

Evolution d'un technosol issu d'un procédé de réhabilitation de friche industrielle

—
Impacts sur la dynamique des
polluants et la qualité des eaux



Geoffroy Séré

Séminaire
de l'Ecole Doctorale
RP2E

13 janvier 2005

Cadre de la thèse

σ Programme de recherche «Reconstitution de sol
sur friche industrielle à l'aide de déchets et produits
dérivés» :

- ⇒ Laboratoire Sols et Environnement (ENSAIA-INPL/INRA)
- ⇒ Société « Traitement Valorisation Décontamination » (TVD)
- ⇒ Convention CIFRE (ANRT)

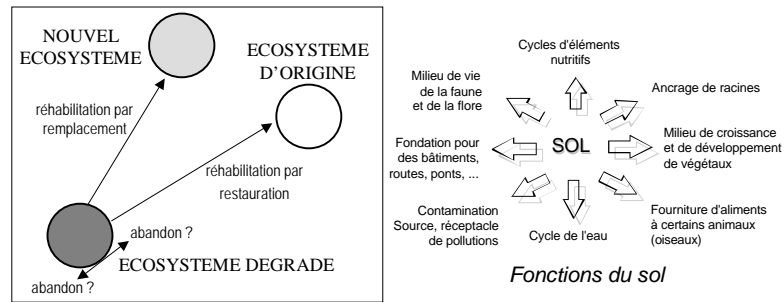
- ⇒ Programme s'inscrivant dans les thématiques de recherche du
Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Friches Industrielles (GISFI)

- ⇒ Soutiens techniques et financiers : ADEME, Bail Industrie, EPFL

Contexte

σ Reconstitution d'écosystèmes sur des milieux fortement anthropisés/dégradés :

⇒ Mise en place d'un **sol fonctionnel**



Contexte

σ Reconstitution d'écosystèmes sur des milieux fortement anthropisés/dégradés :

⇒ Mise en place d'un **sol fonctionnel**

σ Utilisation de déchets et sous-produits :

⇒ voie alternative de **valorisation** et de **retour au sol** de Matières Organiques Exogènes

⇒ intérêt **économique** et **environnemental**

σ Caractéristiques des friches industrielles :

⇒ fortes **hétérogénéités**

⇒ **conditions physico-chimiques extrêmes**
(fertilité basse, activités biologiques faibles, milieux filtrants ou scellés...)

⇒ **pollutions** simples ou complexes, concentrées ou diffuses

Objectifs

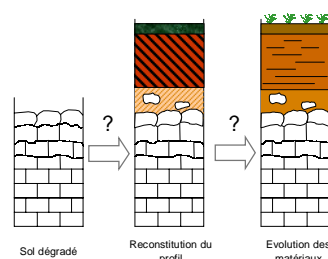
σ Ingénierie :

- ⇒ **validation du procédé** selon plusieurs critères (végétalisation pérenne, cycle de l'eau...);
- ⇒ **innocuité environnementale** (impacts sur les différents compartiments de l'environnement : aquifères, biosphère, substrat en place);

σ Scientifiques :

- ⇒ compréhension et modélisation des mécanismes d'**évolution pédogénétique** des **technosols**;

- ⇒ processus d'**altération** et de **transport des solutés** (éléments majeurs et traces)



Matériels et Méthodes (1)

σ Déchets et produits dérivés :

- ⇒ compost de déchets verts
- ⇒ sous-produit papetier
- ⇒ terre industrielle traitée



σ Analyses physico-chimiques :

- ⇒ paramètres **agronomiques** :

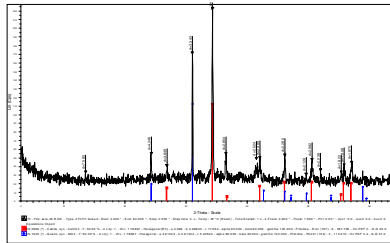
	pH eau	Teneur en argile (g/kg)	Matière organique (g/kg)	C/N	CEC (cmol/kg)
COMPOST	8,61	254	376	20,4	42,3
SOUS-PRODUIT	7,99	244	251	27,5	4,56
TERRE TRAITÉE	8,97	49	94,4	97	6,7

- ⇒ teneurs en **éléments en traces métalliques** :

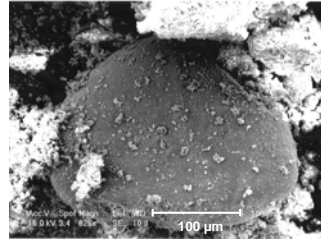
	Concentrations (en mg/kg)			
	Cd	Cu	Pb	Zn
COMPOST	< 0,5	60,4	64,1	287
SOUS-PRODUIT	< 0,5	47,8	10,1	41,1
TERRE TRAITÉE	0,89	37,7	496	760

Matériels et Méthodes (2)

σ Analyses minéralogiques :



⇒ DRX ;



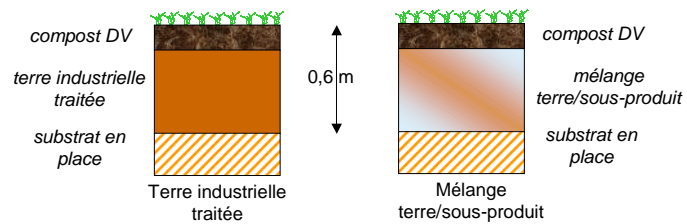
⇒ MEB-EDX ;

⇒ mise en évidence des principales phases minéralogiques :

- compost : quartz, calcite, anorthite
- sous-produit papetier : calcite, kaolin, talc
- terre industrielle traitée : calcite, quartz, oxydes de fer, gypse

Matériels et Méthodes (3)

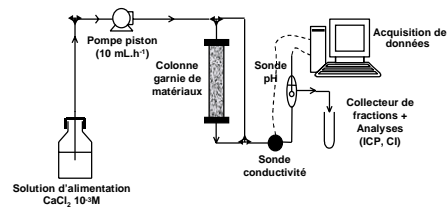
σ Modalités de reconstitution de sol :



Matériels et Méthodes (4)

σ Expérimentations en conditions contrôlées

⇒ technique de **chromatographie éluoto-frontale**



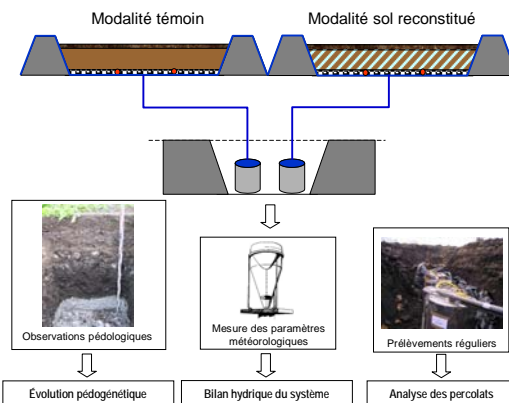
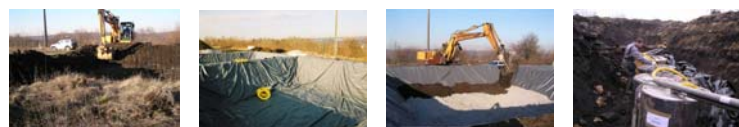
⇒ couplé à un suivi analytique :

- éléments majeurs (C.I.)
- éléments en traces (I.C.P.)

Matériels et Méthodes (5)

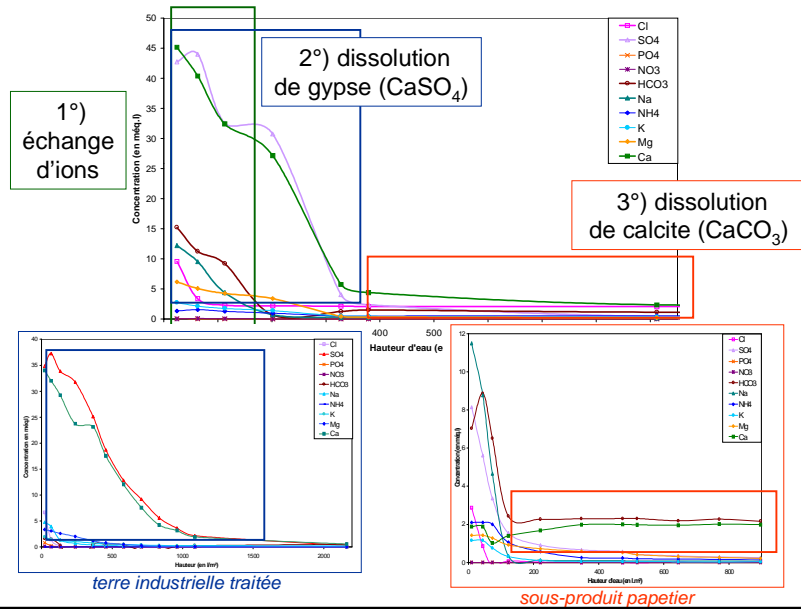
σ Expérimentations en conditions réelles *in situ* :

⇒ mise en place de **parcelles lysimétriques** de grande taille :



Etude des mécanismes réactionnels (1)

⇒ test en colonne sur le **mélange terre/sous-produit** :



Etude des mécanismes réactionnels (2)

σ Résultats / interprétations :

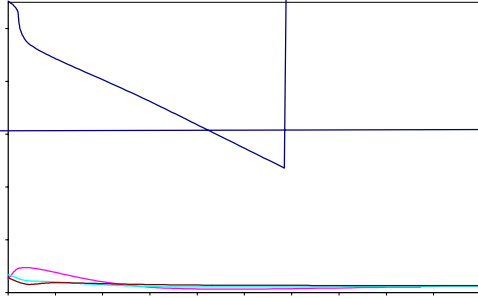
⇒ les **phases mineures** sont soit totalement **dissoutes** (ex. du gypse), soit **inaltérées** (quartz, oxydes de fer) ;

⇒ le processus dominant est la **décarbonatation** (dissolution de calcite) dont la **cinétique est lente** ;

⇒ analogie avec les sols naturels : **décarbonatation de sols / roches calcaires** ;

⇒ hypothèse : **mobilisation limitée d'éléments en traces métalliques** ;

σ Expériences en colonne sur les matrices :



Conclusions

σ Evolution pédogénétique :

- ⇒ le processus dominant est la **décarbonatation** ;
- ⇒ analogie avec **l'évolution des matériaux calcaires naturels** ;
- ⇒ les essais de laboratoire permettent la **simulation des premiers stades de la pédogenèse** de ce type de **Technosol** ;

σ Dynamique des polluants :

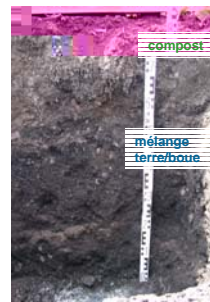
- ⇒ dans les premiers stades de la pédogenèse, une fraction limitée des **métaux lourds peut être mobilisée (complexation, transport colloïdal ?)** ;
- ⇒ les résultats de laboratoire et de terrain concordent pour montrer que la **lixiviation des éléments en traces métalliques est limitée** ;

Perspectives (1)

σ Observations pédologiques :



Modalité terre
industrielle traitée



Modalité
mélange terre/sous-produit

- ⇒ début de **structuration** et de **différenciation** des profils de sol ;
- ⇒ les mesures réalisées *in situ* mettent en évidence des **conditions plus favorables** dans la **modalité mélange** que dans la **modalité terre industrielle traitée** (porosité, pH/Eh)

Perspectives (2)

σ Interactions entre les expérimentations au laboratoire et les expérimentations au terrain :

⇒ **juxtaposition de** plusieurs processus d'**évolution pédogénétique** ;

σ Validation du procédé :

⇒ les premières observations sont positives quant à l'**efficacité du procédé** (innocuité, bonne structuration du sol...) ;

σ Exemple de valorisation de travaux de recherche dans le milieu industriel

Remerciements

- LSE :
 - C. Schwartz, S. Ouvrard, J.L. Morel
 - B. Colin, S. Colin, A. Rakoto
- GISFI :
 - N. Raoult
 - LSGC : M.O. Simonnot ; LEM : I. Bihannic
- TVD :
 - C. Payet, J.C. Renat
- Bail Industrie
- EPFL
- Ademe