

LE DESSIN ASSISTÉ PAR ORDINATEUR (DAO) APPLIQUÉ À DES TRAVAUX
CARTOGRAPHIQUES SUR LE NORD-CAMEROUN : CARTES DES SOLS, DES RESSOURCES
EN TERRES, DES APTITUDES DES TERRES. *

Pierre BRABANT, pédologue
Département B, U.R. 211

Introduction

Les cartes des sols, des ressources en terres et des aptitudes des terres et les notices qui les accompagnent sont la synthèse de trente années de recherches pédologiques au Nord-Cameroun. Un de nos problèmes était de valoriser ces travaux en quantifiant les différents types de terres disponibles pour des utilisations agricoles, pastorales et forestières.

Cette quantification exigeait la planimétrie de cartes assez complexes ; c'est un travail long et fastidieux qui ne pouvait être réalisé dans l'Unité de Cartographie de l'ORSTOM. Il a donc fallu s'adresser à des services extérieurs qui utilisaient une procédure informatisée. Cette procédure ouvrait d'autres possibilités très intéressantes au delà de la planimétrie elle-même. Comme il n'était pas possible de la réaliser dans le cadre de l'ORSTOM, nous avons continué d'utiliser ces services extérieurs, la SCET-AGRI à Paris et la Société P. ROLLIN à Marseille, pour tenter une opération de dessin automatique assistée par ordinateur.

Il s'agit bien de dessin et non de cartographie automatique. En effet, la maquette de la carte des sols par exemple a été tracée par les auteurs à partir des relevés de terrain et de l'interprétation de photos aériennes ou d'images satellites. La procédure citée ici s'est contentée de reproduire de manière automatique la carte originale. Ce n'est ni plus ni moins qu'une opération de dessin.

La technique évolue très vite en ce domaine. Aussi le lecteur ne sera pas surpris de constater que des travaux réalisés en 1983 sont déjà plus ou moins dépassés et qu'ils n'ont pas la qualité de ceux qui peuvent être obtenus en 1985 par le même procédé.

* P. BRABANT et M. GAVAUD, sous presse, Edition ORSTOM, Septembre 1985.

1. LA METHODE

La méthode est fondée sur la numérisation de la carte des sols, considérée comme le document de base, où est consigné le maximum de données. De celle-ci il est possible de dériver une série de cartes thématiques à une échelle identique ou différente, couvrant la totalité ou une partie de la carte d'origine.

La procédure comporte 5 phases successives.

1.1. La préparation de la carte

L'auteur réalise comme d'habitude une maquette de la carte des sols accompagnée d'une légende. La préparation a consisté à tracer toutes les limites de la carte, y compris celles des caissons de la légende, sur un calque invariable en se servant d'un rapidographe à pointe de 0.3 mm chargé d'encre noire. La carte ne devait pas dépasser 100 cm dans sa plus grande dimension et la plus petite parcelle, dénommée vulgairement "patate", ne devait pas être inférieure à 1 mm² : rien d'autre que les limites de parcelles et de caissons de légende ne devaient figurer sur le document. C'est un travail de 2 à 3 jours pour une carte de complexité moyenne.

1.2. La numérisation

Le calque a ensuite été fixé sur un cylindre rotatif équipé d'une cellule photoélectrique de lecture et relié à un ordinateur. La lecture s'effectue en quelques heures ; toutes les limites de la carte sont ainsi numérisées et mises en mémoire. Il en résulte que chacune des parcelles de la carte est identifiée par ses limites, son périmètre, sa surface et dotée d'un numéro de code qui va de 1 à $x + 1$ soit 2100 parcelles pour la carte du Nord-Cameroun à 1/500 000.

1.3. La codification

L'ordinateur est ensuite relié à une table traçante de type Benson et à une imprimante. La Benson va redessiner toutes les parcelles de la carte à la même échelle (1/500 000) en y rajoutant le numéro de code de chaque parcelle de 1 à 2100. En même temps l'imprimante inscrit un listing sur lequel figure, dans l'ordre : le numéro de chaque parcelle, son périmètre, sa surface en hectares.

A partir du listing et de la carte numérotée, on a commencé alors l'opération de codification.

Celle-ci consiste à inscrire sur le listing, en face de chaque numéro de parcelle, l'unité cartographique à laquelle elle appartient. Cela revient à répartir les 2100 parcelles entre les 60 unités cartographiques de la légende. Pratiquement, il a suffi de superposer la carte tracée par la Benson et la maquette de l'auteur puis à effectuer les repérages par transparence. Une personne faisant la lecture et une seconde inscrivant sur le listing ont réalisé la codification en 2 jours.

A la fin de 1984 cette phase de la procédure était encore manuelle. Une nouvelle technique est en cours d'élaboration, qui permettra de supprimer cette phase manuelle et de passer directement de la numérotation à la vérification.

La codification ne se limite pas seulement à repérer chaque parcelle par rapport aux unités cartographiques ; elle lui associe un grand nombre de paramètres de toute nature notamment les caractéristiques du paysage (végétation, modelé, type d'utilisation etc...) et les caractéristiques du sol (profondeur, horizons, texture, pH, régime hydrique etc...).

1.4. La vérification

Elle consiste à vérifier les erreurs possibles de codification par défaut de lecture, par confusion dans les numéros ou simplement par distraction. Pour cela, les données numérisées et codifiées sont traitées de nouveau par l'ordinateur toujours relié à une table traçante et à une imprimante. La table traçante va dessiner de nouveau la carte mais de plus, elle va remplir les parcelles attribuées à chacune des unités cartographiques, d'une couleur ou d'un figuré différents. Le vérificateur va comparer cette carte à la maquette originale de l'auteur et voir facilement si les deux documents sont concordants. Si des erreurs sont constatées, elles sont aussitôt corrigées sur le listing.

Les corrections terminées, on peut considérer que la carte de base est numérisée. Une dernière opération totalise alors les surfaces des parcelles dans chaque unité cartographique et effectue tous les calculs statistiques courants, restitués sur listing.

1.5. La préparation des cartes pour leur impression ou leur reproduction.

C'est la phase finale, où plusieurs solutions peuvent être envisagées. Le choix doit être fait par l'auteur en liaison avec le service des éditions. En fait, il s'agit surtout d'un problème de valorisation.

En effet, on ne peut traiter de la même façon une carte des sols qui intéresse plusieurs disciplines et qui reste valable durant 2 à 3 décennies et une carte thématique d'aptitude des terres qui intéresse par exemple le producteur de coton le temps de la préparation d'un projet d'aménagement rural. Dans le premier cas, on peut introduire une carte haut de gamme en couleurs tirée à plusieurs centaines d'exemplaires et dans le second des cartes utilitaires en noir et blanc ou en procédé couleur simplifié, tirées à une dizaine ou à une centaine d'exemplaires. Ces dernières sont en général des cartes thématiques dérivées de la carte des sols, et qui permettent de la valoriser.

1.5.1. Cartes en couleurs (quadrichromie)

On a sélectionné sur une carte les couleurs et les surcharges en noir que l'on voudrait attribuer à chaque unité cartographique de la légende, puis on a codifié ces paramètres sur le listing final.

L'ordinateur est ensuite relié à une grande table traçante à plat qui réalise le tracé sur couche pour chacune des couleurs choisies et pour la planche de noir. De cette couche on fait un film positif qui est alors remis au service chargé de l'impression. Il en sort une carte de couleurs (quadrichromie).

Pendant que se déroulaient les 5 phases successives de la procédure, le cartographe prépare le fond topographique et l'habillage de la carte, c'est-à-dire le titre, les écritures de la légende, le nom des auteurs, le copyright et les autres standards habituels.

1.5.2. Cartes simplifiées, en couleur ou en noir et blanc

Dans ce cas, la procédure est plus rapide, plus simple et moins coûteuse. L'ordinateur est relié à une table traçante ordinaire. Celle-ci va d'abord tracer en noir les limites des parcelles sur une copie du fond topographique puis la surface de ces parcelles, soit en noir soit en couleur selon un figuré et une teinte à choisir sur une charte. On est alors en possession d'un exemplaire unique en noir ou en une seule couleur qui est reproduit par les procédés classiques disponibles adaptés au volume du tirage (ozalid, photocopies, offset).

2. LES RESULTATS

Nous n'avons pas pu traiter tout le dossier Nord-Cameroun en utilisant cette technique pour des raisons diverses : dans un premier temps, tous les logiciels n'étaient pas au point ; quand ils le furent, des complications administratives et financières intervinrent entre les organismes multiples. Cependant l'essentiel a été réalisé : planimétrie, fabrication de la carte en couleur par quadrichromie et des cartes thématiques monochromes.

2.1. La planimétrie

L'objectif principal de l'opération a été atteint puisque toutes les surfaces ont été planimétrées avec une très faible marge d'erreurs (<1 %). Cela permet de connaître la surface totale de chaque catégorie de terres et dans chaque parcelle.

2.2. La carte des sols et sa valorisation

De la carte des sols, document de base, nous avons obtenu une carte de ressources en terres par le dessin automatique sans changement d'échelle ; un programme a permis de trier et de regrouper les

parcelles de la carte des sols pour les répartir dans les 24 classes de la carte des ressources en terres. Celle-ci a été imprimée en quadrichromie.

La carte imprimée présente quelques imperfections mineures si elle est examinée à la loupe par un cartographe. Mais ces imperfections ne sont pas discernables par le lecteur ni même par l'auteur et leur qualité convient parfaitement à n'importe quel utilisateur.

De la carte des sols, nous avons encore tiré par dessin automatique 38 cartes thématiques dérivées à une échelle plus petite (1/750 000) : ce sont les cartes de contraintes et d'aptitudes des terres. Chacune représente toutes les parcelles numérotées d'une seule classe de terres ; leur identification et leur surface sont indiquées ainsi que les principales caractéristiques édaphiques et agroclimatiques. Ces cartes ont été imprimées par procédé manuel classique.

Quelle que soit la carte thématique que l'on dérive de la carte des sols, la "filiation" revient toujours à supprimer un certain nombre de limites : il est impossible d'en créer de nouvelles. Toutes les limites d'une carte dérivée doivent donc obligatoirement figurer sur la carte de base.

3. LES AVANTAGES DE CETTE TECHNIQUE POUR LES ETUDES DES SOLS

Les avantages présentés par l'information de certaines procédures apparaîtront au fur et à mesure de l'avancement des travaux de recherche. Mais on peut dès maintenant établir une liste non exhaustive des plus immédiats :

- Stockage des données : quand un auteur a terminé une carte il conserve une partie des données qu'il n'a pu inclure ni dans la carte ni dans la notice pour respecter certaines normes d'édition. Dans la plupart des cas, on considère que ces données restantes sont définitivement perdues. La procédure que nous utilisons permet de conserver les informations sur les surfaces cartographiques correspondantes et simultanément une multitude de paramètres sur leur contenu, même s'ils ne sont pas d'une utilité immédiate.

- Valorisation des résultats : c'est l'un des principaux avantages. Ces cartes thématiques de toutes sortes et à n'importe quelle échelle peuvent être dérivées (en moins de 48 heures) de la carte de base, à condition que celle-ci soit de bonne qualité. De plus, une partie seulement de la carte peut être extraite sur une carte thématique selon un découpage administratif ou selon les limites naturelles, un bassin versant par exemple.

- Temps de réalisation : si les phases successives de la réalisation d'une carte sont correctement planifiées, j'estime que le délai entre la remise d'une carte originale par son auteur (la maquette-auteur) et l'impression de cette carte en quadrichromie est de 3 mois environ.

- Correction et réédition : une partie ou plusieurs parties de la carte peuvent être réactualisées en modifiant les données correspondantes stockées. La totalité ou simplement les parties corrigées

peuvent être ensuite rééditées.

- Changements d'échelle et travaux de synthèse : tous les changements d'échelle sont possibles. Par exemple une carte numérisée à 1/500.000 peut être redessinée à 1/2000.000 en moins de 3 minutes, ce qui facilite beaucoup les synthèses régionales.

- Mixage des données : un certain nombre de logiciels, opérationnels, permettent de "mixer" les données sur les sols avec d'autres données géographiques, climatiques, géologiques, etc...ce qui permet d'intégrer depuis plus d'un an les informations dans le cadre d'études pluridisciplinaires par exemple.

4. LES PERSPECTIVES

Certaines perspectives sont d'ordre technique, les autres plutôt scientifique.

La technique se perfectionne de jour en jour et on pourra envisager bientôt une procédure entièrement automatisé supprimant la codification manuelle. Des recherches portent sur la façon d'intégrer les données topographiques aux autres données de manière à réduire la durée et le coût de reproduction des documents dessinés sur les tables traçantes.

Tout cela reste dans le domaine du dessin automatique ; mais on peut prévoir qu'à terme la pratique technique soit limitée par le retard accumulé dans le domaine d'une approche scientifique concordante. Je pense que l'effort principal de recherche devrait se porter d'abord sur la manière de sélectionner les données de terrain, ensuite sur celle de les traiter avant la saisie.

En pédologie par exemple, la saisie des données pourrait se faire, non plus dans le cadre d'une parcelle délimitée sur une carte mais point par point dans un espace, selon un pas de dimension variable qui serait à déterminer d'après la réalité du terrain. Il en résulterait que la carte ne comporterait plus de limites dans le sens classique du terme, c'est-à-dire des traits séparant des parcelles ; elle serait un nuage de points qui représenterait un continuum dans l'espace. Il va sans dire qu'une telle approche contribuerait à la remise en question de quelques concepts de la science du sol en cours depuis 50 ans ou plus.