

APPORT DES TECHNIQUES INFOGRAPHIQUES A

LA CARTOGRAPHIE PEDOLOGIQUE THEMATIQUE

P. FAURE - ORSTOM - BONDY

JOURNEES PEDOLOGIQUES DE L'ORSTOM

9-10 SEPTEMBRE 1986

INTRODUCTION

L'inventaire et l'étude de la répartition spatiale des sols constitue une des activités majeures des pédologues. Les résultats de ces travaux conduisent à l'établissement de documents cartographiques qui tentent de traduire sous forme la plus explicite et la plus exhaustive possible la totalité de l'information recueillie dès le terrain.

Les nécessités de réalisation pratique des documents cartographiques classiques exigent une mise en forme et une transcription synthétiques de cette information complexe dont certaines composantes peuvent être ainsi souvent masquées et/ou être rendues difficilement exploitables pour l'utilisateur qui ne dispose que du document final et non de l'information de base.

Un des domaines de l'informatique appliquée à la cartographie, l'infographie, permet de saisir et de traiter la somme d'information recueillie pour en restituer d'une façon plus explicite certaines parties sous forme de documents cartographiques thématiques.

Le Département A, UR 104, s'est doté dans le cadre de son atelier d'Expression Graphique, d'un système informatique plus léger, sur une base d'IBM PC XT, pour lequel est développé un logiciel complet, spécifiquement adapté à cet équipement, (logiciel FORBAN).

I-STRUCTURE DE LA CARTE PEDOLOGIQUE DE BASE

Tout document cartographique fait apparaître l'information qu'il retranscrit, sous deux aspects complémentaires et indissociables:

- une information de nature thématique: c'est le contenu-sols de la région couverte dont l'inventaire apparaît au niveau de la légende, sous forme hiérarchisée la plus complète possible, d'unités cartographiques

- une information de nature géographique: c'est la localisation sur la carte proprement dite des unités identifiables et différenciables de ce contenu-sols qui se traduit par un zonage de la région couverte.

PROTOCOLE DE REALISATION  
ET STRUCTURE DE LA CARTE PEDOLOGIQUE

Description  
profils - terrain

Inventaire  
typologique

Caractères des  
unités taxonomiques

U T

sous-groupe

faciès

humus texture drainage

profondeur pierrosité

Levé profils en long  
itinéraires - terrain

Définition des  
unités cartographiques

U C

UT

UT

Familles

principales associées

Photointerprétation

Délimitation des  
zones cartographiques

LEGENDE PEDOLOGIQUE

Contenu typologique

Taxonomique

Thématique

CARTE PEDOLOGIQUE  
Localisation géographique

C'est l'étude de nombreux profils qui permet d'établir l'inventaire typologique des sols du périmètre, puis de définir les unités taxonomiques différenciables et leurs caractères distinctifs tant selon des critères pris en compte par la taxonomie (humus, texture, drainage...) que selon d'autres critères intéressant autant l'utilisateur (profondeur, pierrosité...).

Le parcours de nombreux itinéraires et le levé de profils en long fournit l'information de nature spatiale: répartition et variabilité des types de sols, nature et extension du substrat géologique, relevé de limites. Ce type d'information permet:

- de définir les unités cartographiques, d'en préciser le contenu typologique puis taxonomique, ainsi que les critères de caractérisation.
- de préciser l'extension linéaire des zones ayant pour contenu une unité cartographique donnée.

La photointerprétation intervient pour achever de délimiter les zones cartographiques caractérisées par un contenu-sol précédemment bien défini et pour effectuer les extrapolations nécessaires.

Ce sont ces différentes étapes qui fournissent la totalité de l'information pédologique bien caractérisée et structurée qui est transcrite sur les deux documents qui constituent la carte pédologique:

- la légende qui regroupe les unités cartographiques et qui doit faire état d'une façon la plus détaillée possible des caractéristiques de leur contenu-sol pour pouvoir en extraire une information thématique dérivée riche et objective.

- la carte proprement dite qui fait apparaître par ses contours le découpage des zones cartographiques correspondant aux unités de la légende.

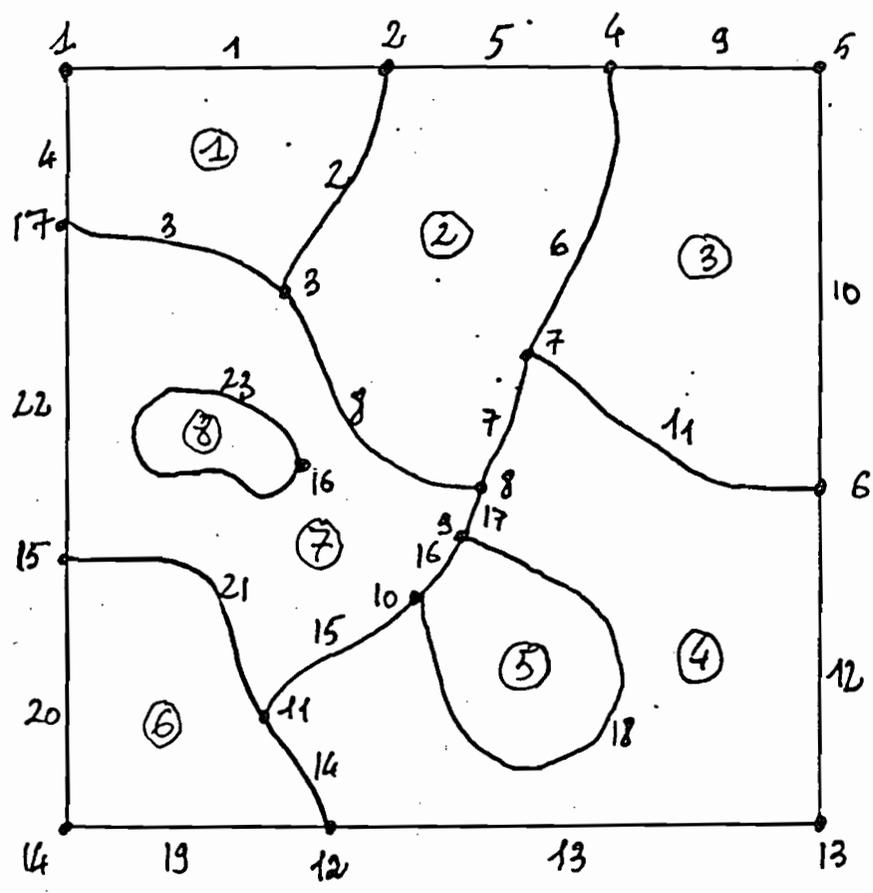
Ces deux éléments complémentaires et indissociables dans leur réalisation et leur exploitation constituent le support de l'information pédologique de base à partir de laquelle seront extraites certaines des composantes qui figureront sur les cartes thématiques dérivées.

## 2-SAISIE DE L'INFORMATION PEDOLOGIQUE DE BASE

Le traitement d'une information géographiquement localisée nécessite de saisir la totalité des deux composantes de cette information, géographique (carte) et thématique (légende). On dispose pour ce faire de l'ordinateur et d'une table à numériser.

### 2-1-Saisie de l'information géographique

Cette information se présente sur le document cartographique sous forme de zones que délimitent des contours. Le contour de chaque zone est constitué d'un ou plusieurs arcs délimités par les points de rencontre des différents arcs: les noeuds. Le plus souvent un arc marque la limite entre deux zones:

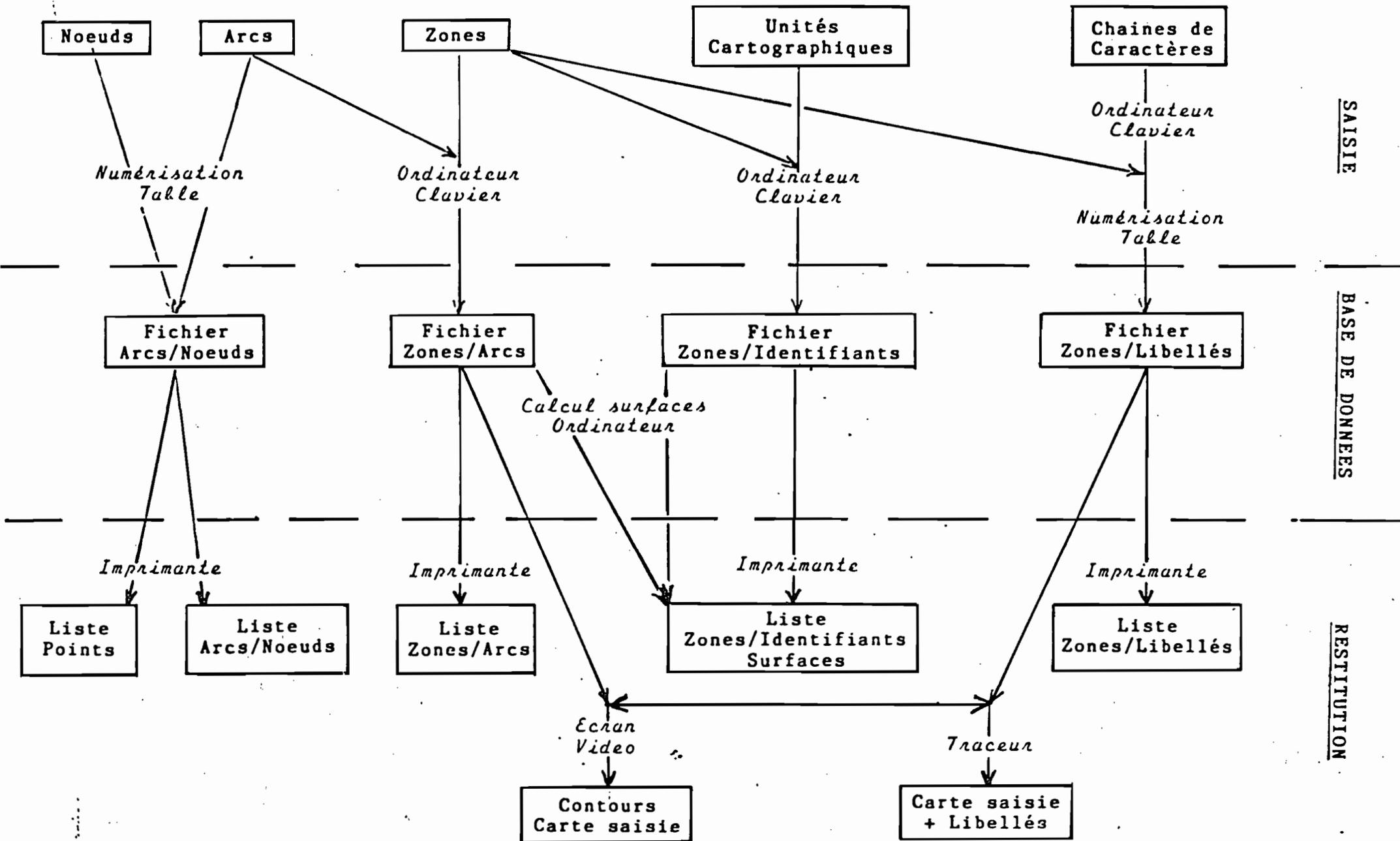


3  
 ~~~~~ ARC  
 7  
 • NOEUD  
 4  
 ⊙ ZONE

SAISIE INFORMATION DE BASE

INFORMATION GEOGRAPHIQUE  
CARTE

INFORMATION THEMATIQUE  
LEGENDE



SAISIE INFORMATION THEMATIQUE DERIVEE

**LEGENDE**

|                               |                   |                     |
|-------------------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Unités Cartographiques</b> | <b>Texture</b>    | Argileux            |
|                               |                   | Argilo-sableux      |
|                               |                   | Sablo-argileux      |
|                               | <b>Drainage</b>   | Bon                 |
|                               | Moyen             |                     |
|                               | Médiocre          |                     |
|                               | <b>Profondeur</b> | Profond             |
|                               |                   | Moyennement profond |
|                               |                   | Peu profond         |
|                               | <b>Pierrosité</b> | Pas d'E.G.          |
|                               |                   | E.G. en surface     |
|                               |                   | E.G. en profondeur  |

**Unités Cartographiques**

**IDENTIFIANT**

**ATTRIBUT**

**VALEUR**

*Clavier Ordinateur*

*Clavier Ordinateur*

**Fichier Identifiants/Attributs**

**Fichier Attributs/Valeurs**

*Imprimante*

*Imprimante*

**Liste Identifiants/Attributs**

**Liste Attributs/Valeurs**

SAISIE

BASE DE DONNEES

RESTITUTION

il leur est commun.

Un travail préliminaire de numérotation de ces éléments: arcs, noeuds, zones est effectué sur le document de base.

Le principe de la saisie consiste ensuite à relever point par point les coordonnées de chaque arc et de ses deux noeuds à l'aide de la table à numériser. Ces données numériques sont transmises et stockées dans la mémoire de l'ordinateur sous forme d'un fichier arcs/noeuds, qui sont référencés et classés par leurs numéros d'ordre.

Un second fichier est créé au clavier de l'ordinateur: le fichier zones qui stocke le numéro de chaque zone et celui de ses arcs-enveloppe, en définissant ainsi leur positionnement en coordonnées.

A l'issue de ces opérations de saisie sont intégrés dans la base de donnée les deux fichiers de base: arcs et zones, qui représentent la totalité de l'information géographique figurant sur le document cartographique d'origine. Toutes ces données peuvent être listées pour contrôle.

#### 2-2-Saisie de l'information thématique de base

Cette information se présente sur la légende sous forme de la liste des unités cartographiques et sur la carte sous forme du contenu de chaque zone du découpage. Chaque contenu de chaque zone est identifié à une des unités cartographiques de la légende d'où le terme d'identifiant attribué à ces unités. Il y a autant d'identifiants que d'unité cartographique de la légende et chaque zone a son contenu caractérisé sur le plan thématique par un seul de ces identifiants.

Le principe de la saisie consiste à créer au clavier de l'ordinateur un fichier zones/identifiants : liste de correspondance des zones numérotées et du numéro d'identifiant qui caractérise leur contenu thématique de base

Un libellé, chaîne de caractères, numéro d'identifiant... peut être ensuite également affecté à chaque zone au sein d'un fichier libellé.

A ce stade, la totalité de l'information thématique de base est intégrée dans la base de données. Elle peut être listée pour contrôle de saisie.

Des restitutions graphiques du document de base peuvent être d'ores et déjà obtenues sur écran ou sur traceur pour vérifier la conformité des saisies avec le document d'origine.

#### 2-3-Analyse et saisie de l'information thématique dérivée

Les identifiants de la légende contiennent et représentent la somme de l'information thématique du document d'origine. Chaque unité cartographique (identifiant) a été différenciée et définie par rapport aux autres par un ensemble de caractères qui peuvent être distingués et pris en compte séparément ils sont dénommés attributs. Chacun de ces attributs prend pour chaque identifia

une certaine valeur.

| Exemples d'attributs | profondeur        | texture         | drainage | nature des E.G. | mat. origine  |
|----------------------|-------------------|-----------------|----------|-----------------|---------------|
| Exemples de valeurs  | peu profond       | argileuse       | bon      | lithiques       | arénacé       |
|                      | moyennement prof. | argilo-sableuse | moyen    | ferrugineux     | vertique      |
|                      | profond           | sableuse        | médiocre | calcaires       | isaltéritique |

Le principe de la saisie de cette information thématique dérivée, qui se réalise à partir de la légende est de créer au clavier de l'ordinateur:

-un fichier attributs/valeurs qui inventorie les différents critères(attributs) pris en compte pour caractériser et distinguer les unités cartographiques de base de façon homogène et exhaustive(texture, drainage, pierrosité, profondeur....) et les différentes valeurs prises par ces critères.

-un fichier identifiants/attributs qui stocke l'identifiant par identifiant la valeur prise par chaque attribut ci-dessus défini. Exemple: l'identifiant 57 se voit attribuer la valeur argileuse pour la texture, la valeur bon pour le drainage, la valeur sans éléments grossiers pour la pierrosité, la valeur profond pour la profondeur....

A la suite de ces nouvelles opérations de saisie, la totalité de l'information thématique de base analysée, divisée, hiérarchisée, classée, identifiant par identifiant, est stockée dans la base de données et peut être listée. Elle est disponible pour tout traitement thématique ultérieur.

### 3-TRAITEMENT INFOGRAPHIQUE ET CONSTITUTION DE DOCUMENTS THEMATIQUES DERIVES

Le logiciel infographique FORBAN permet de traiter et de croiser la totalité de l'information stockée au cours des trois étapes précédentes: information géographique, information pédologique de base, information thématique dérivée. Il peut en extraire à la demande une ou plusieurs des composantes de cette information et en restituer une image sous forme d'un nouveau document cartographique, à caractère géographique (nouvelle carte) et thématique (nouvelle légende).

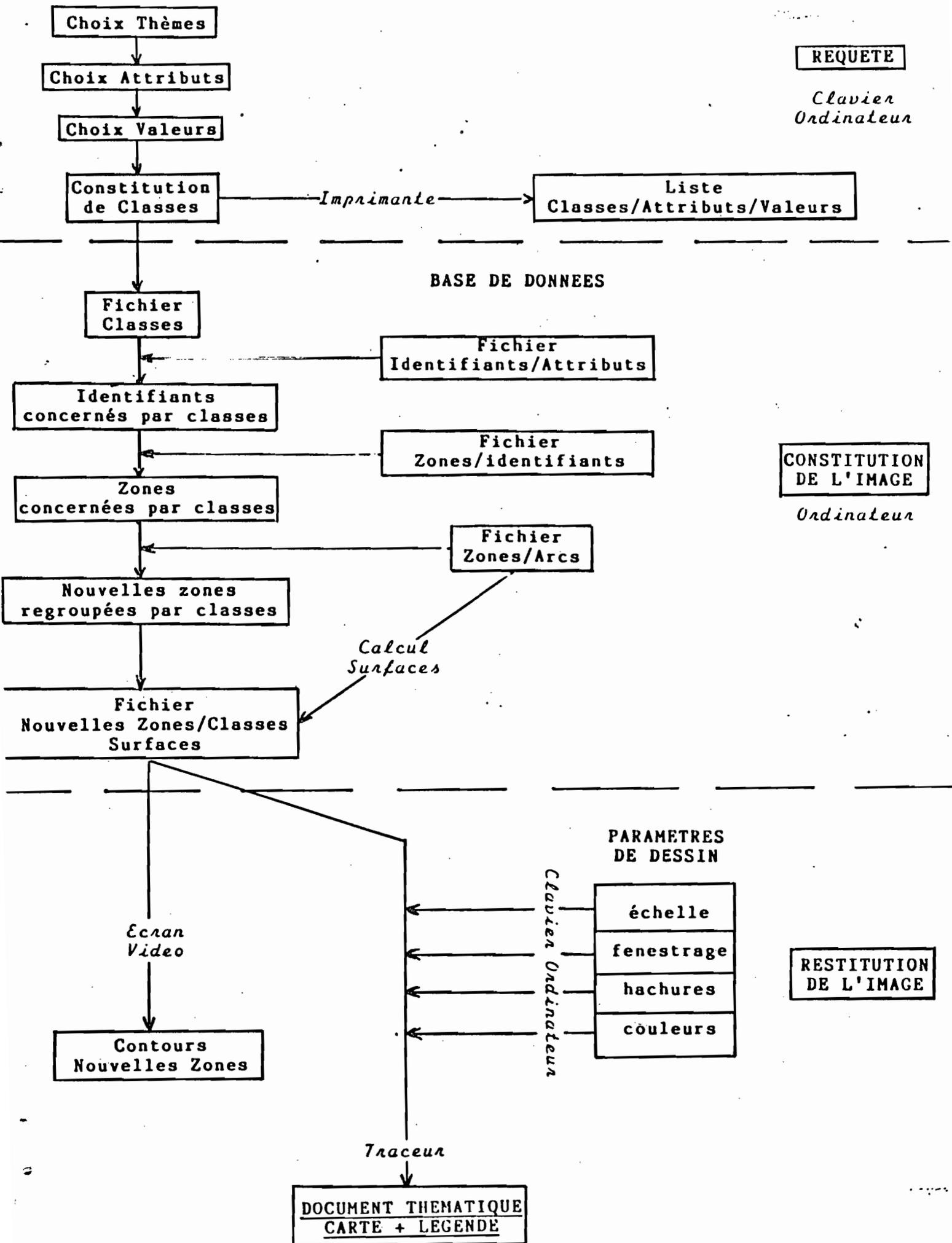
Cette opération se pratique en trois étapes.

#### 3-1-La requête

Au cours de cette étape, on interroge la base de données et on y prélève les éléments thématiques désirés: attributs et valeurs correspondantes. Au clavier de l'ordinateur, on sélectionne le ou les attributs qui constituent le thème souhaité et les différentes valeurs de subdivision pour former les classes (nouvelles unités cartographiques) de la nouvelle légende.

Cette légende peut comporter deux ou plusieurs classes faisant chacune intervenir un ou plusieurs attributs prenant chacun une ou plusieurs valeurs.

ETABLISSEMENT DOCUMENT THEMATIQUE



REQUETE

Clavier  
Ordinateur

BASE DE DONNEES

CONSTITUTION  
DE L'IMAGE

Ordinateur

PARAMETRES  
DE DESSIN

RESTITUTION  
DE L'IMAGE

Clavier  
Ordinateur

DOCUMENT THEMATIQUE  
CARTE + LEGENDE

Exemple

|          | Attributs                         | Valeurs                                                             |
|----------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Classe 1 | Texture<br>Profondeur<br>Drainage | Argilo-sableuse + argileuse<br>Profond + moyennement profond<br>Bon |
| Classe 2 | Texture<br>Profondeur<br>Drainage | Sableuse<br>Peu profond<br>Médiocre + mauvais                       |

Le récapitulatif de la requête peut ensuite être listé sous forme synthétique, traduisant la nouvelle légende et tous ses éléments constitutifs.

3-2-La constitution de l'image

C'est à ce niveau que le logiciel infographique FORBAN effectue les opérations les plus importantes : tris et regroupements, qui en justifient tout son développement :

-Il prend en compte classe par classe, les attributs et valeurs sélectionnés au cours de la requête.

-Il interroge le fichier identifiants/ attributs, détermine et regroupe les identifiants concernés par les classes.

-Il interroge le fichier zones/identifiants, détermine les zones correspondant aux identifiants ci-dessus, c'est à dire répondant aux critères de chaque classe, en établit la liste en les regroupant par classe de rattachement.

-Il interroge le fichier zones/arcs et réorganise les contours de la nouvelle image en regroupant ou en maintenant dissociées les zones adjacentes selon qu'elles appartiennent ou non à une même classe donnée, il recrée ainsi un nouveau fichier zones/classes.

A l'issue de cette opération, on dispose en mémoire, stockable sur support magnétique, d'un nouvel ensemble d'informations qui constitue l'image thématique: son information géographique (nouvelles zones) et son information thématique (nouvelles unités cartographiques: les classes), qui sont les données de base pour l'établissement de la carte thématique et de sa légende.

3-3-Restitution de l'image

Une visualisation des nouveaux contours de la carte thématique peut être obtenue, dans sa totalité ou en partie (fenestrage), pour contrôle, sur écran.

La restitution du document cartographique thématique et de sa légende sur papier est obtenue sur un traceur à plumes de huit différentes couleurs sélectionnables. Les paramètres de dessin: échelle de restitution, fenestrage, choix des couleurs hachures (inclinaison, espacement) attaché à chaque classe, restitution ou non des contours des nouvelles zones, sont sélectionnables au clavier de l'ordinateur. Ces paramètres sont totalement modulables et adapta-

bles à la demande, en fonction de la nature, de la complexité du document créé, et des choix du demandeur; ils peuvent être modifiés pour chaque restitution.

#### 4-LES APPORTS DE L'INFOGRAPHIE A LA CARTOGRAPHIE

L'exposé des différentes étapes de saisie et de traitement infographique d'une information géographiquement localisée (carte) peut faire paraître cette technique complexe. Elle l'est quant au développement et à la mise au point du logiciel qui, dans le cas de FORBAN, ont été effectués en collaboration entre un pédologue, qui a explicité, organisé et hiérarchisé toutes les étapes nécessaires au résultat attendu, et un informaticien, C. BENIZRI, qui en a rédigé et relié entre eux les très nombreuses routines et fichiers.

Mais cet exposé montre aussi que la réalisation d'un document thématique à partir de la base de données issue de la carte pédologique initiale est ainsi effectué par simple manipulation informatique, sans aucune analyse fastidieuse du document de base et sans intervention manuelle de tracé. Plus en détails, les avantages de cette technique sont considérables:

-La saisie de l'information de base de la carte pédologique permet son stockage sur support archivable et disponible pour une restitution brute avec figuration d'un libellé par zone.

-La disponibilité sous forme directement utilisable de ces données de base est permanente pour en redéfinir à la demande des données thématique dérivées: la saisie d'information thématique dérivée peut être modifiée ajustée ou complétée à tout moment à la suite de compléments d'information.

-La possibilité est offerte à tout moment de sélectionner et de traiter thème par thème cette information pour la classer, l'identifier, et l'étudier sur toute la surface du périmètre cartographié: la requête peut être reformulée autant de fois et sous autant de formes que demandé.

-L'édition au coup par coup, simple et immédiate, est rendue possible, au gré de la demande aussi diversifiée que voulu de tout utilisateur, de documents spécifiques adaptés, tant sur le plan du ou des thèmes choisis, que sur celui du mode de représentation du document thématique: échelle, extraction de sous-périmètres, paramètres de dessin.

-Enfin sur un plan pratique, l'utilisation de l'infographie permet de ne pas surcharger les Services de Cartographie traditionnels pour la réalisation de documents thématiques dérivés de documents de base. La haute qualité des travaux réalisés par ces Services, si elle continue d'être justifiée pour l'édition de la Carte Pédologique, document pérenne et à large diffusion, ne s'impose pas pour celle des documents thématiques dérivés. Ces derniers sont le plus souvent demandés à brève échéance, selon des thèmes et sous des formes variables, et en petit nombre d'exemplaires. Grâce à l'infographie, ils peuvent

être édités selon ces critères et dans les délais les plus brefs.

Il faut adjoindre à ces avantages un point, complémentaire mais tout aussi important vis à vis d'un aspect de l'exploitation des documents cartographiques, que permet leur saisie infographique. C'est celui du calcul automatique des surfaces. Le logiciel FORBAN permet en effet de calculer à différents stades du traitement général, en  $\text{mm}^2$  de cartes et en unités de surface de terrain variables en fonction de l'échelle ( $\text{km}^2$ , ha,  $\text{m}^2$ ) :

-la superficie de chaque zone du document pédologique de base (surface/zone)

-les surfaces cumulées des zones de chaque unité cartographique du document de base et leur pourcentage (surface/identifiant, % /identifiant)

-la superficie de chaque nouvelle zone des documents thématiques créés.

-les surfaces cumulées des nouvelles zones de chaque classe des documents thématiques créés et leur pourcentage (surface/classe, % /classe)

Ce dernier point est un plus que tout pédologue qui a manipulé le planimètre ne peut qu'apprécier!!!!

Cette technique demande cependant des opérations de préparation relativement longues et également fastidieuses, mais elles ne sont effectuées qu'une fois pour toute:

-numérotation des diverses composantes de l'information géographique de base: arcs, noeuds, zones: un degré carré à 1/200 000 peut en comporter plusieurs milliers.

-saisie au curseur, sur la table à numériser, point par point, du contour de toutes les zones.

-saisie au clavier de l'ordinateur des plus gros fichiers, en particulier zones/arcs et zones/identifiants.

Ces tâches doivent être réalisées par des opérateurs bien entraînés et méthodiques.

Mais le résultat n'en est que plus précis et peut être illustré par quelques exemples.

## CONCLUSION

La mise au point de systèmes de traitement d'informations géographiquement localisées - tel le logiciel FORBAN, marque un grand progrès dans l'élaboration de documents thématiques, en particulier en matière de Pédologie, où ce type de documents est très fréquemment demandé en complément de la carte pédologique de base. Ce procédé infographique permet le traitement complet et automatique de l'information saisie, tant sur le plan géographique (tracé de contours), que thématique (extraction, croisement, regroupement, combinaison, superposi-

tion de thèmes). Il procure ainsi un gain de temps et une flexibilité considérables qui permettent de répondre au cas par cas à la demande des utilisateurs, le document de base étant introduit dans une base de données d'accès permanent, tout en déchargeant les Services de Cartographie traditionnels de la réalisation des cartes thématiques.

Ce procédé nécessite cependant une rigueur et une structuration suffisantes dans la collecte de l'information pédologique de base qui est saisie pour créer la base de données. Il ne peut en effet restituer sous une forme plus ou moins complexe (cartes mono ou polythématiques), qu'un ensemble d'informations qui font partie de celle figurant globalement sur le document pédologique de base (carte et légende), et qui aura donc du être, en toute rigueur, collectée dès la phase de terrain d'une façon la plus diversifiée et la mieux hiérarchisée possible. L'utilisation de cette technique de pointe qu'est l'infographie ne peut donc, dans la perspective de son utilisation, que faire progresser les méthodes d'inventaires des sols et de la cartographie pédologique.

Faure Paul

Apport des techniques infographiques à la cartographie  
pédologique thématique

Lettre d'Information du Réseau MISS.Méthodes  
Informatiques et Statistiques Spatialisées, 1988, (3), 8 p.  
multigr.