

KNOWLEDGE OF THE SEASONAL DYNAMICS OF THE SOIL AND ITS ORGANIZATION  
WITHIN THE LANDSCAPE IS AN ESSENTIAL PREREQUISITE FOR SOIL MAPPING  
AND LAND EVALUATION IN TROPICAL REGIONS

P. Brabant

ORSTOM (Institut français de recherche scientifique pour le  
développement en coopération), 213, rue Lafayette, PARIS.

Soil studies in tropical regions, and soil maps in particular, have been losing credibility among users because they often fail to meet rural development needs. The reason for this is that soil maps are based on the taxonomic units used in soil classifications and apply a reductionist conception of the soil - object, restricting this to the PEDON as defined in Soil Taxonomy (1975,p.3-5).

The first requirement, therefore, is to broaden the concept of soil-object by integrating it within the landscape ; the second is to map soils without referring *a priori* to the classifications, and to supply data in readily usable form.

The method takes a different soil-object to the pedon. This soil-object, much larger than a pedon, is the SOIL-SYSTEM, defined as follows :

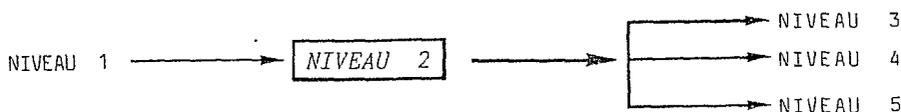
*"A soil-system is a given volume of the earth's pedological cover. Varying in size, it may measure a kilometer or more ; it consists of an ordered combination of horizons or, in exceptional cases, one horizon. The area it covers can be identified from remotely sensed images and shown on a map. Its characteristics include landform, the nature of the parent material and natural vegetation, the daily and seasonal cycles of air and water, and the activity cycles of humans, animals and plants. They also include the cumulative effects that may transform one soil-system into another over time"* (P. Brabant, work to be published in 1989).

The method described primarily draws on 3 properties of soil systems : (1) they can be identified from remotely sensed images, (2) they often appear in the landscape as an ordered, repetitive topographic model, (3) they consist of ordered combinations of horizons.

In practice, the work consists, first of all, of identifying and characterizing all the horizons, then identifying the types of combination between them, and finally seeking out the correlation between the landforms and the distribution of the horizons in the ground. The toposequence is the most appropriate model for this job. Studies of the moisture regime, geochemical balance and water balance are also necessary, the best model for these studies being the small catchment basin.

This method has been tested by ORSTOM in a number of tropical regions: in Africa (Burkina Faso, Cameroon, Ivory Coast, Senegal and Chad), in Latin America (Brazil), Guyana and Venezuela) and in Asia (Indonesia).

Results : The soil data needed for soil mapping and land evaluation purposes is acquired at 5 different levels, coordinated and ranked as in the diagram below. Level 2 is the key level for a knowledge of soils.



O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

V-82

N° : 31 995 ex A

Cpte : B 22 AVR. 1991

Level 1 encompasses the exploratory work : identification of the soil-systems of a region, plotting the boundaries of each as defined by landforms and parent material, vegetation type and general soil data. The map produced from these data (on a scale smaller than 1 :1,000,000) will be used as a basic document for selecting sites representative of the soil-systems to be studied at Level 2.

Level 2 includes a detailed study of each soil-system (constituents, organization and dynamics of the soil within the landscape) as studied on representative sites (toposequences and catchment basins). This forms the data base used for all work at Levels 3, 4 and 5.

Level 3 is the inventory of a region's soil resources, and is drawn up from information gathered at Level 2. Special emphasis is laid on the clarity of the map keys (map scale between 1 :200,000 and 1 :1,000,000), so that the user can visualize the landscape from a simple reading of the map. The region's land resources can be evaluated from accompanying data on the physical and human environment.

*Work at Levels 4 and 5 makes use of the above results and makes them directly applicable to development projects.*

Work at Level 4 consists of assessing the feasibility of a project within a selected boundaries identified from the inventory map. The various landforms of a soil-system (in relation to the nature of the underlying soil) and the dynamic processes occurring between these landforms (on the ground and under it) are represented on a medium-scale map of 1 :20,000 to 1 :50,000. Once processed, these data provide a basis for evaluating the land suitability for the uses proposed for the project.

Work at Level 5 concerns areas of a few thousand hectares each, selected from the Level 4 map for the purpose of the project, once the Level 4 work has confirmed feasibility. This map is on a scale larger than 1 :5,000 and shows the areas which, for each soil system, correspond to volumes with the same vertical succession of horizons, the same seasonal dynamics, and little or no lateral variation in their properties. They can be regarded as homogeneous units.

The map is supplemented by an evaluation of the qualitative suitability of each of these homogeneous units for the use proposed by the project.

### Conclusions :

Identification of the horizons is the first indispensable step in getting to know a tropical soil. One must next discover how these horizons are organized within the landscape to form each soil-system. The Level 2 study of representative sites is the epicenter of all the work ; this is the most suitable and economical method for drawing up maps and land evaluations.

It is not enough to describe the landform and study the soil or its seasonal dynamics as separate operations. Only a global study enables an adequate land evaluation for rural development plan purposes.

Lastly, to get to know the soils it is not essential to apply the soil classifications at the outset. They can be applied *a posteriori* to name homogeneous parts of soil-systems that have already been described. Used in this way, the classifications are valuable for scientific communication among specialists, and in transferring knowledge.

CONNAITRE L'ORGANISATION DU SOL DANS LE PAYSAGE ET SA DYNAMIQUE SAISONNIERE EST UN PREALABLE NECESSAIRE A LA CARTOGRAPHIE ET A L'EVALUATION DES TERRES DANS LES REGIONS TROPICALES.

P. Brabant

ORSTOM - Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération 213 rue Lafayette PARIS

Les études de sols dans les régions tropicales, et la cartographie en particulier, ont subi une perte de crédibilité auprès des utilisateurs, parce qu'elles sont souvent inadaptées aux nécessités du développement rural. La cause en est que les cartes de sols se réfèrent aux unités taxonomiques des classifications et à une conception réductionniste de l'objet-sol, limité au PEDON tel qu'il est défini dans la Soil Taxonomy (1975,p.3-5).

Le premier objectif est donc d'élargir le concept d'objet-sol, en intégrant celui-ci dans le paysage ; le second est de représenter les sols sur des cartes sans se référer, *a priori*, aux classifications, puis de fournir les données sous une forme facilement exploitable.

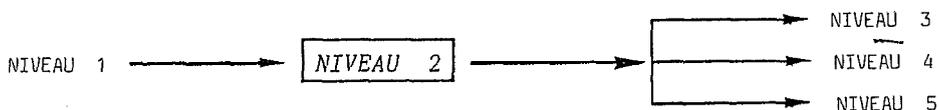
La méthode est fondée sur une définition de l'objet-sol, différente de celle du pédon. Cet objet-sol, de dimension beaucoup plus grande que celle du pédon, est dénommé SYSTEME-SOL. En voici la définition : *"Un système-sol correspond à un volume déterminé de la couverture pédologique de la Terre. De dimension variable, souvent kilométrique, il est constitué d'une combinaison ordonnée d'horizons, exceptionnellement d'un horizon. Son aire peut être identifiée sur des images aérospatiales et délimitée sur une carte. Ses caractéristiques englobent d'une part la forme du modelé, la nature du matériau originel et de la végétation naturelle, d'autre part le fonctionnement cyclique, journalier et saisonnier, de l'air et de l'eau, des activités humaines, animales et végétales ; elles incluent aussi le fonctionnement cumulatif, qui peut transformer ce système-sol en un autre au cours du temps"* (P. Brabant, à paraître, 1989)

La méthode se réfère surtout à 3 propriétés des systèmes-sols : (1) ils sont repérables sur les images aérospatiales, (2) ils se présentent souvent dans le paysage comme un modèle répétitif et ordonné par rapport à des repères topographiques, (3) ce sont des combinaisons ordonnées d'horizons.

En pratique, les travaux consistent d'abord à identifier et caractériser tous les horizons, ensuite à en déterminer les types de combinaisons, enfin à rechercher la corrélation existant entre les formes du modelé et la répartition de ces horizons dans le sol. La toposéquence est le modèle de terrain le mieux adapté à ces travaux. Ceux-ci comportent aussi l'étude du régime hydrique et des bilans, hydrique et géochimique. Le petit bassin versant est alors le modèle qui convient le mieux.

La méthode a été expérimentée par l'ORSTOM dans plusieurs régions tropicales : en Afrique (Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Sénégal, Tchad), en Amérique du Sud (Brésil, Guyane, Vénézuëla), en Asie (Indonésie).

Résultats : l'acquisition des connaissances sur les sols, nécessaires à la cartographie et à l'évaluation des terres, se répartit sur 5 niveaux, hiérarchisés et coordonnés selon le schéma ci-dessous. Le Niveau 2 est le Niveau-clé de la connaissance des sols.



Le Niveau 1 correspond à des travaux exploratoires : identification des systèmes-sols d'une région, délimitation de chaque système-sol caractérisé par la forme du modelé, la nature du matériau originel, le type de végétation et des données générales sur le sol. La carte ainsi dressée, à une échelle inférieure à 1/1 million sera utilisée comme document de base pour sélectionner les sites représentatifs des systèmes-sols étudiés au Niveau 2.

Le Niveau 2 comporte des études détaillées de chaque système-sol : constituants, organisation et dynamique du sol dans le paysage, effectuées dans les sites représentatifs (toposéquences et bassins versants). Il constitue ainsi la base de données utilisée pour tous les travaux des niveaux 3, 4 et 5.

Le Niveau 3 correspond à l'inventaire des ressources en sols d'une région, effectué grâce aux connaissances acquises au Niveau 2. Une importance particulière est donnée à la clarté de la légende des cartes (d'échelle comprise entre 1/200 000 et 1/1 000 000) afin que l'utilisateur, par une simple lecture, puisse visualiser le paysage. D'autres données sur l'environnement physique et humain associées à ces cartes permettent de faire une évaluation des ressources en terres de la région.

*Les travaux des Niveaux 4 et 5 valorisent les résultats précédents et les rendent directement applicables à des projets de développement.*

Les travaux du Niveau 4 consistent à déterminer la faisabilité d'un projet dans un périmètre sélectionné sur la carte d'inventaire. Les différentes formes du modelé d'un système-sol (en relation avec la nature du sol sous-jacent) et la dynamique existant entre ces formes (sur et sous le sol) sont représentées sur une carte à moyenne échelle (1/20 000 à 1/50 000). Le traitement de ces données permet ensuite d'évaluer l'aptitude des terres pour les utilisations prévues par le projet.

Les travaux du Niveau 5, portant sur des périmètres de quelques milliers d'hectares sélectionnés sur la carte précédente, sont destinés à la mise en oeuvre du projet, dont la fiabilité a été reconnue au Niveau 4. La carte à une échelle supérieure à 1/5 000 représente les superficies correspondant, dans chaque système-sol, à des volumes ayant la même succession verticale d'horizons, la même dynamique saisonnière et peu ou pas de variations latérales de leurs propriétés. On peut les considérer comme des "blocs homogènes".

La carte est complétée par une évaluation de l'aptitude qualitative et quantitative de chacun de ces "blocs homogènes" pour l'utilisation prévue par le projet.

## Conclusions

L'identification des horizons est la première démarche indispensable pour connaître les sols tropicaux. Il faut ensuite déterminer la manière dont les horizons sont ordonnés dans le paysage pour constituer chaque système-sol. L'étude des sites représentatifs du Niveau 2 est à l'épicentre de tous les travaux ; c'est la méthode la mieux adaptée et la plus économique pour réaliser ensuite la cartographie et l'évaluation des terres.

La description du modelé du terrain, l'étude du sol ou de sa dynamique saisonnière, effectuées séparément, ne suffisent pas. Seule une étude globale permet de faire une évaluation des terres convenant aux nécessités de l'aménagement rural.

Enfin, l'usage des classifications n'est pas un préalable indispensable à la connaissance des sols. Elles peuvent être utilisées, *a posteriori*, pour dénommer des parties homogènes de systèmes-sols déjà connus. Ce recours aux classifications présente un intérêt surtout pour la communication scientifique entre les spécialistes et pour le transfert des connaissances.