



7^{èmes} Rencontres du RMT Quasaprove « Recherche appliquée, Formation & Transfert »

Cadmium et Tournesol

Sylvie Dauguet, *Terres Inovia*





Cadmium (Cd)



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

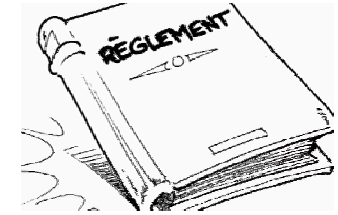
1

2

3

- Elément trace métallique présent naturellement dans la croûte terrestre (altération des roches)
- Apports Cadmium sur sols agricoles par engrais phosphatés
- Très toxique pour l'homme (comparable à Plomb et Mercure)
- Absorbé par les plantes : 1^{ère} étape de la contamination de la chaîne alimentaire

Cadmium (Cd)



Réglementation :

- **Alimentation humaine** : Règlement (UE) n° 488/2014 de la Commission du 12 mai 2014 modifiant le règlement (CE) n° 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en cadmium dans les denrées alimentaires : sur légumes et fruits, **céréales (0,2 mg/kg)**, **graines de soja (0,2 mg/kg)**, chocolat, viandes, abats, poisson et fruits de mer, préparations pour nourrissons
- **Alimentation animale** : Directive 2002/32/CE du Parlement européen et du Conseil du 7 mai 2002 sur les substances indésirables dans les aliments pour animaux (**teneur maximale dans les matières premières 1 mg/kg**)



Cadmium et Tournesol

Accumulatrice de Cd

PAS

hyper-accumulatrice

MAIS

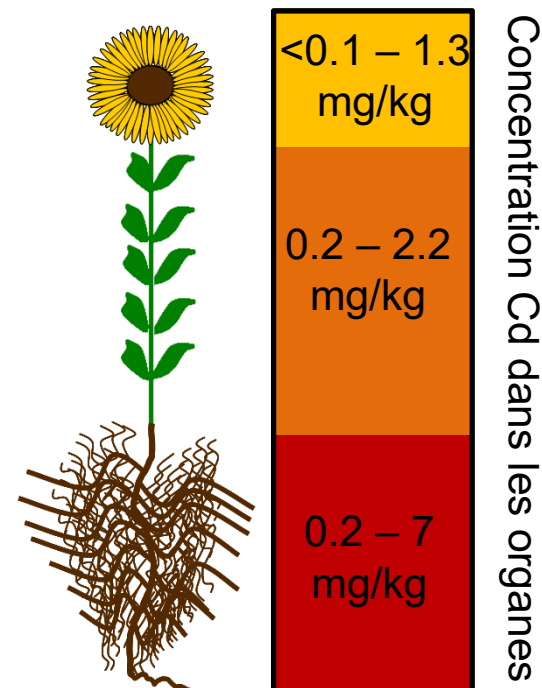
Forte biomasse

+

Commercialisation des récoltes

=

Phytoremédiation



Sol: <0.14 – 5.53 mg/kg
(médiane: 0.23 mg/kg)

Données issues du RMQS et d'après Dauguet and Lacoste, 2013; Li et al., 1997

Cadmium et Tournesol



 Seuil réglementaire en Cd s'appliquant à
Graine de tournesol : 1 mg/kg (AA)

 Teneurs en Cd sur Graines de tournesol :

- Moyenne 0,320 mg/kg (442 analyses, PSO)
- Fourchette : 0,160 à 0,500 mg/kg (80% échantillons)
- Max : 0,922 mg/kg (99% échantillons < 0,7 mg/kg)



Cadmium et Tournesol

Effet du process : teneur en fonction des fractions



Cadmium en mg/kg	Graines	Tourteau	Coques
Nombre échantillons	442	309	13
Moyenne	0,320	0,490	0,133
Fourchette (80% valeurs)	0,160 - 0,500	0,220 - 0,745	0,090 - 0,170
Centile 95	0,560	0,800	0,220
Max	0,922	1,02	0,280

Concentration du cadmium
dans le tourteau au cours du
process de trituration

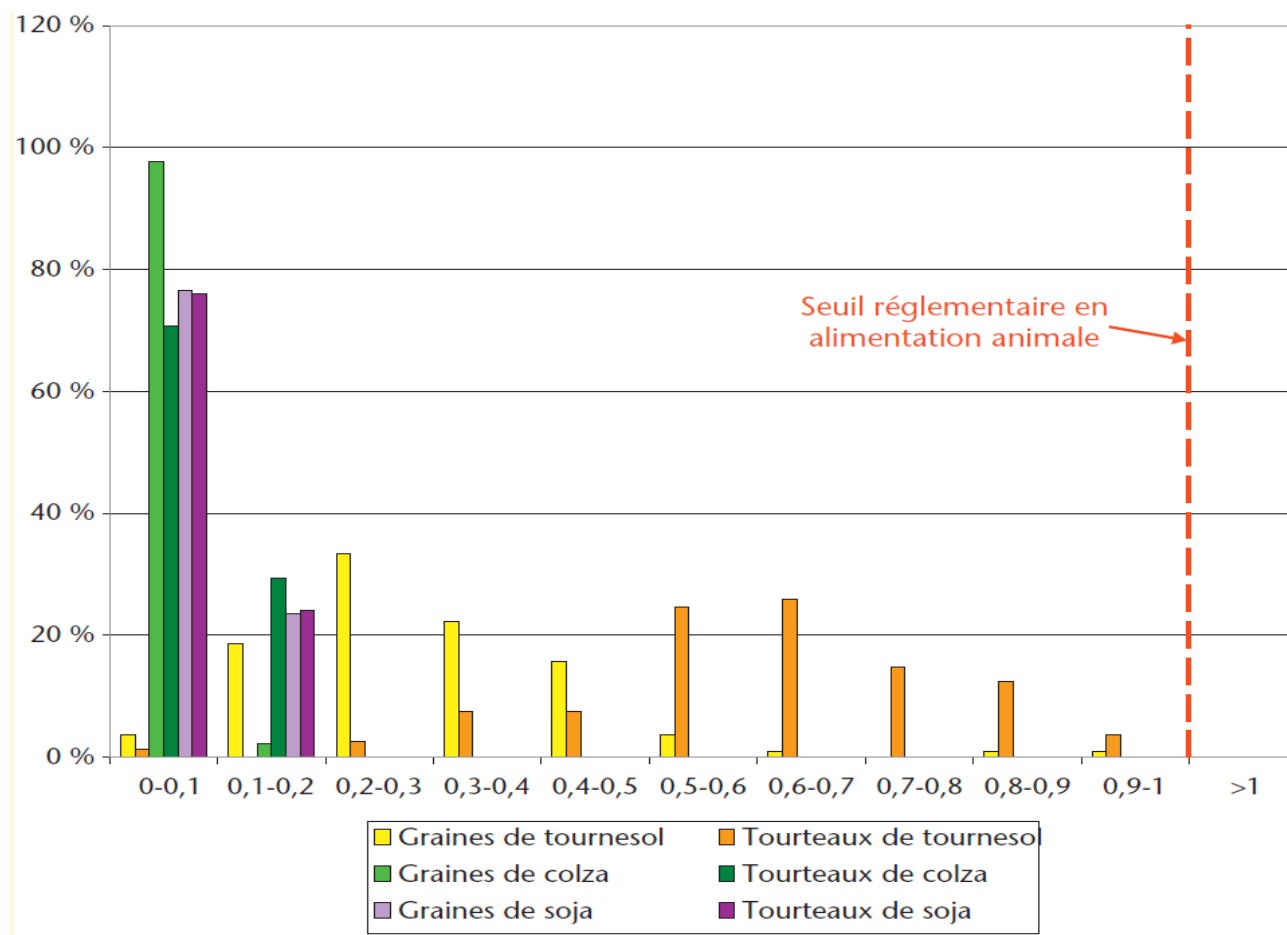
X 1,54

Source : données PSO 2006-2017



Cadmium et Tournesol

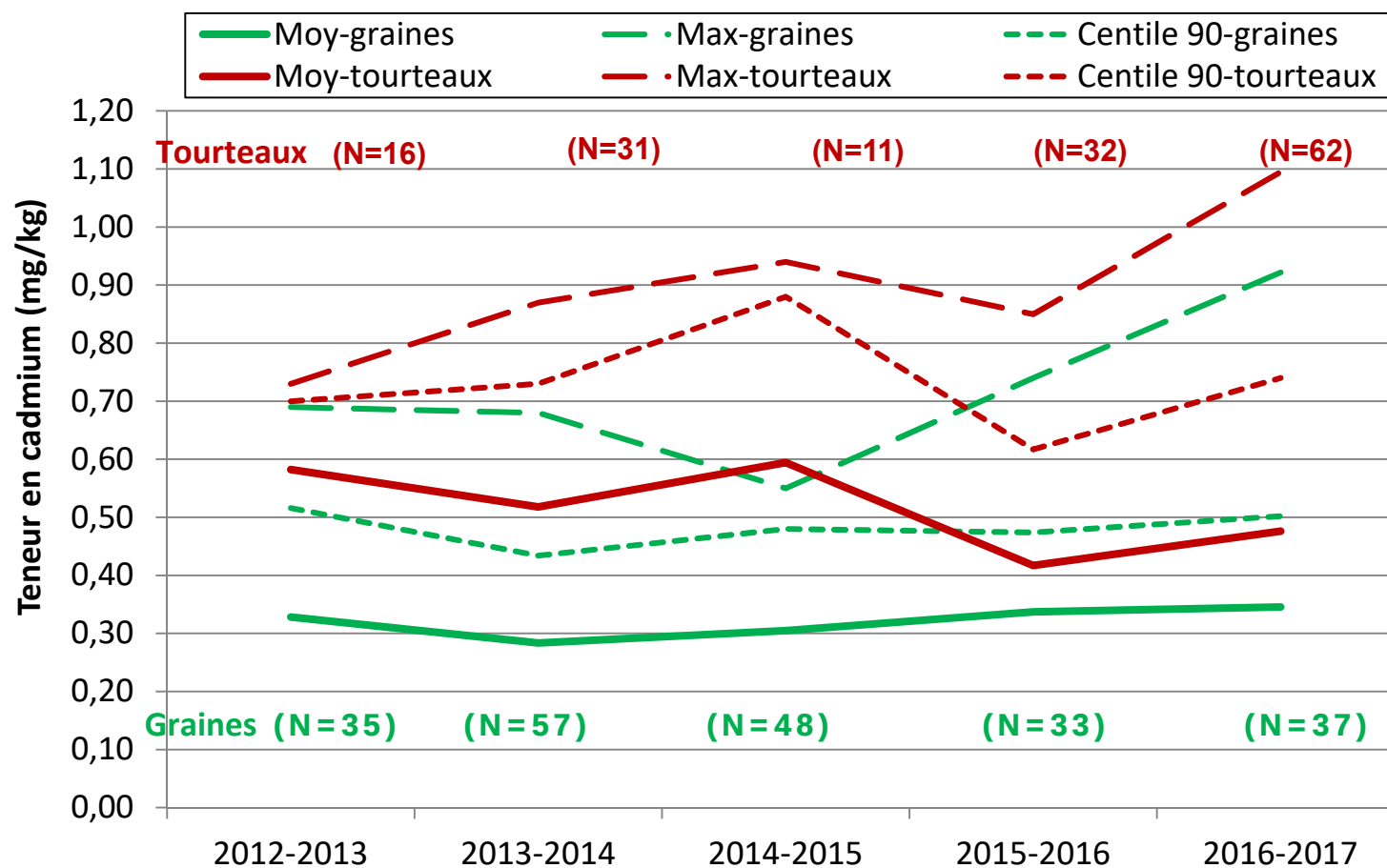
Variabilité inter-espèces



Source : données PSO 2006-2011 

Cadmium et Tournesol

Variabilité inter-annuelle tournesol



Source : données PSO 2012-2017

7èmes rencontres « Recherche Appliquée, Formation et Transfert » du RMT Quasaprove
14 décembre 2017, Surgères

RMT Quasaprove

Cadmium et Tournesol

Cadmium dans le sol

Les teneurs en cadmium total des horizons de surface (0-30 cm) des sols de France

Teneur en cadmium total
en mg.kg^{-1}

- ★ prélèvement impossible
- < seuil de détection
- 0,02 - 0,50
- 0,50 - 1,00
- 1,00 - 2,00
- > 2,00 - (max : 5,53)

Matériaux parentaux

- Pas d'information
- Dépôts alluviaux, marins ou glaciaires
- Roches calcaires
- Matériaux argileux
- Matériaux sableux
- Matériaux limoneux
- Formations détritiques
- Roches cristallines et migmatites
- Roches volcaniques
- Autres roches

Source : Gis Sol, RMQS, 2011 ; Inra, BDGSF, 1998.

Influence des roches-mères

Fortes teneurs naturelles sur sols à partir de roche calcaire (Champagne, Charente, Jura, Causses)

Médiane Cd total sols agricoles français = 0.23 mg de Cd total/kg de sol

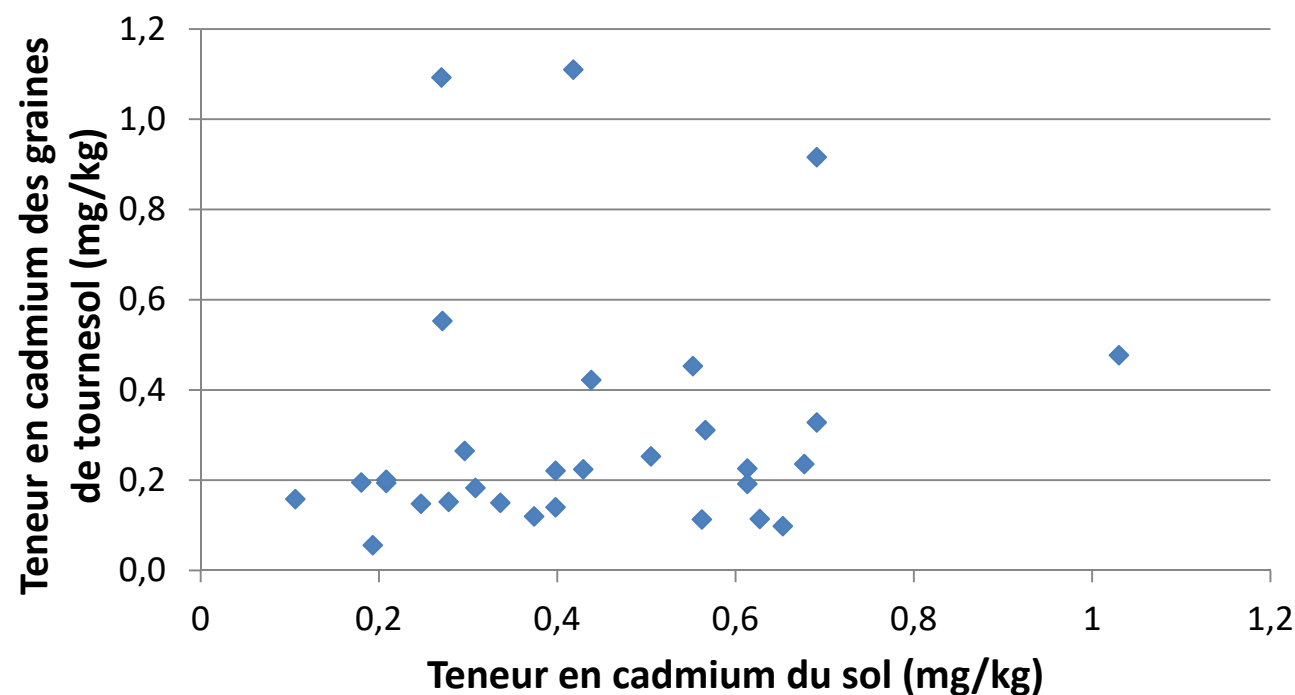
→ Sols non contaminés

Valeur seuil d'investigation conseillé: 0.7 mg/kg

Cadmium et Tournesol

Cd dans le sol lié à Cd dans tournesol ?

Pas de lien direct entre teneur en Cd du sol et teneur en Cd des graines de tournesol (déjà montré sur blé) → influence pH, MO



Source : Projets CASDAR Multicontamination (2011-2014) et QUASAGRO (2015-2018)

7èmes rencontres « Recherche Appliquée, Formation et Transfert » du RMT Quasaprove
14 décembre 2017, Surgères

RMT Quasaprove



Avec la contribution financière
du compte d'affectation spéciale
« Développement agricole et rural »

Cadmium et Tournesol

Quel impact du décortiquage sur Cadmium dans le tourteau de tournesol ?



Industrie de trituration 2 co-produits

Huile pour usages alimentaires et non-alimentaire



Tourteau aliment pour animaux riche en protéines

Composition des graines de tournesol : 2 fractions principales

Amandes :
huile et
protéines



70-80%



20-30%



Coques :
riches en
fibres

Usine de la trituration avec

Coques: brûlées en
chaudière à biomasse pour
production de vapeur
utilisée sur site



décortiquage partiel avant



Tourteau de tournesol
partiellement décortiqué :
plus haute teneur en
protéines, moins de fibres

Graines partiellement décortiquées



Huile

Cadmium et Tournesol

Etude de la répartition de la teneur en Cd dans la graine de tournesol

Une expérimentation Terres Inovia

- 3 variétés étudiées (Extrasol, Vellox, ES Biba)
- Lieu d'essai Vibrac (17) : Cd du sol 0,99 mg/kg (élevé)
- Graines lavées et non lavées
- Décorticage sur décortiqueur-trieur de laboratoire : analyse de Cd sur graines entières, coques, amandes
- + 1 lot de graines en plus « tout-venant » (France, mais pas de lieu ni variété identifié)

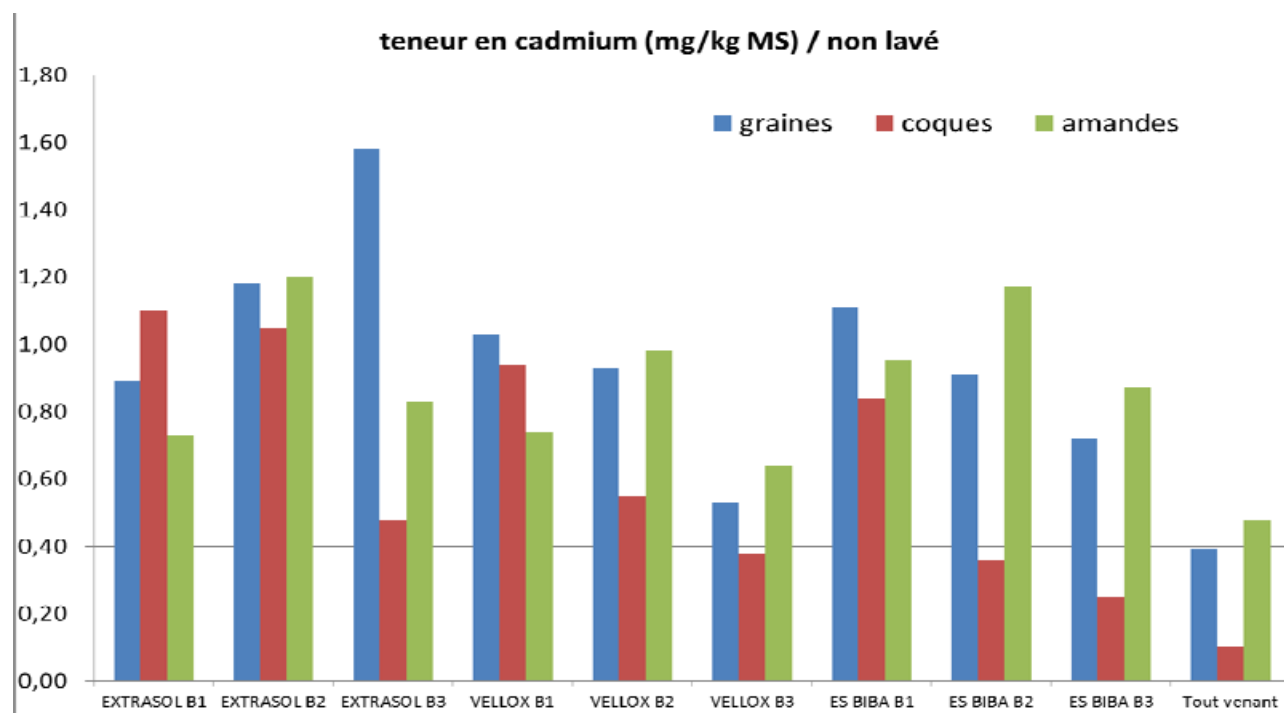


Cadmium et Tournesol

Etude de la répartition de la teneur en Cd dans la graine de tournesol

Modalité non lavé

Moyenne coques = 0,66 mg/kg
Moyenne amandes = 0,90 mg/kg
Moyenne graines = 0,99 mg/kg

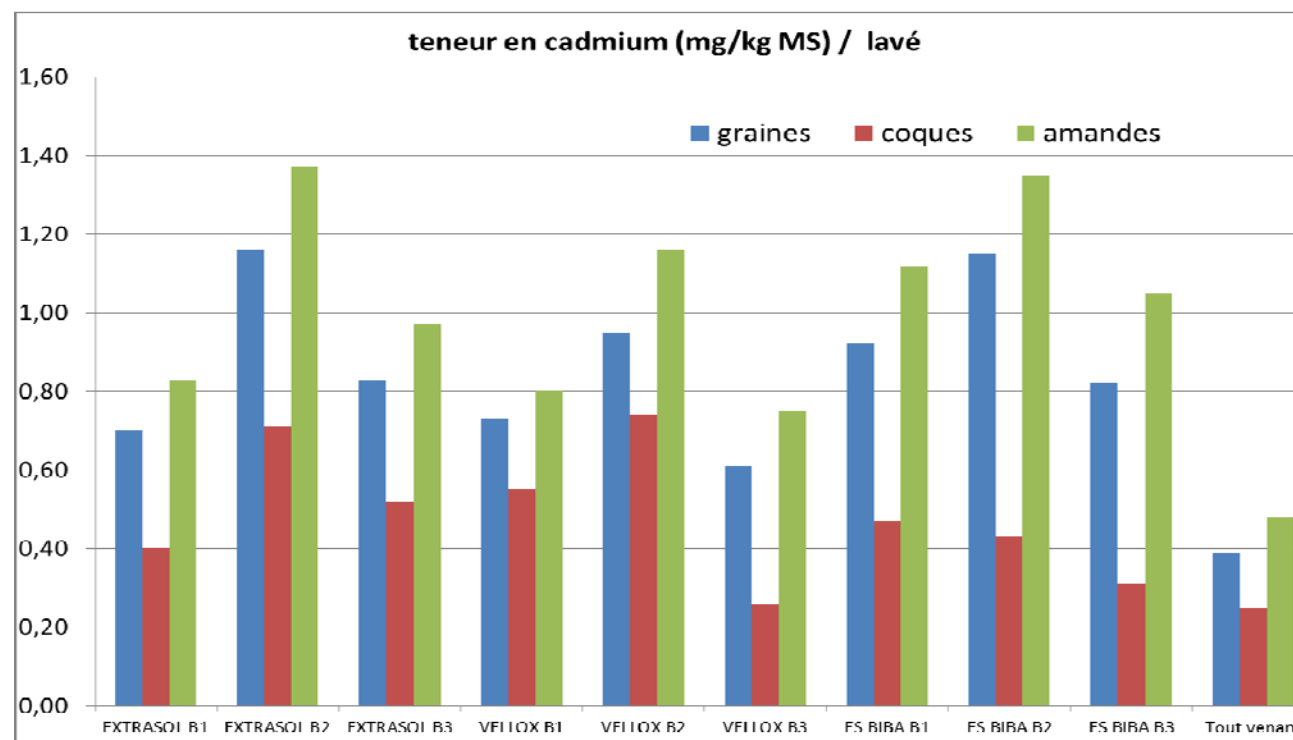


Cadmium et Tournesol

Etude de la répartition de la teneur en Cd dans la graine de tournesol

Modalité lavé

Moyenne coques = 0,49 mg/kg
Moyenne amandes = 1,04 mg/kg
Moyenne graines = 0,87 mg/kg



Cadmium et Tournesol

Etude de la répartition de la teneur en Cd dans la graine de tournesol

Conclusions

-  Teneurs en Cd significativement différentes entre parties de la graine : plus élevé dans amande et graine entière que dans coque
-  Différence entre parties de graines plus prononcée pour ES Biba
-  Pas d'effet significatif du lavage
-  Effet variété : $\text{Cd}[\text{Extrasol}] > \text{Cd}[\text{ES Biba}] > \text{Cd}[\text{Vellox}]$
-  Décorticage : a tendance à faire augmenter teneur en Cd dans les tourteaux



Cadmium et Tournesol



Perspectives : gérer le risque Cd sur tournesol

- Déterminer risque sol (présence Cd, pH, apport d'engrais organique)
- Limiter les apports exogènes de Cd : réglementation européenne pour limiter Cd dans engrais phosphatés (fin 2017) pour limiter progressivement à 60 mg/kg, puis 40 mg/kg (2021) et enfin 20 mg/kg (2030)
- Screening variétal : variétés moins accumulatrices (prélevant moins Cd dans le sol), ou transférant moins le Cd vers parties aériennes et graines

