

*un point sur...*

**teneurs totales  
en éléments  
traces métalliques  
dans les sols (France)**

Denis Baize



**teneurs totales  
en éléments  
traces métalliques  
dans les sols**  
(France)



***un point sur...***

**teneurs totales  
en éléments  
traces métalliques  
dans les sols  
(France)**

D. Baize

# un point sur...

*Ouvrages parus dans la même collection :*

## **Les systèmes de culture**

L. COMBE, D. PICARD, coord.  
1990, 196 p.

## **Phytoprotecteurs, protection des plantes, biopesticides**

P. BYE, C. DESCOINS, A. DESHAYES, coord.  
1991, 178 p.

## **Le magnésium en agriculture**

C. HUGUET, M. COPPENET, coord.  
1992, 276 p.

## **Agricultures et société**

C. COURTET, M. BERLAN-DARQUE, Y. DEMARNE, ed.  
1993, 326 p.

## **Elaboration du rendement des principales cultures annuelles**

L. COMBE, D. PICARD, coord.  
1994, 192 p.

## **Comportement et bien-être animal**

M. PICARD, R.H. PORTER, J.P. SIGNORET, coord.  
1994, 228 p.

## **Trente ans de lysimétrie en France (1960-1990)**

J.C. MULLER, coord.  
1996, 392 p.

© INRA, Paris 1997 - ISSN : 1250-5218 - ISBN : 2-7380-0747-3

Le code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 3, rue Hautefeuille, Paris 6<sup>e</sup>.

*“Until the field relations are known,  
a soil sample is just a bag of dirt”*

(Daniels, 1988)

## Introduction

Cet ouvrage présente les principaux résultats des travaux menés dans le cadre du programme ASPITET. Il a été rédigé afin de :

- **fournir** des **références** sur les teneurs totales en éléments traces métalliques mesurées dans divers sols français,
- **transmettre** des **informations** utiles sur les relations entre ces teneurs et d'autres données pédologiques et géologiques,
- **proposer** et **expliquer** des **démarches** d'interprétation **applicables partout**.

Ces **démarches** sont présentées par un **pédologue** utilisant les concepts et les acquis de la **pédologie**. En effet, il n'est pas raisonnable de traiter des éléments traces métalliques **dans les sols** en ignorant ou négligeant les **concepts** de la **pédologie** et sans se référer aux connaissances acquises par cette science. C'est pourtant ce que nombre d'auteurs, notamment étrangers, ont fait et continuent de faire.

Dans cet ouvrage, les « sols » sont des formations naturelles, continues, tridimensionnelles, qui résultent de l'altération des roches puis de leur évolution autonome sous l'action de facteurs climatiques et biologiques. Il ne s'agit donc pas de « terrains » ou de « sites » très artificialisés, tels les terrains industriels ou les anciennes décharges.

Ces formations naturelles, dites aussi « couvertures pédologiques », constituent à la fois le milieu de croissance des plantes (qu'il s'agisse des plantes cultivées, des essences forestières ou de la végétation spontanée) et l'interface entre l'atmosphère, la biosphère et la lithosphère. C'est pourquoi « les sols » sont le réceptacle d'un grand nombre de contaminations :

- diffuses ou localisées,
- dont les sources sont agricoles, industrielles, routières ou urbaines,
- et dont les voies de transfert sont l'atmosphère ou divers épandages (engrais, résidus ou déchets).

La question est posée de savoir s'ils joueront un rôle d'immobilisation des éléments traces ou s'ils laisseront transiter ces éléments vers les nappes phréatiques, vers les eaux superficielles (ruissellement, érosion) ou vers les plantes cultivées et les animaux (bio-disponibilité), donc vers l'homme.

En ce qui concerne les éléments traces métalliques dans les sols, il est indispensable de bien faire la part de ce qui est naturel (géogène) et de ce qui résulte de contaminations d'origine humaine (anthropogène). Car les métaux des apports anthropiques sont présents sous des formes chimiques assez réactives et entraînent de ce fait des risques très supérieurs aux métaux d'origine naturelle qui sont le plus souvent immobilisés sous des formes relativement inertes.

Dans ce livre, sont étudiés les 7 éléments traces métalliques retenus par l'Observatoire de la Qualité des Sols : Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn,

- mais aussi le fer total, le fer « libre » et le manganèse total ;
- ainsi que les autres paramètres analytiques classiquement mesurés en pédologie (granulométrie, capacité d'échange cationique, pH, calcaire, carbone organique).

Grâce aux travaux d'Anne Tremel, nous avons pu ajouter un chapitre relatif au **thallium** dans les sols.

De nombreuses références vont être présentées relatives à des sols français de différentes régions, développés à partir de roches assez diverses. Quatre stratégies sont en outre proposées, expliquées et illustrées permettant de détecter des anomalies naturelles et des contaminations anthropogènes modérées.

Les points forts du programme ASPITET sont :

- Toutes les analyses ont été effectuées dans le même laboratoire et avec les mêmes méthodes analytiques.
- Nous avons une parfaite connaissance de chaque échantillon : autres données analytiques - type d'horizon, type de sol, type de roche - localisation géographique - extension spatiale du type de sol. Nous avons ainsi en main le maximum d'éléments pour interpréter les teneurs mesurées.
- Les études n'ont pas été limitées aux horizons de surface labourés (les plus touchés par les contaminations anthropiques) mais elles ont été aussi élargies à tous les horizons des sols - sols cultivés et sols forestiers. Il a ainsi été beaucoup plus facile de se faire une idée raisonnable du « fond pédo-géochimique naturel » de chaque type de sol.

## Remerciements

De chaleureux remerciements sont adressés à tous ceux et celles qui nous ont aidé :

- d'abord à Pierre Chassin qui a accepté de financer largement le programme ASPITET dans le cadre de l'action incitative programmée ÉCOPOL de l'INRA ;
- au personnel de l'Unité de Science du Sol INRA d'Orléans : Hervé Gaillard, Christian Lelay, Jean Maucorps, Michel Sarrazin, André Lindor, David Dupré, Bernard Renaux, Nathalie Laude pour leur précieuse collaboration technique ;
- au personnel INRA d'Arras : Thibault Sterckeman, Henri Cieselski et tous les autres analystes de ce laboratoire ;
- à ceux et celles qui nous ont fourni leurs données ou leurs échantillons : Christian Buatier, François Charnet, Jean Chrétien, Franck Delaporte, Edith Foucher, David Froger, Michel Isambert, Marcel Jamagne, Danielle Lanquetuit, Joël Moulin, Jacques Rassineux, Fatima Sbiri, Pierre Six, Thibault Sterckeman, Sylvie Valle et Rémy Veillaux ;
- des remerciements particuliers sont dus à Anne Tremel qui a consenti à divulguer avant sa soutenance de nombreux résultats obtenus sur le thallium ;
- à Monsieur le Professeur Jean Claude Védry qui a accepté de relire le manuscrit et de me faire part de ses remarques constructives.

# Sommaire

## Première partie Généralités

1. Quelques définitions — Abréviations .....	13
2. Les formes des éléments traces métalliques dans les sols : mobilité, biodisponibilité, teneurs totales .....	21
3. Acquisition des teneurs totales en ETM dans les sols .....	25
Origine des teneurs naturelles – Fond pédo-géochimique .....	25
Les sources de contamination des sols liées aux activités humaines .....	28
4. Les problèmes d'actualité .....	35
L'épandage des boues de station d'épuration .....	35
Les boues de curage des cours d'eau .....	38
Une guerre des normes aura-t-elle lieu ? .....	40
5. Les études antérieures .....	43
Les travaux du BRGM .....	43
L'étude de Valérie Pailler .....	43
Autres études relatives à des sols français .....	45
Analyse statistique d'une collection de 86 « sols » français .....	47
Atlas pédo-géochimique d'Angleterre et du Pays-de-Galles .....	47
6. Les valeurs de référence en France et à l'étranger .....	49
La norme AFNOR NF U 44-041 .....	49
Les valeurs de référence dans d'autres pays .....	53

## Deuxième partie Résultats généraux du programme ASPITET

7. Présentation du programme ASPITET .....	59
Mode d'échantillonnage – Origine des échantillons .....	59
Préparation des échantillons – Méthodes analytiques .....	65
Les variabilités des résultats analytiques .....	67
8. Résultats généraux du programme ASPITET .....	75
Étude de différentes « couches » au sein d'un même horizon labouré .....	75

Variation des teneurs en ETM au sein d'un même solum .....	77
Étude de l'ensemble de la population ASPITET .....	81
Étude des relations bivariables .....	85
Éléments traces et granulométrie .....	90
Étude multivariable .....	106

## Troisième partie

**Les 9 métaux dans les sols étudiés (teneurs totales)**

9. Le chrome .....	115
10. Le cobalt .....	123
11. Le nickel .....	129
12. Le zinc .....	135
13. Le cuivre .....	145
14. Le plomb .....	153
15. Le cadmium .....	169
16. Le manganèse .....	179
17. Le thallium .....	187

## Quatrième partie

**Stratégie d'estimation des contaminations dans les sols**

18. Recherche des contaminations par une approche granulométrique .....	197
19. Recherche des contaminations par comparaison verticale .....	207
20. Recherche des contaminations par comparaison latérale .....	211
21. Recherche des contaminations par démarche typologique .....	215

## Cinquième partie

**Exemples de quelques « familles » pédo-géologiques  
Caractérisation et détection des contaminations**

22. Les sols issus des calcaires de Vermenton .....	221
23. Les « terres d'Aubues » de Basse-Bourgogne .....	229
24. Les sols de la plate-forme sinémurienne .....	245
Les « sols marron » .....	246
Les « terres noires » .....	255
Le thallium et l'arsenic .....	255
Les « plombs de chasse » .....	256

25. Les Luvisols Dégradés issus de limons anciens du sud-est du Bassin parisien .....	259
26. Les Luvisols Dégradés du domaine de Nouzilly (Gâtine tourangelle) .....	279
27. Les Néoluvisols du Vexin .....	287
28. Les Néoluvisols du Sénonais .....	307
29. Les sols limono-argileux de Beauce .....	315
30. Les sols d'argiles à chailles .....	321
31. Les Calcosols de marnes carixiennes .....	333

## Sixième partie

**Exemples de « rassemblements » territoriaux.  
Caractérisation et détection des contaminations**

32. Sols du pays de Gex .....	341
33. Solums glauconieux du Bassin parisien .....	347
34. Sols des environs de Poitiers .....	355
35. Sols issus de divers sédiments argileux .....	363
36. Sols issus des « limons des plateaux » .....	371
37. Sols de Seine-et-Marne .....	379
38. Conclusions générales .....	389
Annexe 1. Valeurs obtenues pour des horizons de surface labourés - France et autres pays .....	397
Annexe 2. Conseils pratiques pour l'étude des ETM dans les sols .....	399
Annexe 3. Gammes de valeurs « ordinaires » et d'anomalies naturelles	400
Références bibliographiques .....	401
Index des matières .....	407
Index géographique .....	409



PREMIÈRE PARTIE

## **Généralités**



## Quelques définitions - Abréviations

### Terminologie relative aux éléments chimiques

Conventionnellement, les **éléments traces** sont les 68 éléments minéraux, constituants de la croûte terrestre, dont la concentration est pour chacun d'entre eux inférieure à 0,1 %. Ils ne représentent à eux tous que 0,6 % du total, alors que les 12 **éléments majeurs** interviennent pour 99,4 %.

#### Éléments majeurs

Oxygène	46,6 %	Potassium	2,50 %
Silicium	27,7 %	Magnésium	2,00 %
Aluminium	8,1 %	Titane	0,44 %
Fer	5,0 %	Hydrogène	0,14 %
Calcium	3,63 %	Phosphore	0,11 %
Sodium	2,80 %	Manganèse	0,10 %

#### Éléments traces

- 10 éléments représentant ensemble 0,318 % et parmi lesquels :

Fluor	0,07 %	soit 700 mg/kg
Chlore	0,02 %	soit 200 mg/kg
Chrome	0,02 %	soit 200 mg/kg
Vanadium	0,01 %	soit 110 mg/kg

- 14 éléments représentant ensemble 0,048 %, par exemple :

Nickel	0,0080 %	soit 80 mg/kg
Zinc	0,0065 %	soit 65 mg/kg
Azote	0,0046 %	soit 46 mg/kg
Cuivre	0,0045 %	soit 45 mg/kg
Cobalt	0,0023 %	soit 23 mg/kg
Plomb	0,0015 %	soit 15 mg/kg

- 22 éléments représentant ensemble 0,0065 % dont :

Bore	0,0003 %	soit 3 mg/kg
Molybdène	0,0001 %	soit 1 mg/kg

- 22 éléments représentant ensemble 0,0004 %, comme :

Iode	0,00003 %	soit 0,3 mg/kg
Cadmium	0,00002 %	soit 0,2 mg/kg
Sélénium	0,000009 %	soit 0,09 mg/kg

Si les éléments traces et majeurs sont définis par rapport à leur abondance naturelle dans la croûte terrestre, les **macro-** et **micro-éléments** (métaux et non-métaux) se distinguent par les teneurs auxquelles on les rencontre habituellement dans le domaine du vivant (Juste, [63]). Les spécialistes s'accordent pour fixer à 0,01 % (par rapport à la matière sèche de l'organisme) le seuil de partage entre ces deux groupes d'éléments.

Parmi les micro-éléments, certains sont indispensables au déroulement des processus biologiques : ce sont les **oligo-éléments** qui ne sont pas forcément les mêmes selon que l'on s'adresse au règne animal ou au règne végétal (Juste, [63]).

Règne animal Cu, Co, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn, As, Cr, Se, V

Règne végétal B, Cu, Co\*, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn

La plupart des oligo-éléments s'avèrent toxiques dès que leur teneur excède un seuil donné. D'autres micro-éléments dont le caractère indispensable n'est pas démontré, sont également toxiques au-delà d'une certaine concentration (Cd, Hg, Pb, Sn).

D'un point de vue général, rien ne distingue le comportement d'un majeur et d'un élément trace : ils obéissent aux mêmes lois physico-chimiques qui déterminent l'état dissout ou solide (Delmas, [36]).

L'expression « métaux lourds » est souvent employée dans le langage courant, avec une connotation volontairement péjorative. En fait, certains éléments traces toxiques ne sont pas des métaux (arsenic, sélénium) et d'autres présentent une masse volumique relativement faible, inférieure à 6 g/cm<sup>3</sup>.

Dans cet ouvrage, nous ne traiterons que du cadmium (Cd), du cobalt (Co), du chrome (Cr), du cuivre (Cu), du manganèse (Mn), du nickel (Ni), du plomb (Pb), du thallium (Tl) et du zinc (Zn) qui sont tous des métaux. C'est pourquoi nous emploierons la formule collective **Éléments Traces Métalliques**, en abrégé : **ETM**.

### **Contamination - Pollution - Notion de « background » et de fond géochimique**

Le comité technique ISO/TC 190 s'est refusé à définir les deux mots « contamination » et « pollution » dans la norme ISO 11074-1 [132] sous le prétexte que ces mots étaient employés sans cohérence par divers experts d'un pays à l'autre et à l'intérieur d'un même pays.

D'après Juste, « contamination » doit être employé pour les sols lorsqu'il y a des apports anthropiques importants mais sans effet apparent pour l'environnement. En revanche, ce même auteur préconise l'emploi du terme « pollution » lorsque des apports **liés à des activités humaines** ont des effets négatifs visibles sur l'environnement. Il nous paraît donc absurde d'employer la formule de « pollution naturelle » lorsqu'on se trouve en présence d'un fond pédogéochimique à très fortes concentrations métalliques.

---

\* pour les légumineuses.

A la notion de « contamination » on peut cependant associer deux idées :

- **un accroissement des teneurs** suite aux activités humaines, locales ou générales et

- **un accroissement du risque** de nuire aux fonctions des sols naturels. Mais c'est probablement plus **la forme chimique** de l'élément que sa teneur qui pourra provoquer un effet négatif sur le fonctionnement du sol ou sur la qualité des produits végétaux.

Le terme anglais « background » est souvent employé dans la littérature traitant des éléments traces dans les sols mais la signification exacte de ce mot n'a pas paru toujours claire ni, surtout, constante. C'est pourquoi nous nous sommes livrés à une petite étude sémantique à la fois sur le mot anglais « background » et sur la notion de « fond géochimique ». Pour ce faire nous avons consulté : des dictionnaires de langues ; des dictionnaires techniques en géosciences ; et des publications et documents rédigés par des géologues (remerciements à M. Artignan du BRGM Orléans).

Dans le langage général, le substantif *background* signifie : arrière-plan (d'un tableau), contexte (d'événements), milieu (social, culturel, familial), cadre (de vie), climat (politique), données (de base), connaissances (générales), formation, documentation.

En association avec un autre mot, *background* permet de forger de nombreuses formules telles que : *background music* (fond sonore) ou *background noise* (bruit de fond ou bruit parasite).

Dans les documents scientifiques et techniques on rencontre selon les cas : *background noise*, *background levels* ou *geochemical background*.

L'idée de « bruit de fond » est assez proche de la notion d'« arrière-plan ». Dans tous les domaines où l'on réalise des mesures où l'on capte des signaux, le « bruit » ou « bruit de fond » est une perturbation indésirable qui se superpose au signal et aux données utiles, dans un canal de transmission, dans un système de traitement de l'information. Notion de signal significatif se détachant sur un bruit de fond aléatoire, parasite.

Pour les géologues gîtologues, le signal intéressant, qu'ils étudient, qu'ils cherchent, sont les « roches minéralisées » correspondant à des anomalies positives par rapport à un fond géochimique local ou régional. Le « bruit de fond » sans intérêt, sur lequel tranche le signal, c'est donc le fond géochimique local ou régional des roches « stériles » (*barren earth material*). Plusieurs géologues parlent de « teneurs normales » sans préciser ce que veut dire « normal ». Par exemple, Hawkes et Webb, 1962 : *normal background values = the normal abundance of an element in barren earth material is commonly referred to as background*. Levinson, 1974 : *Background was defined as the normal range of concentrations for an element in an area (excluding mineralized samples)*.

Beaucoup plus récemment, les géologues se sont intéressés à l'estimation des pollutions. Dans un document BRGM-INRA-INERIS datant de juillet 1994, il est écrit : « L'état de pollution d'un milieu naturel contaminé et ses conséquences ne peuvent être appréciés que par rapport à son état géochimique intrinsèque. Pour définir celui-ci... il est nécessaire de disposer d'un référé-

rentiel national des fonds géochimiques naturels » (noter le pluriel !). ... Le fond géochimique naturel des milieux de surface, auquel se superpose l'effet des pollutions d'origine anthropique, se construit par dérivations successives de la composition des roches du substrat, sous l'effet de phénomènes mécaniques, chimiques et biologiques... ».

Donc, si l'on s'intéresse à la recherche de gîtes minéraux, le signal c'est l'anomalie positive : le minerai. L'arrière-plan, le *background* ce sont les roches non minéralisées, dites « stériles » ou « mort-terrain ».

Si on s'intéresse à la pollution des sols, celle-ci est le signal que l'on étudie et qui se superpose au « fond pédogéochimique » qui est l'« arrière-plan » naturel. Mais cet arrière-plan n'est ni aléatoire ni parasite, il est hautement déterminé par la nature et la composition initiale de la roche, par le type et l'âge de la pédogenèse, etc.

Lorsqu'on veut connaître les niveaux de pollution par l'étude des fonds pédogéochimiques, ceux-ci ne sont plus un « arrière-plan » mais le phénomène qu'on étudie, le « signal » qui nous intéresse. C'est l'incertitude analytique qui est alors le « bruit de fond » aléatoire.

En outre, il n'y a pas **un** fond pédogéochimique mais une multitude, un à chaque site. Granier (1973) écrit qu'« il semble plus prudent d'employer les termes de teneur régionale ou locale plutôt que fondamentale dès qu'il s'agit d'éléments mineurs ». Quelques lignes plus loin, le même auteur parle de « fond régional ». A la notion de *background level*, trop vague, on doit pouvoir ajouter des précisions comme : « régional », « local » ou « ponctuel ».

En conséquence, nous proposons la définition suivante.

Le « **fond pédogéochimique naturel local** » (FPGN) est la concentration naturelle d'une substance dans un horizon de sol, résultant de l'évolution géologique et pédologique, à l'exclusion de tout apport d'origine anthropique.

Dans cet ouvrage, la notion de « fond géochimique naturel » doit être comprise au sens de **fond pédogéochimique local** et par opposition aux contaminations anthropiques. Nous verrons dans différents chapitres que nous proposons des méthodes pour distinguer le plus possible ce qui est naturel et ce qui résulte des activités humaines. Dans certaines régions, de grosses anomalies géochimiques positives naturelles (fortes minéralisations correspondant à des phénomènes géologiques) seront considérées par nous comme un « fond géochimique local ».

## Désignation des sols et des horizons

Pour désigner les types de sols, le nouveau système français, le Référentiel Pédologique 1995 sera employé. Il en va de même pour les codifications des horizons :

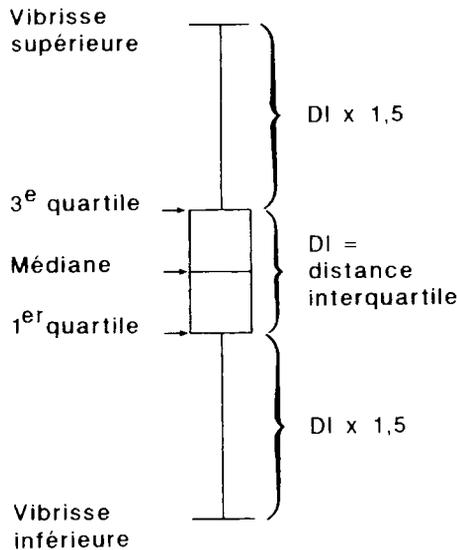
- horizons LA, LE, LS, LBT, etc. : horizons de surface labourés, contenant des quantités notables de matières organiques et présentant encore respectivement les caractères majeurs d'horizons A, E, S ou BT ;

- horizons A : horizons de surface non labourés, contenant en mélange des quantités importantes de matières organiques et de la matière minérale, et présentant une structuration pédologique généralisée d'origine biologique (action de la faune, des racines et des substances organiques) ;
- horizons E : horizons éluviaux, appauvris en argile et en fer, non situés en surface ;
- horizons BT : horizons situés en profondeur, enrichis en argile et en fer (horizons illuviaux) ;
- horizons S : horizons situés à faibles profondeurs, contenant peu de matières organiques, non enrichis ni appauvris en argile et en fer ;
- horizons -g : horizons présentant un caractère rédoxique, c'est-à-dire soumis à des phases alternées d'oxydation et de réduction.

**Analyse des données - Notion d'outlier**

Nous avons largement utilisé une méthode de récapitulation des données dite « exploratory data analysis » (EDA) (Tukey, [131]). D'après McGrath et Loveland [10], cette approche serait d'un grand intérêt en recherche géochimique. Elle ne repose pas sur des hypothèses de normalité mais seulement sur la structure inhérente des données et montre plusieurs avantages importants, par exemple la description claire de l'étendue et de la dissymétrie des données ou l'identification objective des *outliers*.

L'expérience des géochimistes britanniques a montré qu'en employant ces méthodes on faisait ressortir facilement les relations entre les mesures chimiques et les traits géographiques ou géologiques (O'Connor *et al.*, [80]).



**Figure 1.1** – Présentation de la méthode des « boxplots » pour la recherche des *outliers*. D'après Tukey in McGrath et Loveland [10].

Une technique utile de l'EDA est le *boxplot* qui subdivise la distribution des valeurs en un premier et un troisième quartiles. Ces points haut et bas ou « charnières » définissent la boîte centrale de la figure 1.1.

Les vibrisses (*whiskers*) sont recherchées de part et d'autre des extrémités de la boîte, chacune s'étendant sur 1,5 fois la longueur de la boîte (distance interquartile) vers le maximum et vers le minimum. Toutes les valeurs extérieures aux « vibrisses » sont définies comme étant des « valeurs aberrantes » (*outliers*).

Lors du traitement des très nombreuses données recueillies pour leur Atlas Pédo-Géochimique d'Angleterre et du Pays de Galles, McGrath et Loveland [10] ont montré que, pour tous les 19 éléments mesurés, la vibrisse inférieure était proche de la valeur minimale et qu'il n'existait aucun *outlier* inférieur.

### Notion de « série » de sols

Une « série » de sols ou « type de sol détaillé » c'est :

- un type de sol existant localement,
- développé dans un matériau parental précis,
- parfaitement caractérisé pédologiquement,
  - au plan morphologique (structure, couleur, succession et épaisseur des horizons, éléments grossiers) ;
  - au plan fonctionnel (régime hydrique) ;
  - au plan minéralogique (nature des minéraux argileux) ;
  - au plan analytique (granulométrie, CEC, fer, carbone, calcaire, etc.).

C'est donc une catégorie d'une typologie très détaillée. Cette notion est peu différente de la « *series* » américaine. Une « série » ne peut pas être désignée par une simple référence à un système de classification générale, elle doit définir aussi son matériau parental et sa zone d'existence. Souvent, un nom vernaculaire peut les désigner plus simplement, mais il faut être prudent car ces termes, jamais définis avec rigueur, englobent fréquemment toutes sortes de solums. Ainsi :

- Luvisols, Luvisols Dégradés, Calcisols, ne peuvent pas suffire à désigner des « séries » tant les sols que l'on peut rattacher à ces catégories sont encore divers.

En revanche :

- Luvisols Typiques issus de limons loessiques des plateaux du Vexin ;
- Luvisols Dégradés issus de limons anciens, du sud-est du Bassin parisien ;
- Luvisols Dégradés de limons de Gâtine tourangelle, surnommés « Bornais battants pisseux » ;
- Calcosols argileux, issus des marnes à bélemnites du Carixien de l'Auxois ;
- Calcisols leptiques, ferrugineux sur calcaire sinémurien à gryphées arquées de l'Auxois, dites « terres noires » ;
- Luvisols tronqués, argileux, fersiallitiques, sur calcaires durs jurassiques de Basse Bourgogne, dites « terres d'Aubues »...

sont autant de « séries » bien définies dont on trouvera des descriptions approfondies dans telle ou telle publication cartographique.