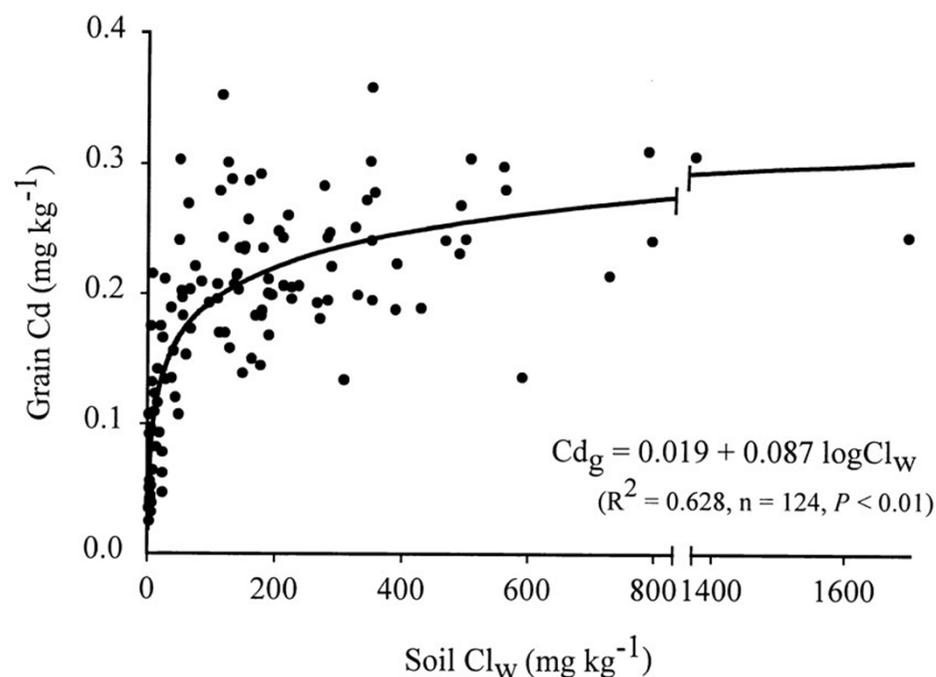
Effet combiné d'une augmentation de teneur en contaminant et d'un abaissement de pH

Exemple d'un essai longue durée d'épandage de boues

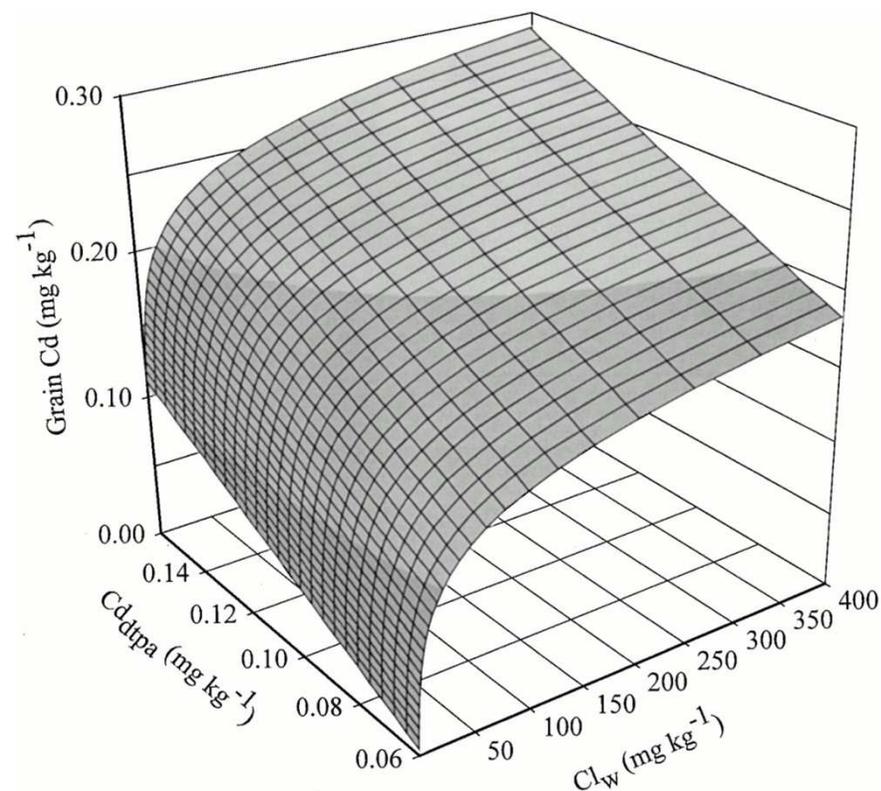
	Témoin	Ammonitrate 200 Unités	Boues 10t/ha
pH	6.4	5.7	6.4
Cadmium sol (mg/kg)	0.2	0.3	0.9
Plomb sol (mg/kg)	19	19	34
Zinc sol (mg/kg)	25	27	114

La concentration des éléments minéraux des végétaux augmente plus si on abaisse le pH d'une unité que si on multiplie par 3 la concentration en métaux dans les sols

Effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur la biodisponibilité

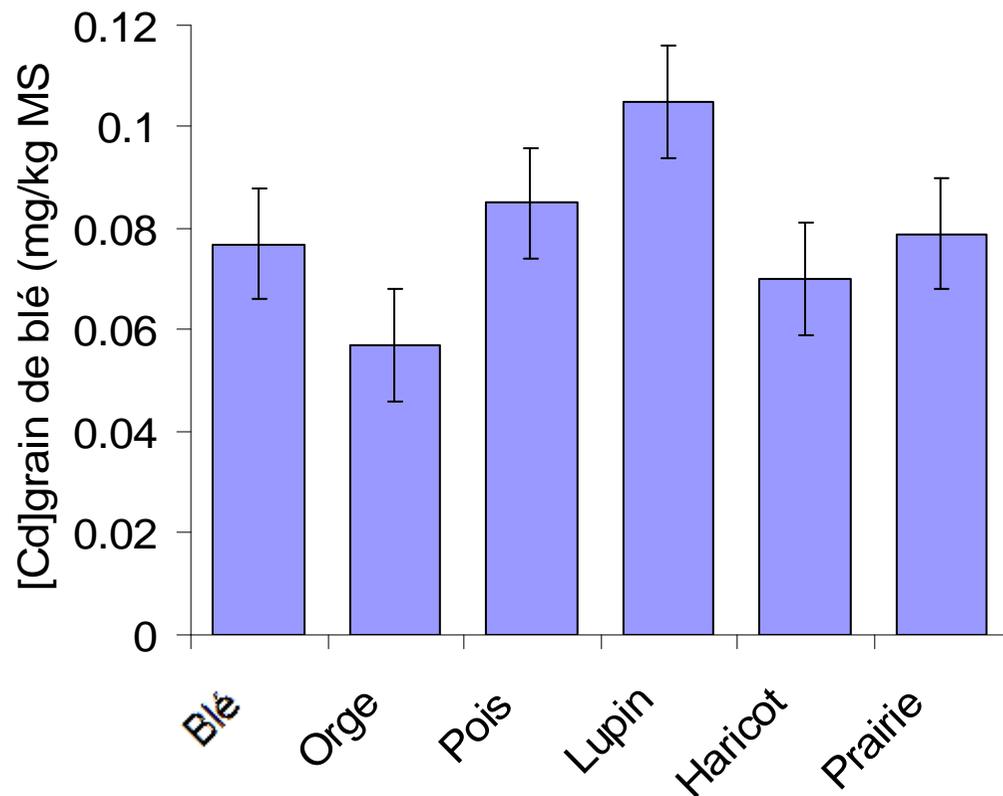


Norvell et al. 2000



Une augmentation de chlorure en solution conduit à une augmentation de la concentration en ETM

Effet du précédent cultural



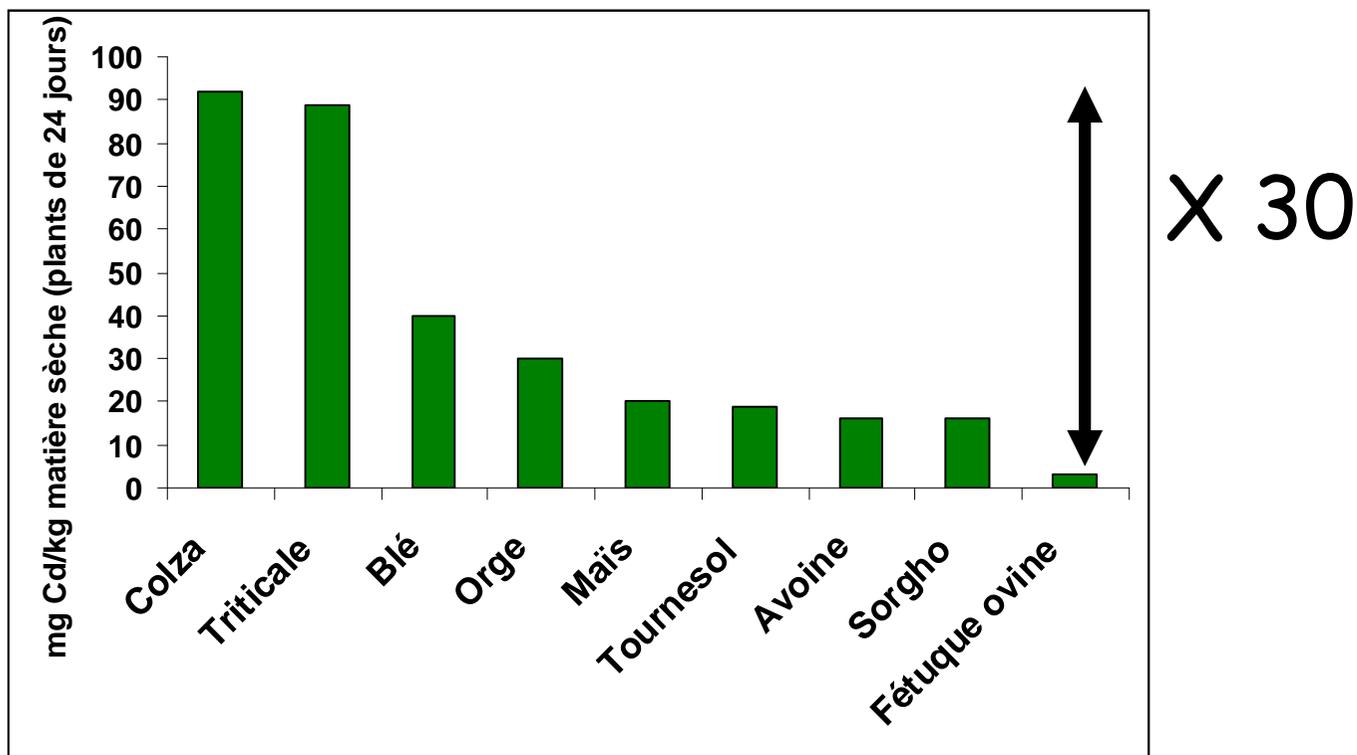
Essai longue durée
N=80 kg/ha

[Cd]blé ↗ après lupin
[Cd]blé ↘ après orge

Oliver et al., 1993

Des espèces différentes prélèvent différemment

Exemple pour le cadmium:

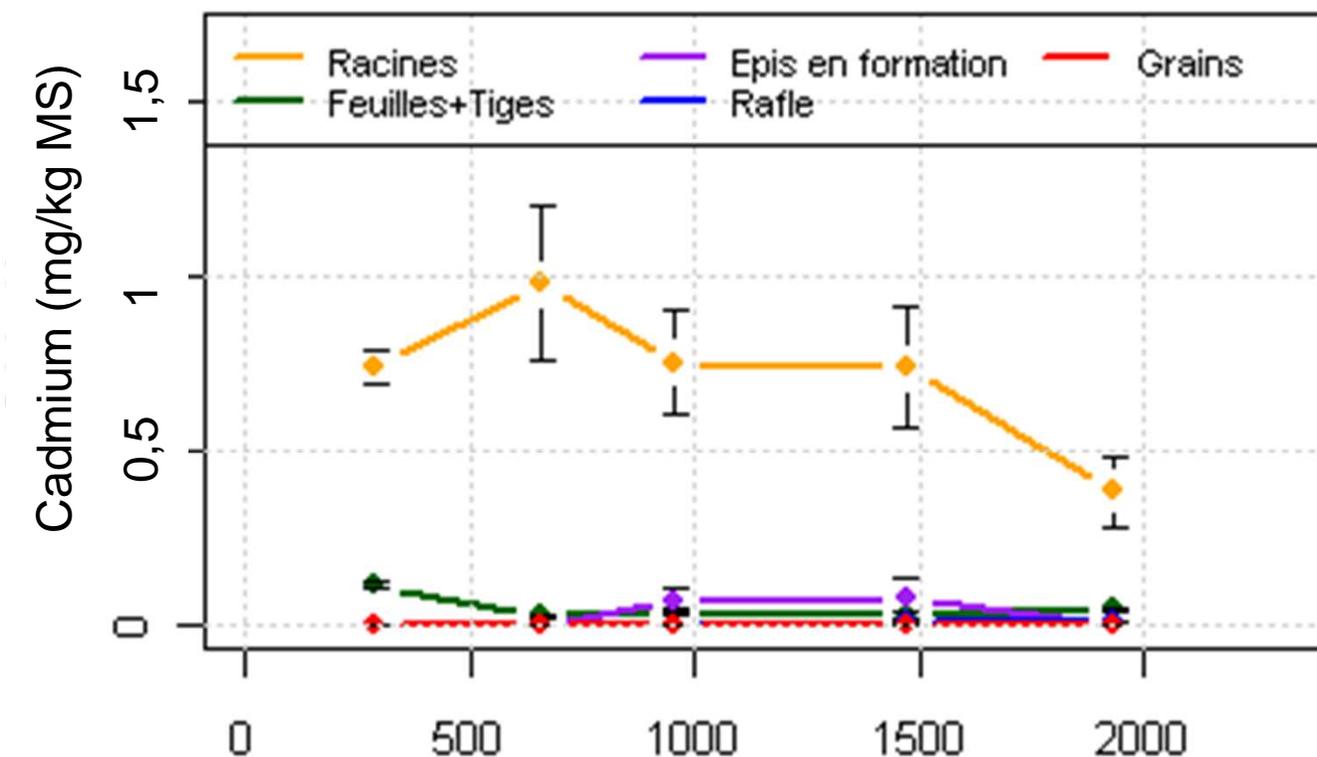


Cadmium :
peu accumultrices
Légumineuses

modérément accumultrices
Graminées, Liliacées,
Cucurbitacées et Ombellifères

fortement accumultrices
Chénopodiacées, Crucifères
Solanacées, Composées

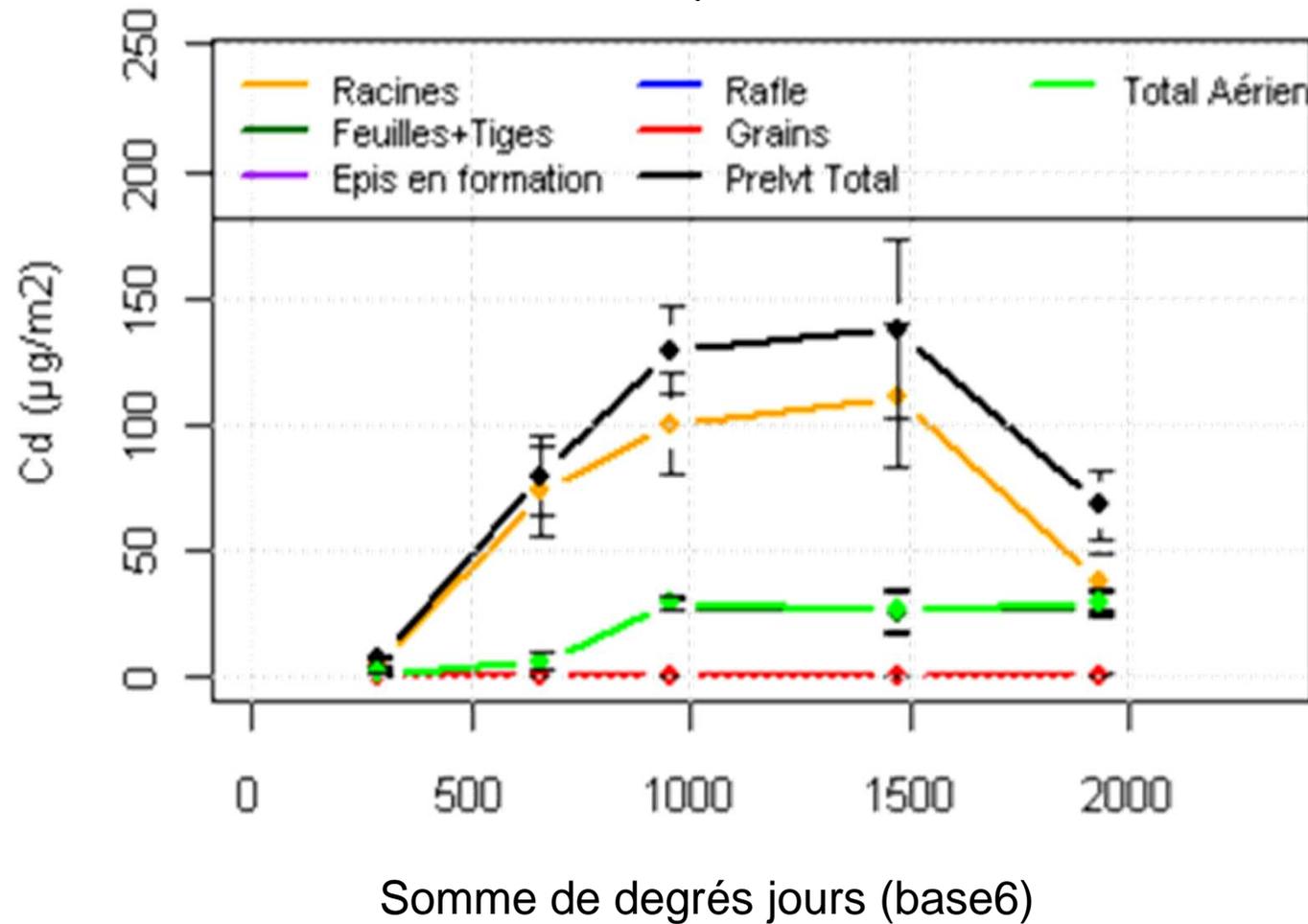
Des organes différents accumulent différemment



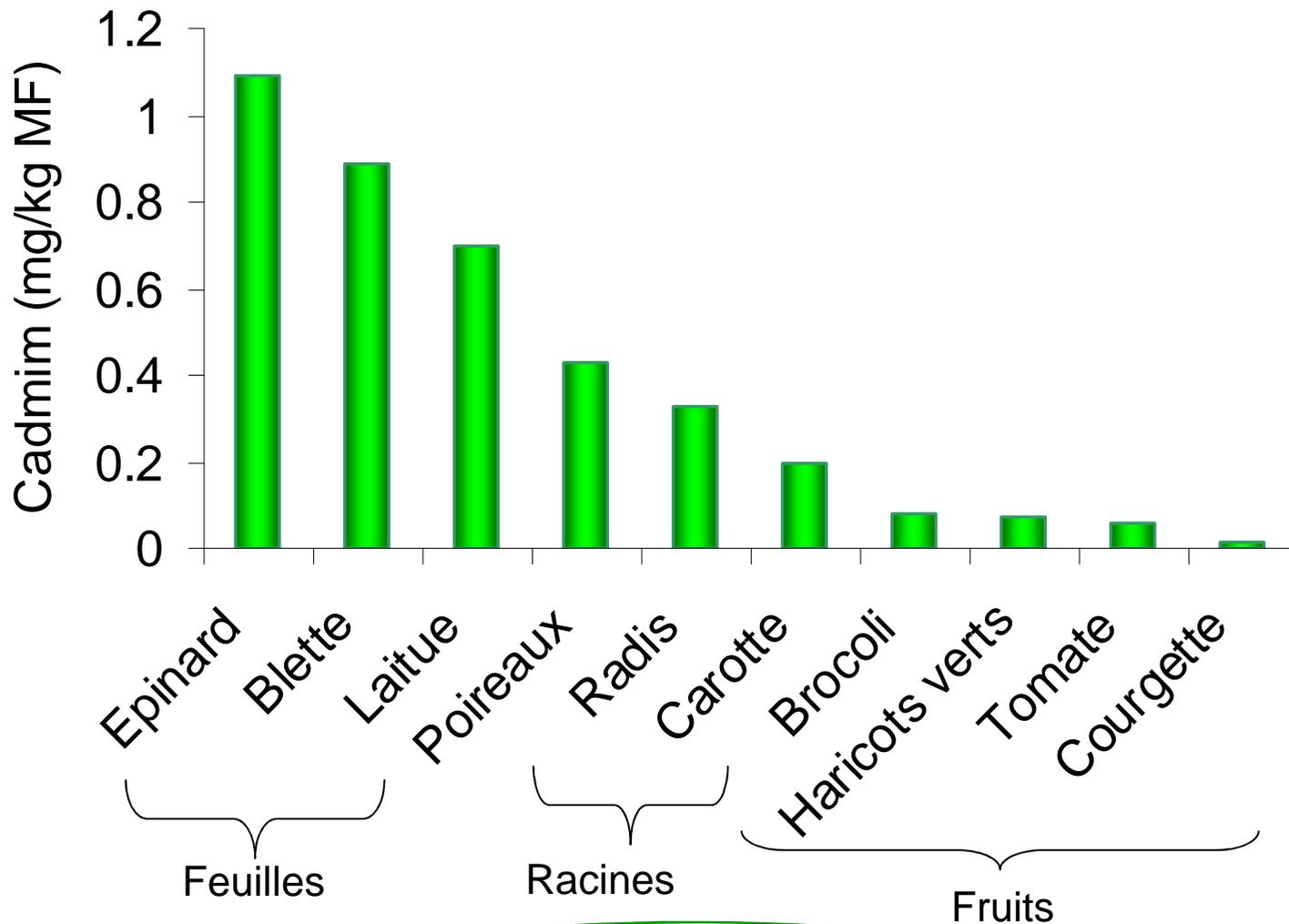
Somme de degrés jours (base6)

Racines >> Feuilles = Tiges > Grains ou graines

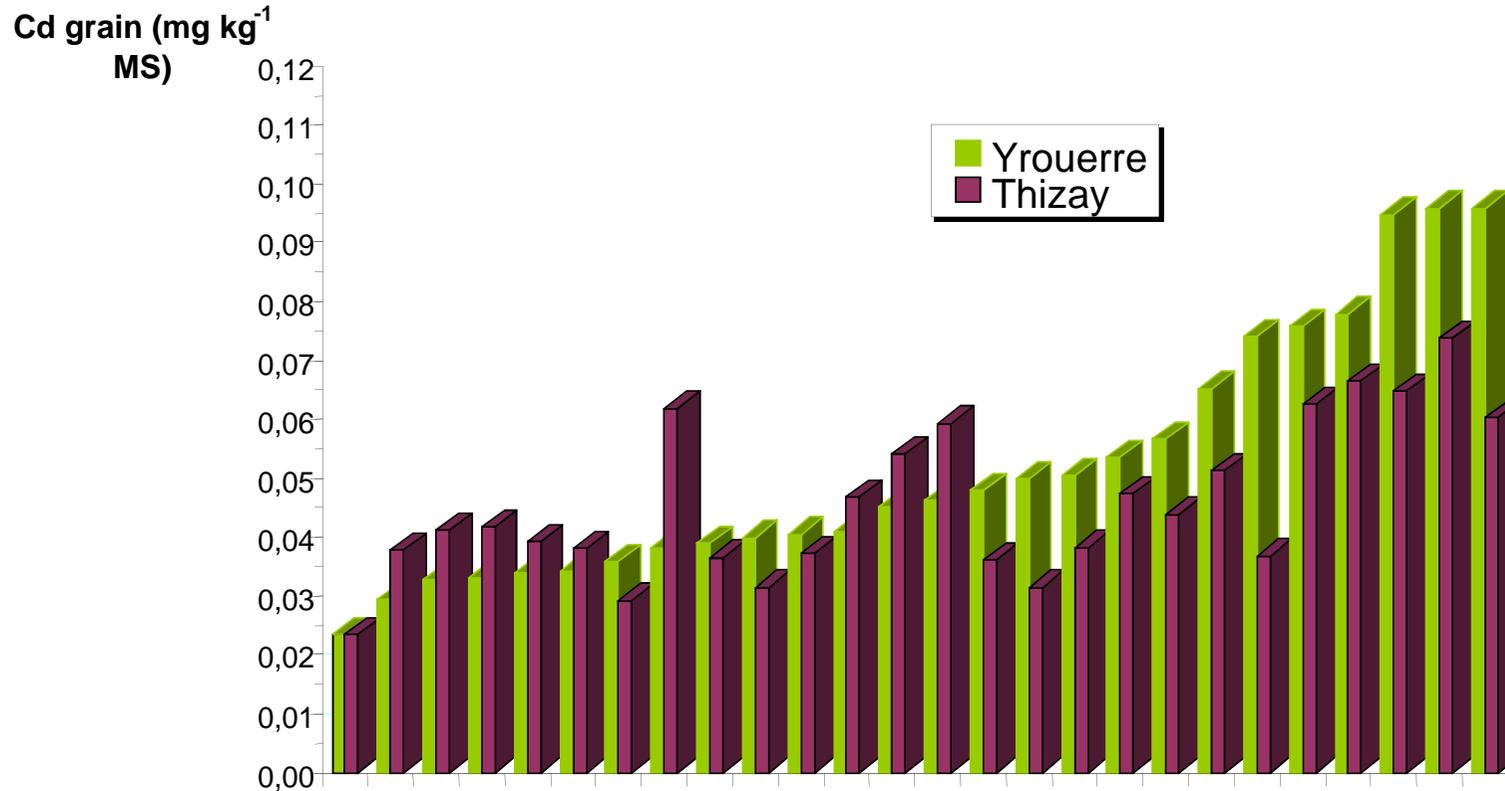
Les différents organes contribuent différemment à la masse prélevée



Suivant les organes végétaux récoltés, les niveaux d'accumulation sont variables



Des variétés différentes accumulent différemment



Variétés de blé tendre d'hiver

Conclusion

La concentration dans la plante dépend de la biodisponibilité dans le sol et de la physiologie de la plante

- Le comportement des contaminants minéraux dans la plante dépend :
 - De la génétique
 - De la réponse de la plante aux conditions du milieu
- La biodisponibilité des contaminants minéraux des sols dépend :
 - Du pH
 - De la teneur en matière organique
 - De la proportion d'argile
 - De la teneur totale en contaminants minéraux
 - De la minéralogie du sol.

Comment agir pour limiter l'accumulation des contaminants minéraux?

- Contrôler le pH
- Apporter de la matière organique
- Limiter les intrants contaminants
- Surveiller la qualité de l'irrigation
- Jouer sur l'espèce à cultiver
- Sélectionner les variétés peu accumulatrices

Mais il reste encore beaucoup de choses à mieux comprendre, en conditions de plein champ notamment