

## Note sur la quantification et le langage typologique

Alain G. BEAUDOU

*Pédologue ORSTOM  
ORSTOM, B.P. V 51, Abidjan, Côte d'Ivoire*

### RÉSUMÉ

*La description qualitative des sols est insuffisante. Les données morphologiques peuvent être quantifiées. La terminologie typologique utilisée pour les sols ferrallitiques ajoute à ses capacités descriptives la possibilité d'exprimer des classes numériques.*

La science du sol utilise souvent, sans beaucoup les améliorer, les ressources du langage courant pour préciser et quantifier l'observation. Des mots comme « très », « peu », « beaucoup », « abondant », qui expriment des classes quantificatrices mal définies et subjectives, se rencontrent fréquemment dans les publications. Des ouvrages méthodologiques comme le « Glossaire de pédologie », la « 7th Approximation-USDA », les « Directives pour la description des sols - FAO » proposent certains classements. Relevons à titre d'exemple « sans-quelque-nombreux-abondant » « très peu nombreux - peu nombreux - nombreux - très nombreux - dominant », « petit - gros » qui s'appliquent à la description des sols sur le terrain. Les résultats de laboratoire sont parfois traduits dans le même type de langage. C'est ainsi que l'on peut définir des valeurs chiffrées à partir desquelles un sol sera dit « fortement », « moyennement » ou « peu désaturé ». Dans certains cas, le langage est relativement plus élaboré et peut constituer une combinatoire. Le meilleur exemple est fourni par la

### ABSTRACT

*Qualitative description of soils is insufficient. Morphological datas may be often quantified. The typological terminology used for ferrallitic soils add the possibility to give numerical classes to her descriptive capacities.*

description de la texture des sols. Les mots « argileux », « limoneux », « sableux » peuvent se combiner en « sablo-argileux », « limon argilo-sableux »,... qui correspondent chacun à une classe granulométrique précise. Ces valeurs sont, en général, déterminées au laboratoire, mais peuvent être appréciées sur le terrain avec une assez bonne précision.

Malgré cela, on peut dire, d'une façon très générale, que toutes les possibilités du langage pour exprimer les quantités n'ont pas été recherchées. Mais surtout, cette utilisation du langage n'a jamais réellement servi pour les données morphologiques observées et décrites sur le terrain. Cependant, il s'avère souvent nécessaire de transcrire de façon claire, concise et chiffrée certaines informations comme la présence, la nature et la quantité des éléments grossiers, des taches (altération, réticromation,...). Or visuellement on parvient très facilement et de façon fiable à percevoir des classes auxquelles sont associées des valeurs numériques. Si cette première partie de l'approche du problème paraît relativement aisée, la transcription

des résultats se révèle beaucoup plus délicate en l'absence d'un langage approprié. Cette lacune a été comblée, pour les sols ferrallitiques, par la création d'une terminologie typologique (Chatelin, Martin 1972). Il s'agit d'un moyen d'expression parfaitement adapté qui, grâce à sa souplesse d'utilisation, constitue une très bonne combinatoire et offre ainsi la possibilité de transmettre de façon rapide, concise et quantifiée la majorité des observations de terrain sans perte d'information. Quelques exemples permettront de le montrer. Nous nous limiterons volontairement au cas d'un horizon minéral (structichron) contenant des éléments grossiers de natures minéralogiques différentes : nodules de sesquioxydes (gravolite), cailloux et graviers de quartz (gravélon) et présentant aussi des taches d'altérite.

L'étude de ces exemples nécessite tout d'abord la définition rapide des termes qui seront utilisés pour la démonstration. Le *Structichron* est un horizon minéral meuble qui possède une organisation structurale proprement pédologique sans rapport avec celle du matériau d'origine. Le *Gravolite* est un horizon qui se caractérise par une grande abondance de nodules de sesquioxydes (plus de 45 %). La teneur est théoriquement exprimée en fonction du volume occupé par ces nodules, mais pour des raisons pratiques, ce sont les surfaces qui servent de référence. Le *Gravélon* composé de cailloux et graviers de quartz se définit de la même façon que le gravolite. L'*Altérite* est un horizon sans organisation structurale de type strictement pédologique et ne présente pas d'agrégats. *Structichron*, *gravolite*, *gravélon* et *altérite* représentent des *Horizons majeurs*, mais les éléments qui les constituent peuvent apparaître en quantités plus faibles dans d'autres horizons. On parlera ainsi de *Phase* gravillonnaire, graveleuse, structichrome ou altéritique pour indiquer la présence d'une certaine quantité de gravillons, de quartz, de structichron ou d'altérite. Pour des quantités très réduites, on définira un *Stigme* gravillonnaire, graveleux, structichrome ou altéritique.

Avant d'aborder l'analyse des possibilités de quantification à l'aide du langage typologique, plusieurs remarques s'imposent :

— Le mot « phase » peut être utilisé de deux manières. D'une façon générale, il définit le *volume pédologique d'ordre n-2*, c'est-à-dire le volume immédiatement inférieur à l'horizon. Il s'écrit alors avec un P majuscule (Phase). En ce sens, il est extrêmement utile pour les descriptions rapides ou pour les discussions de faits morphologiques. On indiquera par exemple que l'on observe, dans un structichron, la

juxtaposition de Phases altéritique ou gravillonnaire ou encore que, dans la Phase structichrome dominante, se remarque la présence d'une Phase secondaire, gravillonnaire ou graveleuse. Dans un sens conventionnellement plus restreint, on peut se servir du même mot pour indiquer une *quantité précise* d'un certain élément. Il s'écrit alors avec un p minuscule (phase). Nous verrons par la suite que la phase correspond alors à la classe quantifiée 5-15 %.

— Cette première notion doit être située par rapport à d'autres notions plus générales. Un *intergrade* correspond à un matériau intermédiaire entre deux orthotypes bien définis. Il est alors difficile, sinon impossible, de différencier des éléments intimement associés et de les quantifier. Nous indiquerons par exemple, l'existence d'un *structichron intergrade réticron*. Le terme placé le premier fait apparaître la prédominance du caractère structichrome, cette prédominance n'étant pas numériquement précisable. La notion de Phase ne s'applique que lorsqu'il y a *juxtaposition*, c'est-à-dire lorsque l'on peut distinguer et même séparer des éléments les uns des autres. C'est par exemple le cas lorsque sont associés des éléments meubles (Phase structichrome) et grossiers (Phase gravillonnaire ou graveleuse). La quantification n'est possible que lorsqu'il y a juxtaposition, et que l'on peut définir et mesurer des volumes formés de matériaux différents. Certains mélanges se présentent *pratiquement toujours sous la forme d'intergrades*, comme le mélange structichron-réticron. D'autres peuvent s'observer *soit en intergrades, soit en juxtapositions* (structichron-altérite) et d'autres enfin seront toujours sous forme de *juxtapositions* tels que les ensembles structichron-gravolite, gravolite-gravélon, réticron-gravélon...

Les différents cas étudiés seront donc des juxtapositions d'éléments variés à l'intérieur d'un structichron. En évaluant les surfaces occupées par les éléments grossiers ou par les taches d'altérite, il est possible de retenir certaines limites, facilement reconnaissables, qui permettent ainsi d'établir des classes. A titre d'exemple, nous en avons retenu cinq : 0-5 %, 5-15 %, 15-30 %, 30-45 %, 45-55 % (voir figure). La valeur 0 % représente l'orthotype. Pour faire apparaître les règles de codage, nous utiliserons d'abord des lettres, auxquelles seront ensuite normalement substitués les termes de la typologie. Par convention, une lettre majuscule indique l'élément prépondérant, les lettres minuscules étant réservées aux autres éléments. Lorsqu'une lettre est placée entre parenthèses, c'est qu'elle représente un préfixe et non un terme typologique complet.

## 1. JUXTAPOSITIONS DE DEUX PHASES

Considérons deux Phases dont X est la Phase dominante et y la phase secondaire, nous pouvons écrire :

- pour 0 % de y : X
- pour 0-5 % de y : X stigme y
- pour 5-15 % de y : X phase y (1)
- pour 15-30 % de y : Xy
- pour 30-45 % de y : (y)–X
- pour 45-55 % de y : X–Y

Si X représente le structichron et y des gravillons, la formule (1) peut se traduire en terme de typologie de la manière suivante :

- X : STRUCTICHRON (0 % de gravillons)
- X stigme y : STRUCTICHRON stigme gravillonnaire (0-5 % de gravillons)
- X phase y : STRUCTICHRON phase gravillonnaire (5-15 % de gravillons)
- Xy : STRUCTICHRON gravillonnaire (15-30 % de gravillons)
- (y)–X : Gravo-STRUCTICHRON (30-45 % de gravillons)
- X–Y ou Y–X : STRUCTICHRON-GRAVOLITE (45-55 % de gravillons)

Les juxtapositions de deux éléments sont extrêmement fréquentes et sont faciles à décrire à l'aide de cette méthode.

## 2. JUXTAPOSITIONS DE TROIS PHASES

Ces nouvelles juxtapositions sont encore très fréquentes dans les sols. Les règles de codage nécessaires pour les quantifier deviennent plus compliquées que dans le cas précédent et plusieurs possibilités peuvent se présenter. Une remarque s'impose avant de les exposer. Dans un ensemble de trois Phases, il sera nécessaire de regrouper les deux Phases les plus *apparentées* par leur nature. Par exemple deux Phases meubles seront dites apparentées lorsqu'elles sont en présence d'une Phase grossière. Inversement, deux Phases grossières seront apparentées par rapport à une troisième Phase meuble.

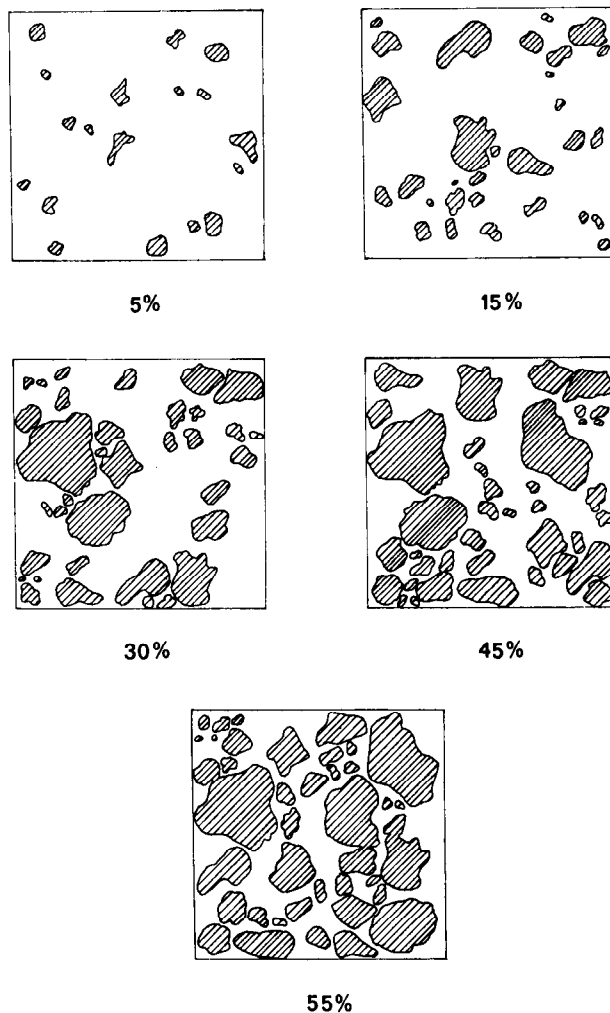


FIG. 1. — Evaluation des surfaces relatives de deux phases.

### 2.1. Juxtapositions d'une phase principale et de deux autres phases mineures apparentées

C'est le cas d'un structichron (X) dans lequel sont juxtaposées une Phase gravillonnaire (y) et une Phase graveleuse (z). La lettre a ou A représente l'ensemble y+z. Dans un premier stade, il faut exprimer le pourcentage des éléments grossiers a ou A en fonction de la partie meuble structichrome X.

- X : 0 % d'éléments grossiers
- X [stigme a] : 0-5 % d'éléments grossiers



**2.2. Juxtapositions d'une phase principale et d'une phase mineure apparentées et d'une troisième phase différente**

C'est le cas d'un structichron (X) juxtaposé à une Phase meuble (y) représentée par des taches d'altération et à une Phase graveleuse (z). Les phases meubles structichron et altérite sont regroupées et évaluées par rapport à la Phase grossière. La lettre B égale à X+y représente l'ensemble des Phases meubles.

On écrit alors :

- B : 0 % de z
- B stigme z : 0-5 % de z
- B phase z : 5-15 % de z (5)
- Bz : 15-30 % de z
- (z)-B : 30-45 % de z
- B-Z ou Z-B : 45-55 % de z

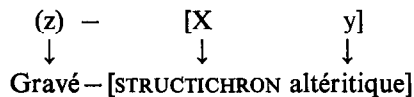
Ensuite, on explicite B :

- B = [X] : 0 % de y
- B = [X stigme y] : 0-5 % de y
- B = [X phase y] : 5-15 % de y (6)
- B = [Xy] : 15-30 % de y
- B = [(y)-X] : 30-45 % de y
- B = [X-Y] ou [Y-X] : 45-55 % de y

Par convention, les Phases apparentées sont mises entre crochets [].

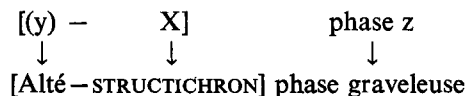
La combinaison des formules (5) et (6) permet de transcrire ce type de juxtaposition en langage typologique de la manière suivante :

— La juxtaposition (z)-B peut s'écrire (z)-[Xy], si B = [Xy] soit en langage typologique :



c'est-à-dire 30-45 % de quartz à l'intérieur d'une Phase meuble (55-70 %) qui contient de 15 à 30 % d'altérite. Le reste de la Phase meuble est représenté par du structichron.

— De la même façon : B phase z devient [(y)-X] phase z, si B = [(y)-X]. On écrit alors :



ce qui signifie que 5-15 % de quartz existent dans une Phase meuble contenant elle-même 30-45 % de taches d'altérite et le reste de structichron.

— Un dernier exemple : Bz se transforme en [Y-X] z, si B = [Y-X], soit en langage typologique un [ALTERITE-STRUCTICHRON] graveleux indiquant que nous sommes en présence de 15-30 % de quartz dans une Phase meuble qui contient 45-55 % de taches d'altérite et la même quantité de structichron.

**2.3. Juxtapositions d'une phase principale et de deux phases mineures toutes les trois apparentées**

C'est le cas de la présence côte à côte de trois Phases meubles ou de trois Phases grossières. Pour quantifier et transcrire en langage typologique, il est nécessaire de rassembler deux des Phases que l'on compare ensuite à la troisième. On choisira par exemple de regrouper les deux Phases les plus importantes. Les combinaisons sont alors identiques à celles du paragraphe 2. Cette possibilité se rencontre beaucoup plus rarement dans les sols.

**3. CONCLUSION**

Il existe dans les sols des juxtapositions encore plus complexes de quatre éléments. Elles sont beaucoup moins fréquentes mais le langage typologique peut toujours s'appliquer. Il faut, dans tous les cas, procéder à des regroupements, ce qui nous ramène aux cas plus simples précédents de juxtapositions de deux ou trois Phases. Dans un deuxième temps, la quantification se fait à l'intérieur de ces regroupements (comparaison de deux Phases) et les possibilités théoriques de description sont alors multiples. Prenons un exemple pour illustrer cette démarche : soit un horizon d'altérite contenant du quartz, du structichron et des gravillons. L'altérite est l'élément principal qui contient des graviers et des cailloux de quartz. Dans les fissures de cet altérite, se trouve une Phase structichrome associée à des gravillons. Dans ces conditions, les regroupements qui s'imposent sont d'une part, altérite-gravélon et d'autre part, structichron-gravolite. On exprimera donc le pourcentage respectif de ces deux ensembles, puis à l'intérieur de chacun d'eux le pourcentage des éléments qui le constituent. Nous pourrions écrire : [Gravé-ALTERITE] structichrome, stigme gravillonnaire

Ceci signifie que l'ensemble gravélon-altérite représente 70-85 % de l'horizon; l'ensemble structichron-gravolite n'occupant que 15-30 % de l'horizon. De plus, il y a 30-45 % de quartz dans le groupement gravélon-altérite et 0-5 % de gravillons dans le groupement structichron-gravolite.

Comme dans les exemples précédents, les pourcentages exprimés ne sont pas les pourcentages réels de chacun des éléments, mais les pourcentages des éléments, regroupés ou non, les uns par rapport aux autres. De tout ce qui précède, se dégage la précision et la concision qu'il est possible d'obtenir pour décrire des objets pédologiques complexes qui ne pouvaient, jusqu'à présent, n'être définis que par une longue succession de phrases. Si nous écrivons Gravélon-ALTERITE structichrome, stigme gravillonnaire, fissural, argileux, anguclode, rouge, nous avons de façon très précise la description et la quantification des caractères morphologiques les plus importants de l'horizon. Le lecteur comprendra en effet que l'altération a libéré une Phase graveleuse associée à la Phase altérite et que les Phases structichrome et gravillonnaire sont de leur côté, génétiquement associées. De plus, l'adjectif fissural indique non seulement la distribution de l'ensemble structichron-gravolite dans les fissures de l'altérite mais aussi l'importance de ces fissures. Les autres termes font apparaître couleur, texture et structure qui peuvent aussi être chiffrées. *A l'expression numérique des faits pédologiques s'ajoute donc facilement leur description et leur répartition.*

Les classes qui ont été choisies pour ces exemples ont été reconnues à la suite des observations de terrain faites lors des prospections cartographiques du Nord de la Côte d'Ivoire. Elles n'ont aucun caractère définitif. Il est possible d'envisager l'existence de classes définies par d'autres limites et même de réduire leur nombre en regroupant les classes actuelles. A ce moment, une partie des termes choisis disparaissent et on ne retiendra, par exemple, que les termes supérieurs. Dans le cas où l'on ne choisirait que deux classes 0-15 et 15-45 %, « stigme » disparaîtrait au profit de « phase » et l'adjectif au profit du préfixe. Nous aurions alors :

X phase y : 0-15 %  
(y) - X : 15-45 %

Ces manipulations de chiffres et de langage (1) peuvent apparaître trop formelles pour les pédologues cartographes ou d'autres spécialistes du sol. Cependant, à l'usage, on se rend vite compte de l'intérêt d'un tel outil, qui offre la possibilité de *décrire très*

*rapidement des profils pédologiques, de mesurer leur degré d'organisation* tout en fournissant le maximum de renseignements. Par la suite, toute cette information peut être ordonnée de manière à obtenir les regroupements les plus significatifs et faire l'objet d'un enregistrement et d'un traitement automatique.

Pour les cartes pédologiques, l'utilité de la méthode apparaît facilement. On indique, directement au niveau de la légende, un maximum de renseignements morphologiques, analytiques, micromorphologiques, etc. sous forme condensée et quantifiée. Selon la dimension des volumes pédologiques étudiés et l'échelle de la carte, il faudra augmenter ou diminuer la quantité d'information transmise. La réduction s'impose vers les petites échelles, l'augmentation vers les grandes.

Par mesure de simplification, les exemples étudiés ici se limitent à la description de faits morphologiques assez grossiers. Mais il est parfaitement possible de décrire ou de quantifier d'autres caractères morphologiques que l'on mettra en relation avec la genèse ou la dynamique actuelle des sols : description des revêtements argileux, des vides (chenaux, pores, etc.), de la compacité, de la structure... Dès l'analyse de terrain, des renseignements quantifiés traduisant un aspect du lessivage, de la circulation de l'eau ou d'autres caractères seront alors fournis, à la *condition impérative de posséder un langage parfaitement adapté* à la transcription de ces données. Un langage de ce type autorise donc, non seulement la description de certains faits pédologiques, mais il peut être aussi adapté à une collecte générale des données caractérisant l'ensemble du milieu naturel.

(1) Il est également possible d'imaginer un système de représentation triangulaire approchant celui des textures pour décrire les juxtapositions de trois Phases. Il suffit de découper sur ce triangle un nombre obligatoirement limité de surfaces, correspondant chacune à une classe. Les règles d'écriture sont beaucoup plus simples, mais certaines valeurs considérées comme trop faibles sont délaissées. On aboutit alors à un cadre rigide dans lequel il faudra absolument, après une sélection, inclure toutes les données. On perd ainsi, non seulement la possibilité d'utiliser toute la souplesse du langage typologique, mais aussi la possibilité d'ajouter la description à la quantification. Le résultat final est en réalité une perte plutôt qu'une réduction de l'information.

BIBLIOGRAPHIE

- BEAUDOU (A.G.) et CHATELIN (Y.), 1977. — Méthodologie de la représentation des volumes pédologiques. Typologie et cartographie en milieu ferrallitique africain. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XV, n° 1, 3-18.
- BEAUDOU (A.G.) et SAYOL (R.). — Notice des cartes pédologiques de Boundiali et de Korhogo à l'échelle de 1/200 000, à paraître.
- CHATELIN (Y.) et MARTIN (D.), 1972. — Recherche d'une terminologie typologique applicable aux sols ferrallitiques, *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. X, n° 1, 25-43.
- Directives pour la description des sols, 1968. FAO.
- Glossaire de Pédologie, 1969. Description des horizons en vue du traitement informatique, D.H.C., ORSTOM, 82 p.
- RICHARD (J.F.), KAHN (F.) et CHATELIN (Y.), 1977. — Vocabulaire pour l'étude du milieu naturel (tropiques humides), *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XV, n° 1, 43-62.
- Soil Survey Manual, 1951. — By Soil Survey Staff, Bureau of Plant Industry, Soils and Agricultural Engineering. U.S. Dept. Agriculture Handbook, n° 18, 503 p.
- USDA Soil Survey Staff, 1960. — Soil classification, 7 th approximation, 265 p.