

# Éléments traces dans les sols

## Fonds géochimiques, fonds pédogéochimiques naturels et teneurs agricoles habituelles : définitions et utilités

Denis Baize

INRA, UR 0272 Science du Sol, CS 40001, 45075 Orléans cedex 2  
*denis.baize@orleans.inra.fr*

### La demande sociétale

Dans le cadre de la nouvelle réglementation entrée en vigueur récemment, de nombreux bureaux d'études cherchent à se procurer des données relatives aux concentrations usuelles en éléments traces (encadré 1) mesurées dans les sols qu'ils appellent soit « fonds géochimiques » soit « valeurs de bruit de fond ». Ces informations sont recherchées afin de servir de valeurs de référence locales.

En effet, le ministère en charge de l'environnement a modifié dernièrement sa politique de gestion des sites et sols potentiellement pollués (MEDAD, 2007). Les lignes directrices de cette nouvelle politique ont été publiées en février 2007, introduisant la démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM).

Afin de « distinguer les situations qui ne posent pas de problème particulier de celles qui sont susceptibles d'en poser et donc de faire l'objet de mesures de gestion appropriées », cette démarche nécessite de comparer « l'état des milieux [c'est-à-dire l'état des sols et des eaux du site industriel faisant l'objet de l'étude] à l'état des milieux naturels voisins de la zone d'investigation... ».

Il est donc explicitement demandé de se référer à l'état des sols « naturels » voisins pour distinguer la part de la contamination des sols propre à l'installation industrielle de celle qui préexistait avant son

**Encadré 1. Lexique :**  
**éléments (en) traces, éléments traces métalliques, éléments majeurs**

Conventionnellement, les éléments traces (ou éléments en traces) sont les 80 éléments chimiques, constituants de la croûte terrestre continentale, 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 %. Fer, aluminium et manganèse sont les éléments majeurs les plus souvent analysés. Lorsque les éléments traces sont des métaux (par exemple Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn), ils sont nommés « éléments traces métalliques » (ETM).

**Famille pédogéologique**  
Plusieurs « séries de sols » peuvent être rassemblées en une seule « famille pédogéologique » dans la mesure où elles ont subi la même pédogenèse agissant dans un même matériau parental et qu'elles ont donc connu les mêmes processus de concentration ou de redistribution à partir d'un même héritage géochimique. Chaque famille pédogéologique peut être caractérisée par des fourchettes de concentrations en ETM étroites.

fonctionnement, liée à d'autres sources, sans oublier la part naturelle initiale. Malheureusement, en contexte industriel ou péri-urbain, il est bien difficile de trouver des « sols naturels » situés à proximité et pédologiquement comparables. D'où, le plus souvent, la tendance à se référer à des sols qui semblent relativement peu contaminés : les sols agricoles avoisinants.

Par ailleurs, les services santé-environnement des directions départementales des affaires sanitaires et sociales (DDASS) sont souvent sollicités pour des avis concernant la reconversion d'anciens sites industriels en projets d'aménagements urbains (écoles, lotissements, *etc.*).

La gestion de ces projets passe par un diagnostic de l'état de contamination du site, notamment par les éléments en traces métalliques (ETM) et non métalliques (par exemple l'arsenic) et la comparaison des concentrations mesurées dans ces sols à des valeurs de référence.

En l'absence de valeurs de références réglementaires en France, les experts s'accordent sur la nécessité d'établir des référentiels à partir des « concentrations usuelles mesurées dans les sols », appelées communément « bruits de fond ». Toutefois, il n'existe pas de base de données qui fournisse ces valeurs à différentes échelles géographiques, par exemple départementale ou régionale. En outre, cette notion même de « bruit de fond » n'est pas claire (cf. ci-dessous).

Pour pallier cette situation, la Cellule interrégionale d'épidémiologie (CIRE) d'Île-de-France s'est rapprochée en 2005 de l'INRA d'Orléans afin de savoir quelles données analytiques relatives aux ETM dans les sols étaient disponibles et de proposer aux DDASS de cette région administrative des valeurs seuils pour les sols franciliens au-delà desquelles un polluant potentiel doit être pris en compte dans l'évaluation des risques. Cette démarche, appliquée initialement en Île-de-France, a été ensuite appliquée en région Centre (Mathieu *et al.*, 2008).

Il existe donc un double besoin :

- de clarification des concepts et de définition des différents termes ;
- de savoir quelles données analytiques relatives aux ETM sont accessibles, où on peut les trouver et ce que l'on peut raisonnablement en faire. Le présent article va tenter de répondre à cette double attente.

#### **Avertissement**

Dans la suite de cet article, le mot « sols » sera employé dans son sens utilisé en pédologie et en agronomie.

Les sols sont des formations naturelles (leur existence initiale ne dépend pas de l'Homme), continues (en plaine), tridimensionnelles (ce sont des volumes).

Ils résultent initialement de la transformation (désagrégation, altérations) de matériaux géologiques, puis de l'évolution autonome de ces produits de transformation sous l'action de facteurs climatiques et biologiques (végétation, micro- et méso-faune du sol).

Ces formations naturelles constituent à la fois le milieu de croissance des plantes (plantes cultivées, essences forestières, végétation spontanée) et l'interface entre atmosphère, biosphère, hydrosphère et lithosphère, donc le réceptacle de toutes les contaminations d'origine humaine :

- contaminations par voie atmosphérique diffuses ou concentrées ;
- contaminations liées aux pratiques agricoles courantes et à divers épandages.

Il ne faut donc pas confondre cette acception avec celle incluse dans la formule « sites et sols pollués » chère au Medad, où « sols » signifie « terrains ».

## **Fond géochimique**

Au commencement (encadré 2), il y a la composition chimique initiale du matériau géologique. Dans les roches plutoniques, volcaniques ou métamorphiques, divers minéraux ont cristallisé et certains peuvent être particulièrement chargés en éléments traces (par exemple la chromite, l'olivine, la garniérite). Les teneurs en éléments traces des roches sédimentaires et des alluvions dépendent largement des roches érodées en amont et transportées ensuite par les cours d'eau. Ensuite, les compositions initiales des matériaux géologiques peuvent être localement très modifiées par

**Encadré 2. Éléments traces dans les roches et les sols**

Histoire géologique (composition des roches plutoniques et volcaniques, métamorphisme, sédimentation, alluvionnement, minéralisations postérieures)	→ Fond géochimique (FG)
Évolution pédogénétique agissant à partir du FG	→ Fond pédogéochimique naturel (FPGN)
FPGN + apports anthropiques liés à l'agriculture + retombées atmosphériques diffuses	→ Teneurs agricoles habituelles (TAH)
TAH + apports massifs localisés	→ Pollutions locales
À chaque fois : quel est le territoire concerné ?	
– administratif : pays, région, département, commune ?	
– foncier : exploitation, parcelle agricole ou forestière ?	
– naturel : aire d'existence d'une unité typologique de sol (UTS), horizon ?	

des minéralisations post-formation ou post-sédimentation. Ces minéralisations peuvent donner lieu à des gisements miniers plus ou moins facilement exploitables. La composition chimique finale des roches, résultant de toute leur histoire géologique sur des millions d'années, définit le fond géochimique.

**Fond pédogéochimique naturel**

Le fond pédogéochimique naturel (FPGN) est la concentration d'un élément chimique dans un sol (que ce soit un élément majeur – voir encadré 1 – ou un élément en traces) résultant des évolutions naturelles, géologiques et pédologiques, en dehors de tout apport d'origine humaine (Baize, 1997).

Le FPGN, pour un élément donné, dépend d'abord étroitement de la composition du matériau géologique dont le sol est issu (dit alors matériau parental ou roche-mère). Mais ensuite, au fur et à mesure de l'action des processus pédogénétiques, le FPGN va se distinguer du « fond géochimique » local initial et se diversifier, verticalement et horizontalement, d'un horizon à un autre en fonction du jeu relatif des altérations et lixiviations, des migrations, des redistributions et des éventuelles concentrations de matières. Ainsi, dans les cas des sols les plus « vieux » et les plus différenciés, les fonds pédogéochimiques naturels peuvent devenir très différents des fonds géochimiques de départ, particulièrement dans certains horizons très appauvris ou, au contraire, dans des horizons où divers métaux s'accumulent.

**Quels territoires ?**

Les fonds géochimiques et les fonds pédo-géochimiques naturels (valeurs moyennes ou médianes, gamme de variation) n'ont de sens que rapportés explicitement à un territoire plus ou moins grand : écorce terrestre, continent, faciès de roches dans une région donnée (on parle alors de « fond lithogéochimique »), bassin versant, solum, voire horizon.

Plus le territoire considéré va être grand, plus il est probable qu'il va englober une grande variété de roches et de sols et plus la notion de fond pédogéochimique naturel va perdre de son étroitesse et de son intérêt pratique. Il arrive parfois que la variabilité des teneurs en un élément trace soit aussi grande à l'échelle d'une parcelle agricole qu'à l'échelle d'un petit bassin versant entier. Mais il n'en va plus de même quand on passe de l'échelle locale (exploitation agricole, « série de sols ») à l'échelle d'une région (Bourgogne, Jura, Bretagne) ou à celle d'un pays dans son ensemble : plus le territoire est grand, plus les fourchettes de valeurs s'élargissent et moins elles peuvent servir à l'interprétation ou à la prédiction.

## Teneurs agricoles habituelles (TAH)

Les horizons de surface des sols agricoles ne permettent pas d'évaluer les fonds pédo-géochimiques naturels, puisqu'ils sont touchés par des contaminations diffuses (apports liés aux pratiques agricoles, épandages, retombées atmosphériques d'origine lointaine) de plus ou moins grande ampleur.

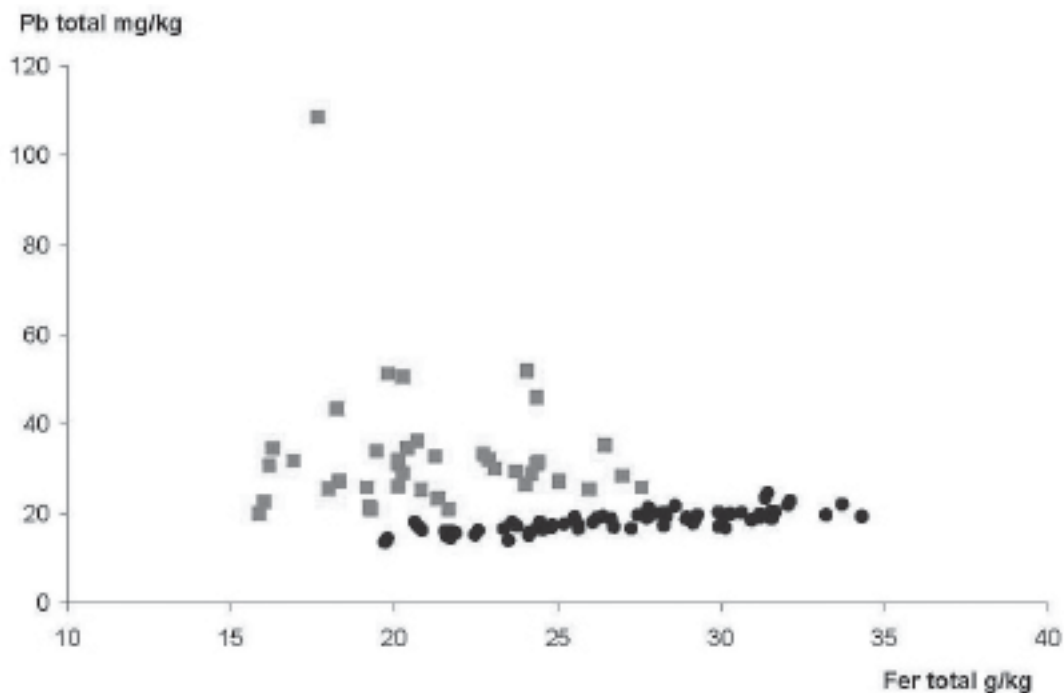
En règle générale, en zones rurales, les quantités apportées par les activités humaines sont faibles ou très faibles par rapport aux stocks naturels initiaux. Font exception cependant à cette règle (tabl.1) le cadmium et le mercure (Baize *et al.*, 2001 ; Baize *et al.*, 2006b), car les stocks initiaux sont toujours très petits, ainsi que le cuivre en zones de vignobles, suite à de nombreux traitements par des sels de cuivre pour lutter contre l'oïdium.

**Tableau 1. Ordres de grandeurs des concentrations (en mg/kg) mesurées dans les sols en certaines circonstances.**

	Sols « naturels » (forêts)	Horizons de surface labourés		
		Sols agricoles « ordinaires »	Après épandages massifs de boues très chargées en ETM (années 70)	Sous vignes ou arboriculture
Cd	< 0,12	0,20 à 0,45	1,4 à 3,5	
Cu	10 à 15	12 à 18	20 à 40	50 à 600
Hg	< 0,05	0,03 à 0,05	0,10 à 1,4 *	

\*De même en zones péri-urbaines et péri-industrielles.

Les teneurs agricoles habituelles (TAH) sont les gammes de concentrations observées le plus fréquemment dans les horizons de surface des sols agricoles soumis à des pratiques agricoles « usuelles », en l'absence de pollutions ou contaminations majeures (industrielles ou minières). Cette notion intègre donc une notion statistique de fréquence. Mais où se situe la limite entre pratiques agricoles « usuelles » et pratiques « inhabituelles » ou « excessives » ?



**Figure 1. Sols cultivés issus de loess du Nord et du Pas-de-Calais. Relation entre plomb total et fer total. Les carrés représentent les horizons de surface labourés (horizons LE) ; les ronds, tous les types d'horizons profonds (E, BT, S, BC et C).**

Ici encore, le territoire concerné doit être précisé : département, commune, aire de répartition d'une unité typologique de sol...

Un exemple est présenté à la figure 1. La relation naturelle (de nature géochimique) entre le plomb total et le fer total est excellente pour tous les horizons de profondeur car non perturbée par les apports liés aux activités humaines. Il n'en va pas de même des horizons de surface labourés, plus ou moins affectés par ces apports. Pour l'ensemble des sols développés dans des loess du Nord et du Pas-de-Calais (Néoluvisols, Luvisols Typiques) les TAH en plomb sont comprises entre 20 et 52 mg/kg. La valeur de 108 mg/kg correspond certainement à une notable contamination péri-urbaine ou péri-industrielle.

## Bruit de fond

Le terme « bruit de fond » (en anglais « *background* ») est souvent employé dans la littérature traitant des éléments traces dans les roches ou les sols mais la signification exacte de ce mot n'est ni claire ni constante.

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 utile. Un signal signifiant se détache plus ou moins bien sur un bruit de fond aléatoire, généralement considéré comme parasite.

Pour les géologues miniers, le signal intéressant recherché ce sont les roches minéralisées correspondant à de fortes anomalies positives par rapport à un fond géochimique local ou régional. Les roches non minéralisées dites « stériles » ou « mort-terrain » constituent pour eux un bruit de fond sans intérêt.

Au contraire, si on s'intéresse aux contaminations et aux pollutions des sols, celles-ci sont le signal que l'on étudie et qui se superposent au fond pédogéochimique qui est l'arrière plan naturel. Mais cet arrière plan n'est pas aléatoire : il est hautement déterminé par la nature et la composition initiale de la roche, par le type et la durée de la pédogenèse, *etc.*, il est donc structuré spatialement.

Enfin, lorsqu'on veut connaître le niveau de pollution du sol en un site par comparaison avec la composition naturelle initiale, celle-ci n'est plus un simple arrière-plan mais le phénomène étudié, le signal qui nous intéresse. C'est l'incertitude analytique qui devient alors le bruit de fond aléatoire.

C'est pourquoi nous recommandons d'éviter l'usage du terme « bruit de fond » et de faire référence explicite, selon les cas, aux notions de fond géochimique, de fond pédogéochimique ou de teneur agricole habituelle.

## Intérêt de déterminer les FPGN et les TAH

Les sols sont susceptibles de transférer une certaine fraction de leurs constituants (naturels ou anthropiques) soit vers les plantes (phytodisponibilité), soit vers les eaux superficielles ou profondes (mobilité), soit par absorption directe de terre (géophagie) ou de poussières.

La détermination des FPGN à l'échelle locale (parcelle agricole, unité typologique de sol) est un préalable nécessaire pour évaluer l'état de contamination des sols étudiés. Une caractérisation approfondie des sols (pH, capacité d'échange cationique ou CEC, carbone, calcaire, granulométries, abondance des oxydes de fer ou de manganèse) est également nécessaire pour estimer les risques de transferts.

Alors que la détermination des FPGN est presque toujours possible pour les sols forestiers et pour les horizons profonds des sols agricoles, elle n'est plus possible pour les horizons de surface labourés qui ont reçu des quantités variables d'éléments traces via des fertilisations, amendements,

épandages et retombées atmosphériques. Pour ces horizons labourés, seule la notion de « teneur agricole habituelle » (TAH) est opérationnelle.

Même en l'absence de carte des sols, la reconnaissance au champ du type de sol autorise une expertise ponctuelle pour tout échantillon que l'on sait appartenir à une série de sol ou à une famille pédogéologique (encadré 1) déjà bien caractérisée au plan pédogéochimique. Ainsi, une valeur de 1,75 mg de cadmium /kg mesurée dans un Néoluvisol issu de lœss du Vexin peut être interprétée comme une contamination notable alors que, mesurée dans une « terre noire » de la plate-forme sinémurienne en Auxois, cette même valeur correspond essentiellement à l'héritage naturel (Baize, 1997).

On parvient ainsi à faire la distinction quantitative entre le métal d'origine naturelle et ce qui a été ajouté par les activités humaines d'où la possibilité d'une première estimation des dangers éventuels vis-à-vis de la santé humaine et de notre environnement. La détermination des FPGN locaux permet en outre de ne pas déclarer « pollué » (avec les graves conséquences socio-économiques ou financières qui pourraient en découler) un terrain dans un contexte de fortes anomalies naturelles. En cas de besoin, elle permet de fixer des objectifs de dépollution réalistes et pertinents, adaptés au contexte pédologique et géologique.

Cette connaissance locale peut en outre permettre une extrapolation spatiale : passer d'une connaissance acquise à l'échelon local à une connaissance applicable à l'échelon régional, et ce sans perdre la précision de l'information. Cette démarche est basée sur l'hypothèse que si certains territoires ont exactement le même matériau parental (même unité litho-stratigraphique), la même « histoire » (évolution pédogénétique), la même position dans le paysage et présentent donc le même solum, alors les sols de ces territoires ont toutes chances de présenter les mêmes constituants, les mêmes comportements, les mêmes fonctionnements et les mêmes aptitudes et contraintes à telle ou telle utilisation humaine.

Appliquée aux concentrations en éléments traces, cette démarche doit permettre de dessiner des cartes pédo-géochimiques en utilisant des cartes pédologiques suffisamment détaillées préexistantes. Une estimation satisfaisante des teneurs naturelles en ET peut ainsi être obtenue à faible coût, grâce à un échantillonnage optimisé et un petit nombre de répétitions, en se basant sur une bonne connaissance préalable des sols, à la fois typologique et cartographique (Baize et Roddier, 2002).

## **Méthodes analytiques pour la détermination des teneurs en ETM dans les sols**

Deux méthodes normalisées sont couramment utilisées dans les laboratoires français pour mettre en solution les éléments traces métalliques avant leur dosage :

– la première allie l'acide fluorhydrique (HF) à l'acide perchlorique ( $\text{HClO}_4$ ). Elle est définie selon la norme NF X 31147 de juillet 1996 ; les résultats ainsi obtenus sont désignés comme « teneurs totales » ou « teneurs HF ».

– la seconde, dite « à l'eau régale » (ER), associe l'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) à l'acide chlorhydrique (HCl). Elle est définie par la norme NF ISO 11466 de juin 1995 ; les teneurs ainsi obtenues sont désignées comme « teneurs pseudo-totales ».

La méthode HF a été préférée par l'INRA parce qu'elle peut être considérée comme une méthode véritablement totale, ne posant de ce fait aucune difficulté d'interprétation. Elle est capable de dissoudre les silicates, minéraux dominants dans l'écrasante majorité des sols, qu'il s'agisse de minéraux primaires (quartz, feldspaths, micas, ferromagnésiens) ou de minéraux secondaires résultant de l'altération des précédents (minéraux argileux). En revanche, la méthode à l'eau régale n'est pas capable de dissoudre l'ensemble des silicates et fournit, de ce fait, pour un même échantillon de sol, des valeurs nettement plus faibles, notamment pour le chrome, le nickel et le plomb. Les concentrations en cadmium obtenues par les deux méthodes sont sensiblement identiques.

On notera qu'il existe d'autres méthodes d'analyses « totales », souvent utilisées par les géologues : celles par fusion alcaline et celles par fluorescence X.

## Les bases de données disponibles relatives aux éléments traces dans les sols

À ce jour, en France, il n'existe que quatre bases de données (tabl. 2) dont une est seulement de portée régionale.

### La base de données Aspitet

Élaborée de 1993 à 1997, elle a été complétée en 2002 (Baize, 1997 et 2000). Le fer et le manganèse totaux ont été analysés systématiquement, en plus de dix éléments en traces. Certains résultats sont accessibles sur le site : <http://etm.orleans.inra.fr/>

### La collecte nationale Anademe

Elle a été réalisée en 1997 et 1998. Des traitements statistiques et spatiaux ont été effectués selon des découpages par départements ou par « régions agricoles » (Baize *et al.*, 2006a, chap. 7). Elle est disponible à l'adresse : [http://www.gissol.fr/programme/bdetm/\\_rapport\\_anademe/rapport/contents.php](http://www.gissol.fr/programme/bdetm/_rapport_anademe/rapport/contents.php)

Tableau 2. Bases de données relatives aux teneurs totales et pseudo-totales en éléments traces dans les sols de France.

Programme	Nombre de sites	Nombre d'horizons	Agriculture (A) ou forêt (F)	Surface (S) ou profondeur (P)	Méthode de mise en solution (3)	Localisation	Critères de sélection des sites	Éléments traces analysés	Gestionnaire
Aspitet 2002	1 200	1 876	A et F	S et P	HF	Moitié nord de la France	critères divers dont recherches	As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Tl, Zn	INRA Science du Sol Orléans
Collecte nationale Anademe 1998	11 161	11 161	A	S	HF et ER	France entière	plans d'épandage de boues	Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn	Infosol Orléans
Référentiel pédogéochimique du Nord-Pas-de-Calais	267	768	A et F	S et P	HF	Région Nord-Pas-de-Calais	matériaux parentaux et types de sols	As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, In, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V, Zn	ISA Lille et INRA Arras
Réseau de mesure de la qualité des sols	1 921 (1)	3 724 (1)	A et F	S et SP (2)	HF	France entière	aux mailles d'une grille de 16 x 16 km	Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Pb, Tl, Zn	Infosol Orléans

(1) Au 10 janvier 2008 ; (2) SP = horizons semi-profonds (30-50 cm) ; (3) HF = acide fluorhydrique ; ER = eau régale.

### Le Référentiel pédo-géochimique du Nord-Pas-de-Calais

L'échantillonnage a été organisé par types de sols et types de matériaux parentaux (Sterckeman *et al.*, 2002 et 2007).

Une des particularités les plus intéressantes de ce travail est de traiter de 17 éléments en traces (dont plusieurs très rarement analysés comme l'indium, le vanadium, l'étain, l'antimoine) et de trois éléments majeurs : fer, manganèse et aluminium. La connaissance des teneurs totales en aluminium permet le calcul en chaque site des « facteurs d'enrichissements », ce qui permet d'acquérir une bonne estimation du degré d'enrichissement en Cd, Pb, Zn, Cu, *etc.* de l'horizon de surface.

Cette base de données a été récemment complétée par une collecte d'analyses faites sur horizons de surface dans le cadre de plans d'épandage. À ce jour, on dispose pour cette région administrative de plus de 3800 analyses dont les résultats, suffisamment nombreux, permettent des cartographies assez précises de la qualité des sols et des niveaux de contamination (programme NICOSIA en cours, financé par l'ADEME).

### Le Réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS)

Ce réseau (Jolivet *et al.*, 2006) ne présente pas une très grande densité – un point de mesure tous les 16 km, soit de 20 à 30 sites par département – mais il est conçu pour fournir, à moyen terme, une vision diachronique de la qualité des sols français. Une nouvelle campagne de prélèvements est prévue tous les 7 ans. Une autre caractéristique de ce programme est d'être systématique et exhaustif, en ce sens que les prélèvements sont réalisés partout, y compris en haute montagne. Enfin, les très nombreuses autres observations, mesures et déterminations analytiques faites en chaque site sont relatives à toutes sortes de thématiques (observation de l'environnement naturel et humain, propriétés physiques, chimiques et biologiques, *etc.*) et ne se limitent pas aux concentrations totales en éléments traces.

### À quoi peuvent servir ces bases de données ?

La collecte nationale Anademe de 1998 fournit des mesures assez nombreuses faites sur les horizons de surface de sols agricoles, correspondant donc à des teneurs agricoles habituelles (TAH). Pour disposer de bons référentiels locaux, il faut stratifier ces données selon de petits territoires, ou bien, si on en est capable, par familles pédogéologiques (par exemple : tous les sols issus de loess du Vexin).

Dans le cadre de cette collecte, il n'y a que 31 départements pour lesquels plus de 100 analyses ont pu être collectées. C'est seulement pour eux que l'on dispose de statistiques utilisables pour servir de référentiel départemental de teneurs agricoles habituelles en ETM (tabl. 3).

**Tableau 3. Collecte nationale Anademe 1998. Nombre d'analyses disponibles par département.**

Nombre d'analyses disponibles	Départements
100 à 150	Gironde, Haute-Marne, Meuse, Nièvre
150 à 200	Cher, Isère, Bas-Rhin, Savoie, Saône-et-Loire
200 à 400	Aisne, Aube, Charente-Maritime, Côte-d'Or, Doubs, Eure-et-Loir, Indre, Loiret, Marne, Meurthe-et-Moselle, Moselle, Oise, Pas-de-Calais, Haut-Rhin, Seine-et-Oise*, Somme
400 à 1 000	Ain, Eure, Nord, Seine-et-Marne, Yonne
1 004	Haute-Garonne

\* La Seine-et-Oise équivaut à l'ensemble que forment l'Essonne, le Val-d'Oise et les Yvelines.



Une stratification par « régions agricoles » (INSEE et SCEES, 1983) fournirait certainement de bien meilleurs référentiels locaux car une région agricole est beaucoup moins hétérogène au plan géologique et pédologique qu'un département.

Seules la base de données Aspitet et le Référentiel pédogéochimique du Nord-Pas-de-Calais permettent d'approcher convenablement les FPGN en utilisant uniquement les analyses relatives aux horizons profonds, très généralement indemnes de contaminations. Et ce à condition, une fois de plus, de stratifier les données disponibles de manière pertinente par séries de sols ou par familles pédogéologiques. Ailleurs, il est impossible d'estimer les fonds pédogéochimiques naturels sans réaliser une étude locale spécifique, nécessitant une cinquantaine de prélèvements en profondeur pour caractériser telle ou telle série de sols (Baize, 2001).

### Perspectives

Une nouvelle collecte nationale, similaire à celle menée en 1997-98, va bientôt être effectuée, sur crédits ADEME. Depuis cette époque, de très nombreuses analyses de sols ont été réalisées. Leurs résultats sont probablement dispersés dans de nombreuses institutions locales, comme les services d'assistance technique à la gestion des épandages (SATEGE), les missions de valorisation agricole des déchets (MVAD) ou de recyclage des déchets (MRAD), les chambres d'agriculture, directions départementales de l'agriculture et de la forêt, les bureaux d'études, *etc.*, mais on peut espérer que la plupart de ces structures ont constitué des bases de données informatisées qu'il sera relativement facile de récupérer.

Fin 2009, on devrait donc pouvoir disposer de données beaucoup plus nombreuses et beaucoup mieux réparties sur l'ensemble du territoire national.

### Conclusion

Il faut désormais bien distinguer les fonds géochimiques (qui ont fait l'objet d'études par le BRGM sur une bonne part du territoire), les fonds pédogéochimiques et les teneurs agricoles habituelles. Ce sont là des concepts différents correspondant à des milieux (roches ou sols) et à des niveaux de contamination divers. Le terme « bruit de fond », trop obscur, doit être abandonné.

Il faut également toujours bien préciser à quels territoires ces valeurs de référence s'appliquent.

Désormais, en France, on commence à disposer d'informations nombreuses sur les teneurs totales en ETM (au moins les sept les plus analysés : Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn) dans les sols agricoles et forestiers. Ces informations, quoique souvent mal réparties dans l'espace et relativement peu nombreuses (vu la grande variété des sols français), deviennent progressivement accessibles au public grâce à des publications (rapports, articles) et à des résultats mis en ligne. Mais ces bases de données sont encore insuffisantes car la plupart ne permettent que d'accéder aux teneurs agricoles habituelles. Rares et incomplètes sont celles qui, grâce à l'analyse des horizons profonds, permettent d'accéder aux fonds pédogéochimiques naturels locaux ■

### Références bibliographiques

- |   |   |
|---|---|
| <p>BAIZE D., 1997. <i>Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols (France). Références et stratégies d'interprétation</i>. INRA Éditions, Paris, 410 p.</p> <p>BAIZE D., 2000. Teneurs totales en « métaux lourds » dans les sols français. Résultats généraux du programme Aspitet. <i>Le Courrier de l'environnement de l'INRA</i>, 39, 39-54.</p> | <p>BAIZE D., 2001. <i>Évaluer les contaminations diffuses en éléments traces dans les sols</i>. V<sup>es</sup> Journées GEMAS-COMIFER, Blois, novembre 2001, p. 281-295.</p> <p>BAIZE D., DESLAIS W., BOURENNANE H., LESTEL L., 2001. Cartographie du mercure dans l'horizon de surface des sols agricoles dans le centre du Bassin parisien. Détection, localisation et origine des contaminations. <i>Étude et gestion des sols</i>, 3, p. 167-180.</p> |
|---|---|

- BAIZE D., RODDIER S., 2002. Cartographie au 1/50000°. Approche typologique d'une cartographie pédogéochimique. Exemple de l'Avallonnais, p. 123-134. In : D. Baize, M. Tercé (coord.), *Les Éléments traces métalliques dans les sols – Approches fonctionnelles et spatiales*. INRA Éditions, Paris. 570 p.
- BAIZE D., SABY N., DESLAIS W., BISPO A., FEIX I., 2006a. Analyses totales et pseudo-totales d'éléments en traces dans les sols – Principaux résultats et enseignements d'une collecte nationale. *Étude et gestion des sols*, 3 : 181-200, <http://www.gissol.fr/programme/bdetm/bdetm.php>
- BAIZE D., COURBE C., SUC O., SCHWARTZ C., TERCÉ M., BISPO A., STERCKEMAN T., CIESIELSKI H., 2006b. Épandages de boues d'épurations urbaines sur des terres agricoles : impacts sur la composition en éléments en traces des sols et des grains de blé tendre. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, n°53, 35-61, <http://www.inra.fr/dpenv/pdf/BaizeC53.pdf>
- INSEE et SCEES (Ministère de l'agriculture), 1983. *Code et nomenclature des régions agricoles de la France au 1<sup>er</sup> janvier 1980*.
- JOLIVET C., ARROUAYS D., BOULONNE L., RATIÉ C., SABY N., 2006. Le réseau de mesures de la qualité des sols de France (RMQS). État d'avancement et premiers résultats. *Étude et gestion des sols*, 13, 3 : 149-164.
- MATHIEU A., BAIZE D., RAOUL C., DANIAU C., 2008. Proposition de référentiels régionaux en éléments traces métalliques dans les sols. Leur utilisation dans les évaluations des risques sanitaires. *Environnement, risques et santé*, 7, 2, 112-122.
- MEDAD, 2007. Note ministérielle. Sites et sols pollués. Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués. Lettre aux préfets du 8 février 2007 et 3 annexes, <http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr/Approche.htm>
- STERCKEMAN T., DOUAY F., FOURRIER H., PROIX N., 2002. Référentiel pédo-géochimique du Nord-Pas-de-Calais. *Rapport final* (130 p.) et *annexes* (306 p). INRA Arras, ISA Lille.
- STERCKEMAN T., DOUAY F., BAIZE D., FOURRIER H., PROIX N., SCHWARTZ C., 2007. Référentiel pédo-géochimique du Nord-Pas-de-Calais. Méthode et principaux résultats. *Étude et gestion des sols*, 14, 2, p. 153-168.