



HAL
open science

Les contaminants des sols : priorités, projets, stratégies ?

Claudy C. Jolivet

► **To cite this version:**

Claudy C. Jolivet. Les contaminants des sols : priorités, projets, stratégies ?. Conférence d'Orientation du GIS Sol, Jun 2010, Paris, France. 34 p. hal-02815051

HAL Id: hal-02815051

<https://hal.inrae.fr/hal-02815051>

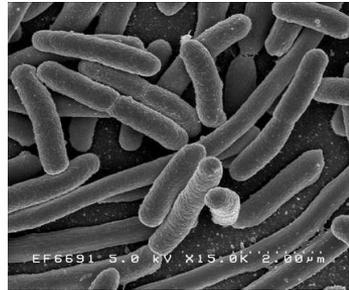
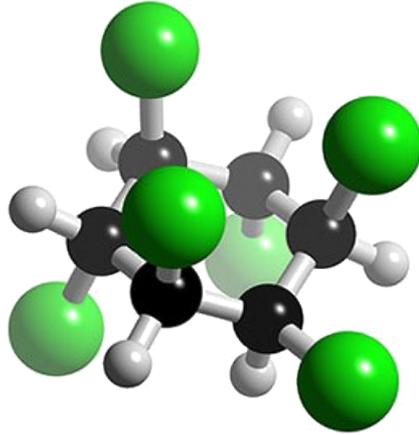
Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Les contaminants des sols : priorités, projets, stratégies ?



Claudy Jolivet
US 1106 InfoSol Inra Orléans
claudy.jolivet@orleans.inra.fr





Les contaminants des sols

Selon la Convention internationale OSPAR¹, un contaminant de l'environnement est :

« *Toute substance décelée dans un lieu où elle ne se trouve pas normalement* »

Un sol est dit *pollué* quand il contient un ou plusieurs polluant(s) ou contaminant(s) susceptibles de causer des *altération biologiques, physiques et chimiques* de l'écosystème constitué par le sol.

¹ Convention pour la protection de l'environnement marin de l'Atlantique du Nord-Est



Les contaminants potentiels des sols

- **éléments traces** : As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, Zn, etc.
- **contaminants organiques** : HAP, PCB, dioxines, furanes, pesticides, etc.
- **radioéléments** : Cs, Sr, I, Cl, etc.
- **pathogènes** : microorganismes, prions, parasites, etc.
- **contaminants émergents** : perturbateurs endocriniens (phtalates, bisphénol A, polybromés, alkylphénols, hormones...), transgènes, nanoparticules, etc.



Caractéristiques de la contamination des sols



- anthropique vs pédogéochimique
- locale vs diffuse
- industrielle, agricole, urbaine, routière
- chimique, physique, biologique
- historique : accumulation vs transfert



Des contaminants et des sols !





Questions posées

Quel est l'état des sols français ?

Les programmes menés par le Gis Sol permettent-ils de répondre au besoin d'évaluation de la contamination des sols ?

Quels sont les contaminants qui ne sont pas recherchés et qui devraient être suivis ?



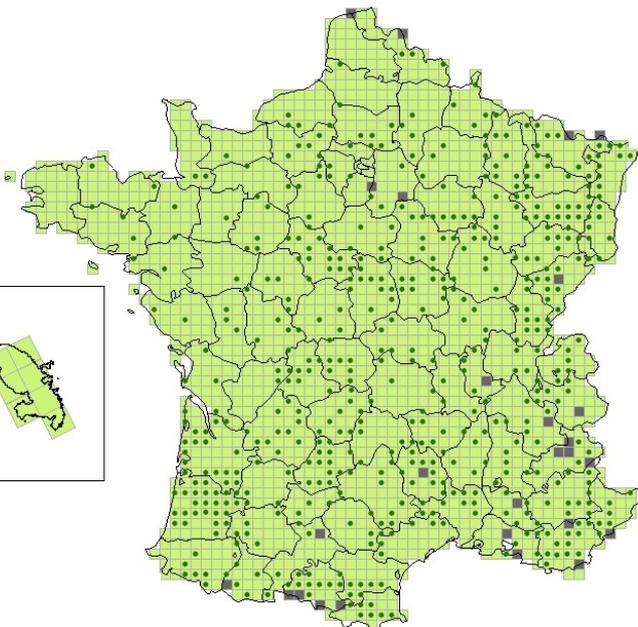
Les contaminants mesurés dans les programmes du Gis Sol

- **éléments traces** : As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, Zn, etc.
- **contaminants organiques** : HAP, PCB, dioxines, furanes, pesticides, etc.
- **radioéléments** : Cs, Sr, I, Cl, etc.
- **pathogènes** : microorganismes, prions, parasites, etc.
- **contaminants émergents** : perturbateurs endocriniens (phtalates, bisphénol A, polybromés, alkylphénols, hormones...), transgènes, nanoparticules, etc.



Les sources de données : RMQS et BDETM

RMQS : 2 200 sites
167 200 déterminations

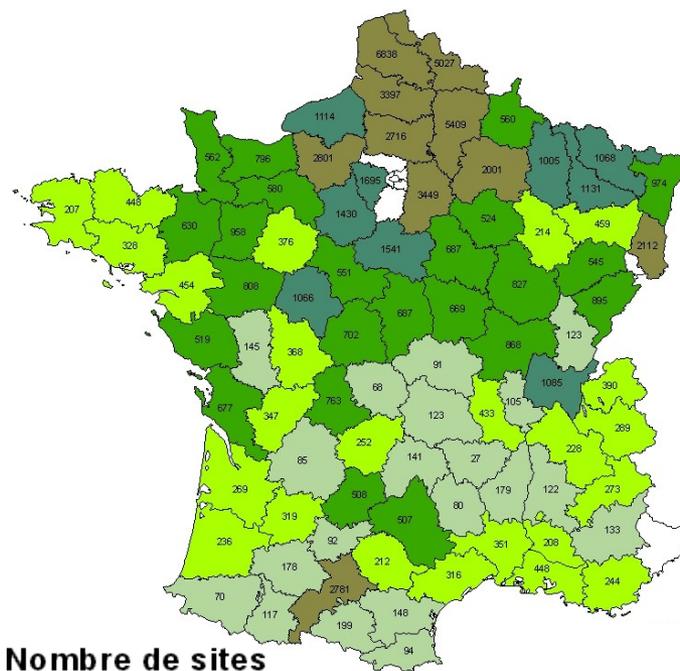


Etat d'avancement

-  Prélevé
-  Prélèvement impossible

1^{ère} campagne :
2000 - 2009

BDETM : 74 000 échantillons
520 000 déterminations



Nombre de sites

-  < 200
-  201 - 500
-  501 - 1000
-  1001 - 2000
-  2001 - 6838

2 campagnes :
1998 et 2008



Les éléments traces

- Quels sont les niveaux actuels dans les sols ?
- Peut-on cartographier des gradients de contamination diffuse ?
- Peut-on détecter des anomalies ponctuelles ?
- Est-on capable de définir des valeurs seuils ?
- Peut-on identifier leur origine ?



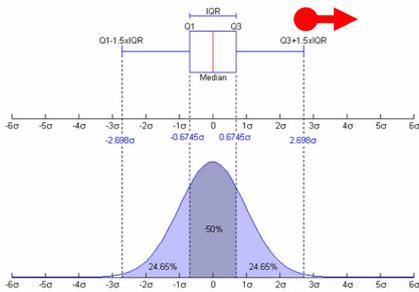
Galène (Pb)

Tableau périodique des éléments

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1 H 1,00784	2 He 4,00260											3 Li 6,941	4 Be 9,01218	5 B 10,811	6 C 12,0107	7 N 14,0064	8 O 15,9994	9 F 18,9984	10 Ne 20,1797
11 Na 22,98976928	12 Mg 24,304											13 Al 26,9815385	14 Si 28,0855	15 P 30,973762	16 S 32,06	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948		
19 K 39,0983	20 Ca 40,078	21 Sc 44,955912	22 Ti 47,88	23 V 50,9415	24 Cr 51,9961	25 Mn 54,938045	26 Fe 55,845	27 Co 58,933195	28 Ni 58,6934	29 Cu 63,546	30 Zn 65,38	31 Ga 69,723	32 Ge 72,630	33 As 74,9216	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80		
37 Rb 85,4678	38 Sr 87,62	39 Y 88,905848	40 Zr 91,224	41 Nb 92,90638	42 Mo 95,94	43 Tc 98,906251	44 Ru 101,072	45 Rh 102,90550	46 Pd 106,42	47 Ag 107,8682	48 Cd 112,411	49 In 114,818	50 Sn 118,710	51 Sb 121,757	52 Te 127,60	53 I 126,905	54 Xe 131,29		
55 Cs 132,90545196	56 Ba 137,327	57-71 Lanthanides		72 Hf 178,49	73 Ta 180,94788	74 W 183,84	75 Re 186,207	76 Os 190,23	77 Ir 192,222	78 Pt 195,084	79 Au 196,966569	80 Hg 200,59	81 Tl 204,3833	82 Pb 207,2	83 Bi 208,980389	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]	
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 Actinides		104 Rf [261]	105 Db [262]	106 Sg [266]	107 Bh [264]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [285]	111 Rg [286]	112 Cn [284]	113 Nh [285]	114 Fl [289]	115 Mc [288]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]	

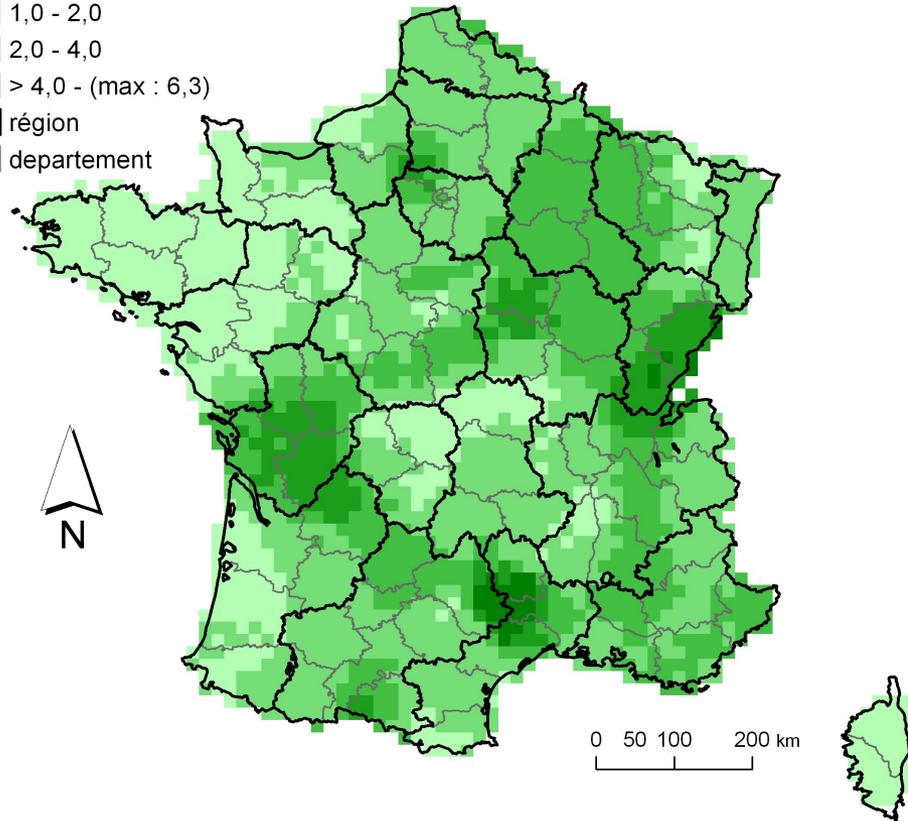
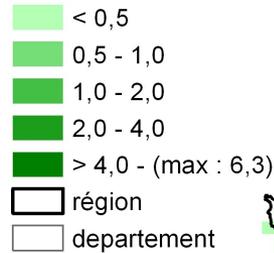


Détecter les valeurs anormales : teneurs habituelles maximales



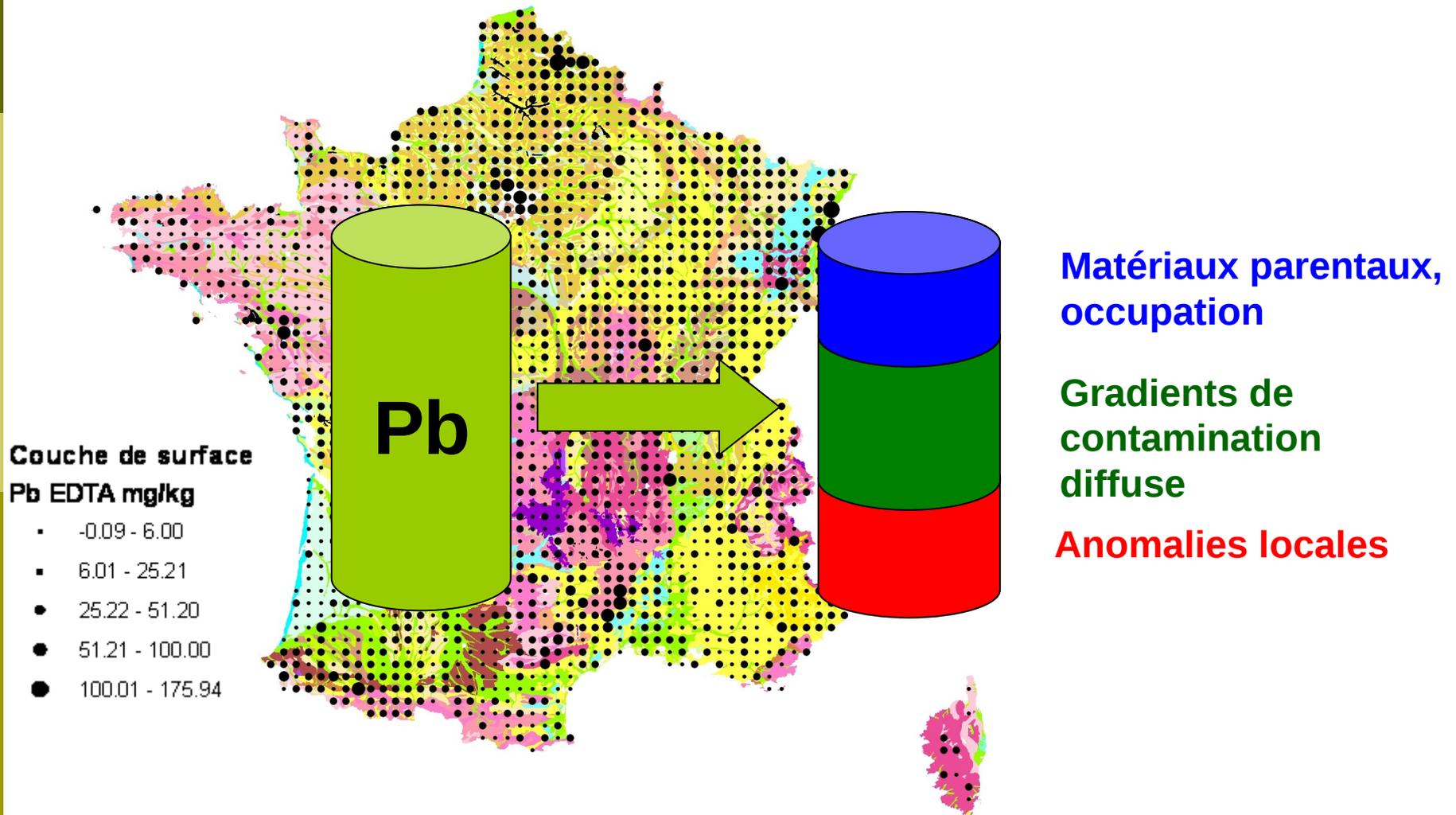
RMQS
Cadmium total
Surface (0-30 cm)
Vibrisse supérieure

Teneurs habituelles maximales en Cadmium (mg/kg)





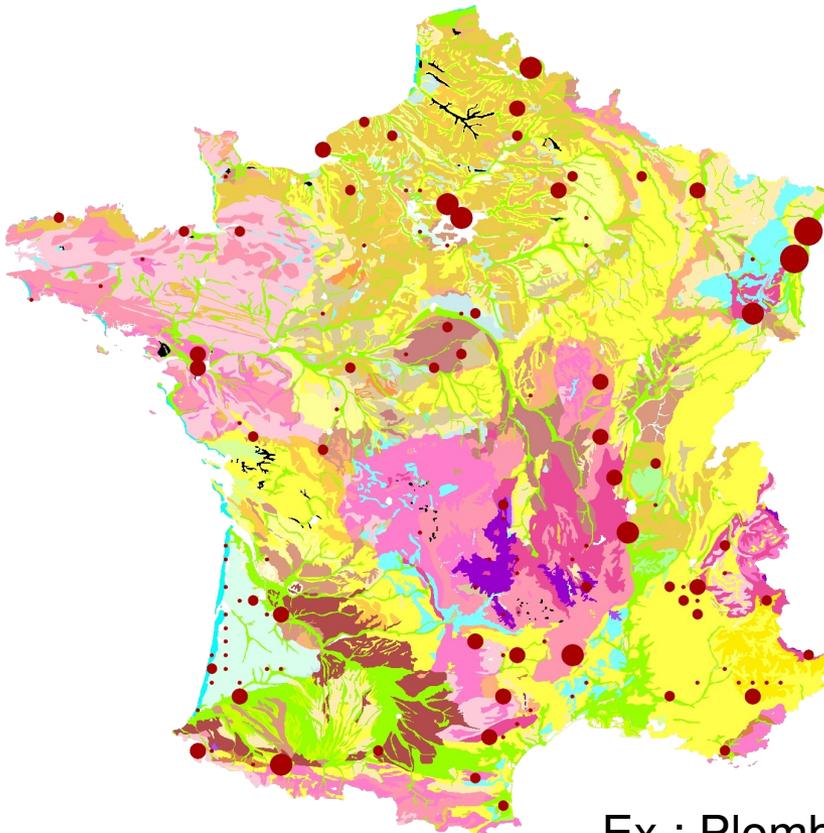
Distinguer les origines : modèle linéaire mixte et géostat robustes



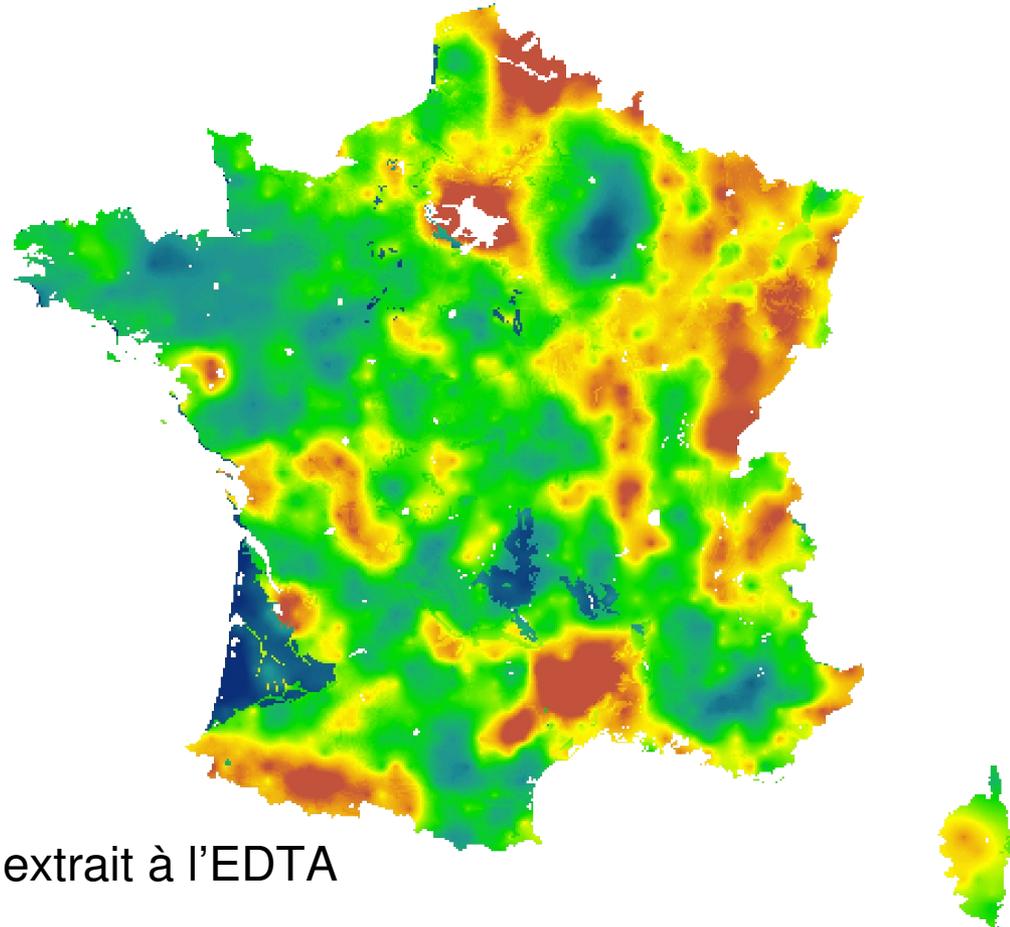


Distinguer les origines : modèle linéaire mixte et géostat robustes

Anomalies locales



**Matériaux parentaux +
contamination diffuse
= bruit de fond**

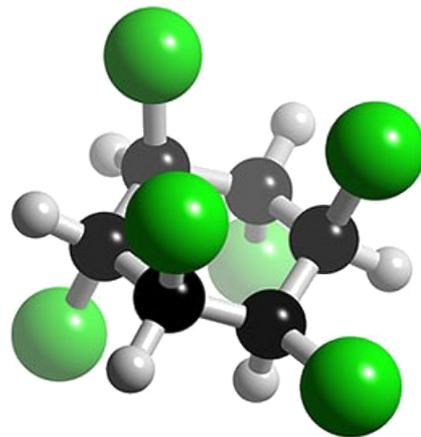


Ex : Plomb extrait à l'EDTA

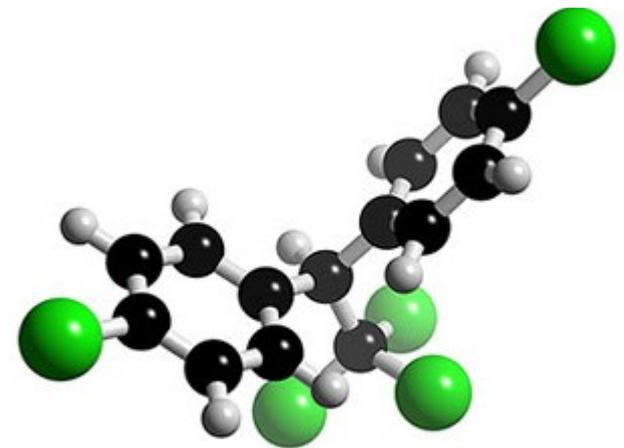


Les polluants organiques persistants (POP)

Molécules présentant une toxicité reconnue, une forte persistance dans l'environnement, des propriétés de bioaccumulation et de transport à longue distance
(Ademe)



Molécule de lindane : γ HCH HexachloroCycloHexane

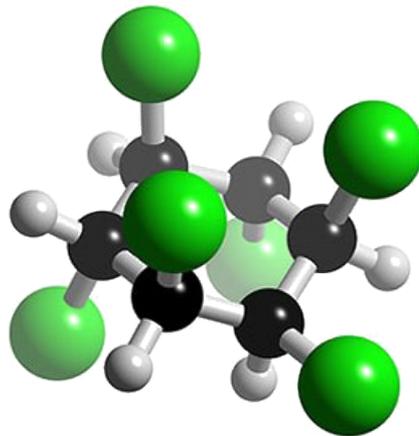


Molécule de DDT : DichloroDiphenylTrichloroéthane

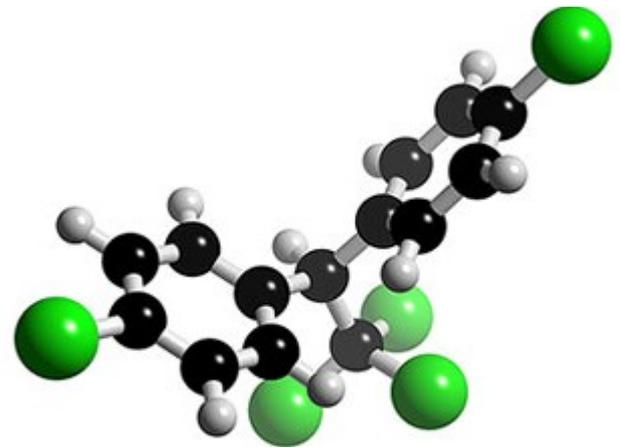


Les polluants organiques persistants (POP)

- Les programmes de surveillance des sols sont-ils capables de les détecter ?
- Peut-on cartographier des gradients de contamination à l'échelle du territoire ?



Molécule de lindane : γ HCH HexachloroCycloHexane



Molécule de DDT : DichloroDiphenylTrichloroéthane



Le projet POP-RMQS : 90 molécules analysées

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

PCB : PolyChloroBiphényles (ex : pyralène)

PCDD et PCDF : PolyChloroDibenzoDioxines et PolyChloroDibenzoFuranes (dioxines et furanes)

Pesticides :

- **OCP** : Pesticides OrganoChlorés : (ex. : DDT, lindane)

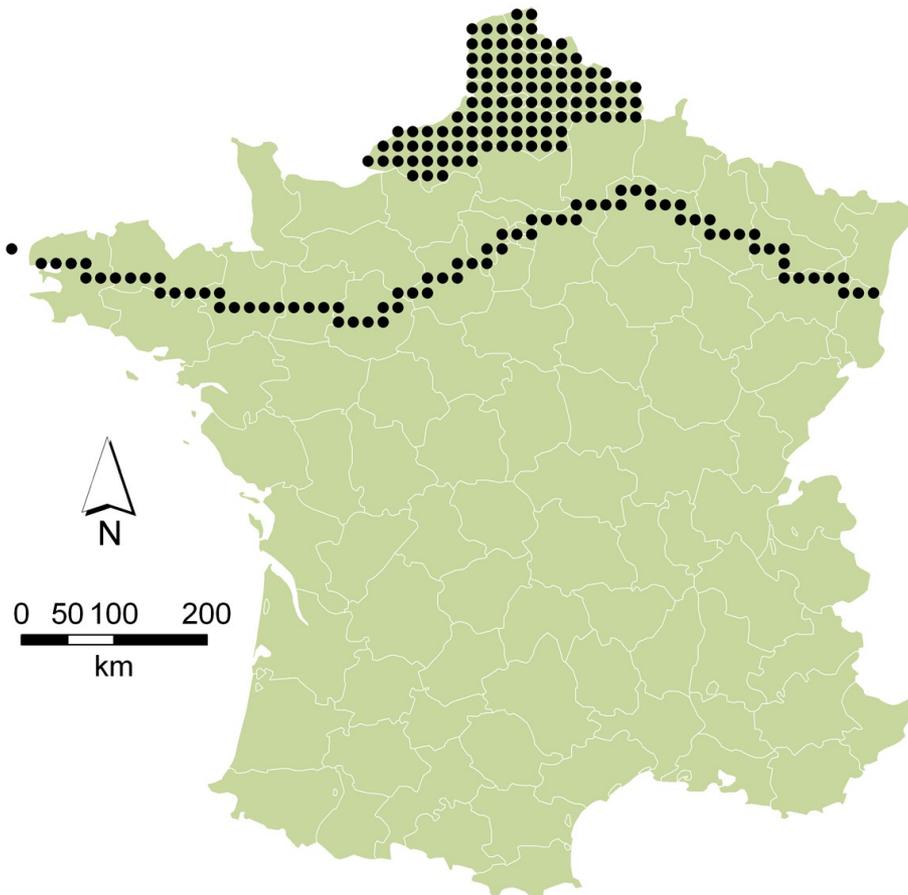
- **Herbicides** : Triazines (ex. : atrazine, simazine)

Urées substituées (ex. : diuron, monolinuron)





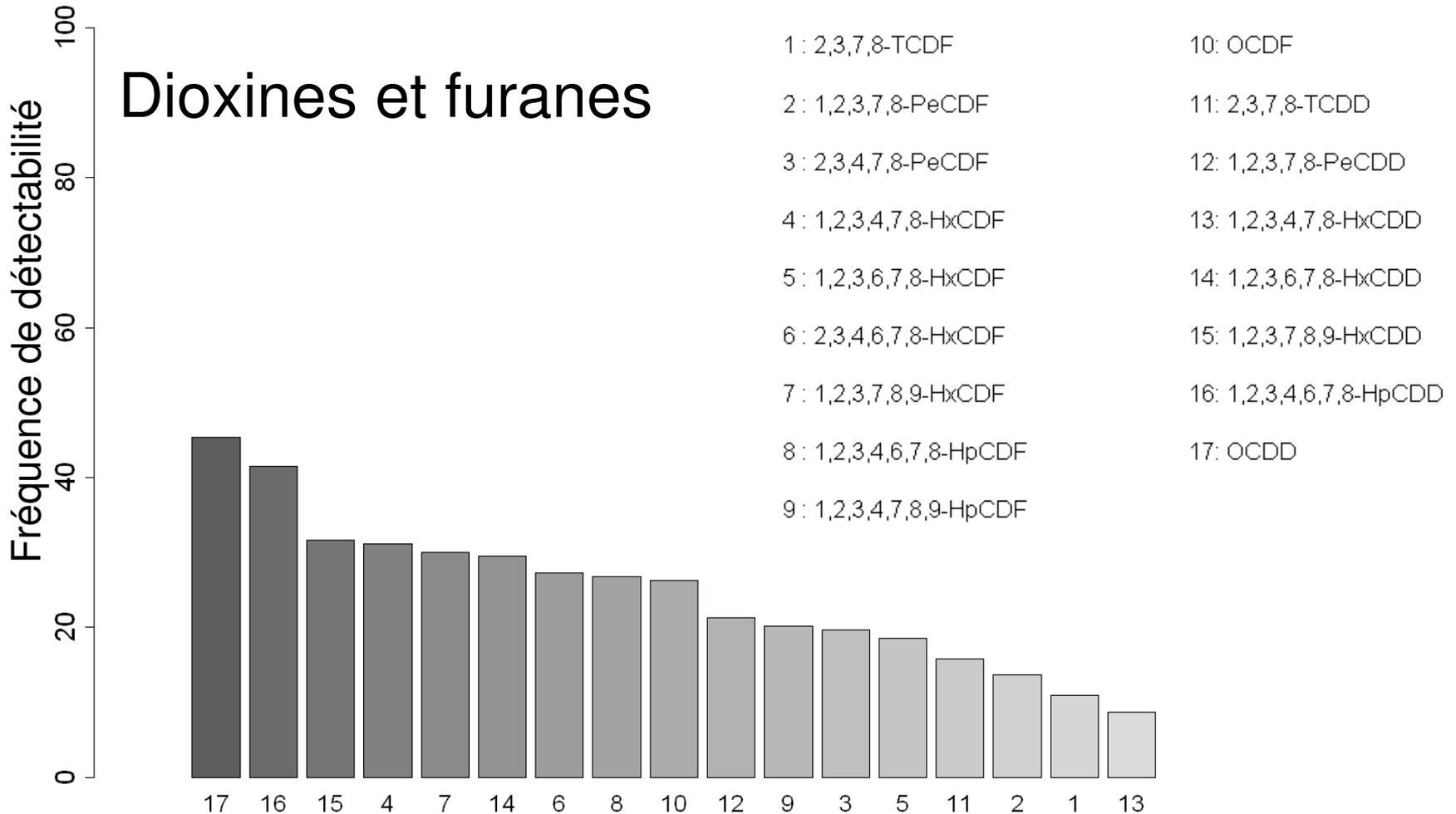
Le projet POP-RMQS : 183 sites



- 105 sites répartis selon un gradient péri-urbain et agricole/industriel : Nord Pas de Calais, Somme et Seine Maritime
- 78 sites répartis selon un transect Ouest-Est recouvrant des stations de mesures de dépôts humides de pesticides

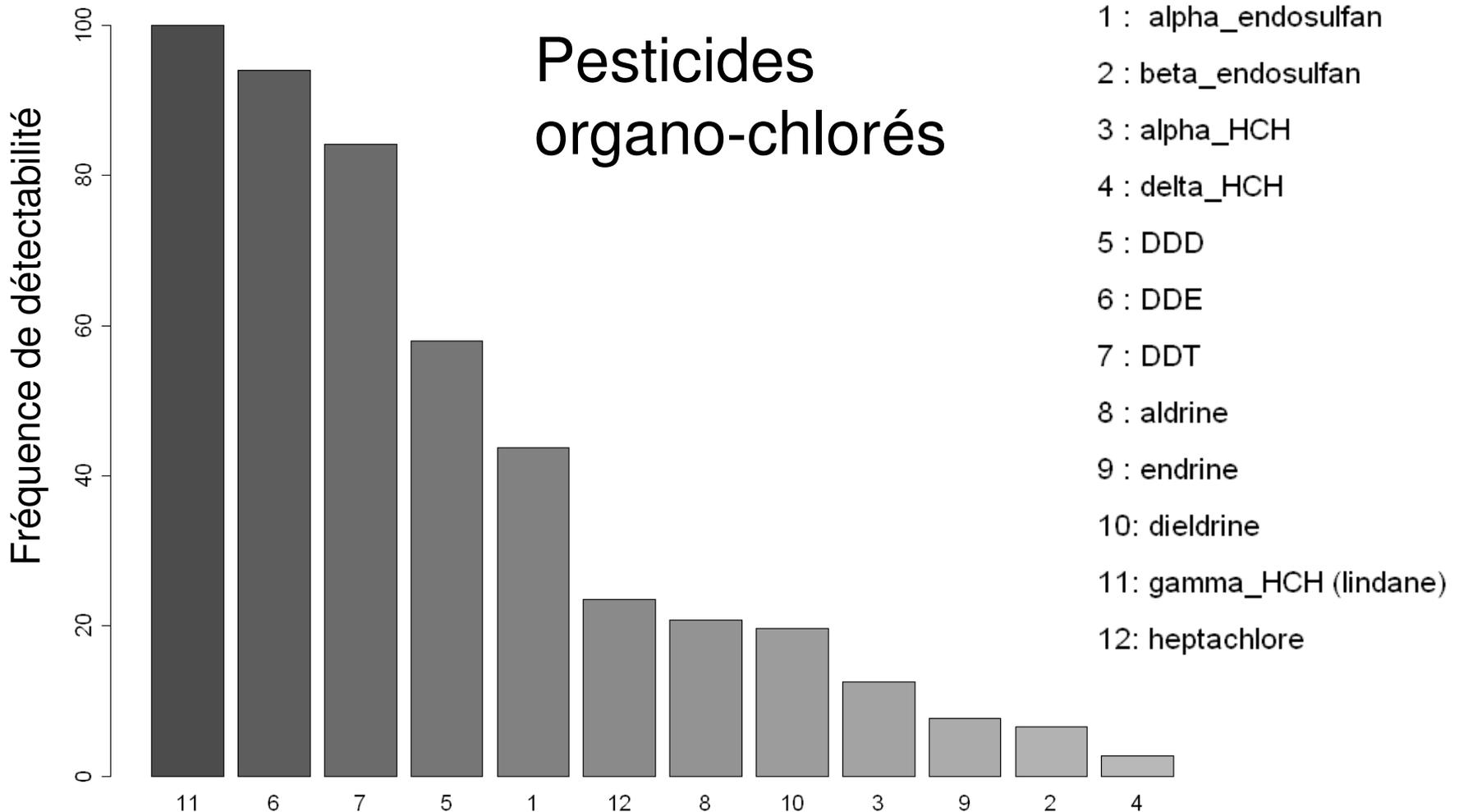


Peut-on détecter des POP dans les sols du RMQS ?





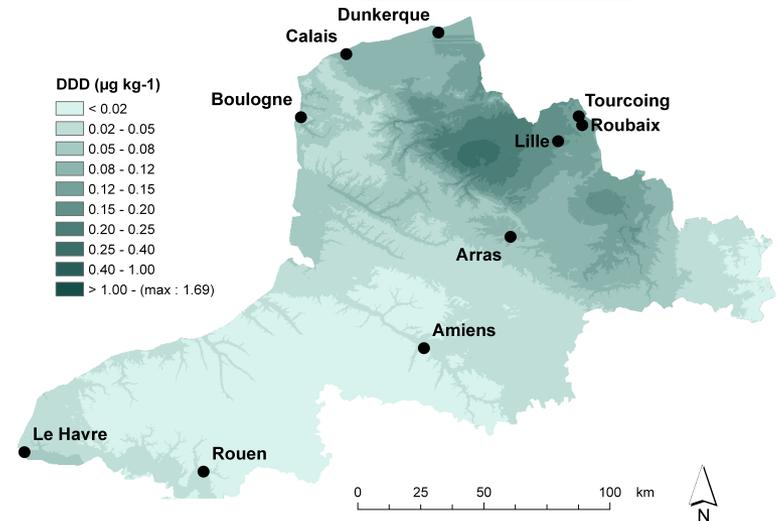
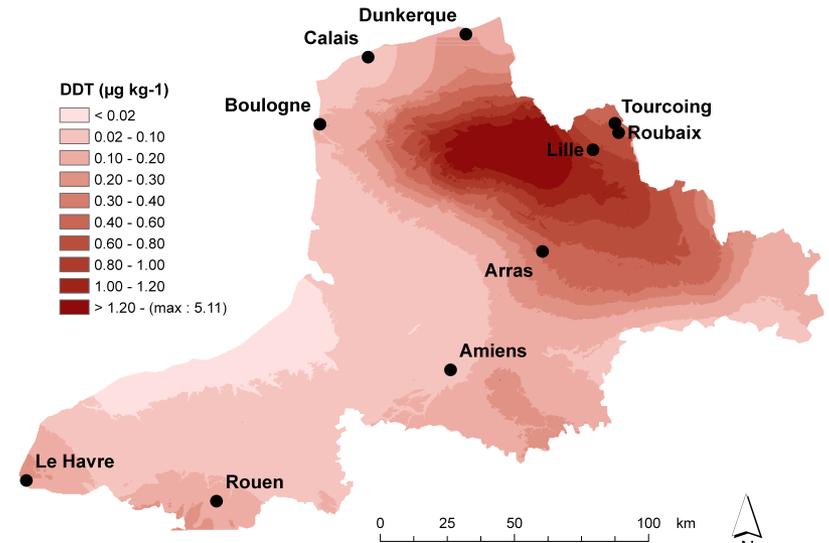
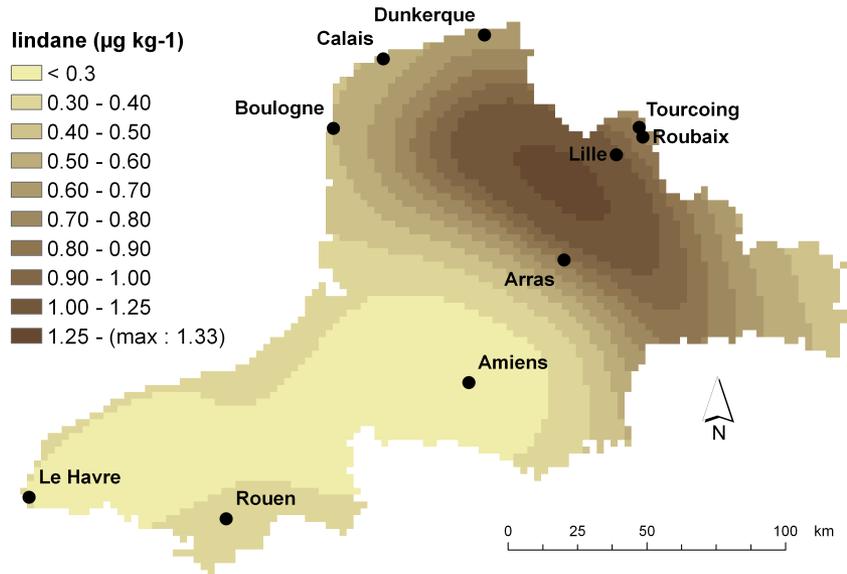
Peut-on détecter des POP dans les sols du RMQS ?





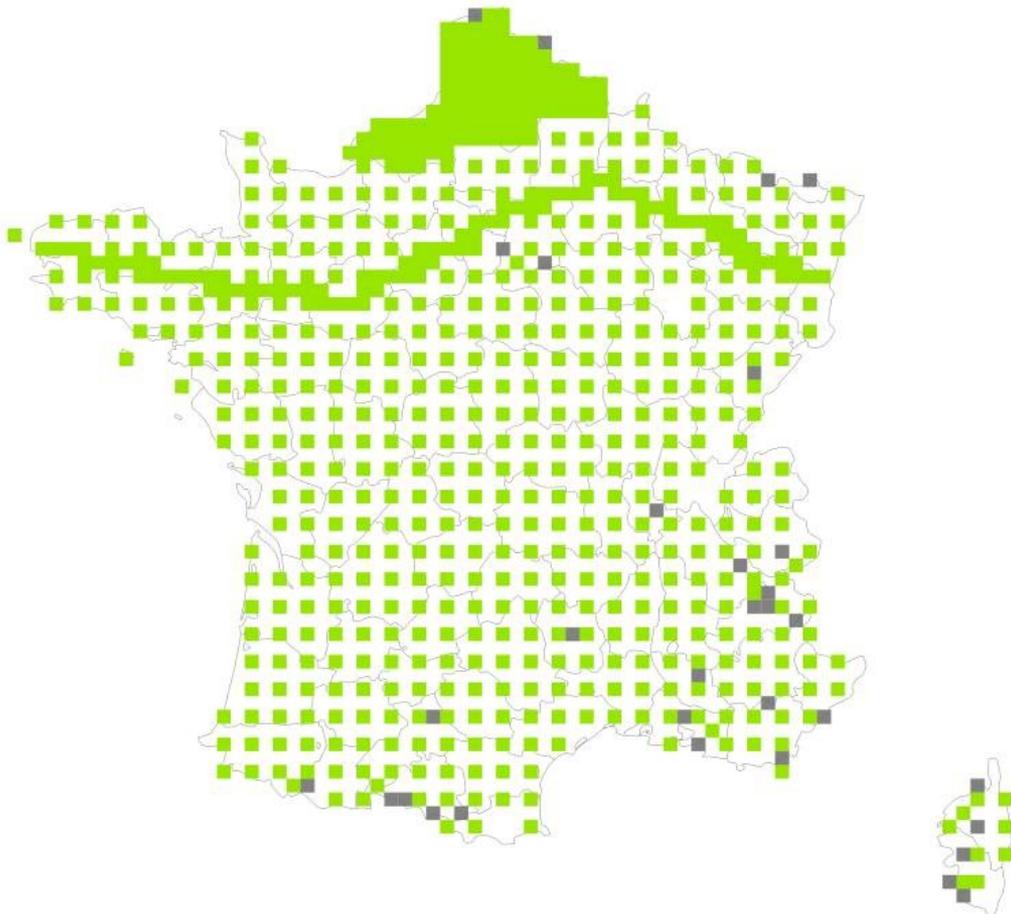
Peut-on cartographier des gradients de contamination ?

Pesticides organo-chlorés





Analyse de la distribution géographique des OCP et HAP dans les sols de France sur la base d'un sous échantillonnage du RMQS



550 sites RMQS (1/4)

13 OCP

alpha HCH
beta HCH
lindane (gamma HCH)
delta HCH
DDT
DDD
DDE
alpha endosulfan
bêta endosulfan
heptachlore
aldrine
endrine
dieldrine

16 HAP

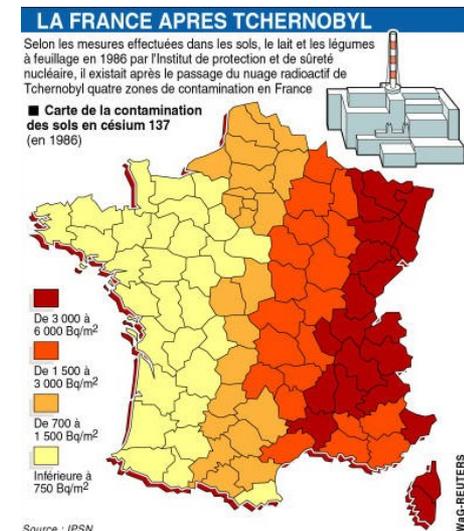
N
a
p
h
t
a
l
è
n
e

Acénaphtylène



Les radioéléments

- Les programmes de surveillance des sols sont-ils capables de les détecter ?
- Peut-on cartographier des gradients de contamination à l'échelle du territoire ?





Projet RMQS-CHLORE 36

Caractérisation de la variabilité des teneurs en chlore organique et inorganique des sols

45 sites RMQS sélectionnés selon usage et propriétés pédologiques

Selection Projet ANDRA Chlore 36 - 18/11/2009
© RMQS - GIS SOL - INRA Orléans

Occupation des sites

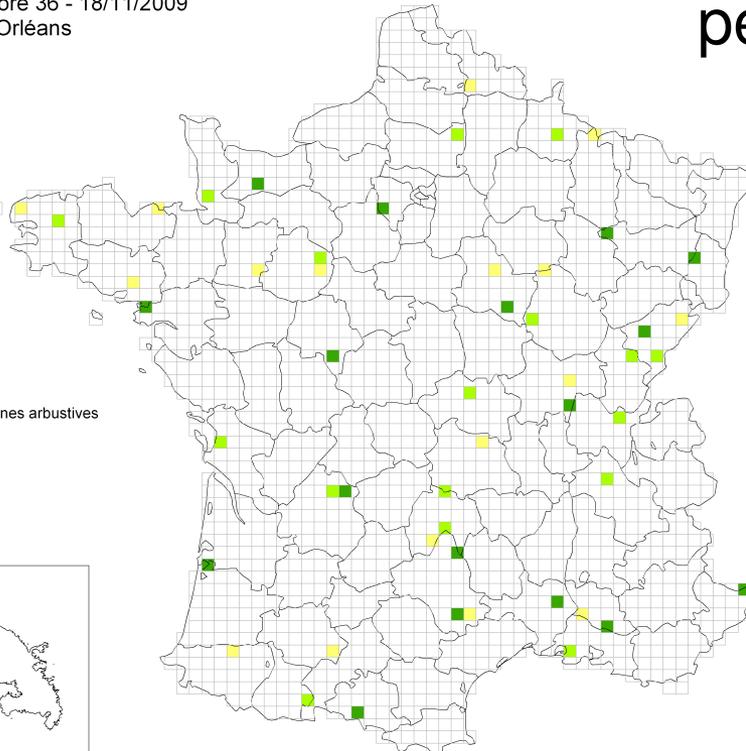
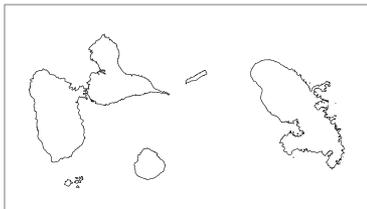
- Cellules RMQS
- Limites des départements

Occupation des sites

Occupation niveau 1

- parcs et jardins
- successions culturales
- surfaces boisées
- surfaces toujours en herbe
- vignes vergers et cultures pérennes arbustives
- milieux naturels particuliers
- friches

Guadeloupe et Martinique



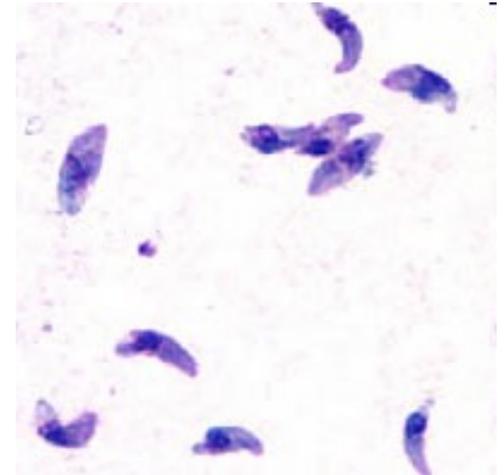
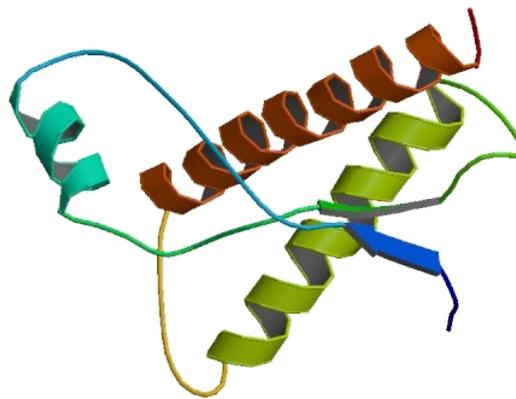
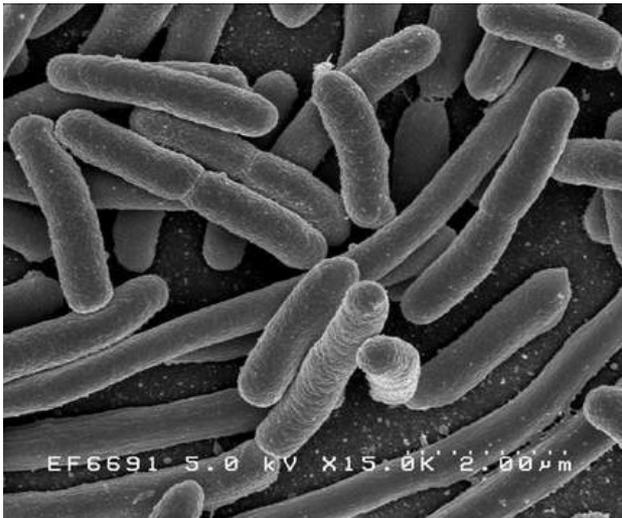
Le chlore 36 est un radioélément dont la persistance potentielle dans la biosphère est associée à la chlorination de la matière organique et à la dynamique de recyclage du chlore stable



Les pathogènes

Un **agent infectieux** (ou **agent pathogène**) est un agent biologique responsable d'une maladie infectieuse.

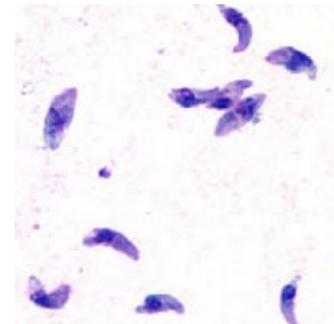
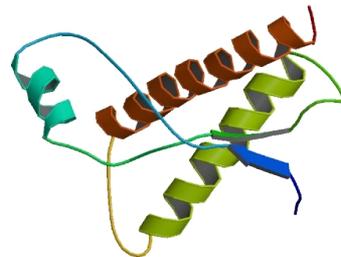
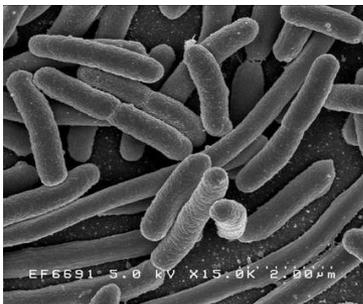
Les agents infectieux peuvent être **des virus**, **des bactéries**, **des parasites** (protozoaires, helminthes) ou des protéines de type prions.





Les pathogènes

- Les sols constituent-ils un réservoir d'organismes pathogènes ?
- Les programmes de surveillance des sols sont-ils capables de les détecter ?
- Peut-on cartographier des gradients à l'échelle du territoire ?
- Quels sont les déterminants de leur distribution ?





Le projet PATHO-RMQS

Répartition géographique des bactéries pathogènes de l'Homme
dans les sols: effet des constituants et de l'urbanisation

1 450 sites
16 bactéries pathogènes

Légende

-  Limites des départements
-  Réseau Quinconce



Pathogènes primaires :

- *Listeria monocytogenes*
- *Salmonella typhimurium*
- *Clostridium difficile*
- *Enterococcus faecalis*
- *Staphylococcus aureus*
- *Escherichia coli*
- *Burkholderia pseudomallei*

Pathogènes opportunistes :

- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Burkholderia cenocepacia*
- *Burkholderia multivorans*
- *Stenotrophomonas maltophilia*
- *Nocardia asteroides*
- *Acinetobacter baumannii*
- *Achromobacter xylosoxidans*
- *Aeromonas hydrophila*
- *Aeromonas caviae*



Les sols sont-ils un réservoir d'organismes pathogènes ?

Espèce bactérienne	Nombre échantillons RMQS testés	Nombre échantillons positifs	% sites positifs sur la France	Valeur de détection (copies/g sol)
<i>Enterococcus faecalis</i>	939	483	51	$5 \cdot 10^1 - 3 \cdot 10^7$
<i>Listeria monocytogenes</i>	939	1	0,1	$3 \cdot 10^4$
<i>Escherichia coli</i>	518	484	83	$1 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^5$
<i>Acinetobacter baumannii</i>	795	0	0	-



Les contaminants des sols : quelle stratégie pour demain ?

- Faut-il élargir la détection à la France entière ? ex : POP
- Faut-il explorer de nouveaux contaminants ? ex: As, Hg, radioéléments, contaminants émergents, etc.



Les contaminants des sols : quelle stratégie pour demain ?

- **éléments traces** : As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, Zn, etc.
- **contaminants organiques** : HAP, PCB, dioxines, furanes, pesticides, etc.
- **radioéléments** : Cs, Sr, I, Cl, etc.
- **pathogènes** : microorganismes, prions, parasites, etc.
- **contaminants émergents** : perturbateurs endocriniens (phtalates, bisphénol A, polybromés, alkylphénols, hormones...), transgènes, nanoparticules, etc.



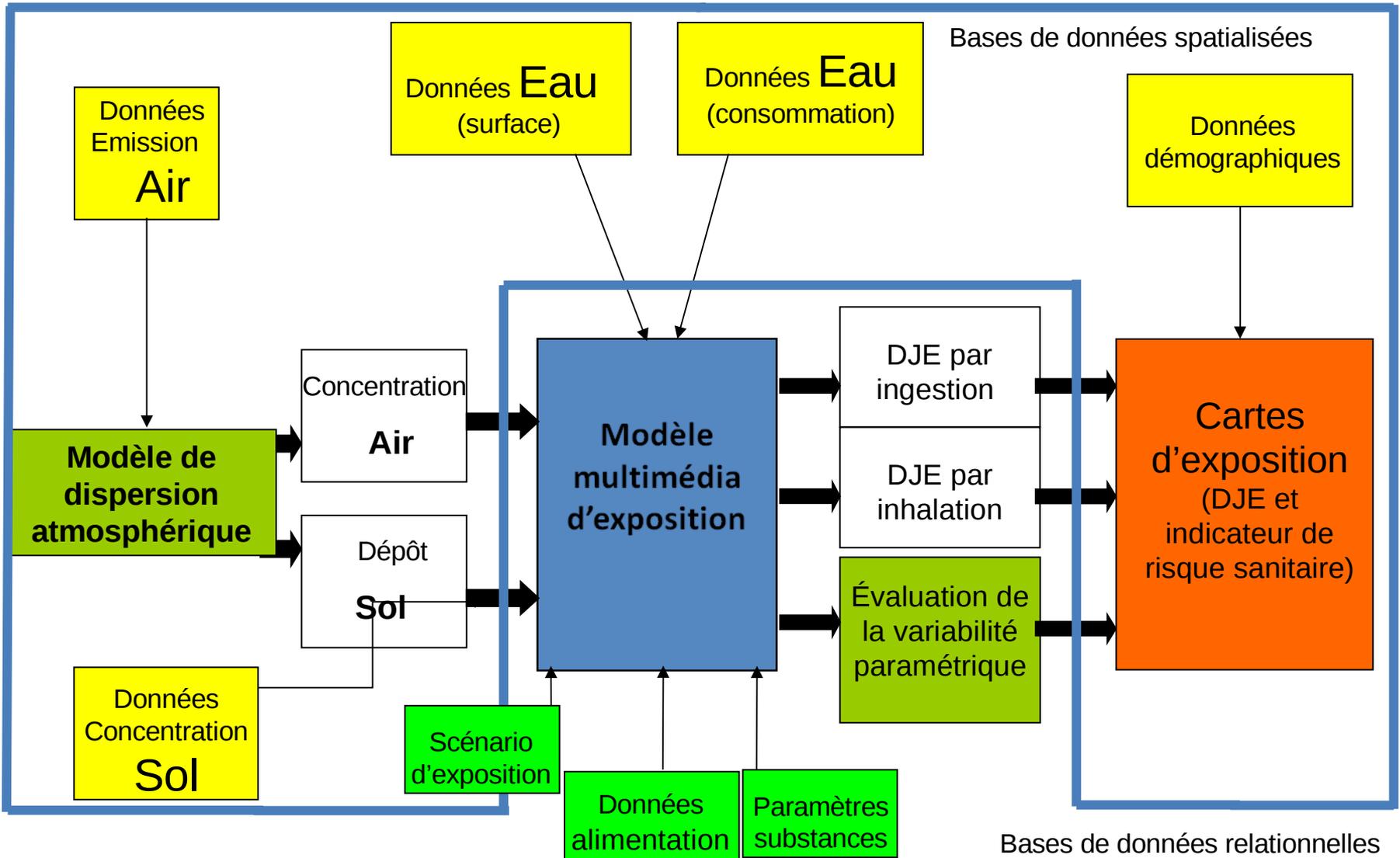
Les contaminants des sols : quelle stratégie pour demain ?

- Faut-il élargir la détection à la France entière ? ex : POP
- Faut-il explorer de nouveaux contaminants ? ex: As, Hg, radioéléments, contaminants émergents, etc.
- Faut-il s'intéresser à des formes biodisponibles de contaminants ? ex : ETM par extractants « doux », test de bioaccessibilité
- Faut-il développer des indicateurs ? ex : indicateur d'exposition aux contaminants



Inégalités d'exposition géographique

« SIG et indicateurs de l'environnement extérieur »



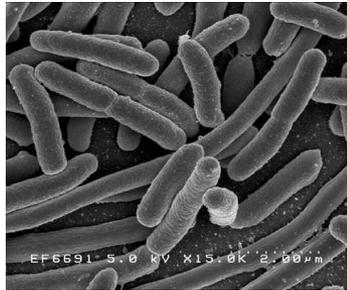
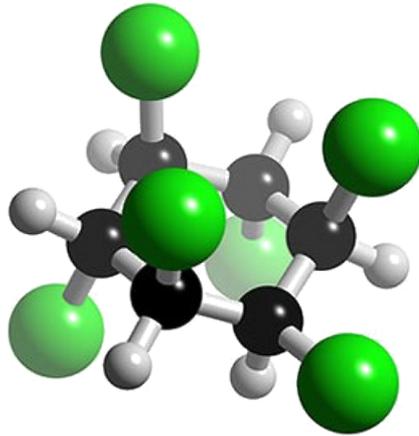


Les contaminants des sols : quelle stratégie pour demain ?

- Faut-il élargir la détection à la France entière ? ex : POP
- Faut-il explorer de nouveaux contaminants ? ex: As, Hg, radioéléments, contaminants émergents, etc.
- Faut-il s'intéresser à des formes biodisponibles de contaminants ? ex : ETM par extractants « doux », test de bioaccessibilité
- Faut-il développer des indicateurs ? ex : indicateur d'exposition aux contaminants
- Y-a-t-il de grands oubliés ?



Merci de votre attention



Claudy Jolivet
US 1106 InfoSol Inra Orléans
claudy.jolivet@orleans.inra.fr



Pollution des sols par la chlordécone aux Antilles

-  Pas de pollution
-  Pas d'incidence sur légumes très consommés
-  Pas d'incidence sur légumes peu consommés
-  **Risque sanitaire sur produits alimentaires**

