

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

ORSTOM

CARTE PEDOLOGIQUE ET PLANIFICATION REGIONALE : L'EXEMPLE DE BASSAR
PROBLEMES DE CHOIX ET D'INTERPRETATION DES DONNEES PEDOLOGIQUES

R. POSS et S. WOROU

Centre ORSTOM
B.P. 375 LOME TOGO

Novembre 1985

Communication présentée à la 7^e réunion du sous-Comité Ouest et Centre
Africain de corrélation des sols pour l'évaluation et la mise en valeur des
terres (Ouagadougou, 10-17 novembre 1985).

13 MAI 1986

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

No : 21 020

Cote : B. 21.010

156

RESUME

La comparaison d'une carte des "capacités agronomiques" déduite d'une carte pédologique à moyenne échelle, qui a été utilisée pour établir un schéma d'aménagement du territoire, avec les directives FAO, ne montre de différences qu'au niveau de la définition des classes d'aptitude et des critères pris en compte.

Une analyse critique de quelques caractéristiques pédologiques intervenant sur le rendement des plantes cultivées et des difficultés de leur acquisition sur le terrain conduit à discuter de la fiabilité des diagnostics pédologiques. Les indices globaux utilisés pour comparer les sols entre eux sont ensuite étudiés. Il semble qu'il est préférable actuellement de rester au niveau des classes de sols dans lesquelles les contraintes sont explicitées.

SUMMARY

The comparison between an agronomic capacity map deduced from a soil map at middle scale, which was used to establish a fitting territory diagram, and the FAO's guidelines, only shows differences at the level of the suitability classes definition and of the diagnostic factors used.

A critical analysis of some soil characteristics intervening on the crop yield and of the difficulties in acquiring these characteristics on the land leads us to discuss the reliability of the soil diagnosis. Then the arithmetic suitability ratings used to compare the soils are investigated. It seems preferable now to stop the studies at the level of the soil classes, in which constraints are explicitated.

INTRODUCTION

Les premières études réalisées par l'ORSTOM au Togo à partir de 1948 ont permis de dresser une carte de synthèse des sols au 1/1 000 000 publiée en 1969 (LAMOUREUX, 1969). Dans le cadre des études à moyenne échelle réalisées par l'Institut dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre au cours des années 1970 il a été décidé de cartographier l'ensemble du pays. A l'issue de près de 10 ans de travail, la moitié sud du territoire a été couverte au 1/200 000 (LEVEQUE, 1978 et 1979). Des travaux similaires ont été réalisés au 1/100 000 au Nord-Ouest (LE COCQ, à paraître), au 1/50 000 au Nord-Est (FAURE, à paraître) et sont en cours actuellement dans le Nord au 1/200 000 (POSS, en cours). LEVEQUE et LE COCQ se sont efforcés de traduire leur carte pédologique en carte directement utilisable pour la mise en valeur en prenant en compte les sols, les exigences climatiques et les cultures actuellement pratiquées, LEVEQUE a préféré rester au niveau d'une carte de "ressources en sols" alors que LE COCQ a établi une carte des "capacités agronomiques". Ces cartes constituent avant tout de précieux outils de travail pour les services régionaux du plan qui utilisent les résultats dans l'élaboration du schéma d'aménagement du territoire.

Nous nous proposons de faire une étude comparée des méthodes utilisées par LE COCQ et de celles préconisées par la FAO (FAO, 1983), ce qui nous conduira à évoquer quelques problèmes généraux concernant le passage des études pédologiques aux études agronomiques.

FACTEURS PHYSIQUES	FACTEURS CHIMIQUES	EAU DU SOL (ESTIMATION)
<ul style="list-style-type: none"> - L'épaisseur du sol. - La texture des horizons de surface et ceux de profondeur. - La charge en éléments grossiers. - La transition entre les horizons de surface et l'horizon B. - La transition entre le sol meuble et le matériau originel. - L'induration : c'est-à-dire la profondeur d'apparition des horizons indurés. - La structure. 	<ul style="list-style-type: none"> - La somme des bases échangeables. - Le taux de saturation. - L'acidité. - Le potassium en cas de carence en cet élément. - Le phosphore en cas de relative abondance. - Le Na/T en cas d'excès de sodium sur le complexe absorbant. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le drainage externe - Le drainage interne - L'économie de l'eau

TABLEAU N° 1 : Critères de fertilité retenus par LE COCQ pour l'établissement de la carte des capacités agronomiques des sols de la région de BASSAR.

I. LA CARTE DE BASSAR ET LES DIRECTIVES FAO.

1.1. Principes d'établissement de la carte de BASSAR.

Les principes qui ont guidé l'établissement de la carte des capacités agronomiques des sols de la région de BASSAR sont avant tout la recherche des critères permettant d'évaluer les sols selon leur aptitude à une intensification des cultures traditionnelles (igname, sorgho, mil, haricot, fonio, manio et des cultures introduites depuis longtemps, donc maîtrisées par l'agriculture traditionnelle (arachide, riz, coton). Les différents facteurs de fertilité habituellement envisagés ont été confrontés à une appréciation grossière de l'état des cultures paysannes, ce qui a permis de ne retenir que ceux qui sont apparemment les plus influents. Quatorze caractéristiques réparties en facteurs physiques, chimiques et eau du sol ont été choisis (Tableau n° 1). Les échelles d'appréciation ont été établies en fonction des valeurs trouvées dans la bibliographie (DABIN, 1968 ; BOULET, 1976 ; MULLER et GAVAUD, 1976) ou déterminées à partir d'observations de terrain. Sur chaque échelle ont été déterminées les valeurs à partir desquelles le facteur devient une contrainte pour l'une ou pour l'ensemble de cultures.

Les sols ont été répartis en 5 classes :

- classe I : sols aptes
- classe II : sols aptes mais dont quelques caractéristiques peuvent gêner certaines cultures.
- classe III : sols aptes avec des caractéristiques limitantes pour certaines cultures.
- classe IV : sols marginaux généralement inaptés
- classe V : sols inaptés.

Les catégories ne sont pas hiérarchisées en valeur mais correspondent à des ensembles différents de fertilité. LE COCQ remarque que dans la traduction de la carte pédologique en carte des capacités agronomiques les limites d'unités restent les mêmes : la variabilité du contenu sol de chaque unité induit donc des variations importantes d'un ou plusieurs facteurs de fertilité.

1.2. L'utilisation de la carte des capacités agronomiques dans l'établissement d'un schéma d'aménagement régional.

Pour établir son esquisse d'aménagement du territoire, l'aménageur (direction régionale du Plan de KARA) a eu la chance de pouvoir disposer d'une couverture pédologique presque complète de la région étudiée. Cependant son travail était délicat, car l'ensemble était couvert par 3 documents dont l'échelle était comprise entre le 1/50 000 et le 1/100 000. Il a donc été nécessaire d'établir une carte de synthèse au 1/500 000 appelée "carte d'aptitude des sols à l'intensification des cultures traditionnelles de la région" (fig. 1). Trois classes de sols aptes et une classe de sols inaptes ont été conservées. Les sols alluviaux et hydromorphes ont été logiquement placés dans une classe particulière.

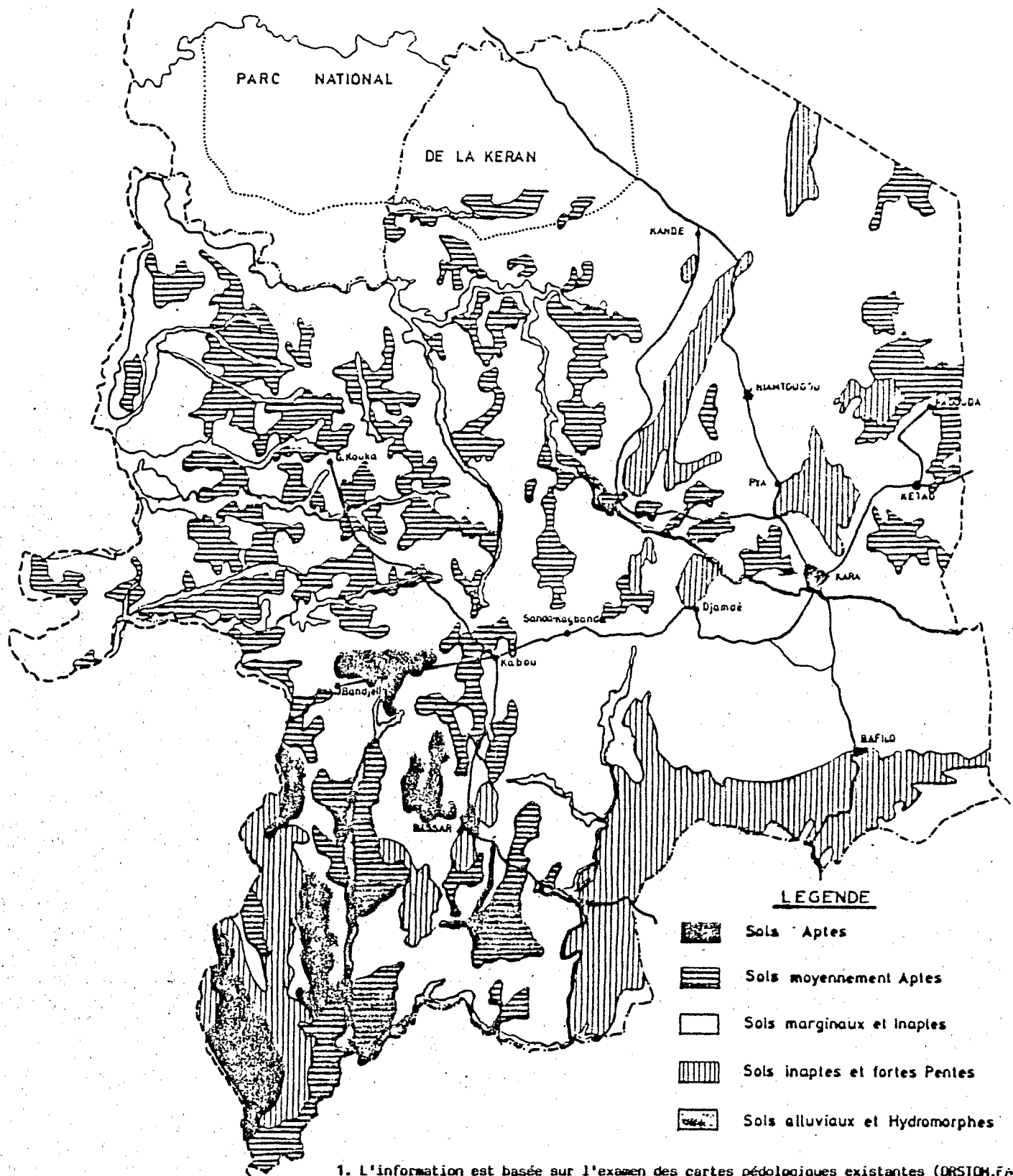
Les données socio-économiques ont été ensuite prises en compte surtout sous l'aspect densité de population (recensement de 1981) et intensité de l'occupation des sols (à partir d'une couverture panchromatique au 1/30 000 de 1977), ce qui a permis de découper la région en trois zones homogènes comprenant 20 secteurs.

Pour l'ensemble des unités, des propositions ont alors pu être formulées (fig. 2) en distinguant deux sous-régions en fonction de leur densité de population. Dans la sous-région orientale, fortement peuplée (100 ha/km²) les propositions portent sur la conservation des sols, alors que dans la sous-région occidentale où les densités de populations sont plus faibles (20 ha/km²), l'utilisation de la carte des capacités agronomiques a permis de distinguer des zones favorables ou très favorables pour les migrants en provenance de la zone dense et des zones où une intensification des interventions est souhaitable, sans qu'une colonisation soit envisageable en raison de la qualité des sols ou de l'occupation de l'espace.






1.3. Comparaison entre la carte de LE COCQ et les directives FAO.

Sans avoir emprunté exactement les mêmes démarches, le système d'évaluation des sols utilisés par LE COCQ s'intègre bien dans le cadre proposé par la FAO. (FAO, 1983).

Il s'agit en effet d'une étude régionale de reconnaissance au 1/100 000 s'appliquant à l'inventaire des ressources en sols et à la fourniture d'un document de base pouvant être utilisé pour des études plus détaillées. Les facteurs de fertilité retenus pour l'évaluation sont ceux qui semblent intervenir sur la croissance des plantes : ils correspondent à la fois aux "qualités" et aux "caractéristiques" des sols dans le système FAO. En ce qui concerne la définition des classes



LEGENDE

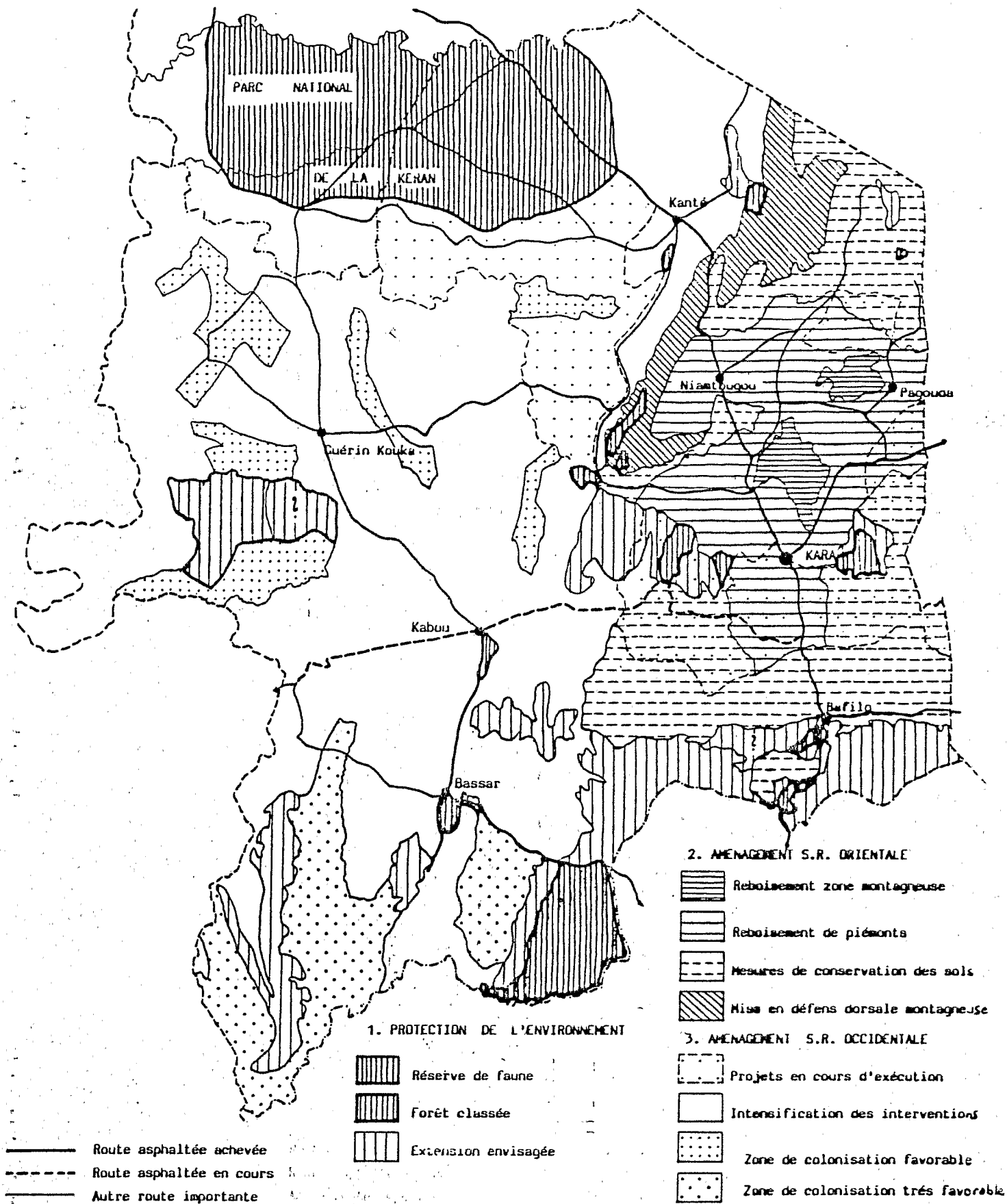
-  Sols Aptes
-  Sols moyennement Aptes
-  Sols marginaux et inaptes
-  Sols inaptes et fortes Pentes
-  Sols alluviaux et Hydromorphes

1. L'information est basée sur l'examen des cartes pédologiques existantes (ORSTOM, FAO)
2. En raison de l'échelle adoptée, des surfaces aux sols aptes mais de faible superficie n'ont pas été cartographiées.
3. L'aptitude concerne l'intensification des cultures traditionnelles de la région

direction Régionale du Plan à Kara(1985)

Figure 1

ESQUISSE D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE



Propositions de la Direction du Plan à Kara (1985)

Figure 2

de sol, LE COCQ distingue 5 classes différentes subdivisées en plusieurs catégories. Les 3 premières s'apparentent aux classes S₁, S₂ et S₃ de l'ordre S (apte) et les deux dernières aux classes N₁ et N₂ de l'ordre N (inapte) dans le système FAO.

Enfin le système d'évaluation retenu correspond à la méthode à deux phases (prospections de bases suivies d'une analyse socio-économique) dont seule la première phase a été réalisée, ce qui a permis une évaluation qualitative.

C'est le niveau auquel s'arrêtent généralement les pédologues, l'analyse socio-économique qui permet une évaluation qualitative nécessitant la prise en compte des facteurs qui leur échappent.

1.4. Conclusions.

Les cartes d'inventaire pédologiques à moyenne échelle constituent donc un document de première importance dans le cadre de la planification régionale surtout lorsque le pédologue les traduit en carte de "ressources en sols" ou de "capacités agronomiques". La carte de BASSAR s'intègre dans le cadre des directives FAO, même si la définition des classes ou les critères retenus diffèrent quelque peu.

2. PROBLEMES DE CHOIX ET D'INTERPRETATION DES DONNEES PEDOLOGIQUES.

2.1. Le choix des caractéristiques pédologiques :

La définition des classes de sols, qui est très généralement employée, repose implicitement sur l'idée qu'il existe une relation directe entre les contraintes pédologiques et le rendement des cultures envisagées. Mais le choix des contraintes pertinentes qui déterminent ensuite le choix des caractéristiques pédologiques, à prendre en compte reste très difficile. Par exemple, parmi toutes les analyses de laboratoire possibles, comment sélectionner les données intervenant effectivement sur le développement des plantes (on suppose résolu le problème de représentativité des horizons prélevés) ? Si certaines comme ^{le}pH ou le taux de matière organique ont une action particulièrement nette, d'autres par contre, comme le potassium échangeable, sont d'une interprétation beaucoup plus délicate et leur influence sur les rendements peu nette. Dans le cas des critères chimiques, le problème se complique par ailleurs en raison des interrelations entre les différents éléments. De semblables interrelations existent également entre texture et structure ou entre porosité et taux d'éléments grossiers. L'influence de chaque facteur est donc difficilement discernable, ce qui explique la relative pauvreté de la bibliographie concernant les exigences des différentes cultures.

Le pédologue est donc souvent conduit à prendre en compte des caractéristiques pédologiques plus en fonction de son savoir faire qu'en fonction des relations précises de cause à effet.

2.2. La fiabilité des diagnostics pédologiques :

Nous supposons résolu le choix des caractéristiques à prendre en compte : il faut maintenant les acquérir. En se plaçant du simple point de vue de la description morphologique, qui constitue la base de toute évaluation des sols, d'importants problèmes d'interprétation peuvent apparaître. Nous prendrons deux exemples : la profondeur accessible aux racines des plantes cultivées et l'engorgement du sol.

Comment définir la profondeur accessible aux racines ? Dans le cas d'un obstacle mécanique absolu comme un horizon induré ou une roche non altérée cela ne présente aucune difficulté. Mais le cas, très fréquent en zone inter-tropicale, d'horizon riche en éléments grossiers à faible profondeur, la péné-

tration des racines dans ces horizons doit être estimée et nous manquons fréquemment de référentiel : on s'aperçoit actuellement que le coton développe un important système racinaire dans les horizons gravillonnaires et que le cacao réussit très bien sur des sols riches en éléments grossiers, alors que l'absence de ceux-ci constituait un des principaux critères de choix il y a une dizaine d'années. Le même problème d'appréciation se pose pour les horizons compacts en saison sèche : comment le système racinaire pourra-t-il les coloniser en saison des pluies ? Quelles sont les variations de consistance du matériau en fonction des variations d'humidité (cas des terres de Barre du Sud Togo et Sud Bénin) ?

En ce qui concerne l'aération du sol, le diagnostic du pédologue, qui travaille généralement en saison sèche, repose généralement, en l'absence d'horizon à gley typique, sur la présence de taches d'oxydo-réduction. Mais quelle est la signification de ces taches ? Sans parler des horizons très sableux pauvres en fer qui peuvent être engorgés sans présenter de taches, la présence de taches n'indique pas forcément une hydromorphie actuelle : nos sols et particulièrement les sols ferrallitiques, résultent d'une histoire ancienne qui a vu de considérables alternances climatiques au cours du quaternaire, dont les témoins ferrallitiques du Burkina Faso sont une des preuves les plus formelles. Des taches qui peuvent apparaître très rapidement au cours d'une période humide, pourront ensuite subsister pendant des siècles pour peu qu'elles se trouvent dans des horizons peu travaillés par la faune. Ce problème est particulièrement net au sein des altérations ferrallitiques que l'on retrouve fréquemment à la base des profils aussi bien en Côte d'Ivoire qu'au Togo. Ces horizons sont placés actuellement dans des conditions de drainage différentes de celles de leur formation et il est fréquent d'observer des "argiles tachetées" parfaitement bien drainées en saison des pluies.

Il faut donc constater à la lumière de ces quelques remarques que le diagnostic pédologique reste délicat à formuler et que d'importantes erreurs d'interprétation peuvent encore subsister.

2.3. Problèmes liés à l'utilisation des indices.

Certains auteurs affectent des notes aux différents paramètres entrant dans l'évaluation des terres, puis les combinent en un indice global censé représenter la valeur du sol. Cet indice global est, selon les auteurs, soit la somme (méthode additive), soit le produit (méthode multiplicative) des notes individuelles. Après avoir étudié les avantages et les inconvénients de chaque méthode

Nous tenterons de comprendre la signification de tels indices dans l'évaluation des terres.

Le principal avantage de la méthode additive est de permettre de pondérer les différents facteurs. En notant par exemple la pente sur 20 points et la texture sur 5 points, il est possible de donner 4 fois plus de poids à la pente qu'à la texture. Par contre un facteur limitant absolu ne déclassera le sol que dans la mesure où il agit également sur d'autres caractéristiques, à moins d'introduire des notes négatives (DUCLOS, 1971).

La méthode multiplicative permet par contre de tenir compte des facteurs limitants absolus : il suffit en effet d'un seul facteur noté 0 pour que l'indice soit nul. Mais la pondération entre les différents facteurs est délicate : comme le remarque HALLAIRE (1981), en l'absence de coefficients de pondérations, un facteur prépondérant comme le degré d'hydromorphie et un facteur secondaire comme la charge en éléments grossiers auront le même poids dans la note finale.

L'introduction de coefficients de pondération selon l'importance du facteur comme le propose la FAO est censé résoudre ce problème, mais la détermination des coefficients reste sujette à caution. De très bonnes corrélations avec les rendements ont cependant été parfois trouvées en utilisant cette méthode (SYS et FRANKART, 1971).

Il se pose toutefois le problème général de la signification des indices globaux. De tels indices supposent en effet une relation de proportionnalité entre chaque facteur pris séparément et le rendement final. Or l'incidence d'une caractéristique pour autant qu'on puisse l'évaluer correctement comme nous l'avons vu précédemment, sur le rendement final n'est pas aisément discernable : comment, par exemple, noter la texture d'un sol pour que cette note soit liée à un rendement ?

Une relation existe certes, dont nous avons une certaine connaissance empirique, mais il est difficile de la formuler sous une forme chiffrée de type proportionnel. D'autre part, comme nous l'avons vu, les facteurs n'agissent pas de manière indépendante sur le rendement final : par exemple le pH du sol est lié au taux de bases échangeables, lui-même lié au taux de matière organique et au taux et à la nature des argiles. Dans certains cas, la combinaison des facteurs conduit donc à une pénalisation excessive. Par contre, certains facteurs peuvent se compenser : par exemple un taux modéré de concrétions ferrugineuses dans un sol à

texture lourde permet le maintien d'une porosité élevée favorable à la pénétration racinaire. La présence d'un facteur en principe défavorable (le taux d'éléments grossiers) peut donc accroître la potentialité du sol.

Enfin, l'évaluation des sols à partir des indices globaux conduit à rapprocher des sols très différents : or ce n'est pas parce que de bonnes corrélations avec les rendements auront été trouvées pour tel ou tel type de sol que les autres sols ayant la même note donneront les mêmes résultats.

2.4. Conclusions :

L'évaluation des sols serait-elle donc impossible dans l'état actuel de nos connaissances ? Au vu de la multiplicité des solutions proposées, qui ne correspondent pas à des différences d'échelle, il ressort nettement qu'aucune méthode ne donne actuellement entière satisfaction. Conscients de l'imprécision de nos diagnostics et de notre connaissance encore très incomplète des besoins réels de chaque culture, il est raisonnable de ne considérer nos études que comme des approches intégrant un certain nombre de connaissances à un instant donné, ce qui nous impose une grande modestie au niveau des conclusions.

Il semble souhaitable de rester au niveau de la définition des classes de sols à l'intérieur desquelles les contraintes sont explicitées (POSS et SABATHE, 198) comme l'a fait LE COCQ, car d'une part l'utilisation d'indices globaux pose de nombreux problèmes, d'autre part cette méthode fait clairement apparaître les critères pris en compte, ce qui permet d'assurer une certaine pérennité de l'étude : même si la spéculation ou les techniques sont modifiées, il est possible d'utiliser les résultats sans renouveler l'onéreuse acquisition de données de terrain.

CONCLUSIONS

La carte pédologique à moyenne échelle constitue donc un document fondamental pour établir un schéma d'aménagement à l'échelle régionale, surtout lorsque le pédologue la traduit en terme de "ressources en sols" ou de "capacités agronomiques".

Cependant cette traduction n'est pas sans poser de nombreux problèmes tant au niveau de la conception que de la réalisation. Le cadre proposé par la FAO a le mérite de rester suffisamment souple pour s'adapter à chaque cas particulier et de bien poser les problèmes, en soulignant en particulier que toute évaluation doit être réalisée pour un niveau technique donné.

Les critères à prendre en compte ainsi que leur importance relative restent toutefois encore peu précis en raison notamment de leurs interrelations, et un important travail reste à réaliser dans cette voie. C'est une des raisons pour lesquelles il nous semble préférable de rester au niveau de la définition de classes de sols dans lesquelles les facteurs jugés limitants sont explicités.

Malgré toutes ces difficultés, l'évaluation des contraintes d'ordre pédologique reste prioritaire dans le choix qui préside à l'affectation d'une terre à une spéculation. Notre participation aux travaux d'évaluation est donc fondamentale, mais elle doit s'effectuer en s'appuyant au maximum sur des résultats au champ et en restant conscient des limites de nos interprétations.

BIBLIOGRAPHIE

- BOULET (R.), 1976. - Notice des cartes de ressources en sols de la Haute Volta. ORSTOM (Paris), 97 p.
- DABIN (B.), 1968. - Etude des facteurs de la fertilité des sols tropicaux. Facteurs chimiques. pp. 211-259 in "Techniques rurales en Afrique" - Ch. 10. Pédologie et développement. ORSTOM BDPA. Secrétariat d'état aux affaires étrangères. Paris - 402 p.
- DUCLOS (G.), 1971. - Appréciation de l'aptitude à la mise en valeur des sols de Provence - *Bull. AFES*, 6 : 33-46.
- FAO, 1983. - Guidelines for land evaluation for rainfed agriculture - FAO (Rome), soil Bulletin 52, 237 p.
- FAURE (P.), à paraître. - Carte pédologique au 1/50 000 de la région de la KARA. ORSTOM (Paris).
- HALLAIRE (V.), 1981. - La valeur des terres agricoles - Inventaire critique des méthodes d'évaluation - Sols n° 2, INAPG (Paris), 106 p.
- LAMOUREUX (M.), 1969. - Carte pédologique du Togo au 1/100 000. Not. expl. n° 34. ORSTOM (Paris), 91 p.
- LE COCQ (A.), à paraître. - Notice explicative de la carte pédologique au 1/100 000 de BASSAR - Carte des capacités agronomique des sols - ORSTOM (Paris).
- LEVEQUE (A.), 1978. - Ressources en sols du Togo. Carte à 1/200 000 des unités agronomiques déduites de la carte pédologique. Socle granito-gneissique limité à l'ouest et au nord par les monts Togo. Not. expl. n° 73 - ORSTOM (Paris), 21 p., 1 carte h.t.
- LEVEQUE (A.), 1979. - Carte pédologique du Togo à 1/200 000 - Socle granito-gneissique limité à l'ouest et au nord par les Monts Togo. Not. expl. n° 82, ORSTOM (Paris), 77 p., 3 cartes h. t.
- MULLER (J.P.), GAVAUD (M.), 1976. - Conception et réalisation d'une carte d'aptitudes culturales, à propos de la cartographie des sols de la vallée de la Bénoué au Cameroun. *Cah. ORSTOM. Sér. Pédol.*, 14 (2) : 131-159.

POSS (R.), en cours. - Carte pédologique au 1/200 000 du Nord Togo.
ORSTOM (Paris).

POSS (R.), SABATHE (R.), 1983. - Etude des aptitudes culturales de la région de Katiola pour les cultures pluviales annuelles, mécanisées, en assolement intensif. ORSTOM (Paris), 30 p.

SYS (C.), FRANKART (R.), 1971. - Evaluation de l'aptitude des sols dans les tropiques humides - *Sols africains*, 15 (3) : 177-200.