

# Inventaire et surveillance des sols en Europe

D. King<sup>(1)</sup> et L. Montanarella<sup>(2)</sup>

(1) INRA, Centre de Recherche d'Orléans, Unité de Science du Sol, BP 20619, 45166 Olivet Cedex, France

(2) COMMISSION EUROPEENNE, Centre Commun de Recherche, 21020 Ispra (VA), Italie

## RÉSUMÉ

Une revue des programmes d'inventaire et de surveillance des sols en Europe montre qu'il existe de très fortes disparités entre les pays. Cela peut être attribué à des raisons historiques, sociales ou politiques. Des inventaires ont été lancés depuis longtemps dans presque tous les pays d'Europe mais peu ont actuellement abouti à une couverture complète des territoires. Seuls les pays de l'Europe centrale et orientale ont achevé des programmes d'inventaire à des échelles parfois très détaillées. Dans le domaine de la surveillance, les programmes sont encore plus limités malgré une demande pressante de connaissances sur la dégradation des sols à long terme.

Au travers du Bureau Européen des Sols et de l'Agence Européenne de l'Environnement, des actions internationales ont été entreprises. L'une d'entre elles a permis d'établir une base de données géographique des sols à l'échelle du 1/1 000 000 qui sert d'ores et déjà dans plusieurs programmes appliqués. La surveillance des sols a également fait l'objet d'un programme international mais qui s'est limité aux sols forestiers. Le suivi de la qualité des sols agricoles représente pourtant un enjeu essentiel dans les années à venir.

Grâce à ces différentes actions, les scientifiques et producteurs de données ont progressé dans l'harmonisation et l'échange de leurs bases de données. Par contre, la coordination des différentes demandes d'utilisation des informations sur les sols reste à développer au sein même de la Commission Européenne. Cet objectif sera difficile à atteindre tant qu'aucune législation communautaire ne sera mise en place.

## Mots clés

Cartographie des sols, surveillance des sols, bases de données, Europe

## SUMMARY

### SOIL INVENTORY AND MONITORING IN EUROPE

*A review of the soil survey and monitoring programmes in Europe shows that there are very different situations within the different countries. There can be historical, social or political reasons for this. Soil surveys have been initiated in nearly all European countries, but only*

*in few cases these have resulted in a complete coverage of the country. Only the Central and Eastern European countries have completed soil survey often at very detailed scales. The situation is even worst for soil monitoring, despite a strong demand for more information on long-term soil degradation phenomena.*

*Through the activities of the European Environment Agency and of the European Commission, namely the European Soil Bureau, some international activities have been initiated. One of these has allowed for the establishment of a soil geographical database at the scale 1:1,000,000 that is widely used for in practical applications. Also soil monitoring has been the object of an international programme, but only limited to the soils under forest. Consequently there is still an urgent need for a soil monitoring programme covering also agricultural soils to be established during the next years.*

*Thanks to these different international initiatives, there has been a strong progress towards data harmonisation and exchange among scientists and data producers. Nevertheless, there is still a lack of coordination among the different data users, even within the European Commission itself. The objective of streamlining the policy relevant soil information flow, from the producers to the users will only be achievable once a clear legislative framework will be set at the European Union level.*

**Key-words**

*Soil mapping, soil monitoring, databases, Europe*

**RESUMEN**

**INVENTARIO Y VIGILANCIA DE LOS SUELOS EN EUROPA**

*Una revista de los programas de inventarios y de vigilancia de los suelos en Europa muestra que existe muy fuertes disparidades entre los países. Esto se atribuya a razones históricas, sociales y políticas. Los inventarios fueron iniciados hace mucho tiempo en casi todos los países de Europa pero pocos actualmente llegaron a una cobertura completa de los territorios. Solos los países de Europa central y oriental terminaron programas de inventario a escalas a veces muy detalladas. En el tema de la vigilancia, los programas son todavía más limitados a pesar de una demanda urgente de conocimientos sobre la degradación de los suelos a largo plazo.*

*A través de la Oficina Europea de Los Suelos y de la Agencia Europea del medio ambiente, se desarrollo acciones internacionales. Una de ellas permitió establecer una base de datos geográficos de suelos a la escala del 1/1 000 000 que sirve actualmente en varios programas aplicados. La vigilancia de los suelos hizo igualmente objeto de un programa internacional pero limitado a los suelos forestales. El seguimiento de la calidad de los suelos agrícolas representa sin embargo una meta esencial en los años futuros.*

*Gracias a estas diferentes acciones, los científicos, productores de datos, progresaron en la armonización y el intercambio de sus bases de datos. Pero, la coordinación de las diferentes demandas de uso de las informaciones sobre los suelos debe desarrollarse en el seno de la Comisión Europea. Este objetivo será difícil a realizar si una legislación europea no se organiza.*

**Palabras claves**

*Cartografía de suelos, vigilancia de suelos, bases de datos, Europa.*

Le sol constitue une interface entre plusieurs compartiments de notre environnement : la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère. Malgré sa très faible épaisseur au regard du substrat géologique, il est un lieu essentiel d'échange, support de la vie végétale et animale. La connaissance des ressources en sols de l'Europe a fait l'objet de programmes de cartographie après la seconde guerre mondiale dans la plupart des pays (Le Bas et Jamagne, 1996 ; FAO-ESB, 2000). L'objectif de ces programmes concernait l'accroissement de la production agricole, celle-ci étant largement déficitaire à cette période. Le succès de la Politique Agricole Commune a permis de combler ce déficit et a même entraîné un surplus de production alimentaire qu'il a fallu réguler (Meyer-Roux, 1987). Les programmes de connaissances des sols ont alors subi un déclin dans les années quatre-vingt (Nachtergaele, 1990 ; Bullock, 1999). Avec l'émergence des problèmes environnementaux, on note un intérêt nouveau pour des fonctions du sol, négligées dans le passé (Blum, 1990). Il s'agit notamment de son rôle de filtre et de bio-réacteur dans le recyclage d'éléments d'origine naturelle ou anthropique (EEA, 1995 ; Robert, 1996 ; Boiffin et Stengel, 2000). Dans le même temps, le souci d'une garantie dans la qualité de la production agricole a renforcé la notion de terroir et impliqué des demandes de plus en plus précises sur les caractéristiques et les propriétés des sols (Dron, 2001).

L'objectif de cet article est de présenter un bilan des programmes d'inventaire de sols en Europe. On examinera l'état d'avancement de ces programmes en distinguant d'une part les pays de l'Europe de l'ouest et d'autre part ceux de l'Europe centrale et orientale. On présentera succinctement l'introduction des technologies modernes liées à la gestion et aux traitements de l'information spatiale. La nouvelle demande sociale bouleverse actuellement ces programmes et implique une évolution de leurs objectifs vers un suivi de la qualité des sols. Enfin, les problèmes d'harmonisation et d'échange des informations seront évoqués au travers des programmes et des structures actuellement mis en place à l'échelle européenne.

## ETAT D'AVANCEMENT DES PROGRAMMES D'INVENTAIRE DES SOLS

La réalisation de cartes de sols au sein des 15 pays de l'Union Européenne ainsi que des 3 pays EFTA (Islande, Norvège et Suisse), est extrêmement diversifiée (*tableau 1*). Cela tient principalement à des raisons historiques liées selon les pays au mode de taxation des terres, au dynamisme de la profession agricole, à une politique de protection des zones agricoles et enfin, au développement de la recherche en science du sol. La plupart des programmes coordonnés aux échelles nationales ont été mis en place quelques années après la seconde guerre mondiale. Seuls deux pays (Portugal et Royaume Uni) ont créé des services de cartographie des sols avant 1940 dans le but d'un inventaire systématique de leur territoire. La plupart des programmes notés sur le *tableau 1* ont été et sont encore réalisés aux moyennes échelles<sup>1</sup>. Les grandes échelles ne

couvrent que des territoires restreints coordonnés par les régions. Seuls trois pays ont achevé la couverture de leur territoire national : la Belgique au 1/20 000, la Hollande au 1/50 000 et le Royaume Uni au 1/250 000. Le Danemark et l'Autriche ont cartographié l'ensemble de leur territoire agricole et la Suisse a réalisé 80 % de sa surface au 1/200 000. Les autres pays annoncent des chiffres aux environs de 50 % de leur territoire (*figure 1*) et ce, à des moyennes échelles (généralement, 1/250 000). Ces 50 % sont parfois le résultat d'une sommation de plusieurs projets non coordonnés entre eux au sein d'un même pays. Enfin, les pays méditerranéens apparaissent les moins couverts. D'une façon générale, ces chiffres masquent de fortes disparités à l'échelle régionale.

Pour les pays d'Europe centrale et orientale, les programmes d'inventaire des sols ont été extrêmement développés puisqu'ils couvrent dans la plupart des cas la totalité des territoires à des échelles très détaillées et sur des thèmes très diversifiés (*tableau 2 et figure 1*). Ceci est dû principalement au cadre politique de ces pays qui a été basé sur une planification centralisée des activités économiques et notamment des activités agricoles (Heineke *et al.*, 1998). Nous ne possédons pas toutes les informations détaillées recensant l'ensemble des programmes d'inventaire pédologique mais il est facile de constater des points communs entre tous ces pays (FAO-ESB, 2000). Ces programmes ont été initiés dans les années 50-60 avec des levés de terrain à grande échelle. Ces données de base ont servi pour l'établissement de cartes de potentialités agricoles publiées au 1/50 000, 1/100 000 et 1/250 000. Cependant, une partie de ces données de base a été perdue ou est actuellement inexploitable. Soit les méthodes analytiques ont changé, soit l'ancienneté des données pose des problèmes directement liés à l'évolution même des caractéristiques des sols au cours des trente dernières années (par exemple, la baisse des teneurs en matière organique, la salinisation ou encore l'érosion des sols).

## HARMONISATION NATIONALE ET INTERNATIONALE DES PROGRAMMES D'INVENTAIRE

Le problème de l'harmonisation des travaux de cartographie s'exprime au niveau européen mais également au sein même des pays (Eckelmann et Hartwich, 1996). D'une part, certains pays ont une structure fédérale qui est à l'origine d'initiatives régionales disparates d'une région à l'autre (cas de l'Allemagne et de l'Italie). D'autre part, selon l'histoire et la physiographie des pays, les programmes ont été coordonnés par des personnes issues de disciplines différentes. Ce sont souvent les géologues qui ont initié les premiers inven-

<sup>1</sup> On désignera les échelles selon trois classes : grandes (du 1/5 000 au 1/25 000), moyennes (du 1/50 000 au 1/250 000) et petites (1/500 000, 1/1 000 000 et au delà).

**Tableau 1** - Etat d'avancement des programmes de cartographie des sols en Europe de l'ouest.**Table 1** - State of progress of soil mapping programmes in Western Europe.

Pays	Date début	Echelle 1/x 000	% surface p:pays, za:zones agricoles	Coordination	Responsabilités
Allemagne	1995	20 – 150	50% (p)	Régionale	Géologie
		200	20% (p)	Nationale	
Autriche	1960	50	100% (za)	Nationale	Forêts, Agriculture, Environnement
		50	10% (forêts)		
Belgique	1947	20	100% (p)	Nationale	Recherche (agriculture et industrie)
Danemark	1974	50	100% (za)	Nationale	Finances, Agriculture
Espagne		50	10%	Régionale	Recherche agronomique
		75 - 125	30%		
		200 - 250	40%		
Finlande	1972	20 - 50	50% (za)	Nationale	Géologie, Recherche agronomique
France	1968	100	15% (p)	Nationale	Recherche agronomique
Grèce		5 - 20	30% (za)	Régionale	Forêts, Agriculture
		50 - 300	30% (p)	Nationale	
Islande	1959	750	100% (p)	Nationale	Géologie
Irlande	1959	125	45% (p)	Nationale	Agriculture
Italie		25	10% (p)	Locale	Environnement, Agriculture, Recherche
		30 – 100	30% (p)	Régionale	
		150 -250	30% (p)(1)		
Norvège	1980		30% (za)	Nationale	Agriculture, Géologie
Pays-Bas	1943	50	100% (p)	Nationale	Recherche agronomique
		250	100% (p)		
Portugal	1936	50	50% (p)	Nationale	Agriculture
Royaume Uni	1939	25 – 60	25% (p)	Nationale	Agriculture
		250	100% (p)		
Suède	1961	20	3% (za)		Géologie, Forêts
		50	20% (p)		
		250	30% (p)		
Suisse	1959	20	7% (p)	Régionale	Agriculture et forêts
		200	85% (p)	Nationale	

<sup>(1)</sup> L'Italie achève actuellement un levé à l'échelle du 1/250 000 de l'ensemble de son territoire sur la base du manuel de procédure du Bureau Européen des Sols.

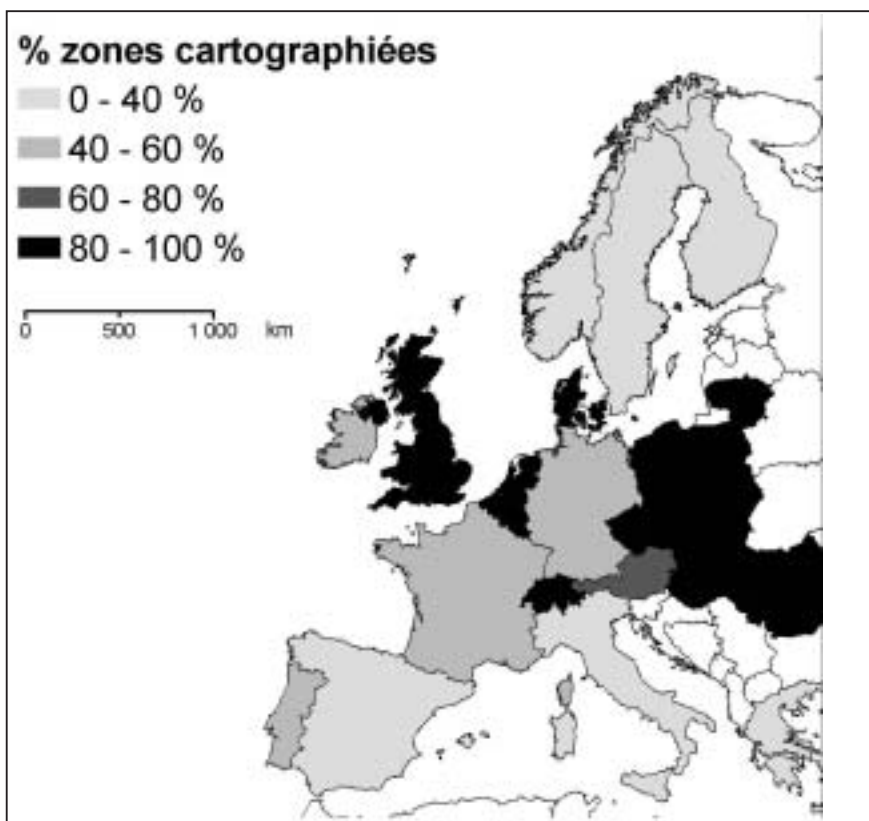
taires ; les agronomes et les forestiers ont pris le relais dans beaucoup de pays ; la recherche a également joué un rôle fondamental. Cela explique que, selon les pays, l'inventaire des sols soit sous la responsabilité de ministères différents : agriculture/forêts, environnement, aménagement, recherche, industrie ou finances (tableau 1).

Les pays d'Europe centrale et orientale ont travaillé avec des normes issues des travaux de l'école russe pendant que les pays

de l'Europe de l'Ouest ont utilisé soit leur propre classification, soit des normes internationales (FAO-UNESCO, 1990), soit encore les méthodes américaines (Soil Survey Staff, 1990). Les différences concernent surtout les méthodes de classification mais, de façon plus grave, elles impliquent également les concepts et les protocoles des méthodes d'analyses physiques et chimiques au laboratoire. A titre d'exemple, l'étendue de la classe granulométrique de l'argile est

**Figure 1** - Pourcentage de surface couvert par une cartographie des sols à moyenne échelle (comprise entre le 1/50 000 et le 1/250 000) pour les pays de l'Union Européenne, les pays EFTA et les pays d'Europe centrale.

**Figure 1** - Percentage of surface covered by soil maps at medium scale (between 1:50,000 and 1:250,000) in EU, EFTA and Central European countries.



0-1  $\mu$  pour la Russie et 0-2  $\mu$  pour la norme internationale. On retrouve des disparités similaires pour d'autres classes granulométriques selon différents pays (Verheye et Ameryckx, 1984). Ce type de différence a des répercussions très importantes sur l'ensemble des variables pédologiques utilisées de façon courante dans les interprétations agronomiques. Actuellement, les standards internationaux (FAO, ISO) sont de plus en plus adoptés, mais l'utilisation des données anciennes issues d'archives reste problématique.

Pour l'ensemble des pays, les méthodes de cartographie sont, dans leur grande majorité, basées sur des principes pédogénétiques. Les données relevées sur le terrain ou mesurées sur des échantillons rapportés au laboratoire, sont principalement des variables pédologiques (texture, teneur en matière organique, pH, profondeur, charge en éléments grossiers, etc.). Ces variables sont mises en relation avec des variables physiographiques (nature du substrat, formes du relief, occupation du sol, type de climat...) afin d'identifier les facteurs pédogénétiques à l'origine de la diversité et de l'organisation des sols dans l'espace. Quelques pays ont réalisé un échan-

**Tableau 2** - Etat d'avancement des programmes de cartographie des sols en Europe centrale et orientale (excepté ex-Yougoslavie et ex-URSS).

**Table 2** - State of progress of soil mapping programmes in Central and Oriental European countries (except former Yugoslavia and USSR).

Pays	Date début	Echelle 1/x 000	% surface p:pays, za:zones agricoles	Coordination	Responsabilités
Albanie	1950	50 - 200		Nationale	Agriculture
Bulgarie				Nationale	Agriculture
Hongrie	1935	25 - 100	100 % (p)	Nationale	Recherche agronomique
Lituanie	1950	10-50-300	100 % (p)	Nationale	Recherche agronomique
Pologne	1956	5	100 % (za)	Nationale	Recherche agronomique
Roumanie	1964	10-50-200	100 % (p)	Nationale	Recherche agronomique
Slovaquie	1961	10-50-200	100 % (p)	Nationale	Recherche science du sol
R. Tchèque	1962	10 - 50	100 % (p)	Nationale	Recherche agronomique, géologie

tillonnage systématique de leur territoire selon une grille prédéfinie : par exemple, Angleterre (5x5km), Autriche (4x4km), Danemark (7x7km). En général, quelle que soit la méthode de prospection, la plupart des pays suivent une approche multi-échelle consistant en un aller-retour entre une connaissance fine des lois de distribution aux grandes échelles et un inventaire régulier aux petites échelles (Lagacherie *et al.*, 1995).

La publication cartographique est toujours basée sur le modèle choroplèthe (i.e. une carte composée de polygones adjacents appelés plages cartographiques). Les sols sont classés selon des typologies nationales ou internationales basées pour la majorité d'entre elles sur les mêmes grandes lois pédogénétiques. Ces méthodes de classification possèdent toutefois des particularités locales qui entraînent des différences d'interprétation et peuvent donc modifier le dessin des limites cartographiques séparant les polygones. Aux échelles moyennes et petites, il est impossible de représenter tous les types de sols sur une carte à cause de leur très grande variabilité spatiale. Ils sont alors regroupés en « associations de sols », concept utilisé par tous les pays (Simonson, 1971).

## CONSTITUTION ET UTILISATION DES BASES DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Comme d'autres disciplines, la science du sol s'est heurtée aux problèmes de la représentation cartographique d'un objet complexe à une échelle donnée. De plus, la multiplicité et la complexité des demandes ainsi que le coût des publications ont incité les auteurs à chercher d'autres modes de représentation. Dans les années 60-70, la plupart des pays ont privilégié la publication de cartes pédogénétiques car elles permettaient une représentation synthétique des connaissances acquises. L'inconvénient majeur de ce choix est l'utilisation d'un langage spécialisé parfois difficilement interprétable (Jamagne *et al.*, 1993). Par la suite, le choix s'est orienté vers une représentation simultanée de multiples variables sur un même document. Plus informatif, ce mode d'expression pose des problèmes de lisibilité et donc d'accessibilité rapide aux informations pertinentes pour l'utilisateur. Ces difficultés de transfert des informations sont en partie à l'origine d'un désintérêt pour les cartes pédologiques jugées trop académiques et/ou d'un usage trop complexe (Msanya *et al.*, 1987).

A partir du milieu des années quatre-vingt puis au cours des années quatre-vingt-dix, tous les pays ont élaboré des bases de données géographiques (Bullock, 1999). Une revue générale des systèmes numériques mis en place permet de dégager des traits communs dans leur conception (King *et al.*, 1994). La structure de ces systèmes comprend : (1) un ensemble géométrique constitué à partir de la digitalisation des limites pédologiques, (2) un ensemble sémantique incluant la liste des unités typologiques de sols (unités simples ou regroupées en associations) avec une description de leurs caractéristiques. Relié à ces deux ensembles, il est constitué : (3) une base de données des profils de sols ou observations ponctuelles

avec leurs coordonnées géographiques et des tableaux précisant la description des sols sur le terrain et les résultats des analyses effectués au laboratoire sur les différents horizons prélevés.

Il est difficile de dresser un état d'avancement de la digitalisation des cartes pédologiques disponibles en Europe. De nombreux pays se heurtent au problème de la récupération de données anciennes qui ne répondent pas toujours aux exigences informatiques actuelles (cf. par exemple : Schwartz *et al.*, 1997 ; Walter *et al.*, 1997). C'est fréquemment le cas dans les pays d'Europe centrale et orientale qui disposent d'importants volumes d'archives sous forme papier (cf. paragraphe précédent). Les nombreuses synthèses réalisées sont en cours de digitalisation, mais ces cartes ne possèdent pas toute la richesse des données de terrain initialement recueillies. Quelques pays ont tenté sans succès la constitution de bases de données sur des concepts nouveaux (exemple du programme PNCTA espagnol ; Ibanez *et al.*, 1999). Les essais utilisant la géostatistique, la logique floue, les modèles numériques de terrain ou une vision tridimensionnelle de la couverture pédologique ne concernent que des études locales ou restent limités au domaine de la recherche méthodologique.

Tous les pays, tant au niveau européen qu'au niveau mondial, reconnaissent que la mise en forme et la numérisation des données anciennes sont des actions nécessaires mais cependant insuffisantes pour répondre aux besoins exprimés par la société. Certaines analyses chimiques, physiques ou biologiques n'étaient pas d'un usage courant dans le passé (exemple des éléments traces métalliques) ou n'étaient informées que de façon qualitative (exemple de la réserve en eau). L'utilisation des bases de données nécessite donc l'acquisition de nouvelles informations non seulement sur les surfaces non prospectées dans le passé mais également sur les surfaces déjà cartographiées. Afin de diminuer les coûts de ces nouvelles acquisitions, les concepts de fonctions de pédotransfert (Bouma et Van Lanen, 1986) et de règles de pédotransfert (Daroussin et King, 1997) ont été définis en Europe. Il s'agit tout simplement d'établir des relations logiques ou mathématiques capables d'estimer des variables non mesurées à partir des variables disponibles dans les bases de données géographiques. Ces fonctions et règles sont établies à partir d'un jeu de données soigneusement sélectionné, pour être ensuite soumises à la critique internationale (Bruand *et al.*, 1997).

## UN NOUVEL OBJECTIF : LA SURVEILLANCE DES SOLS

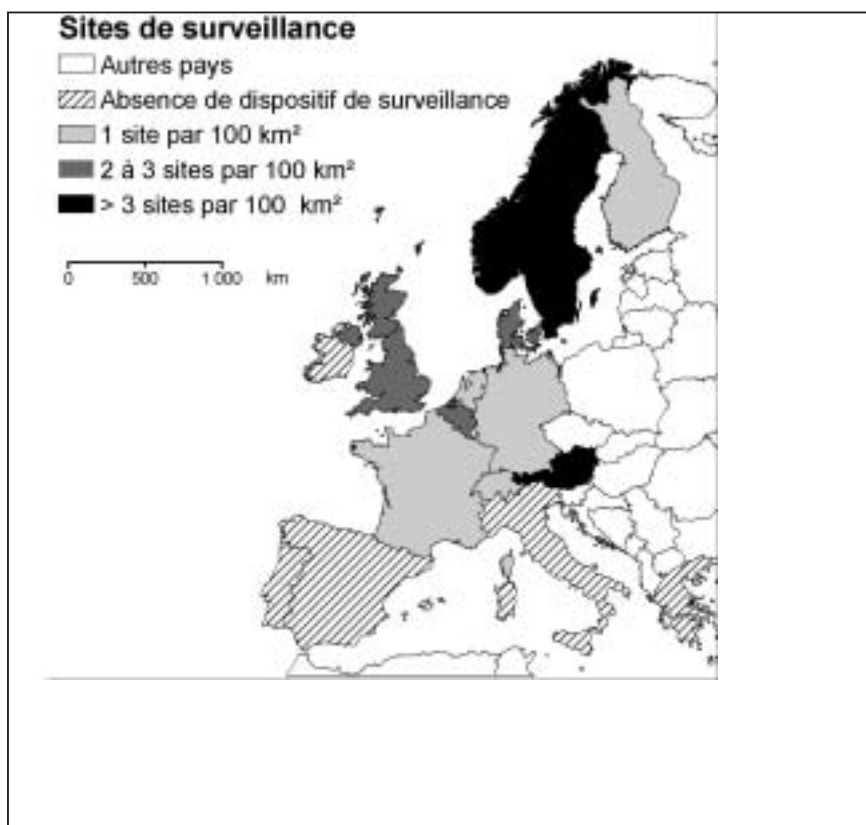
Les méthodes de cartographie sont basées principalement sur des variables pérennes du milieu (par exemple, la composition granulométrique des horizons). Les bases de données et les cartes présentées reflètent les grandes structures du milieu afin de gérer l'espace et d'organiser les activités humaines en conséquences. Face aux pressions croissantes subies par le sol et face à un souci de quantification précise des variables descriptives pédologiques, il apparaît un besoin urgent de suivi de la qualité des sols à moyen et long

termes (EEA, 2001). Les variables concernées sont celles pouvant exprimer des tendances parfois irréversibles : par exemple, la baisse de la teneur en carbone organique, l'acidification, l'augmentation des teneurs en éléments traces métalliques, etc. (EEA, 1995). Pour répondre à ce besoin nouveau, les pays ont mis en place des réseaux de surveillance des sols pour des objectifs variés : suivi de la santé des forêts, surveillance de la qualité des eaux, évolution des propriétés chimiques et physiques des sols agricoles, sensibilité des écosystèmes naturels, etc. Une enquête réalisée par l'Agence Européenne de l'Environnement (Arrouays *et al.*, 1998) a permis de mettre en lumière les points d'accord mais aussi de divergence entre les différents systèmes nationaux.

La surveillance des sols est réalisée dans tous les pays à partir de sites de taille restreinte (de 100 m<sup>2</sup> à quelques hectares). Par contre, la densité des réseaux est très différente d'un pays à l'autre, les valeurs les plus fortes se situant dans les pays du nord ainsi que pour l'Autriche (figure 2). Cela est en partie dû au thème des « pluies acides » (Dambrine *et al.*, 1998) qui a mobilisé très tôt ces pays plutôt que ceux du sud ou de l'ouest. Les pays euro-méditerranéens apparaissent dépourvus de ce type de dispositif malgré de nombreux travaux sur le problème de la désertification. Toutefois, le nombre de sites d'un réseau n'est pas le seul descripteur à prendre en compte. Il faut également connaître la nature et la qualité des analyses réalisées, le degré d'harmonisation du dispositif entre les régions d'un même pays, la périodicité de retour sur chaque site, etc. Ces différents paramètres sont très variables d'un pays à l'autre en fonction des objectifs annoncés. Il est actuellement difficile d'avoir une vue exhaustive de toutes ces caractéristiques pour les programmes en cours

**Figure 2 -** Densité des sites de surveillance des sols pour les pays de l'Union Européenne et EFTA (année 1999).

**Figure 2 -** Density of soil monitoring sites in EU and EFTA countries (1999)



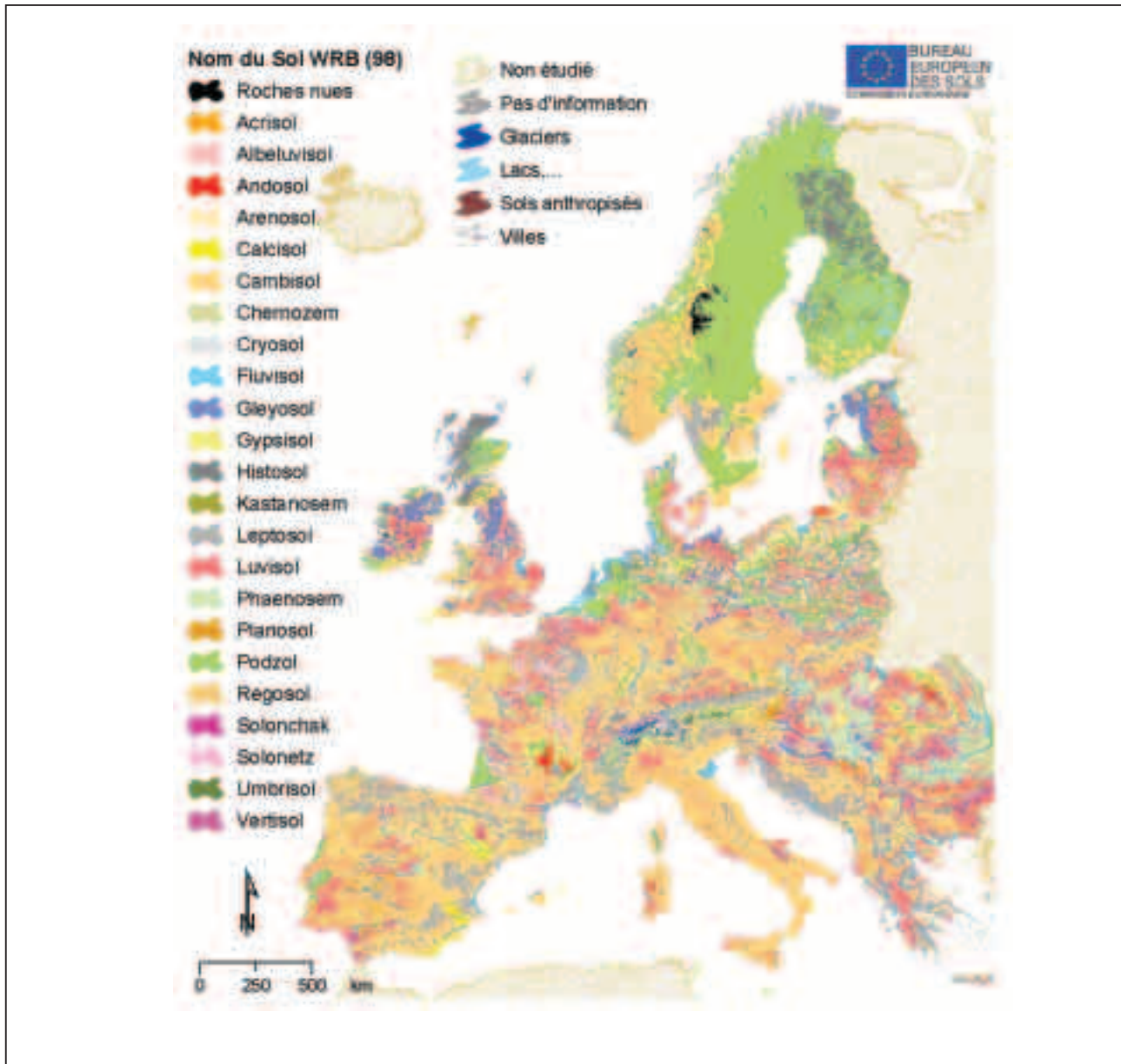
en Europe (EEA, 2001). On notera enfin que l'accès aux données de base est le plus souvent limité par des clauses de confidentialité.

Les caractéristiques du sol mesurées dans la plupart des programmes sont la granulométrie, le carbone organique, le pH, des paramètres chimiques comme la capacité d'échange cationique. Les caractéristiques suivies dans un nombre de cas plus restreint concernent les propriétés physiques : densité apparente, stabilité des agrégats, conductivité hydraulique, propriétés de rétention en eau. Les éléments traces métalliques ne sont pas toujours mesurés, ou alors pour des périodes de temps trop longues et donc incapables de fournir des détections rapides de changement. Certains paramètres biologiques ne sont jamais mesurés comme la biomasse microbienne du sol, la respiration du sol, le potentiel de minéralisation ou la faune du sol. Il est vrai que bon nombre de ces derniers paramètres présentent des variations saisonnières et qu'ils sont très dépendants des conditions climatiques précédant les observations.

Les méthodes d'échantillonnage à l'échelle d'un site sont très variées : prélèvement par horizon pédologique, prélèvement à profondeur constante, échantillon unique ou répétition sur une grille, obtention d'un composite par multi-échantillonnage, etc. Le choix de ces méthodes est déterminant pour l'interprétation des résultats (Wagner *et al.*, 2000). Une majorité de pays a adopté des méthodes de prélèvement d'échantillons composites. Selon les pays, l'usage des sols sur ces sites est réglementé ou au contraire laissé libre de toute évolution. Le choix des sites et donc la représentativité nationale du réseau de mesures sont des éléments essentiels (Arrouays *et al.*, 2001) mais souvent guidés par les impératifs budgétaires. Il en est de même de la périodicité des mesures

**Figure 3** - Carte simplifiée du nom de sol dominant par unité cartographique selon la nomenclature WRB (FAO-ISRIC-ISSS, 1998). Variable extraite de la base de données géographique des sols d'Europe à l'échelle du 1/1 000 000.

**Figure 3** - Simplified map of the dominant soil within each mapping unit according to the WRB (FAO-ISRIC-ISSS, 1998). Item extracted from the European geographical soil database at 1:1,000,000 scale.



qui varie de 1 à 10 ans selon les paramètres suivis. Ces contraintes budgétaires accroissent les distinctions entre états-membres.

Cette brève revue permet de constater que les programmes nationaux de surveillance des sols sont très différents les uns des autres. Ils sont pourtant beaucoup plus récents que les programmes d'inventaire. Il est vrai que, dès qu'un programme de suivi est lancé, il devient très difficile de modifier les protocoles au cours du temps sinon

on risque de ne jamais pouvoir comparer les résultats d'un prélèvement à l'autre. Cela explique une certaine réticence des pays à modifier leurs propres protocoles en vue d'une harmonisation européenne. Dans l'état actuel des connaissances, il est donc impossible d'établir de véritables comparaisons internationales et donc de posséder une vision européenne même grossière de l'évolution de la qualité des sols.



**Figure 4-** Extension de la base de données géographique des sols d'Europe aux pays du pourtour méditerranéen.

**Figure 4-** Extension of the European geographical soil database to the Mediterranean countries



## VERS UNE HARMONISATION À L'ÉCHELLE EUROPÉENNE

Que ce soit sur les programmes d'inventaire ou sur ceux de la surveillance, il est clair que les disparités sont très fortes de l'Europe. Une gestion durable du patrimoine « sol » est un objectif qui dépasse largement les frontières des pays et qui implique la mise en place d'une véritable politique d'information sur les sols en Europe (King *et al.*, 1998). Nous évoquerons ici les deux principales structures qui ont été constituées pour promouvoir et accompagner ces actions : d'une part le Bureau Européen des Sols et d'autre part le Centre Thématique Européen sur l'Environnement Terrestre. Nous ne détaillerons pas ici les travaux d'organismes internationaux ayant inclus l'Europe dans des projets mondiaux, même si ces programmes ont également fait progresser de façon évidente les travaux de recueil et d'harmonisation des données de sols (ISRIC-UNEP, 1990 ; FAO, 1991).

Le Bureau Européen des Sols (BES) a été créé par la Commission Européenne en 1996 (Montanarella et Jones, 1999) mais il est en fait issu d'une coopération initiée dès les années soixante-dix entre les principaux centres nationaux de cartographie des sols du continent européen (Jamagne *et al.*, 1993 ; King et Le Bas, 1996). Le BES comprend un secrétariat localisé au Centre Commun de Recherche d'Ispra en Italie, un comité consultatif et un réseau scientifique animé par un comité directeur. Ses activités sont menées au sein de groupes de travail. Les principaux thèmes abordés sont :

- la cartographie des sols aux échelles du 1/1 000 000 et du 1/250 000,

- l'élaboration des bases de données associées,

- la réalisation de projets thématiques : potentialités agricoles, prévision des rendements (programme MARS ; Vossen, 1993), risque d'érosion (programme PESERA ; Kirkby *et al.*, 2000 ; Le Bissonais *et al.*, 2000), fonds géochimique...

- la constitution de bases de connaissances (fonctions et règles dites de pédotransfert, base de données HYPRES ; Bruand *et al.*, 1997),

- la diffusion et l'accessibilité aux informations pédologiques (Jones, 1998),

- l'harmonisation des méthodes analytiques,

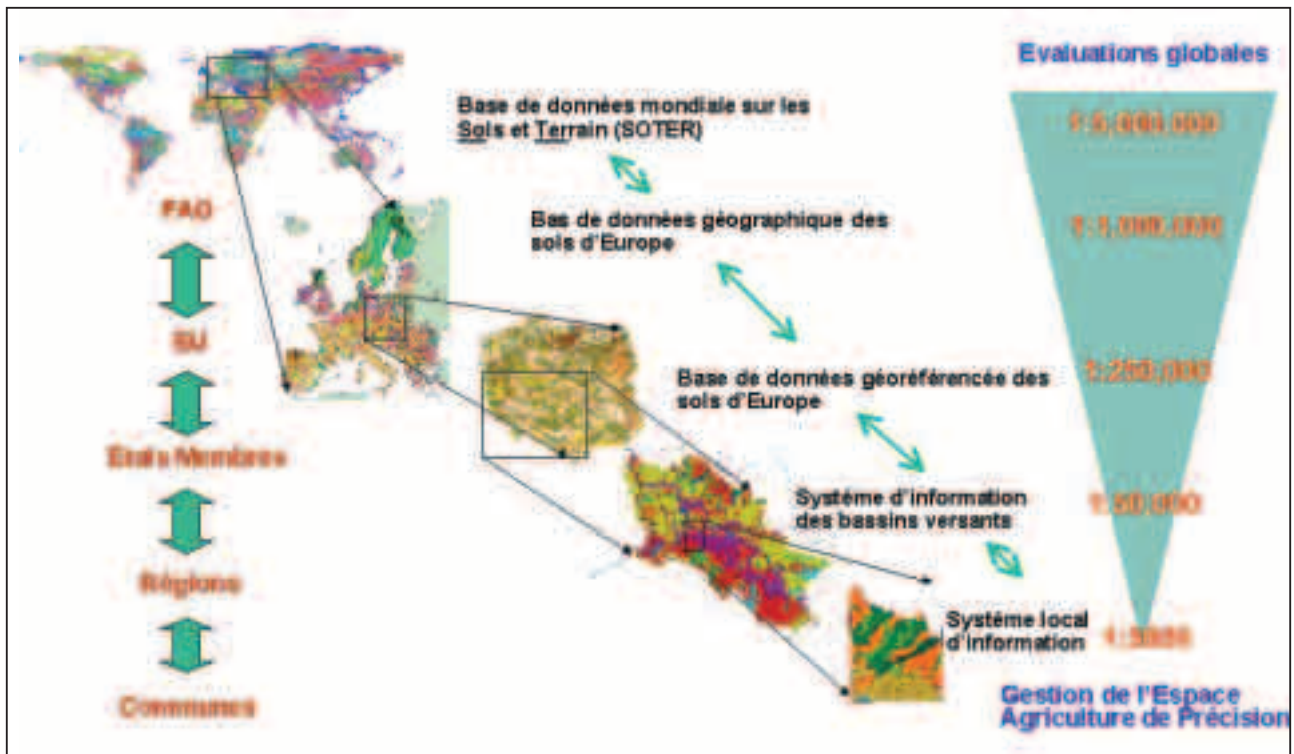
- les bases de données analytiques (Madsen et Jones, 1995) et la surveillance des sols à l'échelle européenne.

L'un des principaux travaux achevés en 1999 est la base de données géographiques des sols d'Europe à l'échelle du 1/1 000 000 (*figure 3*). Elle comprend désormais tous les pays de l'Europe continentale, Est et Ouest réunis. Elle est en train d'être étendue à l'ensemble de la Russie et aux pays du pourtour méditerranéen (Jamagne *et al.*, 2001) (*figure 4*). Elle a permis de constituer une première plate-forme d'harmonisation et d'échange d'informations en lien avec les programmes de la FAO. Cependant, l'échelle est encore très insuffisante face aux besoins exprimés. Des travaux au 1/250 000 (Finke *et al.*, 1998) sont en cours de façon coordonnée sur des sites pilotes appartenant à plusieurs pays d'Europe. A terme, l'ensemble de ces projets devrait aboutir à un système d'information multi-échelles sur les sols d'Europe -EUSIS- permettant un lien entre les données internationales et les données nationales ou régionales (*figure 5*).

Par ailleurs, il faut désormais inclure dans ces systèmes d'information la dimension temporelle afin de quantifier l'évolution des ressources en sols. Un

**Figure 5-** Le système multi-échelle d'information sur les sols de l'Europe (EUSIS)

**Figure 5-** The nested multiscale soil information system of Europe (EUSIS)



nouveau groupe de travail sur la surveillance des sols vient d'être créé en 2002 par le Bureau Européen des Sols en vue de fournir un support technique et scientifique aux gestionnaires et décideurs européens. L'une des difficultés sera de quantifier l'ampleur et la dimension spatiale des dégradations en établissant un lien entre les bases géographiques et les futurs systèmes de surveillance. Ce groupe travaille de concert avec d'autres projets et instances européennes décrits ci-après.

Le Centre Thématique Européen sur l'Environnement Terrestre (CTE/ET) a été créé en 2000 par l'Agence Européenne de l'Environnement après l'interruption du Centre Thématique sur les Sols. Le CTE/ET a pour mission d'élaborer un suivi environnemental des sols, de l'occupation des sols et des zones côtières. Ce centre thématique est constitué d'organismes européens chargés par l'Agence de collecter les informations nécessaires pour établir un bilan environnemental sur les thèmes cités. Ce travail a déjà fait l'objet de rapports (EEA, 2000 ; EEA, 2001) soulignant l'évolution préoccupante des pressions exercées sur les sols et l'accroissement des dégradations observées. Le CTE/ET note également l'absence préoccupante de système harmonisé pour la surveillance des sols à l'échelle européenne. Il propose l'établissement d'un « réseau de surveillance des sols européens » (EuroSoilNet) qui permettrait de comparer et d'échanger les données appartenant aux systèmes nationaux existants.

Parmi les autres actions internationales présentes en Europe, nous pouvons citer le programme de coopération internationale « forêts » (ICP forest) dont l'objectif est de suivre et d'évaluer l'impact des retombées atmosphériques sur les arbres forestiers (Van Ranst *et al.*, 1998). Ce programme comprend un volet de surveillance des sols avec plus de 600 parcelles d'observation. C'est le seul programme de surveillance des sols actuellement coordonné à l'échelle de l'Europe continentale. D'autres bases de données existent mais elles n'ont pas pour objectif le suivi des paramètres du sol au cours du temps : par exemple, la base WISE (World Inventory of Soil Emission), la carte digitalisée des sols du monde (FAO, 1991), la base SOTER (Soil and Terrain Database ; UNEP-ISSS-ISRIC-FAO, 1995), la base ISIS correspondant à l'informatisation de profils pédologiques disponibles sous forme de monolithe à l'ISRIC (Wageningen, Pays-Bas).

La plupart de ces programmes ont été ou sont encore soutenus par la Commission Européenne ou d'autres instances internationales. Toutefois, leur réalisation est principalement fondée sur un effort de chacun des pays impliqués. De plus, au sein de la Commission, les utilisateurs des informations sur les sols se trouvent répartis dans les différentes Directions Générales (Agriculture, Environnement, Recherche, Régions, Transports...). Le problème est identique au sein de l'Agence Européenne de l'Environnement où le thème « sol » est inclus dans un centre thématique recouvrant l'occupa-

tion du sol et le littoral. On observe donc une certaine dispersion des activités et parfois un manque d'efficacité face à des besoins urgents. Le Bureau Européen des Sols s'impose progressivement comme une structure de coordination non seulement au sein de la Commission mais également entre les différents partenaires que sont l'Agence Européenne de l'Environnement, les différents ministères nationaux (essentiellement environnement et agriculture), les principaux centres de ressources et d'expertises pédologiques en Europe et les autres instances internationales intéressées par les sols (FAO, EGS –European Geological Survey-, ISRIC, UNEP...).

La réalisation d'une base de données sur les sols à l'échelle du 1/1 000 000 concrétise cet effort de coordination mais ce résultat ne doit pas masquer le fait qu'il reste encore un travail considérable à réaliser dans le domaine de l'harmonisation des méthodes, la collecte de nouvelles données plus pertinentes face aux enjeux sur les sols, et enfin, sur l'élaboration de techniques d'aide à la décision dans le domaine de la gestion durable et de la protection des ressources en sols. L'absence de directive sur l'usage des sols reste un point crucial que devra aborder la Commission Européenne dans les années à venir. Dans cette perspective, elle a mis en place un comité constitué des représentants des ministères de l'environnement en Europe (European Soil Forum) et elle a rendu officielle une « communication sur les sols » (CCE, 2002) qui servira de plate-forme de discussions entre les états membres et les instances législatives et décisionnelles communautaires.

## CONCLUSION

Comme pour de nombreux autres domaines scientifiques, il existe une très grande diversité des approches dans le domaine de la connaissance des sols en Europe. On note également une grande disparité en terme de qualité et de quantité d'informations entre les pays. La Science du Sol est une science jeune qui est restée dispersée entre différents pôles d'intérêt. Elle a été prise en charge par des hommes et des structures provenant de disciplines diverses incluant des agronomes, des forestiers, des géologues, des géotechniciens, etc. De plus, les différents pays d'Europe ont connu des décideurs politiques qui ont accordé une importance plus ou moins grande à la gestion et à la sauvegarde à long terme des ressources en sols. On constate ainsi pour les programmes d'inventaire comme pour les programmes de surveillance pourtant assez récents, une grande hétérogénéité de l'état d'avancement de ces programmes d'un pays à l'autre et de nombreuses difficultés dans l'harmonisation et l'échange de données entre les pays.

Depuis une trentaine d'années, des actions coordonnées à l'échelle européenne ont permis d'engager une réflexion communautaire. Il a fallu d'abord gérer la production agricole et connaître les potentialités intrinsèques des sols pour réaliser des inter-comparaisons entre pays. Plus récemment, les problèmes environnementaux ont renforcé la nécessité d'une gestion trans-nationale des ressources en sols. Une première base de données géogra-

phique des sols à l'échelle du 1/1 000 000 a servi de point de référence. Sa précision reste toutefois insuffisante face aux demandes d'information exprimées. Pour l'avenir, un nouveau besoin apparaît pour mieux connaître les évolutions à long terme des propriétés et des fonctions des sols. Toutefois, les programmes de surveillance des sols sont inexistant dans beaucoup de pays et actuellement limités aux sols forestiers à l'échelle européenne. La constitution d'un programme de surveillance internationale est donc un enjeu majeur pour l'Europe.

Les scientifiques de la Science du Sol ont largement progressé ces dix dernières années dans la structuration de leurs travaux, l'harmonisation de leurs méthodes et l'échange réciproque de leurs bases de données. Par contre, il n'existe pas d'équivalent au plan institutionnel pour la gestion et la conservation des sols. Le problème est souvent interne à chaque pays mais il se vérifie surtout entre les différents états européens. Par rapport à d'autres pays comme les Etats Unis ou l'Australie où il a fallu très tôt organiser la gestion du territoire, l'Europe apparaît comme un continent morcelé où les habitudes locales ont entraîné une absence de législation sur les sols. Cela est vrai surtout pour les pays de l'Europe de l'Ouest puisque les pays d'Europe centrale et orientale ont inclus durant les cinquante dernières années le sol dans la gestion planifiée de la production agricole. A l'avenir, l'émergence d'une conscience environnementale sur la préservation des ressources naturelles, devrait conduire les pays européens à introduire le sol, comme l'eau et l'air, dans leurs réflexions économiques et politiques communautaires à long terme.

## Remerciements

Les auteurs remercient les personnes appartenant aux réseaux mentionnés dans cet article qui ont aimablement accepté de fournir les documents et les conseils nécessaires à la rédaction de cette synthèse, tout spécialement Eric van Baren, Peter Bullock, Marcel Jamagne et Nicolas Saby pour leur aide efficace.

## BIBLIOGRAPHIE

- Arrouays D., Vogel H., Eckelmann W., Armstrong-Brown P., Loveland P., Coulter B., 1998 - Soil monitoring networks in Europe. 16th World Congress of Soil Science. 20-26/08/98. Montpellier.
- Arrouays D., Thorette J., Daroussin J., King D., 2001 - Analyse de représentativité de différentes configurations d'un réseau de sites de surveillance des sols. *Etude et Gestion des Sols*. 8(1). 7-17.
- Blum W.E.H., 1990 - The challenge of soil protection in Europe. *Environmental conservation*. 17. 72-74.
- Boiffin J. et Stengel P., 2000 - Réapprendre le sol : nouvel enjeu pour l'agriculture et l'espace rural. In : *Déméter, Economie et stratégies agricoles*. Armand Colin. 148-199.
- Bouma J. et Van Lanen H.A.J., 1986 - Transfer functions and threshold values: from soil characteristics to land qualities. In: *Proceedings of the international workshop on quantified land evaluation procedures*. 27/04 - 2/05/1986. Washington D.C. 106-110.
- Bruand A., Duval O., Wösten J.H.M., Lilly A. (Eds), 1997 - *The use of pedotransfer*

- in soil hydrology research in Europe. Proceedings of the second workshop of the project 'Using existing soil data to derive hydraulic parameters for simulation modelling in environmental studies and in land use planning'. 10-12/10/1996, Orléans, France. INRA Orléans and EC/JRC Ispra, 211 p.
- Bullock P., 1999 - Soil resources of Europe: an overview. In: Soil resources of Europe. Bullock P., Jones R.J.A., Montanarella L. (Eds). European Soil Bureau, Research Report n° 6. EUR 18991 EN. JRC Ispra. 15-25.
- CCE, 2002 - Vers une stratégie thématique pour la protection des sols. Communication de la Commission au Conseil, au Parlement européen, au Comité économique et social et au Comité des régions. 16 avril 2002. Commission des Communautés Européennes. Bruxelles. 39 p.
- Dambrine E., Thomas A.L., Party J.-P., Probst A., Boudot J.-P., Duc M., Dupouey J.-L., Gegout J.-C., Guerold F., King D., Landmann G., Maitat O., Nicolai M., Pollier B., Thimonier A., 1998 - Acidité des écosystèmes forestiers dans les Vosges gréseuses : distribution, évolution, rôle des dépôts atmosphériques et conséquences biologiques. C.R. Acad. Agric. Fr., 84, 5, 75-94.
- Daroussin J., King D., 1997 - A pedotransfer rules database to interpret the soils geographical database of Europe for environmental purposes. In: The use of pedotransfer in soil hydrology research in Europe. Proceedings of the second workshop of the project 'Using existing soil data to derive hydraulic parameters for simulation modelling in environmental studies and in land use planning'. 10-12/10/1996, Orléans, France. INRA Orléans and EC/JRC Ispra. 25-40.
- Dron D., 2001 - Saisir la chance de l'environnement ? les agricultures françaises au milieu du gué. Le courrier de l'environnement de l'INRA. 43. 5-11.
- Eckelman W. and Hartwich R., 1996 - Soil mapping of the FISBo BGR soil information system. In: Soil databases to support sustainable development. Le Bas C. et Jamagne M. (Eds). EUR 16371 EN. INRA Orléans. 49-55.
- EEA, 1995 - Europe's environment. The Dobri- Assessment. Edité par : Stanners D. et Bourdeau P. Office for official publications of the European Communities, Luxembourg.
- EEA, 2000 - Down to Earth: soil degradation and sustainable development in Europe. Environmental issues series. n° 16. European Environment Agency. Copenhagen. 32 p.
- EEA, 2001 - Proposal for a European soil monitoring and assessment framework. EEA Technical report n° 61 prepared by: Huber S., Syed B, Freudenschuch F., Ernstsen V., Loveland P., Gentile A.R. 58 p.
- FAO, 1991 - The digitized soil map of the world. World Soil Resources Reports n° 67. FAO Rome.
- FAO-UNESCO, 1990 - Soil map of the world. Revised legend FAO. Rome. 70p.
- FAO-ISRIC-ISSS, 1998 - World Reference Base for Soil Resources (WRB). World Soil Resources Report 84. Rome. 88 pp.
- FAO-ESB, 2000 - The European Soil Information System. Proceedings of a technical consultation. Rome 2-3/9/99. World Soil Resources Reports n° 91. FAO Rome. 150 p.
- Finke P., Hartwich R., Dudal R., Ibanez J., Jamagne M., King D., Montanarella L., Yassoglou N., 1998 - Georeferenced soil database for Europe. Manual of procedures. ESB scientific Committee. EUR 18092 EN. JRC Ispra. 184 p.
- Heineke H.J., Eckelmann W., Thomasson A.J., Jones R.J.A., Montanarella L., Buckley B. (Eds), 1998 - Land Information Systems. Development for planning the sustainable use of land resources. European Soil Bureau, Research report n° 4, EUR 17729 EN. Office for publications of the European Communities. Luxembourg. 546 p.
- Ibanez J.-J., Sanchez Diaz J., De La Rosa D., De Alba S., 1999 - Soil survey, soil databases and soil monitoring in Spain. In: Soil resources of Europe. Bullock P., Jones R.J.A., Montanarella L. (Eds). European Soil Bureau, Research report n° 6. EUR 18991 EN. JRC Ispra. 135-144.
- ISRIC - UNEP, 1990 - Oldeman I.R., Hakkeling R.I.H., Sombroek W. (Coord.) - World Map of the status of human-induced soil degradation, Global assessment of soil degradation (GLASOD). ISRIC, Wageningen. 3 maps, 27p.
- Jamagne M., King D., Daroussin J., Le Bas C., 1993 - Evolution et état actuel des programmes européens de connaissance et de gestion des sols. Bull. Rech. Agron. Gembloux, 28, (2-3), 135-163.
- Jamagne M., Montanarella L., Daroussin J., Eimberck M., King D., Lambert J.-J., Le Bas C., Zdruli P., 2001 - Methodology and experience from the soil geographical database of Europe at 1:1,000,000 scale. In: Soil resources of Southern and Eastern Mediterranean countries. Zdruli P., Steduto P., Lacirignola C., Montanarella L. (Eds). Options méditerranéennes. CIHEAM, Bari. 27-47.
- Jones R.J.A., 1998 - Access to soil databases and their use in a European context. Edaphologia. 4, 37-48.
- King D., Daroussin J., Jamagne M., 1994 - Proposal for a model of a spatial organization in soil science. Example of the European Community Soil Map. Journal of the American Society for Information Science. Sp. issue. 45(9), 705-717.
- King D., Meyer-Roux J., Thomasson A.J., Vossen P., 1998 - A proposed European soil information policy. In: Land Information Systems. Development for planning the sustainable use of land resources. Heineke H.J., Eckelmann W., Thomasson A.J., Jones R.J.A., Montanarella L., Buckley B. (Eds). European Soil Bureau Research report n° 4, EUR 17729 EN. Office for publications of the European Communities. Luxembourg. 11-18.
- King D. et Le Bas C., 1996 - Towards a European Soil Information System: past activities and perspectives of the Soil & GIS support group. In: Soil databases to support sustainable development. Le Bas C. et Jamagne M. (Eds). EUR 16371 EN. INRA Orléans. 115-124.
- Kirkby M.J., Le Bissonnais Y., Coulthard T.J., Daroussin J., McMahon M.D., 2000 - The development of land quality indicators for soil degradation by water erosion. Agriculture, Ecosystems & Environment. 81, 2, 125-135.
- Lagacherie P., Legros J.-P., Burrough P.A., 1995 - A soil survey procedure using the knowledge on soil pattern of a previously mapped reference area. Geoderma. 65. 283-301.
- Le Bas C., Jamagne M. (Eds), 1996 - Soil databases to support sustainable development. 2nd meeting of the Heads of Soil Surveys of the European Union countries. EUR 16371 EN. INRA Orléans. 149 p.
- Le Bissonnais Y., Montier C., Jamagne M., Daroussin J., King D., 2000 - Mapping erosion risk for cultivated soil in France. Catena. 46, 207-220.
- Madsen H.B. et Jones R.J.A., 1995 - Soil profile database for the European Union. Danish Journal of Geography. 95. 49-57.
- Meyer-Roux J., 1987 - The ten-year research and development plan for the application of remote sensing in agriculture statistics. Technical report. CEC-DGVI, JRC Ispra. 23 p.
- Montanarella L. et Jones R.J.A., 1999 - The European soil bureau. In: Soil resources of Europe. Bullock P., Jones R.J.A., Montanarella L. (Eds). European Soil Bureau, Research Report n° 6. EUR 18991 EN. JRC Ispra. 3-14.
- Msanya A.B., Langohr R. and Lopulisa C., 1987 - Testing and improvement of a questionnaire to users of soil maps. Soil Survey and Land Evaluation. 7, 33-42.
- Nachtergaele F., 1990 - Soil surveyors: an endangered species. Soil survey horizons. 31. 83-84.
- Robert M., 1996 - Le sol: interface dans l'environnement, ressource pour le développement. Sciences de l'environnement. Masson. Paris. 241 p.
- Schvartz C., Walter C., Claudot B., Bouedo T., Arousseau P., 1997 - Synthèse nationale des analyses de terre. I. Constitution d'une banque de données cantonales. Etude et Gestion des Sols. 4(3), 191-204.
- Simonson R.W., 1971 - Soil association maps and proposed nomenclature. Soil Science Society of America Proceedings. 35, 959-965.
- Soil Survey Staff, 1990 - Keys to soil taxonomy. Fourth ed. SMSS. Technical monograph n° 19. 422 p.
- UNEP-ISSS-ISRIC-FAO, 1995 - Global and national soils and terrain digital databases (SOTER). Procedures manual. World Soil Resources report n° 74. FAO Rome.

- 
- Verhey W. et Ameryckx J., 1984 - Mineral fractions and classifications of soil texture. *Pédologie*. 2. 215-225.
- Van Ranst E., Vanmechelen L., Groenemans R., 1998 - Elaboration of a European forest soil database to monitor atmospheric pollution. In: Land Information Systems. Development for planning the sustainable use of land resources. Heineke H.J., Eckelmann W., Thomasson A.J., Jones R.J.A., Montanarella L., Buckley B. (Eds). European Soil Bureau, Research report n° 4, EUR 17729 EN. Office for publications of the European Communities. Luxembourg. 51-67.
- Vossen P., 1993 - Forecasting of national crop production. *Advances in remote sensing*. Vol. 2. 158-165.
- Wagner G., Mohr M.-E., Sprengart J., Desaulles J., Theocharopoulos S., Muntau H., Rehnert A., Lischer P., Quevauviller Ph., 2000 - Comparative evaluation of European methods for sampling and sample preparation of soils. BCR information series. Office for publications of the European Communities. Luxembourg. 206 p.
- Walter C., Schwartz C., Claudot B., Bouedo T., Arousseau P., 1997 - Synthèse national des analyses de terre. II. Descriptions statistique et cartographique de la variabilité des horizons de surface des sols cultivés. *Etude et Gestion des Sols*. 4(3), 205-219.

## PUBLICATIONS ET DOCUMENTS PUBLIÉS PAR L'AFES

### REVUES

#### SCIENCE DU SOL

Revue scientifique publiée de 1952 à 1993.  
Elle comporte 300 à 400 pages par an. Un index est présenté tous les ans dans le quatrième numéro.  
A cessé de paraître fin 1993. Certains numéros disponibles.

#### LA LETTRE DE L'ASSOCIATION

Publiée quatre fois par an, ce journal annonce les nouvelles de l'association, les réunions nationales et internationales ; il donne des critiques d'ouvrages, de thèses, de la documentation, etc.

La Lettre est envoyée à chaque adhérent de l'association : elle accompagne l'adhésion.

Rédacteur en chef : J.P. Rossignol, ENITH, Angers.

#### ÉTUDE ET GESTION DES SOLS

Revue trimestrielle, francophone traitant de la connaissance et de l'usage des sols.

Rédacteur en chef : M. Jamagne.

Secrétariat de rédaction : Micheline Eimberck et J.P. Rossignol.

Le Comité Éditorial est composé de trente membres de France et de pays francophones.

### OUVRAGES

#### LE LIVRE JUBILAIRE (1984)

Point sur les acquis à cette date en matière de science du sol et de pédologie.

#### FONCTIONNEMENT HYDRIQUE ET COMPORTEMENT DU SOL (1984)

#### PODZOLS ET PODZOLISATION

par D. Righi et A. Chauvel : ouvrage publié en coédition par l'AFES et l'INRA, avec le concours du CNRS, de l'ORSTOM, et de la région Poitou-Charentes (1987).

#### MICROMORPHOLOGIE DES SOLS/SOIL MICROMORPHOLOGY

par N. Fédoroff, L.M. Bresson, Marie Agnès Courty, publié par l'AFES avec le concours du CNRS, de l'INAPG, de l'INRA, du Ministère de l'Environnement et de l'ORSTOM (1985) (épuisé).

#### CARTE MONDIALE DES SOLS ET SA LÉGENDE

Présentée sous forme de deux diapositives (1984).

#### LE RÉFÉRENTIEL PÉDOLOGIQUE

Principaux sols d'Europe, deuxième édition 1995. Ouvrage collectif publié par l'AFES et l'INRA.

#### SYNTHÈSE NATIONALE DES ANALYSES DE TERRE : PÉRIODE 1990-1994

par C. Walter, C. Schvartz, B. Claudot, P. Arousseau et T. Bouedo, avec le concours du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

#### ACTES DU XVI<sup>E</sup> CONGRÈS MONDIAL DE SCIENCES DU SOL, MONTPELLIER - AOÛT 1998