

SUR LA PRÉCISION DES CARTES PÉDOLOGIQUES

par

J. BOULAIN*

Résumé

Après avoir précisé l'échelle optima d'une carte des sols, on donne un certain nombre de définitions concernant les densités d'observations théoriquement nécessaires à la réalisation de cette carte. L'emploi de la méthode pédologique permet de réduire fortement cette densité et on définit un coefficient d'efficacité pédologique. Ces notions permettent, pour une échelle donnée et pour un travail effectivement réalisé, de calculer le degré d'analyse de la carte des sols. Un calcul simple permet d'exprimer ce degré d'analyse par l'échelle virtuelle de la carte. Toutes ces notions font l'objet d'une critique rapide.

INTRODUCTION

On confond très souvent les deux notions d'échelle et de précision dans les travaux de cartographie des sols.

1 - L'ÉCHELLE DE LA CARTE

Rappelons que l'échelle est le rapport des longueurs mesurées sur la carte aux longueurs mesurées sur le terrain. La notion d'échelle se rapporte uniquement au fond topographique de la carte. Elle n'a rien à voir avec le travail de cartographie des sols. Ce dernier peut être un travail de reconnaissance très rapide, ou un travail très détaillé. L'échelle du fond topographique sur lequel le pédologue dessine sa carte n'a aucune relation directe avec la valeur de ses levés. Mais, pour des raisons pratiques (en particulier le prix de revient de l'impression), on essaie le plus souvent de choisir la plus petite échelle possible, à condition toutefois qu'elle permette une bonne lecture de la carte.

* Laboratoire de Géologie-Pédologie, Grignon.

Il y a cependant des quantités de travaux cartographiques qui sont diffusés à des échelles un peu supérieures à la plus petite échelle possible ou échelle optima. Par exemple, les cartes au 1/50 000 de la vallée du Chélif auraient pu, sans nuire à leur lisibilité, être imprimées sur des fonds topographiques au 1/100 000. Diverses raisons en ont voulu autrement.

2 - ÉCHELLE OPTIMA

Le degré d'analyse optima d'une carte est le degré d'analyse d'une carte idéale réalisée en étudiant le sol avec une précision telle que les détails les plus petits de la carte soient à la limite des possibilités techniques de dessin et de lecture de la carte par un observateur ayant une vision normale et dépourvu d'instruments optiques.

On estime généralement que la plus petite surface représentable et repérable sur une carte doit avoir une superficie de $1/4$ de cm^2 (carré de 5 mm de côté et cercle de 2,8 mm de rayon). Si les contours de la zone cartographiée sont pratiquement parallèles ils ne doivent pas se rapprocher à moins de 2 mm (sols disposés en une bande étroite et longue comme les sols alluviaux de certaines zones basses).

Pour définir chacune des surfaces élémentaires minimales à cartographier il faut au moins un profil. On peut, pour faciliter les calculs, supposer que cette surface élémentaire minimale a la forme carrée. En bonne cartographie, nous devons prélever un profil dans chaque zone carrée représentée sur la carte par une surface de $0,25 \text{ cm}^2$.

1 - DÉFINITION DE QUELQUES TERMES

1 - DENSITÉ IDÉALE

Soit $1/N$ l'échelle de la carte : 1 cm sur le papier représente N cm sur le terrain. $1/4$ de cm^2 représente $N^2/4 \text{ cm}^2$.

$$\text{Posons } N = A \times 10\,000$$

$$1/4 \text{ cm}^2 \text{ correspond à } A^2/4 \times (10\,000)^2 \text{ cm}^2 \text{ ou à } 1/4 \text{ hectares.}$$

Pour dresser la carte de sol dont la représentation est juste possible à l'échelle $1/N$ (ou $1/A \times 10\,000$), il faut un trou par $A^2/4 \text{ ha}$.

$$\text{Par exemple, au } 1/20\,000, \text{ il faut un trou par } 4/4 = 1 \text{ ha.}$$

La densité $A^2/4$ est la **densité idéale** d'observations pédologiques pour l'échelle considérée.

Mais cette densité idéale n'est pas la **densité nécessaire**. En effet une bonne connaissance des facteurs de différenciation des sols et l'emploi des photographies aériennes ou même d'une bonne carte topographique peuvent dans de nombreux cas réduire sensiblement le nombre de trous nécessaires à une cartographie précise.

2 - EFFICIENCE PÉDOLOGIQUE

On peut appeler **efficacité pédologique**, dans une région donnée, le nombre qui traduit les gains de temps ou les économies d'observation et d'analyses dues à l'emploi des méthodes de la pédologie moderne dans l'inventaire des sols par rapport à la méthode qui consiste uniquement à décrire et analyser les sols et à faire une carte par interpolation.

Cette efficacité pédologique traduit, dans un contexte naturel donné, le fait que la Pédologie permet à la fois une cartographie plus rapide et une meilleure précision grâce à la connaissance des facteurs de différenciation des sols. Cette connaissance permet, on le sait, un dessin des contours et une meilleure définition des unités cartographiques à l'aide de documents annexes de caractère aréolaire comme les photographies aériennes et les plans à grande échelle en courbe de niveau.

Cette **efficacité pédologique K** varie suivant la nature des documents qui sont à notre disposition, suivant le terrain, suivant la végétation, l'action de l'Homme, la date de l'année, etc..

Nous estimons d'après de nombreuses expériences personnelles que cette efficacité est égale à 1 en zone forestière tropicale sans carte topographique précise et même avec des photos aériennes ordinaires. Par contre elle est de l'ordre de 20 en zone non couverte de végétation et à topographie ondulée, avec des photographies en noir ou un plan très détaillé en courbes de niveau au 1/10 000, dans certaines régions méditerranéennes et si les photographies ont été prises au mois d'octobre ou de novembre. Dans les zones cultivées des régions tempérées elle est probablement de 5 à 10.

Nous pouvons donc affecter notre densité idéale d'un coefficient de correction qui est l'inverse de l'efficacité de la Pédologie par rapport aux méthodes employées avant le développement de notre Science.

3 - DENSITÉ NÉCESSAIRE ET DEGRÉ D'ANALYSE

La **densité nécessaire** à une bonne carte pédologique et à une échelle donnée peut être définie comme le produit de la densité idéale par un coefficient de correction 1/K, K étant l'efficacité de la Pédologie compte-tenu des moyens mis en œuvre.

$$\text{densité nécessaire} = 1/K \text{ densité idéale}$$

Mais, le plus souvent, pour des raisons financières, matérielles, humaines, le pédologue ne peut faire sur le terrain, en moyenne, qu'un certain nombre de trous à l'hectare. Il existe donc une **densité réelle**.

Le rapport entre la densité réelle et la densité nécessaire est le **degré d'analyse** de la carte à l'échelle considérée (D.A.).

à l'échelle 1/N = 1/A x 10 000

$$\text{degré d'analyse} = \frac{\text{densité réelle}}{\text{densité nécessaire}}$$

ou
$$D.A. = \frac{K \times A^2}{4 \times H}$$

H = nombre d'ha pour 1 trou

K = coefficient d'efficacité pédologique

A = coefficient de 10 000 dans l'expression de l'échelle.

Exemple : on étudie une zone de 15 000 ha en faisant 500 trous, et on fait une carte au 1/20 000 ; l'efficacité pédologique est de 5.

$$D.A. = \frac{5 \times 5 \times 4}{150 \times 4} = 1/6$$

Conclusion : le travail qui a été fait dans cette région n'est que le 1/6 de ce qu'il aurait dû être pour que le 1/20 000 soit l'échelle optimale.

4 - ÉCHELLE VIRTUELLE DE LA CARTE

C'est l'échelle de la carte pour laquelle la densité nécessaire serait respectée.

C'est donc l'échelle de la carte qu'il faudrait obtenir par réduction de la carte réalisée pour que cette échelle soit l'échelle optima.

$$\text{Echelle virtuelle} = \frac{1}{N \times \sqrt{D.A.}}$$

Dans l'exemple précédent, l'échelle à laquelle il aurait fallu dresser la carte était $1/20\,000 \times 6 \neq 1/50\,000$.

2 - CRITIQUE DE CES NOTIONS

1 - DENSITÉ IDÉALE

Nous avons supposé que, pour définir la surface élémentaire minimale, il suffit d'étudier un seul profil. En fait, dans les régions où le sol est très hétérogène, il est parfois nécessaire d'en étudier plusieurs avant de savoir quel est celui qui est le plus représentatif ; en pratique l'art du pédologue cartographe consiste à bien choisir ses profils pour qu'ils soient représentatifs d'une surface assez grande.

Parfois, la solution est de définir une unité complexe (juxtaposition séquence ou chafne), qui, par définition, groupe des sols différents et peu étendus. Les caractères des différents sols peuvent être précisés dans la légende et dans la notice de la carte. Dans des régions très homogènes par contre on ne peut pas étudier un profil par surface élémentaire minimale sans diminuer beaucoup la probabilité d'erreur.

Nous estimons cependant que cette règle d'un profil par surface élémentaire est valable pour le raisonnement et les calculs. Le coefficient d'efficacité pédologique utilisé par la suite intègre les variations d'ailleurs minimes qu'une étude fine de la densité d'observations nécessaires à la définition de cette surface élémentaire minimale pourrait introduire.

2 - EFFICIENCE PÉDOLOGIQUE

Le coefficient K est en réalité complexe. Il est certainement fonction de données dont les principales sont :

- **Les documents accessoires (D)** : photographies aériennes, carte topographique détaillée, carte géologique, prospections pédologiques antérieures.
- **L'équation personnelle du cartographe (H)** : un pédologue confirmé aura besoin de moins de moyens d'analyse (au sens large) qu'un débutant.
- **Le type de paysage (N)** : son degré de mise en culture, la couverture végétale, l'érosion, les caractères géologiques du substratum et l'histoire géologique récente de la surface.

On peut donc écrire :

$$K = N \times H \times D \quad (\text{Nature} \times \text{Homme} \times \text{Documents}).$$

Nous ne pouvons rien sur le facteur N qui est une donnée du problème. On ne peut que l'évaluer grossièrement en fonction de connaissances acquises antérieurement.

Le facteur humain H dépend du pédologue lui-même et des connaissances qu'il a. Ces connaissances sont en perpétuelle évolution à l'heure actuelle. Si on compare la formation que reçoivent les jeunes ingénieurs pédologues en 1965 avec celle qu'ils recevaient il y a 20 ans, on ne peut que se féliciter des progrès de la pédologie. Mais les progrès à faire dans les vingt prochaines années sont au moins aussi importants que les progrès passés. L'efficacité des pédologues cartographes doit augmenter encore considérablement.

Le facteur D qui correspond à la valeur des documents mis à la disposition du cartographe dépend essentiellement de deux facteurs : d'une part l'existence et la libre disposition de ces documents dans les cas favorables. Il est alors relativement facile et bon marché d'en disposer. D'autre part, s'ils n'existent pas, leur réalisation doit être envisagée : il faut alors du temps et de l'argent.

Pour faire de bonnes cartes de sols il y a donc deux atouts à mettre dans son jeu : des pédologues expérimentés et des documents graphiques. Le reste est nécessaire mais présente une faible variabilité (analyses, moyens de transport, ouvriers pour creuser les trous, conditions matérielles de vie, etc..).

Dans les études courtes, il faut ajouter le facteur époque : une étude est d'autant plus facile, donc précise, qu'elle est faite à une époque où le terrain se prête aux observations et au transport (saison sèche en région tropicale, automne en zone méditerranéenne, début du printemps et fin de l'été en zone tempérée).

Ces dates doivent être aussi celles où sont pris les documents aériens.

Pour une étude dépassant l'année, il revient au pédologue d'organiser au mieux son programme pour travailler dans les zones faciles dans la mauvaise saison et de réserver les périodes où le terrain ne porte pas de cultures, ou bien encore ne présente pas de difficultés majeures de passage pour la prospection des sols qui présentent le plus de difficultés.

3 - CONCLUSION

LA PRÉCISION DANS UN PROGRAMME DE CARTOGRAPHIE DES SOLS

Un pédologue qui doit dresser un programme de cartographie des sols peut se trouver dans les deux cas suivants :

- 1 - On lui demande de chiffrer le coût d'une carte. Il faut obtenir que le demandeur précise, soit l'échelle de la carte demandée et le degré d'analyse souhaité, soit l'échelle virtuelle de la carte.
- 2 - On lui demande, compte-tenu des crédits mis à sa disposition, de définir le document qu'il va réaliser. Il peut alors définir celui-ci par une échelle virtuelle ou par une échelle quelconque assortie d'un degré d'analyse.

Nous savons tous qu'en réalité les tractations sont plus délicates et que les maîtres d'œuvre sont souvent mal informés de ce qu'est la pédologie moderne. Nous aurons atteint notre but si ce texte peut les aider à mieux comprendre la nature du travail des pédologues et s'il peut aider ceux-ci dans la mise au point de leurs programmes.

14 janvier 1966

BIBLIOGRAPHIE

VINK (A.P.A.) - 1963 - *Aspects de Pédologie appliquée*. A la Baconnière, Neuchâtel, 174 p.