

ERIC ROOSE*

Conservation des sols et développement

3^e Assises Internationales de l'Environnement

C.R. Colloque Paris Vol 2, mai-juin 1981. p 85-89.

Ministère de l'Environnement - La Documentation Française.

Afin de protéger son capital de terres cultivables contre l'érosion naturelle, l'homme utilise des techniques originales et souvent parfaitement adaptées aux conditions écologiques et socio-économiques qu'il rencontre.

Mais la densité de population et certains modes de développement sont des facteurs déterminant des phénomènes d'érosion accélérée et de la perte irréversible de terres cultivables, perte inquiétante en cette période d'accroissement brutal de la population mondiale.

Or la lutte antiérosive comporte des techniques biologiques généralement plus efficaces et moins coûteuses que les terrassements brutaux.

L'érosion est un phénomène naturel, vieux comme le monde. Dès qu'une terre émerge des océans, elle est soumise à l'érosion géologique, laquelle a tendance à raboter les dénivellations et à réduire le paysage à l'état de plaine. Ce type d'érosion en milieu naturel est généralement lent et varie de quelques dizaines à quelques centaines de tonnes par km² et par an.

Mais l'histoire montre que, lorsque la densité de la population humaine ou animale dépasse certaines limites, les sols cultivés se dégradent, la couverture végétale se raréfie et le cycle infernal de l'érosion accélérée se déclenche : plus l'homme a besoin de terres, plus il défriche des terres fragiles et plus l'érosion se développe et plus l'homme étend ses défrichements. Toutes les civilisations ont été confrontées à ce problème qui barre la route du développement. Depuis 7000 ans, l'homme a tenté d'y remédier avec des succès variables en inventant des techniques antiérosives adaptées aux circonstances écologiques et socio-économiques qu'il a rencontrées.

— Ainsi, là où les terres sont rares et la main-d'œuvre abondante, les Incas, les Balinaï, les Chinois et les peu-

ples qui vivaient autour de la Méditerranée ont édifié patiemment des terrasses en gradins leur permettant d'étendre le domaine agricole jusque dans la montagne.

— Dans les plaines des régions tempérées, l'association de la culture et de l'élevage, les prairies temporaires ainsi que les réseaux de haies et de boqueteaux protègent depuis des siècles les sols du vieux continent.

— En région tropicale, tant que la population ne dépasse pas 20 à 40 habitants au km², la culture itinérante qui comporte une courte période d'exploitation sur brûlis suivie d'une longue jachère, est bien adaptée à la protection du milieu, là où se développent des sociétés d'autosubsistance.

Mais avec l'augmentation de la population, leur regroupement dans des centres administratifs et l'expansion des cultures de rente, les sols ont été surexploités, les défrichements ont été étendus et mécanisés, la durée de la jachère a été réduite et de graves problèmes d'érosion sont apparus localement.

Devant l'échec trop souvent constaté de la mécanisation de l'agriculture en milieu tropical, les agronomes accusèrent la fragilité des sols tropicaux et l'agressivité du climat avant d'adapter les techniques culturales mises au point en région tempérée. Or, dans les régions tempérées, les conditions climatiques sont moins agressives. En Europe, c'est en montagne que l'érosion a d'abord causé des dégâts : suite aux interventions maladroites de l'homme il a fallu au XIX^e siècle, procéder au reboisement des versants instables et à la correction des torrents. Aujourd'hui, c'est dans le vignoble et même dans la plaine qu'il va falloir intervenir. Avec la dissociation de l'élevage et de l'agriculture, la prairie temporaire a disparu et on a regroupé les terres pour la grande culture. La mécanisation est apparue comme un mythe : elle allait alléger le dur labeur du paysan. En réalité, elle s'est trop souvent développée comme une fin en soi et son usage abusif a entraîné la dégradation de la structure du sol, le pulvérisage a favorisé la naissance des pellicules de battance et le passage répété des engins de plus en plus lourds a provoqué le tassement des horizons profonds et la formation de la semelle de labour. Dans ces régions, les exploitants eux-mêmes ont remarqué une augmentation de la fréquence et de l'importance des dégâts causés par l'érosion : le ruissellement a augmenté sur les plateaux, le ravinement se développe sur les pentes et on observe de plus en plus souvent l'ensablement des vallées et l'inondation des villages qui y sont construits. Je ne citerai pour preuve que les terribles inondations dans la Haute-Loire lors des orages du 22 septembre 1980 et les conclusions de l'enquête menée par le comité d'Aménagement rural du Val de Canche et de l'Authie en Picardie.

(* Eric Roose est maître de recherche en pédologie à l'Office de recherche scientifique et technique d'outre-mer (ORSTOM). Université d'Orléans - laboratoire de géologie - bâtiment Léonard de Vinci - 45046 Orléans cedex.

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

N° : 24 838 ex 1 M

Cote : B

P 55 (VII)

- 6 JUIN 1982

Il nous faut donc conclure qu'il y a certaines relations entre la fréquence des phénomènes d'érosion et certaines formes de développement.

Pour esquisser les méthodes de lutte antiérosive (ou plus exactement des méthodes de développement plus harmonieuses du milieu agricole et des centres urbains) qui permettent de réduire ces problèmes, il nous faut démontrer les mécanismes mis en jeu par l'érosion, distinguer les différentes formes qu'elle peut prendre, définir les causes de l'érosion en fonction de ces formes et quantifier les facteurs qui en modifient l'expression potentielle, c'est-à-dire la couverture végétale, la pente, la résistance du sol et les techniques antiérosives ; on en conclura que les méthodes biologiques visant à couvrir le sol et à réduire progressivement sa pente sont plus efficaces et moins coûteuses que les terrassements dans les zones humides, mais que les méthodes mécaniques sont utiles dans les zones arides où la couverture végétale vient à manquer. A côté des aménagements souhaitables en milieu rural, nous signalerons quelques aménagements possibles en milieu urbain. Enfin, s'il nous reste du temps, nous dirons quelques mots des recherches effectuées sur l'érosion par des Organismes français privés ou publics, recherches bien insuffisantes nous semble-t-il, en particulier dans la zone des grandes cultures, hors du vignoble et des montagnes.

Les formes de l'érosion

Il ne s'agit pas de faire ici un exposé exhaustif des formes que développe l'érosion, mais de présenter quelques exemples pour mieux circonscrire l'objet de cet exposé et déjà suggérer qu'il existe diverses origines de l'érosion et que les méthodes de lutte antiérosive sont différentes dans chaque cas.

— Le premier exemple concerne l'érosion géologique en milieu naturel. Qu'il s'agisse des Alpes, des collines de la forêt de Soignes près de Bruxelles ou de la forêt dense tropicale, l'érosion géologique suit son cours, plus ou moins rapidement en fonction de l'agressivité des pluies, du relief et de la résistance du milieu et du matériau originel.

— Mais ce milieu naturel peut être dégradé par diverses activités humaines comme le surpâturage, les feux de brousse allumés pour la chasse, la cueillette sous diverses formes. C'est d'abord le couvert végétal qui se dégrade, puis l'horizon humifère du sol, ensuite la pluie battante frappe directement le sol, les mottes de terre se dispersent, les pores se colmatent et l'infiltration diminue à mesure que se forme une pellicule de battance. Parallèlement à la dégradation des matières organiques et des propriétés physiques se développent le ruissellement et l'érosion en nappe.

— En milieu cultivé, on observe les mêmes phénomènes, mais ils se développent beaucoup plus vite lorsque le sol vient d'être labouré (puisque le sol est moins cohérent) et tant que la végétation ne couvre pas la majeure partie de sa surface. C'est l'érosion en nappe qui donne l'impression que les cailloux poussent. En fait, ils sont remontés en surface par les outils qui travaillent le sol, puis dégagés par la battance des pluies et l'érosion en nappe ; celle-ci entraîne la terre fine rendue peu cohérente par la pulvérisation du sol. Les cailloux, les graines et tous les éléments cohérents (comme par exemple la pellicule de battance) protègent le sol meuble sous-jacent et forment des demoiselles coiffées, des cheminées de fées ou des microfalaises de 1 à 10 centimètres de haut d'après la pente du champ.

— Si le ruissellement se rassemble, les forces de frottement avec la surface du sol diminuent, il acquiert une énergie abrasive propre, fonction du carré de sa vitesse,

et creuse des rigoles de plus en plus profondes. Si l'on n'y prend pas garde, les rigoles évoluent en ravines que les instruments aratoires ne suffisent plus à effacer (Exemple : Val de Canche en Picardie, plateau Mossi, plantations d'ananas en Côte-d'Ivoire).

— En milieu urbain, l'érosion se manifeste principalement sous quatre formes :

- tout d'abord des éboulements qui se produisent sur les talus le long des routes en déblais ;

- ensuite le décapage des horizons humifères, les plus perméables, dans les chantiers de construction ;

- surtout le développement brutal du ruissellement qui entraîne souvent des ravinements importants suite à l'augmentation des surfaces imperméables telles que les routes et les parkings goudronnés, les toits des maisons et les cours cimentées ;

- enfin, des masses de boues importantes viennent colmater les fossés de drainage ou se déposer sur les routes et jusque dans les villages bâtis dans les vallées.

En conclusion, on peut observer trois phases dans les phénomènes d'érosion :

- Une phase d'érosion en nappe de la surface des sols et de concentration des eaux ; elle intéresse toute la surface du bassin versant.

- Une phase de transport ou d'érosion linéaire dans un chenal avec éboulements éventuels des berges et des versants.

- Une phase de sédimentation qui peut être temporaire ou définitive.

Ces trois phases peuvent être simultanées, mais en des lieux différents, ou différées dans le temps au même endroit, dans un champ par exemple.

En montagne, c'est surtout la phase 2 d'érosion linéaire qui est active et entraîne l'enfoncement des rivières dans la masse des formations géologiques ; pour limiter les transports solides, il faudra donc stabiliser le chenal et les versants par une série de petits barrages ou seuils empierreés, en partant de l'aval.

Dans les plaines cultivées, c'est généralement l'érosion en nappe (phase 1) qui domine, mais on peut aussi y observer quelques manifestations de sédimentation (alluvionnement en cas de crue exceptionnelle ou de ravinement en cas d'aménagement mal adapté). Dans ce cas c'est toute la surface du bassin qui doit être protégée contre la battance des pluies, et ceci depuis l'amont du bassin.

Les causes de l'érosion

Nous avons déjà abordé le problème des causes de l'érosion en détaillant les formes que peuvent prendre les diverses manifestations de l'érosion : il nous faut maintenant être plus précis et quantifier si possible les différents facteurs qui interviennent.

En effet, tout transport exige une *source d'énergie* : en ce qui concerne l'érosion, ce peut être l'énergie du vent, du ruissellement ou de la battance de la pluie. Nous ne parlerons pas ici de l'érosion éolienne qui se développe dans les régions arides à saisons contrastées. En ce qui concerne l'érosion hydrique, deux écoles se sont affrontées pour définir le principal responsable.

- Pour les uns, seul le ruissellement est capable de causer le ravinement qui est à l'origine des phénomènes les plus spectaculaires de l'érosion. La majorité des ouvrages antiérosifs construits jusqu'à ce jour sont donc destinés à freiner le ruissellement (cf. les divers types de terrasses décrits dans les manuels).

- Pour les autres, le ruissellement n'est qu'une conséquence de la dégradation des sols par la battance des pluies. Depuis les travaux d'Ellison (1945-1960), on sait

qu'en interceptant l'énergie des gouttes de pluie, on supprime les phénomènes d'érosion à leur origine.

Ce point de vue peut être illustré de diverses manières :

— Tout d'abord en écoutant l'énergie dissipée par les gouttes d'une pluie d'orage tombant sur les tôles du toit d'une cabane en Côte-d'Ivoire : le bruit est aussi assourdissant que celui d'un train lancé à vive allure.

— En regardant ensuite la surface d'un champ labouré après la saison des pluies. Les « micro-demoiselles-coiffées » ont été dégagées du matériau tendre environnant par la battance des pluies. Si l'énergie du ruissellement avait été dominante, ces petites cheminées auraient été cisailées à la base et seraient disparues.

— Hudson a d'ailleurs calculé que pour un ruissellement de l'ordre de 25 % des pluies, l'énergie apportée par les gouttes de pluie est 256 fois plus élevée que celle dégagée par le ruissellement en nappe.

— Certes, lorsque la pente augmente et que le ruissellement se concentre dans des rigoles ou des ravines, sa vitesse croît et son énergie propre peut dépasser celle des pluies comme l'ont montré Kalman et Heusch dans les montagnes du Maroc.

En définitive, là où l'érosion linéaire domine, par exemple dans les montagnes jeunes, dans les zones arides ou méditerranéennes, sur les sols riches en argiles gonflantes (Vertisols), l'énergie du ruissellement entraîne le ravinement et l'humidité du sol peut entraîner les mouvements en masse des versants instables.

Mais dans les plaines et les collines les plus cultivées du monde, qu'il s'agisse des grandes plaines américaines ou européennes ou du vieux bouclier ouest-africain, c'est l'énergie des gouttes de pluie qui est la cause primaire de l'érosion ; le ruissellement n'est qu'un agent de transport des fines particules détachées ; Hudson, en Rhodésie, a montré qu'une simple toile moustiquaire réduisait au 1/100 l'érosion d'une parcelle nue, et en Côte-d'Ivoire, Dabin Leneuf et Roose ont montré qu'un centimètre de paille est aussi efficace qu'une forêt de 40 mètres de haut pour arrêter l'érosion et supprimer le ruissellement.

Aux Etats-Unis, Wischmeier et Smith, s'appuyant sur l'analyse statistique de plus de 10 000 résultats annuels de mesure de l'érosion sur parcelles et petits bassins versants, ont établi une équation empirique de prévision des pertes en terre en fonction de l'agressivité des pluies et de la résistance du milieu.

Wischmeier a proposé un indice d'érosivité des pluies (E.I.) qui combine à la fois l'énergie cinétique des gouttes (force de détachement) et l'intensité maximale en 30 minutes (saturation du sol). Cet indice varie de :

- 50 à 600 aux Etats-Unis ;
- 20 à 150 en climat tempéré océanique (Belgique et Hollande) ;
- 50 à 350 en milieu méditerranéen ;
- 200 à 500 en région tropicale sèche et
- 500 à plus de 1 500 en zone subéquatoriale.

Après avoir dépouillé des milliers d'enregistrements pluviographiques, nous avons proposé un schéma de la répartition de cet indice en Afrique de l'Ouest (voir figure jointe) qui nous montre :

- que les pluies sont extrêmement agressives en milieu tropical humide, 3 à 50 fois plus que dans les régions tempérées ;
- que cette agressivité augmente avec la hauteur des précipitations annuelles moyennes.

Les facteurs qui modifient le potentiel d'érosion

Les facteurs de résistance du milieu ont été évalués aux Etats-Unis et en Afrique à partir des mesures d'érosion sur des parcelles. Ils sont au nombre de quatre et

nous les présenterons par ordre décroissant d'importance : le couvert végétal, la pente, l'érodibilité du sol et les techniques antiérosives.

Le couvert végétal

— Tant que le sol est complètement couvert, quelles que soient sa nature et son architecture, le ruissellement (0,5 à 5 %) et l'érosion (10 à 200 kg/ha/an) restent négligeables, qu'il s'agisse d'une forêt, d'un pâturage, d'une culture ou d'un simple paillis.

— Sur sol nu, par contre, ou sur les champs mal protégés pendant les périodes où les pluies sont les plus agressives, l'érosion est considérable (quelques dizaines ou centaines de tonnes/ha/an) et d'autant plus que la pente, est forte et le sol fragile. Le ruissellement peut atteindre 25 à 40 % l'an et jusqu'à 80 % lors des plus fortes averses.

— Entre ces deux situations extrêmes se situent les cultures vivrières ou industrielles.

— Certaines cultures ont la réputation d'être protectrices, car elles recouvrent rapidement le sol : c'est le cas des cultures forestières (palmier, hévéa, caféier) qui acceptent un sous-bois, ou des plantes de couverture, des pâturages non dégradés, des cultures fourragères.

— D'autres, au contraire, sont soupçonnées d'être dégradantes, soit que leur croissance est assez lente (exemple : légumineuses) soit qu'elles sont associées à des techniques culturales qui laissent le sol à découvert pendant les périodes fortement arrosées. C'est le cas du tabac, du coton, du maïs et du riz de montagne semé à faible densité. En réalité, l'adaptation des techniques culturales à l'agressivité du climat permettrait de classer la plupart des plantes cultivées comme protectrices du sol.

En comparant les pertes en terre sur parcelle nue à celle des parcelles couvertes par la végétation, on calcule un coefficient C qui informe sur l'efficacité du couvert végétal ainsi que des techniques culturales utilisées. Le coefficient C varie de :

- 1 sur sol nu ;
- à 1 à 1/10 sous culture ;
- de 1/10 à 1/100 sous pâturage ;
- à 1/1000 sous forêt à sous-bois dense.

C'est le facteur de résistance du milieu le plus efficace et c'est sur lui que vont s'appuyer les méthodes biologiques de lutte antiérosive.

La pente

Lorsque le sol n'est pas totalement couvert, l'influence de la pente se fait sentir vigoureusement sur l'érosion et quelquefois moins nettement sur le ruissellement. Elle intervient sous trois aspects : sa forme, sa longueur et son inclinaison.

— La forme. — Des expériences de laboratoire ont montré que les transports solides sont plus importants si la pente est convexe que si elle est homogène ou concave.

— La longueur du versant. — L'influence de la longueur du versant est très variable :

- Théoriquement, le refus à l'infiltration s'accumule tout au long du versant, la vitesse du ruissellement s'accroît et donc son énergie. C'est de là que le terrassement tire sa justification qui consiste à évacuer lentement le ruissellement dans des terrasses construites à différents niveaux du versant.

- En pratique, les rares expérimentations qui eurent lieu en plein champ montrent que ruissellement et érosion par unité de surface ne croissent pas forcément en raison des forces de frottement à la surface du sol et des variations des propriétés des sols tout au long des versants. Cette observation est importante, car elle remet en cause la justification des méthodes de terrassements

trop souvent appliquées quelles que soient les conditions climatiques et socio-économiques. D'après les travaux des chercheurs du Service de Conservation des Sols américains, la limitation de la largeur des champs par les terrasses ne réduit qu'assez peu l'érosion du champ lui-même $E = f(\sqrt{L})$, par contre, elle gêne la mécanisation de l'agriculture et nécessite des moyens techniques et financiers dont manquent la plupart des paysans, surtout dans les régions en voie de développement.

— *L'inclinaison du versant* entraîne une augmentation exponentielle des pertes en terres, mais l'exposant varie substantiellement d'après les sols et l'aménagement de leur surface. L'exposant varie autour de 1,5 aux Etats-Unis et de 1,2 à 2,5 en Afrique en fonction des techniques culturales et des sols. Il faut noter cependant que les phénomènes d'érosion commencent sur des pentes très faibles : ainsi, sur des champs de moins de 1 % de pente, pauvres en matières organiques et mal structurés de la zone soudano-sahélienne, l'érosion atteint 10 à 20 t/ha/an sous culture de sorgho. Contrairement à ce que l'on pense généralement, le ruissellement n'augmente pas forcément avec la pente.

Ainsi, sur les champs cultivés du plateau Mossi de moins de 1 % de pente, le ruissellement atteint 20 à 40 % des précipitations annuelles, ce qui est très grave pour ces régions qui souffrent très souvent de carence en eau, plus encore qu'en minéraux. De même, sur sols nus près d'Abidjan, le ruissellement moyen sur cinq ans a diminué de 35 % sur une parcelle de 4 %, à 25 % sur une parcelle voisine de 20 % de pente.

Dans les conditions ordinaires rencontrées dans les zones cultivées d'Afrique de l'Ouest, le facteur topographique varie de 0,1 à 5. Cela justifie pleinement les techniques antiérosives qui tendent à aplanir progressivement les terres exposées à l'érosion.

L'érodibilité des sols

Vers les années 1945-1955, de nombreux agronomes alarmèrent l'opinion publique sur l'ampleur des phénomènes d'érosion observés en région tropicale. A peine débarrassés de leur végétation luxuriante, ces sols s'épuisent et sont ravagés en quelques années par l'érosion, même sur faible pente (cf. les cultures mécanisées d'arachide à Séfa au Sénégal). D'où la fâcheuse réputation des sols tropicaux d'être extrêmement fragiles. En réalité si les réserves en matières organiques et en nutriments de ces sols diminuent rapidement en zone tropicale, leur résistance à l'agressivité mécanique des pluies varie beaucoup.

Pour isoler ce facteur de résistance du milieu dépendant des propriétés intrinsèques du sol, Wischmeier a défini une parcelle de référence qui consiste en une jachère nue, travaillée dans le sens de la pente, sans apport de matières organiques pendant trois ans.

— Aux Etats-Unis, ce facteur (K) augmente de 5/100 à 70/100 avec l'érodibilité des sols.

— Sur les sols lessivés tempérés, il varie de 30 à 50/100.

— En Afrique de l'Ouest :

- sur les sols ferralitiques, il varie de 5 à 20/100 ;
- sur les sols ferrugineux tropicaux cultivés depuis trois ans, il atteint 20 à 30/100 ;
- sur les vertisols, il serait de l'ordre de 10/100 ;
- et sur les sols gravillonnaires dès la surface, il ne dépasse pas 2/100.

L'érodibilité des sols tropicaux est donc souvent plus faible que celle des sols lessivés les plus cultivés en zone tempérée. Elle dépend essentiellement du taux de matières organiques, du taux d'éléments grossiers en surface de la texture et de la structure de la terre fine. Plus la structure des sols est forte et plus ils sont résis-

tants aux pluies, plus ils sont riches en sables fins et en limons, plus vite ils se colmatent et sont érodés.

En définitive, il semble donc que les phénomènes spectaculaires d'érosion observés en Afrique occidentale soient dus à l'agressivité très élevée des pluies plutôt qu'à une fragilité particulière des sols tropicaux.

Pour élever encore leur résistance à l'érosion, il convient de restituer le maximum de matières organiques et d'éviter la formation de pellicules de battance, par le travail du sol ou par le paillage (résidus de culture).

Les techniques antiérosives

Les techniques uniquement destinées à lutter contre l'érosion des sols comme le labour ou le billonnage isohypse, les terrasses, les fossés, les haies et les bandes d'arrêt peuvent diminuer les transports solides de 1 à 1/10. Ce facteur n'est pas négligeable, mais il est nettement moins efficace que ceux qui favorisent la couverture du sol, qui diminuent la pente des versants et améliorent la structure du sol.

L'aménagement du milieu agricole

Les conséquences de la battance des pluies sur les champs sont la destruction de la structure du sol, la formation d'une pellicule de battance en surface et le colmatage des horizons non labourés, le développement du ruissellement et la redistribution des particules solides dans le paysage :

- squelettisation des hauts de pente par départ des fines particules ;
- décapage des horizons humifères et ravinement des flancs de colline ;
- engorgement des vallées (ainsi que des grands plateaux).

Les conditions écologiques qui règnent sur la majorité des terres cultivées d'Europe et d'Afrique occidentale sont :

- des pentes moyennes à faibles ;
- des pluies très érosives sous les tropiques, beaucoup moins en zone tempérée ;
- des sols perméables en général mais sensibles à la battance, peu à moyennement érodibles.

Les conditions socio-économiques diffèrent.

Dans les pays en voie de développement la densité de population est souvent faible, la production agricole est peu rémunératrice, les ressources financières et les moyens mécaniques sont réduits. Dans les zones de grande culture européenne les moyens ne manquent pas. En revanche, la mécanisation est très poussée, la période de repos du sol est supprimée de même que la prairie temporaire, l'élevage est dissocié de l'agriculture dans l'espace, la rotation est commandée par des impératifs économiques et la conservation du patrimoine foncier est un peu oubliée. La structure du sol s'est très largement détériorée.

Le terrassement de ces champs dégradés n'y changerait pas grand-chose, mais par contre, il augmenterait les risques de catastrophe en cas d'accident (fortes averses, déversoirs mal protégés ou mal calculés).

En zone humide tempérée comme tropicale, l'aménagement du milieu rural peut s'organiser autour de trois thèmes :

Distribuer les types de culture sur le terroir en fonction des potentialités des sols, des risques de dégradation ou des travaux de mise en valeur à entreprendre. Il ne s'agit pas de soustraire certaines surfaces à l'exploitation mais d'adapter le mode d'exploitation aux potentialités du sol avant que celui-ci soit totalement dégradé et impropre à tout usage.

Fixer l'exploitation agricole à l'intérieur de structures stables en courbes de niveau.

L'intensification de l'agriculture entraîne nécessairement une augmentation des temps de travaux, des investissements et du coût de production en général, ce qui est incompatible avec l'agriculture nomade pratiquée traditionnellement en région tropicale. Sur les pentes cultivables, il faut donc organiser des structures permanentes de production (bandes cultivées de 20 à 50 mètres de large) respectant la direction générale des courbes de niveau et s'appuyant sur un réseau de haies vives, de murettes en pierres sèches ou de bandes antiérosives enherbées en permanence. Cette méthode simple a fait ses preuves tant en Europe qu'en Afrique; elle permet de fixer un cadre cadastral à l'intérieur duquel il est plus facile d'appliquer les techniques d'intensification de l'exploitation (épandage d'engrais, herbicides, pesticides) tout en modifiant progressivement la topographie.

Adapter les techniques culturales en vue de la conservation de l'eau et de la fertilité des sols.

Pour sauvegarder la productivité des terres, il faut en plus combiner toute une série de mesures conservatrices simples qui ont pour rôle de favoriser le couvert végétal et de maintenir à un niveau suffisant la fertilité et en particulier le stock de matières organiques du sol et ses propriétés physiques.

Citons quelques techniques biologiques à titre d'exemple : une plantation hâtive et dense, une fertilisation minérale adéquate, le choix de variétés vigoureuses bien adaptées, une politique de conservation ou de restitution des matières organiques au champ, la rotation des cultures et leur association dans le temps et dans l'espace, le travail adapté au type de sol, en grosses mottes et réduit à la bande de semis en cas de risques importants d'érosion ou encore travail combiné avec un léger pailage ou la disposition en surface des résidus de culture.

En région suffisamment humide pour que l'herbe pousse vigoureusement, ces méthodes biologiques sont largement plus efficaces, moins coûteuses et mieux adaptées aux mentalités paysannes que les terrassements classiques qui exigent généralement des interventions techniques et financières extérieures à l'exploitation.

En région tropicale, plus il fait sec et plus il faut favoriser l'infiltration totale des eaux de pluie, lesquelles limitent le développement de la végétation. On peut alors traiter les champs comme des séries de casiers isohyphes isolés les uns des autres par de gros billons enherbés mais reliés à un seuil et un drain enherbé pour éviter les débordements catastrophiques en cas de séries de pluies de fréquence rare. L'expérience a montré en Haute-Volta que ce simple aménagement sans apport d'engrais pouvait augmenter la production moyenne en sorgho de 700 à 1.200 kg/ha/an.

En conclusion, plus le climat est aride et plus on est obligé de faire appel à des moyens mécaniques pour pallier les déficiences du couvert végétal. En zone humide, en revanche, les techniques biologiques de conservation de l'eau et du sol prennent une importance capitale et le travail du sol pourrait, semble-t-il, être réduit. Ces méthodes sont simples, à la portée des exploitants qu'il faut à tout prix rendre responsables du maintien de la productivité de leur terrain.

Quelques propositions pour l'aménagement du territoire urbanisé

Le fait essentiel en milieu urbanisé c'est l'augmentation très importante du ruissellement (jusqu'à 100 % des pluies) du fait de la construction des routes et des parkings goudronnés, des maisons et des cours pavées. Plus la population est dense, moins il y a de jardins et plus

les masses d'eau à évacuer sont impressionnantes, surtout en région tropicale : 1 millimètre d'eau tombant sur 1 hectare représente 10 m³.

A l'origine, ces eaux sont peu chargées puisqu'elles sont tombées sur des matériaux cohérents et imperméables, mais si le réseau de drainage n'est pas suffisamment vaste et protégé, il risque de se transformer en ravine profonde qui peut miner l'assise du réseau routier (cf. Abidjan) et provoquer des dépôts de boue plus bas dans le paysage.

Face à cette situation on peut adopter quatre positions différentes :

- Construire un réseau de drainage de grande dimension jusqu'au niveau de base local, ce qui est très coûteux.

- Accepter des inondations temporaires dans les fonds de vallée, cas classique dans les pays en voie de développement.

- Limiter les volumes d'eau à évacuer en réduisant les surfaces imperméabilisées en aménageant des aires de stationnement sur des pelouses stabilisées (à l'aide de structures spéciales en ciment ou de drains remplis de cailloutis).

- Stocker les eaux de ruissellement soit en obligeant chaque immeuble à garder une partie de ses eaux de pluie dans des citernes, soit en construisant de petits lacs aménagés pour l'agrément des promeneurs. Il y a dans ce domaine à poursuivre de gros efforts de conscientisation des pouvoirs publics et des aménageurs.

Conclusions générales

- Les phénomènes d'érosion posent des problèmes de nuisance qui augmentent en général avec le niveau de développement, que ce soit en milieu rural ou urbanisé.

- Ces problèmes sont complexes parce que les causes sont différentes selon les cas et les méthodes de lutte en dépendent. Or, jusqu'ici, on applique pratiquement toujours les méthodes qui visent à réduire la vitesse du ruissellement au lieu de remédier à la dégradation des sols par la battance des pluies, cause la plus générale en milieu de grande culture.

- L'érosion accélérée est un processus rapide et il faut s'y attaquer sans tarder si on souhaite laisser à nos petits enfants autre chose que des paysages désolés. En effet, la reconstitution du sol est très lente, surtout en milieu tempéré ou aride.

- Jusqu'ici les problèmes d'érosion sont localisés : 90 % de l'érosion se produisent sur 5 % du territoire. On peut craindre cependant qu'avec l'extension d'une mécanisation abusive et la dissociation de l'élevage et de l'agriculture, l'érosion en nappe s'étende insidieusement à des surfaces beaucoup plus grandes.

- La conservation de la fertilité des sols est l'affaire des exploitants agricoles. Ils sont capables de comprendre leur intérêt à moyen terme, mais la communauté nationale est aussi partie prenante puisqu'elle est solidaire lors des grandes inondations par exemple. Elle doit les aider à prendre conscience du problème (éducation à l'école), à analyser la situation et à modifier leur aménagement. Dans la plupart des cas, il est plus utile de corriger un mode d'exploitation peu équilibré que de construire à grands frais un réseau de terrasses, lequel n'améliore pas les sols dégradés. Il s'agit souvent d'améliorer les propriétés physiques du sol en augmentant la part des matières organiques qui reste au champ ou en changeant la rotation.

- Enfin, la conservation des sols n'est pas une fin en soi. Comme la fertilisation minérale, la sélection d'espèces performantes, la lutte phytosanitaire et l'irrigation, c'est une technique moderne qui doit permettre l'intensification de l'exploitation agricole sans destruction du patrimoine foncier.