MAPPE MONDE
49 1998.1

CARTOGRAPHIE DES SOLS ET INFORMATIQUE : POUR UNE THÉMATIQUE AU SERVICE DES UTILISATEURS

Michel Bornand, Jean-Marc Robbez-Masson *

RÉSUMÉ. *La pédologie a organisé son information cartographique pour mieux la mettre à disposition des utilisateurs potentiels. Dans cette démarche, l'informatique occupe une place de choix qui peut encore s'accroître à l'avenir.*

• BASE DE DONNÉES RELATIONNELLE • SIG • SOL

ABSTRACT. *Pedologists organized cartographic knowledge of soil to make its use easily available. In this context, computer science takes a prominent part, which will most likely expand in the future.*

• GIS • RELATIONAL DATA BASE • SOIL

RESUMEN. *Ha organizado la pedología su información cartográfica de tal manera que sea accesible por los utilizadores potenciales. En este paso, la informática tiene una importancia muy grande que puede crecer aún en el futuro.*

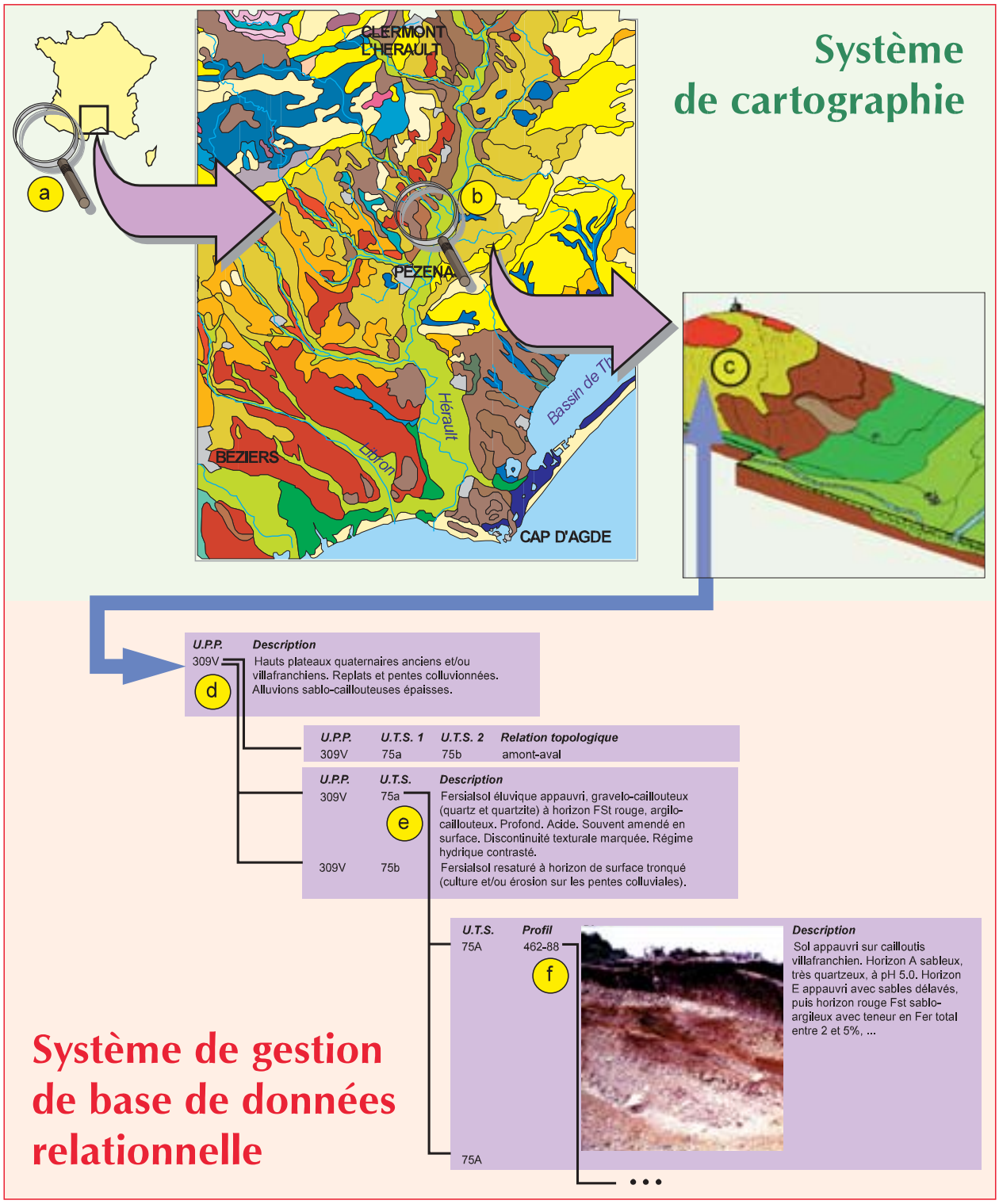
• BASE DE DATOS RELACIONAL • SIG • SUELO

Support de production de la biomasse et des paysages, le sol est aussi un système épurateur efficace face aux problèmes de pollution. La connaissance localisée des ressources en sol apparaît comme un besoin, qu'il s'agit de satisfaire mieux, plus vite et à moindre coût ; on recherche de plus en plus des données quantifiées, dont on connaît la précision et le degré d'incertitude. Face à ces enjeux, voyons comment, en France, ont évolué et se sont organisées les idées sur la cartographie des sols et quel rôle joue l'informatique dans cette nouvelle situation.

Évolution dans les conceptions sur l'analyse spatiale de la couverture pédologique

Après une phase surtout agrochimique et agrogéologique (Liebig, Boussingault, Cayeux, Demolon) centrée sur l'étude des terres cultivées, la pédologie émerge lentement en France vers 1930 avec les notions de profil et de pédogénèse à caractère essentiellement vertical (Aubert, Duchaufour, Drouineau). Ce type d'approche reste privilégié jusqu'en 1950-1960 ; la référence est presque exclusive à une taxonomie pédogénétique, seule base considérée comme valable pour structurer les connaissances sur les sols. Unités cartographiques et taxonomiques sont étroitement imbriquées, voire confondues, limitant l'expression d'une réelle approche spatiale des sols à quelques équipes isolées. Depuis 30 ans, une dissociation progressive de ces notions de taxonomie et de cartographie s'est manifestée ; des typologies régionales des sols se sont développées. C'est un tournant majeur dans la conception de l'inventaire des sols ; la carte n'a plus pour seul objectif d'être un support pour le transfert des connaissances, c'est aussi un moyen d'étude de l'organisation spatiale et du fonctionnement des sols. Deux étapes fondamentales marquent cette nouvelle orientation : le principe d'une compartimentation possible de la couverture pédologique en un nombre fini de volumes, véritables modèles, juxtaposables ou emboîtés, correspondant à des échelles successives de différenciation des paysages ; la nécessité d'une organisation rationnelle et hiérarchisée des connaissances acquises.

* UFR Science du Sol, INRA-ENSA.M, 2 place Pierre Viala, 34060 Montpellier Cedex 1



1. Structuration de la connaissance cartographique des propriétés des sols

Dans chaque région, le SIG (système d'information géographique) permet la représentation cartographique de la connaissance de la distribution et des propriétés des sols dans un champ spatial limité (a et b). L'unité pédopaysagère (UPP) 309V est décrite comme un motif d'organisation spatiale (c) de plusieurs unités typologiques de sols (UTS) (d), elles-mêmes définies par un ou plusieurs profils représentatifs (e). Chaque profil (f) est caractérisé par un ou plusieurs horizons (non représentés ici).

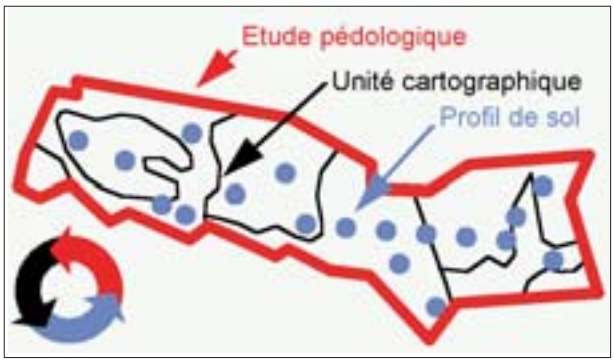
Organisation de la couverture pédologique : les modèles de base

Pour rendre compte de la vision tridimensionnelle du sol, le pédologue-cartographe a patiemment précisé les différents niveaux de représentation possible de son objet. Au stade actuel des réflexions, quatre modèles majeurs traduisent les facettes complémentaires de cette organisation et de cette structuration hiérarchique : 1) les horizons, volumes homogènes grossièrement parallèles à la surface du sol ; 2) l'unité typologique de sol (UTS), volume caractérisé par une superposition donnée d'horizons ; 3) l'unité cartographique de sol (UCS), regroupement de plusieurs unités de sols en complexes ou en association (chaîne ou séquence de sols) selon le degré d'organisation des sols au sein de cette unité ; 4) enfin, l'unité pédopaysagère (UPP) est plus récente et plus originale. L'émergence de cette notion marque une étape décisive dans une modélisation cohérente de la couverture pédologique. Elle est utilisée pour traduire les types d'organisation des sols à l'échelle de la région et de vastes paysages (échelle du 1:250 000 ou inférieure).

L'UPP est une portion de territoire ou partie de la couverture pédologique au sein de laquelle la distribution géographique des sols est déterminée par la combinaison de plusieurs facteurs du milieu physique qui commandent la pédogénèse : nature de la roche, système de modelé du relief, occupation végétale naturelle ou systèmes agronomiques. Un ordonnancement particulier des pédopaysages peut ainsi être délimité (soit directement sur le terrain, soit avec l'aide de traitements d'image appropriés : photographies aériennes, télédétection satellitaire, etc.). À ce découpage repéré et caractérisé s'associe une organisation des sols, comportant un nombre fini d'UTS. Ces sols peuvent être définis et caractérisés sur le terrain (pourcentage, nature, caractères des UTS), même si chacune des unités de sols n'est pas délimitée géographiquement au sein de l'UPP représentée sur la carte (fig. 1). La dénomination des sols fait référence au système de typologie actuellement en vigueur en France (1).

Structuration informatique des données : le développement des SIG sur les sols

Dans la dernière décennie, on assiste à une mise au point et à une clarification progressive des concepts de cartographie des sols en France (2, 3, 9). Cette structuration a été largement favorisée par les efforts d'informatisation. L'INRA a ainsi élaboré une base de données nationale sur les sols. Elle rassemble dans une structure unique l'ensemble des informations antérieurement dispersées concernant la couverture pédologique de France. Trois types d'informations complémentaires sont traitées par le système : des métadonnées caractérisant les études pédologiques ; la description des UCS, elles-mêmes composées d'une ou plusieurs UTS ; enfin, les descriptions et analyses, ponctuelles, des profils de sols représentatifs (fig. 2).



2. La base Donesol : les trois grands types d'objets décrits

La gestion des données descriptives est assurée par la base de données relationnelle Donesol (6). Elle intègre un système éprouvé pour la description des données stationnelles, et le complète en introduisant le cadre pour le stockage et la caractérisation des unités de sols aux plans pédologique (horizons et leurs attributs essentiels) et contextuel (topographie, lithologie, relief, végétation, voisinage, etc.). Elle comprend un système descripteur spécialement mis au point avec vocabulaire adapté, des procédures de validation, une notice d'emploi, des fiches et écrans de saisie, ainsi que des menus d'interrogation. Le système fonctionne sous Unix avec comme logiciel de support Oracle. Le modèle conceptuel a été construit pour permettre d'informatiser tout document de cartographie des sols, quelle que soit son échelle originelle de réalisation. Pour la gestion des données graphiques, Donesol est associé au gestionnaire de SIG Arc/Info, ce qui autorise les analyses spatiales et la réalisation d'applications thématiques dérivées. En particulier, le système permet la saisie, le traitement et la restitution des contours des études pédologiques et des unités cartographiques, ainsi que la localisation précise des points d'emplacements des profils de sols. Les transferts d'information entre la base graphique et la base descriptive sont automatisés.

Le programme « Inventaire, gestion et conservation des sols de France » (IGCS)

Sur le territoire français, ces concepts cartographiques et ces structures informatiques sont mis en œuvre dans le programme IGCS. Engagé en 1991 par l'INRA et le ministère de l'Agriculture et de la Pêche, ce programme (5) a pour objectif de rendre la connaissance des sols plus opérationnelle et accessible. Deux niveaux d'interventions complémentaires sont explorés : programmation et planification régionale de l'usage des sols pour tout type de décideurs ; gestion parcellaire des sols pour répondre au souci des praticiens agricoles. Il prévoit la couverture du territoire par grandes régions programmes. Concernant la reconnaissance des pédopaysages au 1:250 000, le Languedoc-Roussillon (4) et l'Île-de-France, l'Yonne, la Côte-d'Or, le Loiret, l'Isère et la Mayenne sont couverts ; des régions entières sont en projet ou en pourparlers d'études. À grande échelle, de nombreux secteurs de références et sites expérimentaux ont fait l'objet de travaux détaillés pour l'étude de comportements particuliers relatifs à l'irrigation, à la pollution, à l'érosion et à l'étude des flux polluants. C'est le Service d'étude des sols et de la carte pédologique de France (Orléans) qui a pour mission de fédérer, vérifier et labelliser cette information, les régions ayant la charge conjointe de la constitution et de la mise à disposition des données aux utilisateurs.

Prospective

La délimitation des unités cartographiques de sols et de pédopaysages fait aujourd'hui encore le plus souvent appel aux approches traditionnelles et manuelles. Des procédures semi-automatisées ont été mises au point ces dernières années (7, 10). Elles mettent en œuvre les techniques de traitement d'image et de combinaisons des données aisément disponibles ; les résultats, considérés comme des « prézonages », sont censés guider le pédologue dans sa campagne de terrain et sa stratégie d'échantillonnage. Dans l'autre sens, les cartographies détaillées, réalisées sur de petites aires-échantillons représentatives, aident à construire des levés pour une simulation future de la démarche cartographique (8). Cette voie pourrait permettre de prédire la probabilité d'occurrence des unités de sols sur des superficies plus vastes autour de ces secteurs d'apprentissage. On dispose ainsi d'un procédé d'aller-retour quantifié entre élaboration de connaissances grossières sur un large champ géographique et connaissances précises sur un champ limité. On mesure tout l'intérêt de ces démarches pour l'enrichissement et la mise à jour des bases de données sur les sols : c'est une ouverture possible, avec remise en cause profonde des procédures cartographiques dans leur ensemble.

Conclusion

Une évolution rapide des concepts et l'informatisation des données ont permis de faire progresser de façon considérable l'analyse spatiale de la couverture pédologique. Cette orientation devrait s'accélérer encore dans un avenir proche, si les procédures d'informatisation deviennent réellement partie intégrante de la démarche cartographique, dès le démarrage des travaux et avant le début de la campagne de terrain.

Références bibliographiques

(1) BAIZE D., GIRARD M.-C., 1995, *Référentiel pédologique*, Paris : INRA, 332 p.

(2) BORNAND M., ARROUAYS D., BAIZE D., JAMAGNE M., 1989, « Cartographie régionale des sols à l'échelle du 1/250 000 ». *Science du Sol*, 27 (1), p. 17-20.

(3) BOULAINE J., 1978, « Les unités cartographiques en pédologie. Analyse de la notion de génon », *Science du Sol*, 17, (1), p. 15-31.

(4) BORNAND M., LEGROS J.-P., ROUZET C., 1994, « Les banques régionales de données-sols. Exemple du Languedoc-Roussillon », *Étude et Gestion des Sols*, 1, p. 67-82.

(5) FAVROT J.-C., ARROUAYS D., BORNAND M., GIRARD M.-C., HARDY R., 1994, « Informatisation et spatialisation de la ressource-sol : le programme Inventaire, Gestion et Conservation des Sols », *Cahiers de l'Agriculture*, 3, p. 237-246.

(6) GAULTIER J.-P., LEGROS J.-P., BORNAND M., KING D., FAVROT J.-C., HARDY R., 1992, « L'organisation et la gestion des données pédologiques spatialisées : le projet DONESOL », *Revue de Géomatique*, 3, p. 235-253.

(7) GIRARD M.-C., AUROUSSEAU P., KING D., LEGROS J.-P., 1989, « Apport de l'informatique à l'analyse spatiale de la couverture pédologique et à l'exploitation des cartes », *Science du Sol*, 27 (4), p. 335-350.

(8) LAGACHERIE P., 1992, *Formalisation des lois de distribution des sols pour automatiser la cartographie pédologique à partir d'un secteur pris comme référence. Cas de la petite région naturelle moyenne vallée de l'Hérault*, Univ. Montpellier, thèse, 175 p.

(9) LEGROS J.-P., 1996, *Cartographie des sols*, Lausanne : Presses Polytechn. Univ. Romandes, 321 p.

(10) ROBBEZ-MASSON J.-M., 1994, *Reconnaissance et délimitation de motifs d'organisation spatiale. Application à la cartographie des pédopaysages*, Montpellier, thèse ENSA, 189 p.