



Workshop de présentations et échanges sur
les thématiques du projet AgriAs
24 Septembre 2018 – BRGM - Orléans



Flux d'arsenic dans des élevages porcins du sud-ouest: calculs de stocks et flux à la parcelle

Laurence Denaix, Christophe Nguyen*,
Gaétane Lespes, Corinne Parat, Martine Potin-Gautier**,
Sylvie Dauguet***

* *UMR ISPA, Bordeaux, INRA – Bordeaux Sciences Agro*

** *LCBIE, IPREM, CNRS-Université de Pau et des Pays de l'Adour*

*** *Terres Inovia*



L'arsenic en contexte agricole

Règlementation des concentrations dans les produits récoltés

EC 1881/2006

L'arsenic n'entre pas dans les substances concernées par la réglementation pour l'alimentation humaine

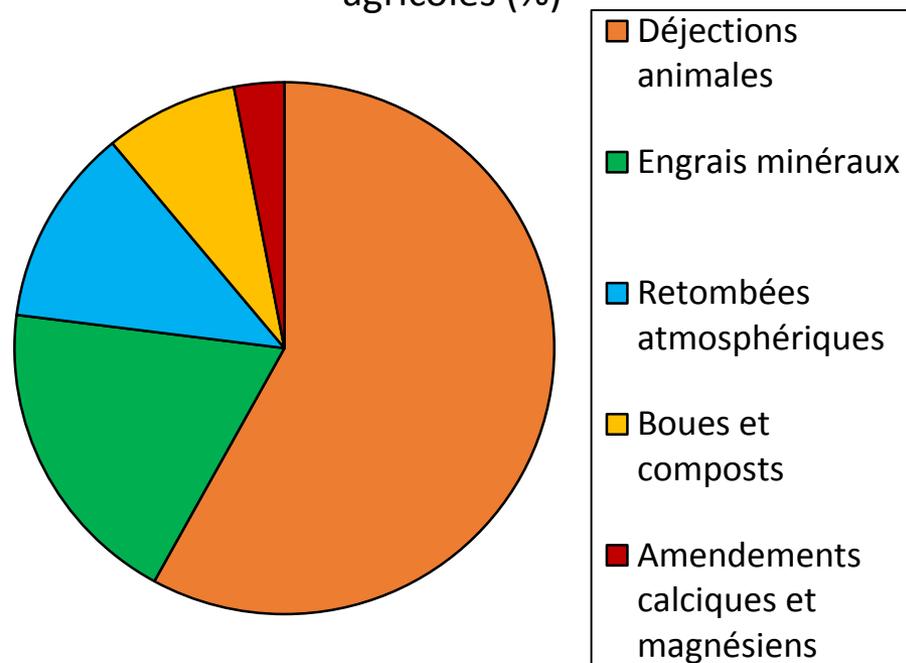
EC 32/2002

Limites pour l'alimentation animale

	mg/kg MF 12% humidité
Farines d'herbes, luzerne, trèfle, pulpes de betteraves	4
Phosphates et aliments issus d'animaux marins	10
Autres matières premières	2

Importance des déjections animales dans les apports d'arsenic au champ

Part des différentes sources de contaminations entrant sur les sols agricoles (%)



Etude dans des exploitations porcines du Sud-Ouest

Fabricants d'aliments à la ferme



Aliments complémentaires

Lisiers



Epandage

SOL

Aliment



Récoltes

- 24 parcelles** suivies dans le Sud-Ouest :
- 13 en tournesol (7 avec épandage de lisier)
 - 11 en maïs (10 avec épandage de lisier)

Echantillonnage et Analyse de :

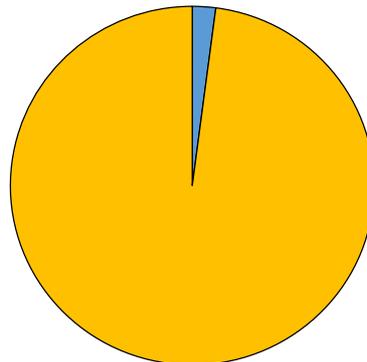
- Sol de surface (0-30 cm)
- Lisier prélevé en fosse
- Grains et graines à maturité



Spéciation de l'As dans les lisiers et les sols

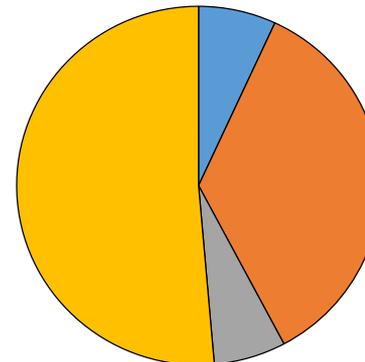
Teneurs totales (mg/kg MS)	SOLS	LISIERS
Nombre	24	17
Minimum	0,7	0,8
Maximum	37	2,1
Médiane	16,6	1,3

Sols



■ AsIII ■ AsV

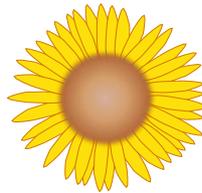
Lisiers



■ AsIII ■ DMA ■ MMA ■ AsV



Analyses dans les végétaux à la récolte

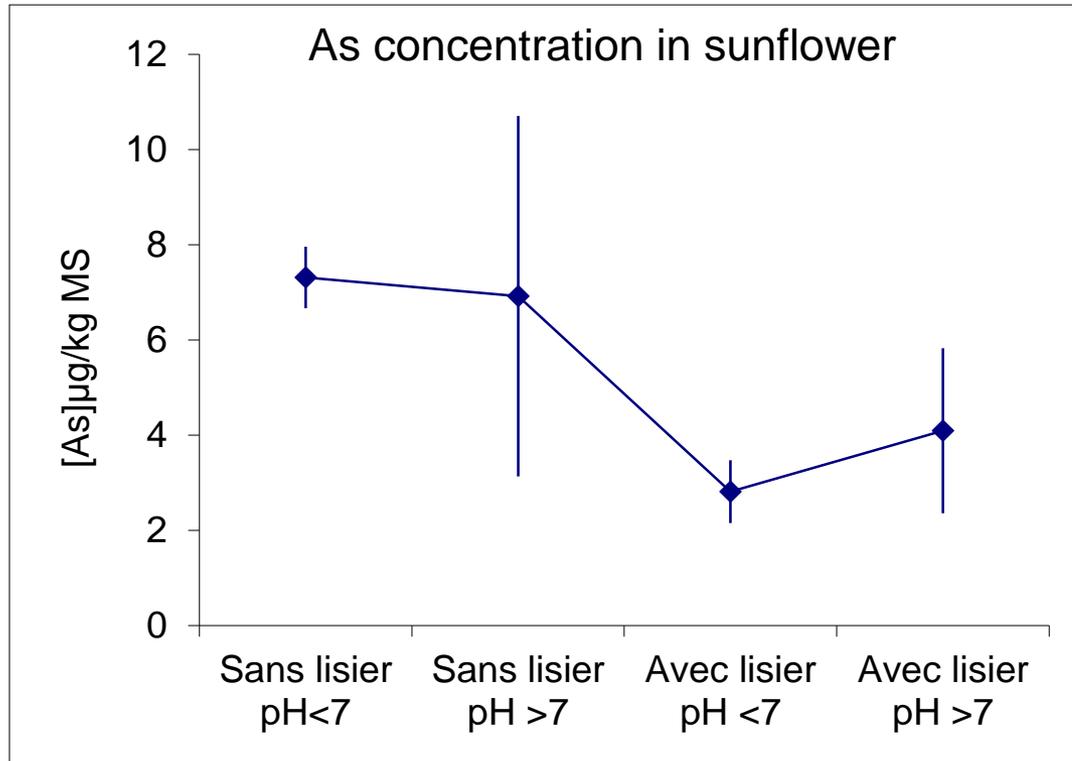


$\mu\text{g}/\text{kg}$	Tournesol (n= 13)	Maïs grains (n= 11)
Minimum	1,8	3,6
Maximum	12,1	13,9
Médiane	5	7

➔ Compte tenu des concentrations, pas d'analyse de spéciation possible

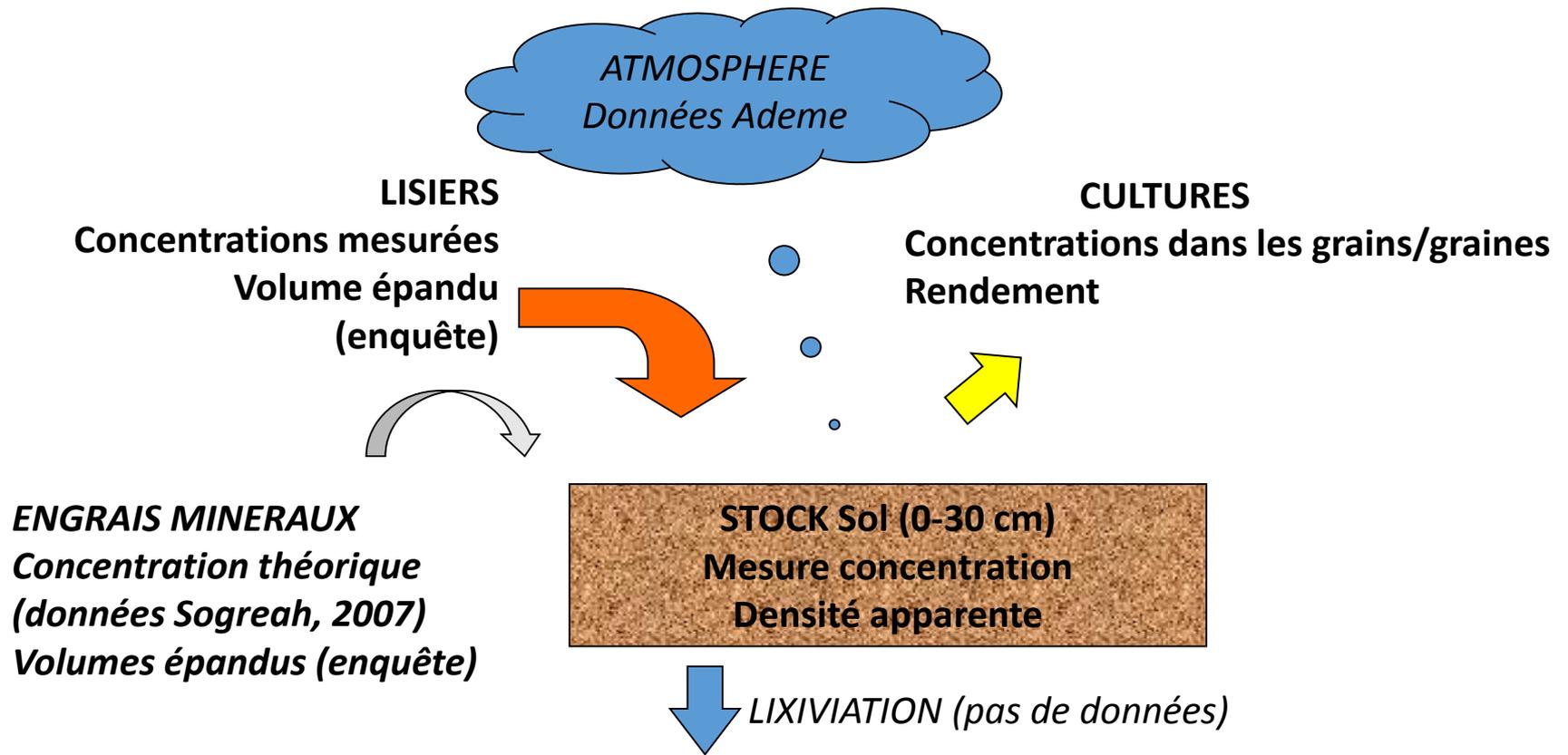
- Pas de dépassement des seuils réglementaires
- Les concentrations en arsenic varient d'un facteur 4 pour le maïs et 7 pour le tournesol.

Effet d'un apport de lisiers sur la concentration dans les végétaux

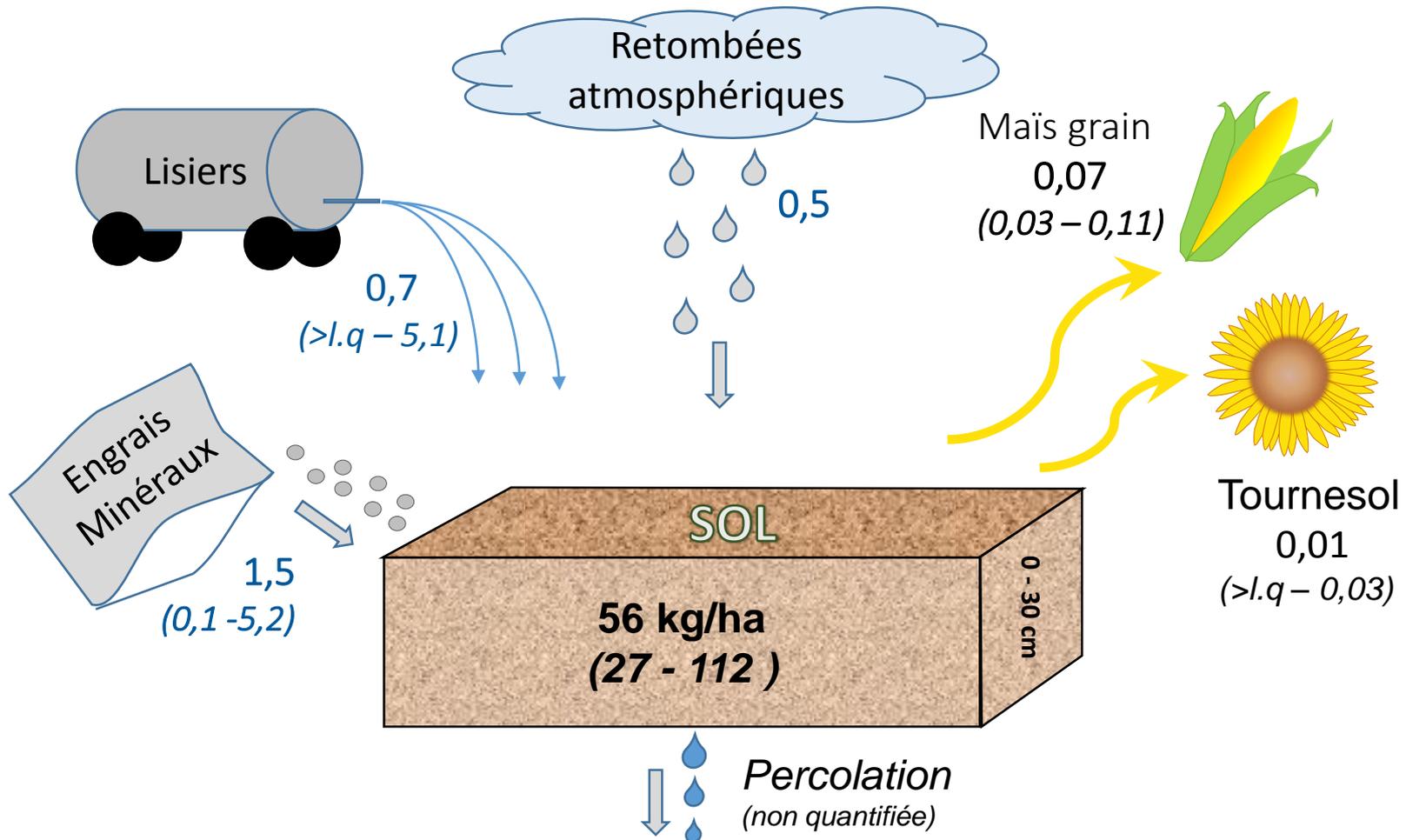


L'apport de lisier sur un sol acide aura tendance à diminuer la disponibilité des éléments traces dont l'arsenic

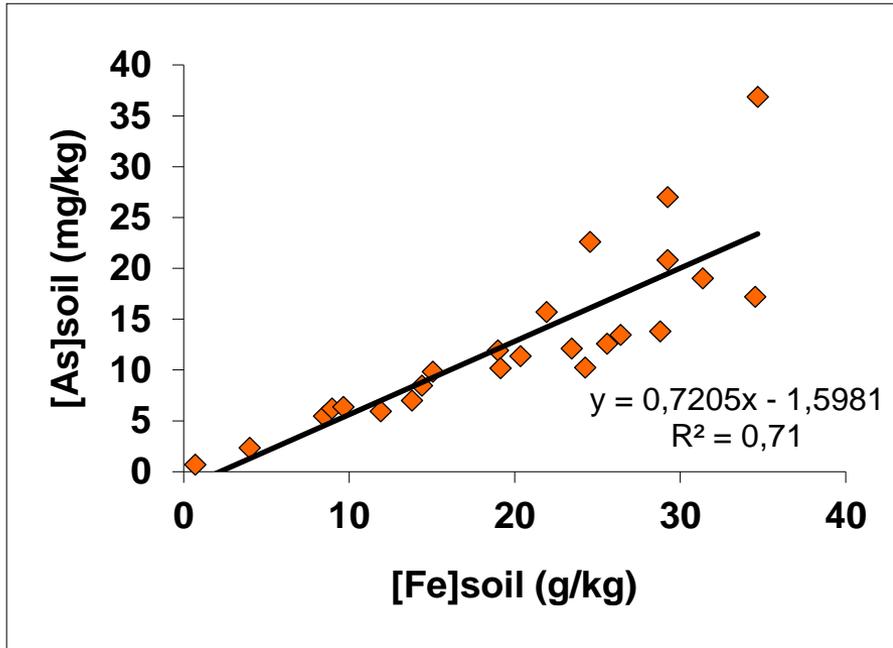
Méthodologie de calcul des flux à la parcelle



Flux annuels médians d'As (g/ha/an)



Concentrations dans les sols



Relation entre la teneur en Fe et la teneur en As dans les sols

Origine géogène suspectée

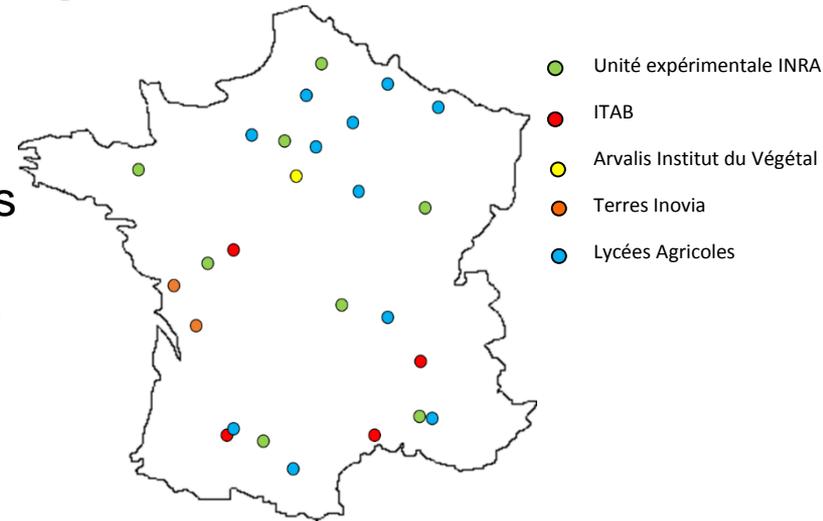
$$[\text{As}]_{\text{sol}} = 0.00368 [\text{Fe}]_{\text{sol}} + 0.0828 [\text{Mn}]_{\text{sol}} \quad (R^2 = 0.95 \text{ } p < 0.0001).$$

BILAN

- Le sol accumulerait annuellement 2,6 g d'arsenic par hectare.
- Augmentation de 0,2 % du stock dans la couche labourée
- Doublement du stock de ces éléments entre 470 et 68 000 ans.

Le réseau QUASAPROVE : un observatoire des contaminations en agriculture

- Créé en 2010
- S'appuie sur une 30^{aine} de parcelles dans des
 - Unités Expérimentales INRA (9)
 - Instituts techniques (Arvalis, Terres Inovia, ITAB) (7)
 - Lycées agricoles (11)
- Cultures : blé dur, blé tendre, tournesol
- Echantillonnage :
 - Intrants
 - Sol
 - Végétal (Stade jeune et à la récolte)
- Enquête annuelle sur les itinéraires techniques



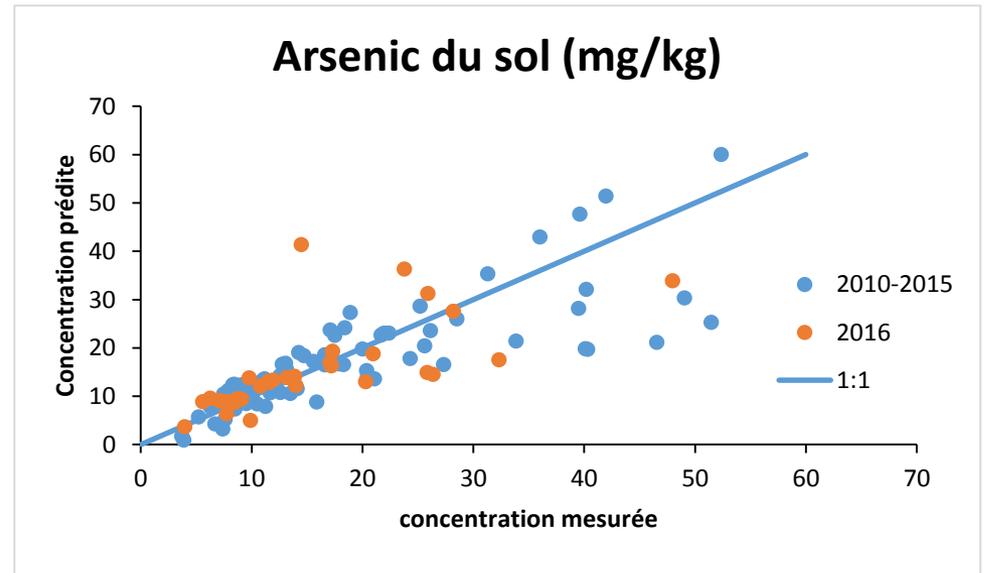
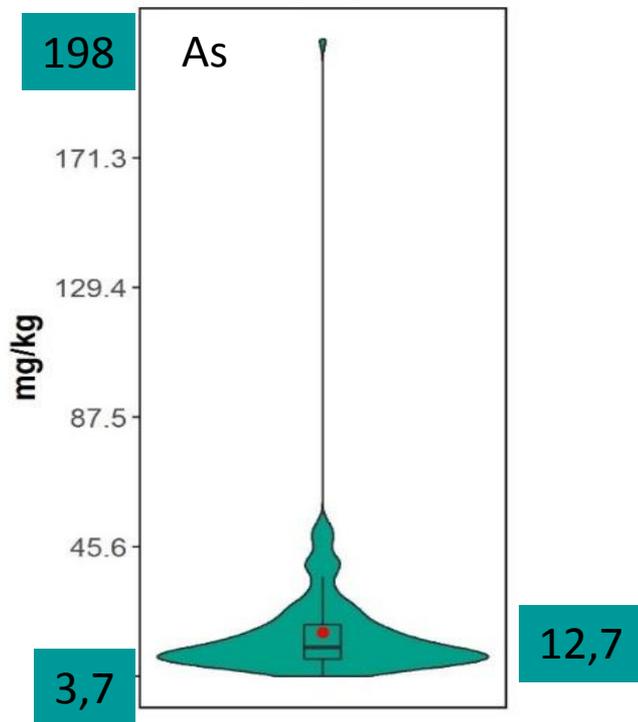
Analyse ETM (**As**, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ni, Pb, Zn, U)
Résidus de pesticides

Mycotoxines

➡ Résultats pour l'arsenic

Résultats dans les sols

147 parcelles

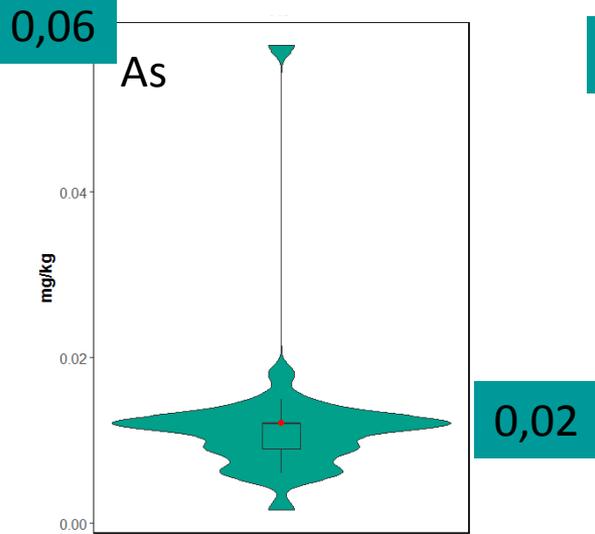


Relation entre le fer et l'arsenic des sols

$$[\text{As}] = 0.644 * [\text{Fe}] - 2.508$$

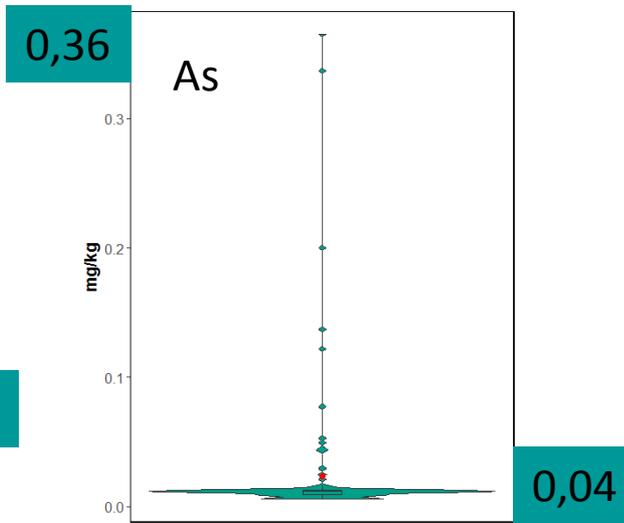
Résultats dans les végétaux récoltés

Tournesol (n = 31)



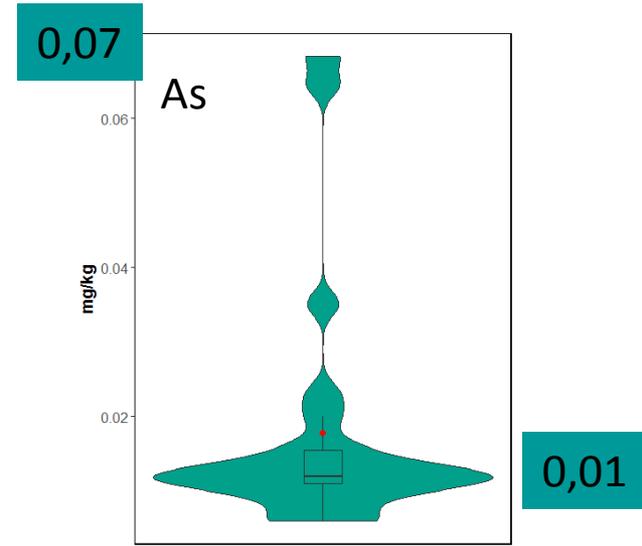
19 éch. (62%) <l.q. (0,006)

Blé tendre (n = 104)



64 éch. (62%) <l.q. (0,006)

Blé dur (n = 24)



13 éch. (54 %) <l.q. (0,006)

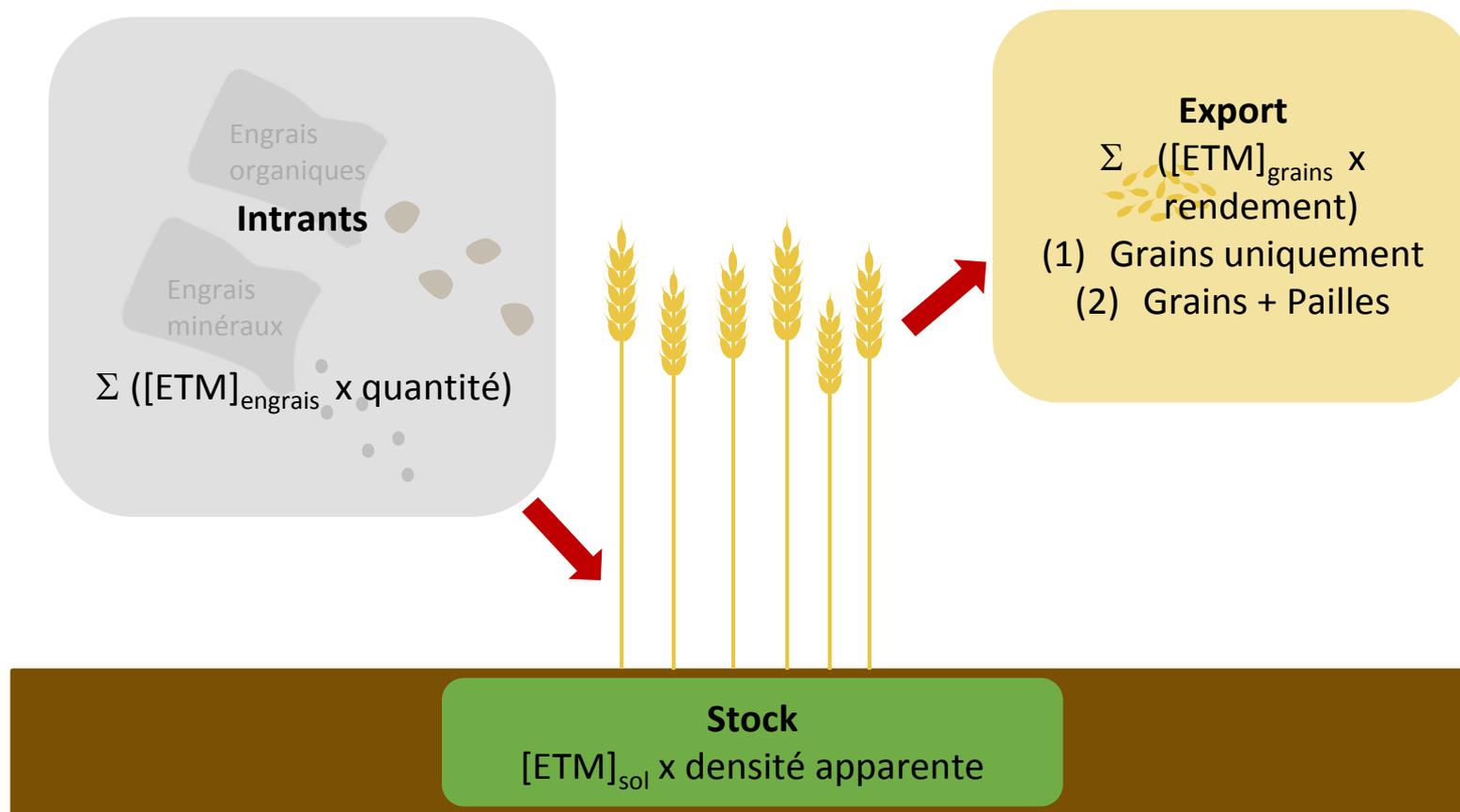
Les concentrations mesurées sont très faibles, hormis pour des parcelles en blé tendre sur une anomalie géochimique probable (Massif Central)

L'arsenic dans les intrants

As (mg/kg)	Nb	Moyenne	Minimum	Maximum
Ammonitrate	4	0,11	<0,05	0,14
Engrais Mixtes (PKS, NP, NPS, NPK)	5	0,65	0,25	1,33
PK	6	5,86	1,44	10,2
Organique	6	3,33	0,17	16,3

**Les engrais phosphatés et les engrais organiques
sont les plus riches en As**

Flux d'ETM d'origine agricole à la parcelle



Les apports par les retombées atmosphériques et les exportations par lessivage/lixiviation ne sont pas pris en compte

Bilan des flux d'origine agricole

Culture	Conduite	Fertilisation	n	As (g/ha) Export grains ou graines Moyenne	As (g/ha) Export grains et pailles Moyenne
Blé dur	Conventionnelle	N	7	-0,11	-0,25
		NPK	11	1,60	1,49
Blé tendre	Biologique	Organique	12	17,82	17,77
	Conventionnelle	N	44	-0,01	-0,18
		NPK	17	1,38	0,96
Tournesol	Conventionnelle	N	9	-0,05	-
		NPK	8	1,67	-

Bilans positifs pour :

⇒ Les engrais phosphatés

⇒ Les engrais organiques en agriculture biologique

Peu d'influence de l'exportation des pailles

Conclusions

- Les sols agricoles sont modérément contaminés en As, la source principale semblant géogène
- Les engrais phosphatés présentent les concentrations les plus importantes
- Les engrais organiques conduisent à des bilans positifs des flux non négligeables, avec une très forte variabilité
- Les concentrations dans les végétaux sont faibles, et l'apport de lisier semble limiter la phytodisponibilité de l'arsenic (à confirmer)
- Comment expliquer certaines fortes phytodisponibilités?