

# Analyse cartographique et système d'information géographique en pédologie

D. KING<sup>(1)</sup>  
 J. DAROUSSIN<sup>(1)</sup>  
 D. ARROUAYS<sup>(1)</sup>

## RESUME

Les cartes pédologiques traditionnelles sur papier se prêtent mal à une exploitation en liaison avec d'autres données du milieu physique. Des outils informatiques appropriés existent désormais qui permettent la construction de Systèmes d'Information Géographiques basés sur le concept de la séparation entre les données graphiques (contenant) et les données descriptives de ces objets graphiques (contenu). L'exploitation de la carte pédologique se trouve alors enrichie : meilleure prise en compte de la variabilité spatiale et de la fiabilité des documents produits, possibilités de croisements avec d'autres sources de données sont quelques-unes des voies ouvertes par la mise en œuvre de tels systèmes.

## CARTOGRAPHIC ANALYSIS AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

*Traditional paper soil maps are uneasy to use in relation to other physical environment data. Appropriate computer software tools now exist which allow the construction of Geographic Information Systems, based on the separation between the graphic data and the descriptive one. The analysis of soil maps is then enlarged. It may take account of spatial variability and of the documents' reliability. It also offers capabilities of overlaying other data sources. These are some of the opportunities given by the use of such systems.*

## INTRODUCTION

Pendant de nombreuses années, on a reproché à la carte pédologique de transmettre des informations à la fois trop complexes et trop limitées pour être prises en considération dans la gestion, la conservation ou l'aménagement du territoire agricole. Avec l'arrivée des techniques informatiques, il est désormais possible de mémoriser un grand nombre d'informations, de les sélectionner et de dessiner automatiquement des cartes adaptées aux problèmes posés (BURROUGH, 1987).

## I. STRUCTURE DE L'INFORMATION CARTOGRAPHIQUE

L'information contenue dans un document cartographique n'est qu'une partie de la connaissance de l'organisation spatiale mise en évidence par le cartographe. Sans l'informatique, ce dernier est contraint d'indiquer sur la carte ce qui lui semble essentiel, la notice lui permettant de compléter et de nuancer l'information cartographique. Cette constatation est à l'origine de la structure des bases de données cartographiques en deux sous-ensembles : l'un est *graphique*, relatif

<sup>(1)</sup> Institut National de la Recherche Agronomique, Service d'Etude des Sols et de la Carte Pédologique de France, Centre de Recherches d'Orléans, Ardon, 45160 Olivet.

à la géométrie des entités cartographiques (points, lignes, surfaces). L'autre est dit *sémantique*, relatif à la description de ces entités (D. KING, 1985). Un tel système permet de décrire de façon plus ou moins détaillée l'organisation pédologique en tenant compte par exemple, des horizons ou des unités complexes.

Cette réflexion méthodologique a été concrétisée au SESPFP par le développement de logiciels graphiques sur Multics (DPS 8) et Mini 6, en adoptant la méthode dite maillée (lecture automatique des cartes et restitution sous forme de pixels colorés sur imprimante matricielle). La description sémantique des unités cartographiques des sols est calquée sur la structure STIPA (BERTRAND et al., 1984), permettant une liaison directe avec la description des sondages et profils pédologiques (fiches DUCS : Description des Unités Cartographiques de Sols). Une quinzaine de cartes ont été informatisées, constituant ainsi une première esquisse d'un Système d'Information Géographique (SIG) dénommé KALEIDOS (D. KING, 1984).

Devant le succès de cette première étape, il n'était plus possible de développer et de maintenir nos propres logiciels. Les méthodes mises au point nécessitent de plus en plus souvent la diffusion de logiciels opérationnels sur des sites décentralisés. Il a donc été décidé de reconstruire la banque cartographique KALEIDOS à partir du système Arc/Info (2) diffusé mondialement. Celui-ci est capable de prendre en compte les concepts précédemment énumérés avec un investissement limité en développement d'application. Arc/Info est acquis sur station de travail à Orléans et relié à une imprimante graphique de qualité pour assurer l'édition courante des documents thématiques. Le logiciel est également disponible sur micro-ordinateur. Cela nous permet d'envisager, dans le futur, une consultation et des traitements cartographiques décentralisés. Il devrait ainsi permettre la multiplication des échanges tant au niveau national qu'international.

## II. FIABILITE DES DOCUMENTS PRODUITS

Au cours de plusieurs essais d'informatisation de cartes de nature diverse et élaborées par différents pédologues — nous avons constaté que les auteurs limitaient l'ensemble sémantique à la description de la carte (en tant que document papier, tel qu'il est produit lors de publications classiques). Nous avons ainsi reconnu qu'il était indispensable de *prévoir cette informatisation au cours même de l'élaboration cartographique*, de façon à mémoriser dans la base de données le maximum d'informations sur la distribution ainsi que sur le fonctionnement des unités de sols.

Avec l'informatique, il devient possible d'indiquer pour chaque variable de l'ensemble sémantique une valeur modale décrivant une unité de sol, mais aussi un indicateur de variabilité (écart modal ou maximum/minimum) qui permet de préciser la *variabilité intra-unité*. Nous avons proposé de décrire le type de variabilité au sein des fiches DUCS : cellules, mosaïques, taches, ondulations aléatoires... les possibilités d'automatisation du dessin cartographique facilitant l'expression, à toutes échelles, de variables prises isolément. Nous pouvons ainsi produire, parallèlement aux cartes thématiques, des « *cartes de fiabilité* ». Celles-ci mettent en garde le lecteur des documents cartographiques et l'incitent à affiner son diagnostic par la recherche de données complémentaires.

## III. TRAITEMENTS ET ANALYSES CARTOGRAPHIQUES

Les données sémantiques peuvent être structurées comme un tableau statistique ordinaire sur lequel on effectue des *sélections, seuillages et combinaisons* divers. L'expression cartographique d'un thème est ainsi immédiatement visualisée, permettant de faire de nombreuses restitutions. Ces opérations sont désor-

(2) Arc/Info est une marque déposée par ESRI.

mais menées en routine et les utilisateurs des cartes montrent un grand intérêt pour ces techniques.

Dans l'exemple présenté, on visualise la répartition de la texture dominante de surface dans le département du Loiret (ARROUAYS et al., 1989). Cette caractéristique importante n'est pas toujours appréhendée de façon fiable (cas des teintes gris et bleu clair).

D'autres traitements plus complexes sont également possibles :

- *Le croisement de documents cartographiques* (sols et climat par exemple), qui pose de nombreux problèmes méthodologiques tant pour l'ensemble graphique que pour l'ensemble sémantique (BONNETON, 1986).

- *L'analyse géostatistique* de variables localisées (VOLTZ, 1986) et la recherche de liaisons avec des données d'environnement, élément essentiel de l'étude de la variabilité spatiale.

- *L'analyse typologique* des entités cartographiques qui, par l'étude des formes et des relations entre les éléments de la carte, facilite les études dites d'influence ou encore la description de flux hydriques (COURAULT et GIRARD, 1988).

## CONCLUSION

Différents essais ont été réalisés ou sont en cours. Par exemple, des modèles agrométéorologiques sont testés afin de réaliser des études fréquentielles de faisabilité des cultures (estimation cartographique des risques encourus). Une telle approche, qui tente de reproduire de façon déterministe l'influence combinée des différents facteurs de la production, devrait aboutir par exemple à une meilleure précision de l'évaluation des différentes aptitudes culturelles des régions.

## BIBLIOGRAPHIE

- ARROUAYS D., DUVAL O., RENAUX B., 1989. — Esquisse des paysages pédologiques du Loiret (échelle 1/250 000). INRA-SESCPF, 182 p.
- BERTRAND R., FALIPOU P., LEGROS J.-P., 1984. — STIPA, Notice pour l'entrée des descriptions et analyses de sols en banque de données. Document ACCT, Paris, 136 p.
- BONNETON P., 1986. — Un essai d'évaluation de la faisabilité du maïs au niveau d'une région agricole. Contribution au problème du croisement cartographique des données sols-climat. Rapport de stage, Ecole Nationale de la Météorologie, 77 p.
- BURROUGH P.A., 1987. — Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment. Monographs on soils and resources survey, n° 12. Clarendon Press, Oxford, 193 p.
- COURAULT D., GIRARD M.-C., 1988. — Analyse des hétérogénéités intraparcellaires des sols par télédétection. Sc. du Sol. Vol. 26, n° 1, pp. 1-12.
- KING D., 1984. — Exploitation informatique de cartes thématiques. Présentation du logiciel KALEIDOS de l'INRA. Bulletin Sciences Géologiques, 37(3), pp. 175-183.
- KING D., 1985. — Informatique et cartographie. Application à l'étude des sols. Revue du Palais de la Découverte, 13 (128), pp. 21-33.
- VOLTZ M., 1986. — Variabilité spatiale des propriétés physiques du sol en milieu alluvial. Essai de cartographie quantitative des paramètres hydrodynamiques. Thèse Doct. Ing. ENSAM, 152 p.

