

QUATRIEME PARTIE

L'APPLICATION DE LA PEDOLOGIE AU DEVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE EN AFRIQUE TROPICALE

M. GUINARD et P. VERDIER

INTRODUCTION

A — Objectifs et méthodes de la pédagogie appliquée.

L'application de la pédologie au développement de l'agriculture tropicale est l'une des questions qui suscitent les avis les plus divergents. Si tout le monde est bien d'accord pour reconnaître l'importance d'une bonne connaissance du sol, support physique de la production, il faut noter que les ingénieurs chargés des études et des actions de développement agricole ont éprouvé parfois de sérieuses difficultés pour dégager les études pédologiques les éléments dont ils avaient besoin pour leurs travaux. Il est également arrivé que des études pédologiques aient été mal utilisées, la majeure partie des considérations théoriques des rapport étant négligées pour ne retenir que les conseils pratiques d'utilisation des sols lorsque cet aspect du problème était suffisamment développé.

Il semble que ces difficultés proviennent d'une méprise sur les objectifs et les méthodes des sciences fondamentales et de leur technologie encore appelée science appliquée. Bien que celle-ci procède de celles-là et que les limites de leurs domaines respectifs soient imprécises, leurs buts et leurs principes restent très différents.

Le scientifique est à juste titre préoccupé de faire progresser les connaissances dans la spécialité à laquelle il s'est consacré ; ce souci joint à la nécessité de transmettre par l'enseignement, les théories qu'il a contribué à perfectionner, font que le scientifique n'a qu'un temps limité pour participer à la mise en pratique de ses travaux. De plus le scientifique risque d'éprouver quelque peine à se plier aux nombreuses contraintes qui régissent toute réalisation matérielle, spécialement dans le domaine économique ; en effet la poursuite active d'un résultat tangible peut être difficile à concilier avec la rigueur et l'objectivité des méthodes des sciences fondamentales.

L'ingénieur spécialisé dans une technologie déterminée utilise les connaissances que lui a fourni le scientifique, pour proposer, sous une forme obligatoirement simple, des solutions concrètes et efficaces aux problèmes qui lui sont posés. Il doit appliquer des méthodes mises au point par les scientifiques, en les adaptant aux objectifs qui lui ont été fixés ainsi qu'aux moyens et aux délais

qui lui ont été fixés ainsi qu'aux moyens et aux délais qui lui ont été alloués. Cette adaptation constante est la loi essentielle de son activité qui consiste, en définitive, à tirer d'une ou plusieurs sciences les éléments du progrès matériel. L'ingénieur participe également au développement scientifique en démontrant la nécessité de nouveaux thèmes de recherche lorsque les connaissances acquises s'avèrent insuffisantes pour résoudre les problèmes qu'il rencontre.

Tout en étant complémentaires l'activité du scientifique et celle de l'ingénieur spécialisé doivent donc être considérées comme nettement différentes. La distinction qui existe entre la génétique et la sélection végétale ou animale par exemple, n'est cependant pas toujours faite pour les études pédologiques qui parfois tiennent simultanément de la recherche fondamentale et de la technologie en faisant généralement prévaloir les aspects théoriques au détriment des recommandations pratiques.

Cette dualité résulte du fait que les études de pédologie appliquée sont souvent réalisées dans la mise en œuvre des théories de cette discipline. Le développement récent de la pédologie a été nettement plus rapide que celui de sa technologie. Les théories pédologiques sont profondément modifiées tout en devenant perpétuellement plus complexes ; leur mise en œuvre ne peut plus relever d'agronomes non spécialisés dont la formation de base en ce domaine est forcément limitée compte tenu des multiples autres disciplines fondamentales auxquelles ils doivent être initiés. Or les ingénieurs spécialisés en pédologie appliquée sont trop peu nombreux ; ils ne peuvent répondre à tous les besoins et faire ainsi véritablement la liaison entre la science pédologique et l'agronomie.

Les chapitres suivants cherchent à combler cette lacune en proposant des objectifs et des méthodes à la pédologie appliquée. Ce premier essai ne doit évidemment pas être tenu pour définitif. La synthèse des travaux qu'il pourrait inspirer permettra d'élaborer des techniques plus précises pour l'application de la pédologie au développement de la production agricole et d'aider à la spécialisation des ingénieurs dans ce domaine. Cette spécialisation demandera plusieurs années de formation théorique et pratique en zone tropicale en étroite collaboration avec les spécialistes de la science du sol, les agronomes et tous les ingénieurs chargés du développement agricole. Elle sera donc longue et il serait souhaitable de l'organiser soigneusement de façon à disposer d'ingénieurs qualifiés en nombre suffisant.

Faute de terme consacré par l'usage, l'ingénieur spécialisé en pédologie appliquée a été appelé ici, par souci de concision, pédologue. Malgré l'homonymie, il ne doit pas être confondu avec le spécialiste des sciences pédologiques, qui se définit comme n'étant ni un ingénieur, ni un technicien, ni un enquêteur mais un scientifique spécialisé dans l'analyse d'une des données de base du milieu physique.

B — Nécessité du travail en équipe pour les études et opérations de développement agricole :

Le développement de l'agriculture nécessite une action concertée sur les facteurs physiques, humains et économiques qui ont une influence sur la production. Ces interventions relèvent de diverses techniques. Le responsable d'une étude ou d'une opération de développement agricole doit donc souvent faire appel au concours de plusieurs spécialistes de disciplines variées ; agronomie, zootechnie, génie rural, aménagement forestier, pédologie, hydrologie, économie, sociologie, technologie, etc. Il oriente d'abord les travaux de ces spécialistes en fonction des objectifs assignés aux études, des moyens et du temps disponibles. Par la suite il confronte les informations recueillies afin de définir, en étroite collaboration avec tous ces spécialistes, les problèmes posés par le développement agricole et les solutions qui peuvent être retenues.

Ce responsable apparaît ainsi comme l'animateur et le coordinateur d'une équipe dont les membres doivent :

- rechercher, chacun dans leur domaine particulier, toutes les informations nécessaires,
- présenter ces renseignements et les interpréter sous une forme aisément compréhensible par des personnes étrangères à leur spécialité, afin de permettre une confrontation générale,

- travailler en étroite collaboration de telle sorte que tous les aspects des problèmes aient été envisagés par chacun en ce qui le concerne.

Il ne peut exister de travail profitable en dehors d'une équipe dont tous les membres, si diverse que soit leur formation originelle, sont animés par un même esprit et axés sur un même objectif. Une coordination a posteriori de travaux isolés serait presque impossible et ne pourra jamais avoir l'efficacité d'une synthèse collective d'éléments rassemblés avec une commune préoccupation.

C — Rôle du pédologue au sein de l'équipe.

Le rôle du pédologue est particulièrement important. La pédologie, en effet, est l'un des aspects fondamentaux de toute étude ou opération de développement agricole, puisque le choix des cultures, de leur implantation et des techniques agricoles sont en grande partie déterminés par les caractéristiques physiques et chimiques des sols ainsi que par leur localisation.

Il est possible de distinguer cinq grandes catégories de problèmes qui peuvent être posés au pédologue :

- détermination des caractéristiques et localisation des unités de sols,
- détermination des cultures et des rendements possibles sur un sol donné, avec des techniques culturales définies (potentiel de production d'un sol),
- choix de sols convenant à une culture donnée, en fonction de techniques culturales définies,
- détermination des techniques culturales à employer sur un sol donné pour une culture définie,
- détermination des conséquences prévisibles d'une technique culturale donnée sur un sol défini.

Le premier problème est naturellement du ressort exclusif du pédologue. Les autres nécessitent une confrontation des propositions du pédologue et de celles des autres spécialistes afin que ne soit négligée aucune interaction possible entre les facteurs physiques, humains, techniques et économiques.

Chacun de ces problèmes de sols doit être abordé différemment selon la nature et les moyens de l'intervention afin d'aboutir à des résultats qui puissent être comparés à ceux des travaux des autres spécialités et pour répondre strictement aux besoins.

La mission d'un pédologue, au sein d'une équipe chargée d'une étude ou d'une opération de développement, sera donc toujours nettement définie. Il appartiendra à ce spécialiste de choisir ses méthodes de travail en fonction de la nature des problèmes et des moyens disponibles.

Les différents cas d'intervention nécessitant la collaboration d'un pédologue peuvent être classés ainsi :

- étude d'un plan de développement agricole :
 - plan national,
 - plan régional.
- étude de projets de mise en valeur agricole :
 - amélioration de techniques culturales sans modification de l'implantation des cultures,
 - aménagements hydro-agricoles (irrigation, drainage, lutte contre l'érosion),
 - modification de l'implantation des cultures,
 - introduction d'une culture nouvelle,
 - développement d'une culture,
 - augmentation du rendement d'une culture,
 - création d'un périmètre de colonisation,
 - contrôle de l'évolution des sols au cours d'une opération de développement.

CHAPITRE XII

LA PEDOLOGIE DANS L'ETUDE D'UN PLAN DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE

12.1. Définition et processus d'un plan de développement.

12.2. Plan national de développement agricole.

12.3. Plan régional de développement agricole.

12.1. - Définition et processus d'étude d'un plan de développement.

Un plan de développement définit des objectifs généraux de production ou de niveau de vie, ainsi que les méthodes et les moyens appropriés pour atteindre ces objectifs.

Les perspectives de développement ne visent qu'à dégager des orientations générales à plus ou moins long terme (10 ans et plus) qui constitueront le cadre d'interventions progressives (projets d'aménagement) devant permettre une mise en valeur harmonisée.

Les plans proprement dits sont généralement à moyen terme (3 à 5 ans). Ils correspondent à des phases d'application des perspectives de développement ou, à défaut de celles-ci, en constituent une phase d'approche.

L'étude d'un plan de développement agricole comporte les étapes suivantes :

- inventaire du potentiel actuel de production et des ressources disponibles en les décomposant en leurs éléments constitutifs physiques, humains, économiques,
- analyse de la situation économique présente montrant l'évolution qui s'est produite antérieurement et celle qui est prévisible dans l'hypothèse où aucune intervention particulière ne serait entreprise. Cette analyse permettra de déceler les facteurs favorables ou défavorables au développement, de comprendre la dynamique des systèmes actuels de production et d'évaluer la nature, les causes ainsi que l'importance et l'urgence des problèmes à résoudre,
- définition d'objectifs et de méthodes de production,
- choix des méthodes d'intervention et évaluation des moyens qu'elles impliquent pour atteindre les objectifs de production,
- détermination du calendrier des interventions,
- vérification de la cohérence des interventions préconisées par analyse de la situation prévisible sur les plans physique, humain et économique.

Cette étude doit être menée dans un temps limité et avec des moyens financiers souvent réduits. Il faudra donc, lors de la collecte des informations de base s'affranchir du souci de détail dont on aura à se préoccuper qu'au cours de l'élaboration ultérieure de programmes d'action agricole et de projets d'exécution.

12.2. - Plan national de développement agricole.

Ces plans couvrent la totalité du territoire national c'est-à-dire, en général des centaines de milliers de kilomètres carrés.

L'élaboration du plan national fait rurement appel à des études particulières sur le terrain ; elle est fondée essentiellement sur la documentation existante.

Il sera fait appel à un consultant pédologue expérimenté connaissant très bien le pays et dont les avis porteront notamment sur les points suivants :

- synthèse des connaissances acquises sur la place,
- synthèse des résultats obtenus à l'étranger et pouvant être utilisés par le plan national,
- contraintes générales d'ordre pédologique,
- vocations pédologiques,
- détermination des emplacements des stations de recherches à créer,
- définition des études pédologiques prioritaires et orientation des recherches utiles à la pédologie appliquée.

12.3. - Plan régional de développement agricole.

Ces plans concernent généralement des surfaces de l'ordre de la dizaine de milliers de kilomètres carrés.

12.3.1. Les études des enquêtes préalables.

12.3.1.1. - Les informations de base.

Le nombre d'informations qu'il serait possible d'utiliser pour dresser l'inventaire du potentiel de production et analyser l'évolution de la situation économique est très grand. Mais leur collecte demanderait des délais très longs et des crédits considérables.

On se limite donc aux seuls points dont l'expérience a montré qu'ils caractérisent bien la situation régionale et son évolution, en se bornant à établir pour l'ensemble de la région, des valeurs moyennes et leur dispersion. Il n'est donc pas tenu compte de situations individuelles ou temporaires qui ne sont pas représentatives de l'ensemble.

12.3.1.2. - Les modes de collecte des informations.

La collecte de ces informations doit cependant donner lieu à des mesures précises et homogènes, de façon à permettre la comparaison d'informations de différentes origines et le calcul d'indices caractérisant la situation actuelle sur les plans physique, humain et économique.

Ces informations peuvent être réunies de plusieurs manières : recensement exhaustif, sondage par choix raisonné, monographie. Cependant la méthode généralement adoptée, au moins pour les éléments humains et économiques lorsque le nombre d'habitants le justifie, est l'enquête par sondage aléatoire qui garantit la précision et l'homogénéité des mesures tout en limitant le coût des études. La précision de chaque mesure est définie car chacune est assortie de la marge d'erreur probable inhérente à l'enquête. Toute les mesures sont comparables car elles sont faites suivant les mêmes principes et sur des échantillons représentant l'ensemble du domaine étudié. Par contre les résultats ne sont pas localisés ; ils n'ont aucune valeur à un niveau inférieur à celui des strates prévues par le plan de sondage ; aucune des mesures individuelles ne permet de caractériser la zone où elle a été faite.

12.3.2 L'étude des sols.

12.3.2.1. - Rôle et conception de l'étude des sols.

Cette étude joue un rôle capital dans l'inventaire du potentiel de production dont les sols sont l'un des éléments fondamentaux avec le climat, le travail, les connaissances et le capital.

L'étude des sols apporte également des informations décisives dans l'analyse de la situation économique présente car elle permet de comprendre et d'apprécier les systèmes actuels de production et leurs conséquences prévisibles.

Le pédologue doit ensuite participer à la définition de la nature et des méthodes de production ainsi qu'au choix des interventions.

Comme pour les autres enquêtes, la conception de l'étude des sols est subordonnée à l'observation de principes généraux d'ordre politique, économique, social, technique ou financier qui, fixés par le gouvernement, devront inspirer toute la planification.

Il s'agira, par exemple :

- de respecter un taux de boisement minimum (20 à 30 % en Afrique Soudano-guinéenne).
- d'établir ou de conserver les équilibres nécessaires entre les productions des différentes régions, entre les activités agricoles, zootechniques et forestières, entre l'exportation et la consommation locale,
- de prendre en considération certains obstacles qui, sur le plan économique, peuvent s'opposer à l'emploi de certains facteurs coûteux (fumures minérales et équipements),
- de tenir compte de l'évolution des prix mondiaux ou intérieurs et de la politique que le gouvernement compte suivre en matière d'échanges ; ainsi la baisse des cours de l'arachide pourrait motiver, dans certains cas, une régression de la production commercialisable et, en conséquence, une réduction des surfaces consacrées à cette culture.

Il s'en suivra des directives qui influenceront nécessairement sur les objectifs de l'étude des sols et sur son interprétation qui seront fonction d'alternatives telles que :

- possibilité ou impossibilité d'envisager la mise en valeur de terres nouvelles gagnées sur la forêt ou la savane,
- spéculations et cultures à écarter ou, au contraire, à favoriser dans l'ensemble ou dans telle partie de la région,
- culture motorisée, attelée ou manuelle dont les effets sur la structure d'un même sol et par conséquent sur sa résistance à l'érosion sont différents,
- possibilité ou non de recourir aux fumures organiques ou minérales ; indépendamment d'autres éléments pouvant apparaître à la suite des enquêtes, cette alternative conditionne la durée des jachères et même l'utilisation de certains sols médiocres,
- emploi ou non de variétés sélectionnées particulièrement délicates dont les exigences peuvent être incompatibles avec l'utilisation de certains sols médiocres.

12.3.2.2. - Eléments d'information à fournir au pédologue.

Le pédologue devra avoir connaissance :

- des méthodes d'investigation appliquées par les autres spécialistes de l'équipe (cf. 12.3.1.),
- des directives résultant des principes généraux présidant à la planification (cf. 12.3.1.),
- des moyens en personnel et matériel mis à sa disposition (véhicules, outillage, fonds de cartes, photographies aériennes, cartes géologiques, etc.),
- des crédits disponibles pour travaux de laboratoire,
- de la durée impartie aux études,
- des documents de base disponibles : rapport d'études antérieures, rapports et statistiques administratifs, données climatologiques, résultats d'expérimentation culturale, notes sur les exigences édaphiques particulières aux différentes cultures, etc.

Ces éléments lui seront d'autant mieux connus que le pédologue aura participé à toutes les phases préparatoires de l'étude.

12.3.2.3. - La mission du pédologue.

Compte tenu des éléments d'information qui lui auront été fournis préalablement (cf. 12.3.2.2.) le pédologue :

- a — apporte à l'équipe d'étude, avec une précision du même ordre que celle requise des autres spécialistes (cf. 12.3.1. et 12.3.1.2.) des méthodes exposées plus loin (cf. 12.3.2.4.) définition et inventaire des principaux sols de la région, potentialités agronomiques des sols et leur évolution prévisible en fonction des cultures et techniques culturales, propositions d'utilisation des sols.
- b — participe à la rédaction du rapport général en présentant des résultats et des propositions sous une forme déterminée en accord avec le chef de mission. Il prépare une notice explicative rédigée en des termes aisément compréhensibles ; son rapport fera ressortir notamment :
 - la méthode de travail,
 - les facteurs de pédogénèse : roche-mère, relief, hydrographie, climatologie, végétation naturelle, occupation humaine,
 - les principales unités de sols, leur étendue et leur mode de répartition, les résultats d'analyse physique et chimique de quelques profils considérés comme représentatifs de celle-ci,
 - des appréciations sur les aptitudes et les contraintes des sols,
 - les correspondances avec des sols d'autres régions ou pays où une expérimentation agronomique a été conduite,
 - les potentialités agronomiques des principales unités des sols et leur évolution prévisible en fonction des utilisations et de techniques culturales définies ou à définir,
 - des propositions relatives à l'utilisation des principales unités de sols.
- c — participe aux travaux de synthèse qui permettront successivement (cf. 1) d'analyser la situation économique, de définir des objectifs de production et de proposer des interventions.

12.3.2.4. - Les méthodes de connaissance des sols.

Le pédologue les choisira parmi les suivantes, en accord avec le responsable de l'équipe.

- définition et inventaire des sols de la région.
 - utilisation et vérification des cartes pédologiques existantes,
 - établissement d'une carte de reconnaissance par les méthodes habituelles, à l'échelle du 1/100 000 en général.
- enquête pédologique par sondage aérotaire.

Les différents sols et leurs caractéristiques sont d'abord définis par les méthodes classiques au cours d'une première reconnaissance de la région.

Les superficies qu'ils occupent sont ensuite évaluées par la méthode des sondages aréolaires. Dans cette méthode l'unité étudiée est un rectangle où le pédologue relève les différents sols le long d'un cheminement axial. La région est divisée en carrés égaux (leur côté peut avoir une longueur de quelques kilomètres) dont l'ensemble constitue la base de sondage au premier degré. Chaque carré est ensuite divisé en rectangles égaux dont un certain nombre est choisi par sondage aléatoire au deuxième degré. La base de sondage est découpée en strates homogènes du point de vue de la pédogénèse ; cette stratification est établie à l'aide des renseignements disponibles sur les facteurs de formation des sols (roche-mère, climat, relief, végétation naturelle, occupation humaine) ; ces critères ayant une influence directe sur les caractéristiques des sols étudiés, la stratification peut être excellente lorsque les variations des facteurs de pédogénèse à l'intérieur de la région sont bien connues.

Cette méthode permet d'obtenir rapidement et avec des moyens limités la superficie couverte par les différents sols relevés. Ces résultats sont assortis d'une estimation de leur précision qui peut être assez élevée si la stratification et le plan de sondage sont préparés correctement. L'enquête

SCHEMA D'ENQUETE PEDOLOGIQUE PAR SONDAGE AREOLAIRE

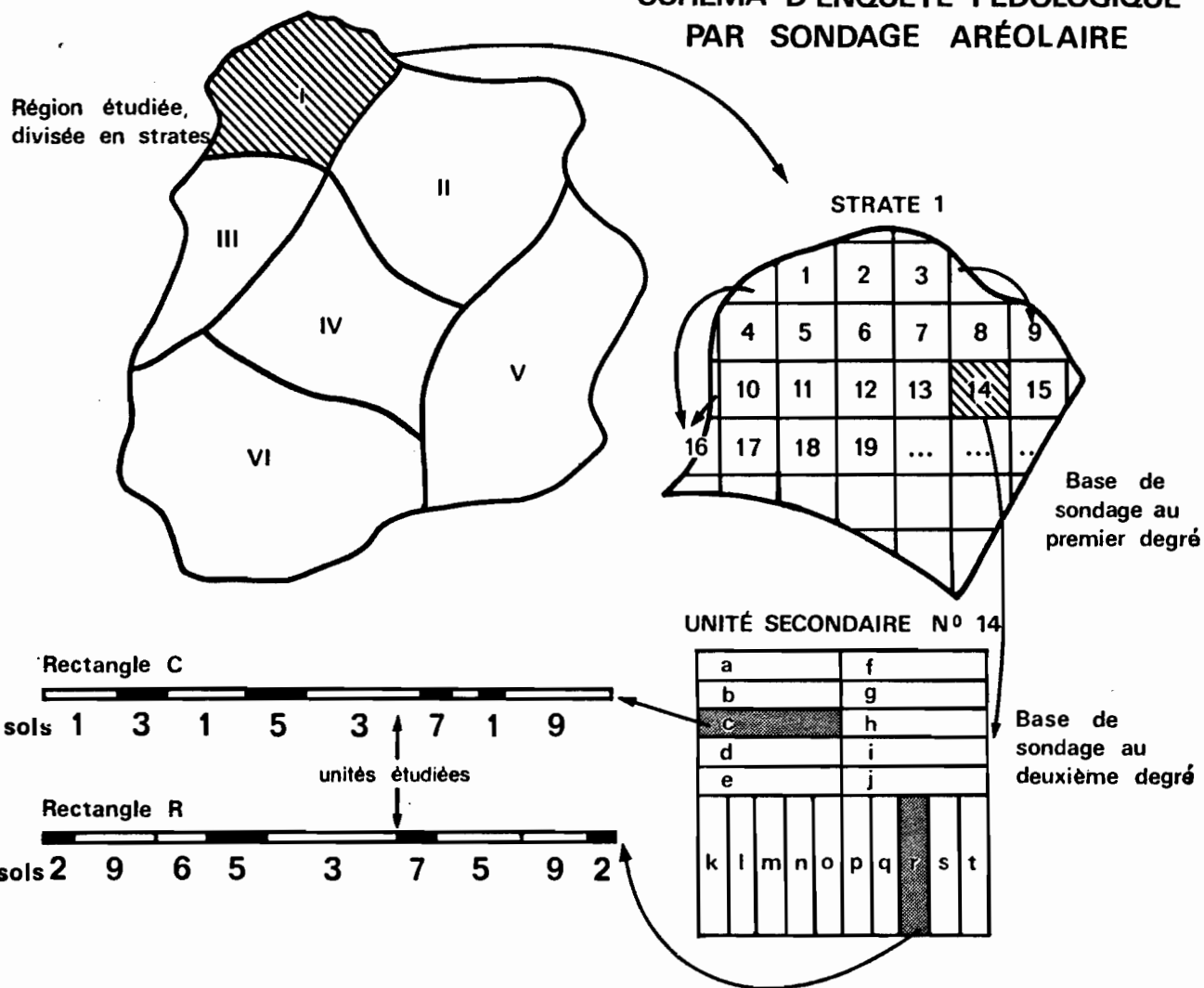


TABLEAU DE DÉPOUILLEMENT

no du car.	no du rect.	catégories de sols en % du total du rectangle											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	etc..
14	c	32		30		10		5		23			
14	r		11	22		26	9	6		26			
27	a												
27	p												
	etc..												

pédologique par sondage donne donc des résultats comparables à ceux des études faites dans les autres domaines humains, agricoles ou économiques.

A la différence des deux méthodes précédentes, l'enquête par sondage aréolaire ne permet pas de localiser les différents sols à un niveau inférieur à celui de la strate.

Cet inconvénient est mineur pour l'étude d'un plan de développement puisque les informations recueillies dans les autres domaines qui utilisent également la méthode des sondages (démographie, activités agricoles, budgets familiaux) ne peuvent pas non plus être localisés. Par contre les méthodes classiques bien qu'aboutissant à une représentation cartographique ne permettent pas de calculer la précision des résultats ; elles semblent en outre demander des crédits et des délais bien supérieurs pour donner des estimations de superficie aussi détaillées.

12.3.2.5. - Estimation du potentiel de production et analyse de la situation économique.

Les rendements des différentes cultures avec les techniques actuelles sont donnés par les enquêtes agricoles. Leur mesure doit être faite avec le pédologue pour que les relations entre les rendements et les sols puissent être précisées. Ceci implique que les types de sol des champs où sont mesurés les rendements soient définis et rattachés à ceux qui auront été inventoriés.

L'analyse des relations entre les rendements et les types pédologiques doit permettre de calculer le potentiel de production des sols avec les techniques culturales actuelles ; elle doit aussi déterminer :

- les effets sur les sols de différentes techniques employées par les agriculteurs pour une même production ou pour un même type pédologique,
- l'efficacité des jachères de différentes durées pour la régénération de la fertilité,
- l'adaptation des cultures (en fonction de leurs exigences définies par l'agronome) aux caractéristiques des sols sur lesquels elles sont faites,
- l'évolution antérieure des sols en comparant des zones cultivées depuis plus ou moins longtemps dans la région ou en se référant à d'autres régions comparables,
- l'évolution prévisible des sols dans l'hypothèse où aucune intervention particulière ne serait entreprise. Cette prévision sera faite en projetant les tendances antérieures qui ont été reconnues. Pour cette projection les données fournies par les autres membres de l'équipe seront utilisées.

12.3.3. Les travaux de synthèse en équipe concernant le pédologue.

12.3.3.1. - Examen des facteurs limitant l'utilisation des sols.

Outre les directives générales fixées à la planification (cf. 12.3.2.1.) d'autres facteurs qui peuvent influencer sur l'utilisation des sols et dont il convient d'apprécier les incidences possibles, apparaissent aux divers spécialistes lors des enquêtes.

a — d'ordre physique (de la compétence du pédologue et de l'agronome) :

- le niveau général de fertilité qui doit être pris en considération pour le développement des cultures les plus exigeantes,
- les contraintes pédologiques et notamment les risques d'érosion ; la pente en particulier, peut être la cause d'échecs de mise en valeur à défaut ou en cas d'insuffisance de mesures de défense des sols contre l'érosion,
- le régime hydrique des sols (perméabilité, pouvoir de rétention, évolution de la nappe phréatique, possibilité de drainage ou d'irrigation, etc.) dont le rôle peut être capital en matière d'affectation des sols,

les facteurs climatiques et plus particulièrement les pluies qui, pour un sol de caractéristiques connues convenant à plusieurs cultures, déterminent le choix de la ou des cultures possibles. Le régime des pluies conditionne également le calendrier des travaux agricoles et, par conséquent, indépendamment des aptitudes des sols, intervient dans le choix des cultures : en zone soudano-sahélienne, par exemple, la période favorable aux travaux agricoles, inten-

ses du début de la saison des pluies (préparation du terrain, semis, premier sarclage) est souvent très courte ; le développement d'une culture de rapport (coton, arachide) risque de surcharger l'emploi du temps des paysans à ce moment critique, avec pour conséquence une diminution de la production vivrière, des soudures alimentaires délicates,

- le parasitisme, susceptible d'éliminer tel système d'agriculture, telle culture, telle espèce ou variété, par exemple : introduction de l'élevage en zone forestière où sévit la trypanosomiase, de la culture du coton en zone pluvieuse, de la culture d'espèces de caféiers autre que *Coffea robusta* en zones contaminées par la trachéomycose.

b — d'ordre technique (de la compétence de l'agronome et de l'économiste).

- la difficulté d'application d'un mode de culture (motorisée, attelée ou manuelle) qui peut avoir été initialement prévu,
- les servitudes de l'assolement : durée des jachères, introduction d'un engrais vert ou de cultures fourragères ou de prairies temporaires,
- l'insuffisance de la formation technique des cultivateurs ou le caractère diffus de l'encadrement peut contraindre à préférer des variétés rustiques et moins productives à des variétés sélectionnées, plus productives mais trop exigeantes ; ainsi les cotonniers de la variété Mono ont été utilisés dans certains pays, jusque vers 1961 pour faire place ensuite aux variétés Allen.

c — d'ordre économique (de la compétence de l'économiste).

- l'absence ou la précarité des voies de communication dans certaines zones qui doit, surtout si des déséquilibres alimentaires sont constatés, faire rechercher un équilibre entre les cultures vivrières destinées à l'autoconsommation,
- le prix de vente qui peut obliger à cantonner les cultures de rapport à proximité des ports (par exemple de la banane) ou des marchés de consommation afin de ne pas grever exagérément le coût de production,
- l'absence de marchés de consommation qui élimine certaines cultures,
- le coût des approvisionnements (fumures, insecticides...) surtout quand il est alourdi par les frais de transport à longue distance, est un facteur important dans le choix des cultures.

d — d'ordre humain (de la compétence du sociologue et du démographe).

- les droits fonciers qui peuvent conduire à éliminer certaines cultures ou à faire abandonner la mise en valeur de terres apparemment disponibles,
- la spécialisation professionnelle des groupes ethniques détenteurs des droits d'utilisation des terres, qui élimine certaines productions : la présence d'éleveurs peut conduire à affecter à la production animale des terres pouvant être cultivées,
- la pression démographique qui influe sur la durée des jachères et l'affectation des terres. Une forte densité de population impose des jachères courtes qui risquent d'entraîner un appauvrissement des sols ; dans ce cas la priorité sera donnée aux cultures vivrières en raison de la fréquente précarité des ressources alimentaires ; l'extension des cultures de rapport sera limitée afin de ne pas accentuer la dégradation des sols. Dans les zones surpeuplées certains sols médiocres, qui seraient autrement destinés au pâturage extensif ou à la forêt doivent parfois être affectés à la production agricole,
- le taux de population active qui indique les ressources en travail et par conséquent l'étendue des surfaces cultivées par les techniques agricoles préconisées.

12.3.3.2. - Définition d'objectifs et de techniques de production

A ce stade des études de synthèse le pédologue participe au choix des productions à développer, à l'évaluation des surfaces qui leur seront affectées, à la définition des techniques culturales préconisées et à l'estimation des rendements prévisibles. Comme chacun des autres membres de l'équipe, le pédologue a, dans son domaine propre, un rôle alternativement décisif et consultatif. Dans le premier cas, il fait valoir et justifie les contraintes absolues qui doivent être respectées faute de pouvoir être levées ; dans le deuxième cas, il explicite les conséquences des propositions faites par les autres spécialistes pour préciser des choix incertains.

Ces décisions tiendront compte des directives générales et facteurs limitants explicités précédemment (cf. 12.3.2.1. et 12.3.3.1.).

Pour le choix des productions le pédologue indique d'abord celles qui doivent être éliminées définitivement en fonction des caractéristiques physiques et chimiques des sols, compte tenu d'autres facteurs du milieu naturel (climat, relief). Il précise ensuite les aptitudes des différents sols reconnus, en fonction des exigences des cultures envisagées ; les différents sols pouvant convenir à une même culture seront classés par ordre d'aptitude décroissante.

L'évaluation des surfaces à affecter aux différentes productions sera faite à partir de l'inventaire des sols dressé par le pédologue. Si une carte a été établie elle permettra de planimétrer les surfaces des sols aptes à chaque production. Dans le cas d'un inventaire fait par la méthode des sondages aréolaires, les tableaux de dépouillement serviront aux calculs des surfaces.

Pour la définition des techniques de production le pédologue indiquera à partir de son étude des sols et de l'analyse de leurs relations avec les rendements :

- les risques que font courir aux sols les techniques actuelles en distinguant les différentes cultures et les divers types pédologiques. Ces risques seront analysés en détail,
- les mesures qui permettent de pallier ces risques. Ces mesures seront définies à partir des observations faites localement et en se référant aux résultats obtenus par des stations de recherche situées dans des conditions écologiques comparables,
- les techniques culturales actuelles qui sont les plus efficaces pour le maintien et la régénération de la fertilité en distinguant également les différentes cultures et les divers types pédologiques,
- les conséquences prévisibles de techniques culturales proposées par d'autres membres de l'équipe. Ces conséquences seront déduites des caractéristiques des sols de la région et des résultats obtenus par des essais faits dans des conditions écologiques semblables.

Les modifications à apporter à ces techniques pour maintenir la fertilité seront précisées.

L'estimation des rendements prévisibles sera fonction de bases de calcul données par le pédologue en ce qui concerne :

- les caractéristiques des sols concernés,
- l'évolution de la fertilité de chaque sol suivant la durée de son exploitation,
- les effets des techniques préconisées sur les sols cultivés,
- les résultats obtenus par l'expérimentation agricole sur des stations de recherche dans des conditions pédologiques analogues.

Tous ces éléments sont étroitement liés ; les interactions sont nombreuses entre la nature des productions, les caractéristiques pédologiques, les techniques culturales et les rendements. La complexité des problèmes impose une série d'approximations successives pour aboutir à une solution cohérente. Le recours aux méthodes de la recherche opérationnelle serait utile ; ces méthodes impliquent une analyse minutieuse de la situation sous tous ses aspects y compris les facteurs pédologiques pour en tirer des informations qui sont nécessaires aux calculs.

12.3.3.3. - Propositions d'intervention.

De même que le pédologue participe à la définition des objectifs et des méthodes de production, de même il doit être associé à l'élaboration des propositions d'intervention permettant d'atteindre les objectifs assignés au développement régional. Cette dernière partie du travail de synthèse doit être faite suivant les méthodes décrites au paragraphe précédent.

Les interventions qui concernent plus particulièrement le pédologue sont :

- les études pédologiques complémentaires permettant de préciser certains aspects du plan ou les conditions de sa mise en œuvre. Le pédologue précisera les objectifs, les méthodes et les moyens de ces études,
- la mise au point des techniques de préparation et de fertilisation des sols. Le pédologue préparera les parties qui relèvent de sa spécialité dans ces programmes de recherches ;

il précisera les conditions dans lesquelles ils devraient être exécutés (localisation, personnel, matériel, crédit, organisation),

- l'aménagement des terres (irrigation, drainage, lutte contre l'érosion). Le pédologue fournira les caractéristiques des sols qui doivent être utilisées pour la préparation de ces aménagements,
- la vulgarisation et la formation des cadres ruraux et des agriculteurs. Le pédologue évaluera d'abord les connaissances que les producteurs et les agents d'encadrement ont actuellement dans le domaine des sols. Il définira ensuite, selon les besoins des interventions prévues, les principaux thèmes à traiter par la vulgarisation et la formation dans sa spécialité. Il devra notamment rattacher les critères traditionnels aux normes scientifiques habituelles en matière de classement des sols et d'appréciation de leur fertilité pour permettre aux agents d'encadrement de se rattacher au système de référence utilisé par les agriculteurs.

CHAPITRE XIII

LA PEDOLOGIE DANS L'ETUDE ET LA REALISATION DES PROJETS DE MISE EN VALEUR AGRICOLE

- 13.1. - Place des actions agricoles dans le cadre du plan régional de développement.
- 13.2. - Définition d'un projet de mise en valeur agricole.
- 13.3. - Amélioration des techniques culturale sans modification de l'implantation des cultures.
- 13.4. - Aménagement hydro-agricole.
- 13.5. - Modification de l'implantation des cultures.
- 13.6. - Introduction d'une culture nouvelle.
- 13.7. - Développement d'une culture.
- 13.8. - Augmentation du rendement de culture.
- 13.9. - Périmètre de colonisation.
- 13.10. - Contrôle de l'évolution des sols cultivés.

13.1. - Place des actions agricoles dans le cadre du plan régional de développement.

Les objectifs, les méthodes, la localisation et l'échelonnement des interventions de différentes natures ont été esquissés au stade du plan régional de développement. Dans le cadre général prévu par ce plan, il reste à établir pour chacune d'elles des projets de mise en valeur organisant l'utilisation du personnel ainsi que celle des moyens techniques, matériels et financiers qui peuvent lui être affectés. Ces différents projets constituent un ensemble harmonisé : le programme d'aménagement de tout ou partie de la région.

Du point de vue agricole, les projets les plus courants sont les suivants :

- amélioration des techniques culturales sans modification de l'implantation des cultures,
- aménagements hydro-agricoles (irrigation, drainage, lutte contre l'érosion),
- modification de l'implantation des cultures,
- introduction d'une culture nouvelle,
- développement d'une culture,
- augmentation du rendement d'une culture,
- création d'un périmètre de colonisation.

Dans tout ou partie d'une région, plusieurs projets agricoles sont en général combinés à d'autres actions portant sur l'infrastructure technique, économique, administrative et sociale.

13.2. - Définition d'un projet de mise en valeur agricole ; processus et conduite des études.

Un projet de mise en valeur agricole précise les orientations générales fixées par le plan de développement. Il organise dans le temps et dans l'espace le développement de la production d'une zone bien délimitée pour lui faire atteindre les objectifs qui lui ont été assignés. Le projet est le document qui permet de rechercher les moyens nécessaires au développement de la production, de les mettre en œuvre sur le terrain et d'en contrôler l'utilisation.

Les études de projets de mise en valeur comportent généralement deux stades :

- des études préliminaires ou de reconnaissance permettant d'établir le schéma d'avant-projet,
- des études détaillées ou d'exécution portant sur des zones ou des périmètres définis par le schéma d'avant-projet en vue d'établir les projets d'exécution.

Les méthodes d'études dépendent :

- a — du stade auquel se situent ces études : reconnaissance ou exécution,
- b — de la nature de l'action, celle-ci pouvant nécessiter des investissements plus ou moins importants. Du point de vue pédologique plus particulièrement elle peut impliquer ou non une modification de l'implantation actuelle des cultures,
- c — de l'étendue de l'action : région, zone ou périmètre,
- d — du personnel (nombre et qualification), des moyens (crédits, matériel) et des délais dont on dispose pour effectuer les études.

Au stade de la reconnaissance, l'étendue des sols est commune à l'ensemble des programmes relatifs aux différentes actions envisagées ; les méthodes s'apparentent dans tous les cas à celles des études précédemment décrites à propos de l'élaboration du plan régional (cf. n° 13.3.2.4.), en excluant toutefois l'enquête par sondages aréolaires ; elles impliquent l'établissement d'une carte des sols à moyenne échelle schématique ou de reconnaissance (1/100 000 ou 1/50 000), si une telle carte n'existe pas encore.

Pour chaque type de projet agricole, il reste à examiner compte tenu de ses particularités et des moyens disponibles, les méthodes utilisables au stade des études d'exécution. Etant admis qu'une action régionale se subdivise nécessairement en actions géographiquement plus restreintes (zone ou périmètre), il ne sera fait état par la suite que d'actions peu étendues.

En pratique, plusieurs interventions pourront simultanément intéresser la même zone ou le même périmètre et il va de soi qu'elles se fonderont sur une même étude dont la conception nécessitera une synthèse des buts assignés particulièrement à l'étude de chacune des actions concourantes.

Les informations utiles devront être, en règle générale, recueillies d'une manière exhaustive, mais elles ne seront recherchées que dans la mesure strictement compatibles avec les besoins particuliers du projet.

13.3. - Amélioration des techniques culturales sans modification de l'implantation des cultures.

13.3.1. But des études.

Le schéma d'avant-projet (cf. n° 13-2) concernant cette action sur un plan géographique plus vaste a été précédemment établi à la suite d'études préliminaires de reconnaissance.

Il n'est question ici que des études détaillées portant sur des aires restreintes : zones ou périmètres géographiquement définis par le programme (quelques milliers d'hectares).

Ces études détaillées ont pour objet de déterminer pour les différents sols utilisés par les cultivateurs, les techniques culturales applicables aux cultures dont l'amélioration est prévue par le plan de développement, en tenant compte des réactions prévisibles des sols à ces techniques.

Les études seront faites par un agronome et un pédologue en étroite collaboration avec un économiste pour calculer les effets du projet, et éventuellement un sociologue pour tenir compte des problèmes humains.

13.3.2. Choix des techniques culturales.

Les techniques culturales s'offrant au choix de ces spécialistes sont nombreuses : rationalisation des façons culturales, perfectionnement de l'outillage manuel, mécanisation de la culture (attelée ou motorisée), usage d'amendements ou de fumures, application de rotations culturales permettant un raccourcissement des jachères, plantes de couverture, action phytosanitaire, introduction de variétés plus productives mais plus exigeantes, irrigation (voir n° 13.4 - aménagements hydro-agricoles), etc.

Le choix se portera le plus souvent sur plusieurs techniques dont les effets favorables sur la productivité devront se combiner. Il sera guidé par :

- les orientations sociales et économiques fixées par le plan de développement et qui ont déjà été prises en considération lors de l'élaboration de l'avant-projet dont relève l'étude détaillée actuelle ; en fonction de ces orientations et des résultats des études préliminaires au programme, certaines techniques devront être éliminées d'office,
- les objectifs de productivité prévus pour chacune des cultures à améliorer,
- la connaissance des sols cultivés qui devra permettre :
 - de déterminer, en fonction des exigences particulières des cultures à intensifier, les éléments pédologiques sur lesquels une intervention serait souhaitable,
 - d'entrevoir la réaction de ces sols à l'application de telle technique ou de tel ensemble de techniques.
- les moyens prévus par le programme et l'articulation de leur mise en œuvre (personnel d'encadrement, moyens matériels à la disposition des cultivateurs, investissements et dépenses de fonctionnement possibles au niveau des exploitations, organisation et contrôle, etc.) ; il pourra s'ensuivre de nouvelles éliminations s'il apparaissait impossible de se conformer aux données du programme relatives à l'échelonnement de l'application des nouvelles techniques.

13.3.3. Objectifs de l'étude des sols.

L'étude des sols aura pour rôle d'apporter les éléments d'information nécessaires pour choisir les nouvelles techniques culturales. L'implantation des cultures n'étant pas modifiée, une carte pédologique détaillée n'est pas indispensable ; les agriculteurs choisissent en effet leurs terres à l'aide de critères fondés sur une longue expérience pratique dans la limite de leurs droits fonciers. Une carte pédologique, si elle révélait une mauvaise localisation des cultures, ne ferait que mettre en évidence une inadaptation des droits fonciers sur lesquels aucune intervention n'est prévue dans ce type de projet par définition.

13.3.4. Eléments d'information à fournir au pédologue.

- Le pédologue devra être informé, en ce qui concerne la zone ou le périmètre considéré :
- des techniques culturales pouvant être envisagées et, le cas échéant de l'échelonnement de leur application (certaines techniques étant éliminées d'emblée, (cf. n° 13.3.2.),
 - des objectifs de productivité prévus pour chacune des cultures à intensifier,
 - des moyens disponibles pour l'étude : personnel et matériel (véhicules, outillages),
 - des crédits disponibles pour travaux de laboratoire,
 - de la durée impartie à ses travaux,
 - des documents de base disponibles : rapports d'études de reconnaissance, carte géologiques, photographies aériennes, données climatologiques, résultats d'essais cultureux, notes sur les exigences édaphiques particulières aux cultures pratiquées, etc.

13.3.5. Mission du pédologue.

Le pédologue devra :

- identifier les sols consacrés aux cultures actuellement pratiquées dont l'amélioration est prévue, en se référant :
 - d'une part aux unités de sols définies lors des études antérieures (plan de développement, avant-projet),
 - d'autre part aux unités de sols qu'une étude plus poussée permettra de définir dans la zone ou le périmètre considéré.
- rapprocher la dénomination de toutes ces unités de sol et leur nom vernaculaire,
- estimer pour chaque unité, l'évolution du sol et de son potentiel agronomique dans l'hypothèse où les pratiques actuelles seraient maintenues,
- indiquer, en fonction des exigences particulières des cultures à améliorer, les caractéristiques édaphiques sur lesquelles une intervention serait souhaitable et les méthodes d'intervention possibles,
- estimer ensuite, pour chaque unité, l'évolution du sol et de son potentiel agronomique en fonction des nouvelles techniques culturales, que le plan de développement ainsi que l'avant-projet de mise en valeur agricole permettent d'envisager (cf. n° 32), en précisant au besoin les précautions dont devrait s'assortir l'application de ces techniques,
- consigner les résultats de ces études dans une note succincte,
- sur la base de ces résultats, procéder de concert avec l'agronome et éventuellement les autres membres de l'équipe, pour chaque unité de sol, aux choix des techniques culturales les mieux adaptées aux buts poursuivis,
- fournir un rapport justifiant les conclusions auxquelles le pédologue et l'agronome ont abouti et, comportant notamment :
 - l'exposé de la méthode et du déroulement de l'étude pédologique : époque et durée de l'étude ; nombre de sondages effectués par unité de sol, en vue de l'étude morphologique des profils ; nature et nombre des mesures caractéristiques physiques et des analyses chimiques effectuées (par unité de sol) ; documents utilisés (cartes pédologiques, photographies aériennes, etc.) ; analogie des sols de la zone ou du périmètre avec d'autres sols étudiés ailleurs ; éventuellement, un commentaire sur les difficultés rencontrées,
 - l'étude des unités de sols rencontrées (avec leur dénomination vernaculaire) et pour chacune d'elles :
 - a — l'étude morphologique d'un profil-type assortie des variations que l'ensemble des sondages a permis de constater,
 - b — les résultats des mesures de caractéristiques physiques et des analyses chimiques reconnues nécessaires pour établir les pronostics d'évolution en fonction des techniques culturales,
 - c — la nature et l'intensité des phénomènes actuels d'érosion,
 - d — le pronostic d'évolution, dans l'hypothèse où les pratiques actuelles seraient maintenues, et sa justification,
 - e — l'indication des éléments sur lesquels il apparaît souhaitable d'intervenir en fonction des exigences des cultures à intensifier et l'indication des méthodes d'intervention possibles,
 - f — le pronostic d'évolution en fonction des techniques culturales et sa justification circonstanciée en distinguant :
 - les techniques envisagées, mais finalement écartées,
 - les techniques retenues : avec éventuellement l'indication des précautions à prendre.
 - g — des propositions relatives à l'implantation d'un dispositif de contrôle de l'évolution des sols et, le cas échéant, à l'élaboration d'un programme d'essais complémentaires.

13.3.6. Méthodes de connaissance des sols.

L'étude doit se borner aux sols cultivés, dont la cartographie n'est d'ailleurs pas indispensable (cf. n° 13.3.3.) et dont le repérage se fera au moyen de photographies aériennes.

Les unités de sol seront qualitativement déterminées par photo-interprétation et contrôlées sur le terrain.

Le pédologue jugera de la densité des sondages utiles, compte tenu des données de la photo-interprétation on cherchera à définir les relations existant entre la classification pédologique fournie par l'étude et celle qu'utilisent les agriculteurs. A chaque sondage il procédera à l'étude morphologique du profil. La profondeur des sondages sera généralement de 1,00 à 1,20 m dans le cas de cultures annuelles.

En règle générale, on s'efforcera de limiter le nombre de mesures et analyses à effectuer :

- en déterminant les principales propriétés physiques par l'observation directe,
- en exploitant les corrélations connues entre propriétés physiques et chimiques,
- en se basant sur la notion de « zonalité des propriétés chimiques ».

Les mesures et analyses ne seront donc décidées, quant à leur nature et à leur fréquence, que dans la mesure où elles seront indispensables et immédiatement exploitables pour avancer les pronostics de réaction des sols aux techniques culturales nouvelles, car les moyens et la durée d'étude sont limités.

Parmi ces techniques on peut distinguer :

- celles dont les conséquences seront essentiellement d'ordre mécanique et physique (façons culturales rationnelles, mécanisation...) et qui influenceront donc sur la capacité de résistance des sols à l'érosion ; dans ce cas, il importe surtout de connaître la texture (texture globale du profil et texture de la couche arable), la structure et la stabilité structurale,
- celles dont les conséquences seront d'ordre physique et surtout chimique (fumures, amendements...); outre la texture, la structure et la stabilité structurale, il faut connaître les facteurs physico-chimiques pouvant influencer sur la réponse des sols aux apports d'engrais ou d'amendements (pH, matière organique, capacité d'échange, taux des cations échangeables, teneur en Ca, N, P', K', humidité caractéristique du sol, réserves minérales en zones tropicales humides ou équatoriales et en zone irriguée); le choix des analyses utiles incombe au pédologue en fonction des cultures pratiquées ; dans des cas particuliers, l'attention se portera sur d'autres éléments tel le fer qui exerce souvent une influence non négligeable sur la stabilité structurale des sols tropicaux et dont l'indice d'entraînement peut servir à caractériser les phénomènes de lessivage, ou tel le manganèse susceptible de passer à l'excès sous forme échangeable et ainsi devenir toxique pour les plantes cultivées.

Les techniques culturales améliorées, susceptibles d'agir sur les caractéristiques des sols dans le sens nécessaire pour assurer leur conservation d'une part et pour tenir compte des exigences particulières des cultures à intensifier d'autre part, doivent être déterminées à partir de bases expérimentales solides :

- généralement des techniques améliorées ont été mises au point, dans la région ou ailleurs (stations de recherche ou d'expérimentation, champs d'essai), en vertu de directives inscrites dans le plan national ou régional de développement (ou même antérieurement) ; il convient alors :
 - de comparer les sols des parcelles d'expérience aux sols traditionnellement utilisés par les cultivateurs, afin de définir les possibilités et les limites d'extrapolation des résultats,
 - d'indiquer les modifications devant être apportées à ces techniques pour les adapter à la variété des situations locales,
 - de prévoir éventuellement des essais complémentaires, avec leur programme et leur localisation, qui permettront des ajustements en cours d'opération.

- dans le cas contraire, certainement exceptionnel puisqu'il impliquerait une grave lacune dans les études de planification, des essais culturels devraient être préalablement entrepris sur des sols représentatifs de la zone.

Les pronostics de réaction des sols à de nouvelles pratiques culturales reposeront sur des analogies permises par le contrôle de l'évolution des sols lors d'expériences du genre précédemment évoqué : la comparaison des sols des parcelles d'expérience, aux sols étudiés présentement permettra de définir les possibilités et les limites d'extrapolation des données expérimentales.

13.4. - Aménagements hydro-agricoles (irrigation, drainage, lutte contre l'érosion).

13.4.1. Irrigation.

13.4.1.1. - But des études.

Le schéma d'avant-projet d'action agricole relatif aux aménagements hydro-agricoles, qui est étayé par des études de reconnaissance, fixe en particulier la localisation des périmètres irrigables et l'ordre d'urgence de leur aménagement.

On aborde ici les études détaillées nécessaires à l'établissement du projet d'aménagement de l'un de ces périmètres. Ces études exigent beaucoup de soins car ce genre d'aménagement implique des investissements importants dont il faut garantir le succès par des opérations minutieusement contrôlées. Elles ont pour but de fournir :

- a — à l'ingénieur chargé de l'étude des ouvrages, les données qui lui permettront de choisir la méthode d'irrigation, puis de déterminer les doses et la fréquence des arrosages afin de calculer les ouvrages :
 - eau utile,
 - caractéristiques physiques du sol conditionnant la présence et la dynamique de l'eau nécessaire aux plantes cultivées : structure et stabilité structurale, profil des sols, densité apparente, texture, perméabilité en place, profondeur atteinte par les racines, capacité utile, humidité équivalente (différence entre le taux d'humidité à $pF = 3$ et le taux d'humidité au point de flétrissement à $pF = 4,2$),
 - profondeur et relevé du niveau imperméable et de la nappe phréatique qui doit être connue jusqu'à 4 m en quelques points et 2 m partout,
 - salinité et sens de l'écoulement des eaux souterraines,
 - salinité et teneur en alcalis des sols halomorphes.
- b — à l'agronome chargé de la mise en valeur du périmètre, les données qui lui permettront, compte tenu de l'évolution probable des sols du fait de l'irrigation, de décider soit de l'implantation des cultures si celles-ci sont déjà définies, soit des cultures possibles et de leur implantation.

13.4.1.2. - But des études pédologiques.

L'étude des sols aura pour rôle d'apporter les données mentionnées ci-dessus à l'exception seulement de celles qui pourraient, dans certains cas particuliers, ressortir de la compétence d'un hydrologue (hydrologie souterraine notamment).

13.4.1.3. - Eléments d'information à fournir au pédologue.

Le pédologue devra avoir été informé :

- de la nature et du degré de précision des données qu'il lui appartient de fournir à l'ingénieur chargé de l'étude des ouvrages et à l'agronome,
- des cultures prévues sur le périmètre si elles ont déjà été déterminées et des méthodes culturales envisagées. Des modifications pourront d'ailleurs être apportées sur sa proposition,

- des moyens mis à sa disposition, en personnel et en matériel : véhicules, outillage, fond de carte à grande échelle et en courbes de niveau établi pour les besoins de l'ensemble des études, photographies aériennes, carte des sols préexistante ou dressée lors des études préliminaires, carte géologique, etc.,
- des crédits disponibles pour travaux de laboratoire,
- de la durée impartie à ses travaux,
- des documents de base disponibles : rapport des études de reconnaissance, données climatologiques, rendements actuels des cultures, résultats d'essais culturaux dans d'autres périmètres irrigués, notes sur les exigences édaphiques particulières aux cultures prévues ou à définir, etc.

13.4.1.4. - Mission du pédologue.

La mission du pédologue consistera à :

- recueillir les données utiles à l'ingénieur chargé de l'étude des ouvrages (cf. n° 15.4.1.1. et 13.4.1.2.) et étudier la stabilité structurale des sols à l'intention de l'agronome,
- cartographier ces données à grande échelle (généralement au 1/10 000 parfois au 1/5 000 sur un fond de carte fourni avec un croquis de situation),
- dresser à la même échelle, une carte de l'utilisation possible des sols du périmètre dont les caractéristiques seront définies, compte tenu de l'évolution qui résultera de l'irrigation, en fonction soit des besoins des cultures, si celles-ci sont déjà définies, soit des aptitudes des sols si le choix des cultures n'a pas encore été arrêté,
- établir un rapport indiquant notamment :
 - a — l'exposé de la méthode et du déroulement de l'étude des sols : époque et durée ; nombre de sondages effectués par unité de sol, en vue de l'étude morphologique des profils ; nature et nombre des mesures de caractéristiques physiques et des analyses chimiques effectuées (par unité de sol) ; documents utilisés (cartes pédologiques et géologiques, photographies aériennes, etc.) ; analogie des sols du périmètre avec d'autres sols étudiés ailleurs ; éventuellement commentaires sur les difficultés rencontrées,
 - b — les caractéristiques des unités de sols représentées sur la carte et pour chacune d'elles :
 - la surface totale,
 - leur niveau de fertilité,
 - l'étude morphologique d'un profil-type assortie des écarts révélés par l'ensemble des sondages pratiqués,
 - les résultats des mesures de caractéristiques physiques et des analyses chimiques,
 - les précautions nécessaires dans la correction du micro-relief,
 - le pronostic d'évolution du fait de l'irrigation.
 - c — des propositions relatives à l'implantation d'un dispositif de contrôle de l'évolution des sols et d'expérimentation des cultures à introduire.

13.4.1.5. - Méthode de connaissance des sols.

— **Densité des sondages** : Elle se détermine en faisant appel aux notions d'unité cartographique de base et d'efficacité pédologique permettant de définir successivement une « densité idéale » d'observations pédologiques pour l'échelle considérée et une « densité pratique ».

En prenant 1/4 cm² comme unité cartographique de base, la densité idéale sera :

- au 1/10 000 : 1 sondage par 0,25 ha de terrain (4 par ha),
- au 1/ 5 000 : 1 sondage par 0,0625 ha de terrain (16 par ha).

La densité pratique est liée :

- au degré de précision que l'on veut obtenir sur la carte,
- aux conditions du milieu (savane, forêts),

- aux moyens utilisés (photo aérienne),
- aux capacités du pédologue.

La réalisation idéale d'une observation pour 1/cm² de carte nécessiterait un temps beaucoup trop long et des moyens trop importants. Le nombre d'observations ne résulte donc pas d'un quadrillage systématique de la zone à cartographier ; il est fonction de ce que BOULAIN 1965 a appelé l'« efficacité pédologique », symbolisé par la lettre K. Le coefficient K dépend des documents existants (carte topographique, photo aérienne, études antérieures), de la nature du terrain (relief, végétation), du pédologue (plus ou moins expérimenté), de l'époque du travail. En fonction des différentes valeurs de K (1) le nombre d'observations à faire par cm² de carte pourrait être :

K = 1	4	observations
K = 5	0,8	>
K = 10	0,4	>
K = 20	0,2	>

Il appartient au pédologue de chiffrer K après une reconnaissance du périmètre et l'examen des documents photographiques et cartographiques disponibles.

Il arrive que l'on adopte une densité réelle inférieure à la densité pratique. Pour une étude de périmètre irrigable, la précision requise exige que l'on s'en tienne à la densité pratique.

— **Etude morphologique du profil** : Une description du profil sera faite à chaque sondage.

— **Mesure des caractéristiques physiques et analyses chimiques** : Les mesures et prélèvements d'échantillons se feront tous les N (généralement 10) sondages (Economies possibles cf. n° 36). Les analyses chimiques chercheront à déterminer les éléments essentiels pour les productions envisagées et les techniques culturales prévues. Dans le cas où la zone étudiée est déjà cultivée les résultats d'analyse seront rapprochés des rendements obtenus pour permettre de les interpréter.

— **Cartes des propriétés des sols** : Les propriétés des sols reconnues par les mesures et analyses seront cartographiées à l'échelle d'exécution retenue :

- soit systématiquement en ce qui concerne les résultats intéressant le responsable de l'étude des ouvrages,
- soit par propriété ou groupe de propriété, selon les besoins de la cartographie des sols, pour les résultats intéressant l'agronome.

Les cartes dressées comme ci-dessus (par exemple : texture, fertilité, perméabilité), les résultats d'analyse et l'observation des cultures en place ou d'essais, permettent de définir :

- des unités de sol convenant ou non aux cultures prévues,
- des unités d'aptitudes culturales différentes, dans le cas où le choix des cultures n'est pas arrêté.

13.4.2. Assainissement des zones humides.

Les études détaillées nécessaires à l'établissement d'un projet d'assainissement exigent, comme celles d'un projet d'irrigation beaucoup de soins en raison de l'importance des investissements.

Elles ont pour but de fournir :

- a — à l'ingénieur chargé de l'étude des ouvrages, les données nécessaires à la conception des ouvrages et au calcul de leurs débits :

(1) K = 1 — en conditions les plus mauvaises ; peu ou pas de documents de base, pédologue inexpérimenté, paysage très couvert ou montagneux, époque défavorable.

K = 5 et K = 10 sont deux valeurs intermédiaires.

K = 20 en conditions optima : tous les documents de base sont à la disposition du pédologue ; leurs échelles sont en accord avec l'échelle de la cartographie demandée ; le pédologue est expérimenté, le paysage facilement « lisible », l'époque du travail optimale :

- durée admissible et hauteur de submersion des cultures,
- niveau optimal de la nappe,
- pluviométrie de la région et pluie critique.

b — à l'agronome chargé de la mise en valeur du périmètre : les données qui lui permettront, compte tenu de l'évolution prévisible des sols du fait de l'assainissement de décider soit de l'implantation des cultures si celles-ci sont déjà définies, soit des cultures possibles et de leur implantation.

Les données (a) sont de la compétence d'un agronome et d'un hydrologue.

L'étude proprement dite des sols n'intervient qu'en (b). Elles se concrétiseront par une carte à grande échelle généralement au 1/10 000 ou parfois au 1/20 000.

13.4.2.1. - **Éléments d'information à fournir au pédologue.**

(voir irrigation n° 13.4.1.3.).

13.4.2.2. - **Mission du pédologue.**

- définir et cartographier à grande échelle les unités de sol du périmètre (1/10 000 ou 1/5 000 sur le fond de carte fourni avec croquis de situation), compte tenu de l'évolution qui résultera du drainage et en fonction, soit des besoins des cultures si celles-ci sont déjà définies, soit des aptitudes culturales des sols si le choix des cultures n'a pas encore été arrêté,
- évaluer le niveau de fertilité des sols,
- établir un rapport sur le modèle proposé ci-dessus (cf. n° 13.4.1.4.).

13.4.2.3. - **Méthodes de connaissance des sols.**

- densité des sondages (cf. n° 13.4.1.5. ; le travail de terrain n'est possible qu'en saison sèche,
- étude morphologique : une description de profil à chaque sondage,
- caractéristiques physiques et chimiques : les mesures et prélèvements d'échantillons se feront tous les N (généralement 10) sondages, (économies possibles cf. n° 13.3.6.).

Les caractéristiques utiles sont : la texture, la structure, la stabilité culturale et le pH.

- analyses chimiques (cf. n° 13.4.1.5.)
- carte des sols (cf. n° 13.4.1.5.).

13.4.3. **Lutte contre l'érosion.**

13.4.3.1. - **But des études.**

En toutes situations, la lutte contre l'érosion implique :

- l'utilisation rationnelle des sols en évitant, autant que le permettent les conditions humaines et économiques, de livrer les terres à pentes excessives aux cultures annuelles surtout s'il s'agit de cultures sarclées ou couvrant peu le sol,
- l'emploi de méthodes culturales capables de réduire le ruissellement et de contribuer à la stabilité structurale des sols.

En Afrique intertropicale, ces précautions ne suffisent plus dès que la pente des terres consacrées aux cultures annuelles atteint environ 5 % et il devient alors nécessaire de prévoir des travaux anti-érosifs spéciaux.

Tout programme d'action agricole doit, en fonction de la connaissance des sols acquise lors des études préliminaires à son élaboration (carte schématique ou carte de reconnaissance à moyenne échelle), comporter des directives générales touchant l'utilisation rationnelle des sols, ainsi que les méthodes culturales et les travaux spéciaux appropriés aux différents sols identifiés à ce stade des études. Il doit définir également les zones et périmètres où des travaux spéciaux s'imposent et où

des dispositifs expérimentaux seront à installer qui permettront de préciser certaines données utiles au calcul des ouvrages.

Dans chaque zone ou périmètre, l'établissement des projets de travaux antiérosifs spéciaux nécessite des études détaillées exigeant beaucoup de soins, car ce genre de travaux implique des investissements importants, dont il faut garantir le succès, et des opérations minutieusement contrôlées.

Il s'agit de fournir :

a — à l'ingénieur chargé du choix et du calcul des ouvrages :

- une étude topographique détaillée (relief et micro-relief), et l'établissement d'une carte en courbes de niveau à grande échelle (1/20 000 à 1/5 000),
- une étude hydrologique : temps de ruissellement, pluie critique, coefficients de ruissellement, etc.,
- une étude des sols le renseignant sur les caractères de l'érosion actuelle et sa répartition, les roches-mères, les propriétés physiques des différents sols (profondeur, texture, structure et stabilité structurale, perméabilité, capacité d'infiltration) et pour chacun d'eux, les travaux recommandés en fonction du maximum d'érosion admissible (en tonnes par ha et par an).

b — ultérieurement, à l'agronome chargé de la mise en valeur de la zone ou du périmètre :

- un complément à l'étude des sols ci-dessus que, compte tenu des systèmes d'ouvrages adoptés, donnera tous les éléments nécessaires pour détailler les précautions d'ordre cultural souhaitables sur les différents sols et indiquera l'évolution prévisible de ces sols. Ce complément d'étude portera sur les caractéristiques chimiques et le niveau de fertilité.

13.4.3.2. - Rôle de l'étude des sols.

Outre les éléments prévus ci-dessus, l'étude des sols devra apporter simultanément les éléments pédologiques utiles aux autres interventions prévues dans la zone ou le périmètre. Elle suivra immédiatement l'étude topographique.

13.4.3.3. - Eléments d'informations à fournir au pédologue.

Le pédologue devra avoir été informé :

- de la nature et du degré de précision des données qu'il lui appartient de fournir à l'ingénieur chargé de l'étude des ouvrages antiérosifs et à l'agronome (cf. n° 13.4.3.1.),
- de l'implantation du dispositif expérimental,
- éventuellement des cultures déjà prévues,
- des méthodes culturales envisagées (sous réserve de modification suivant ses propositions) ou celles parmi lesquelles un choix est possible,
- des moyens mis à sa disposition, en personnel et en matériel, véhicules, outillage, fond de carte à grande échelle et en courbes de niveau établi pour les besoins de l'ensemble des études, photographies aériennes, carte des sols à moyenne échelle préexistante ou dressée lors des études préliminaires au programme, carte géologique, etc.,
- des crédits disponibles pour travaux de laboratoire,
- de la durée impartie à ses travaux,
- des documents de base disponibles : rapport des études préliminaires, données climatologiques, résultats d'essais culturaux, etc.

13.4.3.4. - Mission du pédologue.

Le pédologue aura pour mission :

- de recueillir les informations prévues aux n° 13.4.3.1. et 13.4.3.2. ci-dessus,
- de cartographier ces données à grande échelle (1/20 000 à 1/10 000 sur le fond de carte fourni avec croquis de situation),
- de dresser éventuellement, à la même échelle, une carte des sols (carte d'application) dont les unités seront définies en fonction des besoins des autres interventions,

- d'établir, en adaptant le modèle proposé pour les projets d'irrigation (cf. n° 13.4.1.4. ci-dessus) un rapport qui, en conclusion, indiquera les travaux antiérosifs recommandés,
- d'assister, lors du choix définitif des systèmes et ouvrages antiérosifs, l'ingénieur responsable,
- de fournir à l'agronome le complément d'étude prévu au n° 13.4.3.1. et 13.4.3.2.).

13.4.3.5. - Méthodes de connaissance des sols.

Les méthodes s'apparentent aux méthodes exposées précédemment pour les projets d'irrigation (cf. n° 13.4.1.5.) sous réserve d'une adaptation tenant strictement compte des besoins de l'étude de conservation des sols et des autres interventions éventuellement conjointes.

13.5. - Modification de l'implantation des cultures.

13.5.1. But des études - rôle de l'étude des sols.

Elles ont pour but de préparer une redistribution des cultures pratiquées par des exploitations existantes afin d'utiliser au mieux les aptitudes des sols. Ces études devront être détaillées afin d'apporter à l'agronome, responsable de cette opération, une connaissance du milieu physique et humain d'autant plus précise que celle-ci se situe dans une aire relativement restreinte (zone ou périmètre) définie par le schéma d'avant-projet.

L'étude des sols, notamment, permettra à l'agronome, également guidé par des considérations d'ordre social et économique, de conseiller les cultivateurs dans le choix de la nouvelle implantation de leurs cultures en s'aidant d'une carte des utilisations possibles des sols. Cette carte sera levée à grande échelle ; cependant on dépassera rarement le 1/20 000 car les investissements prévus sont généralement plus modeste et l'intervention moins rigoureuse que dans les cas précédents.

13.5.2. Eléments d'information à fournir au pédologue.

Le pédologue disposera :

- d'un fond de carte à l'échelle d'exécution de la carte des sols qu'il lui appartient d'établir,
- d'une carte de l'utilisation actuelle des sols, à la même échelle, avec croquis de situation,
- de documents de base, tels que : rapport des études de reconnaissance et carte des sols à moyenne échelle éventuellement annexée ; données climatologiques, résultats d'essais culturaux, note sur les exigences particulières des cultures considérées.

En outre il sera informé :

- des méthodes culturales ayant cours dans la zone où le périmètre est en cause,
- des rendements actuels des cultures en différentes situations,
- des moyens mis à sa disposition en personnel et en matériel : véhicules, outillage, cartes, photographies aériennes, etc.,
- des crédits disponibles pour travaux de laboratoire,
- de la durée impartie à ses travaux.

13.5.3. Mission du pédologue.

La mission du pédologue consistera à :

- définir et cartographier à grande échelle (1/20 000 le plus couramment) les unités de sol de la zone ou du périmètre en fonction de l'utilisation la plus conforme à leurs aptitudes culturales, les cultures devant être choisies parmi celles actuellement pratiquées (car ce type de projet ne comporte pas, par définition, d'introduction de culture nouvelle) ; il peut être prévu des variantes sous réserve de mesures antiérosives qui seront précisées,
- étudier les relations éventuelles entre les unités ainsi définies et les dénominations vernaculaires, ainsi que les relations entre ces unités de sols et les formations végétales lorsque les cultivateurs ont l'habitude de choisir leurs terres à l'aide de critères botaniques. Ceci

permettra de simplifier et d'améliorer le travail des agents de vulgarisation qui pourront alors utiliser directement les connaissances que le cultivateur a des sols et de la végétation sans être obligés de faire une transposition souvent délicate de la nomenclature pédologique scientifique à la classification traditionnelle,

- établir un rapport indiquant notamment :
 - a — l'exposé de la méthode et du déroulement de l'étude (cf. n° 13.4.1.4.),
 - b — les bases du classement des unités de sol cartographiées et l'énoncé de leurs aptitudes (et variantes possibles),
 - c — les caractéristiques morphologiques, physiques et chimiques de chacune de ces unités, leur bilan hydrique et leur niveau de fertilité,
 - d — le pronostic de l'évolution des sols et de leur potentiel agronomique consécutivement aux utilisations proposées,
 - e — des propositions relatives à l'implantation d'un dispositif de contrôle de cette évolution.

13.5.4. Méthodes de connaissance des sols.

L'étude doit se borner aux sols cultivés figurés sur la carte d'utilisation actuelle car il n'est pas prévu, par définition, d'extension de la surface exploitée.

- **Densité des sondages** (cf. n°13.4.1.5. au 1/20 000, la densité idéale est de : un sondage par hectare. On adoptera la « densité nécessaire » calculée en effectuant la densité idéale du coefficient d'efficacité pédologique correspondant aux conditions d'exécution de l'étude.
- **Etude morphologique du profil** : une description sera faite à chaque sondage.
- **Caractéristiques physiques et chimiques** : elles seront déterminées, en principe, tous les N sondages (généralement 10) dans la mesure où leur connaissance est utile pour apprécier les aptitudes des sols à l'égard des cultures considérées.

Les crédits prévus pour travaux de laboratoire pouvant être modestes, on s'efforcera éventuellement de limiter le nombre de mesures et analyses à effectuer :

- en déterminant les principales propriétés physiques par l'observation directe,
- en exploitant les corrélations connues entre propriétés physiques et chimiques,
- en recourant à la notion de zonalité des propriétés chimiques,
- en interprétant les résultats culturaux.
- **Carte d'utilisation possible des sols** : les localisations convenant aux différentes cultures seront définies par superposition des cartes représentant les caractéristiques physiques et chimiques que le pédologue jugera significatives.

13.6. - Introduction d'une culture nouvelle.

13.6.1. But des études.

Le schéma d'avant-projet (cf. 13.3.2.) concernant cette action sur un plan géographique plus vaste a été établi précédemment à la suite d'études préliminaires ou « de reconnaissances ». Il ne s'agit donc ici que d'études détaillées portant sur des aires restreintes : zones ou périmètres géographiquement définis par le programme (quelques milliers d'hectares). Ces études doivent permettre à l'agronome de conseiller chaque exploitant agricole dans le choix de terres satisfaisant au mieux les exigences de la nouvelle culture, compte tenu de pratiques culturales définies.

Une carte des sols établie en fonction des exigences particulières de la culture à introduire sera pour l'agronome un document de travail indispensable. Son échelle, toujours grande, sera choisie selon la surface prévue pour chaque champ cultivé, qui doit pouvoir être situé sur la carte. La notion « d'unité cartographique de base » guidera ce choix : 1 carré de 0,25 cm² sur la carte représente sur le terrain 1 ha au 1/20 000, 0,25 ha au 1/10 000.

13.6.2. **Éléments d'information à fournir au pédologue.**

Le pédologue disposera :

- d'un fond de carte à l'échelle d'exécution de la carte des sols qu'il lui appartient d'établir,
- d'une carte de l'utilisation actuelle des sols, à la même échelle,
- de documents de base tels que : rapport des études de reconnaissance et cartes des sols à moyenne échelle éventuellement annexée ; données climatologiques ; résultats d'essais culturaux concernant la culture à introduire (instituts spécialisés, stations expérimentales, champs d'essais).

En outre, il sera informé :

- des méthodes culturales prévues dans la zone ou le périmètre étudié ainsi que, si possible, des rendements des cultures actuelles en différentes situations,
- des moyens mis à sa disposition en personnel et matériel : véhicules, outillages, cartes, photographies aériennes, etc.
- des crédits disponibles pour travaux de laboratoire,
- de la durée impartie à ses travaux.

13.6.3. **Mission du pédologue.**

La mission du pédologue sera :

- de définir et cartographier à une échelle donnée (cf. n° 13.4.1.4.) les unités de sols de la zone ou du périmètre en fonction des exigences particulières de la culture à introduire compte tenu des méthodes culturales prévues,
- de classer selon leur fertilité les sols aptes à porter cette culture,
- d'étudier les relations éventuelles entre ces sols et les dénominations vernaculaires, ainsi que les relations entre ces mêmes sols et les formations végétales lorsque les cultivateurs ont l'habitude de choisir leurs terres à l'aide de critères botaniques (cf. n° 13.5.3.),
- d'indiquer des critères morphologiques pouvant permettre à des agents n'ayant pas de formation pédologique très poussée, d'identifier facilement les sols intéressants,
- d'établir un rapport indiquant notamment :
 - a — l'exposé de la méthode et du déroulement de l'étude (cf. n° 13.4.1.4.),
 - b — les critères de classement des unités de sols cartographiées en discriminant les sols inaptes et les sols aptes à porter la nouvelle culture, ceux-ci étant, en outre, classés selon leur fertilité,
 - c — les caractéristiques morphologiques, physiques et chimiques de chacune de ces unités, leur bilan hydrique et leur niveau de fertilité,
 - d — le pronostic de l'évolution de sols et de leur potentiel agronomique après introduction de la nouvelle culture (méthodes culturales définies),
 - e — des propositions relatives à l'implantation d'un dispositif de contrôle de cette évolution.

13.6.4. **Méthodes de connaissance des sols.**

Voir le chapitre traitant de la modification de l'implantation des cultures (cf. n° 13.5.4.).

13.7. - **Développement d'une culture.**

13.7.1. **But des études.**

Le plan de développement régional a fixé les caractéristiques de base du schéma d'avant-projet d'extension de la culture en cause dans l'ensemble de la région et notamment :

- les méthodes culturales,

- les productions à obtenir,
- l'échéancier des réalisations.

Les études préliminaires à l'élaboration du schéma d'avant-projet d'action régionale ont ensuite permis de délimiter, sur une carte à moyenne échelle (1/100 000 à 1/50 000), les zones les plus favorables à cette culture compte tenu du contexte physique et socio-économique.

Lors de ces premières études le spécialiste des sols a été amené à définir les principaux facteurs pédologiques (profondeur, horizon s'opposant à la pénétration des racines, salinité, toxicité, etc.) risquant de limiter l'extension de la culture dans la région, en tenant compte des conditions climatiques ainsi que des techniques culturales qui auront pu être proposées par l'agronome.

Il s'agit à présent d'études détaillées dans chacune des zones précédemment délimitées (quelques milliers d'hectares).

L'étude des sols, en particulier, fournira à l'agronome les éléments qui lui permettront de reconnaître les sols qui, à différents niveaux de fertilité, sont propices à la culture considérée, et de fixer son choix en tenant compte, par ailleurs, des caractéristiques sociales, techniques et économiques des exploitations agricoles locales.

13.7.2. Eléments d'information à fournir au pédologue.

Le pédologue devra disposer :

- d'un fond de carte à l'échelle d'exécution de la carte des sols qu'il lui appartient d'établir,
- d'une carte de l'utilisation actuelle des sols, à la même échelle,
- de documents de base, tels que rapport des études de reconnaissance (préliminaires à l'élaboration du programme d'action régionale) et carte des sols à moyenne échelle éventuellement annexée ; données climatologiques, résultats d'essais culturaux concernant la culture à développer et leur interprétation (instituts spécialisés, stations d'expérimentation, champs d'essais).

En outre, il sera informé :

- des méthodes culturales choisies par l'agronome suivant les directives du plan de développement et en fonction de la situation technique, économique et sociale,
- des productions à obtenir (définies par le plan),
- des moyens mis à sa disposition en personnel et matériel, véhicules, outillage, cartes, photographies aériennes, etc.,
- des crédits disponibles pour travaux de laboratoire,
- de la durée impartie à ses travaux.

13.7.3. Mission du pédologue.

La mission du pédologue consistera à :

- définir plus précisément les facteurs pédologiques limitants, sommairement signalés lors des études préliminaires,
- délimiter ces facteurs limitants sur une carte à l'échelle de fond qui lui sera fourni : l'échelle de cette carte sera plus ou moins grande (1/20 000 à 1/5 000) suivant le type d'exploitation et l'échéancier des réalisations ; si le programme prévoit une intervention dans les exploitations familiales existantes, l'échelle pourra être relativement petite (1/20 000) car les recommandations qui en seront tirées n'auront qu'une valeur indicative et non obligatoire pour les cultivateurs ; s'il prévoit la création de grandes exploitations spécialisées, l'échelle sera beaucoup plus grande (1/5 000) afin de permettre un choix précis des terres les plus favorables avec la garantie d'une rentabilisation maximum d'investissements très importants,
- préciser, en accord avec l'agronome, et pour les différentes unités de sols définies, les techniques culturales appropriées et les rendements correspondants possibles,
- indiquer des critères morphologiques pouvant permettre à des agents n'ayant pas une formation pédologique très poussée d'identifier facilement les sols intéressants,
- établir un rapport (suivant le canevas proposé au paragraphe 13.5.3.).

13.7.4. Méthodes de connaissance des sols.

Voir le chapitre traitant de la modification de l'implantation des cultures (cf. n° 13.5.4.).

13.8. - Augmentation du rendement d'une culture.

Il s'agit ici d'études détaillées se situant dans l'une des zones définies par le schéma d'avant-projet (quelques milliers d'hectares).

L'utilité et la nature de l'intervention du pédologue sont décidées par l'agronome en fonction des éléments d'information dont il dispose sur les conditions physiques, démographiques, sociales, techniques et économiques de la zone intéressée. Du seul point de vue technique, l'augmentation du rendement peut résulter, suivant les cas, d'une modification de l'implantation de la culture ou d'une modification des techniques culturales.

Ces deux éventualités, qui peuvent parfois se combiner, seront examinées successivement.

13.8.1. Modification de l'implantation de la culture.

Ce type d'intervention est généralement peu fréquent pour les cultures traditionnelles, l'expérience acquise par les cultivateurs leur permettant de choisir, parmi les terres dont ils disposent, celles qui conviennent le mieux à chaque production. Si le choix est parfois critiquable, les causes en sont généralement soit d'ordre foncier (impossibilité de mettre en valeur certaines terres faute de droits coutumiers) soit d'ordre économique (manque d'équipements ou rentabilité trop faible dans l'état actuel des techniques agricoles) ; ces problèmes relèvent alors du sociologue ou de l'économiste mais non du pédologue.

Dans le cas de cultures introduites récemment, par contre, le manque d'expérience peut avoir conduit les cultivateurs à commettre des erreurs dans la répartition des terres entre leurs différentes productions. Une intervention du pédologue est alors justifiée. Elle doit être conduite avec le plus grand soin car toute modification de l'implantation d'une culture peut avoir pour conséquence directe de changer la localisation de l'ensemble des productions des exploitations.

Afin de déterminer les mesures à prendre il sera d'abord demandé au pédologue :

- de déterminer les caractéristiques des divers sols de la région,
- de fournir à l'agronome des éléments permettant d'évaluer en fonction de techniques culturales définies, l'éventail des rendements de chaque culture sur les divers sols qui lui conviennent.

Si les informations données par le pédologue justifiaient une modification de l'implantation des cultures ce type d'intervention serait étudié selon la méthode proposée au chapitre 13.5.

13.8.2. Modification des techniques culturales.

Si une modification de l'implantation de la culture s'avérait inutile ou inopportune, l'augmentation du rendement devrait relever d'une modification des techniques culturales.

- a — Lorsque des techniques améliorées ont été mises au point la mission du pédologue sera d'abord :
- de comparer les sols des parcelles d'expérience aux sols traditionnellement cultivés par les agriculteurs, afin de définir les possibilités et les limites d'extrapolation des innovations préconisées,
 - d'indiquer les modifications qu'il convient d'apporter aux techniques nouvelles mises au point ailleurs, pour les adapter à la variété des sols locaux, ainsi que les résultats qui peuvent en être attendus,
 - de fixer éventuellement le programme et la localisation des essais complémentaires à entreprendre sur les sols de la région.
- b — Lorsque des techniques améliorées n'ont pas encore été mises au point, la mission du pédologue sera d'abord :

- de définir les caractéristiques des sols cultivés afin de déterminer, en fonction des exigences particulières de la culture, les éléments pédologiques sur lesquels une intervention serait souhaitable,
- de fixer le programme et la localisation des essais culturels à entreprendre sur des sols représentatifs de la zone,
- d'interpréter les résultats de ces essais afin de déterminer les techniques culturales à préciser sur les différents sols occupés par la culture, ainsi que les résultats à en attendre.

Dans l'un et l'autre cas, les études seront conduites suivant la méthode proposée au chapitre n°13.3. Ce type d'intervention n'est en effet qu'un cas particulier de l'amélioration des techniques culturales dont les objectifs seraient alors limités à une seule culture.

13.9. - Périmètre de colonisation.

13.9.1. But des études.

Le plan de développement régional a fixé les directives générales du programme de colonisation de terres devant être mises en valeur, notamment :

- les cultures,
- les surfaces ou les objectifs de production,
- les méthodes culturales,
- l'échéancier des réalisations.

Les études préliminaires du schéma d'avant-projet ont permis de délimiter, sur une carte à moyenne échelle (1/100 000 à 1/50 000) les périmètres de colonisation les plus favorables compte tenu du contexte physique, social et économique. Il s'agit maintenant des études détaillées à entreprendre dans chacun de ces périmètres en vue de l'implantation des exploitations.

Une étude minutieuse du potentiel agronomique des sols est nécessaire afin de les utiliser rationnellement et de répartir équitablement les terres entre les exploitations. Elle aboutira essentiellement à une carte de l'utilisation possible des sols.

13.9.2. Eléments d'information à fournir au pédologue.

Le pédologue devra disposer :

- d'un fonds de carte à l'échelle d'exécution de la carte des sols qu'il lui appartient d'établir,
- de documents de base, tels que : rapport des études préliminaires à l'élaboration du programme d'action régionale et cartes des sols à moyenne échelle éventuellement annexée ; données climatologiques.

En outre, il sera informé :

- de la nature des cultures prévues et, le cas échéant, de l'importance qu'il est souhaitable de leur attribuer respectivement,
- des méthodes culturales définies par l'agronome suivant les directives du plan de développement,
- des crédits éventuellement disponibles pour les travaux antiérosifs,
- des moyens mis à sa disposition en personne et en matériel : véhicules, outillage, cartes, photographies aériennes, etc.,
- des crédits disponibles pour travaux de laboratoire,
- de la durée impartie à ses travaux.

13.9.3. Mission du pédologue.

La mission du pédologue sera :

- de définir et cartographier à grande échelle (1/20 000 à 1/10 000) les unités de sols du périmètre en fonction de l'utilisation la plus conforme à leurs aptitudes culturales compte tenu des cultures et méthodes culturales prévues ; l'échelle sera fixée selon la surface prévue pour chaque champ cultivé et suivant l'importance des investissements ; elle pourrait être 1/20 000 si le programme prévoit l'implantation d'exploitations familiales dont les différentes parcelles ne sont pas délimitées ; elle pourrait atteindre le 1/10 000 s'il est prévu de créer des exploitations spécialisées afin d'affecter les terres avec la garantie d'une rentabilisation maximum d'investissements très importants, en individualisant les parcelles,
- d'étudier les relations entre les unités de sols ainsi définies et la végétation,
- d'indiquer les critères morphologiques pouvant permettre à des agents n'ayant pas reçu une formation pédologique particulière, d'identifier facilement les sols suivant leurs aptitudes culturales,
- d'indiquer les mesures antiérosives nécessaires pour chaque sol,
- de proposer éventuellement et selon les unités de sols définies des modifications aux méthodes culturales initialement prévues,
- d'établir un rapport suivant le canevas proposé (réf. n° 13.5.3.) précédent, en insistant particulièrement sur le pronostic de l'évolution des sols et de leur potentiel agronomique après mise en culture (celle-ci pouvant, par suite de la rupture de l'équilibre naturel, apporter des perturbations importantes aux propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols).

13.9.4. Méthodes de connaissance des sols.

Cette méthode sera choisie en fonction du type de mise en valeur prévue : irrigation, drainage, lutte contre l'érosion, amélioration des techniques culturales traditionnelles, etc. Suivant les cas, on se reportera à l'un ou l'autre des chapitres précédents.

13.10. - Contrôle de l'évolution des sols cultivés.

L'exécution d'une action de mise en valeur agricole devrait être suivie régulièrement par les représentants des principales spécialités sur lesquelles l'intervention est fondée.

Ce contrôle régulier permet de :

- perfectionner les techniques,
- remédier à des difficultés initialement imprévisibles,
- redresser les erreurs pouvant résulter d'une étude insuffisante.

Il revient au pédologue de :

- fournir, lors des études détaillées des projets faisant l'objet des rubriques précédentes, des propositions concernant l'implantation de dispositifs de contrôle,
- suivre l'évolution des caractères morphologiques, physiques et chimiques des sols en relations avec les pratiques et techniques culturales nouvelles.
- interpréter cette évolution,
- déterminer en accord avec l'agronome les remèdes possibles, en cas d'évolution défavorable.
- fixer le programme et la localisation des essais, puis interpréter les résultats expérimentaux si cette détermination implique une expérimentation complémentaire.

BIBLIOGRAPHIE

- BERGER (J.M.). — 1961. Observations pédologiques et agronomiques sur les champs de coton Allen. Campagne 1960 (région de Bouaké, Beoumi, Mankono, Man). ORSTOM, Adiopodoumé, 44 p. multigr.
- BOULAIN (J.). — 1965. Systématisation des sols et pédologie. Cah. Ing. Agron., n° 196, pp. 13-20.
- BOUYER (S.). — 1959. Etude de l'évolution du sol dans un secteur de modernisation agricole au Sénégal. Conf. Interafr. Sols. 3. 1959. Dalaba, vol. II, pp. 841-850.
- BRUGIERE (J.M.), MARTIN (G.). — 1962. Les études pédologiques dans les pays sous-développés en matière agricole ORSTOM, Brazzaville, 31 p. multigr.
- CASABIANCA (F. de) — 1965. Etude agronomique de la cuvette d'Andranomanitsy (Province de Tuléar — Madagascar). Agron. trop., XX, pp. 627-639.
- DABIN (B.). — 1961. Les facteurs de fertilité des sols des régions tropicales en culture irriguée. Bull. Ass. Fr. Et. Sols. n° spécial, pp. 108-130.
- DABIN (B.). — 1962. Agropédologie : L'utilisation des études pédologiques pour la détermination du potentiel de fertilité des sols tropicaux. Bull. Techn. Inform. Ing. Serv. Agric., n° 172, pp. 3-8.
- DABIN (B.). — 1962. Relations entre les propriétés physiques et la fertilité dans les sols tropicaux. Ann. Agron., 13, pp. 111-140.
- Etude pédologique de la plaine de Mahabo (Préfecture de Morondava). Echelle 1/5.000 — 1964 —, par BOUCHARD, TREYER, de CASABIANCA, ANDRIAMIHAINGO, ROCHE. Agron. trop. XIX, pp. 227-252.
- FORESTIER (J.). — 1957. Rétrogradation du phosphore assimilable dans les sols Oubanguiens. Bureau des sols, Brazzaville.
- Documents techniques divers.**
- Côte d'Ivoire — Perspectives décennales de développement économique et social, 1960-1970.
- INSEE — Manuel pour la formation d'agents recenseurs dans le cadre d'une étude agricole par sondage dans un pays en voie de développement — Paris, 1960.
- Madagascar — Plan quinquennal 1964-1968 (inscrit dans perspectives décennales).
- RCA — Avant-projet de programmation régionale de la préfecture de l'Ouham, 1964-1969.
- Sénégal — Deuxième plan quadriennal, 1965-1969.
- Tchad — Etude agricole de la région du Ouaddaï, 1965, p. 10.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Secrétariat d'État aux Affaires Étrangères

techniques rurales en afrique

10

pédologie et développement

B. D. P. A.

O. R. S. T. O. M.

1970

techniques rurales en afrique

10

pédologie et développement

A la demande du Secrétariat d'Etat
et pour faciliter la tâche des ingénieurs travaillant en Afrique

Ce document a été établi par un groupe de travail
auquel ont collaboré,

l'Office de la Recherche Scientifique et Technique
Outre-mer,

le Bureau pour le Développement de la Promotion
de l'Agriculture.

