

TRAITÉ DE GESTION DE L'ENVIRONNEMENT TROPICAL

Pr Michel Maldague

TOME I

DÉVELOPPEMENT INTÉGRÉ DES RÉGIONS TROPICALES

Approche systémique - Notions - Concepts - Méthodes

Fascicule I - 3

*Mécanismes de la fertilité des sols tropicaux
et rapports avec les pratiques agricoles*

Place du chapitre

Satisfaire les besoins du développement biophysique de l'homme, et, par là, tous ses besoins essentiels (cf. fasc. I - 1), implique un environnement biophysique de qualité (cf. fasc. I - 2). La fertilité du sol est le premier impératif du développement (cf. Tableau synoptique, *in* Introduction), tant il est vrai que l'amenuisement de celle-ci, à la suite de mauvaises pratiques agricoles, entraîne famines et exodes.

La régénération de la fertilité du sol se déroule de manière continue dans le cas des forêts tropicales ; le meilleur exemple en est donné par la forêt équatoriale où des mécanismes biologiques assurent automatiquement l'essentiel de la fertilité naturelle.

Dans le cas de l'agriculture, la notion de fertilité naturelle cède la place à celle de fertilité acquise. Un sol fertile est une condition *sine qua non* de la productivité des systèmes agraires. La fertilité des sols forestiers est à l'origine des différentes formes d'agriculture itinérante qui est la principale cause de la destruction des forêts tropicales, et cette destruction est amplifiée à la suite de l'accroissement démographique (cf. fasc. I - 5).

Les différentes formes de fertilité du sol sont passées en revue et analysées en fonction des diverses options que l'on peut envisager pour le développement agricole durable.

Table des matières

Introduction, 3 - 3

I. FERTILITÉ DES SOLS FORESTIERS TROPICAUX

I.1 Problématique : agriculture - forêt, 3 - 4

Fig. 3 - 1. Problématique de l'agriculture et de la forêt, 3 - 5

I.2 Fertilité dans le cadre d'un équilibre naturel, 3 - 6

I.2.1 Fertilité naturelle, 3 - 6

I.2.2 Fertilité à longue échéance ou fertilité durable, 3 - 7

Fig. 3 - 2. Les différentes formes de fertilité du sol, 3 - 7

I.3 Fertilité dans le cadre d'un équilibre artificiel, 3 - 8

I.3.1 Fertilité actuelle, 3 - 8

I.3.2 Fertilité acquise, 3 - 8

Fig. 3 - 3. Apparent paradoxe entre la luxuriance de la forêt tropicale et la fertilité des sols, 3 - 9

II. PROBLÉMATIQUE DE L'AGRICULTURE ITINÉRANTE SUR BRÛLIS

II.1 Avilissement des pratiques traditionnelles, 3 - 10

Fig. 3 - 4. Illustration du système agricole traditionnel : agriculture itinérante sur brûlis, 3 - 10

II.2 Recherche de solution. Analyse des options, 3 - 11

II.2.1 Option 1 : poursuite des systèmes extensifs traditionnels, 3 - 11

Fig. 3 - 5. Les quatre options majeures de l'agriculture africaine. Seule l'agriculture fondée sur la notion de fertilité acquise et durable est appropriée, 3 - 12

II.2.2 Option 2 : poursuite de systèmes agricoles avilis, 3 - 13

II.2.3 Option 3 : adoption des systèmes agricoles de type moderne, 3 - 14

II.2.4 Option 4 : agriculture fondée sur les principes de base de la fertilité des sols tropicaux, 3 - 14

II.3 Principes de base d'une agriculture tropicale fondée sur les lois qui commandent les écosystèmes tropicaux, 3 - 15

- Lois de conservation biologique des sols tropicaux, 3 - 16

II.4 Objectifs à poursuivre et stratégie opérationnelle, 3 - 16

II.5 Stratégie de conservation de la biodiversité, 3 - 17 •

Fascicule 3

**MÉCANISMES DE LA FERTILITÉ DES SOLS TROPICAUX
ET RAPPORTS AVEC LES PRATIQUES AGRICOLES**

1. Introduction

1. Nous examinons, dans ce fascicule, les différents types de fertilité des sols tropicaux et le mécanisme fondamental qui commande cette fertilité.
2. Depuis des siècles, s'est pratiqué en Afrique un type d'agriculture traditionnel, parfaitement adapté aux conditions du milieu biophysique. Durant des millénaires, les hommes ont pu ainsi tirer leurs ressources du milieu forestier sans lui porter préjudice.
3. Avec la colonisation et ses conséquences, on a assisté à la modification de ces méthodes traditionnelles, notamment sous l'effet de l'accroissement démographique. Du fait que l'on n'a pas consacré assez d'efforts, dans le passé, à la mise au point de systèmes de production améliorés, c'est vers l'avitilissement des systèmes traditionnels que l'on se dirige et, ce faisant, c'est dans une impasse que l'on s'est engagé.
4. Il est indispensable de rappeler que l'élaboration d'une phytomasse considérable — la forêt équatoriale pluristratifiée [aspect structurel] — et le renouvellement rapide de la matière organique, de l'énergie et de l'eau dans l'écosystème [aspect fonctionnel] entraînent une répartition caractéristique des nutriments minéraux dans les différents compartiments de cet écosystème, répartition qui est fondamentale pour son équilibre dynamique : *dans les écosystèmes forestiers tropicaux, il y a tendance à l'accumulation, dans la biomasse vivante, d'une grande proportion de nutriments* (voir fig. 2 - 5). Cette tendance rend ces écosystèmes plus sensibles aux perturbations induites par l'homme. En effet, toute modification, consistant en la destruction ou l'exportation de la phytomasse, entraînera un départ considérable de nutriments hors du système, sous forme de solutions, de gaz et de matières.
5. Ce caractère particulier du dynamisme biologique de l'écosystème forestier équatorial a d'importantes conséquences en ce qui concerne l'utilisation qui peut être faite de ces milieux, et c'est ici que réside le principal problème de l'agriculture tropicale : le couplage entre le maintien des processus écologiques essentiels et les systèmes de production agricoles qui en dérivent.
 - Pour bien comprendre la problématique de l'agriculture tropicale, il convient de connaître le *mécanisme fondamental* qui gouverne le cycle biologique des forêts tropicales en conditions naturelles, et de dégager, de cette analyse, les notions de fertilité du sol correspondantes.
6. Comme nous l'avons rappelé dans le fascicule précédent, les sols tropicaux sont, d'une façon très générale, chimiquement et physico-chimiquement, pauvres (voir fig. 2 - 1). Les éléments nutritifs se trouvent mis en réserve dans la végétation — phytomasse très importante — plutôt que dans les sols (voir fig. 2 - 2). Il en résulte que la fertilité des écosystèmes ne réside pas dans la richesse du sol — elle n'est donc pas intrinsèquement liée au sol —, mais elle dépend des nutriments, essentiellement emmagasinés dans la biomasse végétale, et de la vitesse du cycle des éléments biogènes, notamment des transferts d'énergie dans les structures vivantes, nombreuses, diverses et interagissantes de l'écosystème forestier.
7. En fait, et malgré le large éventail d'espèces et le réseau complexe d'interactions entre les composantes du système, les écosystèmes tropicaux et, en l'occurrence, la pluviersylve équatoriale, sont incomparablement plus fragiles que les écosystèmes tempérés. Le milieu tropical humide permet aux

systèmes de persister, malgré leur fragilité, pour autant que les perturbations soient de faible amplitude et localisées. On comprend qu'il n'en est plus ainsi lorsque surviennent des interventions anthropiques brutales, de grande amplitude.

8. En conditions naturelles, la complexité des écosystèmes tropicaux, par suite notamment de la coexistence de plusieurs stades de développement, confère au système une certaine résistance aux perturbations ; mais celle-ci est limitée à une amplitude déterminée des modifications. Nous avons vu qu'en conditions naturelles, ces perturbations, dues à des aléas climatiques, se limitaient à de petites trouées, dont les dimensions sont en deçà du seuil critique.

9. On rappellera encore que la *stabilité dynamique* des écosystèmes forestiers équatoriaux implique deux conditions (fig. 2 - 2) :

1° *Que les forces qui agissent sur le système ne dépassent pas un certain seuil* [en pareil cas, des modifications marquées et durables, voire irréversibles, se produisent] ;

2° *Que les conditions mésologiques soient elles-mêmes relativement constantes, voire uniformes.*

I. FERTILITÉ DES SOLS FORESTIERS TROPICAUX

I.1 Problématique : agriculture - forêt

10. Les systèmes de production agricoles, dans la plus grande partie des régions tropicales, procèdent de la technique de l'essartage (1) avec brûlage des abattis : c'est l'*agriculture itinérante sur brûlis*. Elle fait vivre 250 millions de personnes et s'exerce, à l'heure actuelle, sur 3.600 millions d'hectares (36 millions de km²). Elle est la principale cause de destruction des forêts tropicales.

- Ce type d'agriculture résulte de ce que les terres forestières ont une certaine fertilité qui provient du déroulement des cycles biologiques forestiers. C'est le fonctionnement de ces cycles qui génère et entretient la fertilité du sol. Et ce sont ces sols fertiles qui attirent les agriculteurs (voir fig. 3 - 1). Mais avec l'accroissement démographique, la pression sur les terres forestières s'accroît, et des conséquences défavorables apparaissent : modification des méthodes culturales traditionnelles ; raréfaction relative des sols forestiers ; envahissement des aires protégées.

- Cette forme d'agriculture et d'autres systèmes d'agriculture temporaire [agriculture récurrente] sont essentiellement fondés sur l'utilisation de la capacité actuelle de production agricole du sol, sans souci de tendre à la prolonger. Une fois cette capacité réduite, le sol est abandonné à lui-même et, s'il n'est pas trop épuisé, sa fertilité se reconstituera avec le temps, grâce aux processus naturels.

11. Le PNUE, dans son rapport de 1999, mentionne qu'en Afrique occidentale et centrale, la conjugaison de l'accroissement rapide de la population, de mauvaises pratiques agricoles, tels que les cultures itinérantes et la suppression de la jachère, la variabilité des conditions météorologiques, la persistance de la sécheresse et le surpâturage sont les principales causes de la dégradation des sols (2).

(1) Essartage : action d'essarter. - Essarter : défricher un terrain boisé en ôtant toutes les broussailles, par arrachement ou brûlage. - Essart : terre essartée.

(2) GEO-2000, *Rapport du PNUE sur l'environnement*. PNUE, De Boeck & Larcier, 1999, 398 p. ; cf., p. 56.

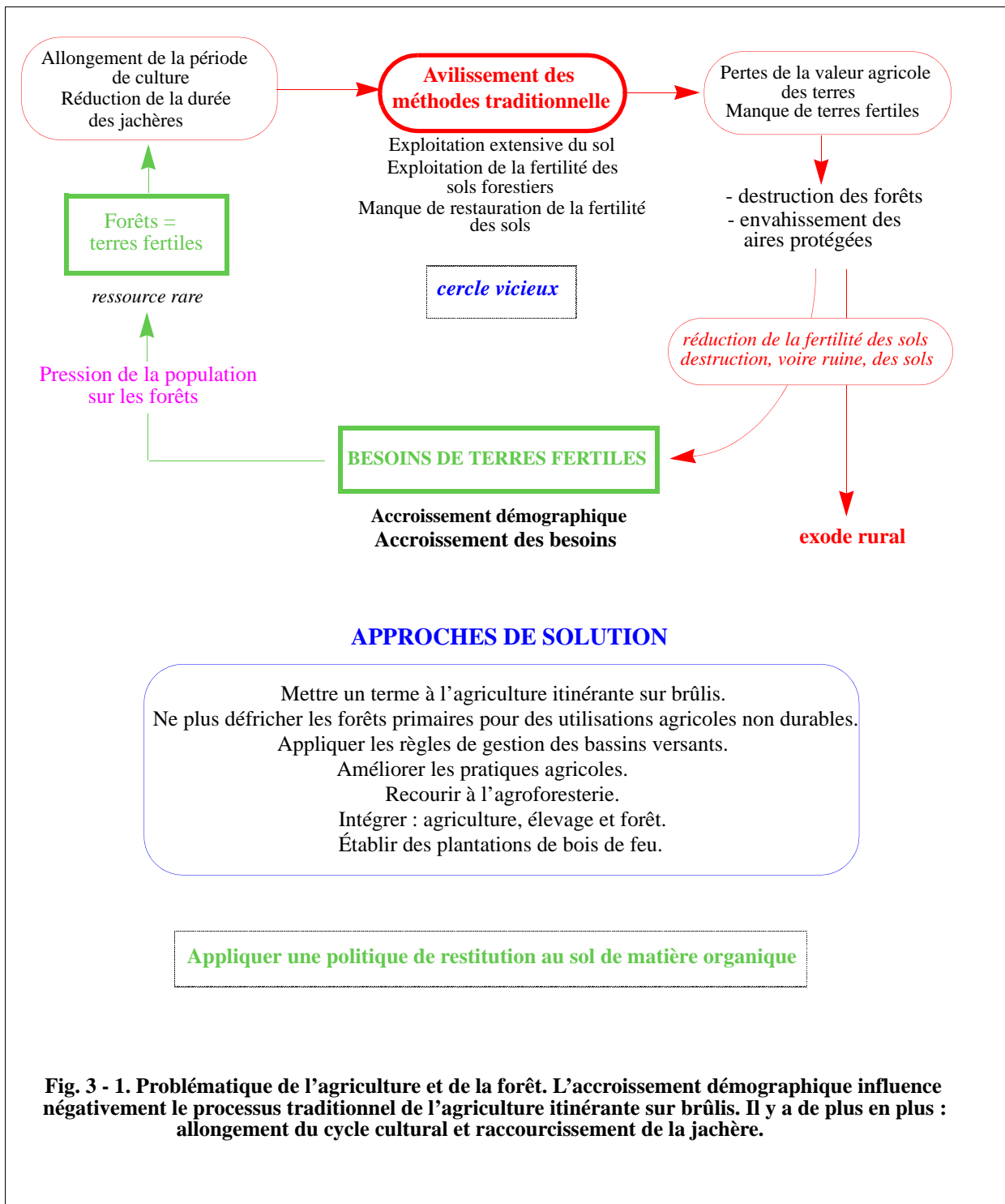


Fig. 3 - 1. Problématique de l'agriculture et de la forêt. L'accroissement démographique influence négativement le processus traditionnel de l'agriculture itinérante sur brûlis. Il y a de plus en plus : allongement du cycle cultural et raccourcissement de la jachère.

12. Il convient de distinguer, en ce qui concerne la fertilité du sol, le cas d'un équilibre naturel (écosystèmes naturels) et celui d'un équilibre artificiel (agrosystèmes ou systèmes de production agricole). Nous distinguons, à la figure 3 - 2, les différents types de fertilité du sol. Il y a, d'une part, dans le cadre de l'*équilibre naturel*, la fertilité naturelle et la fertilité à longue échéance ou durable, et, d'autre part, dans le cas de l'*équilibre artificiel*, la fertilité actuelle et la fertilité acquise.

I.2 Fertilité dans le cadre d'un équilibre naturel

I.2.1 Fertilité naturelle (fig. 3 - 2)

13. La *fertilité naturelle* du sol, en forêt tropicale, résulte du maintien du milieu naturel dans des conditions telles que le cycle de la matière puisse s'y dérouler à une vitesse suffisante pour mettre à la disposition des végétaux les éléments nutritifs indispensables à leur croissance. Cette fertilité est essentiellement liée au déroulement des processus biologiques. Le cycle de la matière, avec ses phases d'*anabolisme* et de *catabolisme*, permet la minéralisation rapide des débris végétaux (fig. 2 - 5). À peine libérés, les éléments minéraux sont repris par le système racinaire des végétaux et incorporés dans la phytomasse. Ce cycle permet aussi la régénération des réserves de CO₂ de l'atmosphère de la forêt dont la teneur en gaz carbonique dépasse souvent 1.000 ppm. Plus la quantité d'énergie, dissipée au cours du cycle est grande, plus la fertilité apparente du sol est considérable, car cette dissipation traduit une circulation intense de la matière à travers un grand nombre de structures dissipatives (organismes de la pédobiocénose).

14. L'exemple le plus typique d'un niveau de fertilité naturelle élevé est donné par la forêt équatoriale ; l'intensité des processus biologiques s'y manifeste par deux ordres de phénomènes :

1° la luxuriance de la végétation [phase anabolique, très active, se traduisant par une efficacité photosynthétique élevée ; densité et diversité élevées du couvert végétal] ;

2° l'absence d'accumulation au sol de matière organique non décomposée [phase catabolique, très active, résultat d'une dégradation et d'une minéralisation rapides des substances organiques tombées au sol ; densité et diversité élevées des organismes terricoles [pédofaune et microflore].

* *Fertilité extrinsèque*

15. La forêt équatoriale se caractérise par une très grande fertilité, mais celle-ci est, par rapport au sol, le plus souvent *extrinsèque*, puisque le sol est généralement pauvre (fig. 3 - 2). Cette fertilité résulte des propriétés des colloïdes organiques et de l'apport d'éléments biogènes, générés par l'importante activité des organismes terricoles. Elle dérive essentiellement du dynamisme biologique du milieu, c'est-à-dire du déroulement optimal du cycle des éléments biogènes. Grâce aux mécanismes biologiques, se déroulant de manière automatique, les sols forestiers peuvent porter durablement une forêt, pour autant que les conditions ambiantes ne se modifient pas au-delà d'un seuil donné.

16. L'erreur fut fréquemment commise, jadis, par les agronomes des pays tempérés qui déduisaient, de l'observation de la luxuriance de la végétation tropicale, l'existence de sols pédologiquement riches. Cette erreur s'est traduite par de multiples échecs dans la mise en valeur des sols tropicaux. Nous illustrons cet apparent paradoxe par la figure 3 - 3. Il n'est d'ailleurs pas sûr que l'on comprenne de façon correcte, actuellement, dans de nombreux milieux, le mécanisme de la fertilité des sols tropicaux, car si tel était le cas, on n'aurait pas à déplorer la perte de la fertilité du sol sur de si grandes étendues de terres tropicales.

• Dans les conditions bioclimatiques qui caractérisent les forêts tropicales d'Afrique, aux sols instables et fragiles, la rupture de l'équilibre naturel, par la déforestation, par exemple, peut entraîner des conséquences très graves, pouvant conduire à la désertification.

I.2.2 Fertilité à longue échéance ou fertilité durable (fig. 3 - 2)

17. La conservation biologique des sols, quant à elle, est liée au maintien de la fertilité du sol sur de longues périodes de temps — idée de durabilité. Dans cette perspective, dès que l'on se place à l'échelle du temps phylogénétique, indissociable des concepts de conservation de la nature, de protection de la biodiversité, de sauvegarde des équilibres écologiques essentiels et de maintien des systèmes entretenant la vie, se dégage la notion de *fertilité du sol à longue échéance* ou *fertilité durable*. Cette notion n'est rien d'autre que la fertilité naturelle — qui traduit la nature, le mécanisme des processus biologiques —, mais projetée dans le temps. À l'instar de la fertilité naturelle, la fertilité à longue échéance ne requiert, pour son maintien, aucune intervention humaine. Au contraire, toute intervention humaine constitue une menace pour la persistance de la fertilité naturelle des sols tropicaux.

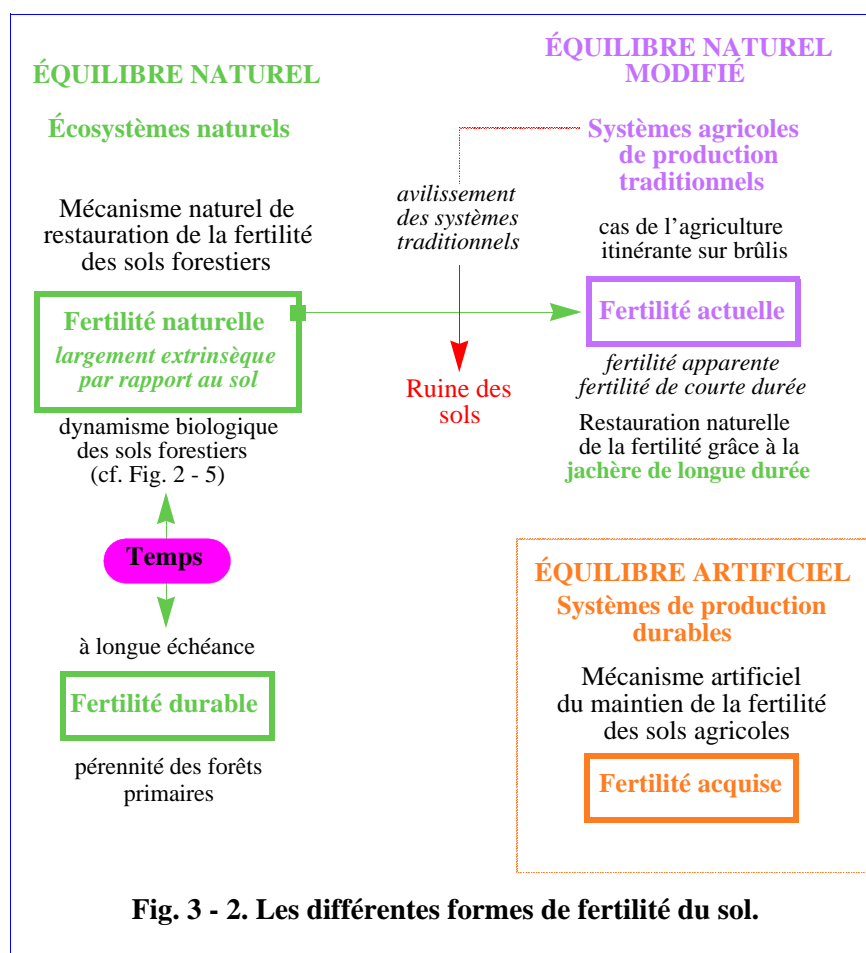


Fig. 3 - 2. Les différentes formes de fertilité du sol.

I.3 Fertilité dans le cadre d'un équilibre artificiel

I.3.1 Fertilité actuelle (voir fig. 3 - 2)

18. Considérons à présent le cas de la mise en culture d'un sol forestier tropical. La première étape consiste, dans le cas de l'agriculture itinérante sur brûlis — système de production le plus répandu en Afrique —, dans l'essartage ou abattage du couvert forestier et dans le brûlage des abattis. La modification du couvert se marquera simultanément dans deux domaines : [1] le domaine abiotique : le sol, considéré à la fois comme substrat et entité physico-chimique, et le climat du sol ; [2] le domaine biotique : la vie du sol (microflore, pédofaune, etc.).

19. L'équilibre initial étant rompu, il se produira une régulation qui tendra au rétablissement d'un nouvel équilibre. La fertilité actuelle — que l'on peut également qualifier de *fertilité apparente* — de ce sol résulte de la quantité et de la qualité des éléments nutritifs qu'il est capable de mettre à la disposition de la plante. Le niveau de fertilité actuelle dépend de la nature du milieu initial — forêt primaire ou secondarisée ; vieille jachère forestière ou jeune recrû — et est directement fonction des processus pédogénétiques et pédobiologiques qui se déroulaient dans le sol avant son défrichement ainsi que des modalités de celui-ci. La persistance de cette fertilité dépendra du degré de stabilité du milieu et des façons culturales qui seront appliquées. Dans le cas des écosystèmes tropicaux, cette fertilité est, comme dans le cas de la fertilité naturelle dont elle dérive, essentiellement extrinsèque ; elle résulte des éléments minéraux, piégés dans les horizons supérieurs du sol, au moment de l'abattage, auxquels s'ajouteront les nutriments libérés par la combustion des résidus végétaux.

* *Fertilité de courte durée*

20. Cette fertilité est fugace ; elle diminuera au fur et à mesure de l'assimilation des éléments nutritifs par les cultures, de la détérioration des caractéristiques physiques du sol, du lessivage des éléments minéraux par les précipitations et des phénomènes érosifs. Cette fertilité est donc forcément limitée dans le temps, puisque ces différentes formes d'exportation contribueront à abaisser le stock des éléments minéraux du sol, alors que le flux (production de phytomasse), lui, est rompu. Ce stock était, en outre, au départ, très restreint par suite de la grande vitesse du cycle biologique (« *turn-over* ») en conditions naturelles.

21. Dans les systèmes agricoles traditionnels, le caractère très fugace de la fertilité d'une parcelle, abattue et incinérée, était bien connu des agriculteurs ; c'est pourquoi ils pratiquaient un cycle cultural très court — un an — et abandonnaient, ensuite, le sol à la jachère pour des durées considérables, au point que si la parcelle n'était pas trop grande, elle pouvait être reconquise par la forêt primaire (voir fig. 3 - 4). Dans ce cas, l'intervention humaine s'apparentait aux mécanismes naturels qui sont à l'origine des petites trouées, lesquelles constituent, comme nous l'avons vu, un facteur de variation dans l'écosystème. Il se fait que l'environnement socio-économique et culturel a induit, depuis quelques décennies, des modifications profondes dans les systèmes de production agricoles.

I.3.2 Fertilité acquise (fig. 3 - 2)

22. Le maintien, la persistance de la fertilité du sol, liée à la conservation du capital sol, du sol en tant que substrat — ce qui impose des mesures de conservation des sols et des eaux (CSE) et des travaux de défense et de restauration du sol (DRS) — dépend essentiellement, dans le cas de son exploitation agricole, de l'activité humaine. Dans le cas où l'on exploite le sol, on passe, en effet, du domaine des équilibres naturels au domaine des équilibres artificiels. C'est l'*homme* par ses techniques culturales — améliorations foncières, cultures améliorantes, engrais verts, paillage, etc. — et ses apports extérieurs — fumures, composts, restitution de résidus végétaux, irrigation, etc. — qui devient le principal mécanisme responsable du maintien de la fertilité du sol. Il se substitue en quelque sorte aux mécanismes biologiques naturels, et il lui

revient la responsabilité de maintenir cette fertilité durablement.

23. Sur le plan de la fertilité du sol, on en arrive ainsi au concept de *fertilité acquise* de Demolon (1952). Dans un sol agricole, le dynamisme naturel fait place à un dynamisme artificiel (Gausсен, 1951) : celui où l'homme, après avoir déclenché le dynamisme, intervient *consciemment* et ne laisse pas la nature poursuivre seule son œuvre (voir fig. 3 - 2).

• Mais, lorsque l'homme n'intervient pas correctement, ce qui est hélas devenu la règle, par suite des modifications du contexte, non seulement il ne crée pas les conditions propices à l'installation de ce dynamisme artificiel mais il arrive, au contraire, de plus en plus souvent, qu'il dépasse les seuils de tolérance du milieu, exploitant abusivement le sol et finissant par l'abandonner, ruiné.

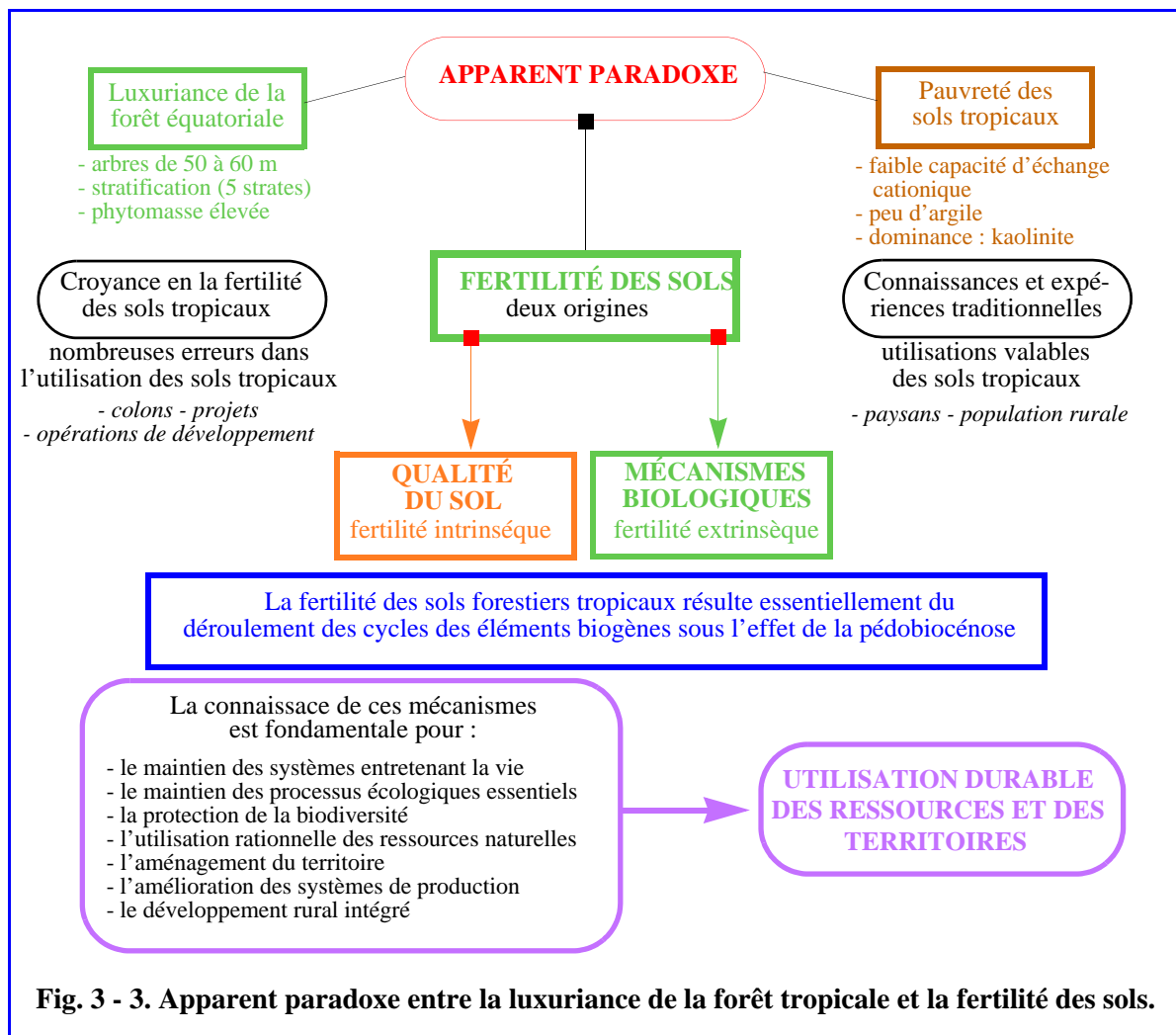


Fig. 3 - 3. Apparent paradoxe entre la luxuriance de la forêt tropicale et la fertilité des sols.

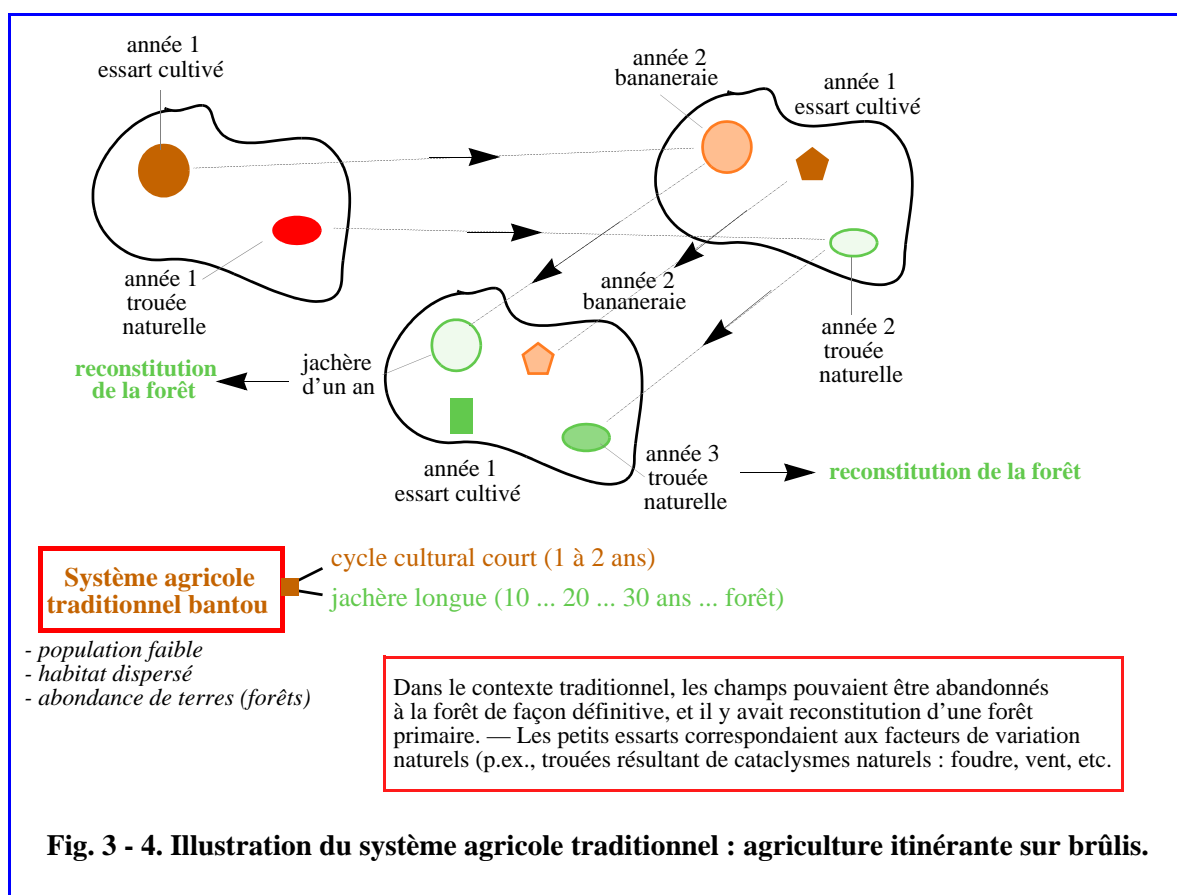
• Cet agissement est à la fois la conséquence et la cause du manque de terres fertiles qui se fait de plus en plus sentir sur le continent africain, où l'accroissement démographique est considérable et où le nombre de paysans sans terre augmente. Dans un contexte de dynamisme artificiel, au sens vrai, la capacité d'un sol à produire une récolte est en définitive fonction de la quantité de travail, d'énergie, de connaissances et de capital — ou d'une combinaison de ces éléments — que l'on est prêt à investir.

- Il n'est pas difficile de se rendre compte que la dépense d'énergie humaine devra être d'autant plus considérable que la fertilité actuelle du sol est faible.

II. PROBLÉMATIQUE DE L'AGRICULTURE ITINÉRANTE SUR BRÛLIS

II.1 Avilissement des pratiques traditionnelles

24. L'agriculture itinérante sur brûlis et d'autres systèmes d'agriculture temporaire sont essentiellement fondés sur l'utilisation de la capacité actuelle de production agricole du sol, sans souci de tendre à la prolonger. Une fois cette capacité réduite, le sol est abandonné à lui-même, et, s'il n'est pas trop épuisé, sa fertilité se reconstituera avec le temps, grâce aux mécanismes naturels (fonction d'homéostasie de la forêt). Dans le système de production traditionnel [système bantou] de la Cuvette centrale congolaise, les jachères forestières s'installent, avant même la fin des deux années que comporte la rotation traditionnelle (durant la bananeraie) (fig. 3 - 4).



25. Le problème réside dans ce que l'on peut appeler « l'avilissement » des pratiques agricoles traditionnelles, qui résulte de l'augmentation démographique, de l'accroissement subséquent de la pression sur les terres, de l'introduction de cultures de rente et d'autres facteurs négatifs, liés à des stratégies

inappropriées d'utilisation des terres et surtout, sans doute, à l'indifférence des pouvoirs publics en ce qui concerne l'amélioration de l'agriculture vivrière.

- Alors que les méthodes agricoles coutumières ne perturbaient l'équilibre naturel que de façon momentanée et modérée, les formes avilies rompent cet équilibre et nuisent à la conservation biologique du sol : mise en culture de plus en plus brutale ; allongement du cycle cultural ; raccourcissement de la jachère forestière ou son abandon ; augmentation des emblavures. L'efficacité du labeur, par unité de surface et par unité de travail, restant à un très faible niveau, cette orientation précipite l'appauvrissement du sol (fig. 3 - 2).

26. Loin de tendre vers la mise au point de systèmes de production durables (1) et vers l'intensification de l'utilisation agricole des terres, on s'est contenté de continuer une exploitation extensive des terres. À cet égard, et d'une façon très générale, on peut affirmer que la recherche agronomique n'a pas apporté de contribution valable dans le passage obligé de l'utilisation extensive vers l'utilisation intensive des sols. Elle a failli à sa tâche, en ce sens qu'elle n'a pas été en mesure d'instaurer les conditions d'un dynamisme artificiel qui aurait pu répondre aux besoins des populations rurales.

- Comme l'a précisé clairement la FAO (2), l'agriculture a été le parent pauvre des stratégies de développement, alors que c'est l'inverse qui aurait dû être le cas. Après plusieurs décennies de retard et devant une situation, qui se caractérise par un manque de recherches fondamentales et appliquées, des terroirs ruinés, des massifs forestiers dégradés, une population rurale souvent démotivée et un exode rural qui engendre une urbanisation anarchique, les responsables politiques proclament que l'objectif à poursuivre doit être l'autosuffisance alimentaire. En réalité, pour un très grand nombre de pays africains, c'est au phénomène inverse que l'on assiste, c'est-à-dire à la diminution de la production agricole.

- Et la cause de cette situation dramatique réside dans l'ignorance, très générale, dont témoignent les responsables des politiques et du développement agricoles, en ce qui concerne les mécanismes qui commandent la fertilité des écosystèmes tropicaux, et dans l'incapacité où ils se sont trouvés d'en tirer des leçons sur le plan agronomique et sur le plan du développement rural.

II.2 Recherche de solution. Analyse des options

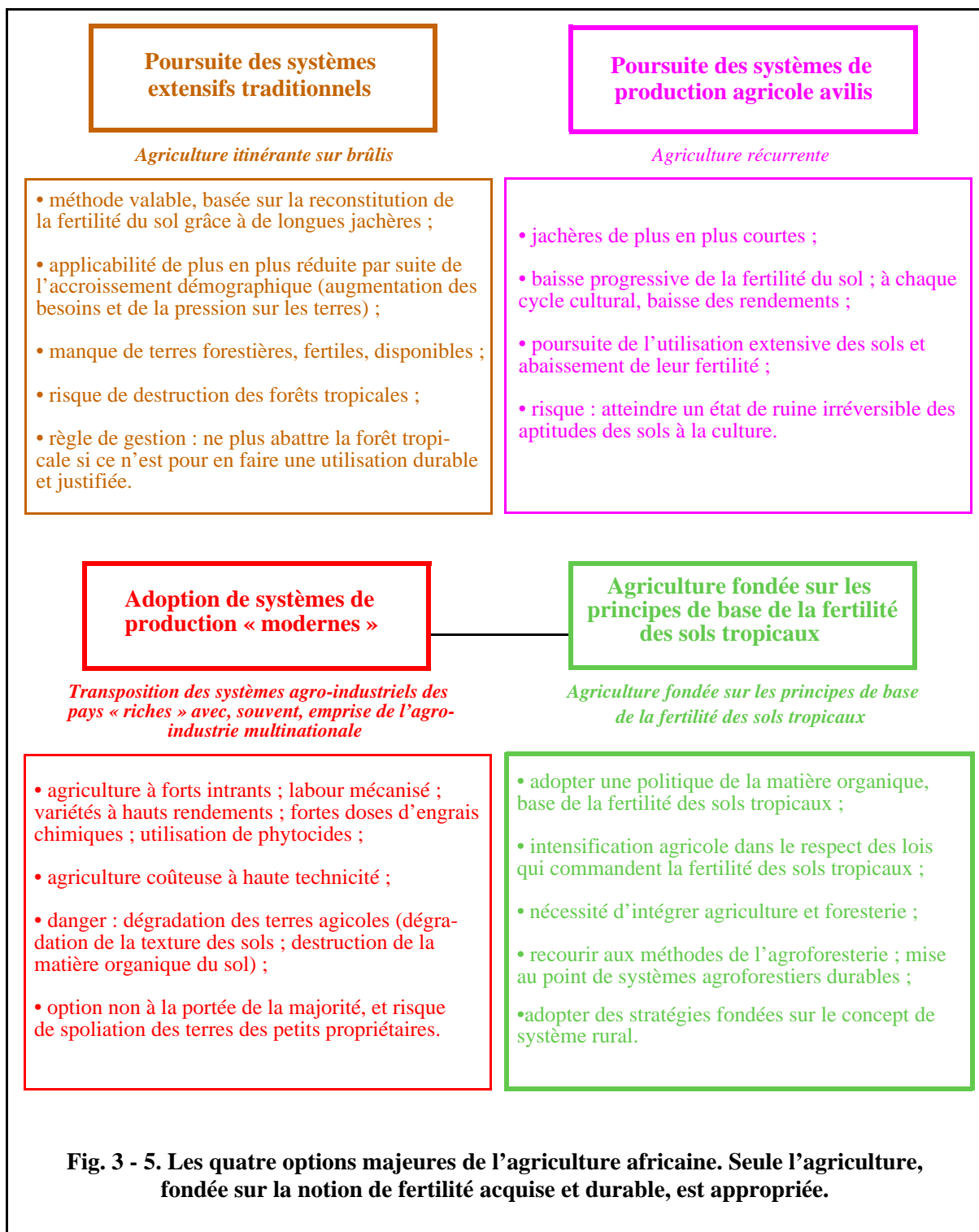
27. Étant donné l'ampleur du problème et les ordres de grandeur à prendre en compte, on admettra que les solutions ne sont pas faciles à trouver. Quel avenir y a-t-il pour l'agriculture africaine ? Quatre options peuvent être dégagées. Nous les décrivons brièvement ci-dessous en considérant, pour chacune d'elle, son applicabilité, son évolution à long terme et ses risques (voir fig. 3 - 5).

II.2.1 Option 1 : poursuite des systèmes extensifs traditionnels

28. Il s'agit de la poursuite des systèmes extensifs traditionnels, c'est-à-dire la persistance de l'agriculture itinérante sur brûlis de type traditionnel. Cette option n'est possible que dans le cas où les terres forestières sont encore suffisamment abondantes — cas de moins en moins fréquent. Dès à présent, et, de plus en plus, de fortes pressions s'exercent sur les îlots de terres fertiles, résiduaire, que sont les forêts classées, les parcs nationaux, les réserves de biosphère et autres aires protégées.

(1) Le troisième objectif de la Stratégie mondiale de la Conservation se lit comme suit : «Veiller à l'utilisation durable des espèces et des écosystèmes.»

(2) FAO, L'agriculture africaine : les 25 prochaines années. Rome, FAO, 1986.



- **Applicabilité.** Ce système traditionnel est connu et ne pose pas de problème d'application. Il a tendance à se poursuivre automatiquement, et il en sera ainsi aussi longtemps qu'il existera des « réservoirs de terres fertiles », c'est-à-dire des écosystèmes forestiers en équilibre. Cependant, par les limites qu'elle porte en elle, cette option ne peut aboutir, à terme, qu'à la deuxième option, la poursuite de systèmes agricoles avilis.

- **À long terme.** Ce système traditionnel se rencontrera de moins en moins fréquemment par suite de l'évolution du contexte socio-économique et mésologique. En effet, le taux d'accroissement démographique, très élevé, que l'on connaît en Afrique, accroît les besoins et en particulier la pression sur les terres. Il n'est donc pratiquement plus possible de laisser les terres reconstituer convenablement leur fertilité, de façon naturelle, ce qui implique le passage par une longue phase forestière et beaucoup de temps. Cette voie n'est donc pas une solution.

Danger. Le danger de cette option réside dans la destruction systématique de toutes les terres forestières et dans l'envahissement des parcs nationaux, des réserves naturelles, des forêts classées, etc. De fait, durant les années 1990, les forêts ont continué à disparaître au même rythme que dans les années 1980, avec une perte moyenne de 120.000 à 150.000 km²/an (3)

La poursuite de cette option représenterait une ultime, et vaine, expansion. La disparition des forêts tropicales, dont la réalité est prévisible à la lumière des données actuelles que l'on possède sur la vitesse de sa dégradation, constituerait la plus grande catastrophe écologique de tous les temps et pourrait être un obstacle insurmontable au développement. De ce danger, beaucoup de responsables ne sont pas assez conscients. On a même été jusqu'à prétendre, dans le cas de la « mise en valeur » de l'Amazonie, que le défrichement des forêts — défrichement souvent sauvage et ne reposant sur aucune base scientifique —, était le prix à payer pour le développement. En réalité, c'est l'inverse qui est vrai : le développement est tributaire de l'utilisation intégrée et rationnelle des forêts.

- **Solution.** Cette option n'offre pas de solution au problème agricole ; elle ne pourrait qu'aggraver la désertification.

II.2.2 Option 2 : poursuite de systèmes agricoles avilis

29. Il s'agit d'une agriculture récurrente que l'on rencontre dans les cas où le manque de terres forestières ne permet plus le nomadisme agricole (*i.e.*, l'itinérance). Celui-ci est remplacé par une rotation des cultures dans un système, géographiquement fixe, qui inclut des jachères de durée de plus en plus courte. À chaque rotation, les cultures se pratiquent sur des jachères dont le degré de fertilité est plus faible que celui rencontré lors du passage précédent. La durée de la jachère étant réduite, le sol n'a plus le temps de reconstituer sa fertilité originelle.

- **Applicabilité.** Comme dans le cas précédent, ce système n'offre aucune difficulté d'application, puisqu'il dérive des méthodes traditionnelles ; il est même plus facile, puisqu'il n'y a plus à défricher la forêt naturelle, mais un jeune recrû.

- **À long terme.** Ce système porte en lui ses limites, car, à chaque cycle, les rendements sont plus faibles, ce qui témoigne de la dégradation du système et laisse transparaître la pauvreté intrinsèque des sols tropicaux.

(3) Mathews, E. 2001, cité in : David Kaimowitz, CIFOR, *De Rio à Johannesburg et au-delà : la conservation des forêts et les moyens d'existence des populations rurales dans l'hémisphère Sud*. Actes du XII^e Congrès forestier mondial : Domaine A, Mémoires généraux, C 15, pp. 11-18, 2003.

- **Danger.** La poursuite de ce type de pratique conduit inexorablement à la ruine, irréversible, des sols. Et de fait, l'on rencontre de plus en plus de cas où les sols sont purement et simplement abandonnés ; ce sont des terres en friche dont le degré de fertilité ne permet plus la moindre exploitation agricole.

- **Solution.** Cette voie, qui consiste à poursuivre l'utilisation extensive des terres, dans des conditions de plus en plus médiocres, n'offre à long terme — quelques dizaines d'années tout au plus, dans les meilleurs cas — aucune solution. C'est cependant cette voie qui est le plus souvent suivie, du fait que l'on manque de terre et qu'il n'y a pas actuellement de solution de rechange, valable et disponible, à grande échelle. Les impératifs de survie immédiate forcent les populations à poursuivre des pratiques agricoles, de plus en plus destructrices des équilibres naturels, qui sont ainsi irréversiblement sacrifiés pour un bénéfice dérisoire à court terme. À plus long terme, l'on se dirige, avec cette option, vers une impasse : l'appauvrissement continu de la fertilité qui ne peut conduire qu'à la ruine des sols.

II.2.3 Option 3 : adoption de systèmes agricoles de type moderne

30. L'adoption de systèmes agricoles de type moderne, faisant appel à toutes les ressources d'une agriculture à forts intrants : labour mécanisé ; utilisation de variétés à haut rendement ; apport d'engrais chimiques ; défense des végétaux à l'aide de pesticides. C'est le type d'agriculture impliquant des capitaux élevés et un haut niveau de technicité (c'est la « révolution verte »).

- **Applicabilité.** Cette méthode, qui est une transposition des systèmes agro-industriels des pays riches, est facilement applicable, dès lors que l'on dispose de capitaux, mais sa rentabilité n'est pas prouvée.

- **À long terme.** Il suffit de considérer la dégradation des terres agricoles, dans le cadre des systèmes d'agriculture extensive des pays riches — à efficacité photosynthétique faible —, comme c'est le cas aux États-Unis et au Canada, pour se rendre compte que l'imitation de l'Occident, dans le cas des sols africains, est, à moyen terme, la condamnation des terres, par suite de la baisse de leur fertilité (destruction de la matière organique du sol et ses conséquences ; dégradation des propriétés physiques des sols) et de l'érosion, favorisée par l'abattage du couvert végétal.

- **Danger.** Le danger est double :
 - sur le plan agronomique, ce système entraîne la ruine des sols, par suite de leur fragilité ;
 - sur le plan économique et social, il n'est pas approprié, car il n'est pas à la portée de l'immense majorité de la population rurale et ne peut, de ce fait, enclencher un processus autonome de développement.

Il doit, en outre, être considéré comme archaïque, même si sa facture est « moderne » ; mais ce modernisme même, par son caractère inapproprié au contexte, traduit l'attachement à des concepts de développement périmés, qui avaient cours dans les années 1970, et qui sont d'ailleurs, dans une large mesure, responsables de l'endettement des pays en développement.

- **Solution.** Il n'y a aucune solution à trouver dans l'adoption de tels systèmes, sauf dans le cas de rares périmètres agro-industriels.

II.2.4 Option 4 : agriculture fondée sur les principes de base de la fertilité des sols tropicaux.

31. Cette voie est fondée sur les principes de base de la fertilité des sols tropicaux.

- **Applicabilité.** Il s'agit d'une approche qui rompt à la fois avec les traditions et avec l'agriculture des pays industrialisés. Elle n'est pas facile à mettre en œuvre, car cette voie n'a pas fait, jusqu'ici, suffisamment l'objet de recherches. La recherche, dans le domaine des cultures vivrières, en Afrique, est extrêmement réduite, et l'on se trouve ainsi, en grande partie, démunis, au moment même où cette solution de rechange

s'impose.

- **À long terme.** C'est la seule issue possible, car elle présente les avantages suivants : elle respecte les écosystèmes naturels résiduaux [forêts classées ; parcs nationaux ; autres aires protégées] ; elle est conçue — ou devrait l'être — de manière à être à la portée des petits producteurs ruraux ; elle répond, à cet égard, aux objectifs du développement ; elle repose sur les principes scientifiques qui gouvernent la fertilité des écosystèmes tropicaux.

- **Solution.** C'est la seule voie possible mais elle est difficile. Contrairement aux deux premières, elle n'est pas donnée. Elle exige des transformations majeures, tant au niveau du pouvoir politique et décisionnel, que des techniciens, des chercheurs et des paysans : transformations mentales (état d'esprit, attitudes, comportement) — les plus longues à se manifester —, d'abord ; scientifiques et techniques, ensuite, qui impliquent des recherches et des démonstrations.

- En réalité, il faut faire passer, sur grande échelle, les populations rurales, du stade d'une agriculture traditionnellement extensive à une agriculture intensive, respectueuse à la fois des équilibres écologiques — maintien des processus écologiques essentiels et des systèmes entretenant la vie —, et du substrat culturel des populations dont il convient d'obtenir l'adhésion.

- Après des décennies de laisser-faire, au cours desquelles l'agriculture et le monde rural en général ont été laissés pour compte — parents pauvres du développement —, on comprendra qu'il est très malaisé de redresser le courant. Encore qu'il n'y ait pas d'autre choix, car les phénomènes physiques sont commandés par le deuxième principe de la thermodynamique : ou bien l'Homme décide de freiner l'inexorable augmentation de l'entropie qu'il induit en régions tropicales — ce qui exige un surcroît d'énergie dans tous les domaines [de la pensée, d'abord, jusqu'aux plus petits gestes de la pratique, ensuite] ou bien l'entropie décidera pour l'Homme, automatiquement, sans difficulté, précipitant le système dans le chaos. À bien y réfléchir, et aussi pénible que cela soit de l'écrire, c'est vers cette issue que dans d'innombrables cas on se dirige. Car ce n'est pas impunément que l'on s'est désintéressé, depuis le début des décennies du développement, du monde rural africain.

- Celui-ci s'apparente quelque peu, à l'heure actuelle, à un ressort brisé : écosystèmes naturels dégradés ; rendements agricoles à la baisse ; manque de confiance des paysans dans les recettes qu'on leur propose dans l'incohérence ; manque d'intérêt pour l'amélioration des conditions de vie en milieu rural, ce qui entraîne l'exode rural. Un monde rural, plus ou moins à la dérive, dans un contexte écologique en voie d'irréversible dégradation, tel est le contexte difficile dans lequel il faut construire l'agriculture africaine de demain.

- Il est sans doute temps encore de modifier le cours des choses, mais la marge de manœuvre devient extrêmement ténue. Si l'on ne réussit pas, enfin, à emprunter la seule voie porteuse d'avenir qui s'ouvre au monde rural des régions tropicales, la seule issue restante sera l'issue kahnienne (4) : la dépendance alimentaire érigée en système, assortie de l'impossibilité de réaliser un développement authentique ... c'est une voie qui conduirait, inéluctablement, à une double ruine patrimoniale, écologique et culturelle.

II.3 Principes de base d'une agriculture tropicale fondée sur les lois qui commandent les écosystèmes tropicaux

32. Toute amélioration des systèmes de production agricole, en régions tropicales, doit être dégagée de quelques considérations fondamentales qui dérivent, elles-mêmes, de l'analyse que nous avons faite des mécanismes qui régissent la fertilité des sols tropicaux, et sur lesquels repose la seule option envisageable, une agriculture fondée sur les principes de base qui commandent la fertilité des sols tropicaux.

1° La nouvelle voie se trouve à l'interface entre la protection des processus écologiques essentiels et leur utilisation rationnelle. En conditions naturelles, la fertilité des sols dérive du déroulement du cycle de la

(4) Kahn et Wiener

matière. Les systèmes de production améliorés doivent se fonder sur des pratiques qui correspondent, fondamentalement, aux mécanismes naturels qui caractérisent le cycle des éléments biogènes : apport au sol de matière organique qui sera rapidement catabolisée par les processus pédobiocénotiques, dont les stades ultimes sont la minéralisation et l'humification.

2° Les méthodes agronomiques à appliquer doivent tenir compte de la pauvreté intrinsèque des sols tropicaux et du fait que les éléments minéraux, en conditions naturelles, se trouvent essentiellement fixés dans la phytomasse.

Lois de conservation biologique des sols tropicaux

33. Ces deux principes découlent des lois relatives à la conservation biologique des sols tropicaux (5).

- La première loi précise que « *la conservation de la fertilité actuelle, qui correspond au maintien du dynamisme artificiel que l'Homme a créé, implique l'utilisation de techniques culturales adéquates et l'apport au sol de sources d'énergie. Le milieu étant privé de l'apport automatique et constant de matière organique, source d'énergie primaire des biocénoses endogées, il convient de recréer artificiellement ces apports. Il doit être possible de cette façon de franchir une série de stades valorisables.* »

- La deuxième loi, *fondée sur la notion de fertilité à longue échéance — ou fertilité durable —, impose la nécessité de maintenir l'équilibre naturel sur la plus grande superficie possible.*

34. Ce virage vers une intensification agricole — à ne pas confondre avec le « modernisme » de la révolution verte —, fondée sur les impératifs écologiques du milieu tropical, doit s'inscrire dans le contexte socio-économique et culturel des pays, des régions et des terroirs ruraux concernés. Le vrai développement ne se fera pas sans les populations rurales. Ce sont elles qui sont les premières concernées, en tant que concepteurs, agents et bénéficiaires du développement. Mais il faut admettre que ces populations ne sont plus disposées à faire n'importe quoi, car elles ont été trop souvent, pour ne pas dire toujours, abusées. La reconquête de leur confiance est certes, sans doute même, la tâche la plus urgente à accomplir. Il n'y a pas de développement vrai pour l'Afrique sans le développement de son monde rural. Et cette hypothèse, pour ne pas dire cette affirmation, montre bien, comme nous l'avons souligné plus haut, que ce serait une erreur — une de plus — de chercher une solution agricole *sensu stricto*, au problème de l'agriculture en régions tropicales. La solution se trouve dans une approche globale, et forcément intégrée, du développement rural.

II.4 Objectifs à poursuivre et stratégie opérationnelle

35. Dans ce triple contexte mésologique [écologique, agronomique, culturel], la solution, sur le plan agronomique, revient donc à concevoir des systèmes agricoles qui permettent, après défrichage, de maintenir la fertilité actuelle du sol par des moyens artificiels qui, en dernière analyse, correspondent à une dépense énergétique [au sens large] humaine.

D'une façon plus précise, et dans le contexte du développement rural intégré — où il convient de se placer par la force des choses —, il faut intervenir simultanément sur plusieurs plans en se fixant les objectifs suivants :

1° Procéder au zonage et à l'utilisation des terres en fonction de leurs aptitudes [agricoles, forestières, pastorales, agroforestières, etc.], de leurs caractéristiques propres [aires représentatives ou remarquables] et de leur fragilité [terres proches des seuils critiques d'irréversibilité]. C'est par cette démarche que l'on se

(5) Michel Maldague, *Rôle des animaux édaphiques dans la fertilité des sols forestiers*. Kinshasa, Bruxelles, Publications de l'Institut national pour l'étude agronomique du Congo (INEAC), série scientifique n° 112, 245 p., 1970.

conformera à la deuxième loi de conservation biologique des sols tropicaux (6).

2° Coupler la protection des systèmes écologiques essentiels et des systèmes entretenant la vie, à l'utilisation rationnelle et durable des ressources et du territoire (7).

3° Viser l'amélioration des systèmes de production en allant dans le sens de l'intensification de l'agriculture. Il faut nécessairement pour cela adopter une *politique d'enrichissement des sols tropicaux en matière organique* dont il faut s'efforcer de maintenir la teneur. Ce point, capital, est conforme à la première loi de conservation biologique des sols tropicaux.

- Un des éléments essentiels de la fertilité des sols et singulièrement des sols tropicaux réside dans leur teneur en humus. L'humus contribue à la formation de la structure grumeleuse du sol, augmente la capacité d'échange cationique et la stabilité des agrégats, réduit l'effet de chute de la pluie, favorise la percolation, réduisant le ruissellement et l'érosion, augmente la capacité de rétention en eau du sol, constitue, par suite de sa minéralisation, une source d'éléments nutritifs pour les cultures, enfin, accroît l'aptitude du sol à être travaillé.

4° Appliquer sur une plus vaste échelle le concept d'agroforesterie (8). L'agroforesterie fait appel aux fonctions des arbres dans le maintien et la restauration de la fertilité des sols. Cette voie est particulièrement intéressante puisqu'elle permet l'intensification des systèmes de production et qu'elle peut répondre, simultanément, à plusieurs impératifs d'ordre écologique, agronomique, énergétique et sylvicole.

5° Améliorer les conditions de vie en milieu rural dans le cadre d'une politique de développement rural intégré. Le monde rural doit être appréhendé comme un *système*, ce qui signifie que tous ses éléments constitutifs doivent être pris en compte ; tous, sans exception (9). Il est urgent que l'on s'efforce de mettre un terme à l'exode rural. Les méthodes d'aménagement intégré du territoire, dans son sens le plus avancé, doivent être appliquées ici.

6° Renforcer la recherche agronomique, en particulier dans le domaine des cultures vivrières et des méthodes et techniques permettant de maintenir le niveau de matière organique dans les sols de culture.

7° Aborder l'ensemble des problèmes de la réalité rurale dans leur globalité et leur complexité, c'est-à-dire suivant les principes du développement rural intégré et conformément à la méthode systémique. Il faut insister ici sur la nécessité de la participation active, volontaire et consciente des populations rurales ainsi que sur l'importance des actions d'éducation, de formation, de sensibilisation-apprentissage, d'information, de communication et de vulgarisation. L'amélioration des systèmes de production implique un renforcement de la formation socio-professionnelle en milieu rural. De surcroît, c'est tout l'environnement intellectuel — producteurs, chercheurs, agents de développement, planificateurs, décideurs au plus haut niveau, hommes politiques, etc. — qui doit être amené à changer. Des modifications profondes s'imposent, de toute urgence, dans les attitudes et les comportements que l'ensemble des intervenants doivent tendre à adopter vis-à-vis de la nature, du monde rural et des concepts de développement.

II.5 Stratégie de conservation de la biodiversité

36. Comme nous l'avons souligné plus haut les forêts tropicales se caractérisent par une importante biodiversité. Elles renferment une grande partie de la biodiversité de la planète : animaux et végétaux ;

(6) Cf. M. Maldague, TGET, tome II, fasc. 21, *Règles générales d'affectation des sols en régions tropicales*.

(7) Conformément à la *Stratégie mondiale de la conservation* et à la *Charte mondiale de la nature*.

(8) *Agroforesterie en zones forestières humides d'Afrique*. Rapport du séminaire sous-régional, 1-8 juillet 1985, Makokou, Gabon. Directeurs de la publication : Michel Maldague, Annette Hladik et Paul Posso. Paris, Unesco, 313 p., 1986.

(9) Cf. Fascicule 14, *Concept de système rural. Moteur du développement intégré*.

grande quantité de produits pharmaceutiques potentiels. Plusieurs milliards de personnes comptent essentiellement sur les plantes médicinales pour assurer leurs soins de santé (10). Dans 62 pays, la viande de gibier et les poissons sauvages fournissent plus de 20 % des protéines (11).

37. Afin de freiner la destruction de cette biodiversité, les pays en développement devraient adopter des stratégies de conservation incluant les points suivants (12) :

- 1° réduire les incitations à détruire la forêt ;
- 2° octroyer des droits aux groupes qui risquent moins de détruire les forêts ;
- 3° rémunérer ceux qui conservent la biodiversité ;
- 4° intervenir non seulement dans les aires protégées mais aussi dans l'ensemble des écosystèmes. •

(10) David Kaimowitz, CIFOR, *op. cit.* (*Actes XII^e Cong. for. mond.*, 2003, A, p. 13).

(11) E.L. Bennett & J.G. Robinson, cité par David Kaimowitz, *op. cit.*, p. 13.

(12) David Kaimowitz, *op. cit.*, p. 11.