

**GIS-3SP**

**GeDSeT**  
Gestion Durable des Sédiments Transfrontaliers

Mines de Douai  
ISSEP  
BRGM  
INERIS

## Transfert de métaux au cours du vieillissement de dépôts de sédiments de curage

Caroline Vansimaey<sup>1,2</sup> et Philippe Bataillard<sup>3</sup>

Sous action 2.3.  
Comportements des éléments traces dans les sols et les sédiments mis en dépôt.

<sup>1</sup> Univ Lille Nord de France, F-59000 Lille, France  
<sup>2</sup> EMDouai, MPE-GCE, F-59508 Douai, France  
<sup>3</sup> BRGM, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Service Environnement et procédés, 3, Avenue Claude Guillemin, BP 6009, 45060 Orléans Cedex 2, France

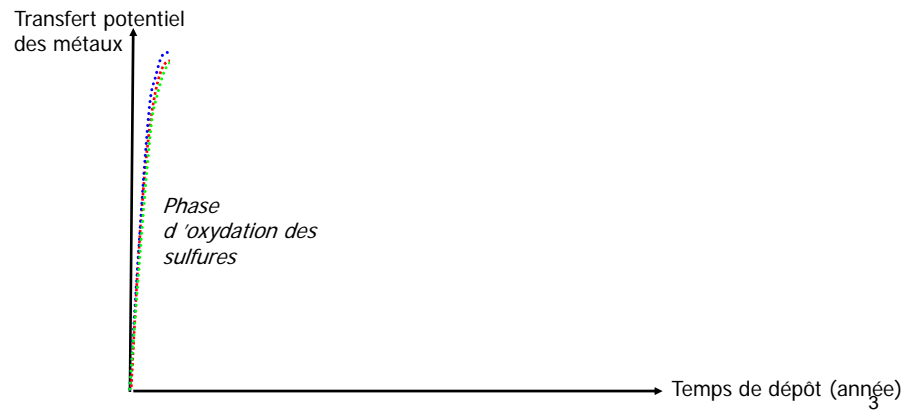
ADRE  
SPW  
INTERREG IV  
France-Vallée-Vlaanderen  
Interreg efface les frontières  
Union européenne :  
Fonds Européen de  
Développement Régional

### Introduction

Mise à terre de sédiments de curage :

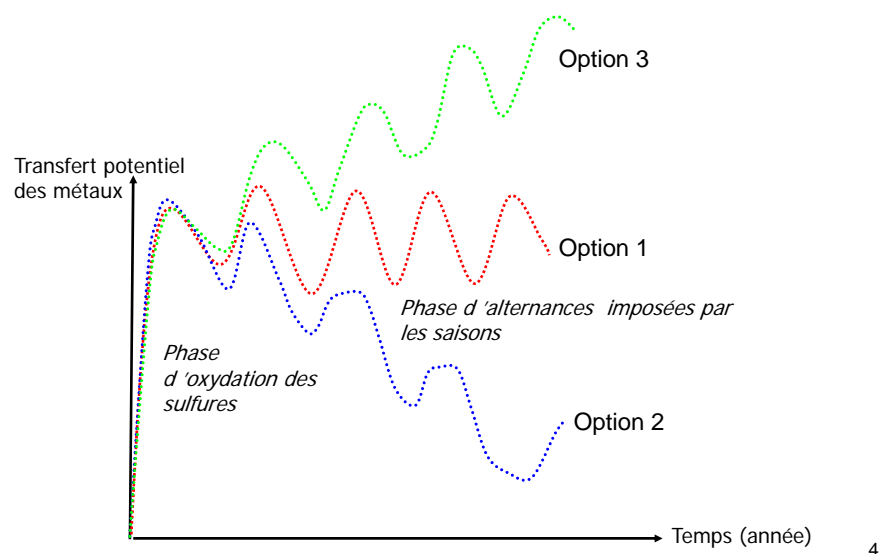
Quelle quantité de métaux est susceptible  
d'être transférée vers le compartiment  
« eau » ?

## Introduction



## Introduction

Scénario d'évolution du transfert potentiel des métaux en fonction du temps



## Introduction

### Vieillessement du dépôt

Hypothèse « terrain » : variations saisonnières distribution métaux



Laboratoire : simulation vieillissement sédiment

Cycles humidification – séchage

Capacité de rétention du sédiment

Terrain : En parallèle suivi sur site de la distribution des ETM en fonction des saisons

5

## Simulation du vieillissement : Les sédiments

	Dépôt 10 ans Courrières-les-Lens	Frais Canal de la Scarpe
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> MS)	100 ± 1	57 ± 1
Fe (mg.kg <sup>-1</sup> MS)	20 512 ± 330	22 029 ± 287
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> MS)	1 059 ± 11	2 077 ± 12
<b>Granulométrie</b>		
Argiles (< 2 µm)	27.6	24.9
Limons fins (2/20 µm)	30.6	33
Limons grossiers (20/50 µm)	26.1	15
Sables fins (50/200 µm)	11.4	8.3
Sables grossiers (200/2000µm)	4.3	18.8
COT (%)	11.5 ± 0.2	8.3 ± 0.1
CaCO <sub>3</sub> (%)	16.6 ± 0.3	16.5 ± 0.3
CEC (cmol.kg <sup>-1</sup> )	15.3 ± 0.2	18.5 ± 0.3

6

## Simulation du vieillissement : Détermination de la spéciation

### Extractions chimiques sélectives

#### Effets

##### Fraction échangeable

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  0.01 M

##### Fraction acido-soluble

Acétate ammonium 1M  
pH 5

#### Mécanismes

##### Fraction « oxydes de fer »

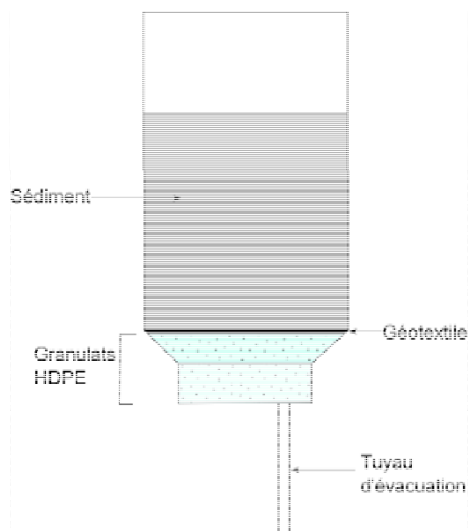
Citrate-Bicarbonate-Dithionite  
(CBD) procedure  
(Mehra & Jackson, 1960; CCM)

##### Fraction « matière organique »

Na-pyrophosphate 0,1M

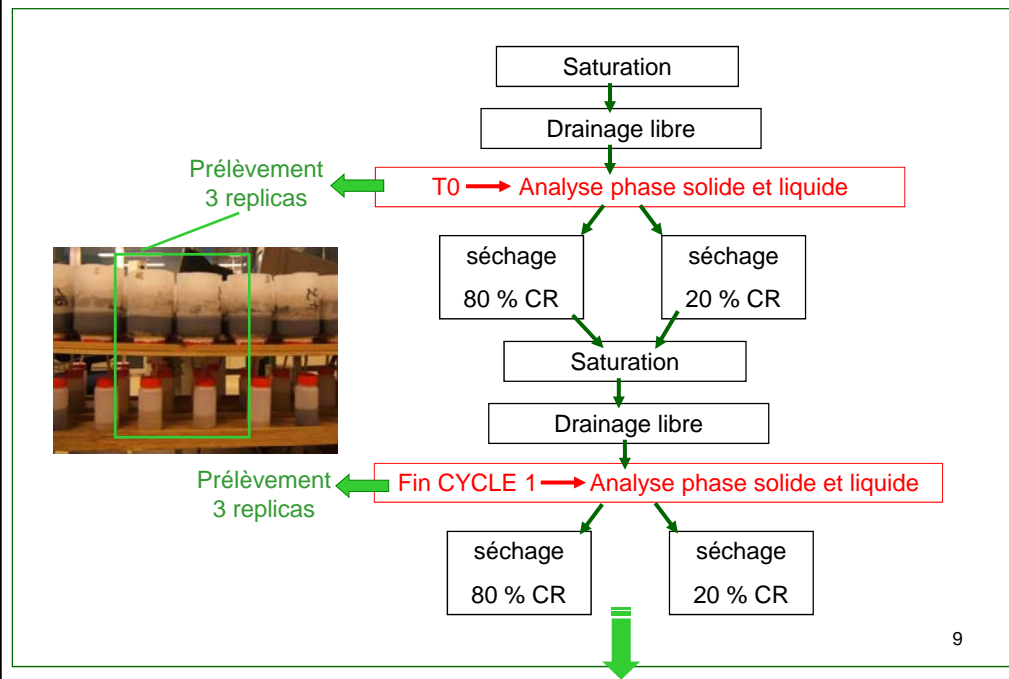
7

## Simulation du vieillissement : Dispositif expérimental



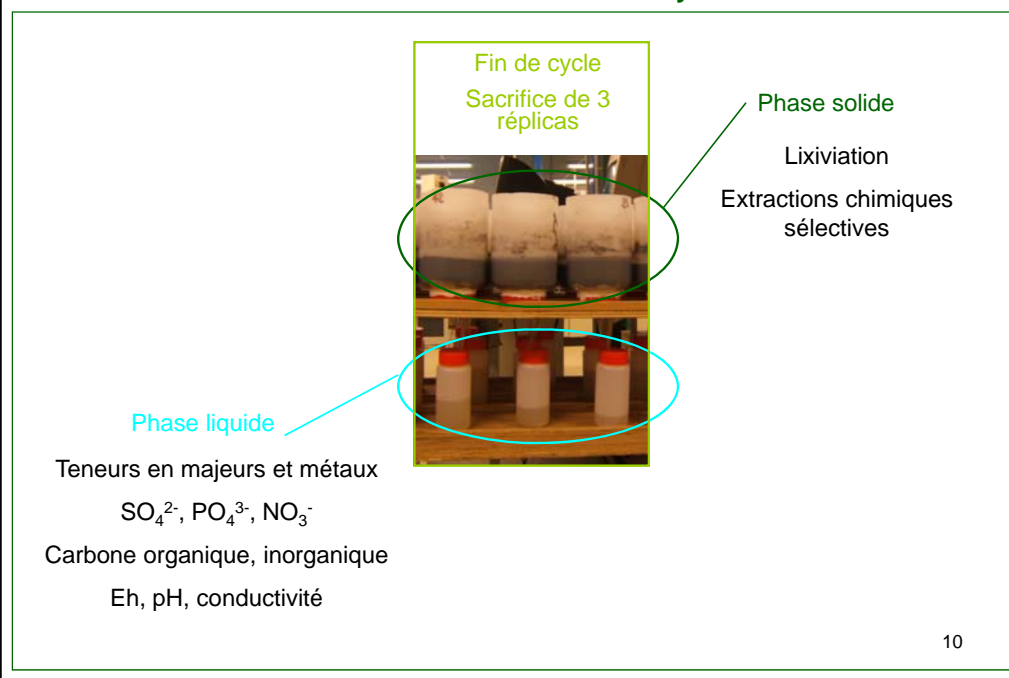
8

## Simulation du vieillissement : Paramétrage des cycles



9

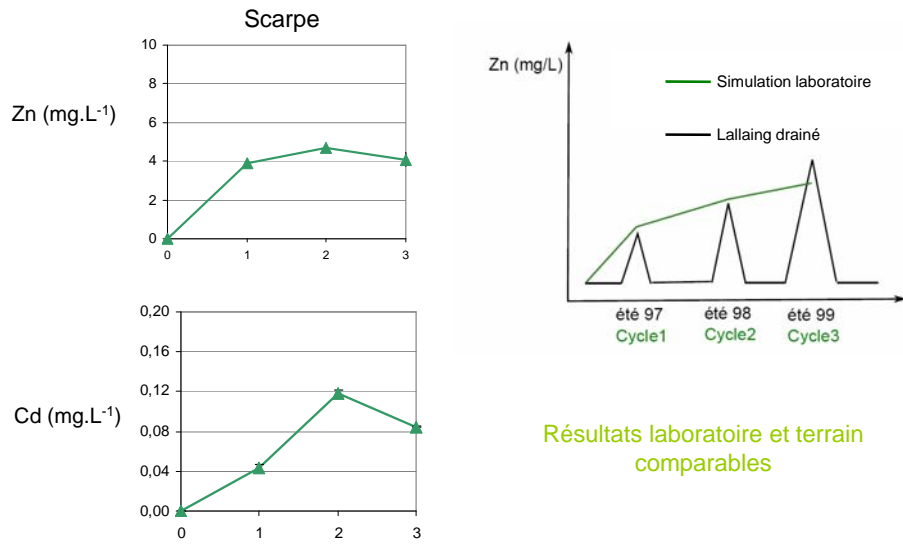
## Simulation du vieillissement : Caractérisation et analyses



10

**Simulation du vieillissement : Résultats phase liquide**

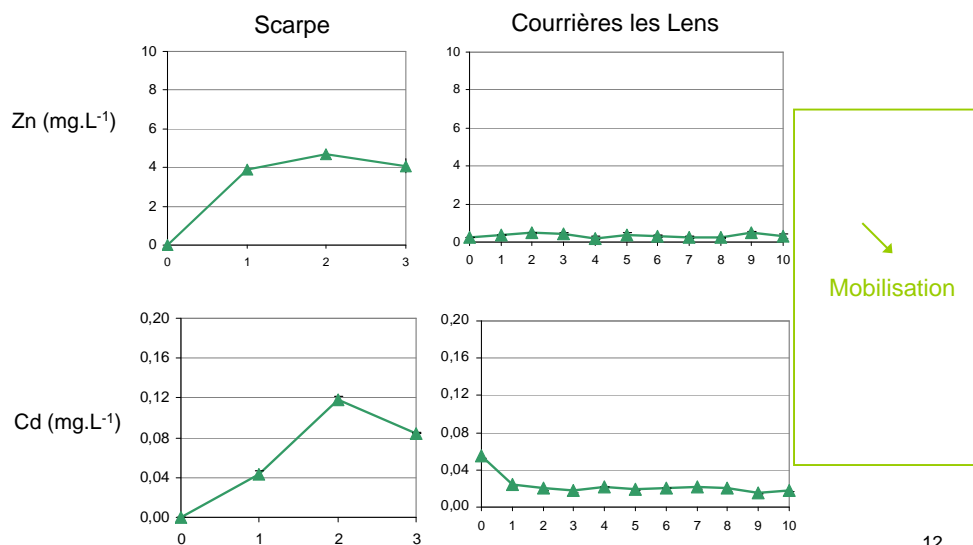
Eaux de saturation



11

**Simulation du vieillissement : Résultats phase liquide**

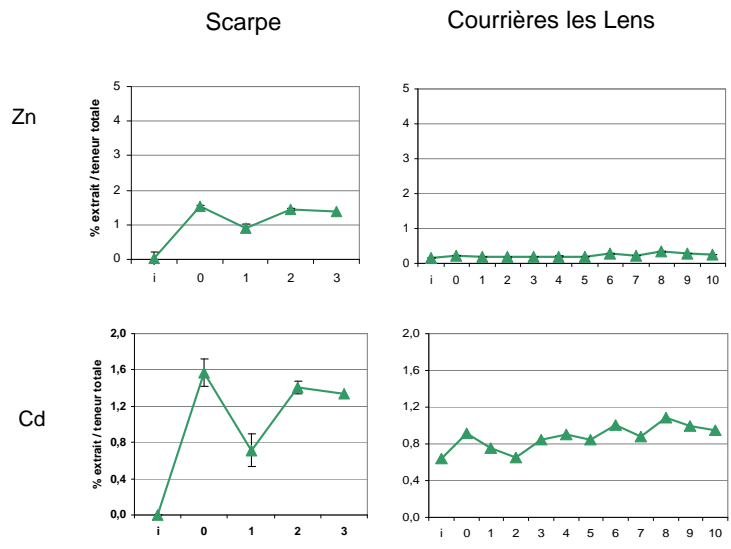
Eaux de saturation



12

Simulation du vieillissement : Résultats phase solide

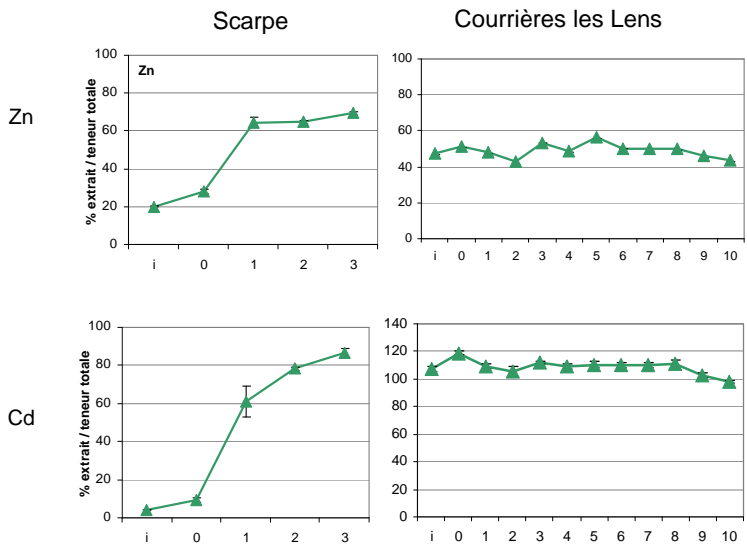
Fraction échangeable



↓  
Mobilité

Simulation du vieillissement : Résultats phase solide

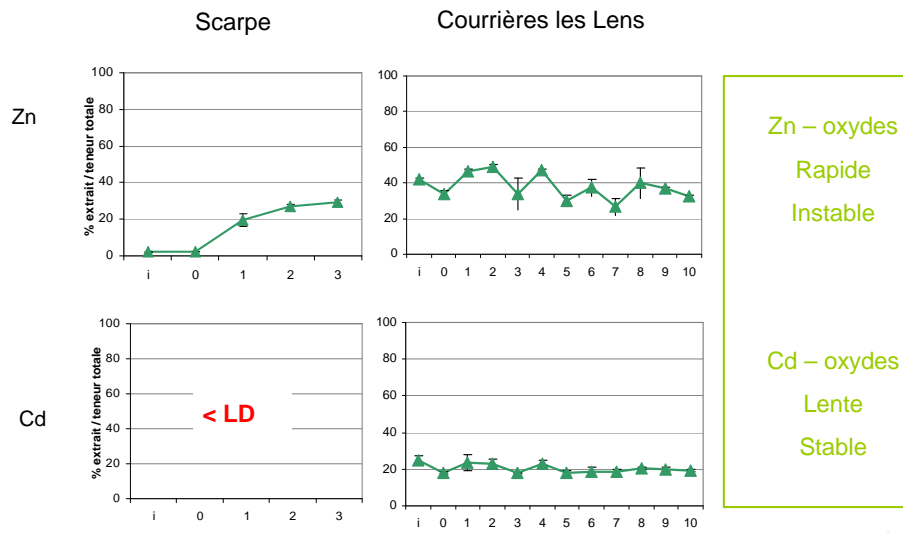
Fraction acido-soluble



Risque acidification

Simulation du vieillissement : Résultats phase solide

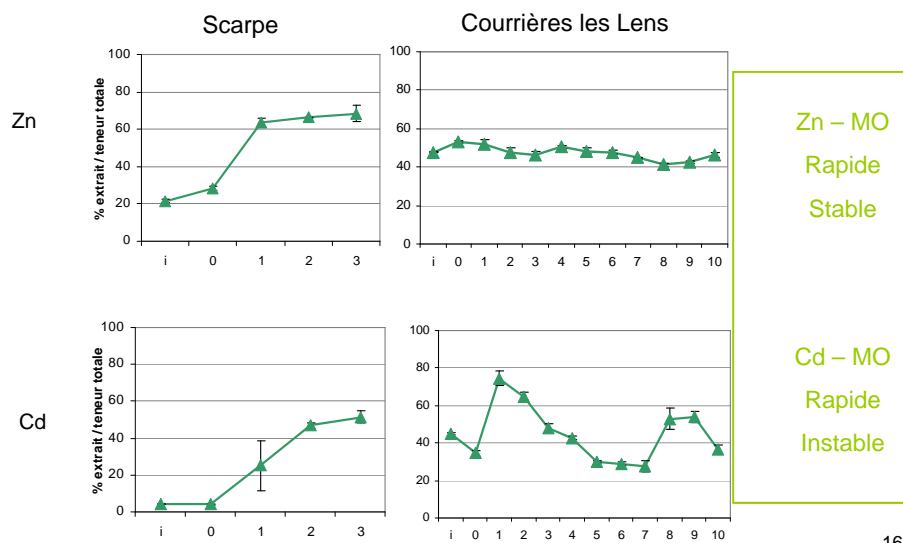
Fraction oxydes de fer



15

Simulation du vieillissement : Résultats phase solide

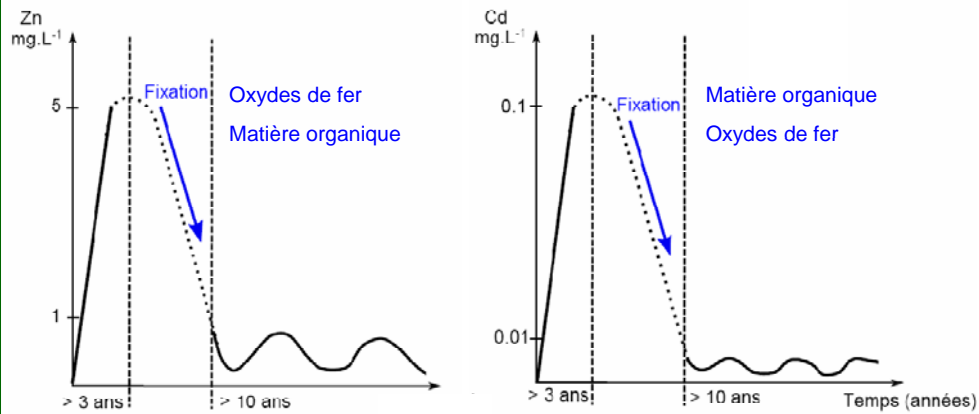
Fraction matière organique



16



### Simulation du vieillissement : Conclusion



17

### Simulation du vieillissement : Conclusion

Essai de vieillissement au laboratoire avec suivi phases solide et liquides

- Quand interviennent certains mécanismes au cours du temps de dépôt
- Quantité de métaux concernés

Outil pour la mise en place des dépôts

18

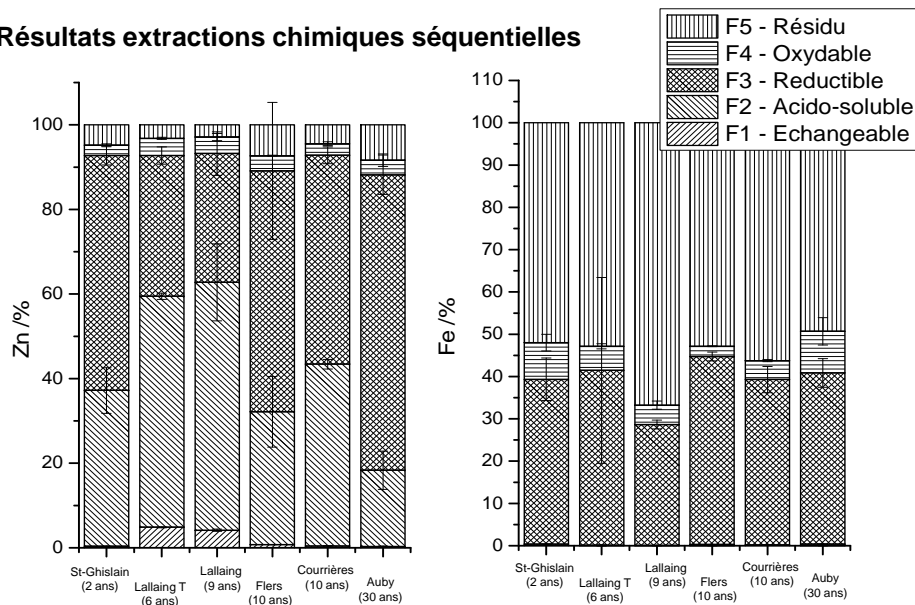
## Principales caractéristiques des sites d'étude



	Age approx du dépôt année	pH	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe %	Mn mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg
Lallaing	9	7,31	199	61	159	1,83	191	23	723	4385
Flers	10	7,93	3	71	193	2,95	396	40	334	1156
Auby	30	8,24	6	75	41	3,34	205	40	444	919
St Ghislain	2	7,06	0	79	65	3,58	385	31	223	626
Courrières	10	7,62	15	137	367	2,99	372	62	744	1481
Lallaing témoin	6		315	77	177	2,07	223	25	1029	5965



## Résultats extractions chimiques séquentielles



Pas de tendance en fonction de l'âge du dépôt

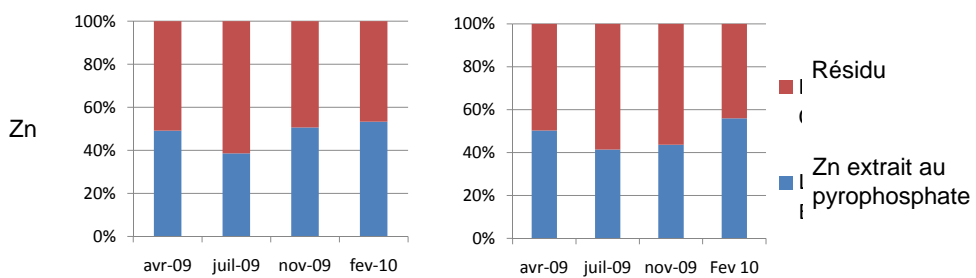
### Recherche d'une tendance en fonction de la saison de prélèvement



Aperçu du site de Flers en été et en hiver



### Recherche d'une tendance en fonction de la saison de prélèvement

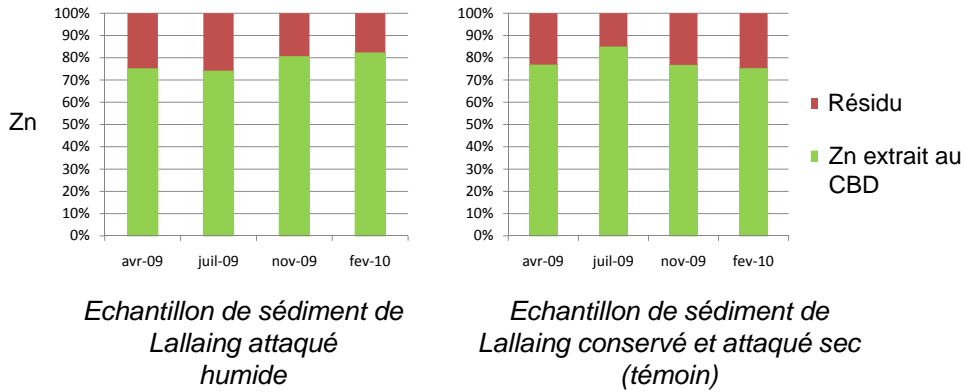


Echantillon de sédiment de *Lallaing* attaqué humide

Echantillon de sédiment de *Lallaing* conservé et attaqué sec (témoin)

➡ Pas de tendance saisonnière mise en évidence par ce réactif (à confirmer)

### Recherche d'une tendance en fonction de la saison de prélèvement

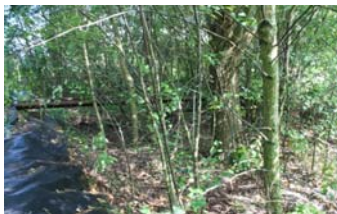


➔ Pas de tendance saisonnière mise en évidence par ce réactif (*à confirmer*)

### Recherche d'une tendance en fonction de la saison de prélèvement



Congélation des échantillons sur site pour préserver le redox



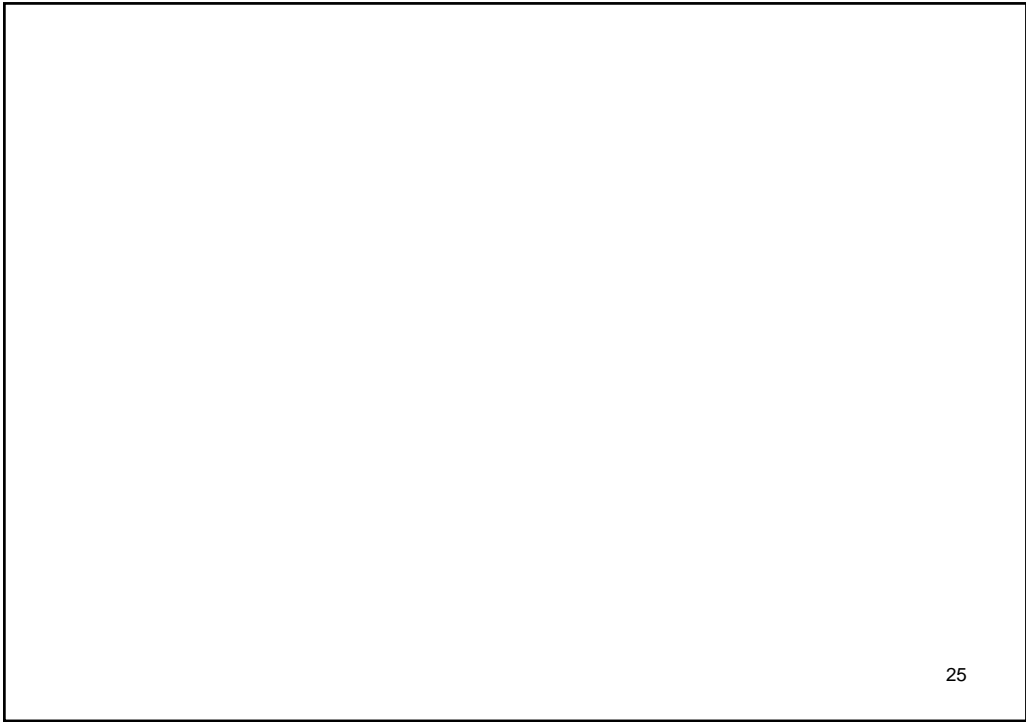
Lallaing



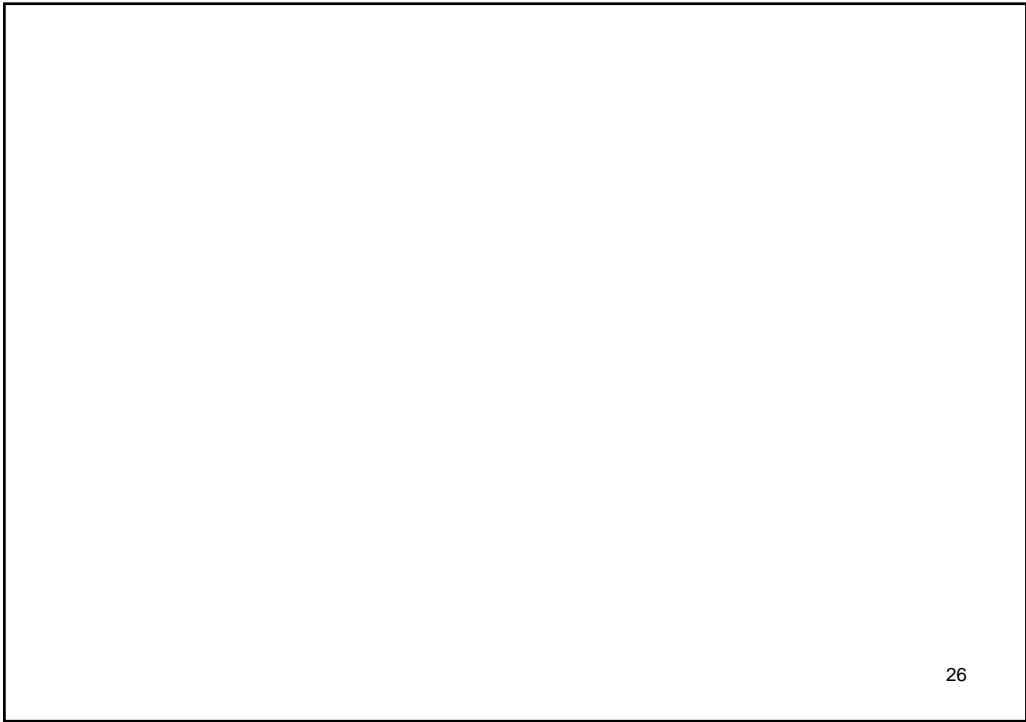
Lallaing « sous eau »

Echantillons	Sulfure/ g d'échantillon sec
	µg/g
Lallaing (été)	7,6
Lallaing sous eau (été)	98,5
Lallaing (hiver)	121
Lallaing sous eau (hiver)	452
Courrières 1	18,1
Courrières 2	20,0

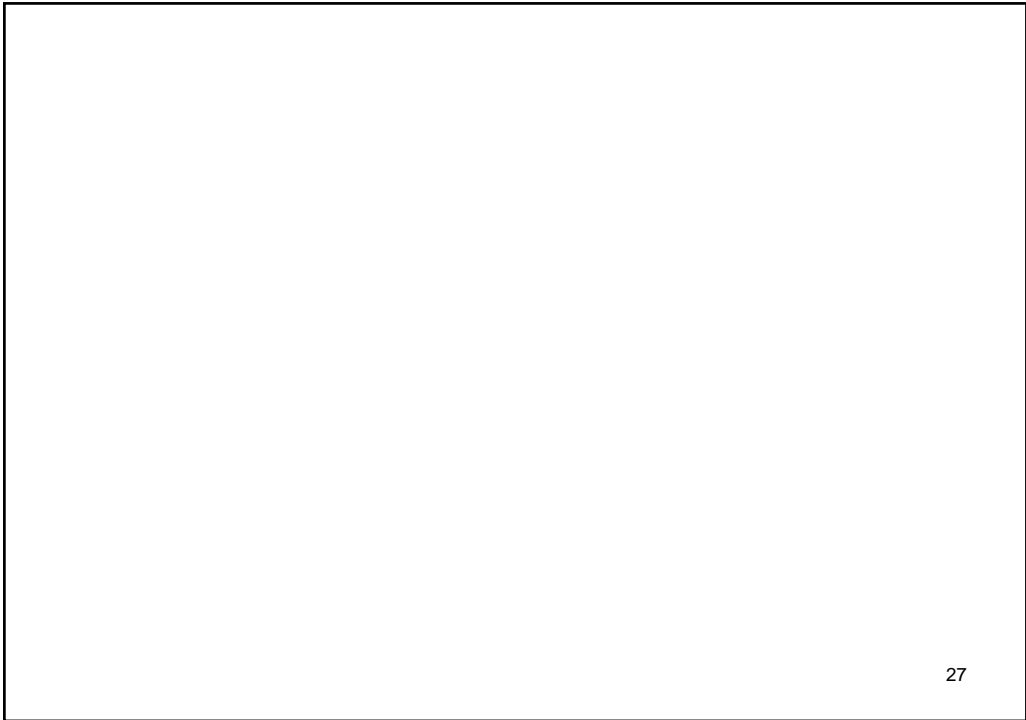
➔ Variation saisonnière *a priori* concernant la teneur en AVS (*à confirmer*)



25



26



**Simulation du vieillissement: Les sédiments**

**Sédiment frais**  
**Canal de la Scarpe**



28

## Simulation du vieillissement : Les sédiments

### Dépôt 10 ans Courrière-les-Lens



29

## Simulation du vieillissement : Les sédiments

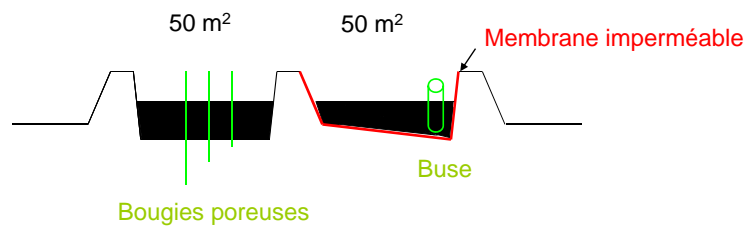
### Site de dépôt expérimental Lallaing



Drainé



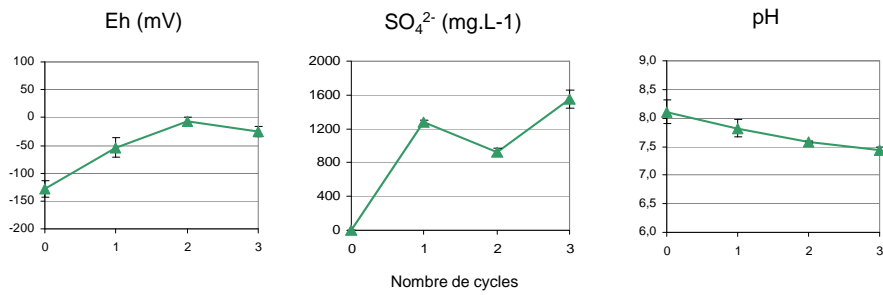
Hydromorphe



30



### Simulation du vieillissement : Résultats eaux de saturation sédiment frais



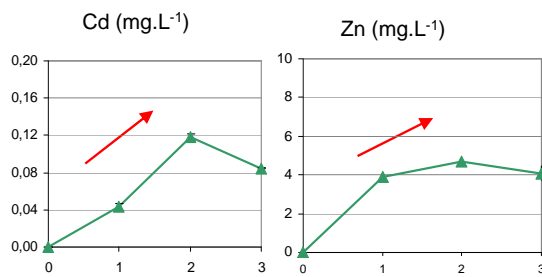
Oxydation  
des sulfures



- Mise en solution sulfates
- Augmentation conductivité
- Acidification

31

### Simulation du vieillissement : Résultats eaux de saturation sédiment frais

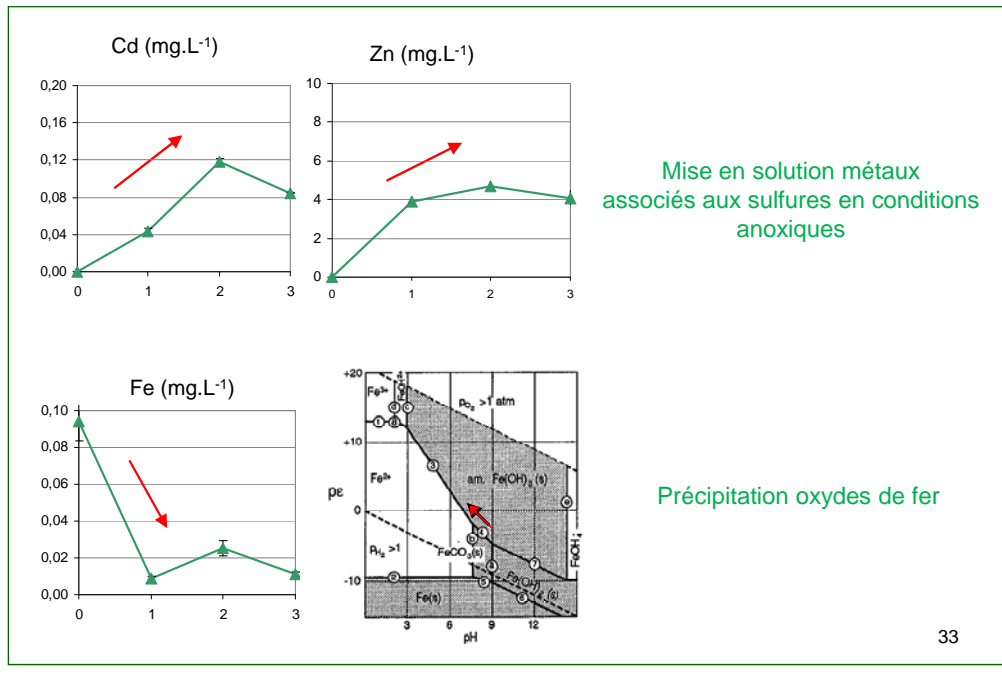


Mise en solution métaux  
associés aux sulfures en conditions  
anoxiques

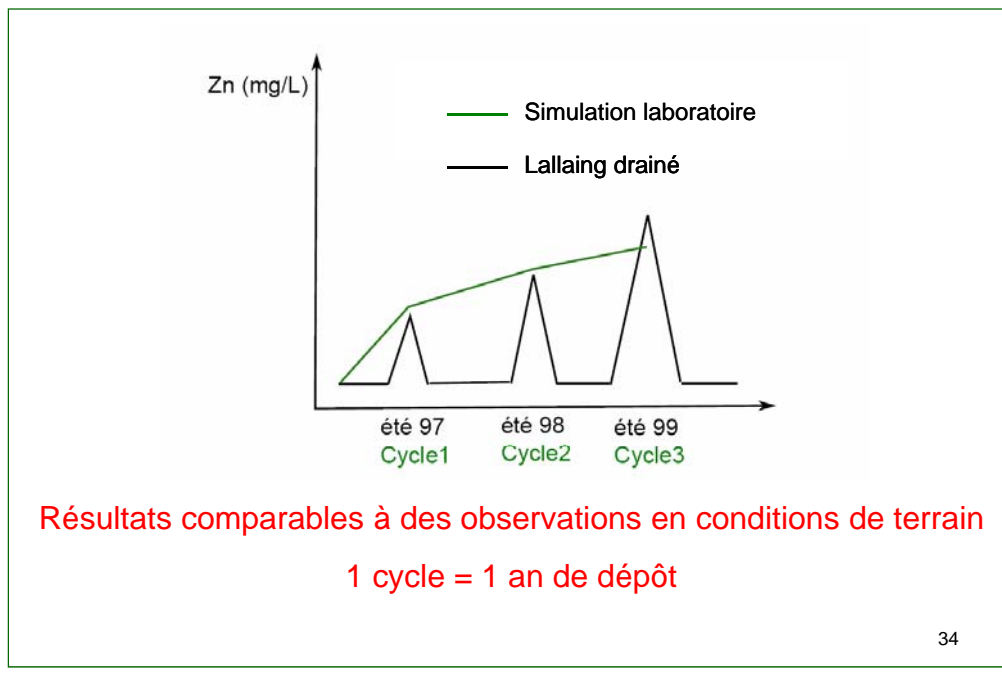
32



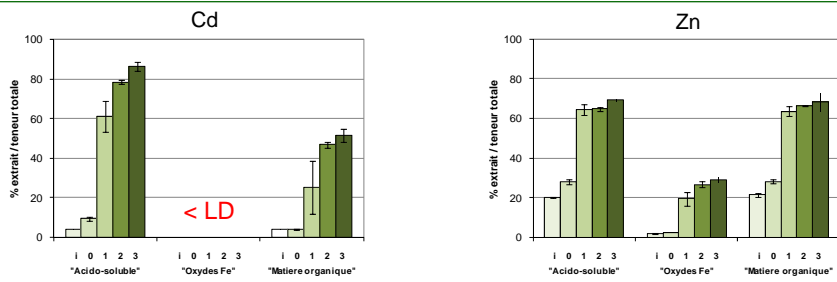
**Simulation du vieillissement : Résultats eaux de saturation sédiment frais**



**Simulation du vieillissement : Résultats eaux de saturation sédiment frais**



### Simulation du vieillissement : Résultats phase solide sédiment frais



↗ Cd – acido-soluble

↗ Zn – acido-soluble

Cd – oxydes de fer < LD

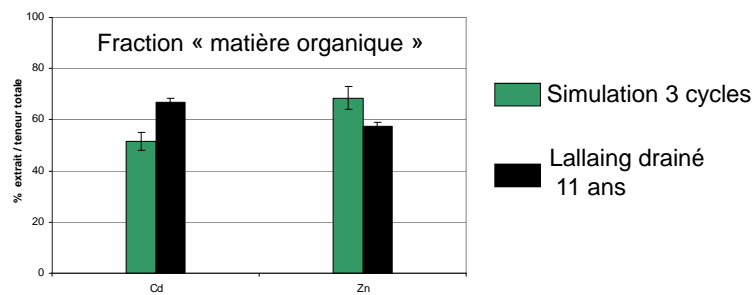
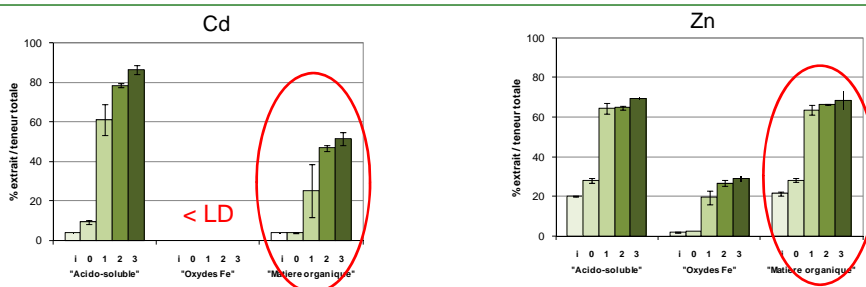
↗ Zn – oxydes de fer

↗ Cd – matière organique

↗ Zn – matière organique

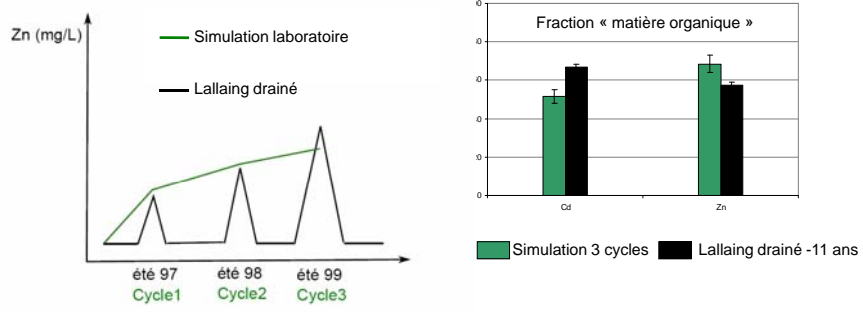
35

### Simulation du vieillissement : Résultats phase solide sédiment frais



36

### Simulation du vieillissement : Résultats sédiment frais



Résultats laboratoire – terrain comparables

Validité du protocole mis en place