

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIOPODOUME

Laboratoire de Pédologie

L'EAU SOURCE DE VIE ET DE DEVASTATION

par

ROOSE(E.J.)

Maître de Recherche en Pédologie à l'ORSTOM

Conférence prononcée le 21 juin 1974 au Centre Culturel
Français à Abidjan dans le cadre des travaux de la
Commission de l'Environnement.

INTRODUCTION.

Depuis la plus haute Antiquité les peuples ont prié leurs dieux de leur envoyer la pluie pour qu'elle féconde la terre et leur donne des récoltes en abondance : car l'eau est à la source de toute vie.

Les savants pensent que c'est dans l'océan que se sont organisées les premières cellules vivantes, qu'elles s'y sont multipliées, complexifiées pendant des millions d'années avant de gagner les marécages puis la terre ferme et jusqu'aux confins du désert ou des neiges éternelles. Mais quand ils ont quitté les océans et les eaux douces, les êtres vivants ont emmené avec eux, à l'intérieur d'eux-même, une masse considérable d'eau.

Quand vous achetez une jolie salade pommée, sachez que vous payez 95 % de poids d'eau ; dans l'herbe verte des pâturages on trouve 60 à 80 % d'eau et dans l'herbe sèche du désert, il en reste encore 10 %. Dans le bois des troncs d'arbre, il y en a 20 à 40 % et dans un vieux meuble encore 12 %. Même dans les cailloux et les roches on trouve 1 à 5 % d'eau de constitution. Dans les petits mammifères et même dans la plus jolie fille du monde, savez-vous combien on trouve d'eau ? Jusqu'à 75 %. Rassurez-vous elle est bien maquillée cette eau et vous aurez de la peine à la reconnaître tant sont multiples les formes qu'elle peut revêtir.

Vous avez tous entendu parler de la sécheresse qui sévit dans la ceinture sahélienne de l'Afrique depuis la Mauritanie et le Sénégal jusqu'au Tchad et l'Ethiopie.

D'où vient le mal ?

Ce sont des zones climatiques où il pleut en année moyenne entre 800 et 400 mm par an. Or, les plantes cultivées consomment entre 1 et 6 mm. par jour sous le climat d'Abidjan et jusqu'à 10 mm. par jour dans les zones subdésertiques. Il faut donc 100 à 150 mm. de pluie par mois pour assurer une croissance normale des cultures. En année normale, les pluies humidifient le sol pendant les 3 à 4 mois nécessaires pour assurer le cycle complet des plantes jusqu'à maturité des graines.

Mais depuis 1970 les pluies sont déficitaires, c'est-à-dire que le total des pluies est plus faible qu'en moyenne, mais surtout que leur répartition est mauvaise. La saison des pluies commence trop tard, si bien qu'on ne peut pas semer à temps et elle finit trop tôt, de telle sorte que les plantes de sorgho et de mil poussent et fleurissent mais se dessèchent avant de donner du grain.

Alors les prophètes de malheur clament partout : "les hommes sont trop nombreux ; ils ont défriché n'importe où pour leurs cultures et ayant détruit la forêt, ils ont accéléré l'avancée du désert : c'est irréversible."

D'autres affirment qu'il suffirait de réorienter les activités des hommes et de limiter l'importance du bétail pour que renaisse naturellement ici la forêt, et là des pâturages abondants.

Ce qui est sûr, c'est qu'il existe des cycles comportant des périodes humides et des périodes sèches. La Bible déjà parle des sept vaches grasses, suivies des sept vaches maigres en pays d'Egypte. Au Mali, les Dogons se souviennent si bien des famines de 1913 et de 1931, qu'ils ont emmagasiné dans leurs falaises des réserves de nourriture pour 5 ans. En 1931 déjà, une mission de savants français et anglais ont parcouru la zone du Sahel pour enquêter auprès des populations sur l'avancée du désert et l'assèchement du pays.

On pourrait aujourd'hui reprendre leurs conclusions en disant qu'on n'a aucun indice scientifique qui démontre un changement irréversible du climat. Nos mesures des pluies en Afrique n'ont que 30 à 60 ans, c'est-à-dire à peine 1 à 2 périodes sèches. Quant à la végétation et à la faune sauvage, leur disparition est imputable à l'homme, à sa croissance démographique et à l'augmentation de l'efficacité de ses moyens de destruction. En d'autres mots, si on ne peut pas grand chose pour changer les pluies, on a la possibilité de les exploiter beaucoup plus rationnellement en protégeant le sol contre l'agressivité des pluies et en supprimant le ruissellement qui peut atteindre 40 à 80 % des pluies dans ces zones sèches.

Les sols du désert ne sont pas stériles comme on pourrait le croire; il suffit de leur apporter de l'eau en suffisance pour en tirer des récoltes abondantes. Tous ceux qui ont pénétré dans un oasis avec ses trois niveaux de culture ou qui ont vu le désert fleurir après une grosse pluie en restent émerveillés. Avant de se

mettre à provoquer la pluie en arrosant les nuages de noyaux de condensation, ce qui entraîne un gain ici, mais une perte de pluie plus loin, il faudrait donc préparer le sol à accueillir la pluie sans la gaspiller.

Après avoir montré que l'eau est indispensable à la vie, il nous faut maintenant aborder le vif du sujet et exposer le revers de la médaille : les ravages que l'eau peut faire autour de nous, dans notre environnement immédiat, en ville, à la campagne, sur nos routes et dans nos barrages.

Car après tout, si les dieux nous ont accordé de partager l'eau, la source de toute vie, ils se sont bien vengés en y cachant une énergie, une force redoutable qui martèle la terre de nos champs, l'écrase, l'arrache autour des plantes, l'entraîne à la rivière et de là, aux fleuves et à la mer.

Je vous parlerai donc de l'érosion par l'eau, c'est-à-dire de la dégradation par les eaux naturelles de l'écorce terrestre et plus particulièrement du sol où nos cultures s'enracinent, puisent l'eau et les sels minéraux qui lui sont indispensables.

Après vous avoir montré les formes catastrophiques ou plus pernicieuses que peuvent revêtir les phénomènes d'érosion nous chercherons à comprendre leurs causes. Nous aborderons ensuite les principaux facteurs qui limitent ou accélèrent l'érosion, pour aboutir aux moyens dont l'homme dispose pour limiter les effets désagréables de celle-ci.

CHAPITRE 1. LES FORMES D'ÉROSION.

1.1. Parmi les manifestations de l'érosion que tout le monde a pu observer nous citerons d'abord l'érosion géologique.

Au cours des 4 milliards d'années que comptent les temps géologiques de notre terre, on connaît 8 plissements plus ou moins importants et plus ou moins localisés de la croûte terrestre. Aussitôt formées les montagnes ont été soumises à l'agression des éléments atmosphériques qui tendent à raboter les aspérités en rabaissant les montagnes et en comblant les vallées. D'où la formation de pénéplaines successives.

La photo que vous pouvez apercevoir à l'écran vous montre un massif du Sud de l'Italie. A l'origine le massif était composé de deux couches : un calcaire dur et une marne tendre. Mais la roche tendre a été complètement érodée au cours des millénaires; il n'en reste qu'une plaine qui collecte toutes les eaux de la région tandis que le massif calcaire, fondant plus lentement, domine fièrement le paysage.

Retenons que l'érosion géologique connaît de courtes périodes d'extrême activité appelées paroxysmes, suivies de longues périodes stables de pénéplanation. Ces phénomènes dépassent l'homme qui, souvent, est incapable de les dominer. On songe aux avalanches, aux coulées boueuses ou rocheuses qui engloutissent en quelques instants des villages entiers dans les hautes montagnes.

Heureusement en Côte d'Ivoire, nous sommes depuis 1,5 milliards d'années dans une phase de stabilité exceptionnelle suivant le plissement Eburnéen. A part la région de Man, les massifs rocheux sont peu nombreux et ne dominent la plaine que de 200 à 400 m. C'est ainsi que les fleuves de Côte d'Ivoire s'étirent paresseusement sur le vieux bouclier précambrien complètement raboté.

Une équipe de chercheurs de l'ORSTOM a mesuré la quantité de terre que le Bandama charrie chaque année : c'est de l'ordre de 700.000 à 1.500.000 tonnes/an soit 70 à 160 kg/ha, ce qui est négligeable, car à ce rythme, il faudrait plus de 1000 ans pour que le barrage de Kossou soit complètement envasé.

1.2. Une autre forme que tout le monde a observé : c'est l'érosion en rigoles et en ravines.

Le ravinement est provoqué par une concentration des eaux sur un axe principal de drainage plus ou moins pentu. Le pouvoir d'incision de l'eau s'accroît avec sa masse, sa vitesse et la présence de particules solides. En effet, l'eau chargée de sable agit comme du papier de verre.

L'évolution d'un ravin peut être très rapide et extrêmement néfaste. Ceux qui ont connu Abidjan en 1963-64 ont pu voir avec quelle vitesse le ravin d'Atticoubé s'est formé et quel danger il présentait pour la route du port à bois.

Dans cette vallée le ruissellement avait pris des proportions alarmantes à cause de la multiplication anarchique et soudaine des habitations, entraînant la disparition de la végétation et la dénudation du sol. L'infiltration étant presque nulle sur les toits et les cours d'habitation, on a assisté à la naissance d'un ruissellement catastrophique et d'un ravin aujourd'hui comblé.

Récemment, c'est la route nationale n°1 qui a été coupée par un ravin dans la boucle du Banco. Ici aussi, c'est le rassemblement des eaux de toute une zone en voie d'urbanisation qui a approfondi le ravin d'autant plus qu'en aval, les bouchons naturels avaient été dégagés.

Les photos suivantes qui ont été prises récemment à Cocody, près de l'Indénié ou près de la Riviera, vous montrent ce qui arrive lorsqu'on décape le sol de sa végétation et de l'horizon humifère, véritable éponge où s'engouffrent sans dommage les eaux de pluie. Lorsque le sol est dénudé, les pluies battent sa surface, qui s'encroûte et s'imperméabilise. Le ruissellement s'organise, se rassemble dans de petites rigoles qui se rencontrent et forment finalement un ravin qui entaille progressivement la pente par érosion régressive c'est-à-dire par éboulement.

Au bas de la colline vous pouvez apercevoir les dépôts sableux et plus loin les sédiments fins. Ces derniers en général rejoignent un marigot et la mer tandis que les sables grossiers et les cailloux s'accumulent au bas des pentes.

- Vous pouvez apercevoir un schéma parfait du ravin type avec
- en tête un bassin de réception et de concentration des eaux,
 - au milieu un étranglement dans lequel le ravin creuse très profondément,
 - et enfin, en bas, un cône de déjection des particules grossières, tandis que les parties fines sont exportées du paysage et sédimentent dans un lac, une lagune ou la mer.

Les pistes en terre sont, elles aussi, endommagées par les pluies. A cause de la battance des pluies, les particules fines du revêtement sont arrachées et les cailloux ressortent. Par ailleurs,, les eaux qui ne peuvent s'infiltrer sur la route se rassemblent dans les fossés des bas côtés qui se bouchent s'ils ne sont pas bien entretenus. Les eaux divaguent alors de droite et de gauche en ravinant la route : les cassis de ce genre sont très brutaux et extrêmement néfastes pour la mécanique automobile.

Sur les photos de la petite piste qui relie Bonoua à Ono vous pouvez apercevoir le ravinement sur les pentes et la masse de sable accumulé dans les bas-fonds: deux conséquences d'un même phénomène, l'érosion.

En bordure de cette piste on a cru bon de donner quelques coups de bulldozer en décapant l'horizon humifère. Dix ans plus tard, le sol est toujours dénudé, il est devenu complètement stérile. Seuls des lichens recouvrent plus ou moins la surface du sol travaillé par les pluies : cela donne de jolies figures d'érosion qui, à fort grossissement, ressemblent un peu à un paysage désertique du Far West. On distingue bien sur ces images avec quelle énergie la pluie disloque la terre, exporte complètement les particules fines tandis que les sables sont traînés vers le bas des pentes.

Sur ces diverses formes de l'érosion nous ne reviendrons plus. Par contre, nous chercherons à mieux comprendre ce qu'on pourrait appeler l'érosion accélérée par la mise en valeur agricole.

L'érosion sous végétation naturelle de Côte d'Ivoire, que ce soit la forêt ou la savane non brûlée est extrêmement faible : à peine 100 à 200 kg/ha/an, soit 1/100 mm.par an. Le ruissellement est voisin de 1 % des pluies annuelles.

Si on défriche et qu'on maintient le sol dénudé, on observe des pertes en terre de l'ordre de 130 t/ha sur pente de 7 % et jusqu'à 600 t/ha/an sur une pente de 20 % soit 4 cm d'érosion par an. Le ruissellement annuel atteint 40 % et il peut dépasser 80 % pour des pluies journalières.

Si on cultive des champs défrichés les phénomènes d'érosion sont intermédiaires en fonction des types de culture et des techniques culturales.

Voilà le problème.

Parce que le climat tropical est très agressif, si on défriche le milieu naturel on risque de multiplier l'érosion par 100 ou 500 suivant la pente et le ruissellement par 30. Or la forêt ne peut nourrir sans danger d'érosion qu'une population limitée à quelques habitants par km². Dès que les hommes s'agglutinent dans des villes ou que la population s'accroît, il faut défricher pour nourrir ces hommes. Heureusement sous culture les pertes en terre et en eau provoquées par l'érosion sont très variables ce qui veut dire qu'il existe des cultures et des techniques culturales conservatrices qui freinent sérieusement les dégâts par érosion.

Quelle forme peut prendre l'érosion dans les champs ?

Il faut que l'érosion dans les champs soit déjà très grave et à un stade avancé pour qu'elle se manifeste par des rigoles et des ravines. C'est le cas lorsqu'on cultive des pentes fortes avec des plantes non pérennes qui laissent longtemps le sol à nu ou peu couvert comme l'ananas. C'est le cas également dans les zones densément peuplées et où la savane brûle chaque année comme à Korhogo. Généralement l'érosion se fait en nappe par décapage sournois des mottes, sédimentation dans les aspérités du sol. Ensuite, en même temps que la surface du sol s'aplanit, les porosités se bouchent, le sol se glace et le ruissellement commence. On aperçoit alors à la surface du sol, des taches plus claires montrant que l'humus a été décapé, des traînées sableuses puis de petites rigoles hiérarchisées en même temps que des encroûtements, des micro-falaises et des micro-demoiselles coiffées.

A mesure que les pluies arrachent les particules fines et entraînent les sables, tous les objets durs enfouis dans la masse de l'horizon labouré ressortent : on dit que "les cailloux poussent". En fait, les cailloux ne bougent pas mais l'érosion en nappe a décapé toute la terre qui les emballait à l'origine.

Cette érosion agricole est-elle grave ?

Très grave si on n'y prend pas garde, car, sans qu'on s'en aperçoive, le sol fond sur place, les particules fines, l'argile, les limons et l'humus, tout ce qui fait la fertilité du sol est entraîné sélectivement par les rivières jusqu'à la mer. (Il suffit de regarder l'eau des fleuves et même de la lagune en pleine saison des pluies pour s'en rendre compte). Le comble, c'est que les éléments indispensables à la vie du sol sont une nuisance pour la vie des fleuves, des eaux douces et des villes. De plus le sable grossier, les gravillons et les pierres s'accumulent et forment des sols squelettiques, difficilement rentables.

On parle des méfaits de l'érosion depuis la plus haute Antiquité et rares sont les civilisations qui n'ont pas rencontré cet obstacle sur la route de leur développement. Qu'il s'agisse des orientaux en Chine, à Bali, à Ceylan, des Incas d'Amérique ou encore des Grecs et des Romains, tous ont laissé des traces des méthodes qu'ils ont inventées pour lutter contre l'érosion. Mais leurs entreprises ont connu des succès divers : qu'il nous suffise de regarder les paysages décharnés qui hantent le bassin méditerranéen, calcaires dénudés, squelette blanchi des terres qui furent jadis le grenier à blé du monde occidental.

C'est ainsi qu'en Chine, le Fleuve Jaune charrie chaque année vers la mer une masse de terre correspondant à la surface de la Belgique (soit 1/15 de la Côte d'Ivoire) sur un mètre d'épaisseur. Ces sédiments causent d'ailleurs de graves ennuis car dans la plaine la pente venant à diminuer, les sédiments ont tendance à se déposer et à encombrer le lit du fleuve. Cela donne lieu régulièrement à des inondations catastrophiques. Aussi les chinois ont-ils entrepris d'immenses travaux non seulement pour endiguer le Fleuve, mais aussi pour arrêter l'érosion dans les collines cultivées en amont.

Plus proche de nous, vers les années 1930, c'est aux Etats-Unis que le drame éclate lorsqu'après les chercheurs d'or, ce sont des colons qui veulent faire fortune dans l'Ouest de la Grande Plaine Américaine. La culture inconsidérée du coton et du maïs détruisent

la résistance du sol en quelques années. On voit apparaître des tornades de poussière qui dépouillent les champs de leurs particules fines et ensevelissent habitations et moyens de production sous des couches de limon. On estime que 20 % des terres arables américaines ont été anéanties par l'érosion à cette époque.

Quinze ans plus tard, c'est en Afrique que circulent des rumeurs inquiétantes: les pluies y seraient particulièrement intenses et agressives et les sols spécialement fragiles. Et ces immensités peu peuplées, de se présenter comme un supplice de Tantale aux yeux des continents surpeuplés : la végétation y est luxuriante, mais dès qu'on défriche et qu'on cherche à mettre le sol en valeur, il se détruit sous l'effet du climat. Des auteurs connus rapportent des faits dramatiques : on parle de désertification, de pétrification de l'Afrique, on écrit des livres sur "l'Afrique terre qui meurt".

En tous cas, les agronomes sont désemparés, car les méthodes agricoles mises au point en Europe ou aux USA s'avèrent souvent catastrophiques en Afrique. C'est ainsi qu'en Casamance, une grosse entreprise de mécanisation agricole a dû abandonner toutes les terres de plus de 2 % de pente, trois ans après leur défrichement : l'érosion ravinante y était si intense que les tracteurs ne passaient plus.

En Côte d'Ivoire, où les défrichements mécanisés se répandent et où l'on parle beaucoup de mécanisation de l'agriculture pour faire face au manque de main d'oeuvre, il convient d'être vigilant pour ne pas aboutir à plus ou moins court terme à la destruction du patrimoine foncier hérité de nos ancêtres.

Depuis 20 ans, l'ORSTOM avec la collaboration des Instituts de Recherche Spécialisée effectue des études sur les causes et les facteurs de l'érosion sur des parcelles expérimentales de quelques centaines de m². Ces travaux ont été réalisés en étroite collaboration avec des chercheurs américains afin de profiter de leur expérience en la matière, mais ces recherches sont longues, chères, et donc forcément localisées.

C'est pourquoi l'ORSTOM a construit récemment un simulateur de pluie engin mobile capable de simuler des pluies de forte intensité et qui doit permettre d'étendre les expérimentations aux principaux types de sol et de pente qu'on trouve en Côte d'Ivoire et en Haute-Volta.

CHAPITRE 2. LES CAUSES DE L'ÉROSION.

Quelles sont les causes de l'érosion hydrique ?

C'est avant tout l'énergie des gouttes de pluie et ensuite l'énergie du ruissellement.

2.1. L'énergie des gouttes de pluie.

Si vous avez été forcé un jour à vous abriter de la pluie sous un toit de tôle, vous vous souviendrez du bruit infernal que font les gouttes de pluie en s'écrasant sur la tôle.

De plus vous auriez pu remarquer que plus la pluie est violente, plus les gouttes sont grosses et le bruit intense. L'énergie des gouttes augmente donc avec l'intensité de la pluie.

Faisons encore un effort pour imaginer ce qui se passe au niveau des mottes de terre. La pluie tombe depuis un moment: elle a bien mouillé le sol et l'a recouvert d'une pellicule d'eau qui lui donne l'aspect luisant. Une goutte vient à tomber sur une motte de terre. Cette goutte a un certain poids et une certaine vitesse: elle a accumulé une énergie. Tout à coup, la goutte touche le sol nu: elle l'écrase, le comprime, crée des turbulences dans le film d'eau qui le recouvre, arrache des particules fines, des agrégats et rebondit, rejaillit en éclaboussant tout alentour sur 60 cm de haut et 150 cm de large. L'énergie des gouttes de pluie a donc été dépensée à comprimer le sol, à détruire les liens qui unissent les particules du sol en agrégats et à rejaillir, donc à déplacer de la terre.

Ensuite, le mince film d'eau se meut lentement et entraîne avec lui les particules fines mises en suspension. Sur faible pente le ruissellement n'a pas assez de force pour déplacer les agrégats ni même les sables. Il faut donc que les gouttes d'eau frappent le sol pour que l'agressivité des pluies puissent s'exprimer sur les pentes faibles.

Il faut ici ouvrir une parenthèse pour attirer l'attention sur le fait qu'en région tropicale et en particulier en région forestière, les 3/4 de la richesse chimique du sol se trouve dans l'horizon humifère c'est-à-dire dans les 25 premiers centimètres. Il est donc très important de conserver intacte la surface du sol pour assurer une évolution favorable du milieu de culture.

Or l'érosion décape la surface du sol qui est toujours la plus fertile. Plus la pente est faible et le couvert végétal est dense, moins le ruissellement est capable de transporter les sables et plus les pertes en terre seront sélectives vis-à-vis des particules fines c'est-à-dire de l'argile, du limon et de l'humus, trois constituants essentiels à la fertilité du sol car ils assurent les réserves en eau et en éléments nutritifs.

Wischmeier, statisticien américain, a sélectionné en 1962 un indice d'agressivité climatique qui tient compte à la fois de l'intensité maximale des pluies pendant 30 minutes et de l'énergie cinétique. Cet indice est en relation très étroite avec les pertes en terre mesurées sur petite parcelle nue. Cet indice se calcule à partir des enregistrements pluviographiques pluie par pluie et peut se cumuler par mois et par année.

Dans la Grande Plaine des Etats-Unis d'Amérique, cet indice varie de 150 à 650 unités.

Dans le bassin méditerranéen, climat réputé très agressif, il ne dépasse pas 50 dans les plaines et 300 sur les montagnes de Tunisie et du Maroc.

Il atteint 450 à Ouagadougou en Haute-Volta.

En Côte d'Ivoire nous avons obtenu cette carte très schématique. L'indice d'agressivité climatique varie de 500 à 1200. Il est très fort en basse Côte d'Ivoire et dans l'Ouest. Il diminue de moitié dans la zone de Bouaké-Bouna-Bondoukou. Ceci veut dire que, tout autre facteur étant égal, on aura deux fois moins d'érosion à Bouaké que dans la région d'Abidjan, de San Pedro ou de Man.

2.2. L'énergie du ruissellement.

Nous avons dit jusqu'ici que c'est l'énergie et l'intensité des pluies qui sont les causes primaires de l'érosion.

Cependant, lorsque la pente augmente, le ruissellement intervient à son tour. Plus forte sera la pente, plus grande sera la vitesse des eaux ruisselantes et plus grande sera son énergie.

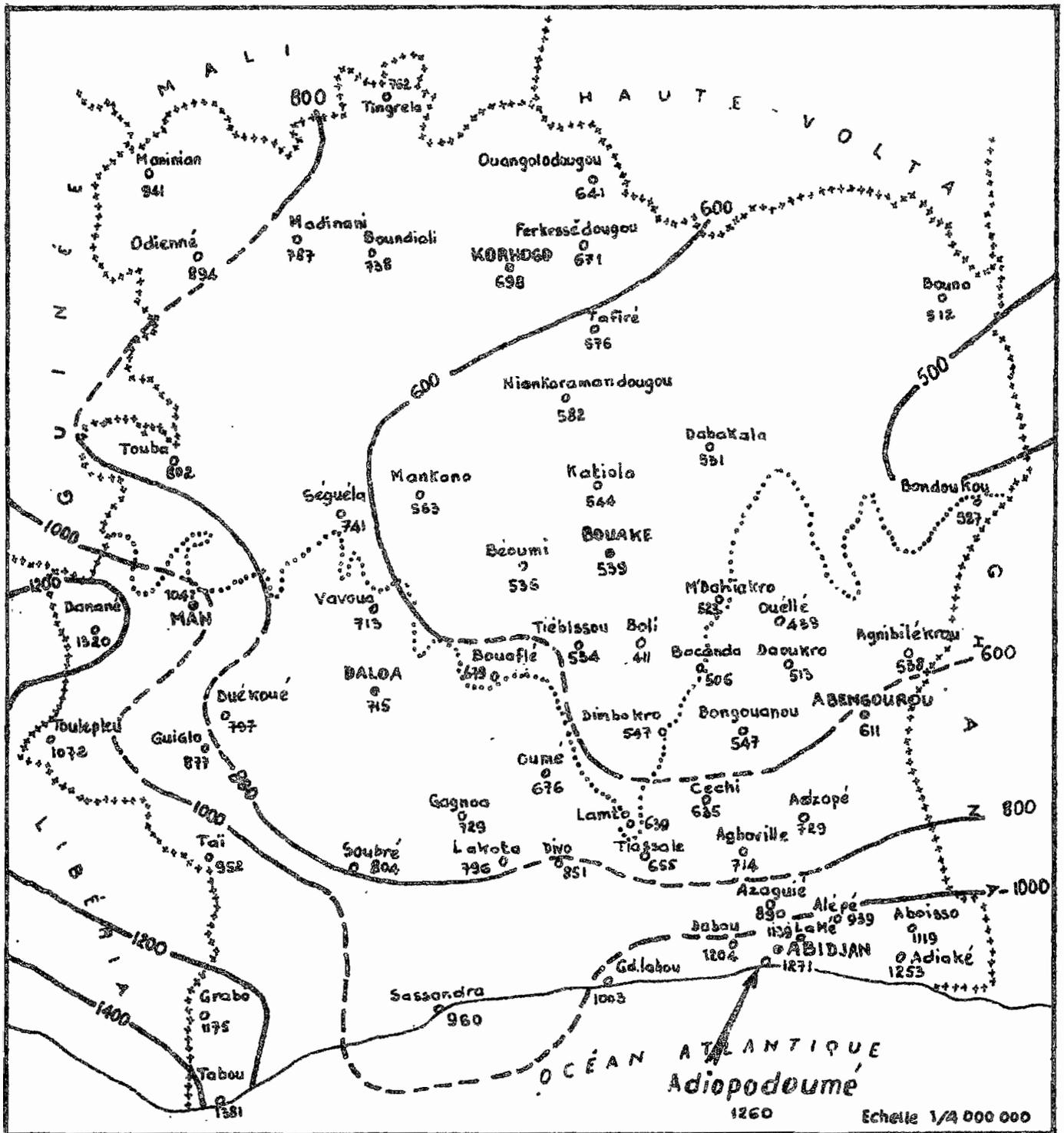
Lorsqu'on a construit un barrage sur le Bandama à Kossou, les eaux du fleuve se sont accumulées derrière la digue, créant une dénivellation entre la surface du lac et l'ancien lit de la rivière. La chute de l'eau qui s'engouffre dans les conduites forcées fait tourner les turbines et libère une énergie électrique.

Il en va de même lorsque la surface du sol est inclinée; les eaux de ruissellement acquièrent une force capable non seulement de transporter des particules de plus en plus grosses mais aussi d'arracher au sol des mottes, de saper les talus, de provoquer des éboulements à force de raboter le fond des ravines.

Sur faible pente, c'est généralement l'érosion en nappe et l'énergie cinétique des pluies qui domine, mais au-delà de 15 % de pente c'est l'énergie du ruissellement qui prédomine. Voilà pourquoi les phénomènes d'érosion se passent différemment en région montagneuse comme dans le bassin méditerranéen et en région de plaine où les pentes cultivées sont pratiquement toutes inférieures à 15 %.

En région de montagne la lutte antiérosive s'organise autour de la correction des torrents, des barrages des rivières et de la mise en défens, tandis qu'en zone de plaine il s'agit avant tout d'organiser une agriculture intensive et rationnelle des zones fertiles ou fertilisables et de protéger les zones dangereuses par une couverture permanente : forêt, verger ou pâturage.

Première Esquisse de la repartition de l'indice d'agressivité climatique (RUSA de WISCHMEIER, 1962) en Côte-d'Ivoire.



D'après la carte des précipitations annuelles. (Eldin, Daudet; 1971).

D'après les précipitations moyennes arrêtées au 31-12-72 (ASECNA).

CHAPITRE 3. LES FACTEURS QUI INFLUENCENT L'ÉROSION.

L'énergie des pluies et du ruissellement sont donc les deux causes des phénomènes d'érosion : elles définissent localement les potentialités de l'érosion, mais il existe un certain nombre de facteurs qui modifient complètement l'amplitude actuelle de ces phénomènes.

Dans le bassin méditerranéen par exemple, le climat actuel n'est pas des plus agressifs (l'indice ne dépasse pas 300 unités) mais par contre les pentes sont très fortes et la végétation en équilibre instable.

Dans la bordure sahélienne non seulement l'indice d'agressivité du climat est faible mais également les pentes : ici ce sont les sols qui sont sensibles et la couverture végétale très dispersée. Malgré la faible agressivité climatique, on peut voir dans ces deux régions des dégâts par érosion très impressionnants parce que les autres facteurs y sont favorables.

Par contre dans la zone forestière, l'érosion naturelle est faible malgré des indices d'agressivité climatiques très élevés : le manteau forestier ne permet pas aux pluies de montrer leur agressivité. Mais que vienne le bulldozer, que s'étendent les défrichements sauvages qui décapent le mince horizon humifère et l'érosion surgit brutalement : en deux mois s'installent les rigoles et les ravines et il devient délicat et coûteux d'arrêter leurs dévastations.

Donc pour prévoir les dangers d'érosion dans une région, il faut non seulement connaître l'agressivité des pluies, mais aussi les facteurs principaux qui sont au nombre de quatre :

- la couverture végétale,
- les techniques culturales,
- le sol,
- et la pente.

3.1. La couverture végétale est de loin le facteur le plus important, car même sur les très fortes pentes, l'érosion reste négligeable si le couvert est complet.

L'agent causal de l'érosion étant la pluie (ou plus précisément l'énergie qu'elle dégage), un couvert végétal quelconque sera donc d'autant plus efficace

- qu'il absorbe l'énergie cinétique des gouttes de pluie,
- qu'il recouvre une proportion importante du sol durant les périodes les plus agressives de l'année,
- et qu'il maintient une bonne porosité à la surface du sol.

En tenant compte de ces critères on peut distinguer trois types de couverts végétaux :

- ① les couverts qui sont complets toute l'année, quelle que soit l'espèce botanique. Qu'il s'agisse de forêt, de savane non brûlée, de pâturage ou de culture industrielle arbustive avec plante de couverture ou paillage, l'érosion est toujours négligeable et le ruissellement très faible (1 à 4 % des pluies annuelles);
- ② les couverts qui laissent le sol nu ou pratiquement nu pendant les mois les plus agressifs. L'érosion est catastrophique même sur des pentes relativement faibles et le ruissellement est inadmissible : il peut dépasser 80 % pour les fortes pluies qui tombent sur un sol déjà détrempé ;
- ③ enfin vient le groupe des couverts végétaux incomplets durant une bonne partie de l'année : il s'agit des cultures vivrières (manioc, céréale, arachide) de certaines cultures industrielles comme l'ananas ou le cotonnier, ainsi que la plupart des cultures annuelles qui ne peuvent pas être installées longtemps avant les fortes pluies. Les phénomènes d'érosion y sont intermédiaires entre le sol nu et le sol couvert, mais toujours très dépendant de la précocité et de la densité du semis, de la pente et des techniques culturales.

Ces trois catégories de couvert végétal se retrouvent dans le tableau ci-joint.

- EROSION (t/ha/an) ET RUISSELLEMENT (% DES PRECIPITATIONS ANNUELLES) SOUS DIVERSES
COUVERTURES VEGETALES EN AFRIQUE DE L'OUEST

S T A T I O N	Pente	E R O S I O N			R U I S S E L L E M E N T		
		tonne/ha/an			% des pluies annuelles		
		milieu naturel	sol nu	culture	milieu naturel	sol nu	culture
Adiopodoumé (1954/1973) (ORSTOM)	4,5	-	60 à 90	-	-	37 (98)	-
Forêt secondaire semper- virente	7 %	0,03	100 à 170	0,1 à 90	0,14	33 (87)	0,5 à 30 (87)
	20 %	0,2	500 à 750	-	0,7 (12)*	25 (73)	-
2100 mm : 4 saisons	65 %	1,0	-	-	0,7	-	-
Divo (1967-1970) (IFCC-ORSTOM)	9 %	0,5	-	-	1	-	-
forêt semi-décidue							
1750 mm : 4 saisons							
Bouaké (1960-1970) (IRAT-ORSTOM)	4 %	b. 0,20 n.b. 0,01	18 à 30	0,1 à 26	b. 0,3 (1,6) n.b. 0,03	15 à 30	0,1 à 26
Savane arbustive dense							
1200 mm : 4 saisons							
Korhogo (1967-1970) (ORSTOM)	4 %	b. 0,1 à 0,2	-	-	b. 5 (50)	-	-
Savane arbustive claire							
1400 mm : 2 saisons							
Ougadougou (1967-1973) (CIFT-ORSTOM-IRAT)	0,5 %	b. 0,15 n.b. 0,01	10 à 20	0,6 à 8	b. 10 (50) n.b. 2,5 (10)	40 à 60 (70)	2 à 32 (60)
Savane arborée claire							
850 mm : 2 saisons							
Séfa (Sénégal) (1954-1963) (ORSTOM-IRAT)	1 à 2 %	b. 0,02 à 0,50 n.b. 0,02 à 0,20	30 à 55	2 à 20	b. 0,3 à 1,5 n.b. 0,1 à 1,2	25 à 55	8 à 40
Forêt claire							
1300 mm : en 2 saisons							
Cotonou (Dahomey) (1964-1968) (ORSTOM)	4 %	0,3 à 1,2	17 à 27,5 après défriche- ment	10 à 85	0,1 à 0,9 (2,5)	17 (69)	20 à 35 (70)
Fourré dense							
1300 mm : 4 saisons							

Note - Les chiffres () représentent des coefficients max. de ruissellement pendant une pluie unitaire de fréquence décennale.

Les indications b. et n.b. signifient "brulé" ou "non brûlé".

Remarquez que :

- quel que soit le type de végétation naturelle depuis la forêt dense humide, la savane arbustive de Bouaké et la savane arborée soudano-sahélienne, l'érosion et le ruissellement sont très faibles ;
- par contre, sur sol nu, les pertes en terre croissent très vite avec la pente ;
- enfin, sous culture, les pertes en terre et en eaux sont intermédiaires et très variables ce qui s'explique par l'intensité du couvert et par les techniques culturales.

En d'autres mots, cela veut dire qu'il y a des plantes protectrices qui poussent plus vite, qui recouvrent mieux le sol que d'autres, et aussi qu'avec une même plante, on peut trouver des valeurs d'érosion très différentes selon qu'on a utilisé des techniques modernes de culture bien adaptées aux conditions locales ou au contraire qu'on a oublié que le sol doit être ménagé et protégé contre l'ardeur des pluies.

Ainsi, le Panicum et le Stylosanthes sont tous deux des plantes fourragères très intéressantes. Cependant le Panicum est une graminée qui, bien fertilisée, recouvre le terrain en un mois, tandis qu'il faut deux ou trois mois au Stylosanthes, légumineuse à développement très lent au début. Par contre, une fois le sol couvert, dans un cas comme dans l'autre, il n'y a pratiquement pas d'érosion. Par ailleurs, ce Panicum planté à Adiopodoumé le 15 mai, donc très tardivement, a donné une érosion de 100 tonnes/ha/an. Planté le 1er avril, donc bien à temps, on n'a plus observé qu'une perte de 1 tonne/ha/an.

C'est donc un moyen extrêmement efficace de lutter contre l'érosion que de mettre en place le plus tôt possible un abondant couvert végétal qu'il soit mort ou vivant peu importe: un mulch de 1 cm. de paille vaut une forêt de 30 m. de haut !

On comprend donc bien que les cultures vivrières dont le cycle est bouclé en 3 à 4 mois laissent le sol pratiquement nu pendant une bonne partie de l'année : l'érosion y est donc importante.

Cependant l'utilisation raisonnable des engrais permet d'accélérer sérieusement la protection du sol par ces cultures. Par ailleurs les techniques culturales, si elles sont bien adaptées aux conditions locales, peuvent limiter les dégâts temporairement.

Un autre point sur lequel il faudrait s'étendre, c'est la pratique abusive du feu de brousse. Elle est extrêmement nocive du point de vue de l'érosion et du ruissellement parce qu'elle laisse d'immenses surfaces dénudées pendant les premières pluies. Le cultivateur n'a souvent pas d'autres alternatives que de brûler pour défricher son champ et le pasteur de brûler pour régénérer les pâturages : par contre, la chasse extensive par le feu est très reprehensible. On observe sur les surfaces dénudées par le feu des ruissellements très brutaux provoquant la formation de ravines même sur des pentes minimales.

2.2. Le sol et les techniques culturales.

A côté du couvert végétal interviennent la résistance à l'érosion propre à chaque type de sol et les techniques culturales.

A ce propos, il faut que je vous raconte une vieille querelle qui oppose les agronomes de la génération des années 1930-1960 à ceux d'après 1960. Devant le succès de l'utilisation de la machine, non seulement dans l'industrie mais aussi dans les tâches agricoles en Amérique et en Europe, des agronomes, résolus à mettre en valeur les immensités peu peuplées de l'Afrique, ont tenté d'introduire directement la traction mécanique. Et on a vu apparaître en Casamance, deux énormes locomotives tirant par les deux bouts une grosse chaîne de 100 m. de long balayant toute la végétation sur son passage. La concession de 5.000 ha fut vite défrichée à ce rythme, mais l'expérience s'arrêta là, car trois ans plus tard les ravages de l'érosion furent tels que les tracteurs n'arrivaient plus à circuler tant les champs étaient ravinés : les rendements n'étaient d'ailleurs plus suffisants pour compenser les frais d'exploitation. Cette expérience et bien d'autres moins spectaculaires ont traumatisé toute une génération d'agronomes pour lesquels les sols tropicaux sont si fragiles, si sensibles à l'érosion que le mieux est de n'y pas toucher et d'en revenir aux bonnes vieilles méthodes ancestrales ... avec les faibles rendements que l'on connaît.

Vers les années 1960, les jeunes agronomes en étaient réduits à démontrer en parcelle d'érosion, que la mécanisation entraînait des pertes en terre considérables en comparaison avec les méthodes traditionnelles de culture. Jusqu'au jour où l'un d'eux eut l'audace de suggérer qu'on maltraitait trop l'horizon de surface mais qu'on ne travaillait pas le sol assez en profondeur. Et de prouver qu'un labour profond en grosses mottes, pas trop pulvérisé en surface, augmente la perméabilité donc l'infiltration des pluies, permet de semer plus tôt donc d'accélérer le recouvrement du sol par la culture et finalement de diminuer l'érosion tout en augmentant les rendements.

De cette histoire nous retenons deux leçons :

- tout d'abord qu'il y a encore beaucoup à faire sur l'adaptation des techniques culturales aux régions et aux plantes tropicales ;
- et deuxièmement qu'il faut se méfier des conclusions globales sur des questions aussi complexes.

En effet, il y a mécanisation et mécanisation, des dizaines de façons de labourer et de préparer le lit de semence : et les mêmes méthodes excellentes ici ne donnent pas satisfaction ailleurs.

Aussi je ne peux donner que quelques pistes de réflexions pour résumer les résultats des recherches en matière de technique culturale et de sensibilité des sols tropicaux à l'érosion.

① Tout d'abord, je dirai que les sols tropicaux, tout au moins les plus répandus en Côte d'Ivoire, sont beaucoup moins fragiles qu'on a voulu le dire.

La seule façon correcte de le savoir est de comparer les pertes en terre au bas d'une parcelle nue traitée de la même façon en tous les points du globe.

Wischmeier définit ainsi un indice d'érodibilité des sols qui, aux USA, varie de 5 à 60 lorsque la fragilité du sol augmente.

En Afrique, après défrichement on trouve des indices très voisins de 5 à 10 correspondant à des sols extrêmement stables et résistants.

Au bout de 3 à 5 ans de culture, la résistance diminue avec la minéralisation de la matière organique du sol. L'indice d'érodibilité sur les sols ferrallitiques de forêt atteint 10 à 20 suivant qu'ils sont issus de sable, de granite ou de schiste.

Sur les sols ferrugineux, sols de savane aux couleurs délavées, l'indice varie de 20 à 30 : ces derniers sols sont donc plus fragiles et il est piquant de noter que c'est sur ces sols de savane ou de forêt claire qu'eurent lieu les premiers essais de mécanisation catastrophiques.

Mais si les sols ne sont pas particulièrement fragiles par contre, les pluies sont beaucoup plus agressives que dans les régions tempérées. Voilà pourquoi, en Afrique, dès qu'on défriche l'érosion s'installe et détruit en 2 ou 3 ans le potentiel de production du sol si on n'y prend garde.

②. Le labour comme tout travail du sol augmente temporairement sa porosité mais diminue sa cohésion donc augmente sa fragilité. Les essais en petite parcelle d'érosion semblent démontrer que, durant 3 ou 4 semaines où il peut pleuvoir 100 à 150 mm, le labour augmente l'infiltration et diminue l'érosion. Ensuite le ruissellement s'organise et l'érosion devient plus importante que sur sol non labouré à moins que l'amélioration du couvert végétal qui découle de cette technique culturale ne vienne compenser l'augmentation de la détachabilité du sol.

Il faut cependant souligner l'intérêt que présente le travail du sol pour augmenter l'infiltration. C'est ainsi que dans certains sols très sensibles à la battance des pluies et au ruissellement comme dans la zone sahélienne, le travail du sol permet de rompre l'encroûtement superficiel imperméable et provoque l'infiltration totale des premières pluies, allongeant ainsi le cycle cultural potentiel, ce qui est fondamental en zone tropicale sèche.

③. Les techniques de buttage et de billonnage favorisent l'érosion en augmentant la pente et en concentrant les eaux dans des sillons préétablis.

Cependant, si on oriente les billons perpendiculairement à la plus grande pente, on crée des barrages qui ralentissent le ruissellement et surtout diminuent de 25 à 50 % l'érosion. Cependant ces techniques ne sont valables que sur pente faible.

④. Les techniques de paillage et de maintien des résidus des récoltes à la surface du sol ouvrent une voie très efficace pour lutter contre l'érosion et réduire le ruissellement. Cependant elles posent toute une série de problèmes concernant le tassement du sol, l'évolution des matières organiques et des propriétés du sol qui en **découlent**, l'état phytosanitaire des cultures et l'envahissement par les mauvaises herbes.

Dans ce pays où l'agressivité des pluies est si forte, la protection de la surface du sol (ne fut-ce que pendant les 6 à 20 semaines nécessaires à l'installation du couvert végétal), les techniques de labour minimum et de paillage, après adaptations aux circonstances locales semblent une voie passionnante pour résoudre les problèmes de conservation de l'eau et du sol.

2.3. La pente.

Le dernier facteur qui influence l'érosion c'est la pente caractérisée par son inclinaison et sa longueur.

Tous les auteurs sont d'accord pour affirmer que l'érosion augmente de façon exponentielle (plus que proportionnelle) avec l'inclinaison de la pente. Nos mesures l'ont confirmé à Adiopodoumé sur sol nu où l'érosion passe de 60 à 138 et 570 t/ha/an lorsque la pente augmente de 4,5 à 7 et 22 %. Le ruissellement semble par contre se stabiliser au-delà d'une certaine pente. (voir graphique)

Les résultats des chercheurs en ce qui concerne l'influence de la longueur de la pente sur les phénomènes d'érosion et de ruissellement sont très variables en fonction des types de sol et de paysage.

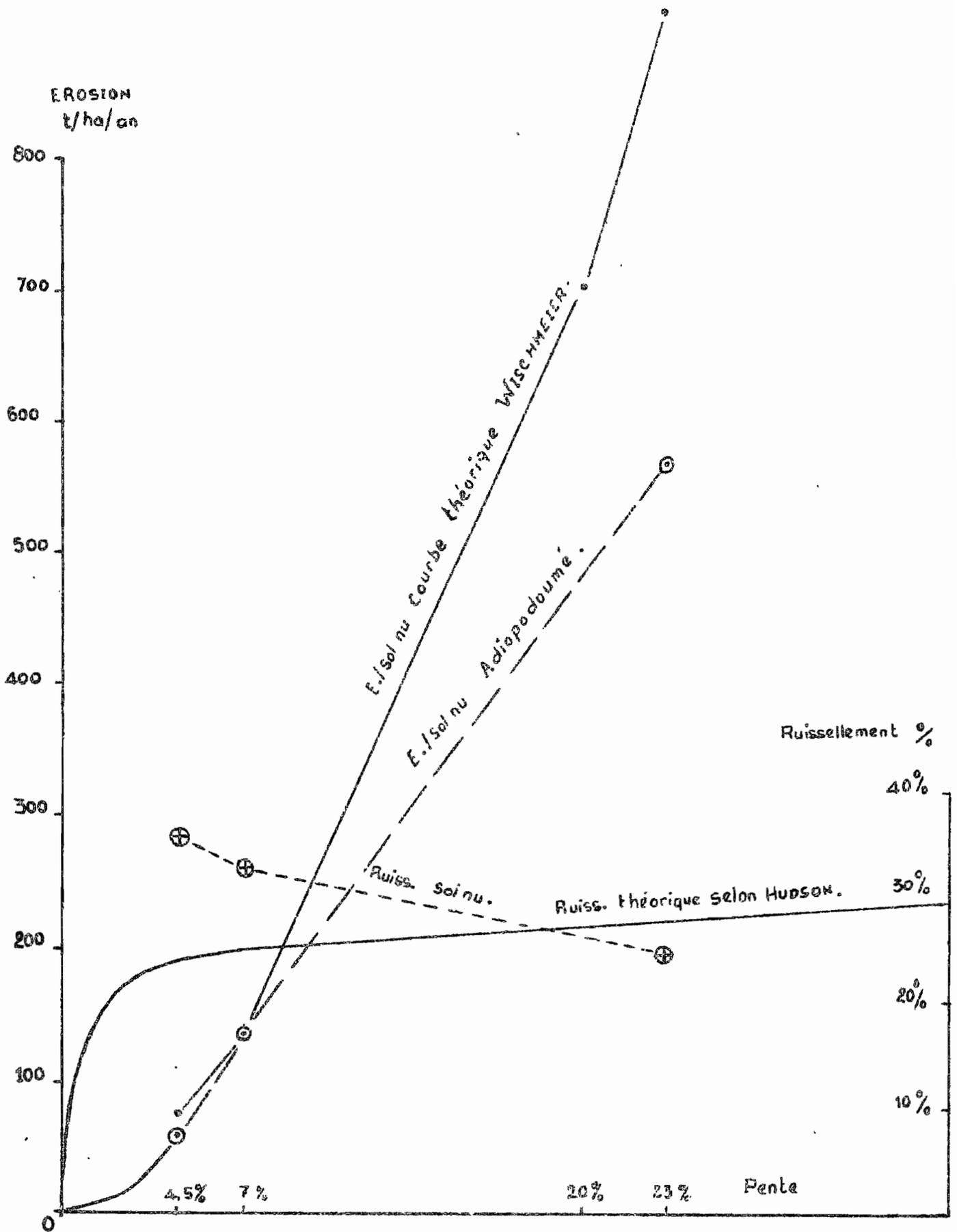
Wischmeier a admis arbitrairement que l'érosion augmente comme la racine carrée de la longueur de la pente, mais il existe de nombreux exemples tant en Amérique qu'en Afrique où les pertes en terre sont équivalentes ou même plus faibles au bas d'une longue pente. Très peu d'auteurs se prononcent sur l'action de la longueur de la pente sur le ruissellement.

Ces résultats devraient nous faire sérieusement réfléchir car ils remettent en cause pas mal de techniques antiérosives coûteuses mais largement répandues et qui consistent justement à limiter la longueur de la pente sans en changer l'inclinaison : c'est le cas de toutes les méthodes de terrasses à absorption totale ou à diversion basées sur la formule de Ramser.

La principale conclusion devrait être que dans un pays comme la Côte d'Ivoire, où les terres en général ne manquent pas, l'inclinaison de la pente est un des facteurs principaux qui doit diriger le choix des prospecteurs pédologues.

Erosion et Ruissellement en fonction de la Pente.

— Adiopodoumé, Cases d'érosion : 1966-72 —



Sur un sol sableux on ne devrait pas retenir des pentes de plus de 5 % pour des projets de développement agricole mécanisé destiné à des cultures annuelles. Les pentes de plus de 10 % devraient être maintenues sous une couverture végétale pérenne qu'il s'agisse de forêt, de pâturage ou de plantes industrielles arbustives avec plantes de couverture (verger, palmier, hévéa, café). Entre ces deux limites de pente il faut prévoir des techniques anti-érosives plus ou moins complexes et qui augmentent les frais d'exploitation.

Pour conclure ces chapitres sur les causes et les facteurs qui régissent l'importance des phénomènes d'érosion, je voudrais vous signaler qu'il existe actuellement des équations mathématiques qui permettent de prévoir l'érosion de façon d'autant plus précise qu'on connaît les paramètres régionaux.

L'équation de prévision de l'érosion de Wischmeier est la plus connue : elle est empirique c'est-à-dire basée sur l'interprétation de plus de 10.000 résultats annuels d'expérimentation en petites parcelles d'érosion aux U.S.A. : son application en Afrique est envisageable depuis 1973.

Cette équation nous dit que l'érosion est une fonction des produits :

- des indices d'agressivité du climat,
- d'érodibilité du sol,
- du couvert végétal,
- de pente,
- et des techniques culturales.

Je vous passe le détail du calcul de chacun de ces indices mais je voudrais attirer votre attention sur le fait que, grâce à cette équation, on peut aujourd'hui, s'appuyer sur des bases expérimentales scientifiques et non plus seulement sur le bon sens individuel, pour décider des cultures, des façons culturales et des techniques de lutttes antiérosives à adopter dans un projet d'aménagement agricole.

En effet, si en une région donnée, on connaît l'indice d'agressivité climatique, l'érodibilité du sol et la pente, on peut jouer sur le choix des cultures et des méthodes antiérosives pour

maintenir l'érosion en-dessous du niveau tolérable dans ces circonstances. Cette érosion tolérable s'élève de 2 à 12 t/ha/an en fonction de l'épaisseur et de la richesse du sol. Cette équation est d'ailleurs largement utilisée par le Service de Conservation du Sol et de l'Eau aux U.S.A. depuis 10 ans. Il a donc fait ses preuves et devrait être largement utilisé en Afrique dans le cadre de la protection de l'environnement.

CHAPITRE 4. LA LUTTE ANTIÉROSIVE.

Après avoir montré les formes sous lesquelles se présente l'érosion, les causes puis les facteurs qui règlent l'intensité de ce phénomène, il nous faut enfin parler des moyens dont l'homme dispose pour se protéger de ses effets les plus néfastes : la destruction du capital foncier.

Il existe des volumes entiers qui décrivent les méthodes antiérosives couramment utilisées dans le monde. Je ne pourrai donc ce soir vous en faire une liste exhaustive sous peine de vous retenir ici pendant des heures. Par contre, j'essaierai de vous donner ma philosophie à ce sujet après 10 années de lecture, d'expérimentation et d'observation en Afrique de l'Ouest.

Sous végétation naturelle l'érosion est très faible nous l'avons vu : la mise en défens est donc une solution radicale. Cependant la croissance rapide de la population et la nécessité du développement des cultures industrielles pour relever le niveau de vie du pays, rendant indispensables à la fois l'intensification et l'extension des cultures.

On est donc obligé de défricher.

Une politique réaliste en matière de lutte antiérosive pourrait viser d'une part à mettre en défens ou en culture pérenne les parties du paysage qu'il est trop difficile ou trop onéreux de défendre autrement contre l'agressivité des pluies et d'autre part à vulgariser les techniques agricoles les mieux adaptées à chaque culture, à chaque climat et à chaque région en vue de tirer le maximum de profit à long terme des terres mises en culture.

On a vu trop de terres abandonnées à la végétation naturelle après 1 ou 2 essais de culture parce que les lourds engins mécaniques en défrichant avaient saccagé, pulvérisé ou tout simplement décapé le mince horizon humifère qui contient les 3/4 de la fertilité du sol.

Les méthodes de lutte antiérosive font intervenir des moyens de deux ordres :

- 1/ des moyens mécaniques comme les terrassements, le labour, le billonnage qui limitent la pente ou la rendent plus rugueuse,

2/ et des moyens biologiques qui visent soit à accélérer le recouvrement du sol, soit à freiner le ruissellement.

Les moyens biologiques sont les moins coûteux, les plus efficaces et donc les premiers auxquels il faut songer en région tropicale humide. Un simple coup d'oeil au tableau vous montrera que sur une pente de 7 % de la région d'Abidjan, on a pu réduire l'érosion sous culture de 90 tonnes/ha/an à 100 kg par l'usage de techniques biologiques bien adaptées au climat.

En quoi consistent ces techniques ?

- Elles consistent à utiliser tous les moyens permettant d'augmenter la croissance des végétaux et de recouvrir le sol pour intercepter l'énergie des gouttes de pluie,
- Plus précisément, il s'agit de semer tôt et dense des graines sélectionnées, sur un sol correctement fertilisé et labouré sans être pulvérisé, et d'assurer une protection phytosanitaire telle qu'on obtienne les meilleurs rendements sur les terres les plus favorables,
- En somme il s'agit de faire de la bonne agriculture en tenant compte du climat et des possibilités à long terme du sol.

Hudson disait qu'il avait perdu 40 fois moins de terre pour produire un sac de maïs en culture intensive qu'avec des méthodes traditionnelles extensives.

D'autres méthodes consistent à alterner sur une pente les cultures qui couvrent bien le sol et les cultures sarclées les plus sensibles. On a remarqué que les graminées non seulement absorbent bien les pluies et fixent les terres, mais encore sont capables de ralentir l'eau ruisselante venant de l'amont.

- Cette propriété des gazons a d'ailleurs été exploitée avec brio par les entreprises d'Abidjan qui ont pour tâche de protéger les talus de route (à l'échangeur de l'Indénié par exemple) et les jardins autour des nouveaux immeubles.

Si on alterne sur une pente une bande cultivée en maïs (culture sarclée protégeant mal le sol) et une bande en jachère (ou en culture fourragère), on remarque que les terres érodées sous maïs se déposent rapidement dans les premiers mètres de la jachère enherbée. D'où la méthode des bandes antiérosives, qui consiste à séparer

deux bandes cultivées en courbe de niveau par une bande enherbée en permanence de 2 à 10 m. de large. Si ce dispositif est bien respecté, il permet de transformer naturellement en 4 à 5 ans un paysage pentu en une suite de champs cultivés à faible pente séparés par des talus.

Rien n'empêche d'ailleurs de conjuguer les méthodes biologiques et mécaniques dont nous parlerons maintenant.

Un premier groupe de méthodes consiste à augmenter la rugosité du versant ou de la surface du sol pour ralentir le ruissellement. D'après Wischmeier (1966) le labour en grosse motte et selon les courbes de niveau diminue l'érosion de 25 % tandis que le billonnage isohypse le diminue de 50 %. (Notez qu'on est loin de l'efficacité antiérosive développée par le couvert végétal qui dépasse 99%).

Un second groupe de méthodes (j'allais dire le plus souvent décrit et utilisé) consiste à segmenter la longueur de la pente sans en réduire l'inclinaison : il s'agit de terrasses et de fossés de diversion. Ces méthodes exigent des moyens de terrassement coûteux et nécessitent un entretien régulier sans qu'on ait prouvé expérimentalement leur efficacité.

Notre expérience nous a appris que ces moyens sont à la fois trop chers et inadaptés dans nos régions tropicales humides ou même sèches.

Un troisième groupe de méthodes consiste à supprimer les pentes dans les champs cultivés en rattrapant les dénivellées par de véritables murs en pierre ou des talus enherbés : ce sont les terrasses en gradin comme on peut en voir tout autour du bassin méditerranéen et en Extrême Orient.

Cette méthode qui est très efficace mais horriblement coûteuse ne peut se justifier que dans le cas d'une population très dense à laquelle il faut à tout prix récupérer la moindre terre cultivable : je ne crois pas que ce soit le cas en Afrique de l'Ouest.

En résumé, les meilleures méthodes de lutte dans notre pays sont les méthodes biologiques associées peut être au labour en courbe de niveau. Encore qu'on arrivera peut-être à se passer du travail du sol en remplaçant les dépenses énergétiques des travaux cultureux par l'usage massif du paillage et des résidus de récolte.

CONCLUSIONS.

Nous voici arrivés au terme de notre exposé.

- La soif qui me travaille la gorge est là pour me rappeler que l'eau est un bien précieux, indispensable à la vie. Mais elle peut se retourner contre l'homme et dégrader son environnement.
- On n'arrêtera jamais tout à fait l'érosion, mais l'homme dispose de moyens extrêmement efficaces pour la réduire à des dimensions acceptables. C'est pour nous un sujet permanent de méditation que de penser que depuis l'Antiquité l'homme constate les méfaits de l'érosion et lutte plus ou moins efficacement pour effacer les blessures d'une terre nourricière trop souvent méprisée et exposée à l'agression des intempéries. Pourquoi a-t-il fallu attendre les années 1930 pour qu'il se décide à étudier la racine du mal, la cause de cette maladie ? Et combien d'années faudra-t-il encore avant que l'homme comprenne qu'il vaut mieux prévoir que guérir ?

Actuellement l'homme instruit n'a plus aucune excuse. On connaît la lèpre, le cancer capable de ronger sa terre. Mieux, on sait quel remède y apporter, et il faut le souligner, ce ne sont pas les moyens les plus coûteux qui sont les plus efficaces.

- Je pense que, alors que les 3/4 de l'humanité n'ont pas à manger à leur faim, ce n'est pas le moment de multiplier les interdictions pour sauvegarder la belle nature. Par contre il est urgent d'informer la masse du danger que le monde court en dilapidant le patrimoine foncier, en exploitant la terre comme une richesse minière que l'on épuise comme on peut. Il est urgent d'instruire la masse des méthodes modernes d'exploitation intensive mais conservatrice du sol, et mon vœu le plus sincère c'est que la conservation de la fertilité des sols prenne tout naturellement place à côté des méthodes de fertilisation, de drainage et d'irrigation dans l'enseignement et l'exercice d'une agriculture saine et pérenne.