

# Chimie, distribution et néoformation de phases secondaires métallifères dans un sol agricole fortement contaminé (Nord - Pas-de-Calais, France).

Sophie Leguëdois<sup>1,2</sup>, Folkert van Oort<sup>1</sup>, Toine Jongmans<sup>3</sup>, Pierre Chevallier<sup>4</sup>

<sup>1</sup> INRA, UR 251 Unité de Science du Sol, R.D. 10, 78026 Versailles cedex, France

<sup>2</sup> présente adresse : INRA, UR 272 Unité de Science du Sol, BP 20619 Ardon, 45166 Olivet cedex, France

<sup>3</sup> WU, Laboratory of Soil Science & Geology, P.O. Box 37, 6700AA Wageningen, The Netherlands

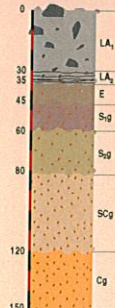
<sup>4</sup> CEA-CNRS, Laboratoire d'Utilisation de Rayonnement Électromagnétique (LURE), BP 34, 91898 Orsay cedex, France

## Cadre de l'étude

Des pollutions concentrées en métaux s'observent de façon très localisée dans certains sols agricoles, à proximité de sites industriels. Ces fortes pollutions s'expriment clairement au niveau des végétaux cultivés par des phénomènes de toxicité aiguë, limitant fortement leur croissance.

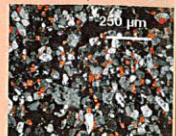
Le cas étudié ici correspond à un ancien chemin traversant le parcellaire agricole (van Oort *et al.*, 2002), remblayé vers 1940 avec des déchets de la métallurgie de Montagne-du-Nord, nettoyé depuis. En surface de ces sols, on observe aujourd'hui encore de nombreux fragments de scories et de creusets.

Thiry *et al.* (2002) soulignent les fortes teneurs en Zn, Pb, Cu et Cd dans les scories, et du Zn dans les creusets (> 6%).



## Matériel & Objectifs

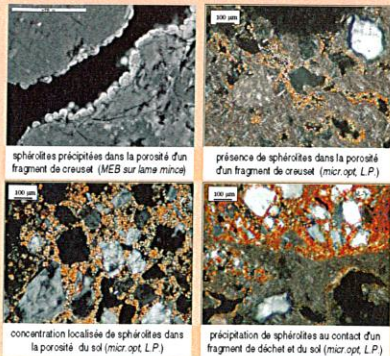
Au sein des sols, ce type de pollution est aussi visible, par exemple par une coloration mouchetée de la matrice minérale, vers 50 - 80 cm de profondeur. D'abord attribuées à des phénomènes de pseudogley, la microscopie optique révèle des concentrations de phases ferrifères, avec une taille très calibrée et une forme sphérique. Des figures similaires, mais de couleur verte, ont été décrites par Lund & Fobian (1991) dans des sols glaciaires pollués du Danemark, identifiées comme de la Malachite ( $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ).



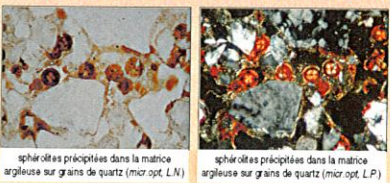
Ce travail avait pour but d'étudier la distribution de ces sphérolites dans le solum et leur composition chimique, afin de mieux comprendre leur formation, et plus généralement, le devenir des polluants métalliques dans des agrosystèmes fortement contaminés.

## 1. présence et morphologie, localisation (microscopies optiques et électroniques)

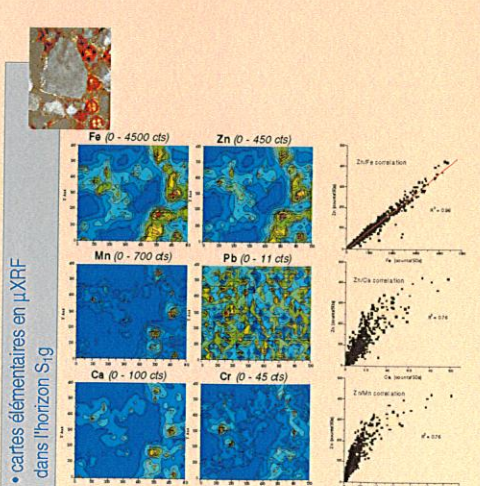
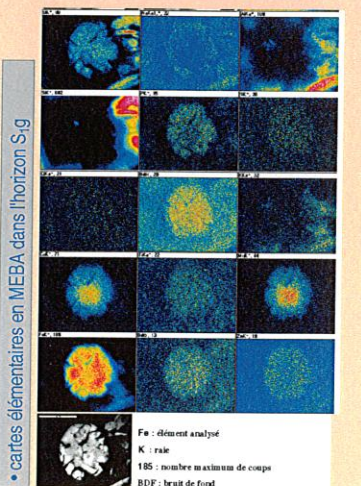
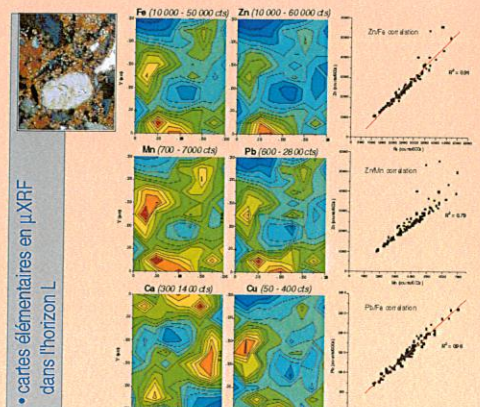
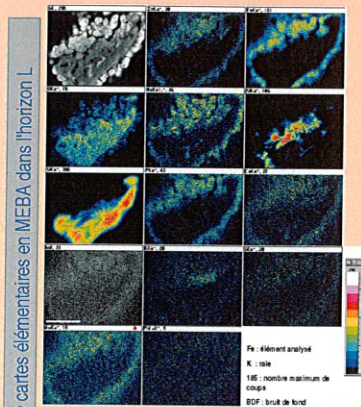
• sphérolites jaune-orange dans l'horizon de labour (L)



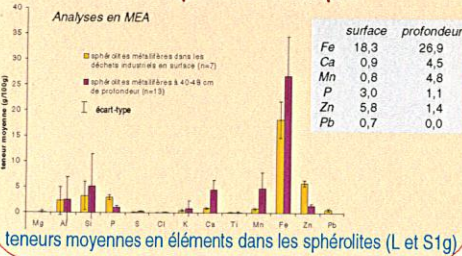
• sphérolites rouges dans l'horizon structural (S1g)



## 2. analyse de répartition en cartographie élémentaire par MEA et $\mu\text{XRF}$ (microscopie électronique analytique & microfluorescence-X par rayonnement synchrotron)



## 3. composition chimique



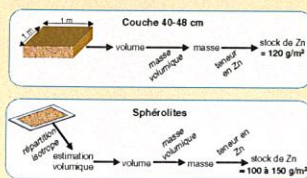
## 4. quantifications

Calcul du stock de Zn pour l'horizon S1g : application sur la couche 40-48cm

Un comptage par quadrillage sur lame mince permet d'estimer la quantité de sphérolites à 4,6%, ou environ 3 680  $\text{cm}^3/\text{m}^2$  d'horizon ; la totalité ou quasi totalité du Zn est localisée dans les sphérolites.....

	$P_{\text{min}}$	$P_{\text{max}}$
$\rho$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	2	3
Masse ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	7 360	11 040
Teneur en Zn ( $\text{g}/100\text{g}$ )	1,40	1,40
Stock de Zn ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	103	155
Stock de Zn de la couche 40-48 cm ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) <sup>a</sup>	120	120
% du stock de la couche 40-48 cm	86 %	128 %

Calcul de stock pour une masse volumique des sphérolites estimée à 2 et 3, respectivement



## 5. formation des sphérolites : hypothèses

La formation des sphérolites apparaît étroitement liée à l'altération des fragments de déchets dans l'horizon de labour qui se traduit par la précipitation de sphérolites après diffusion de la solution d'altération dans un milieu micro-poreux (Canty, 1997).

Le fond du labour, fortement compacté semble favoriser de nouveau des conditions de diffusion lente de la solution du sol, chargée en éléments, avant de s'écouler dans un milieu nettement plus aéré (Lund & Fobian, 1991). La précipitation de sphérolites riche en fer, mieux oxydées comme en témoigne la couleur rouge-vif, se ferait alors sur bonne vingtaine de cm.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Lund, U., Fobian, A. 1991. Pollution of two soils by arsenic, chromium and copper, Denmark. *Geoderma*, 49, 83-103.
- Canty, M.G., 1997. An investigation of microscopic calcareous spherulites from herbivore dung. *Journal of Archaeological Science*, 24, 219-231.
- van Oort, F., Gaultier, J.P., Hardy, R., Bouramane, H., 2002. Distributions spatiales de métaux et stratégies d'échantillonnage dans les sols du périmètre agricole d'une friche industrielle. In : Les Éléments métalliques dans les sols - Approches fonctionnelles et spatiales (D. Baize & M. Tercé, coords), p. 281-297. INRA-Éditions, Versailles.
- Thiry, M., Huët-Tailleur, S., Schmitt, J.M., 2002. La friche industrielle de Montagne-du-Nord (59) - I - Prospection du site, composition des scories, hydrochimie, hydrologie et estimation des flux. *Bulletin de la Société Géologique de France* 173, 369-381.