

Institut Royal Colonial Belge

SECTION DES SCIENCES NATURELLES  
ET MÉDICALES

Mémoires. — Collection in-8°.  
Tome XI, fasc. 5.

Koninklijk Belgisch Koloniaal Instituut

AFDEELING DER NATUUR-  
EN GENEESKUNDIGE WETENSCHAPPEN

Verhandelingen. — Verzameling  
in-8°. — T. XI, afl. 5.

# L'ÉROSION

PROBLÈME AFRICAIN

PAR

M. VAN DEN ABEELE



**BRUXELLES**

Librairie Falk fils,

GEORGES VAN CAMPENHOUT, Successeur,

22, rue des Paroissiens, 22.

**BRUSSEL**

Boekhandel Falk zoon,

GEORGES VAN CAMPENHOUT, Opvolger,

22, Parochianenstraat, 22.

1941

LISTE DES MÉMOIRES PUBLIÉS

COLLECTION IN-8°

SECTION DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

Tome I.

- PAGÈS, le R. P., *Au Ruanda, sur les bords du lac Kivu (Congo Belge). Un royaume hamite au centre de l'Afrique* (703 pages, 29 planches, 1 carte, 1933) . . . fr. 125 »

Tome II.

- LAMAN, K.-E., *Dictionnaire kikongo-français* (xciv-1183 pages, 1 carte, 1936) . . . fr. 300 »

Tome III.

1. PLANQUAERT, le R. P. M., *Les Jaga et les Bayaka du Kwango* (184 pages, 18 planches, 1 carte, 1932) . . . . . fr. 45 »  
2. LOUWERS, O., *Le problème financier et le problème économique au Congo Belge en 1932* (69 pages, 1933) . . . . . 12 »  
3. MOTTOULLE, le D<sup>r</sup> L., *Contribution à l'étude du déterminisme fonctionnel de l'industrie dans l'éducation de l'indigène congolais* (48 pages, 16 planches, 1934) . . . . . 30 »

Tome IV.

MERTENS, le R. P. J., *Les Ba dzing de la Kamtsha :*

1. Première partie : *Ethnographie* (381 pages, 3 cartes, 42 figures, 10 planches, 1935) . . . . . fr. 60 »  
2. Deuxième partie : *Grammaire de l'Idzing de la Kamtsha* (xxxv-388 pages, 1938) . . . . . 115 »  
3. Troisième partie : *Dictionnaire Idzing-Français suivi d'un aide-mémoire Français-Idzing* (240 pages, 1 carte, 1939) . . . . . 70 »

Tome V.

1. VAN REETH, de E. P., *De Rol van den moederlijken oom in de inlandsche familie* (Verhandeling bekroond in den jaarlijkschen Wedstrijd voor 1935) (35 bl., 1935) . . . . . 5 »  
2. LOUWERS, O., *Le problème colonial du point de vue international* (130 pages, 1936) . . . . . 20 »  
3. BITTREMIEUX, le R. P. L., *La Société secrète des Bakhtimba au Mayombe* (327 pages, 1 carte, 8 planches, 1936) . . . . . 55 »

Tome VI.

- MOELLER, A., *Les grandes lignes des migrations des Bantous de la Province Orientale du Congo belge* (578 pages, 2 cartes, 6 planches, 1936) . . . . . fr. 100 »



# L'ÉROSION

---

PROBLÈME AFRICAIN

PAR

**M. VAN DEN ABEELE**

MÉM. INST. ROYAL COLONIAL BELGE.

---

Présenté à la séance du 15 février 1941.

---

# L'ÉROSION, PROBLÈME AFRICAIN

---

## I. — EROSION DU SOL.

Les techniciens responsables reconnaissent aujourd'hui que l'érosion du sol dans de nombreuses parties du monde constitue l'obstacle le plus important au bien-être futur de l'humanité.

Dans la plupart des pays neufs l'influence européenne est responsable de la rapide détérioration du sol.

Ce problème ne semblait pas devoir retenir particulièrement l'attention des colonisateurs dans les pays tropicaux. La luxuriante végétation tropicale pouvait, en effet, faire supposer une fertilité extraordinaire du sol. On était fondé à penser que l'introduction d'une technique progressiste, ayant fait ses preuves sur le vieux continent, et se substituant progressivement à la culture de rapine des aborigènes, constituait une garantie pour l'avenir. Les faits donnèrent à cet espoir un cruel démenti : le sol tropical mit trop généreusement ses faibles richesses à la disposition des cultivateurs, et sa fertilité, apparemment illimitée, disparut avant même que le dommage fût pleinement constaté.

Les milieux avisés se rendent compte aujourd'hui de l'étendue du désastre et ils se demandent pourquoi, dès que l'Européen s'installe dans un pays neuf, il a comme compagne l'invariable destruction de la fertilité du sol.

A vrai dire, les dégâts de l'érosion, à des degrés divers, sont à noter aujourd'hui dans toutes les régions habitées par l'homme civilisé, à l'exclusion du Nord, du Centre et de l'Ouest de l'Europe.

Ils sont la manifestation d'une « maladie » qui semble devoir atteindre toute civilisation basée sur le modèle

européen qui cherche à s'étendre en dehors des limites du vieux continent.

Ce déséquilibre est un grand danger menaçant la sécurité de l'homme blanc dans les pays neufs et de l'homme de couleur dans de vastes régions tropicales et subtropicales de l'Afrique et de l'Asie.

Jusqu'en ces dernières années, l'érosion était souvent considérée comme un problème local n'ayant des conséquences minimales que pour certaines exploitations agricoles mal situées ou mal gérées.

Plus qu'auparavant la conservation des sols a attiré l'attention du monde agricole pendant la décennie de 1930 à 1940. On est arrivé à comprendre que la protection des sols cultivés contre les forces de l'érosion et de la dégradation constitue dans presque tous les pays neufs un problème fondamental, lequel, tout en présentant des objets divers et affectant des intérêts particuliers, mérite d'être considéré d'un point de vue général.

Les enquêtes entreprises ont montré à suffisance que l'érosion constitue, en réalité, « une maladie contagieuse », semant la destruction sur d'énormes étendues, sans égard pour les limites des propriétés privées et les frontières des États. Les innocents sont affectés par les conséquences de cette « maladie » comme les coupables.

Ce n'est que récemment que fut employé le terme sensationnel de « rapt de la terre » et que la responsabilité des gouvernements fut mise en cause, parce que la terre doit être considérée comme un patrimoine commun de l'humanité. L'Institut International d'Agriculture de Rome s'est donné comme tâche méritoire de coordonner au point de vue technique les mesures conseillées en vue de combattre l'érosion dans les différents pays menacés.

Comme pour toutes les « maladies contagieuses », le moyen le plus efficace consiste à engager la lutte dès la manifestation des premiers symptômes.

Le problème de l'érosion est récent et historique en même temps.

Le service de la conservation du sol aux États-Unis signale qu'approximativement 50 millions d'acres <sup>(1)</sup>, autrefois cultivés dans le pays, sont devenus complètement impropres à l'agriculture, à la suite des dégâts provoqués par l'érosion; 50 millions d'acres ont perdu pratiquement toute leur terre végétale et seront prochainement à ajouter aux précédents.

Le rapport officiel du département de l'Agriculture ajoute qu'environ 100 millions d'acres actuellement sous culture ont perdu la plus grande partie de la couche arable. En résumé, la moitié des meilleures terres de culture des États-Unis ont été affectées par l'érosion à des degrés divers. Des dizaines de milliers de fermiers sont devenus des exploitants de sous-sol, ce qui signifie qu'ils sont près de devenir des fermiers réduits à la faillite sur un sol ruiné.

En Afrique du Sud, le problème de l'érosion domine tous les autres, quelle que soit leur importance économique actuelle. On sait que le climat et l'orographie de l'Union sont tels que 15 % seulement de la superficie conviennent pour la culture; 5 % sont effectivement emblavés. L'érosion y a revêtu les proportions d'un désastre national de première importance auquel on s'efforce actuellement de remédier. Dans l'effort de redressement, le Gouvernement exproprie de très vastes superficies de terre en régions montagneuses, en vue de prévenir de nouveaux dégâts par le pâturage excessif, le labour des pentes raides et la dessiccation ultérieure par ruissellement anormal. Des travaux de boisement sont entrepris sur ces terrains. Les exemples du passé incitent à la réflexion. Le déclin des civilisations de Babylone et de l'Assyrie, de la Perse, de Carthage et enfin de l'Empire romain est partielle-

---

(1) 1 acre : 0,40468 hectare.

ment dû à la destruction des forêts et à une méthode de culture qui n'avait pas assuré une véritable harmonie entre les activités agricoles des hommes et les forces de récupération de la nature.

Que de cités ruinées ne trouve-t-on pas aujourd'hui dans les régions arides qui représentaient autrefois les terres les plus fertiles, véritables greniers de l'humanité ! La perte de fertilité constitue le premier stade de l'érosion du sol. L'érosion du sol, à cette époque comme aujourd'hui, a suivi l'épuisement, favorisé par un déboisement excessif. De nos jours, de l'Espagne à la Palestine, il n'y a plus guère de massifs forestiers et la richesse incalculable que représentait le sol des régions dont nos ancêtres tiraient leur bien-être repose au fond de la Méditerranée.

Si les pays riverains n'ont pas souffert de paralysie définitive, la cause principale réside dans la rapidité relative avec laquelle les roches du sous-sol ont donné naissance à un nouveau sol végétal.

Mais cette formation de nouveau sol n'exclut pas les nouvelles possibilités d'érosion.

Partout où fut détruite exagérément la couverture végétale naturelle, principalement la couverture forestière, aucun pouvoir humain n'a pu, jusqu'à présent, tenir *définitivement* en échec les forces destructives des pluies torrentielles et des ouragans sur la fécondité du sol.

L'Europe occidentale, berceau de la civilisation moderne, semble immunisée contre le danger de la lente désagrégation par l'érosion du sol. Il est téméraire de prévoir l'avenir, mais on est cependant fondé à penser que dans cette partie du monde on est arrivé à un *équilibre du sol*, qui reste sous l'influence des conditions écologiques et de méthodes culturelles bien adaptées, l'un des plus productifs et des plus stables connus. La somme de travail déployée pour arriver à pareil résultat provoque l'admiration.

Le système de culture appliqué en Europe au cours des

siècles a considérablement accru la fertilité du sol et l'histoire agricole de la Belgique est à ce propos un des exemples les plus significatifs. Que l'on songe que la production agricole d'un pays restreint et industriellement organisé comme la Grande-Bretagne est équivalente à celle du Canada. Certains ont voulu voir comme cause principale de l'immunité relative de l'Europe occidentale contre l'érosion un climat toujours humide, sans pluies torrentielles. La véritable raison doit avant tout être trouvée dans la parfaite adaptation des méthodes agricoles au climat.

Le fermier européen, essentiellement conservateur, a considéré la terre, répartie en petites et moyennes propriétés, comme un héritage devant être cédé à la génération suivante dans d'aussi bonnes conditions de productivité que celles dans lesquelles elle fut autrefois transmise.

Cette bonne compréhension n'est pas le résultat d'un sentiment de haute philanthropie, mais elle est la conséquence d'un atavisme familial, basé sur une question de fait : les terrains couverts autrefois de forêts étaient en général pauvres, impropres comme tels à la culture intensive. Seules les améliorations successives apportées par les occupants ont *graduellement* permis des rendements importants. La classe agricole européenne est généralement restée modeste dans ses besoins et se contente de bénéfices réduits.

Les circonstances dans lesquelles le Nouveau Monde et l'Afrique furent ouverts à l'agriculture et colonisés ne sont pas comparables.

Les défrichements et l'exploitation furent entrepris par des colons de l'Europe septentrionale et occidentale, c'est-à-dire de pays à pluviosité modeste et n'ayant pas connu dans leurs anciennes patries les effets désastreux de l'érosion du sol. Trop souvent ces colons n'étaient pas issus d'une classe rurale. Cette colonisation est caractérisée par un manque d'harmonie entre les efforts de la société humaine, efforts d'ailleurs largement facilités par l'utilisa-

tion de machines agricoles de plus en plus perfectionnées et par le concours du moteur à explosion, et les forces de la nature. A quelques exceptions près, dans les pays lointains, les profits et la richesse purent être aisément gagnés en exploitant et en épuisant les sols vierges. L'exportation des produits tels que le coton, le maïs, les arachides, etc. s'est trop souvent effectuée au détriment du capital « sol ».

Que l'on songe qu'aux États-Unis plus de 40 millions d'acres de terrains neufs furent mis sous la charrue pendant la guerre mondiale et la période qui la suivit immédiatement. Ils furent exploités au maximum dans le but de satisfaire aux demandes croissantes de l'Ancien continent en produits agricoles de toutes espèces, dont la vente procurait momentanément de hauts bénéfices. Ces terrains furent rapidement épuisés et abandonnés. Dans les pays neufs, où la densité de la population est faible, où domine la grande propriété, où le capital ne manque pas, l'agriculture a favorisé les forces destructives non dominées de l'eau et du vent.

De nombreux exemples pourraient être puisés en Afrique, démontrant que les circonstances dépassant le contrôle humain ont incité les occupants à exploiter des terres nouvellement acquises, au delà des limites de sécurité. Ces limites étaient, à vrai dire, imparfaitement fixées et la science qu'est la pédologie n'a vu le jour que récemment.

Trop souvent ce manque de mesure a eu pour résultat de permettre à l'érosion de s'installer, timidement d'abord, en maîtresse ensuite. Dans l'éventualité où l'érosion du sol constitue un phénomène isolé, localisé à un certain nombre d'exploitations agricoles gérées imprudemment, le remède est facile. Mais lorsque l'érosion menace de paralyser une région entière, il faut envisager des mesures fondamentales de changement d'exploitation et de standard de vie des agriculteurs.

De nombreuses régions étant intéressées au problème,

L'érosion devient un problème national, parce qu'il intéresse toutes les classes de la société et introduit dans la communauté le sentiment d'insécurité explicable par le fait de la compréhension que la seule fondation sur laquelle une civilisation peut reposer est celle d'un sol stable et capable d'assurer la pérennité de l'alimentation et des exportations de produits agricoles. Le changement du régime hydrographique doit être particulièrement envisagé, parce qu'il provoque des crues anormales et des inondations sur de très vastes superficies.

*Un sol épuisé et un sol instable.* — L'épuisement successif de vastes terrains est donc une cause de déséquilibre. La mise en valeur des terrains dans les pays neufs n'a pas été entreprise suivant une évolution normale en fonction des conditions locales, mais bien suivant une exploitation soudaine et inconsidérée dans des territoires impréparés. Les études écologiques et pédotechniques n'ont pas précédé l'exploitation agricole entreprise suivant des méthodes extensives.

La colonisation s'est nécessairement établie aux dépens de la végétation, de la couverture naturelle du sol constituant la plus efficace des protections, le plus souvent aux dépens du manteau forestier. Le colon est possédé par la hantise du défrichement, par le désir de « faire de la terre », insuffisamment contrebalancé par celui de ménager celle qu'il occupe.

Malheureusement, les victoires de la culture sur la végétation spontanée, principalement sur l'arbre, sont en général provisoires et sans retour.

\*  
\* \*

Le premier pas vers l'érosion est une perte de fertilité. Quelle qu'en soit la cause, elle est accompagnée d'une détérioration des propriétés physiques du sol et d'une perte correspondante de sa stabilité, c'est-à-dire de sa capacité de rester en place.

Le terme fertilité devrait s'appliquer à la fois au sol et à la végétation : le premier et la seconde étant interdépendants.

L'agriculteur dans les pays neufs a une tendance marquée de soigner uniquement la plante. Il travaille pour le présent et oublie que le sol, lui aussi, naît, vit et meurt. En soignant le sol et la plante, il veillerait aux intérêts du présent et de l'avenir.

De tous temps, sous les tropiques, les pertes en éléments biogènes par lessivage et ruissellement ont largement dépassé toutes les exportations. M. Beirnaert, chef de la division scientifique de l'Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo belge, écrivait récemment : « Dans une terre trop nettoyée, ayant subi plusieurs mois de dénudation, mal couverte, le sol perd, à la suite de ces façons culturales, onze fois autant d'Az que la quantité employée par la plante elle-même. Les négligences culturales minent la terre plus sûrement que la plante la plus épuisante. L'âge d'une culture dépend des soins et surtout du degré de protection du sol. Si la bonne couverture n'augmente pas toujours la productivité lors des premières années de culture, elle peut prolonger de nombreuses années la rentabilité de la terre ».

Le complexe colloïdal est le premier élément de la fertilité du sol et la meilleure garantie contre l'érosion.

C'est lui qui règle la structure des sols, leur économie en eau et en air. Ce complexe colloïdal est fonction, avant tout, de l'économie en humus, qui constitue donc le reflet des soins apportés au sol. Le sol constitue un système colloïdal instable; l'humus, au contraire, est un système colloïdal stable. Par humus, il faut entendre toute matière organique du sol d'origine animale ou végétale, qui ne possède plus aucun des caractères fondamentaux des matériaux dont elle provient et qui s'est transformée en un complexe colloïdal plus ou moins homogène de substances secondaires. La forêt équatoriale entretient perpétuelle-

ment sa fertilité parce qu'elle produit son propre humus; en d'autres termes, le sol forestier dans les pays tropicaux est un système en équilibre parfait avec sa végétation. La forêt vit sur elle-même. Avec l'eau et le soleil, elle n'a plus besoin de rien de nouveau pour vivre; elle réalise un « climax ». Que la forêt soit abattue ou brûlée et brusquement l'équilibre est rompu.

Le taux d'humus dans le sol forestier d'Yangambi, dans la cuvette centrale congolaise, déterminé par la méthode du permanganate, varie de 1,25 à 1,29 % dans la couche ayant 50 cm. de profondeur. Cette teneur correspond à environ 100 tonnes d'humus à l'Ha.

M. Beirnaert estime que les pertes en humus dans les premières années qui suivent le défrichement forestier peuvent être évaluées à 10 tonnes par Ha et par an. Pendant chaque mois de dénudation, après l'abatage de la forêt, la destruction d'humus serait environ de 1 tonne par Ha.

La perte de matières organiques due à l'incinération de la forêt s'évalue à 500-700 tonnes par Ha.

On peut généralement estimer à 15 tonnes par Ha et par an la quantité de matières à restituer en tant que masse organique, pour équilibrer la perte annuelle de matières organiques des sols congolais. Dans le cas des plantations arbustives ou arborescentes fournissant au terrain un abri suffisant contre l'insolation et l'érosion, une augmentation de 10° C. de la température du sol double la vitesse de destruction des matières organiques.

Ce dernier chiffre met en relief l'importance de la couverture du sol, qui joue un rôle essentiel comme régulateur de la pédotempérature.

L'eau tombant sur une terre s'infiltré, s'évapore ou ruisselle. L'infiltration est influencée par les principaux facteurs suivants : porosité, proportion de matière organique contenue dans le sol, déclivité et profil du sol, nature de l'enracinement des plantes, etc.

La porosité, c'est-à-dire le pourcentage en volume occupé par les particules solides, dépend de toute évidence de la texture du sol, de son origine géologique.

Personne n'ignore que les sols humifères ont un pouvoir absorbant pour l'eau supérieur à celui des sols minéraux. De nombreuses expériences ont établi la corrélation entre la quantité d'humus contenue dans le sol et son pouvoir rétentif en eau.

A volume égal, la dessiccation au four démontre que la terre humifère est trois fois plus légère que la terre voisine non humifère.

A 10 cm. de profondeur un volume déterminé de terre humifère absorbe par minute 14 fois plus d'eau qu'un volume identique de terre non humifère; à 3 cm. de profondeur la proportion est de 1 à 50.

L'influence du boisement sur la porosité du sol ressort du chiffre suivant : à 3 cm. de profondeur, le degré moyen d'absorption d'une plantation vieille de 17 ans était de 107 cc. par minute; il était de 8 cc. dans la terre adjacente voisine entièrement dénudée. La constitution physique du sol dans les colonies est beaucoup plus importante que sa constitution chimique, parce qu'elle influe directement sur la quantité d'eau susceptible d'être infiltrée, donc d'être mise réellement à profit. L'humus, agent très important d'amélioration de la condition physique du sol, est malheureusement sous le climat tropical l'élément le plus fragile à conserver et à reconstituer en dehors du couvert boisé.

La détérioration physique la plus significative résultant de la dénudation est une réduction de porosité et de cohésion du sol. Les eaux pluviales qui étaient autrefois absorbées par le sol ruissellent à la surface et emportent des particules de sol. L'érosion de surface, dénommée « sheet erosion » par les Américains, commence.

Ce premier stade passe souvent inaperçu : quelques centimètres seulement de sol sont enlevés au cours d'une saison agricole. Cependant, le mal existe et s'amplifiera,

car la partie sous-jacente de la terre arable, exposée maintenant à la surface, est moins absorbante que la couche érodée. Le ruissellement prend, sans tarder, des proportions inquiétantes dans les sols en pente, où sa vitesse augmente le pouvoir érosif.

Les théories de l'hydraulique établissent que la force développée par l'eau en mouvement est fonction du carré de la vitesse ( $v^2$ ), sa capacité de transport, qui n'est autre que le pouvoir érosif, fonction de  $v^3$  et la grandeur des particules transportées fonction de  $v^6$ . Cela signifie que si la vitesse d'un courant est double de celle d'un autre, sa force sera quadruple, son pouvoir érosif **32** fois plus grand et il pourra transporter des particules **64** fois plus grosses.

Remarquons aussi qu'une eau chargée de limon, et par conséquent plus dense, pourra transporter des particules plus grosses que l'eau pure, objet des calculs ci-dessus, et aussi qu'à l'action mécanique de l'eau s'ajoute celle des particules transportées.

Au bout de peu de temps, les eaux de ruissellement forment des ruisselets dont le volume dépasse les obstacles, dévale les pentes à vitesse accélérée ou se concentre en un point de moindre résistance, y provoquant des ravinelements. Quelques dizaines d'années à peine suffisent dans certaines régions à former des dépressions ou ravins dénommés « canyons », dont certains provoquent l'étonnement des touristes.

Sans les ravins, l'érosion en nappe, beaucoup moins spectaculaire, mais plus insidieuse et destructive, passerait souvent inaperçue.

On a constaté qu'à Java un sol dénudé peut perdre annuellement entre **50** et **120** tonnes de limon par Ha. La comparaison des observations faites dans plusieurs pays permet de citer le chiffre moyen de **75** à **80** tonnes enlevées annuellement par le ruissellement aux sols cultivés en pente. Cela revient à dire qu'après quelques rotations il ne restera que le sous-sol et qu'avant ce stade ultime le terrain aura déjà dû être abandonné par l'agriculteur.

En fait, l'érosion de surface est comme une maladie de langueur qui anémie tout l'organisme, sans manifestation extérieure sérieuse. Au moment où les symptômes se caractérisent, il s'avère indispensable d'appliquer un traitement compliqué et onéreux pour essayer de rétablir la situation. L'érosion est également un facteur de la latéritisation des sols.

L'érosion avec formation de ravins est cependant la conséquence directe de l'érosion de surface et la lutte contre la première est donc fonction des mesures préventives contre la seconde.

L'érosion de surface, en enlevant la couche ayant le plus grand pouvoir absorbant pour l'eau, non seulement provoque un renforcement du ruissellement futur, mais encore diminue la valeur et l'utilité directe des précipitations.

Dans les régions où chaque goutte de pluie est nécessaire à la production végétale, cette conséquence de l'érosion est plus grave encore que la perte actuelle de fertilité.

En Amérique du Nord, en Afrique du Sud, on parle souvent d'une régression de la pluviosité. Il est plus exact de constater que les effets des années déficitaires en pluies dans ces pays n'auraient pas été aussi dévastateurs il y a 50 ans, parce qu'une partie plus importante des précipitations y aurait été retenue par le sol absorbant et utilisée pour les récoltes.

Aujourd'hui, des pluies anormalement élevées y sont nécessaires pour produire les mêmes récoltes que des précipitations moyennes à cette époque.

## II. — IMPORTANCE DE L'ÉROSION.

Dès que la végétation naturelle est détruite, la première chose qui disparaît avec une rapidité déconcertante, c'est la fertilité du sol. Ceci est particulièrement marqué pour les sols tropicaux forestiers.

La forêt est une association stable qui ne se modifiera pas ou très peu, aussi longtemps que les conditions extérieures ne changent pas. Le matériel nutritif est enfermé dans la végétation. La matière organique qui meurt est décomposée rapidement et rentre dans le cycle fermé. L'état d'équilibre qui s'établit entre la matière organique qui meurt et celle qui naît semble parfait.

Le sol minéral contient peu d'aliments pour la plante. La fertilité qui a produit l'association végétale la plus luxuriante du monde est en grande partie contenue dans la végétation elle-même. Le sol est un peu plus qu'un support pour les racines, une voie de passage dans laquelle les matières nutritives, issues des débris végétaux, sont rapidement transformées et assimilées.

En général, les agriculteurs indigènes dans les pays tropicaux se sont instinctivement rendu compte que la soi-disant richesse des sols, principalement des sols de forêt, est souvent fallacieuse.

Ils ont instinctivement appliqué l'agriculture nomade, la « shifting cultivation » ou « Raubkultur », dont l'économie consiste à défricher des parcelles de forêts en vue de la culture et d'abandonner celles-ci en vue de la régénération de la couverture naturelle avant que le sol ait perdu trop de sa fertilité. La jachère nue est exclue; les forces reconstructives de la nature jouent un rôle primordial dans la rotation.

La fertilité de la terre suffit en général, bien qu'elle diminue légèrement à chaque nouveau défrichement, pour entretenir une population primitive, peu nombreuse, déployant une activité agricole réduite. Mais cette agriculture nomade devient, par contre, un véritable danger dès que les indigènes sont forcés de rester trop longtemps sur les parcelles défrichées, soit à cause d'une augmentation trop rapide de la population ou de cessions trop nombreuses de terre à des Européens, soit à cause de la nécessité de produire un tonnage de plus en plus impor-

tant de produits d'exportations à bon marché, non accompagnée d'une cadence plus accélérée de pénibles travaux de défrichement, qui seraient d'ailleurs insuffisamment rémunérés.

La fertilité du sol tombe alors rapidement à un niveau qui ne permet plus la reconstitution d'une végétation naturelle suffisamment régénératrice.

La durée de la jachère naturelle, sa qualité conditionnent dans une large mesure l'avenir de l'agriculture indigène et préoccupent à juste titre les techniciens agricoles.

La rétrogradation se manifeste bien plus dangereusement lorsque la forêt vierge est remplacée par de vastes plantations arbustives permanentes à caractère capitaliste : théiers, caféiers, cacaoyers, hévéas, sisal et autres, notamment quand on néglige les mesures indispensables pour rendre au sol les matières organiques et minérales exportées par la récolte et surtout qu'on ne prend pas les mesures préventives élémentaires (fertilisation, terrassements, engrais verts, plantes de couverture, etc.) de manière à réduire le lessivage à un minimum tolérable. Les méthodes d'ouvertures progressives écartant tout brûlage ou réduisant celui-ci à un strict minimum revêtent également une importance dans la poursuite du même but.

Un connaisseur particulièrement qualifié de l'agronomie tropicale, Vageler, émet l'avis qu'au moins 75 % des échecs en agronomie tropicale ou subtropicale sont dus principalement au fait que les planteurs n'avaient pas su choisir convenablement leur terrain et ignoraient les caractères essentiels des sols qu'ils s'étaient décidés à exploiter.

C'est surtout le manque d'adaptation des méthodes d'ouverture et des méthodes culturales au sol et au climat qui me paraît devoir être considéré comme facteur essentiel de non-réussite. Le colon africain doit, dans une large mesure, « faire son sol ». Le Japon, Java peuvent être cités comme exemples de pays à grande densité de population

paysanne où le climat et la topographie favoriseraient la détérioration des sols et l'érosion, mais où elles sont restées peu importantes, parce que les agriculteurs ont su y dominer avec succès les forces de la nature.

Il n'en est pas de même de la Malaisie, de Ceylan, où l'adoption du « clean weeding » en pays accidenté s'est avérée désastreuse pour la conservation du capital sol. Dans ces pays plus qu'ailleurs on se rend compte que la nature apporte sous les tropiques de rapides changements.

Qui n'a pu voir sous les climats tempérés les conséquences regrettables en matière d'érosion, résultant d'une mauvaise utilisation du sol pendant 20 ou 30 ans? Sous les tropiques, les mêmes résultats sous l'influence de causes identiques seront enregistrés dans le dixième de ce temps.

Certains sont portés à croire qu'aucun système en dehors de la culture nomade n'est susceptible, d'une manière générale sous l'organisation humaine, d'assurer une stabilité durable de la fertilité des sols tropicaux.

Cette opinion pessimiste se trouve singulièrement affaiblie par l'exemple des vastes plantations à caractère intensif entreprises sur terrains forestiers dans les Indes Orientales et sur lesquelles une technique appropriée, non seulement a tenu en échec l'érosion, mais a assuré, après plus de cinquante ans de culture, de magnifiques récoltes de café, tabac, caoutchouc, thé, etc. Il est possible, quoique non démontré, que la pérennité des rendements de ces plantations n'aurait pu être assurée malgré les soins exemplaires dont elles furent l'objet, si, pour la plupart, elles n'avaient été établies sur des sols très jeunes, dérivant d'éruptions volcaniques récentes, contenant par conséquent des réserves nutritives bien plus importantes que celles que l'on trouve dans les sols tropicaux en général.

Si nous avons insisté sur le rôle important de la structure dans le phénomène de l'érosion, c'est principalement parce que cette structure est le reflet de la nature et de l'histoire du milieu dans lequel le sol a été formé et qu'elle

constitue le caractère le plus profondément affecté par l'intervention humaine et le plus important dans l'érosion contemporaine.

Partout où l'homme s'installe il veut opérer des transformations. Le cultivateur cherche à usurper les fonctions de la végétation naturelle dans la formation du sol, qu'il vise à modifier de manière à produire les récoltes qu'il désire, plutôt que les plantes pour lesquelles le sol est le mieux adapté.

L'histoire de la distribution géographique des plantes économiques présente sous ce rapport un intérêt particulier. De pareilles opérations poursuivies inconsciemment dans le temps ne peuvent manquer d'être accompagnées de profonds changements dans la texture du sol.

L'orientation du changement dépend de l'évolution de l'agriculture et de la communauté qui en exerce la pratique. Si le changement est dans la direction de l'augmentation de la stabilité du sol, la communauté prospérera; dans la négative, elle déclinera.

A travers toute l'histoire, le but plus ou moins conscient de la culture a été de produire une structure grumeleuse du sol. La réussite est assurée sous nos climats tempérés, mais sous les tropiques le problème présente des difficultés particulières, qui ne sont que partiellement résolues.

Plusieurs spécialistes se demandent encore si une méthode connue d'utilisation économique du sol produira une structure grumeleuse stable dans les sols tropicaux humides ou si une culture choisie ou une application rentable d'engrais pourront remplacer la luxuriante végétation sauvage comme agent de fertilisation et de stabilisation du sol.

En ce qui concerne le Congo belge, les engrais artificiels n'ont généralement pas produit des résultats positifs. Le succès éventuel de leur utilisation restera toujours sous la dépendance de la régénération des sols en matière organique, à l'adoption préalable d'une politique d'humus.

Tout permet d'espérer que des conceptions entièrement nouvelles au sujet de l'agriculture tropicale et de l'utilisation des terres verront le jour, dans lesquelles la culture économique et l'élevage joueront un rôle important. Nous insistons sur l'aspect économique du problème, parce qu'un système agricole, le « shifting cultivation » (système Bantou), actuellement reconnu comme préservant la stabilité du sol, ne répond pas à la condition économique envisagée et ne peut donc être logiquement conseillé à titre définitif par un colonisateur soucieux d'augmenter la production agricole dont les marchés mondiaux ont un impérieux besoin.

### III. — LES PRINCIPES DE LA CONSERVATION DU SOL.

Il n'y a rien de nouveau dans l'idée de la conservation du sol. Celle-ci est aussi ancienne que l'agriculture elle-même, dont elle était pour ainsi dire synonyme, quoique personne n'utilisât le terme « érosion ».

Une bonne gestion agricole ne consiste pas seulement à produire de bonnes récoltes, mais aussi à assurer la pérennité de celles-ci.

Dans les régions humides de l'Europe, principalement avant l'adoption des machines et des engrais chimiques, de bonnes récoltes n'étaient susceptibles d'être obtenues qu'en adoptant une série de mesures comme la fumure organique, l'exploitation mixte et la rotation, qui toutes tendaient en même temps à améliorer le sol de manière permanente.

Un seul type d'érosion préoccupait le cultivateur : le type vertical, consistant dans l'entraînement, dans les parties profondes du sol, des eaux pluviales ayant solubilisé des sels utiles à la plante.

En vue de la tenir en échec, de nombreuses opérations culturales (hersages, roulages, binages) furent mises en œuvre.

En fait, l'érosion latérale, à la suite de ces pratiques, n'était pas à craindre, les longues sécheresses, les pluies torrentielles étant pratiquement inexistantes. L'érosion verticale implique l'entraînement des parties solubles du sol, l'érosion « latérale » celle des parties insolubles.

L'érosion verticale est toujours susceptible d'apparaître dans les régions humides où le mouvement de l'eau dans le sol est surtout descendant, beaucoup moins à craindre dans les régions tropicales, où le mouvement ascendant se trouve encouragé par la transpiration intense des plantes, en dépit du degré hygrométrique très élevé de l'air.

Par contre, l'érosion « latérale » y fera rapidement son apparition dans les sols non protégés, parce que le pouvoir stérilisateur de la lumière vis-à-vis des matières organiques y est plus grand, que la chaleur pulvérise le sol et que ce dernier a tendance à perdre une partie de son pouvoir absorbant en eau quand il se dessèche.

La végétation naturelle entrave l'érosion « verticale » en conservant en circulation dans les plantes les matières nutritives solubles, qui sont par ailleurs restituées au sol par la mort naturelle de la plante. Elle entrave aussi l'érosion « latérale » par l'effet cohésif des racines, par l'action physico-chimique de l'humus en décomposition sur la structure du sol et enfin par l'influence de l'écran protecteur qui affaiblit l'impact de la pluie et diminue l'échauffement. Le cultivateur européen ne s'est généralement pas rendu compte du fait qu'en travaillant son sol il le dédommageait pour sa perte de protection autrefois assurée par la végétation naturelle. Ce qui importait pour lui, c'est de maintenir la terre humide. Agriculture et conservation de sol étaient inséparables et indistinguables.

Dans l'agriculture des régions tropicales et subtropicales, la création de terrasses n'a pas tardé à jouer un rôle similaire à celui du labour et du hersage dans l'agriculture des pays humides : conserver l'humidité du sol, aérer la couche arable.

La conservation du sol comprise comme contrariant l'effet destructif de la pluie sur le sol cultivé a été un fait essentiel, quoique souvent incidentel, dans tout système agricole réussi.

Aussi longtemps que les hommes, guidés par leur intuition et avec des instruments rudimentaires facilitant le travail manuel, traitaient le sol à leur meilleur avantage, la conservation du sol s'assurait d'elle-même. Ce n'est que depuis que la science a montré le moyen d'augmenter le rendement naturel de la terre que la conservation du sol s'avère devoir être considérée comme une branche distincte de l'agriculture.

Malheureusement pour le sol, il fut trouvé que les systèmes agricoles qui entravaient l'érosion verticale des sols dans les régions humides de l'Europe pourraient être adoptés dans les terres des régions tropicales ou subtropicales de pays neufs où l'érosion « verticale » est sinon inexistante, du moins peu importante.

Les colons européens s'y installant avec des moyens puissants (tracteurs, machines agricoles, etc.) appliquèrent sur de vastes étendues les méthodes traditionnelles de culture de leur pays.

L'erreur de ces pratiques après quelques décades fut mise en évidence : l'aspect agricole de la conservation du sol méconnu, les vastes profits réalisés entamèrent le capital sol souvent jusqu'à complet épuisement de celui-ci.

Les principes de conservation du sol qui devront être introduits dans l'agriculture moderne des régions semi-arides ou tropicales sont fondamentalement les mêmes que ceux qui étaient appliqués autrefois dans le Nord de la Chine, par exemple terrasses, mais modifiés pour s'adapter aux nouvelles conditions d'exploitation de notre époque.

Le premier objet de la conservation du sol est d'utiliser au maximum les pluies. Quand cela est résolu, le pro-

blème de la protection contre l'érosion « latérale » est déjà à moitié résolu.

Dans les régions tropicales humides, le problème se trouve être compliqué par le fait d'une menace d'érosion verticale et latérale dans les sols dénudés, raison pour laquelle il est sage de tenir compte de l'expérience acquise dans la conservation du sol, à la fois dans les régions humides, tempérées et tempérées arides.

Mais partout où l'aspect agricole de la conservation du sol a été négligé au profit de l'opportunité économique, sa reprise en considération signifiera que quelqu'un devra consentir une réduction de profit immédiat ou supporter une perte plus importante qu'auparavant. Voilà la difficulté. Les principes de base de la conservation du sol dans les terres semi-arides furent appliqués par nos ancêtres; elles sont extrêmement simples sur papier, mais leur réintroduction, nécessitée par les circonstances, constitue une véritable révolution après une période économiquement très profitable de négligence.

Le premier principe qui est à la base de toute mesure pour entraver l'érosion dans les régions tropicales est de réduire la vitesse de l'eau entraînant les particules de terre, ainsi que la quantité de ces dernières.

La réduction de la vitesse diminue automatiquement la quantité, puisque plus la vitesse est faible, plus l'eau a la chance d'être absorbée par le sol.

La méthode la plus commune et la plus simple de réduire la vitesse est la méthode mécanique qui consiste à détruire la pente par le terrassement. Diminuer de moitié la vitesse d'écoulement aura pour effet de réduire au quart la puissance érosive. Le terrassement est la plus ancienne méthode connue pour combattre l'érosion, mais les anciennes terrasses sont peu applicables à la culture fortement mécanisée.

La large terrasse de contour qui rencontre actuellement tant de faveur aux États-Unis est mieux adaptée aux con-

ditions modernes. On peut lui reprocher de ne pas se concilier entièrement avec la culture mécanisée. Mais pareille incompatibilité partielle est plutôt un bien, puisqu'elle entrave l'application de méthodes destructives telles que le labour ou le billonnage dans le sens de la pente.

Le profil des terrasses doit être établi de telle manière que l'eau captée soit utilisée le plus efficacement.

Leur établissement, comme celui des digues, est devenu un travail spécialisé d'ingénieurs, dans lequel interviennent de nombreuses contingences : climatologie locale, topographie, géologie, pédologie, phytogéographie, etc. Il se conçoit aisément que comme l'objet des terrasses est d'entraver le plus possible le ruissellement sous l'action de la pesanteur, elles auront le maximum d'efficacité lorsqu'elles seront construites à un niveau unique, c'est-à-dire selon le contour des champs. Une photographie aérienne d'un champ terrassé suivant les lignes de niveau ressemble à une carte orographique dans laquelle les lignes de contour s'enchevêtrent, tournent et retournent sur elles-mêmes d'après la conformation du terrain.

L'application du système de terrasses de contour sur une pente inégale donne au champ une apparence bizarre entièrement différente de celle du champ à sillons droits qui fait la fierté du laboureur européen. Le labour suivant les lignes de niveau, opération qui nécessite une habileté très grande, donne dans une large mesure le même résultat que la terrasse de contour, chaque sillon agissant en réalité comme un diminutif de terrasse provisoire. Quand, par contre, la charrue traverse la pente, chaque sillon se transforme en un drain d'écoulement qui peut évoluer vers le ravin érodé permanent.

C'est donc avec raison que les lignes de contour ont acquis une grande signification dans l'agriculture moderne des régions semi-arides et tropicales.

La dénomination « contour farming » a été stéréotypée pour décrire les systèmes modernes dans lesquels les opé-

rations sont exécutées autant que possible sur des niveaux naturels au lieu de l'être sur des niveaux artificiels, comme c'était le cas dans l'ancien système de terrassement. Dans le premier cas le fermier adapte ses opérations au relief de son terrain, dans le second il modifie le relief du terrain pour convenir à ses opérations.

La manière pratique d'effectuer les terrassements est décrite dans un tract de propagande à l'usage des colons (tract n° 15), intitulé « L'Érosion du sol », par M. J. Tondeur, Ingénieur des Eaux et Forêts, et édité par le Ministère des Colonies. L'attention des planteurs mérite particulièrement d'être retenue sur les méthodes d'établissement et les mérites respectifs du « contouring » (disposition des cultures en lignes de niveau), du « strip cropping » (culture en bandes alternées), qui donnent actuellement plein succès, tant aux États-Unis qu'en Afrique du Sud, où elles sont souvent appliquées.

Là où ces méthodes ne pourraient être envisagées, il est conseillé d'établir des fosses à limon ou drains aveugles, des drains « en chapelet » ou des terrasses individuelles. Celles-ci sont d'usage courant au Congo belge dans les cultures arbustives et offrent un obstacle absolu au ruissellement sur les pentes les plus raides.

M. Tondeur, dans son étude, donne toutes les indications utiles pour entreprendre ces travaux.

Il reste à dire quelques mots du « contour ridging », méthode d'application courante en Amérique et en Afrique du Sud, conçue en vue de réaliser un contrôle suffisant du ruissellement, tout en permettant le travail des machines de culture et de récolte sur les vastes emblavures de cultures annuelles.

Elle consiste à déterminer, en travers de la pente, une série d'ondulations, levées de terre, digues, ados ou billons délimitant autant de terrasses où le sol conserve sa pente naturelle.

spontanée utilise l'eau et les éléments nutritifs nécessaires aux arbustes de thé. Le point délicat consiste donc à entraver les dégâts de l'érosion par un sarclage sélectif ayant pour objet de réaliser un compromis acceptable par la culture principale, en l'occurrence le thé. Dans les régions montagneuses de Ceylan, cette méthode, par elle-même insuffisante, doit être accompagnée de terrassements.

Plutôt que de protéger les espaces nus entre les plantes économiques par une occupation d'une végétation spontanée n'ayant aucune valeur économique, il a souvent été jugé plus utile d'organiser la culture de plantes de couverture. Les légumineuses sont généralement choisies dans ce but. Elles fixent de larges quantités de bases libérées par échange, freinent la décomposition organique par thermoprotection et diminuent l'intensité du lessivage par une double action physique et biologique.

Dans la cuvette centrale du Congo belge, durant toute la période de dénudation, la température aux heures chaudes de la journée est voisine de 40°. Cette situation traduit une perte d'Az équivalente à 225 kg. de  $\text{SO}^4\text{Am}^2$  par mois. Pour cette raison, il est conseillé de ne jamais procéder au sarclage des plantes adventices ou rudérales avant l'établissement de la couverture. Sauf les graminées, toutes les plantes qui couvrent sont des plantes utiles ou provisoirement utiles. On ne les remplacera que progressivement par des plantes plus adéquates, et ceci sans jamais dénuder le sol.

Quelques mots d'explication sur la protection physique de la plante de couverture contre le lessivage. Il a été dit que l'eau tombée s'infiltré, s'évapore ou ruisselle. Les pertes de nitrates et autres sels minéraux entraînés dans les eaux de percolation sont inversement proportionnelles à l'intensité de l'évaporation. Une terre bien couverte d'une plante vivante évapore beaucoup plus qu'une terre nue; elle perdra donc moins de sels nutritifs en saison de fortes pluies. L'effet protecteur de la transpiration peut

niques de beaucoup de sols congolais. Pour le colon ne pratiquant pas l'élevage, il sera généralement difficile d'envisager l'application de ces engrais organiques. Il devra rechercher d'autres sources de matières organiques : composts, fumure verte.

La culture bien comprise, associée à la conservation du sol, sera organisée de manière que le sol soit protégé par la plante le plus longtemps possible. De là la mauvaise réputation, au point de vue de l'érosion, des cultures espacées et sarclées, comme le coton, le maïs, le tabac.

L'enherbement était considéré autrefois comme l'indice d'une négligence culturale. Le « clean weeding » ayant fait faillite, on en est arrivé à la conception plus saine du « selected weeding », qui consiste à laisser dans les cultures toutes les plantes qui ne sont pas manifestement nuisibles à la plantation principale. L'hévéa, dont l'habitat naturel est la forêt de l'Amazonie, pousse tout aussi bien sur les terrains couverts de végétation naturelle que sur les terrains dénudés. Pendant des années, il était d'usage aux Indes néerlandaises de ne pas se préoccuper outre mesure de l'enherbement dans les plantations d'hévéa. Cette méthode a permis d'inaugurer ultérieurement avec succès l'ère des légumineuses de couverture dont l'utilisation est actuellement très poussée.

En Malaisie et à Ceylan, des efforts sont entrepris en vue de réagir contre l'ancienne conception du « clean weeding » qui a accéléré la destruction des sols par l'érosion. Actuellement, à l'exception de quelques plantes spontanées dont les effets néfastes sont reconnus, il est de pratique courante dans les plantations d'hévéa de maintenir la couverture naturelle, qui contribue avec la plantation principale à la protection du sol.

Les planteurs de thé à Ceylan souhaiteraient également pouvoir donner une valeur conservatrice à la végétation spontanée; malheureusement, le théier est plus sensible que l'hévéa à la concurrence. De plus, cette végétation

zone, application indiscriminée aux tropiques des normes valables pour les zones tempérées.

Notre système d'ouverture et d'entretien est trop souvent orienté vers la « phytotechnie », au détriment de la « pédotechnie ».

La structure du sol peut être préservée ou améliorée par l'utilisation d'engrais organiques, source d'humus. Un sol sableux, trop léger, devra à l'humus une augmentation de consistance; un sol argileux, compact, sera par lui rendu plus léger. Dans les deux cas, la capacité d'absorption en eau se trouvera considérablement accrue et le danger d'érosion proportionnellement diminué.

Nous sommes persuadé qu'au Congo le problème de la lutte contre l'érosion est avant tout d'ordre cultural. C'est une politique de matière organique, une véritable croisade de l'humus qu'il importe d'entreprendre en vue d'assurer la conservation des terrains mis en culture. La forêt seule entretient perpétuellement sa fertilité. Il faut inculquer aux indigènes et même à bon nombre d'Européens la pratique de restitutions nécessaires au sol, tant en masse organique qu'en éléments phytogéniques. Ceci conjointement avec les mesures de protection et de conservation du sol; la restitution des matières organiques pourra se faire sous forme d'engrais verts, de composts, de fumiers, chaque fois que possible, et dans certains cas de régénération du sol, à plus longue échéance, sous forme de jachères boisées par des légumineuses arborescentes. Une grande attention doit être accordée aux possibilités d'utiliser les plantes cultivées non seulement dans un but économique, mais aussi comme agents de protection de la fertilité des sols.

La conservation du sol et l'agriculture économique doivent ici s'intégrer.

On a estimé à 15 tonnes par Ha et par an la quantité de matière à restituer en tant que masse organique pour équilibrer la perte naturelle annuelle des matières orga-

Chaque billon est bordé vers l'amont d'une dépression en chenal large et peu profonde, accessible aux machines et destinée à recevoir les eaux de ruissellement.

La dénomination « contour ridge » indique que ces billons devraient être établis suivant l'horizontale. Comme en pratique cela présente des difficultés, on donne aux billons une ondulation légèrement inclinée vers un émissaire naturel ou artificiel, de manière à drainer l'excès d'eau.

Nous avons insisté sur l'importance du rôle joué par l'ingénieur dans la conservation du sol lorsqu'on applique des moyens de lutte mécaniques. Sans méconnaître l'efficacité de ces derniers, il est cependant utile de mettre en relief le fait transcendant de la valeur supérieure de contrôle biologique qui constituera l'objet moderne de la conservation du sol et de la lutte contre l'érosion.

Si le sol remplit ses fonctions biologiques de nourrir et d'être nourri par l'intermédiaire d'organismes vivants, il ne sera en général pas érodé. « L'humus est le produit de la matière vivante, il en est aussi la source », dit A. Thaer. Cette vérité s'applique au sol aussi bien qu'au monde végétal. Le sol est, en effet, un milieu vivant susceptible de mort (latérites). Si la plante a ses besoins, le sol en a autant. La conservation biologique du sol n'est pas nouvelle. Dans les régions tempérées humides, les façons culturales constituent un levier puissant du maintien et de l'amélioration de la structure des sols, de leur fertilité. L'aération et le drainage permettent au sol de supporter une faune et une flore riches (microscopique aussi bien que macroscopique); ils assurent la circulation des substances nutritives pour la plante dans les couches superficielles. Dans la zone tropicale, au contraire, les façons culturales sont très souvent une cause d'appauvrissement.

La raison en est double : méconnaissance des lois biologiques particulières qui président à la vie du sol dans cette

donc devenir considérable : on estime que sur terre nue elle n'atteint que les  $\frac{2}{3}$  de celle sur terre plantée. La ligne de conduite qui se dégage de ces considérations est simple :

1° En saison des pluies, au moment où la concurrence hydrique est nulle, supprimer radicalement tout sarclage, sauf lorsque la plante de culture est gravement envahie par la couverture.

2° En saison sèche, où la concurrence hydrique est maximale, procéder au « ring weeding » (café, hévéa, palmier, etc.) corrigé par un mulch épais.

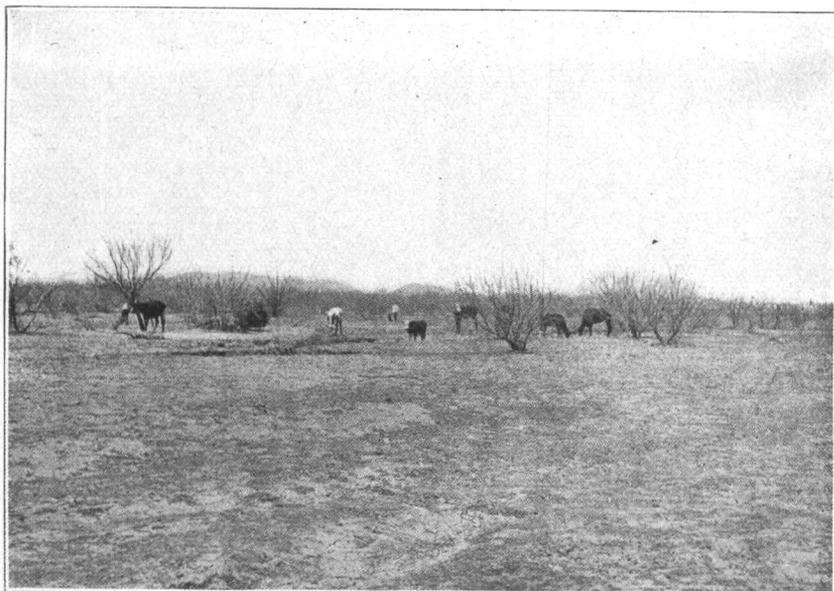
En conclusion, le terrassement, la création de digues, la correction des ravins, le maintien d'une superficie convenable de forêts et pâturages, la replantation, le nettoyage sélectif, l'utilisation de plantes de couverture, le fermage mixte combinant les spéculations agricoles et celles de l'élevage, la rotation, la culture par bandes alternées constituent actuellement les mesures de base pour conserver les sols érodés. Les trois premières ont un effet mécanique; les autres ont un caractère biologique.

Le mouvement de conservation du sol, qui prend dans le Nouveau Monde les proportions d'une croisade nationale, représente le premier pas de l'adaptation de la civilisation aux nouveaux milieux. Les mesures préconisées frappent par leur simplicité. Un peu d'instruction élémentaire permet à chacun de les appliquer à son exploitation.

---

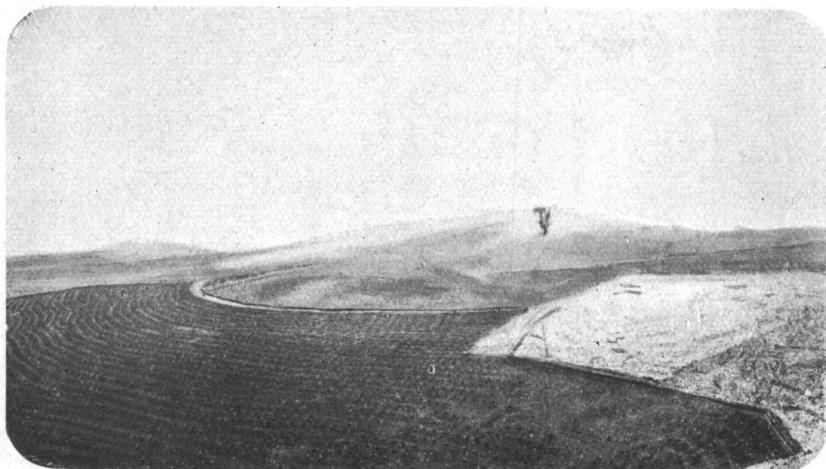
## BIBLIOGRAPHIE.

- L'Erosion du sol*, par J. TONDEUR; publication de la Direction Générale de l'Agriculture et de l'Elevage et de la Colonisation du Ministère des Colonies.
- Soil Erosion, Colony and Protectorate of Kenya*; Department of Agriculture, Bulletin n° 1, 1935.
- Influences of vegetation and Watershed Treatments of Run-Off, Silting and Stream Flow*; United States Department of Agriculture Miscellaneous Publication, n° 397, July 1940.
- Les divers aspects de la conservation des sols, Possibilité d'une collaboration internationale*, par M. W BALLY; Bulletin mensuel de renseignements techniques de l'Institut international d'Agriculture de Rome, septembre 1940 et avril 1941.
- The Rape of the Earth. A World Survey of Soil Erosion*; London, 1939.
- Grundriss der tropischen und subtropischen Bodenkunde*, par VAGELER, 1938.
- La difesa del suolo negli Stati Uniti*, par ALFANI FIRENZE; R. Istituto Agronomico per l'Africa Italiana, 1939.
- Les forêts et l'exploitation forestière*, par R. THOMAS; rapport n° 29 au Congrès Colonial national, avril 1940.
- An African Survey. A Study of Problems arising in Africa, South of the Sahara*, par Lord HAILEY; Oxford Press, London-New-York-Toronto, 1938.
- Die Ernährungswirtschaft der Erde und ihre Zukunftsansichten für die Menschheit*, par KARL SAPPER; Stuttgart, 1939.
- Science in Africa. A Review of Scientific Research relating to Tropical and Southern Africa*, par E.B. WORTHINGTON; Oxford University Press, London-New-York-Toronto, 1938.
- L'Erosion du sol dans les Etats-Unis*, par H. H. BENNETT; Bulletin mensuel de Renseignements techniques de l'Institut international d'Agriculture, juin 1941.



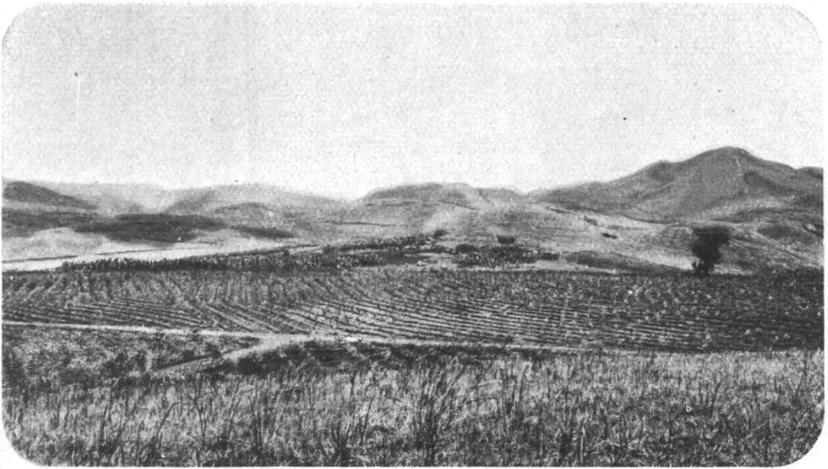
Ancienne terre fertile du Texas,  
transformée par l'érosion en un pâturage ruiné.

Cliché Ministère des Colonies.



Plantation en terrasse de caféiers au Kivu.

Cliché Ministère des Colonies.



Plants de caféiers *arabica* au Kivu.  
Lignes de légumineuses suivant la courbe de niveau.

Cliché Ministère des Colonies.





#### Tome IV.

1. POLINARD, E., *La géographie physique de la région du Lubilash, de la Bushimate et de la Lubi vers le 6° parallèle Sud* (38 pages, 9 figures, 4 planches, 2 cartes, 1935) . . . . . fr. 25 »
2. POLINARD, E., *Contribution à l'étude des roches éruptives et des schistes cristallins de la région de Bondo* (42 pages, 1 carte, 2 planches, 1935) . . . . . 15 »
3. POLINARD, E., *Constitution géologique et pétrographique des bassins de la Kotto et du M'Bari, dans la région de Bria-Yalinga (Oubangui-Chari)* (160 pages, 21 figures, 3 cartes, 13 planches, 1935) . . . . . 60 »

#### Tome V.

1. ROBYNS, W., *Contribution à l'étude des formations herbeuses du district forestier central du Congo belge* (151 pages, 3 figures, 2 cartes, 13 planches, 1936) . fr. 60 »
2. SCAËTTA, H., *La genèse climatique des sols montagnards de l'Afrique centrale. — Les formations végétales qui en caractérisent les stades de dégradation* (351 pages, 10 planches, 1937) . . . . . 115 »

#### Tome VI.

1. GYSIN, M., *Recherches géologiques et pétrographiques dans le Katanga méridional* (259 pages, 4 figures, 1 carte, 4 planches, 1937) . . . . . fr. 65 »
2. ROBERT, M., *Le système du Kundelungu et le système schisto-dolomitique* (108 pages, 1940) . . . . . 30 »

### SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

#### Tome I.

1. MAURY, J., *Triangulation du Katanga* (140 pages, figure, 1930) . . . . . fr. 25 »
2. ANTHOINE, R., *Traitement des minerais aurifères d'origine filonienne aux mines d'or de Kilo-Moto* (163 pages, 63 croquis, 12 planches, 1933) . . . . . 60 »
3. MAURY, J., *Triangulation du Congo oriental* (177 pages, 4 fig., 3 planches, 1934) . 60 »

#### Tome II.

1. ANTHOINE, R., *L'amalgamation des minerais à or libre à basse teneur de la mine du mont Tsi* (29 pages, 2 figures, 2 planches, 1936) . . . . . fr. 10 »
2. MOLLE, A., *Observations magnétiques faites à Elisabethville (Congo belge) pendant l'année internationale polaire* (120 pages, 16 figures, 3 planches, 1936) . 45 »
3. DEHALU, M., et PAUWEN, L., *Laboratoire de photogrammétrie de l'Université de Liège. Description, théorie et usage des appareils de prises de vues, du stéréoplanigraphe C<sub>5</sub> et de l'Aéromultiplex Zeiss* (80 pages, 40 fig., 2 planches, 1938) . . . . . 20 »
4. TONNEAU, R., et CHARPENTIER, J., *Etude de la récupération de l'or et des sables noirs d'un gravier alluvionnaire* (mémoire couronné au concours annuel de 1938) (95 pages, 9 diagrammes, 1 planche, 1939) . . . . . 35 »
5. MAURY, J., *Triangulation du Bas-Congo* (41 pages, 1 carte, 1939) . . . . . 15 »

#### Tome III.

- HERMANS, L., *Résultats des observations magnétiques effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la carte magnétique du Congo belge* (avec une introduction par M. Dehalu) :
1. Fascicule préliminaire. — *Aperçu des méthodes et nomenclature des Stations* (88 pages, 9 figures, 15 planches, 1939) . . . . . fr. 40 »
  2. En préparation.
  3. Fascicule II. — *Kivu. Ruanda. Région des Parcs Nationaux* (20 janvier 1935-26 avril 1936) (138 pages, 27 figures, 21 planches, 1944) . . . . . 75 »
  4. Fascicule III. — *Région des Mines d'or de Kilo-Moto, Ituri, Haut-Uele* (27 avril-16 octobre 1936) (71 pages, 9 figures, 15 planches, 1939) . . . . . 40 »

**Sous presse.**

- MERTENS, le R. P. J., *Les chefs couronnés chez les Ba Kongo orientaux. Etude de régime successoral* (in-8°).
- DE BEAUCORPS, R., S. J., *Les Basongo de la Luniugu et de la Gobari* (in-8°).
- ROBERT, M., *Le système du Kundelungu et le système schisto-dolomitique* (2<sup>e</sup> partie) (in-4°).
- RESSELER, R., *Recherches sur la calcémie chez les indigènes de l'Afrique centrale* (in-8°).
- DE GRAND RY, G., *Les graben africains et la recherche du pétrole en Afrique orientale* (in-4°).
- ANTHOINE, R., *Les méthodes pratiques d'évaluation des Gîtes secondaires aurifères appliquées dans la région de Kilo-Moto (Congo belge)* (in-4°).

**BULLETIN DES SÉANCES DE L'INSTITUT ROYAL COLONIAL BELGE**

	Belgique.	Congo belge.	Union postale universelle.
Abonnement annuel. . . . .	fr. 60.—	fr. 70.—	fr. 75.— (15 Belgas)
Prix par fascicule . . . . .	fr. 25.—	fr. 30.—	fr. 30.— (6 Belgas)

Tome I (1929-1930) . . . . .	608 pages	Tome VII (1936) . . . . .	626 pages
Tome II (1931) . . . . .	694 »	Tome VIII (1937) . . . . .	895 »
Tome III (1932) . . . . .	680 »	Tome IX (1938) . . . . .	871 »
Tome IV (1933) . . . . .	884 »	Tome X (1939) . . . . .	473 »
Tome V (1934) . . . . .	738 »	Tome XI (1940) . . . . .	598 »
Tome VI (1935) . . . . .	765 »		

M. HAYEZ, imprimeur de l'Académie royale de Belgique, rue de Louvain, 112, Bruxelles.  
(Domicile légal: rue de la Chancellerie, 4)

Made in Belgium.

N° réf. 2019.