

Le paysage module le transfert et les effets de polluants métalliques chez les micromammifères

Clémentine FRITSCH^{1,2}, Patrick GIRAUDOUX¹, Amélie VANISCOTTE³,
Michaël COEURDASSIER, Francis RAOUL et Renaud SCHEIFLER

¹*Chrono-environnement, UMR 6249 Université de Franche-Comté / CNRS, Besançon, France*

²*Alterra, Wageningen UR, Wageningen, Pays-Bas*

³*Department of Arctic and Marine Biology, University of Tromsø, Tromsø, Norvège*

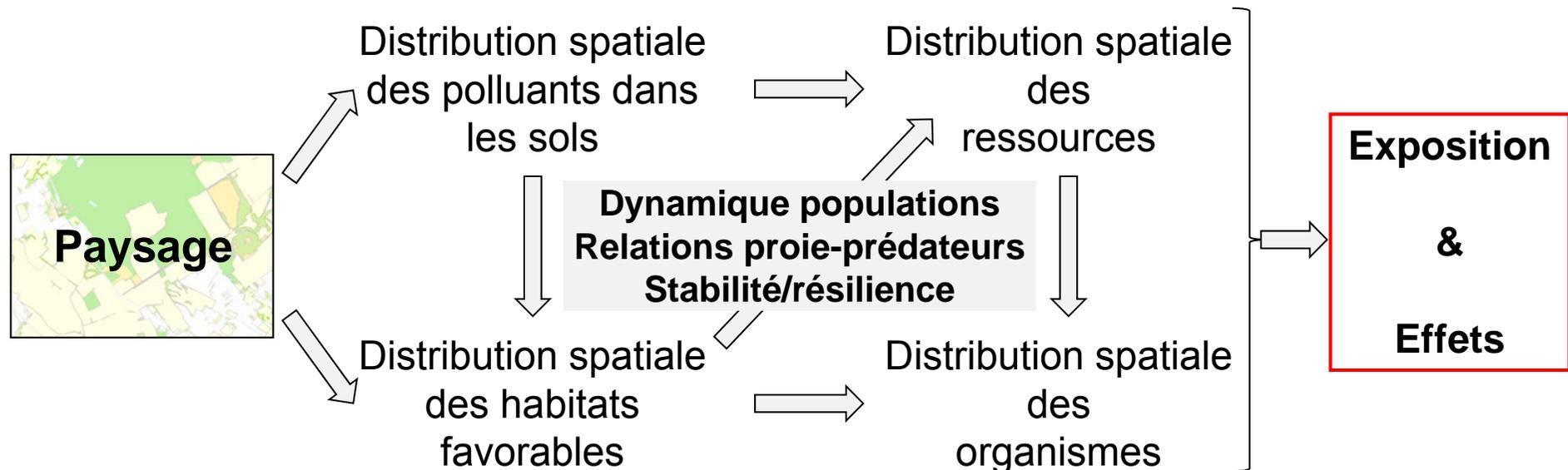
Financements



Ecotoxicologie du paysage

Question clé en écotoxicologie: comprendre et quantifier les sources de la variabilité spatiale de l'exposition

L'exposition varie fortement dans l'espace sur les terrains contaminés:
Variabilité spatiale de la pollution, des propriétés des sols, de l'habitat, du **paysage**?



→ “écotoxicologie du paysage”

→ Développements théoriques,
peu d'études dédiées à la quantification du rôle du paysage *in situ*



Objectifs

Comprendre les effets de l'arrangement spatial des habitats et des communautés en interaction sur les processus de transfert et d'effets des polluants est essentiel pour l'évaluation de l'exposition et du risque

- Le paysage influence-t-il le transfert des polluants dans les réseaux trophiques ?
- Le paysage influence-t-il les impacts des polluants dans les écosystèmes ?

Environs de l'ancienne fonderie “Metaleurop” (Nord de la France)

- Bioaccumulation des éléments traces métalliques (ETMs) chez 2 espèces de micromammifères
- Effets de la pollution métallique sur les communautés de micromammifères

Micromammifères

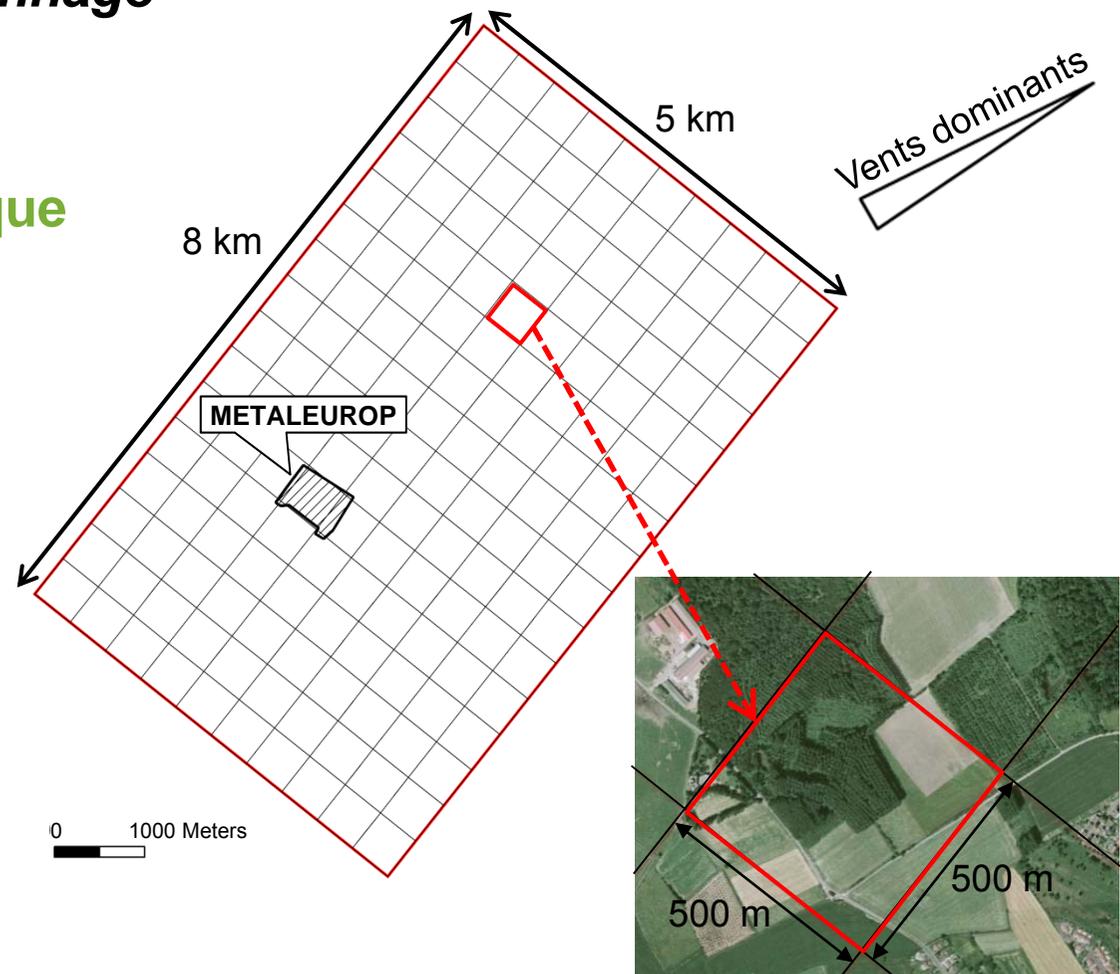


- Bons bioindicateurs de la pollution environnementale (bioaccumulation)
- Variété de traits écologiques (régime alimentaire, mobilité)
- Taille du domaine vital et écologie appropriés par rapport à nos questions
- Rôle important dans les réseaux trophiques (ressource pour de nombreux prédateurs, vecteurs de contaminants)

Stratégie d'échantillonnage

Echantillonnage systématique

- Grille 8 x 5 km (40 km²) :
160 mailles 500 x 500 m



Analyse paysagère

- Cartographie de l'occupation du sol : Corine Land Cover + orthophotos et terrain
- Calcul: nombre de pixels de chaque classe d'occupation pour chacune des mailles
- Classification → 7 types paysagers identifiés (noms basé sur leur occupation dominante)
- 4 paysages principalement représentés: *Agricole, Enfriché, Urbain, Forestier*

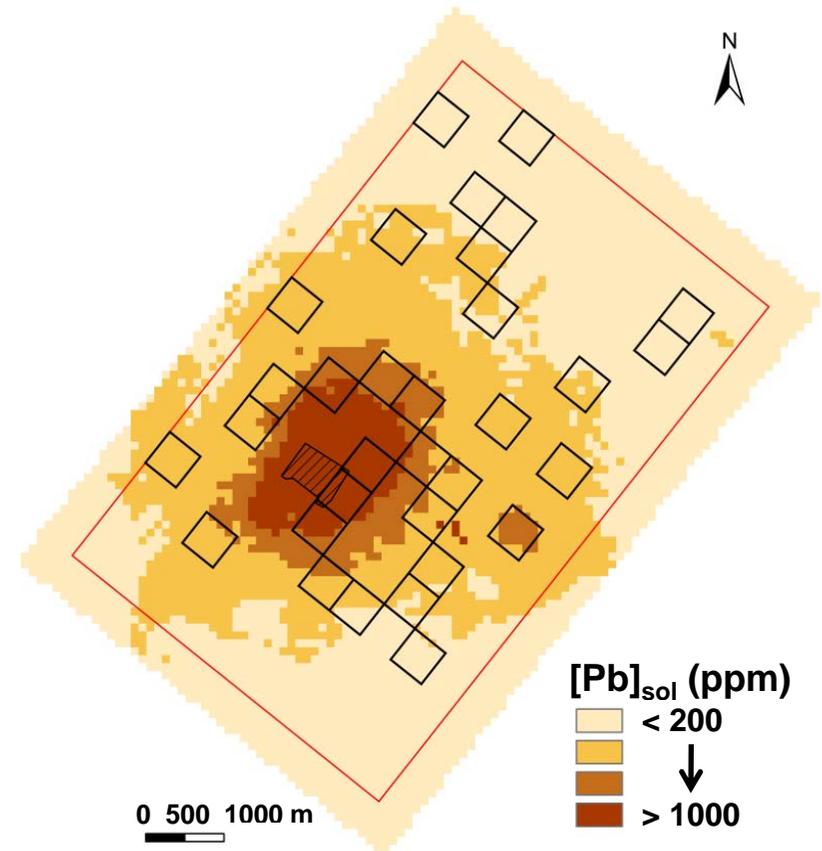
Stratégie d'échantillonnage

✓ 30 mailles choisies sur la base de:
niveau de pollution du sol & paysage

→ *gradient de pollution dans chacun des paysages, avec plusieurs réplicats*

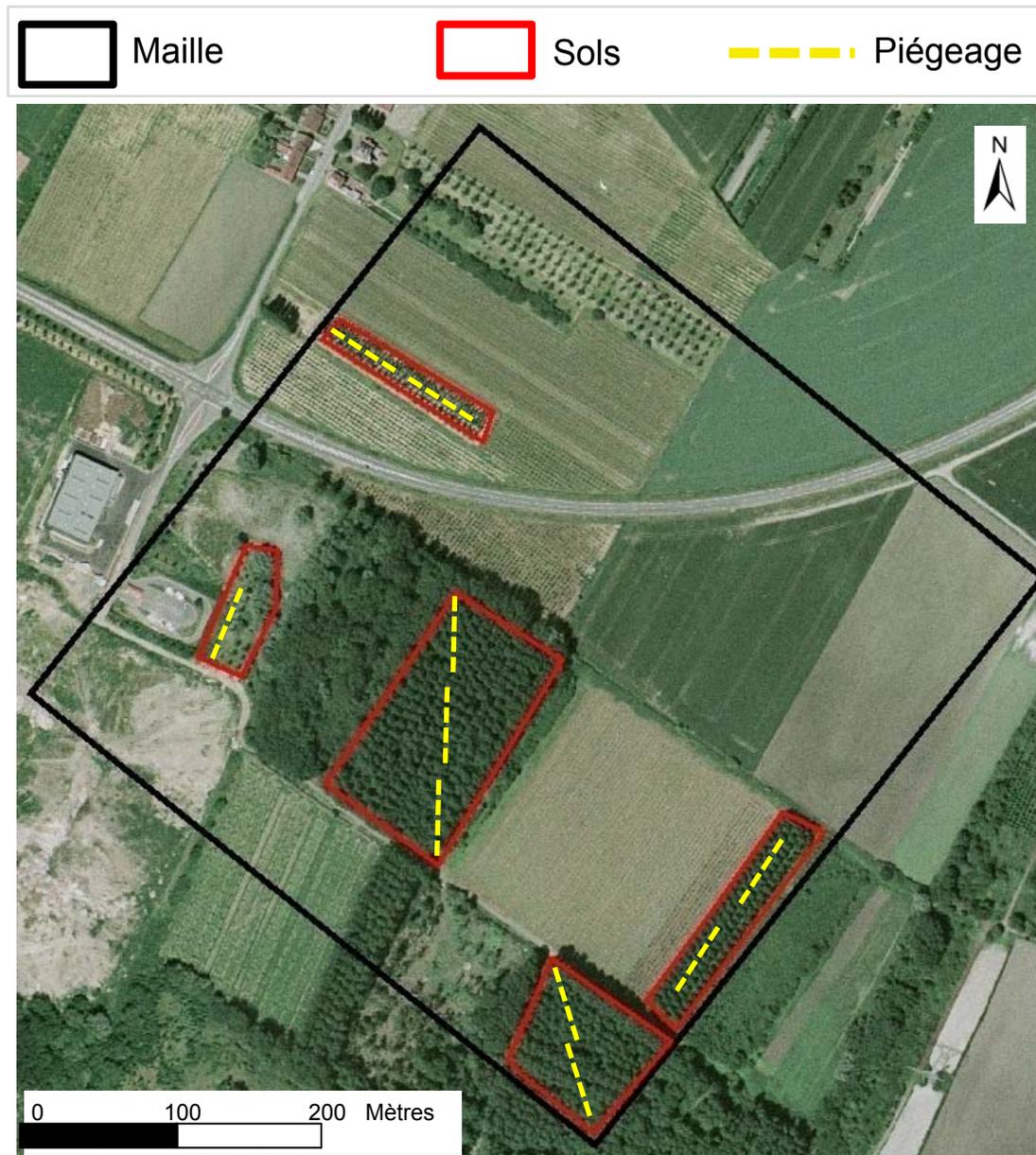
✓ Echantillonnages en **habitat boisé**
(haies, plantations, bois, bosquets, ...)

✓ Prélèvement des **sols** et des **micromammifères** aux **mêmes endroits**





Stratégie d'échantillonnage



Stratégie d'échantillonnage

✓ 30 mailles choisies sur la base de:
niveau de pollution du sol & paysage

→ *gradient de pollution dans chacun des paysages, avec plusieurs réplicats*

✓ Echantillonnages en **habitat boisé**
(haies, plantations, bois, bosquets, ...)

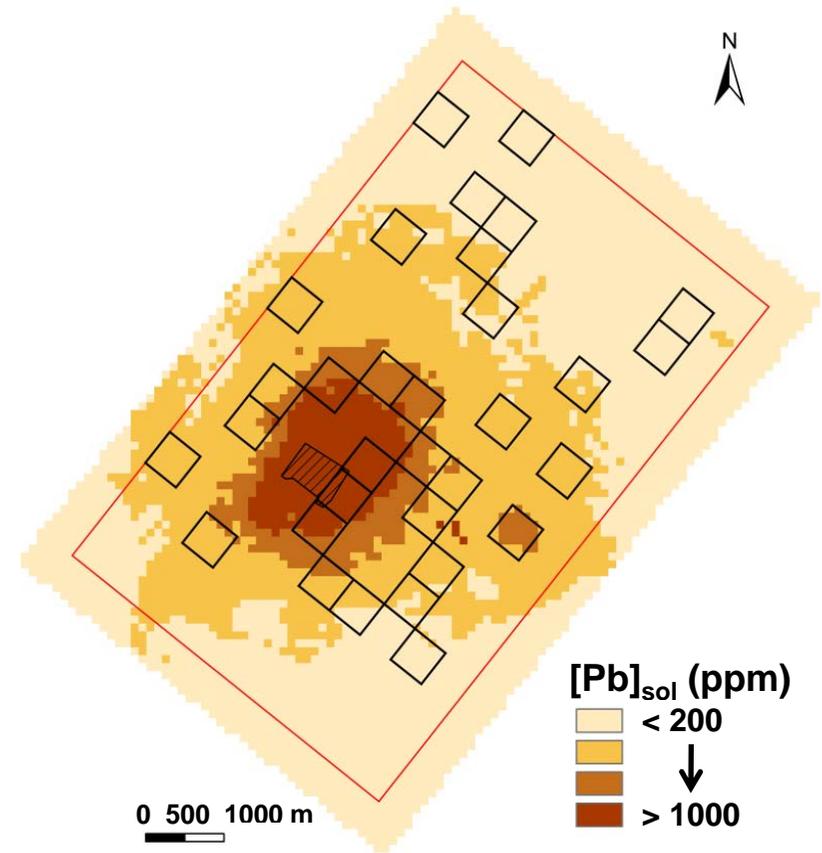
✓ Prélèvement des **sols** et des **micromammifères** aux **mêmes endroits**



Concentrations en métaux



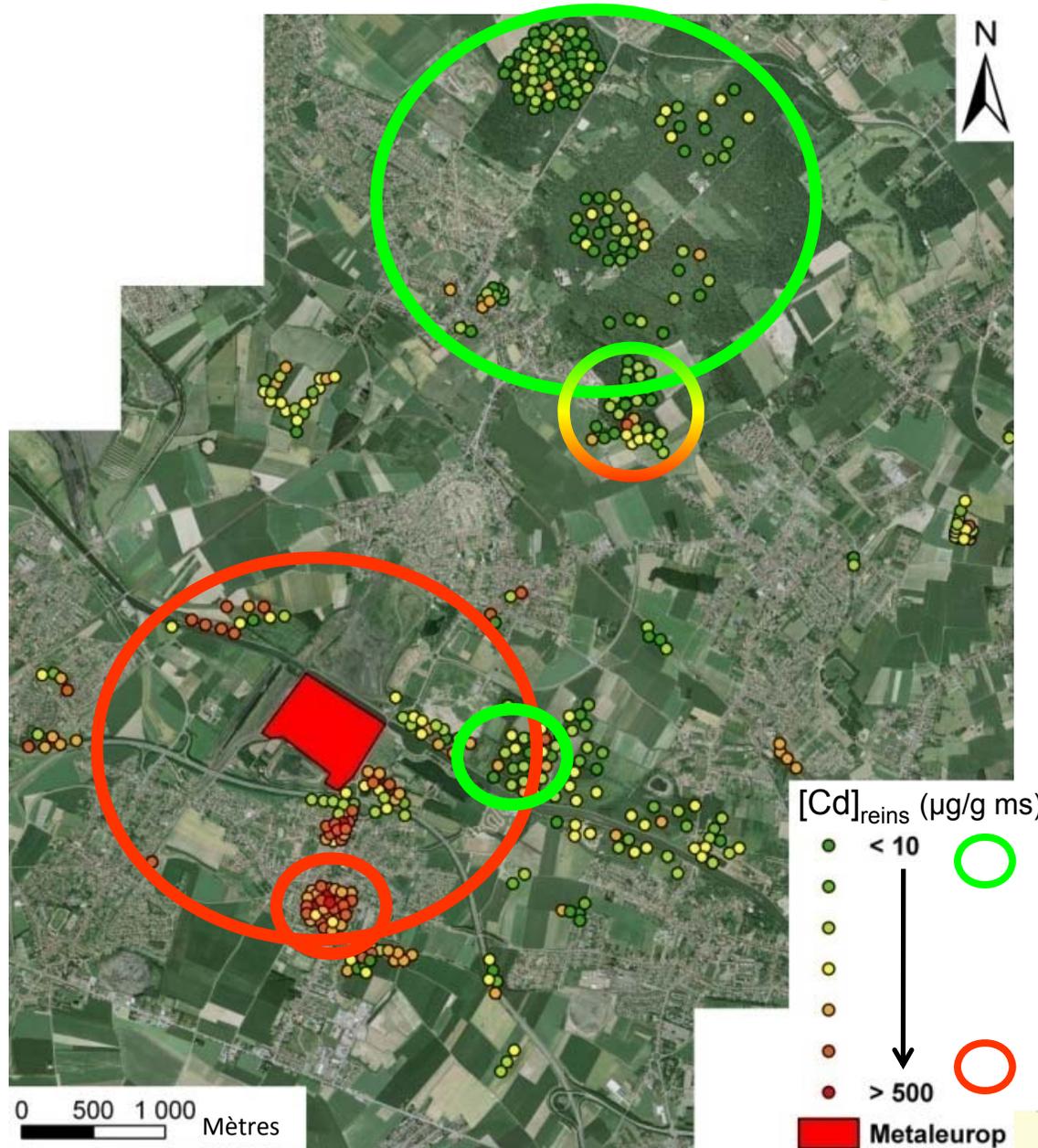
Concentrations en métaux
Espèce, âge





Transfert des métaux dans les réseaux trophiques

Bioaccumulation: exemple du Cd dans les reins



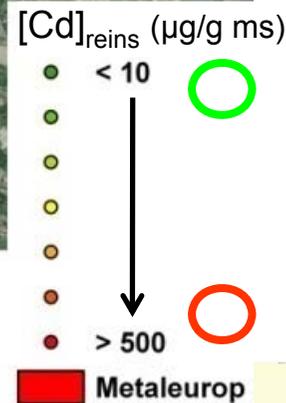
Campagnol
roussâtre



Crocidure
(musaraigne)
musette



→ Forte hétérogénéité à
différentes échelles spatiales

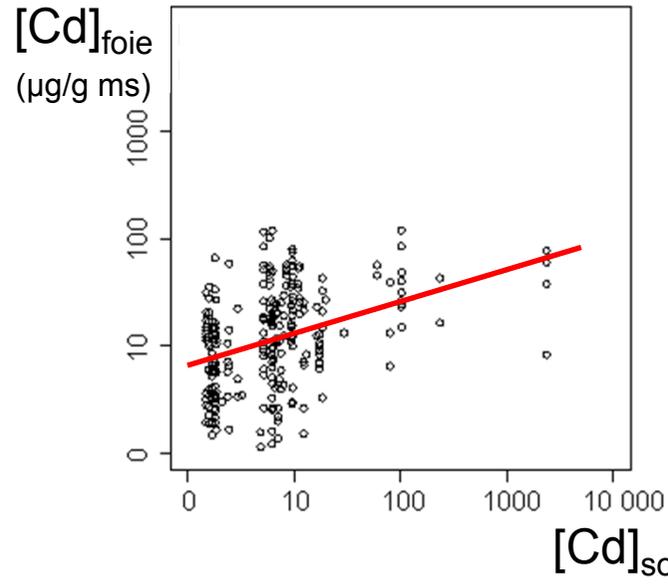




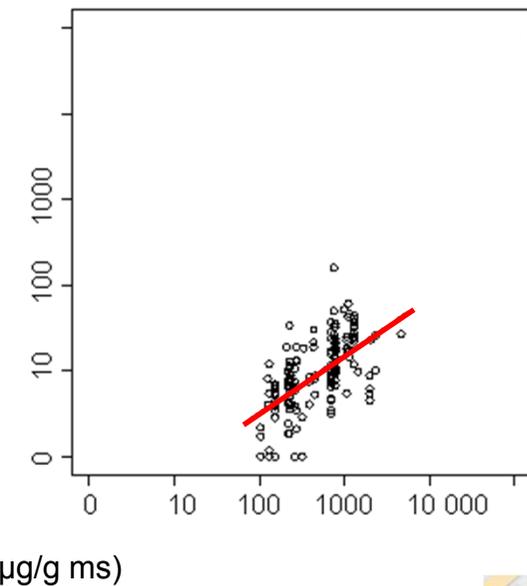
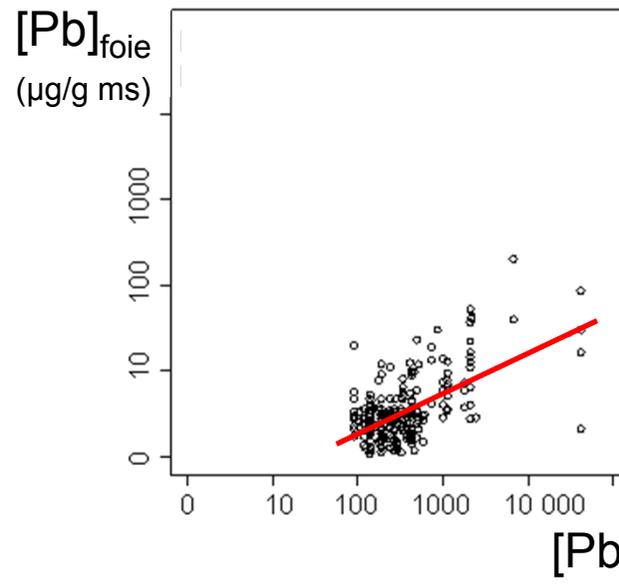
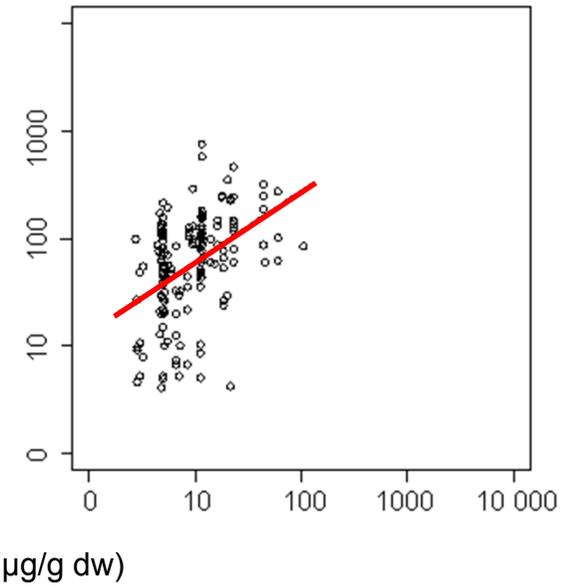
Transfert des métaux dans les réseaux trophiques

→ La bioaccumulation
dépend :
des teneurs en
métaux dans les sols

Campagnol roussâtre



Musaraigne musette



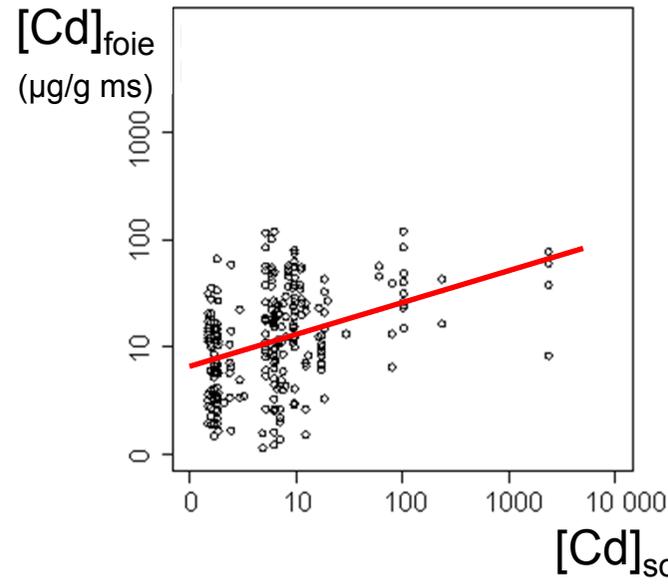


Transfert des métaux dans les réseaux trophiques

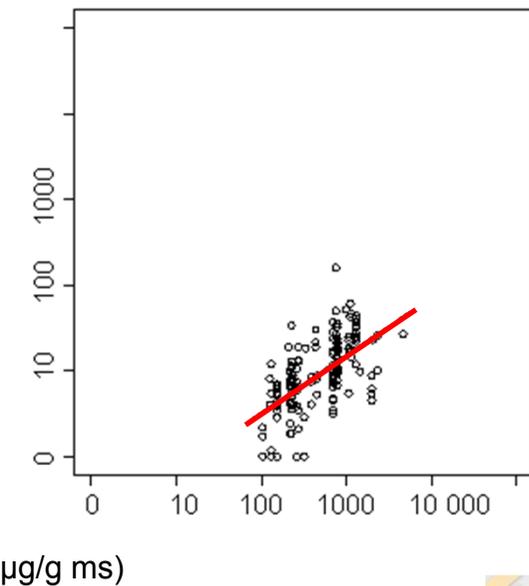
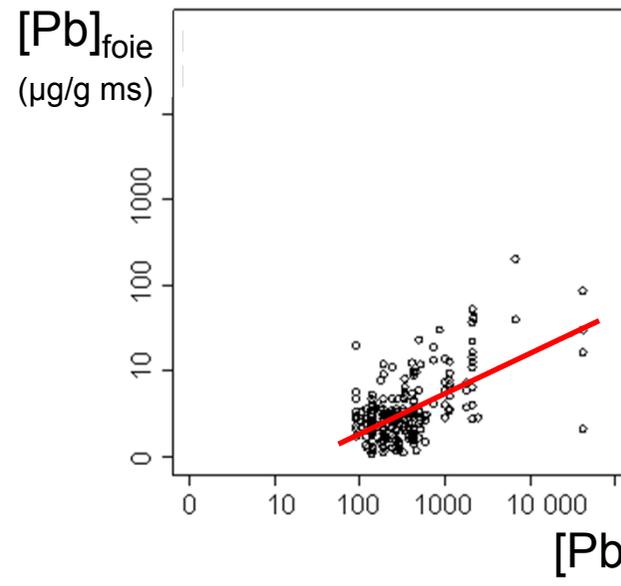
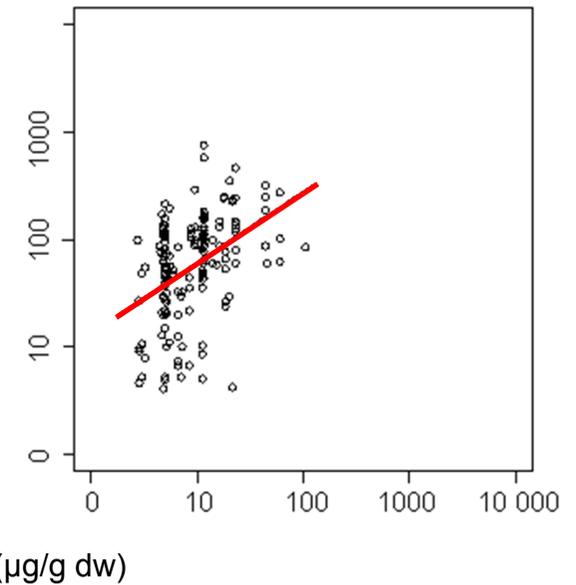
→ La bioaccumulation
dépend :
des teneurs en
métaux dans les sols

de l'espèce /
régime alimentaire

Campagnol roussâtre



Musaraigne musette

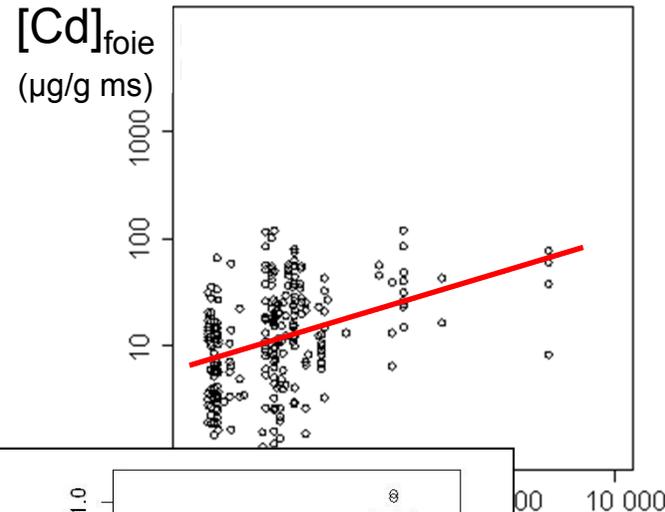




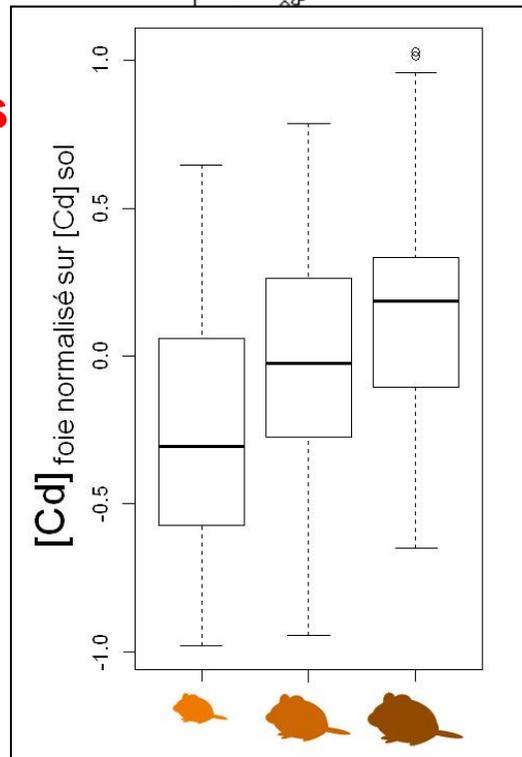
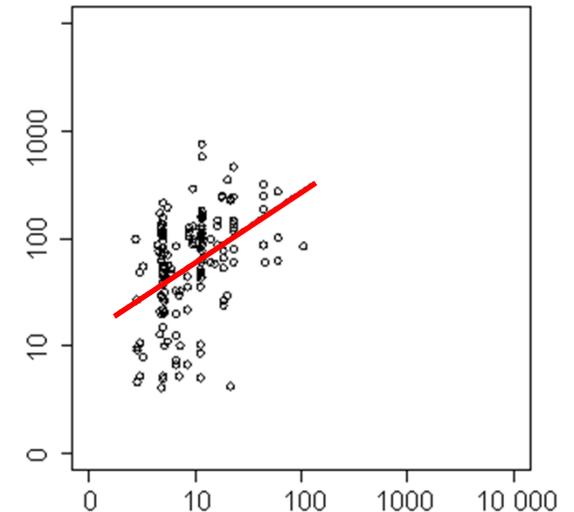
Transfert des métaux dans les réseaux trophiques

→ La bioaccumulation dépend :
des teneurs en métaux dans les sols
de l'espèce / régime alimentaire
de l'âge

Campagnol roussâtre



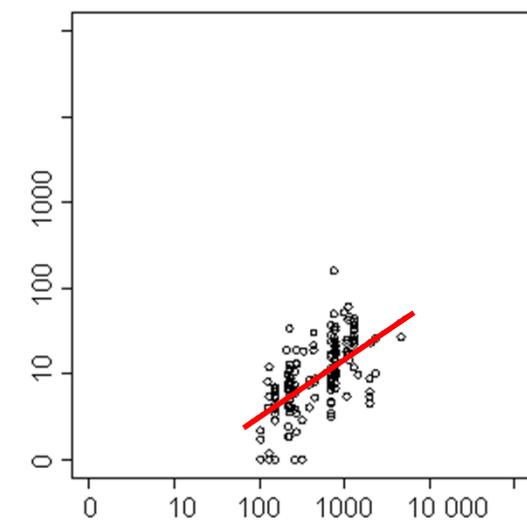
Musaraigne musette



[Cd]_{sol} (µg/g dw)



[Pb]_{sol} (µg/g ms)



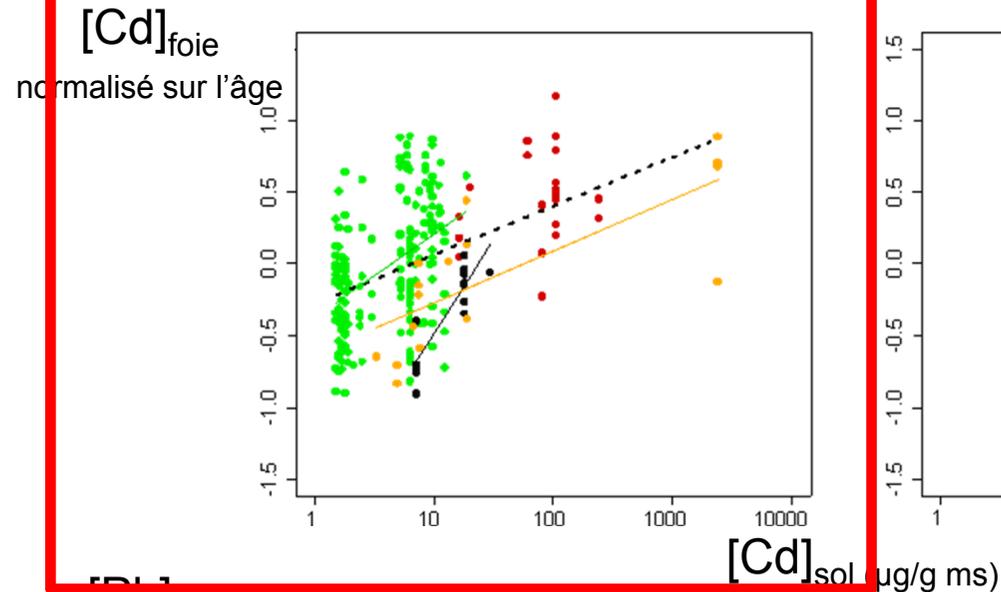


Transfert des métaux dans les réseaux trophiques

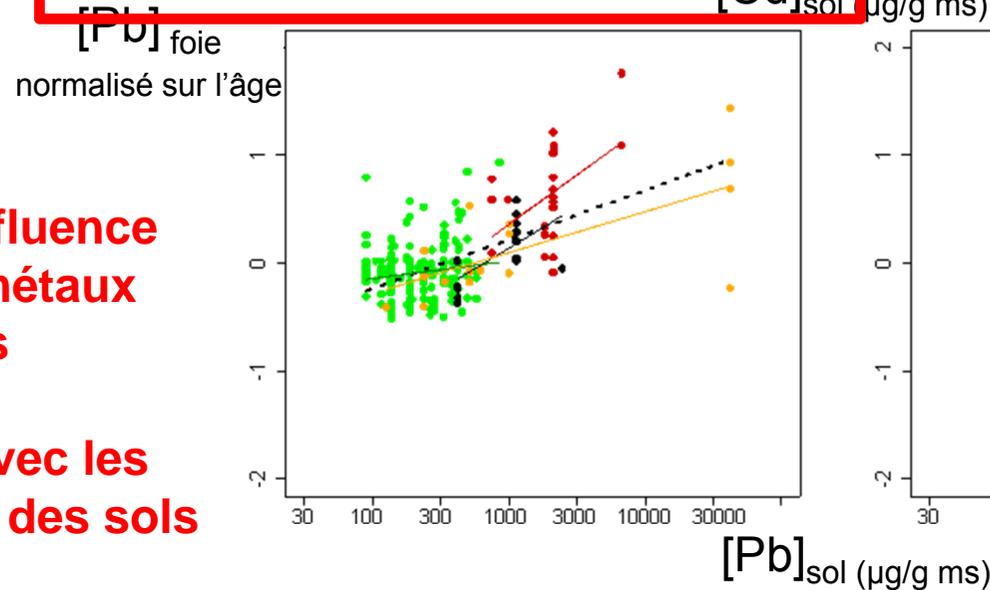
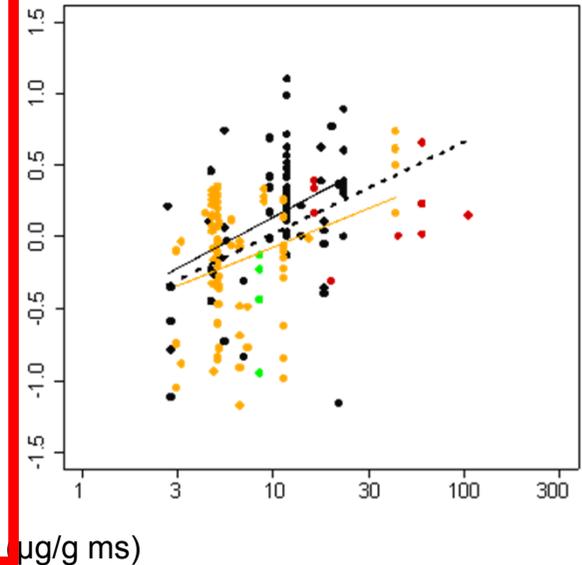
Paysage

- Tous
- Agricole
- Urbain
- Enfriché
- Forestier

Campagnol roussâtre



Musaraigne musette



→ Le paysage influence
les teneurs en métaux
accumulés
&
leurs relations avec les
teneurs en métaux des sols



Transfert des métaux dans les réseaux trophiques

Le paysage influence le transfert des métaux

Paysage

- Tous
- Agricole
- Urbain
- Enfriché
- Forestier

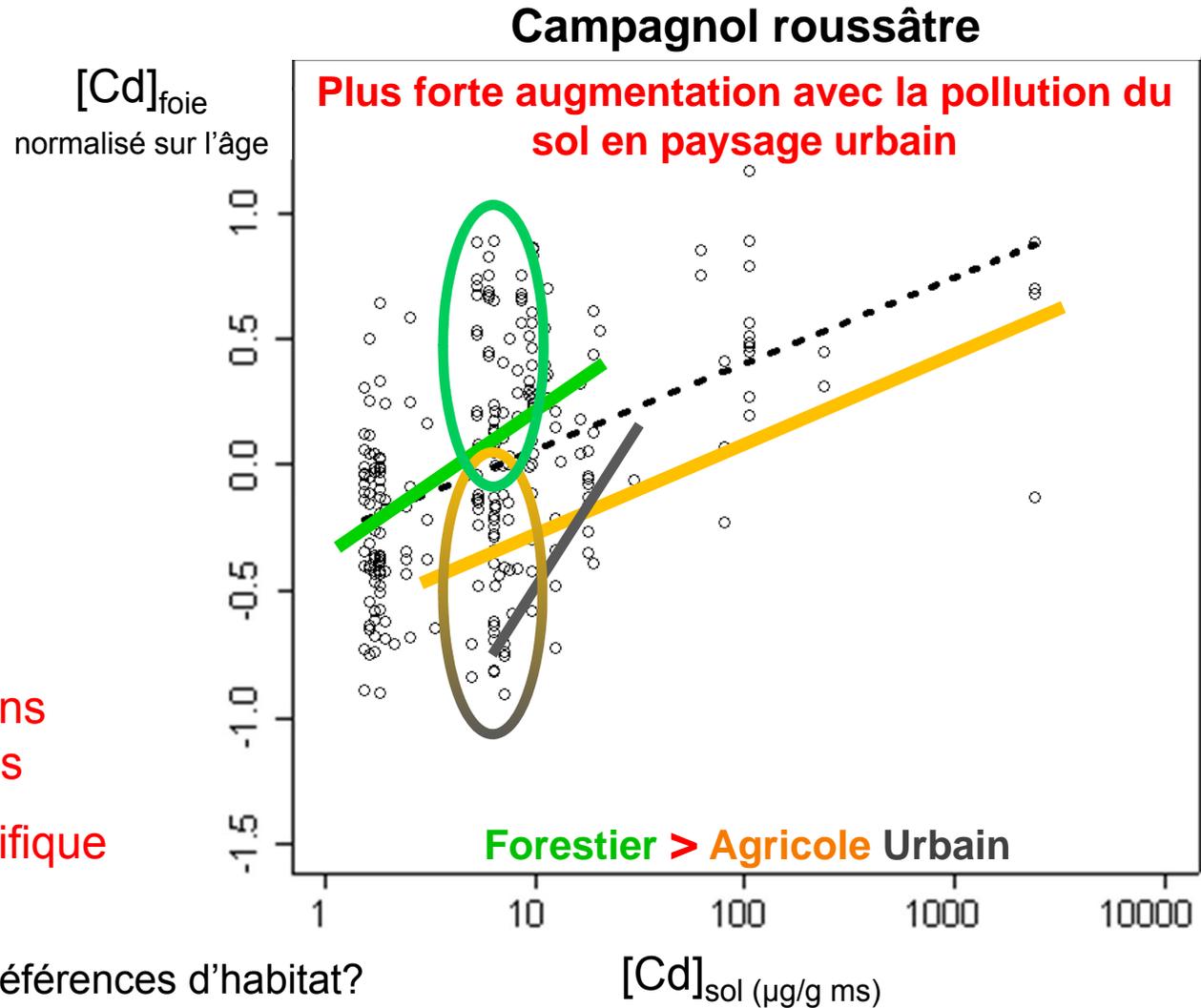
→ Influence sur les teneurs en métaux accumulés & leurs relations avec les teneurs des sols

→ Influence espèce-spécifique

- Comportement spatial et préférences d'habitat?
- Comportement de nourrissage et régime alimentaire?

(Burel & Baudry 2003; Burel et al 2004; Wijnhoven et al, 2006 ; Barnthouse et al 2008; Schipper et al 2008; Loos et al 2010, van denBrink et al *In press*)

Fritsch et al (2011)





Effets des métaux sur les communautés

	<i>n</i>	Succès de capture (%)
	859	9,94
<i>Apodemus sylvaticus</i> Mulot sylvestre		
	5	0,06
<i>Micromys minutus</i> Rat des moissons		
	5	0,06
<i>Mus musculus</i> Souris grise		
	254	2,94
<i>Myodes glareolus</i> Campagnol roussâtre		
	9	0,10
<i>Microtus agrestis</i> Campagnol agreste		
	9	0,10
<i>Microtus arvalis</i> Campagnol des champs		
	2	0,02
<i>Microtus subterraneus</i> Campagnol souterrain		
	12	0,14
<i>Crocidura leucodon</i> Musaraigne leucode		
	164	1,90
<i>Crocidura russula</i> Musaraigne musette		
	11	0,13
<i>Sorex araneus</i> Musaraigne carrelet		
	8	0,09
<i>Sorex minutus</i> Musaraigne pygmée		

11 espèces

1338 individus

Dominance du mulot sylvestre
Apodemus sylvaticus

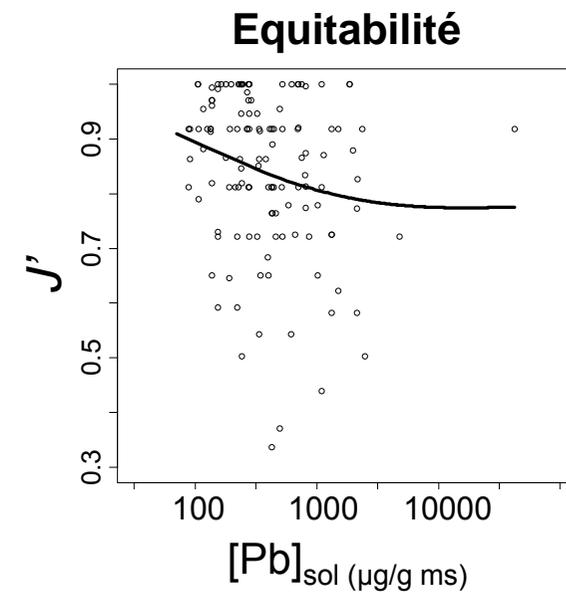
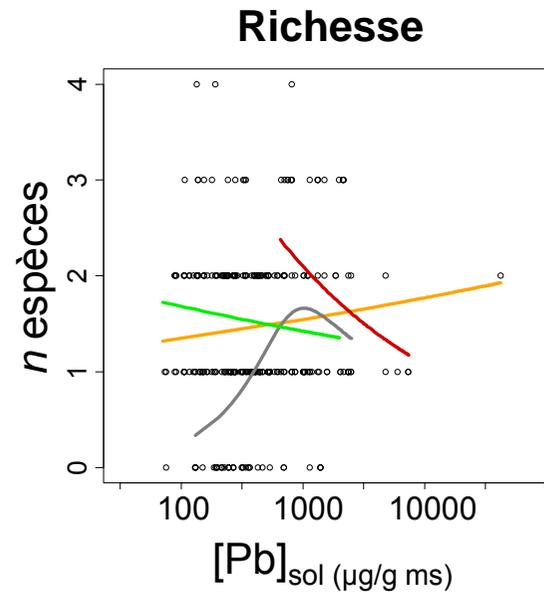
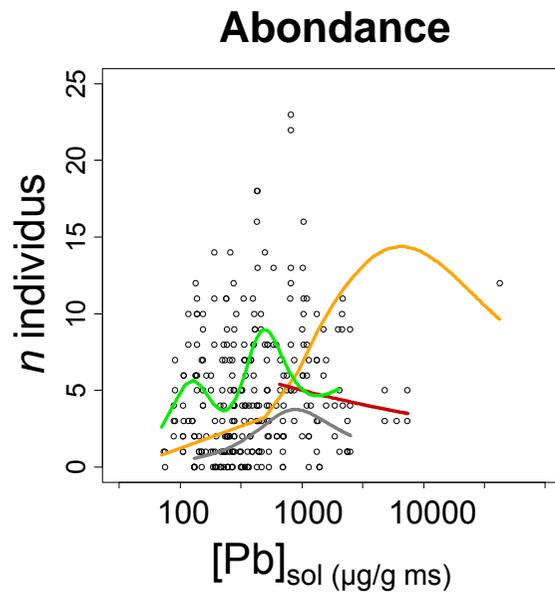


Effets des métaux sur les communautés

Structure Des communautés

Paysage

- Agricole
- Urbain
- Enfriché
- Forestier



→ Variations paysage-spécifiques de l'abondance et de la richesse

→ Globalement, augmentation ~1000 ppm [Pb] puis diminution

→ Varie avec la pollution seulement

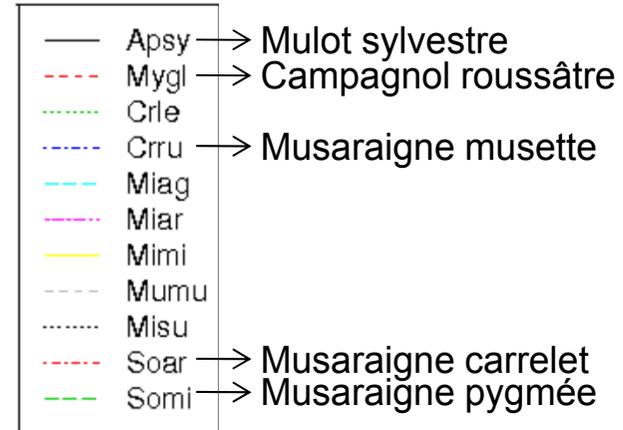
→ Diminution



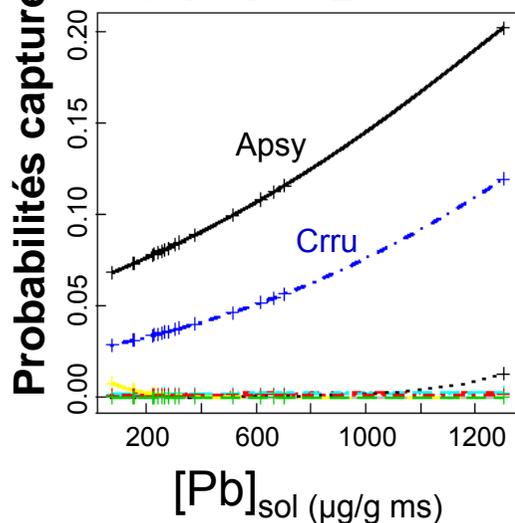


Effets des métaux sur les communautés

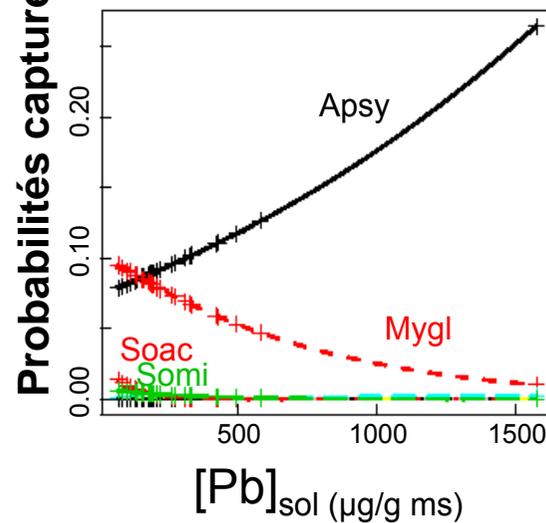
Composition des communautés



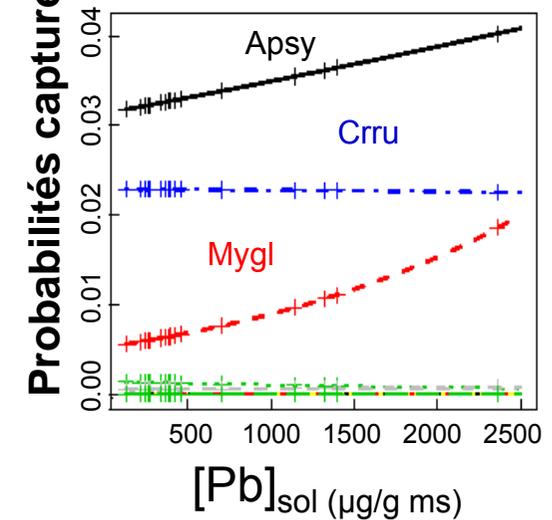
Communauté la plus représentée
en paysage **Agricole**



Communauté la plus représentée
en paysage **Forestier**



Communauté la plus représentée
en paysage **Urbain**



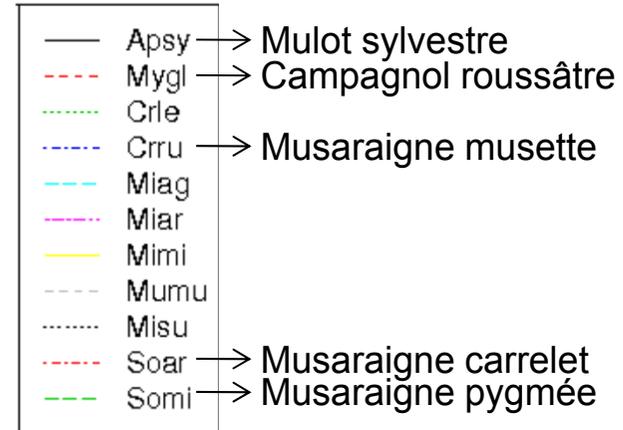
→ Les densités relatives des espèces diffèrent entre paysages

→ $[Pb]$ affecte la probabilité d'occurrence des communautés (excepté pour "Enfriché")

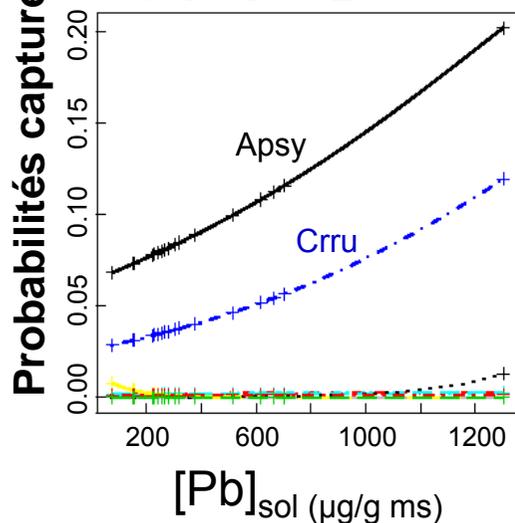


Effets des métaux sur les communautés

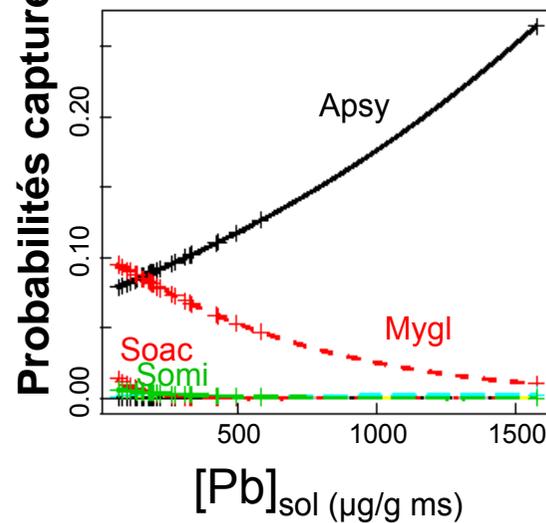
Composition des communautés



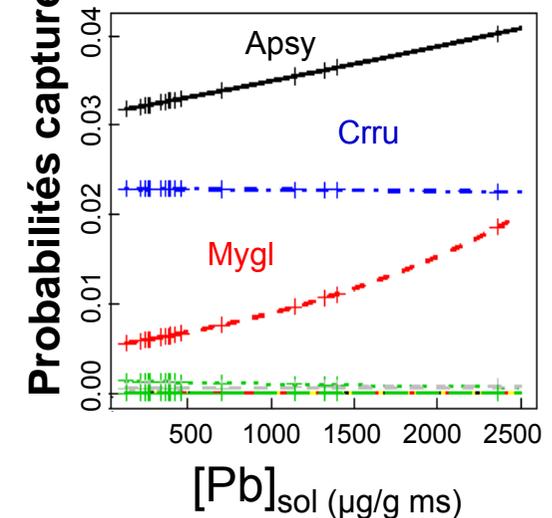
Communauté la plus représentée
en paysage **Agricole**



Communauté la plus représentée
en paysage **Forestier**



Communauté la plus représentée
en paysage **Urbain**



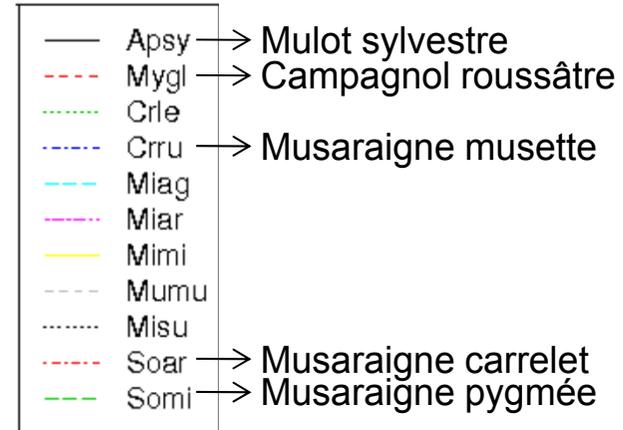
→ Les densités relatives des opportunistes généralistes augmentent avec la pollution

→ En paysage forestier, les densités relatives des espèces spécialistes diminuent

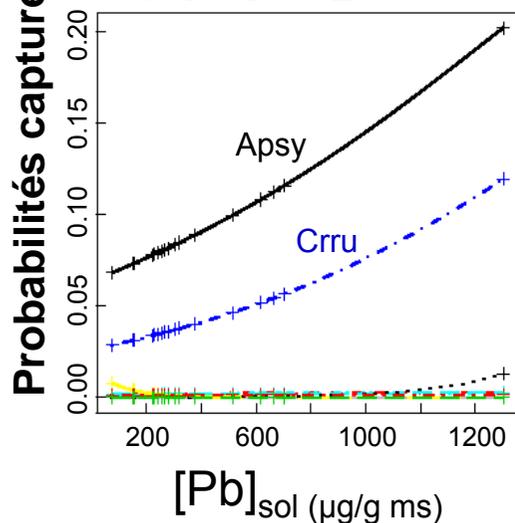


Effets des métaux sur les communautés

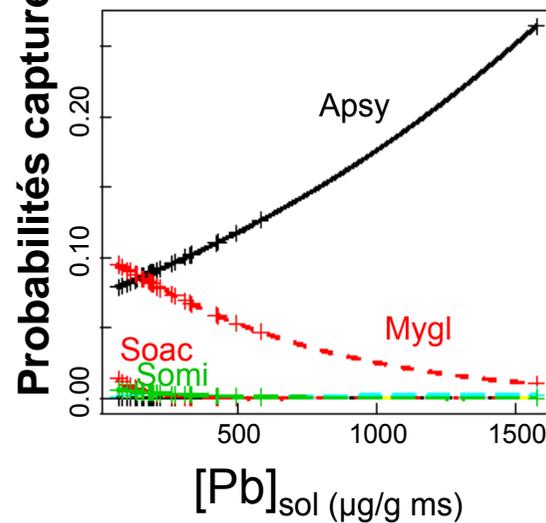
Composition des communautés



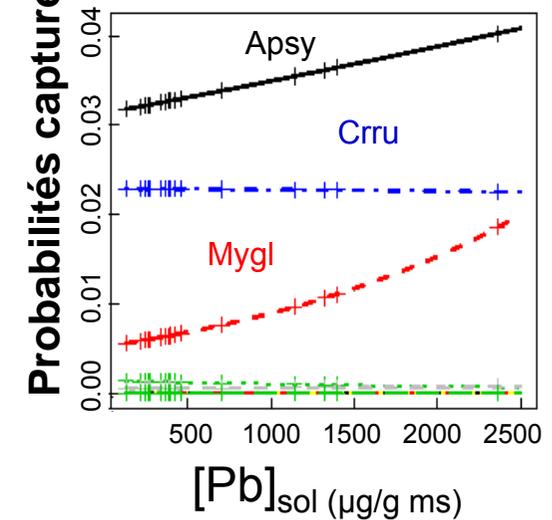
Communauté la plus représentée
en paysage **Agricole**



Communauté la plus représentée
en paysage **Forestier**



Communauté la plus représentée
en paysage **Urbain**



→ Modifications plus marquées dans certains paysages

→ Homogénéisation générale des communautés: perte de biodiversité



Vers une écotoxicologie du paysage

Etude de terrain montrant une influence du paysage à la fois sur le transfert et les effets des polluants dans les écosystèmes :

La composition du paysage influence



Le **transfert** des métaux pour plusieurs espèces de micromammifères



Les **réponses** des micromammifères à la pollution au niveau des communautés

Ecotoxicologie du paysage
Paysages "à risque" → gestion

Perspectives...



Influence d'autres caractéristiques du paysage (structure, diversité)



Mécanismes à l'origine de l'influence du paysage ?

Merci pour votre attention

Nous remercions sincèrement l'ADEME, l'ANR, le Conseil Régional de Franche-Comté et SNOWMAN 2 pour leur support financier. (programmes de recherches "STARTT" et "INSPECT").



Nous remercions chaleureusement, Annette de Vaufleury, Cécile Grand, Christelle Pruvot, Francis Douay, Nadia Crini, Elie Dhivert, Alice Labourier, Jean-Claude Lambert, Christiane Lovy, Jonathan Paris, Pierre-Yves Peseux, Dominique Rieffel et les habitants du Nord - Pas-de-Calais qui ont participé à cette étude.



Données toxicologiques

% individus capturés dont les concentrations internes dépassent des seuils toxiques

Espèce		Cd (105 ppm reins)	Pb (25 ppm reins)
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Mulot sylvestre	2 %	34 %
<i>Myodes glareolus</i>	Campagnol roussâtre	7 %	14 %
<i>Crocidura russula</i>	Musaraigne musette	53 %	50 %

(TRVs d'après Shore & Douben, 1994a,b)

Sensibilité stress toxique induit par les métaux

Mulot ≥ Campagnol > Musaraignes

Environs de l'ancienne fonderie « Metaleurop Nord SA »

Fonderie de Pb et Zn en activité de 1894 à 2003

Emission de poussières contaminées

→ fortes concentrations en Cd, Pb et Zn dans les sols

→ vastes surfaces polluées

(Sterckeman et al 2000, 2002; Denaix et al 2001, BASOL 2009, Douay et al 2008, Douay et al 2009, Fritsch et al 2010)





Eléments traces métalliques (ETMs) dans les sols

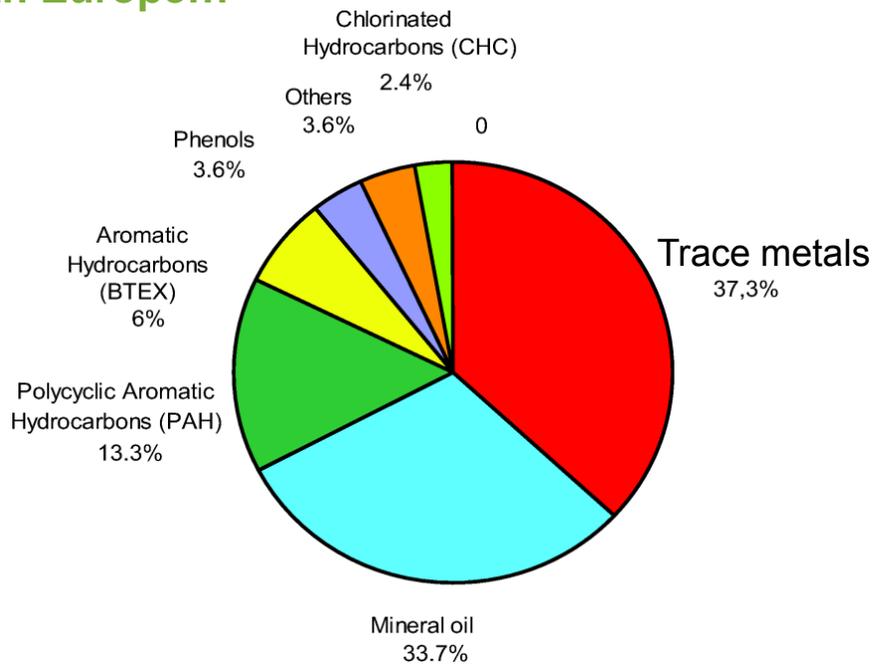
Présents naturellement dans l'environnement à des niveaux traces

Contaminations d'origine anthropique

Pollution par les éléments traces métalliques : une menace majeure pour la santé des sols

(Adriano 2001; Commission of the European Community 2006)

En Europe...



(European Environment Agency 2006)

En France...

Polluant	% des sites
Hydrocarbons	41 %
P.A.H.	18 %
Pb	18 %
Zn	10 %
C.H.C.	15 %
Cr	16 %
Cu	15 %
As	12 %
Ni	10 %
Cd	6 %

(BASOL 2009)

ETMs reconnus comme dangereux pour les organismes et écosystèmes

(Adriano 2001; Fairbrother et al 2006)

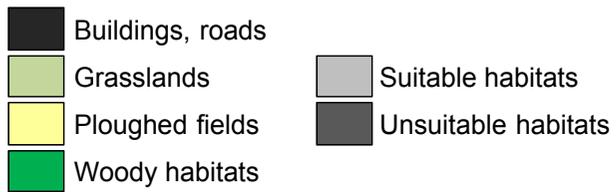
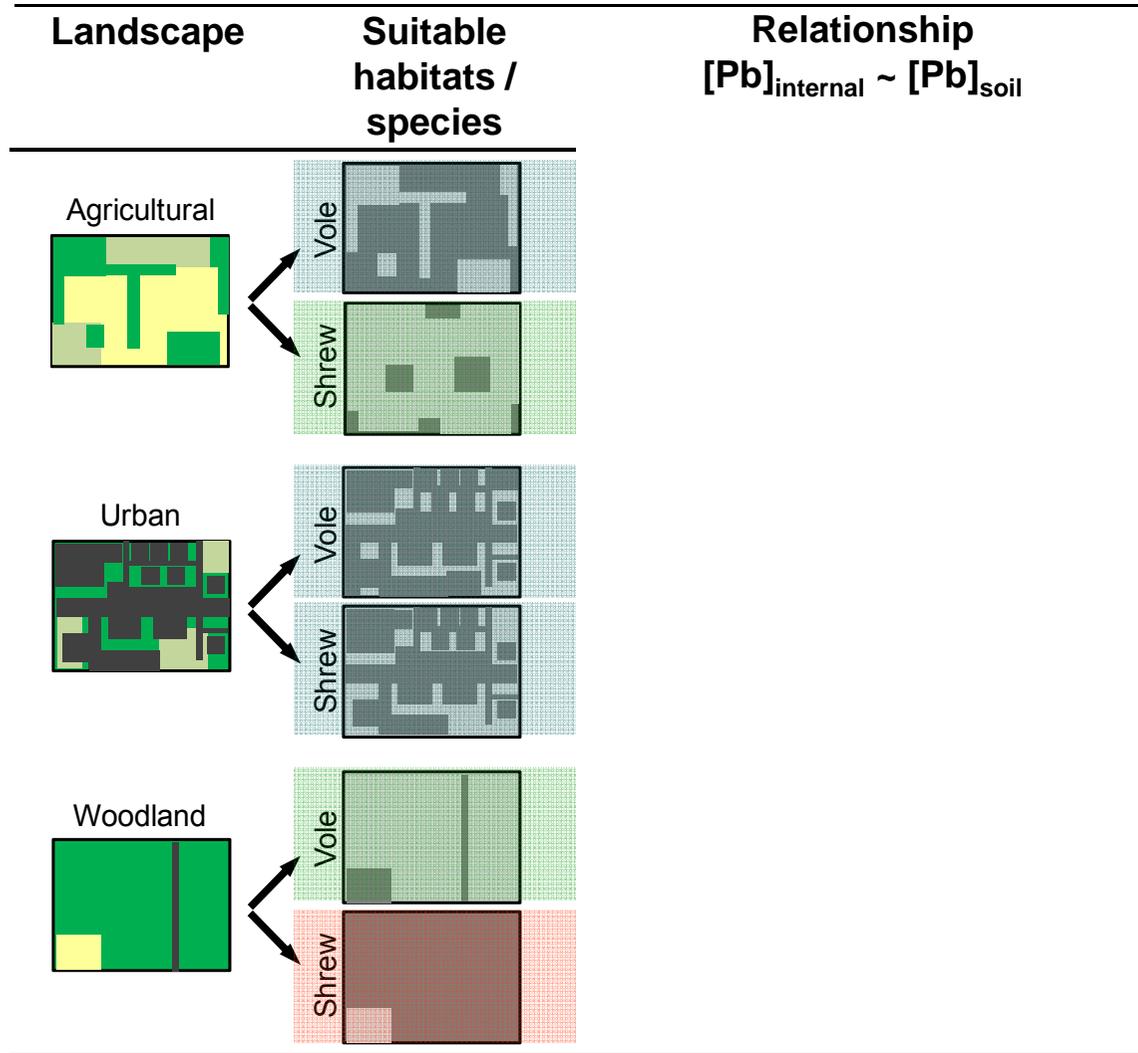
→ Problématiques écologiques, sanitaires et économiques

→ Besoin d'Evaluer le Risque Environnemental lié aux pollutions par les ETMs





Transfer of TMs



Transfer depends on landscape & ecology

Case 1

- Almost all area suitable
- High inter-individual variability
- Poor relationship with soil TMs

Case 2

- Animals confined in suitable patches isolated in a hostile matrix
- Strong relationship with soil TMs

Case 3

- Almost all area unsuitable
- Few individuals
- No relationship with soil TMs
- Dispersal, in margins, statistics ?

→ Ecological traits modulate landscape influence on TM transfer