

LES DÉPÔTS SUPERFICIELS

ET

L'ÉROSION CONTINENTALE

DANS LE

BASSIN DU CONGO

PAR

J. Cornet

—

INTRODUCTION

Les régions de l'Afrique équatoriale occupées par le bassin du Congo sont constituées par des massifs de terrains anciens plissés ayant autrefois formé des chaînes aujourd'hui fortement dénudées, réduites par l'érosion à des massifs surbaissés, aplatis, d'altitude modérée. Ces massifs primaires sont flanqués de couches, horizontales ou peu dérangées, de grès et de schistes d'âge permo-triasique considérés généralement comme d'origine lacustre. Le long de la côte océanique, des lambeaux de dépôts crétacés et tertiaires avec fossiles marins, reposent sur les grès continentaux ou sur le soubassement ancien. Enfin, par-dessus cet ensemble, vient un manteau plus ou moins continu et d'épaisseur variable de terres meubles ayant pour origine première l'altération chimique et la désagrégation mécanique des roches; tantôt ces produits ont conservé la position des roches dont ils proviennent, tantôt ils ont été remaniés par le ruissellement des eaux sauvages ou par les cours d'eau.

L'étude de ces terres meubles superficielles fait l'objet du présent travail

Le dernier des plissements qui ont bouleversé les terrains anciens du Congo est probablement d'âge hercynien. Depuis lors, le pays n'a plus connu d'immersion océanique généralisée.

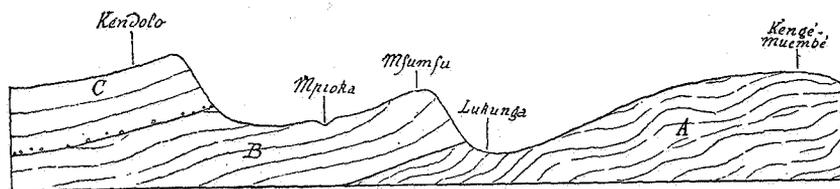
Consécutivement aux mouvements hercyniens, se sont formées de vastes nappes lacustres (ou des mers intérieures : nous ne discuterons pas ici ce point) où se sont déposées les puissantes couches de schistes et de grès qui recouvrent une grande partie de la charpente ancienne du pays. Ce dépôt a probablement occupé les débuts des temps secondaires, mais il paraît s'être répété une seconde fois, beaucoup plus tard, dans des bassins d'ailleurs plus restreints. Enfin, après l'assèchement définitif, l'intérieur du pays a été rendu en entier à l'action exclusive de l'atmosphère et des eaux courantes.

Sur une partie du sol de la région cette action s'est donc exercée depuis la fin des temps primaires ; ailleurs, depuis une date mal déterminée de l'ère secondaire, probablement vers le triasique ; dans certaines parties du continent, enfin, elle n'a débuté que beaucoup plus tard, peut-être vers la fin du tertiaire, après le retrait des derniers grands lacs intérieurs.

Dans la région côtière, une zone relativement étroite du continent a été recouverte à plusieurs reprises par la mer crétacée, puis par la mer tertiaire, et ce n'est qu'à une date récente, sans doute postérieure au miocène, qu'elle est définitivement rentrée sous l'action des agents continentaux.

L'érosion a enlevé aux massifs anciens et post-primaires du bassin du Congo des masses de matériaux réellement colossales. Pour en donner une idée je citerai un exemple pris dans le Congo moyen.

FIG. 1. — Coupe transversale des vallées de la Lukunga et de la Mpioka, passant par Lukungu.



- A. — Dévonien.
 B. — Couche de la Mpioka.
 C. — Couche de l'Inkissi. } Système des grès rouges feldspathiques.

A l'est de la vallée de la Lukunga, le pays s'élève en escarpements successifs donnant lieu à deux énormes gradins qui mènent au grand

plateau de l'intérieur (fig. 1). Ces escarpements présentent la tranche d'un système de couches, légèrement incliné vers le centre du continent, ayant une épaisseur totale de plus de cinq cents mètres; cet ensemble est coupé nettement, presque en falaises, et l'on en rencontre à peine des vestiges à l'ouest de la Lukunga.

Ainsi, une masse énorme de roches dont nous ne pouvons limiter l'extension primitive qu'à la chaîne métamorphique occidentale, a subi une dénudation totale (1). L'érosion s'exerce d'ailleurs encore avec une activité extraordinaire sur les flancs des deux escarpements représentés par la figure. On y voit de beaux exemples de l'importance que peut atteindre l'action du ruissellement superficiel. Les eaux sauvages entraînent sur les pentes, et de là dans les cours d'eau, les produits meubles de l'altération sur place et celle-ci, se poursuivant sans interruption, fournit sans cesse au ruissellement des matériaux nouveaux.

On conçoit donc quel intérêt présentent l'examen des diverses parties du sol superficiel et l'étude de leur formation; on y trouve la solution des problèmes que présente l'histoire du relief souvent si spécial de différentes régions du bassin du Congo.

Le caractère de composition le plus général des dépôts superficiels de l'Afrique tropicale consiste dans la présence d'une forte proportion d'oxyde ferrique à divers états d'hydratation, qui lui donne une teinte rouge variant du rouge carmin au rouge brun, ou une coloration jaunâtre ou brune. Le fer s'y concrétionne souvent en nodules, plaques, amas ou bancs stratiformes d'une limonite sableuse et argileuse, affectant le plus souvent un aspect cellulaire rappelant des scories. Il arrive en beaucoup d'endroits que le ruissellement superficiel, enlevant les parties meubles du dépôt, laisse sur le sol des planchers, des blocs disséminés ou accumulés en amas chaotiques de cette limonite spongieuse, donnant ainsi au paysage un aspect souvent très caractéristique (2).

HISTORIQUE.

La teinte souvent rouge vif des dépôts superficiels du Congo, jointe à la tendance au concrétionnement de la limonite qu'ils renferment, les ont fait assimiler à la *latérite* (3) de l'Inde, de Ceylan, du Brésil, etc.

(1) Il faut y ajouter toute l'épaisseur des grès blancs du Pool, dont on retrouve des vestiges au sommet de la crête de Kendolo.

(2) Ces masses scoriacées, noirâtres à la surface, sont souvent considérées comme des *laves* par les voyageurs.

(3) De *later*, brique ou tuile.

La latérite (*Buchanan*) qui couvre des espaces considérables dans ces contrées est, d'après les géologues qui l'ont étudiée, le produit de l'altération *in situ* des roches du sous-sol (basalte, gneiss, etc.) sous l'influence d'une température élevée, de pluies abondantes et d'une riche végétation (1). Elle est ainsi caractérisée par *de Richthofen* :

« Im frischen Zustand, ist es fest, aber schneidbar; braun, roth, gelb und weiss gefleckt; thonig und zuweilen etwas sandig. Die hellen und weissen Theile sind weicher als die anderen; daher werden sie an den Flächen eines Auschnittes, z. B. bei dem Ziehen eines Grabens, oder dem Einschneiden einer Strasse, leicht vom Regen herausgewaschen. Eine solche Fläche erhält dadurch ein zellig-schwammiges Gefüge. Die stehen bleibenden Theile sind eisenreich. Sie werden bald glänzend braun oder schwärzlich und hart, so dass die Aubruchfläche ein vollkommen schlackenartiges Aussehen erhält. ... Auch ist sie dadurch charakterisirt, dass sie durch Zerreiben ein rothes Pulver ergiebt » (2).

Le savant géologue voyageur considère comme rentrant dans la latérite ainsi définie les dépôts superficiels de l'Afrique tropicale, spécialement vers la côte occidentale. On la connaît, dit-il, dans le bassin du Congo et le pays des Monbuttu (3). *De Richthofen* ajoute, à propos du mode de formation, que des formations alluviales ou éoliennes peuvent subir une transformation qui leur donne un aspect latéritique (4).

Les terres superficielles du Congo se rapprochent souvent du type décrit plus haut, mais ce fait est loin d'être général comme nous le verrons par la suite et la teinte rouge elle-même n'est rien moins qu'universelle.

Les voyageurs allemands qui se sont occupés de la géologie du Congo ou des régions voisines, *Lenz*, *Pechuel-Loesche*, *Joseph Chavanne*, ont rapporté sans hésitation les dépôts superficiels de ces contrées à la latérite classique, c'est-à-dire qu'ils les considèrent comme dérivant de l'altération *in situ* des roches du sous-sol.

Les latérites se forment, dit *Pechuel-Loesche*, par l'influence mécanique et chimique des agents atmosphériques dans les pays où existe une démarcation plus ou moins nette entre une saison sèche et une saison humide et où les plus fortes chaleurs coïncident avec les grandes

(1) ...wo hohe Wärme, Regenreichthum und üppige Vegetation sich vereinigen (VON RICHTHOFEN, *Führer*, p. 464).

(2) *Führer*, p. 464.

(3) *Ibidem*.

(4) *Ibidem*, p. 465.

pluies... Sauf là où elle a été remaniée par les eaux, la latérite est complètement dépourvue de stratification propre... On peut souvent observer tous les stades intermédiaires entre la roche-mère à peine décolorée par l'oxydation et la latérite typique à l'état de terre meuble... Elle ne renferme en fait de cailloux roulés que ceux qui peuvent déjà exister en cet état dans la roche-mère (1).

Pechuel-Loesche reconnaît toutefois l'importance du remaniement, par le ruissellement des eaux pluviales, les torrents, les rivières et le Congo lui-même, de la latérite formée *in situ*. Mais à l'intérieur du continent, les alluvions anciennes du Congo sont pour lui localisées en quelques endroits limités au voisinage de la vallée actuelle du fleuve et remontent à une époque où le niveau n'était guère supérieur que de 40 ou 50 mètres à ce qu'il est aujourd'hui. Quant à la latérite de la région côtière, occupant l'espace qui s'étend dans le voisinage de l'estuaire entre le littoral et les premières collines cristallines, c'est-à-dire jusque près de Boma, elle est *stratifiée* et provient du dépôt sur le fond de la mer, à l'époque où l'océan recouvrait la région basse voisine de la côte, des sédiments arrachés au revêtement latéritique du continent et charriés par les fleuves, spécialement par le Congo.

En résumé, *Pechuel-Loesche* distingue une latérite non stratifiée, restée en place (*Laterite von zelligem Gefüge in ursprünglicher Lagerung*), et une latérite stratifiée provenant du remaniement de la première et formant exclusivement la latérite côtière (*Laterite von dichtem Gefüge in sekundärer Lagerung*).

Joseph Chavanne (2) adopte les conclusions de *Pechuel-Loesche* quant à l'origine première de la latérite.

Il distingue, d'après la couleur, la *latérite jaune* et la *latérite rouge*, la première recouvrant ordinairement la seconde. Il pense que la variété jaune dérive de la rouge par suite de l'action chimique et mécanique de l'atmosphère; en d'autres termes, ce serait la latérite rouge remaniée par le ruissellement.

Nous verrons que, d'après mes propres observations, le produit du ruissellement superficiel est en effet, dans beaucoup de régions, caractérisé par une teinte jaune clair.

Pour ce qui concerne la latérite de la région côtière, *J. Chavanne*

(1) PECHUEL LOESCHE. — *Loango und die Loangoküste* (Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, 1876). — *Zur Geologie des westlichen Kongo-Gebiet* (Deutsche Rundschau 1886). — *Kongoland*, Iena, 1887.

(2) *Reisen und Forschungen im alten und neuen Kongostaate in den Jahren 1884 und 1885*, Iena, 1887.

admet qu'elle est remaniée, mais il est d'avis qu'elle s'est déposée sur le continent et non sous les eaux marines.

E. Dupont (1) repousse l'assimilation quant au mode d'origine des dépôts superficiels du Congo à la latérite de l'Inde. « Les actions, dit le savant directeur du Musée, sous lesquelles se produit l'abondance du peroxyde de fer ne dérivent nullement de l'origine même de la nappe de surface. Elles ont donné à celle-ci un facies commun dans les régions tropicales, et de ce facies commun, on a cru pouvoir conclure à une communauté et même à une unité d'origine. Là gît la confusion introduite dans le sujet. Les causes du facies latérique sont absolument indépendantes des modes de formation de la couche superficielle, qu'elle soit détritique par désagrégation et altération chimique sur place, ou de transport par voies torrentielles, fluviales ou autres. »

C'est là, me semble-t-il, une façon saine d'envisager les choses. Mais *M. Dupont*, refusant d'admettre l'universalité de la formation *in situ*, tombe dans l'extrême opposé en considérant toutes les terres meubles du Congo comme des alluvions anciennes du fleuve.

Pour *M. Dupont* « le dépôt superficiel qui forme le sol du bassin du Congo, dans la région littorale, dans la région montagneuse aussi bien que dans le Haut-Congo, est propre à ce bassin et représente les dépôts d'alluvion du fleuve pendant les diverses phases de son percement dans les Monts de cristal. Dans le Congo moyen et inférieur, son extension est limitée par la ligne de faite du bassin.

» Ce dépôt, dit l'éminent géologue, est essentiellement constitué par un lit de cailloux roulés que surmonte une nappe jaune rougeâtre de sable quartzeux, de sable argileux et de lits d'argile grise ou rouge; nappe épaisse, en certains points, d'une centaine de mètres et présentant, surtout à sa base, du minerai de fer en masses distinctes ou cimentant les cailloux roulés.

» Le dépôt argilo-sableux reste absolument le même du confluent du Kassai aux rives de l'Atlantique, quelle que soit la nature du sous-sol. Sur cette longueur de 600 kilomètres, il conserve la même disposition, la même structure, qu'il repose sur les grès blancs du Haut-Congo, sur le grès rouge, sur les roches calcareuses et schisteuses et sur les roches cristallines de la région montagneuse, ou bien sur le sous-sol varié de la région littorale. Il reste le même, qu'on l'observe sur les collines de Kwamouth, dans les plaines du Stanley-Pool, sur

(1) *Lettres sur le Congo*, Paris, 1889. (Voir spécialement : chap. XIX. Questions géologiques, pp. 502-503 et 514-530.)

les hauteurs de Léopoldville, tout le long du sentier des caravanes, aussi bien sur la rive nord de la région des chutes et dans la zone côtière jusqu'à Banane et l'Océan, où, entamé par le flot, il se dresse en falaise... Les cailloux roulés démontrent d'une manière incontestable que nous avons affaire à des dépôts de transport... Jusque dans le voisinage de la ligne de faite (1) qui sépare le bassin du Congo de celui du Quilou-Niari, on retrouve le dépôt stratifié argilo-sableux jaune rougeâtre... Les cailloux roulés ont été observés au-dessous jusqu'à une distance d'environ 40 kilomètres du fleuve. »

Ainsi que je l'exposerai plus loin, je considère l'opinion de M. Dupont comme beaucoup trop radicale et je m'efforcerai de restreindre l'importance des alluvions anciennes du Congo pour restituer aux produits d'altération *in situ* et aux produits du ruissellement pluvial l'importance qui doit leur revenir.

Je me bornerai à dire ici que je n'ai pas observé dans les dépôts superficiels l'uniformité d'aspect énoncée par M. Dupont. Quant aux cailloux roulés, ils n'ont pas toujours la signification qu'il leur attribue.

Récemment, à la suite d'un voyage d'exploration géologique dans le bassin de l'Ogowé, un ingénieur des mines français, M. Barrat, a publié une remarquable étude sur la géologie du Congo français (2). Bien qu'il ne s'étende guère sur les dépôts superficiels, il en interprète les différents types d'une façon qui me paraît rationnelle. Abstraction faite de quelques formations saumâtres actuelles, il classe ces dépôts en trois groupes :

1° Formations détritiques, argileuses, sableuses, provenant de la décomposition superficielle des roches, ne présentant aucune trace de stratification et passant à la roche-mère d'une façon continue. On les trouve surtout sur les sommets et les flancs des collines.

2° Formations diluviales, stratifiées, provenant du remaniement du type précédent. Elles occupent toute la zone littorale et en outre les plateaux étendus et peu élevés et les bas-fonds de l'intérieur. On y trouve généralement des cailloux roulés.

M. Barrat admet que ce *diluvium* a été déposé à une époque « pendant laquelle de très grandes surfaces furent couvertes par les eaux ». Cela est peut-être le cas pour le *diluvium* de la région côtière, qu'il faudrait dans ce cas ranger dans le troisième type, mais, à l'intérieur, les formations détritiques en place n'ont été, me semble-t-il,

(1) Atteignant 700 à 750 mètres d'altitude.

(2) *La Géologie du Congo français*. (Annales des Mines, 1895.)

et ne sont encore remaniées en dehors des cours d'eau que par le ruissellement superficiel des eaux pluviales. Tout ce qui n'est pas dépôt détritique en place ou produits du ruissellement doit rentrer dans le troisième cas.

3° Alluvions anciennes ou actuelles des cours d'eaux, souvent accompagnées de cailloux roulés.

En publiant les observations faites pendant mon voyage au Katanga j'ai adopté une partie des conclusions de M. Dupont en restreignant toutefois, chose essentielle, l'extension des alluvions anciennes des cours d'eau au voisinage immédiat de leur vallée propre, et en faisant une part plus grande aux produits de l'altération sur place (1).

Je distinguai, parmi les formations superficielles, trois types essentiels que je caractérisai en ces termes que l'on m'excusera de reproduire :

1° *Produits de l'altération sur place, sans transport notable, des roches du sous-sol.* — On les rencontre surtout bien développés sur les hauts plateaux sans pentes accusées et ils sont caractérisés par l'état non roulé de leurs éléments durs ; les veines de quartz primitivement enclavées dans les roches sous-jacentes sont souvent restées entièrement en place dans la partie terreuse du dépôt. La nature de celle-ci dépend évidemment de celle des roches sous-jacentes. Elle est généralement argilo-sableuse, colorée quelquefois en gris ou jaune, mais le plus souvent en rouge brique... On trouve ce type bien développé surtout sur les hauts plateaux qui s'étendent entre le bassin du Congo et celui du Zambèse.

2° *Alluvions anciennes du flanc des vallées, caractérisées par la présence de cailloux roulés...* — J'ai eu surtout l'occasion d'étudier ce type le long du Lualaba, où l'on peut aisément observer latéralement sa limite avec le type précédent, d'après l'état roulé ou non roulé des cailloux.

3° *Alluvions du fond des vallées.* — Il faut distinguer les dépôts d'alluvions encore en voie de formation par suite des inondations annuelles et les nappes d'alluvions anciennes déposées par des expansions lacustres aujourd'hui disparues.

Comme on le voit, j'ai attribué, dans le Sud du bassin, à l'altération superficielle un rôle plus important que ne l'avait fait M. Dupont dans d'autres régions. Mais j'ai quelque peu méconnu l'importance du ruis-

(1) J. CORNET. — *Die geologischen Ergebnisse der Katanga Expedition*. (Petermans Mitteilungen, Juni Heft. 1894)

sellement superficiel des eaux pluviales et ai rangé les produits de ce ruissellement à côté des formations détritiques en place dont ils dérivent. C'est l'étude des coupes présentées par les tranchées du chemin de fer du Congo qui m'a amené à leur restituer l'importance, réellement considérable, qui leur revient.

Pour ce qui concerne l'assimilation en bloc des dépôts du Congo à la latérite de l'Inde etc., je disais : « Si l'on veut conserver le nom de latérite à tous les dépôts superficiels rougeâtres des tropiques, on ne doit pas donner à ce mot la signification unique de produit d'altération sur place... Le mieux serait de rayer le mot latérite comme substantif et de ne conserver que l'adjectif en l'appliquant aux formations superficielles des tropiques auxquelles la suroxydation des éléments ferrifères a donné une teinte rouge brique (transformation latéritique, facies, aspect latéritiques) (1). »

Je crois être arrivé à établir, dans les pages suivantes, que les terres meubles qui recouvrent au Congo les roches intactes et en place peuvent se classer dans les quatre catégories suivantes :

- I. — Produits de l'altération sur place des roches du sous-sol.
- II. — Produits du ruissellement sur les pentes, sous l'influence des eaux pluviales.
- III. — Alluvions actuelles des cours d'eau.
- IV. — Alluvions anciennes des cours d'eau.

Cette classification est conforme à celle que j'ai établie précédemment, sauf que j'institue une catégorie spéciale pour les produits du ruissellement, provenant presque toujours du remaniement des produits d'altération sur place. Je laisse de côté les dépôts post-tertiaires ou récents d'origine marine, qui se rencontrent dans la région côtière et dont je n'ai pas eu l'occasion de faire une étude suffisante pour en parler autrement que d'après les écrits de mes prédécesseurs.

INFLUENCES AGISSANT SUR LE SOL ET LE SOUS-SOL.

Les éléments essentiels qui entrent dans la composition des dépôts que nous étudions ici sont : la *silice*, à l'état de sable, gravier, cailloux roulés ou anguleux : l'*argile* ordinairement mélangée, mais se rencontrant quelquefois en lits d'une grande pureté ; le *fer* à l'état d'oxyde ferrique plus ou moins hydraté. L'analyse a, en outre montré

(1) *Les formations post-primaires du bassin du Congo.* (Annales de la Soc. géol. de Belg. T. XXI, 1804.)

la présence de petites quantités d'acides phosphorique et sulfurique, de chlore, de magnésie, de soude, de potasse... (1). Beaucoup de ces terres contiennent une petite quantité de carbonate de chaux ; quelques-unes font effervescence par les acides.

Les roches dont ces divers éléments dérivent sont principalement des granits, des roches à aspect de gneiss, de micaschistes, de gneiss amphiboliques, des quartzites, des arkoses, des phyllades, des poulingues à pâte argileuse et calcareuse, des schistes argileux souvent calcarifères, des calcaires, des phtanites, cherts, silex, grès, etc., des grès exclusivement siliceux ou argileux et feldspathiques, etc. Il faut ajouter une masse énorme de quartz blanc à l'état de filons, veines, etc. dans les roches stratifiées.

Enfin, les influences altérantes qui agissent sur ces roches sont : la chaleur, l'air, l'eau avec les éléments qui y sont dissous, la végétation et jusqu'à certains animaux.

Le mécanisme de l'altération chimique et mécanique des roches est suffisamment traité dans les ouvrages classiques pour que j'aie besoin d'y revenir ici (2). Je me bornerai à dire un mot de quelques cas particuliers.

Pendant la saison chaude, le sol, dans les endroits dépourvus de végétation, peut être porté par l'insolation à une température de 70 à 75° et dépassant même 80°. Ces températures atteignent leur maximum justement à l'heure où vont survenir les violentes pluies d'orage qui versent sur le sol de l'eau à une température de 20 à 25°.

On conçoit les effets que doit produire sur la partie superficielle des roches une brusque chute d'une cinquantaine de degrés dans la température du sol. Ce phénomène doit jouer un rôle dans le morcellement des affleurements des filons de quartz qui résisteraient à l'action de l'eau.

Le rayonnement nocturne, succédant à un violent échauffement des roches peut produire des effets analogues. J'ai rencontré, dans le Sud du bassin, sur le granit et les roches éruptives basiques des cas de desquamation qui ne peuvent être attribués qu'à cette cause. Des phénomènes de ce genre ont du reste été observés par *Livingstone* près du lac Nyassa, par *O. Fraas* en Égypte, par *Zittel* dans le Sahara, etc.

(1) KLEMENT. — (Tchermak's mineral. u. pétrogr. Mittheilungen, Bd. VIII, p. 24.)

(2) BISCHOFF. — *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie.*

SENF. — *Lehre von den Entstehung und Natur des Erdbodens.*

F. VON RICHTHOFEN. — *Führer für Forschungsreisende.*

E. VAN DEN BROECK. — *Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels par l'infiltration des eaux météoriques.*

L'action mécanique du vent, généralement négligeable au Congo, se fait cependant sentir en certains points sur les falaises de la région côtière et, dans le pays des Batéké (Congo français), on a signalé (1) de véritables *dunes* atteignant 200 à 300 mètres de hauteur.

L'action chimique de l'eau sur le sol est favorisée par les substances qui y sont dissoutes, l'acide carbonique, etc. Peut-être la présence d'une petite quantité d'acide nitrique et d'ammoniaque, qui ne doit pas être négligeable dans ces régions où les orages atteignent une violence et une fréquence extraordinaires, doit-elle aussi entrer en ligne de compte.

Les acides organiques et l'ammoniaque empruntés aux végétaux en décomposition jouent certainement un rôle important.

Cela nous amène à parler de l'influence de la végétation. Le facies latéritique est considéré comme caractéristique des pays chauds et humides revêtus d'une riche végétation.

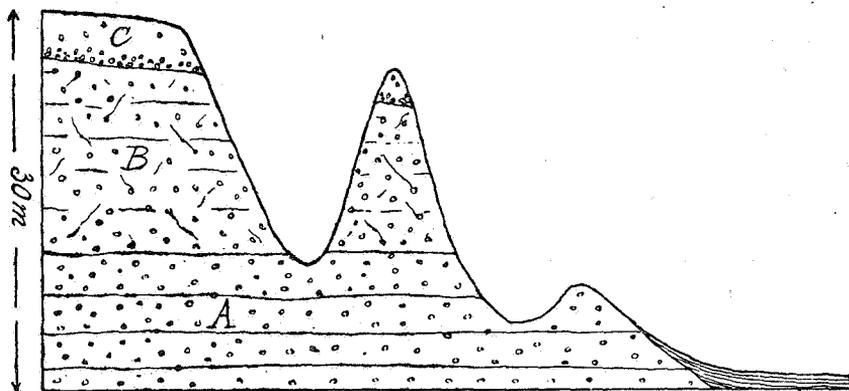
Les racines, en s'insinuant entre les feuillettes des roches schisteuses, ne contribuent pas peu à les désagréger, et les canaux qu'elles creusent dans les dépôts meubles facilitent la pénétration, dans la profondeur, de l'eau chargée de principes dissolvants, dont elles augmentent d'ailleurs elles-mêmes la proportion.

Mais la végétation, ligneuse ou herbacée, exerce aussi une influence protectrice en garantissant le sol des actions mécaniques dues au ruissellement superficiel. Dans les régions boisées ou très herbues, la couche meuble résultant de l'altération des roches du sous-sol reste en place et va sans cesse s'épaississant par le bas. La végétation vient-elle à disparaître par une cause quelconque, incendie ou déboisement, les eaux ruisselantes remanient le produit d'altération, qu'elles étalent sur les pentes, avec des cailloux anguleux de quartz, en un manteau souvent très épais. Le ruissellement atteint sa plus grande intensité là où le sol superficiel est peu perméable; ce cas se présente notamment dans les régions formées de schistes argileux. Les herbes ne s'établissent que lentement sur les nappes de ruissellement et en beaucoup d'endroits on peut voir sur le versant des collines des amas de terres jaunâtres en forme de cônes de déjection et ayant à distance l'aspect de terrassements exécutés par l'homme. Il faut avoir vu dans ces endroits les eaux sauvages à l'œuvre, lors des grandes pluies d'orage, pour se faire une idée de la rapidité avec laquelle les terres se déplacent ainsi vers le bas.

Ailleurs on voit les eaux ruisselantes creuser dans les dépôts meubles

des sillons profonds, des rigoles qui, s'approfondissant, se ramifiant et se réunissant, deviennent bientôt de véritables gorges étroites aboutissant souvent à des cirques ou entonnoirs aux parois escarpées et garnies de pyramides de terre, d'obélisques, de tours, etc., dont chaque pluie tend à modifier l'aspect (fig. 2). On voit fréquemment ces ravinelements entamer des collines jusqu'à leur centre où ils peuvent se réunir à un entonnoir analogue formé de l'autre côté. Il est incontestable qu'ils doivent leur origine à l'action érosive des eaux ruisselantes et non à des effondrements du sol comme l'ont cru certains voyageurs.

FIG. 2. — Coupe d'un ravinement en entonnoir.



- A. — Grès rouge feldspathique avec galets, inaltéré.
 B. — Même roche transformée sur place en un produit meuble rouge violacé.
 C. — Dépôt de ruissellement avec galets remaniés.

On peut observer tous les intermédiaires entre une simple rigole creusée sur la pente d'une colline et des gouffres profonds de plus de 50 mètres aboutissant souvent à la vallée voisine par une gorge tellement étroite et tortueuse qu'ils paraissent fermés de toutes parts.

Le creusement des entonnoirs est très rapide; on voit souvent des sentiers encore nettement tracés, coupés net par le progrès du phénomène. Les torrents qui en sortent charrient d'énormes quantités d'alluvions. Le travail direct de l'eau est aidé par la tendance à l'affaissement des masses terreuses qui bordent le haut du précipice; elles s'éboulent dans l'abîme, d'où elles sont bientôt entraînées à l'état de sables et d'argiles.

Ce mode d'érosion est extrêmement actif dans les régions occupées par les grès rouges feldspathiques horizontaux. Ces roches, altérées en un produit meuble sur une épaisseur considérable, fournissent une

prise facile au ravinement. Le pays formé par ces grès horizontaux a dû être primitivement un plateau continu couvert de forêts favorisant l'altération en place. Il doit son modelé actuel, en larges mamelons séparés par des ravins étroits, au ravinement qui s'est exercé avec énergie sur les masses meubles aussitôt après la disparition des forêts et au ruissellement superficiel étalant les dépôts meubles en nappes et arrondissant ainsi le relief.

Les eaux d'infiltration entretiennent sur les parois et dans le fond des entonnoirs et des ravins d'érosion une humidité continuelle; aussi, dès que le ravinement a atteint un état d'équilibre relatif, la végétation s'y établit, herbacée d'abord, ligneuse ensuite, et elle arrive rapidement à une vigueur remarquable, protégeant ainsi les parois du gouffre contre une érosion ultérieure.

En certains points, principalement sur les fortes pentes, le ravinement et le ruissellement ont totalement enlevé les terres meubles superficielles et mis à nu les roches du sous-sol.

Dans ces affleurements, les roches schisteuses se présentent généralement dans un état d'altération avancé, mais d'autres roches, pourtant très altérables, comme le granit, la diabase, certaines roches amphiboliques, les calcaires purs, quelquefois les grès feldspathiques s'offrent souvent tout à fait intacts sous une patine de faible épaisseur. Il faut admettre que ces affleurements, étant sans cesse lavés par les pluies, sont ainsi continuellement débarrassés des parties superficielles altérées. Les beaux affleurements de roches intactes se rencontrent fréquemment dans le lit des rivières, où les surfaces sont sans cesse nettoyées par l'eau courante.

Pour ce qui concerne les affleurements nus de calcaire, l'aspect corrodé, carié ou irrégulièrement arrondi des surfaces, montre l'action constante de l'eau chargée d'acide carbonique. Dans une région du Congo moyen, le calcaire pur se présente à l'état de rochers sporadiques, vestiges de couches continues, aujourd'hui démantelées par l'érosion. Des roches siliceuses dures, cherts, silex, etc., qui les accompagnaient sont restées sur le sol en blocs épars ou accumulés en grand nombre, quelquefois énormes, n'ayant guère subi que des actions mécaniques. Ces masses rocheuses, quelquefois dénommées *blocs erratiques* par les voyageurs, proviennent d'ailleurs aussi de plusieurs autres niveaux stratigraphiques, mais elles ont toujours la même signification.

Dans la zone devonienne du Congo moyen, formant une large bande

que traversent le fleuve, les routes de caravanes et le chemin de fer, une partie notable du sous-sol est formée par des couches très épaisses de poudingues à pâte argileuse calcaireuse mêlée de grains quartzeux, toujours très abondante par rapport aux éléments roulés. Ceux-ci sont des fragments de quartz, de quartzites, d'arkose, de granits divers, de calcaire, etc. Sous l'action des agents météoriques, la pâte de poudingue se décalcifie, se décolore et finit par se transformer en une masse meuble plus ou moins argileuse ou sableuse, de teinte variable, où restent engagés les galets de quartz et de quartzites intacts et les galets de granit plus ou moins altérés.

Aux endroits favorables, le ruissellement pluvial remanie tous ces éléments et étale sur les surfaces en pente des nappes de dépôts terreux, mêlés de cailloux roulés. Il s'agit, pour le géologue, de ne pas confondre ces dépôts terreux, accompagnés de cailloux roulés, généralement mêlés de quelques fragments anguleux de quartz de filon et de parties moins altérées de poudingue, avec des alluvions qui auraient été amenées là par un ancien cours d'eau.

Le plissement des couches devoniennes ramène le poudingue à la surface un grand nombre de fois en une série de zones d'affleurements parallèles, ordinairement très larges, ce qui donne aux dépôts avec galets remaniés une extension considérable et rend la confusion plus facile encore.

Les grès feldspathiques horizontaux renferment également des bancs remplis de galets ; ces éléments roulés, restés en place dans le produit d'altération, sont aussi remaniés par les eaux sauvages et se retrouvent dans les nappes de ruissellement où ils simulent d'anciens galets de rivières.

Il va sans dire que les cailloux roulés provenant des couches en place du sous-sol peuvent être amenés dans des cours d'eau, où ils se mêlent aux éléments charriés par le courant et sont tôt ou tard déposés au sein des alluvions actuelles. On pourra de même en retrouver dans des alluvions anciennes indiscutables. La présence de cailloux anguleux permettra ordinairement de distinguer les dépôts n'ayant subi que l'action du ruissellement pluvial, mais il restera cependant des cas douteux.

Les produits d'altération restés en place ou remaniés par le ruissellement superficiel, bien que présentant dans les différentes régions du Congo une certaine analogie de caractères dus à des conditions de formation identiques et aux influences communes qu'ils ont subies, possèdent cependant des caractères spéciaux variant avec les roches

dont ils dérivent. Cela est surtout vrai pour les produits d'altération restés en place ; ils se présentent avec des aspects différents, selon qu'ils résultent de l'altération des différents types de roches de la zone métamorphique, des poudingues, schistes et calschistes devoniens, des grès feldspathiques ou des grès tendres du centre du bassin.

J'aurai à constater ces différences dans le relevé de mes observations sur le terrain.

La couleur rouge brique, considérée comme si caractéristique des formations superficielles des tropiques qu'elle leur a valu le nom de latérite, est bien loin d'être générale au Congo. C'est à peine si l'on peut dire qu'elle est la plus fréquente. Les teintes jaunes, rousses ou brunes, dues à l'hydroxyde ferrique, sont presque aussi répandues ; elles paraissent plus spéciales aux terres de ruissellement, tandis que la couleur rouge vif est souvent celle des produits d'altération *in situ*. Cette règle n'a cependant rien d'absolu.

I. — FORMATIONS SUPERFICIELLES DANS LA ZONE CRISTALLINE.

Mes observations personnelles dans la première partie de la zone cristalline, entre Boma et Matadi se réduisent à peu de chose.

En plusieurs points des environs de Boma, on peut observer dans des excavations naturelles ou artificielles la transformation graduelle des micaschistes ou des gneiss (1) en un produit sableux rougeâtre peu cohérent (2). Mais le dépôt superficiel le plus abondant consiste en une épaisseur considérable de terres sableuses rougeâtres accompagnées de lits épais de cailloux roulés. On peut très bien observer ce dépôt à Boma dans les coupes pratiquées pour le passage des routes et de la voie du tramway à vapeur. J'ai constaté que les cailloux roulés ne semblent pas, à Boma du moins, dépasser une altitude de vingt mètres au-dessus du niveau du fleuve, tandis que le dépôt sableux rougeâtre forme le haut du plateau où est situé le Sanatorium. Les cailloux roulés sont presque exclusivement formés de quartz de filon.

C'est là, à n'en pas douter, un dépôt alluvial ancien du Congo.

(1) Ou du moins des roches à aspect de micaschistes et de gneiss.

(2) PECHUEL-LOESCHE a aussi observé des exemples de cette altération graduelle dans des excavations pratiquées à Boma. CHAVANNE cite des exemples pris dans la vallée de la rivière des Crocodiles.

Près de Boma, Pechuel-Loesche signale des cailloux roulés à la surface de la latérite ; ils y ont été, dit-il, amenés par des cours d'eau avant la formation de la latérite aux dépens de la roche en place formant le lit.

M. Dupont a observé cette terre rougeâtre avec cailloux roulés sur les collines du Nord de Boma jusque près de Binga (1).

Aux environs de Boma, les dépôts remaniés par le ruissellement, quoique bien caractérisés en certains endroits par la présence de blocs anguleux de quartz, sont souvent difficiles à distinguer des alluvions anciennes ou du produit d'altération resté en place. D'ailleurs, la grande perméabilité de ces dépôts sableux rend le ruissellement relativement peu considérable.

D'après M. Dupont, tous ces dépôts recouvrant les collines qui bordent le Congo de Boma à Matadi, sont des terres rouges de nature alluviale avec cailloux roulés, s'étendant d'après lui sur les plateaux latéraux. M. Dupont mentionne la présence, sur les flancs de la vallée, de plusieurs terrasses étroites échelonnées à des hauteurs diverses mais constantes pour chacune d'elles; une est à 15 ou 20 mètres au-dessus du fleuve. Malgré mon réel désir de confirmer cette intéressante observation, il m'a été impossible de distinguer ces terrasses. Je n'ai pas pu davantage observer les alluvions rougeâtres qui, d'après M. Dupont, surmontent ces roches dures au Chaudron d'Enfer; l'escarpement m'a paru formé jusqu'au sommet par des roches en place (2).

A partir de Matadi, je possède des observations personnelles faites le long de la ligne du chemin de fer, sur l'ancienne route des caravanes par Kimpangala et Congo Dialemba et sur la route de la rive nord du Kionzo à Issanghila.

Le massif primaire surbaissé qui forme la bordure occidentale du bassin du Congo est coupé par une gorge étroite par laquelle le grand fleuve descend des régions centrales vers la mer. Les affluents que reçoit le Congo à la traversée de ce massif, nés sur les hauteurs latérales du plateau et coulant d'abord dans de larges vallées, s'encaissent dans des ravins de plus en plus profonds à mesure qu'ils s'approchent de leur confluent; les tributaires de chacun d'eux se comportent de

(1) PECHUEL-LOESCHE mentionne à une heure en amont de Boma, dans une vallée encaissée, une coupe dans les alluvions anciennes du fleuve.

(2) Sur le versant méridional du Mongo Elonga, au Sud-Est de Nokki, Chavanne a observé le micaschiste altéré passant graduellement à la latérite. Le même voyageur signale sur les hauteurs qui bordent la vallée du Congo au Nord près de Nkongolo et de Nesundi, au Sud près de Nokki et de Mbuessi, de nombreux blocs arrondis ou anguleux de limonite. Sur la route de Nokki à San Salvador il a mentionné entre les villages de Ntuku et de Tomboko, des veines de quartz en place dans la latérite; entre la rivière Lunda (Mpozo supérieure) et San Salvador une *gneiss-latérite* grise, renfermant peu de fer et enfin, sur le plateau de San Salvador, une latérite scoriacée, brun jaunâtre foncé, riche en concrétions ferrugineuses et empiétant des cailloux de quartz.

même en arrivant au voisinage de ces vallées secondaires. Là où les ramifications des branches hydrographiques sont rapprochées les unes des autres, il en résulte un pays extrêmement tourmenté, où des crêtes étroites et escarpées séparent des vallées resserrées et profondes. Ce caractère est le plus prononcé là où le fleuve, se rapprochant du niveau de l'océan, est le plus bas par rapport au plateau primaire, c'est-à-dire dans la région qui suit les dernières cataractes. La vallée de la Mpozo, par exemple, et celle de ses affluents inférieurs, constituent de véritables gorges très encaissées séparées par des massifs étroits, donnant lieu ainsi à un district extraordinairement accidenté présentant presque partout un terrain en pente très raide.

La structure géologique se combine aux effets de l'érosion pour donner au relief de cette région un caractère particulier très frappant dans les environs de Matadi et de Palabala.

Les terrains qui forment les rives du Congo aux environs de Matadi et que l'on rencontre dans la vallée de la Mpozo consistent essentiellement en couches puissantes de roches très résistantes se présentant comme des grès et des psammites ou quelquefois comme des quartzites et des micaschistes ; des zones de roches schisteuses amphiboliques moins dures y sont intercalées.

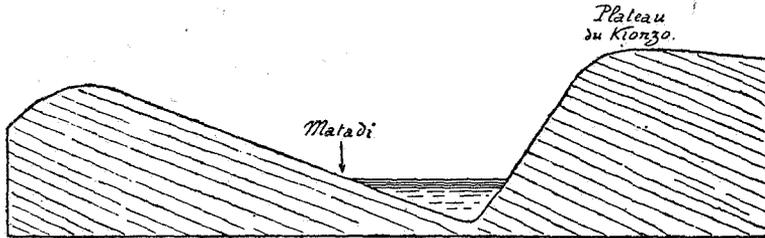
Ces couches affectent une disposition très simple : elles sont simplement relevées, à peu près vers le N-W, d'un angle variant de 15 à 30°.

Il résulte de cette disposition et de la résistance relativement grande des roches, que là où une profonde vallée d'érosion est creusée parallèlement à la direction des couches, elle présente un versant abrupt du côté de la tranche des strates et un versant en pente beaucoup plus douce du côté du plat. Quand une vallée court perpendiculairement à la direction, ses deux versants sont en pente très forte et offrent sur leurs parois la coupe des couches inclinées.

Ainsi, le Congo, devant Matadi, est à peu près parallèle à la direction des bancs ; sa rive gauche présente une pente relativement modérée, tandis que sur la rive droite il est bordé par l'escarpement raide qui mène au plateau du Kionzo (fig. 3). En aval du confluent de la Mpozo le fleuve offre sur sa rive gauche du côté des *Échelles* aussi bien que sur la rive droite, à Vivi, des versants escarpés laissant voir par place l'inclinaison des bancs ; en cet endroit, son cours est perpendiculaire à la direction des couches.

Près du pont du chemin de fer sur la Mpozo, la rive gauche de la rivière présente les tranches des couches et forme le versant escarpé du massif du Pic Cambier ; du côté opposé sont des pentes plus modé-

FIG. 3. — Coupe schématique de la vallée du Congo à hauteur de Matadi montrant la disposition des couches et l'inclinaison des versants.



rées sur lesquelles la voie s'élève en décrivant les lacets de Matadi Mapembé.

Vers la gare de Palabala et vers Kengé, les vallées des cours d'eau devenant moins encaissées, ce caractère d'opposition entre les versants s'atténue et il tend d'autant plus à s'effacer que dans cette région les couches schisteuses métamorphiques n'offrent plus la simplicité de disposition et de composition que l'on rencontre plus à l'Ouest, elles ont subi des plissements courts et répétés et sont beaucoup plus variées en nature.

Une conséquence facile à déduire, c'est que dans la région coupée de vallées profondes, sur les pentes raides qui bordent le Congo, la Mpozo et ses affluents supérieurs, les dépôts meubles de ruissellement seront rares ou absents, et l'on y trouvera en abondance des éboulis blocailleux et des cailloux anguleux amenés sur les pentes par les eaux pluviales.

Sur les pentes relativement modérées, mais souvent encore considérables, offertes par le plat des couches, on trouvera, outre le cailloutis, une épaisseur variable d'un dépôt terreux dû au ruissellement.

Quant au produit de l'altération météorique des roches, on l'observera fréquemment sur les pentes modérées, mais sur les versants raides des vallées, on ne le trouvera en place qu'en quelques points privilégiés; le plus souvent il sera remanié par le ruissellement superficiel.

Vers le haut du massif de Palabala et vers Kengé, la Nduisi et la Bembizi, où la raideur des pentes diminue considérablement, on rencontrera beaucoup plus souvent en place le produit de l'altération météorique, généralement recouvert, par l'intermédiaire d'un cailloutis, d'une terre meuble résultant de son remaniement.

Pour ce qui concerne les dépôts formés par les cours d'eau aux époques précédentes de leur travail de creusement, les pentes raides

n'en offrent que des vestiges, sous forme de galets de quartz remaniés dans le cailloutis de ruissellement, ou au sein du limon qui le recouvre. Les versants modérés en présenteront fréquemment en plus grande abondance, souvent accompagnés d'alluvions anciennes argilo-sableuses, elles-mêmes plus ou moins remaniées par le ruissellement.

Observations faites le long de la ligne du chemin de fer.

La première tranchée, à la sortie de la gare, à environ cinq mètres au-dessus du niveau moyen du fleuve, montre un amas épais de blocs de quartz de toutes tailles avec quelques cailloux roulés, mêlés et surmontés d'un limon brun rougeâtre dans lequel on ne peut voir qu'un produit de ruissellement.

Près de la factorerie de la Société belge du Haut-Congo, devant le Ravin Léopold, on voit de même, dans une coupe pratiquée à droite de la voie, un épais cailloutis à éléments les uns anguleux, les autres roulés, recouvert d'une terre jaune brun et reposant sur la roche intacte.

Au delà du Ravin Léopold, une terre rouge brique, également accompagnée de quelques cailloux roulés et de nombreux fragments anguleux de quartz, se présente dans les mêmes conditions. La teinte rouge que l'on constate ici semble être en relation avec la présence de nombreux cristaux d'aimant dans la roche sous-jacente.

A partir de la gare des Eaux-Bonnes, les roches amphiboliques prennent une importance considérable dans la formation du sous-sol jusque dans la vallée de la Mpozo. Elles sont fortement altérées et souvent décomposées en un produit argileux gris verdâtre renfermant des parties moins altérées de la roche.

Dans la vallée de la Mpozo, la raideur des pentes rend la partie terreuse du dépôt superficiel très rare. Les escarpements sont recouverts de blocs éboulés de la roche du sous-sol, principalement d'une grande quantité de gros blocs de quartz blanc, mêlés de menus fragments anguleux. En quelques endroits seulement, ce cailloutis est mélangé d'une assez forte proportion d'une terre sableuse brun rougeâtre. On voit très peu de cailloux roulés.

Au delà du pont métallique jeté sur la Mpozo, la voie court pendant un certain temps sur le versant droit en pente relativement modérée, de la vallée de la rivière. On observe, à la base d'un limon diversement coloré, ordinairement brun ou verdâtre, recouvrant des roches amphiboliques fortement altérées, une grande quantité de

cailloux bien roulés de quartz pouvant dépasser un poids de 100 kilogrammes et mêlés à quelques fragments anguleux. Les galets de quartz s'observent jusqu'à environ 40 mètres au-dessus du niveau actuel de la Mpozo. On peut les observer notamment près du poste téléphonique et du pont du Ravin de la Mission.

Passé le Ravin de la Mission, la voie s'élève rapidement vers le massif de Palabala et on cesse bientôt d'observer les cailloux roulés en grande quantité et en place. Jusqu'au garage de Matadi-Mapembé, on en rencontre encore quelques-uns mêlés aux cailloux anguleux de la surface. Ceux-ci recouvrent en grande abondance tout le sol des environs.

Aux rampes de Matadi-Mapembé on voit un grand nombre de blocs colossaux de quartz blanc éboulés sur les pentes, provenant d'épais filons qui font saillie au-dessus du sol.

Au delà des lacets de Matadi-Mapembé, un tiers environ du cailloutis est formé de fragments bien roulés de quartz ; d'autres ont simplement les angles arrondis ; d'autres sont anguleux. Ces divers éléments, à nu dans les endroits en pente très raide, sont recouverts ailleurs d'une terre brun jaunâtre plus ou moins abondante.

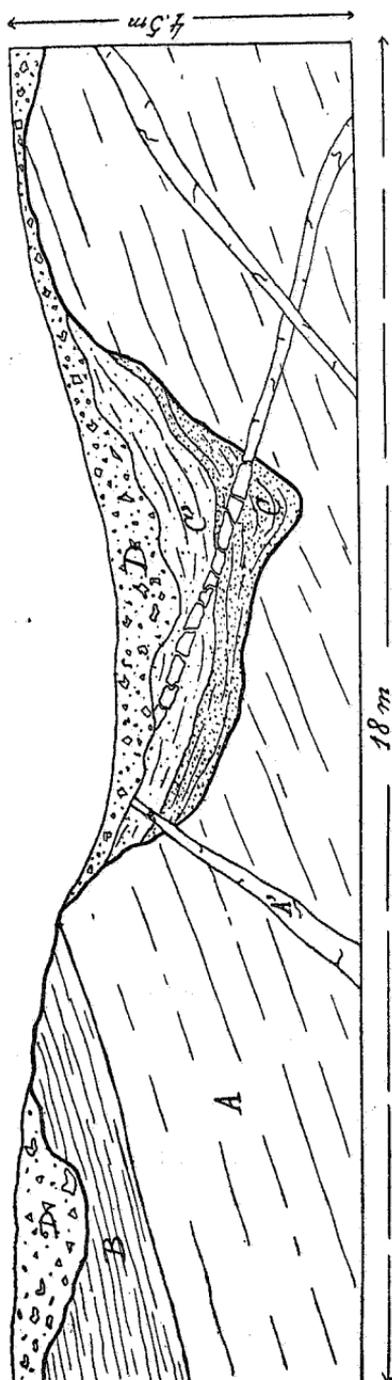
Les éléments roulés du cailloutis superficiel, observés déjà sur le versant de la gorge du Congo à Matadi et au Ravin Léopold proviennent évidemment de dépôts de rivières ou de torrents remaniés par le ruissellement pluvial.

La voie court ensuite à flanc de coteau le long du Ravin du Diable ; on ne voit plus de cailloux roulés parmi le dépôt de cailloux anguleux.

Jusqu'à la gare de Palabala, les roches en place sont fortement altérées vers la surface et souvent transformées en un produit meuble de teinte et de composition diverses selon leur nature et traversé en beaucoup d'endroits de veines de quartz restées en place. Au-dessus reposent des lits de cailloux anguleux de quartz accompagnés quelquefois d'une terre sableuse ou argilo-sableuse, jaune, rouge ou brune, qui fait ordinairement défaut sur les pentes raides (fig. 4). Les zones de roches amphiboliques vertes sont les plus altérées ; les roches métamorphiques siliceuses ont mieux résisté. Jusqu'à la gare, la voie est construite sur un terrain en pente généralement très prononcée, où les terres meubles d'altération, de même que les terres remaniées pour le ruissellement, sont peu abondantes.

Au delà de la gare, d'importantes tranchées montrent les couches schisteuses du sous-sol, altérées en place en un produit rouge recouvert de cailloux anguleux avec plus ou moins de terre de ruis-

FIG. 4. — Coupe d'une tranchée sur le flanc du Ravin du Diable.



- A. — Schistes amphiboliques.
- A'. — Filons de quartz.
- B. — Quartzites micacés.
- C. — Produit d'altération vert foncé.
- C'. — Produit d'altération rouge brun.
- D. — Cailloux anguleux et terre de ruissellement.

sellement. Le produit d'altération sur place varie de composition et de couleur avec la nature des roches dont il provient. Il est plus ou moins argileux, jaune brun ou rouge vif, souvent bigarré ; les veines de quartz restées en place y sont fréquentes.

Un peu avant le col de Kutadi, à proximité des vallées de ruisseaux affluents de la Kibueza, on trouve dans ce dépôt superficiel de gros blocs de quartz bien roulés, mêlés à des blocs anguleux. Au delà du col de Kutadi, jusqu'au col de Tambagadio, on continue à observer les mêmes dépôts superficiels, recouvrant les roches altérées en un produit meuble. Près du fond de la vallée du ruisseau Lola, un grand nombre de cailloux roulés sont mêlés aux fragments anguleux et souvent accompagnés d'un limon brun paraissant de nature alluviale.

Le limon alluvial brun, avec nombreux cailloux roulés et quelques cailloux anguleux à la base, est très développé dans la vallée de la Kibueza, au delà du col de Tambagadio. On le voit fréquemment reposer sur le produit d'altération sur place avec veines de quartz restées intactes. Dès que la voie sort de la vallée, on voit les éléments roulés disparaître pendant un certain temps.

Au delà de la gare de Kengé, on retrouve des cailloux roulés mêlés en grand nombre aux éléments anguleux qui accompagnent la terre jaune brun recouvrant la roche altérée en place ; on les observe du moins aux endroits où la voie court dans le voisinage du fond de la vallée du ruisseau Kengé ; les cailloux roulés font défaut, dès que la plateforme s'élève (Col aux Buffles, Col Sofi).

Vers le Col Sofi, le produit d'altération sur place, très épais, est d'un beau rouge vif.

Passé le Col Sofi, aux cailloux anguleux formant la base de la terre superficielle, généralement brune, jaune par places, est mêlée en grande quantité une grenaille de tout petits cailloux de limonite impure et l'on trouve dans ce limon un grand nombre de blocs de limonite scoriacée.

En approchant de la rivière Nduisi, le produit d'altération, coloré par place en rouge carmin, est très épais et présente de nombreuses veines de quartz en place. Au-dessus repose un limon brun foncé recouvrant un cailloutis à éléments roulés mêlés de cailloux anguleux. Au delà de la rivière, des cailloux roulés de quartz, quelquefois de gros blocs bien arrondis, sont encore mêlés aux cailloux anguleux de la base de la terre superficielle.

On voit donc que les cailloux roulés apparaissent chaque fois que la plateforme de la voie arrive dans le voisinage du fond d'une vallée ;

l'extension verticale des cailloux roulés dépasse rarement 4 ou 5 mètres au-dessus du fond de la vallée.

Au delà de Congo di Vanga, les cailloux anguleux, avec des blocs souvent énormes, mêlés au produit du ruissellement pluvial, forment des dépôts très épais sur la roche altérée en place. Plus loin, l'importance du cailloutis diminue et par contre, la terre de ruissellement, jaune, jaune brun ou grise, atteint une grande épaisseur. Les roches du sous-sol donnent souvent par altération une terre meuble grise traversée de veines de quartz. De la Nduisi jusqu'au delà de la petite Bembizi, on trouve sur les côtés de la voie un grand nombre d'affleurements nus de schistes verdâtres (Monolithe, etc.).

Passé le Monolithe, les schistes chlorités du sous-sol donnent un produit d'altération rouge, très épais, recouvert de limon de ruissellement jaune ou jaune brun avec cailloux anguleux. C'est ce qu'on voit près de la gare de la Kamansoki et au delà jusqu'à la petite Bembizi.

Observations faites en dehors de la ligne du chemin de fer.

Sur la rive gauche du Congo, aux environs de Matadi, vers Kin-kanda et vers la Mpozo, les roches siliceuses métamorphiques se montrent fréquemment à nu, très altérées à la surface. Ailleurs, le sol est formé d'une terre jaune ou jaune brun, sableuse, légèrement micacée, atteignant une certaine épaisseur sur les pentes douces, et remplie de fragments anguleux de quartz de filon et de la roche stratifiée sous-jacente. Là où le sol est formé de roches amphiboliques vertes (colline entre le ravin de Fuka-Fuka et celui de Kala-Kala), le sous-sol est recouvert presque uniformément d'un produit d'altération argileux gris verdâtre, recouvert d'un dépôt de ruissellement de même teinte avec cailloux anguleux. On ne peut voir dans ces terres jaunes ou grisâtres à cailloux anguleux qu'un produit du ruissellement pluvial.

Cependant, au voisinage du fleuve, sur la colline séparant le ravin de Fuka-Fuka de celui de Kala-Kala et en plusieurs autres endroits des environs de Matadi, on trouve quelques cailloux roulés, restes d'anciennes alluvions, complètement remaniées par le ruissellement (1).

En 1891, j'ai eu l'occasion de parcourir à pied la route des caravanes de Lukungu par Kimpangala et Congo Dialamba, et d'y faire sur les

(1) M. Dupont mentionne des cailloux roulés près de Matadi, à plus de cent mètres au-dessus du fleuve.

dépôts superficiels quelques observations qui corroborent celles que j'ai faites plus tard dans les tranchées du chemin de fer.

Après avoir franchi la Mpozo, non loin de l'emplacement du pont actuel du chemin de fer, le sentier des caravanes escalade le massif de Palabala, qui sépare Mpozo du ruisseau Nséké. On y observe nettement l'opposition que j'ai déjà signalée entre les pentes raides offertes par la tranche des couches et les pentes comparativement plus douces qui leur font face. Sur les pentes raides, on trouve en plusieurs endroits des affleurements d'épais filons de quartz et des blocs de quartz alignés ou éboulés sur le flanc des collines, atteignant souvent des dimensions véritablement colossales.

Les pentes faibles, tournées vers Nséké, sont couvertes d'un manteau très continu de terre jaunâtre.

Au delà de la Nséké, le pays devient de moins en moins accidenté, la couche meuble acquiert une épaisseur de plus en plus grande à mesure qu'on s'avance vers le ruisseau Kengé et la Nduisi, et les affleurements rocheux sont rares. La terre superficielle devient plus argileuse.

La route traverse le Kengé, non loin de la gare de ce nom.

Le massif qui sépare la Nduisi de la Bembizi (grande Bembizi) et où est situé Congo Dialemba, est formé de schistes verts, fortement décomposés vers la surface et passant par gradation à un produit argileux bigarré de rouge et de jaune, que montrent très nettement de profonds ravinements dûs aux eaux ruisselantes. Cette argile est recouverte d'une terre de ruissellement remplie de fragments anguleux de quartz, de schistes, etc., et d'une grenaille de petits cailloux limoniteux. Enfouis dans cette terre ou disséminés à la surface du sol, sont des blocs parfois énormes de limonite scoriacée (1).

A partir de la Nduisi, le pays s'accidente de nouveau, mais le type des collines à versants différemment inclinés (fig. 3) a disparu pour faire place à des collines en mamelons dont les plus élevées ont souvent la disposition tabulaire. Chose digne de remarque, la limonite scoriacée est surtout abondante aux altitudes les plus fortes, sur les collines tabulaires ; elle abonde sur le plateau du Congo Dialemba et les ravinements la montrent dans la forêt de Massamba, mais elle n'existe pas dans la vallée de la Bembizi et de ses affluents, si ce n'est vers le haut des pentes qui mènent aux plateaux.

A part cette particularité, la nature du sol superficiel reste la même jusqu'à la Lufu et vers Banza Manteka : partout un manteau de terre

(1) Observés en 1887, par M. Dupont.

jaune ou brun rougeâtre argilo-sableuse, laissant voir çà et là des affleurements des roches vertes du sous-sol. M. Dupont a noté la présence de ce dépôt sur les plateaux non loin de Banza Manteka.

Plus près du Congo, non loin de Banza Kulu, à la cote 350, M. Dupont a observé sur une pente de grands affleurements de cailloux roulés, cimentés par de la limonite et recouverts par le dépôt rougeâtre argilo-sableux. Il range le tout parmi les alluvions anciennes du fleuve.

Sur la rive nord du Congo, dans la zone cristalline, M. Dupont mentionne des cailloux roulés souvent cimentés par du minerai de fer, parmi les terres argilo-sableuses, sur le plateau de Vivi, sur le plateau entre Guvi-Panda et Yellala, entre Yellala et le Mpacassa, vers le Sud-Est de Pama Ngulu, près d'Issanghila, etc. Près des cataractes d'Yellala, il a observé de grandes masses de cailloux roulés de quartz cimentés par du minerai de fer et recouverts par un limon sableux rougeâtre (1).

Ces divers cas doivent bien avoir la signification que leur attribue M. Dupont ; ils correspondent à des altitudes très modérées au-dessus du niveau actuel du Congo. Mais pour ce qui concerne les cailloux roulés de Banza Kulu (cote 350), mes observations sur les terrains anciens font passer par ces parages une zone de poudingue devonien à ciment argileux abondant, et l'on pourrait bien être là en présence, comme en beaucoup d'autres endroits, des éléments du poudingue remanié par le ruissellement superficiel.

Sur le plateau du Kionzo, sur la rive droite du fleuve en face de Matadi, une fosse préparée pour l'inhumation d'un chef indigène m'a montré, dans un bois, en 1893, environ trois mètres d'une terre argilo-sableuse rouge brun, devenant gris verdâtre vers le bas et reposant sans intermédiaire sur des roches amphiboliques altérées. Une veine de quartz, presque horizontale, se voyait près de la surface du sol. Ce point se trouve à 220 mètres au-dessus du fleuve et à 2 kilomètres de la rive. On n'observe donc en cet endroit aucun caillou roulé parmi la couverture meuble superficielle. Celle-ci paraît être exclusivement formée du produit d'altération sur place, le remaniement par le ruissellement pluvial étant nul dans les parties fortement boisées.

Sur les escarpements raides du voisinage de Vivi, jusqu'à une hauteur de 150 mètres au-dessus du Congo, on trouve un dépôt de ruis-

(1) PECHUEL-LOESCHE a fait une observation analogue près des chutes d'Yellala : entre la Bundi et Pama Ugulu, il mentionne un ancien lit du Congo couvert de cailloux roulés et voisin du lit actuel ; la différence de niveau est de 50 à 60 mètres.

sellement jaune mêlé d'une quantité énorme de cailloux de quartz anguleux de toutes dimensions.

En résumé, les observations faites dans la zone cristalline montrent qu'il faut distinguer parmi les dépôts superficiels :

1° Le produit de l'altération *in situ* de la partie superficielle des roches du sous-sol, présentant tous les stades intermédiaires entre la roche à peine décolorée par les influences météoriques et un produit terreux, sableux, argileux ou argilo-sableux, selon la nature de la roche-mère, diversement coloré, le plus souvent rouge, et caractérisé fréquemment par la présence de veines de quartz restées en place.

2° Des alluvions argilo-sableuses de cours d'eau, avec cailloux roulés vers la base. Ces alluvions peuvent être récentes et se trouver à un niveau voisin de celui du cours d'eau auquel elles doivent leur origine, ou être de formation ancienne et se trouver à une altitude dépassant de beaucoup le niveau des plus fortes crues. Ces alluvions anciennes ont presque toujours, dans les régions très accidentées, été fortement remaniées par le ruissellement pluvial; souvent même on n'en trouve plus que des vestiges sous forme de quelques cailloux roulés, mêlés aux fragments anguleux poussés sur les pentes par le ruissellement.

3° Des nappes plus ou moins discontinues d'une terre sableuse ou argilo-sableuse jaune, rouge, rousse, brune ou grise, faisant souvent défaut sur les pentes très raides. On la rencontre surtout aux endroits à pente modérée; elle est souvent accumulée vers le bas des versants ou dans les creux, sur une épaisseur considérable. Elle accompagne ordinairement une couche ou des amas de cailloux anguleux de quartz, mêlés dans certains cas de quelques cailloux roulés dont nous connaissons déjà l'origine; sur les pentes raides, il arrive fréquemment que le cailloutis représente seul ce dépôt.

Je considère le dépôt de cette terre comme dû au ruissellement, facile à observer à chaque pluie un peu abondante, des eaux pluviales à la surface du sol. Les eaux ruisselantes, outre qu'elles dégradent elles-mêmes directement les affleurements des roches, remanient énergiquement le produit de leur altération lente. Cette terre superficielle de ruissellement et les cailloux anguleux qui l'accompagnent, représentent le stade intermédiaire entre les produits de la dégradation chimique et mécanique du sous-sol, et les alluvions que les cours d'eau charrient et déposeront tôt ou tard. Chaque pluie copieuse en apporte à ceux-ci un tribut abondant.

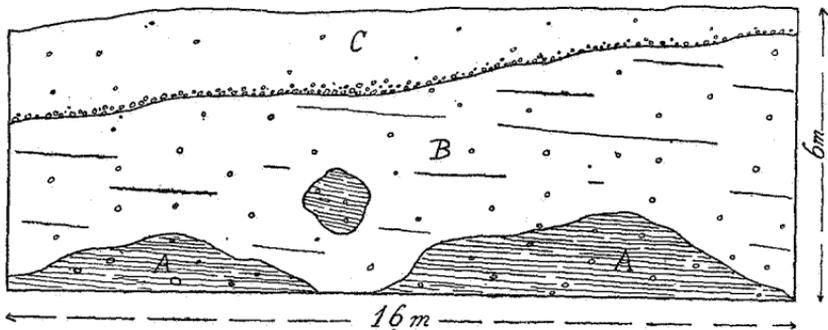
FORMATIONS SUPERFICIELLES DANS LA ZONE DEVONIENNE.

Observations faites le long de la ligne du chemin de fer.

Lors de ma dernière visite, les terrassements pour l'établissement de la plateforme du chemin de fer étaient en voie d'exécution au voisinage du Col de Zolé (kilomètre 135). Je me suis trouvé en présence de coupes fraîches de toute beauté qui m'ont permis de me rendre compte d'une façon complète de la nature et de la disposition relative des parties superficielles du sol. C'est pourquoi je commencerai ce chapitre en décrivant les tranchées du Col de Zolé pour revenir en arrière le long de la voie ferrée jusqu'à la limite occidentale de la zone devonienne. Je donnerai ensuite mes observations faites à partir du Col de Zolé dans le voisinage du tracé de la ligne, dans la direction de l'Inkissi, et finirai par l'exposé des constatations faites le long de la route des caravanes entre la gare de la Lufu et Lukungu.

A l'emplacement exact du Col de Zolé, de grandes tranchées sont creusées dans le poudingue devonien complètement altéré, décalcarié, transformé en une terre meuble sableuse, très poreuse, de teinte rougeâtre et rose clair, laissant voir encore quelques traces de stratification et les galets, assez clairsemés, restés intacts dans leur position primitive. Ces galets sont surtout formés d'un quartzite rougeâtre pointillé de feldspath. La partie altérée se montre souvent sur toute la hauteur de la coupe, profonde de six mètres. Par places, des parties non altérées de poudingue arrivent au-dessus du plan de la plateforme; ailleurs on voit des blocs intacts, inclus dans le produit d'alté-

Fig. 5. — Portion de la grande tranchée du Col de Zolé.



A — Poudingue intact.

B. — Poudingue décomposé sur place ou un produit sableux meuble conservant les galets en position primitive.

ration. On peut en général constater le passage graduel de la roche intacte au produit meuble; le processus d'altération commence par la décoloration de la roche primitivement gris bleu et par sa décalcification (fig. 5).

Un peu en deçà du Col, d'autres tranchées montrent le poudingue transformé en un produit plus argileux, bigarré de rouge vif, de jaune, de brun.

Au-dessus du produit d'altération, caractérisé par ses galets restés en place, repose une couche d'épaisseur variable (atteignant deux mètres) d'une sorte de limon jaune ayant assez bien l'aspect de notre ergeron. A sa base, et reposant sur le poudingue altéré, on voit un cailloutis de galets identiques à ceux du poudingue. Des galets moins nombreux sont disséminés dans la masse du limon et d'autres se rencontrent en abondance à la surface du sol, dans la zone d'affleurement du poudingue, jusqu'à une altitude voisine de 500 mètres. Entraînés avec le limon par les eaux ruisselantes, on les retrouve sur les pentes en dehors de cette zone et jusque dans les petites vallées voisines, où ils sont mêlés aux alluvions actuelles.

J'insiste à dessein sur ces galets car on pourrait, si les tranchées ne venaient pas nous éclairer sur leur signification, les considérer, avec le limon qu'ils accompagnent, comme ayant été amenés par un ancien cours d'eau que l'on ferait ainsi passer au sommet des collines de Zolé.

Partout où, dorénavant, nous rencontrerons des cailloux roulés épars sur le sol ou empâtés dans les terres superficielles, nous devons donc hésiter à les rapporter à un cours d'eau qui aurait autrefois déposé en cet endroit ses galets et ses alluvions.

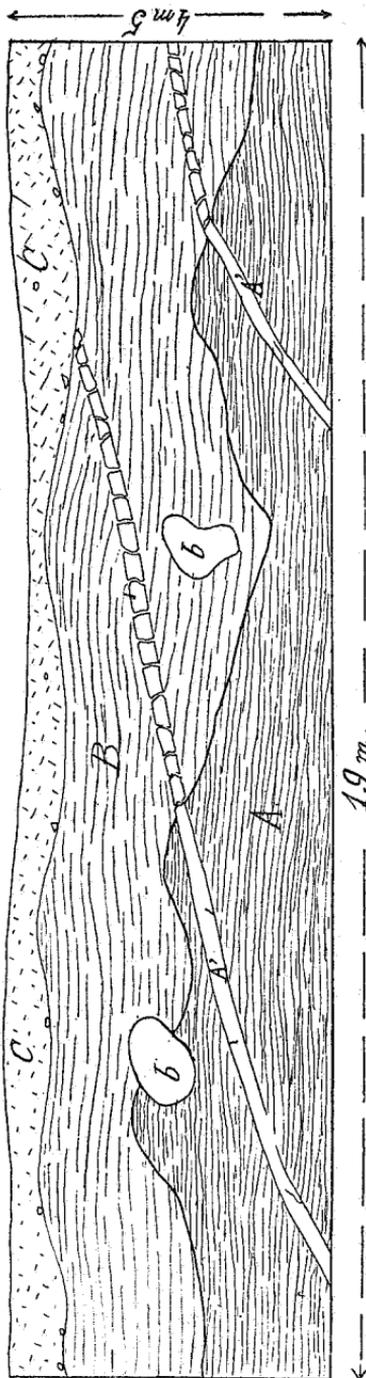
Continuons à suivre la voie ferrée dans la direction de l'Ouest, c'est-à-dire en revenant vers Mâtadi.

La voie sort bientôt de la zone de poudingue et descend en lacets vers les villages de Zolé. De nombreuses tranchées montrent des calcschistes, primitivement gris bleu foncé, décomposés sur place en argile, tout en conservant nettement leur stratification horizontale ou ondulée. La roche perd d'abord son calcaire et prend une teinte rouge pourpre ou gris rougeâtre, puis elle passe à une argile brun clair parfois bigarrée de rouge (Voir fig. 6, p. 72).

Le passage des calcschistes à l'argile est graduel, les lits moins calcaireux étant d'abord transformés, mais la limite de la partie décolorée est nettement tranchée.

Au sein des calcschistes se rencontrent de gros noyaux de calcaire argileux compacte, assez dur, de couleur bleue; ces noyaux persistent, décalcifiés à l'extérieur, dans l'argile d'altération.

FIG. 6. — Portion d'une tranchée dans les rampes du Col de Zolé.



- A. — Calcschistes gris-bleu, inaltérés.
- b. — Noyaux de calcaire argileux.
- B. — Argile d'altération.
- C. — Limon de ruissellement avec fragments anguleux de quartz et grenaille limoniteuse.
- A'. — Veines de quartz traversant les couches de calcschistes et restées en place, en fragments discontinus, dans l'argile d'altération.

A proximité de la voie, dans les lits de quelques ruisseaux ou torrents, on voit affleurer des couches de calcschistes, se présentant à l'état tout à fait intact. Ce fait est dû évidemment à ce que les parties superficielles décalcifiées sont au fur et à mesure enlevées par l'eau.

Sur les collines voisines se trouvent des affleurements et de gros blocs épars de calcaires gris ou blancs ou de véritables marbres, blanc grisâtre, gris, roses, etc., offrant la roche absolument intacte à la surface ; mais cette surface, arrondie ou cariée, montre la trace de l'action corrosive des eaux météoriques.

En plusieurs endroits on voit dans les tranchées des veines de quartz blanc, souvent accompagné de calcite, épaisses de quelques décimètres, traverser dans différents sens les calcschistes intacts et passer dans l'argile d'altération qu'ils traversent jusqu'à sa surface supérieure, en perdant leur partie calcaire.

Sur l'argile provenant de l'altération des calcschistes et caractérisée par ses restes de stratification et les veines de quartz en place, repose un manteau presque continu de limon jaune de ruissellement. On y voit, en grande quantité vers la base et disséminés en petit nombre sur toute la hauteur, des blocs et des cailloux anguleux de quartz, provenant des filons du sous-sol, mêlés à quelques galets de quartzite feldspathique provenant du poudingue du Col de Zolé, et que le ruissellement a fait glisser sur les pentes. Outre ces éléments, on trouve dans le limon, surtout vers la base, des quantités de petits cailloux ferrugineux bruns ayant en moyenne le volume d'une noisette ; leur surface est ordinairement formée de couches concrétionnées de limonite. Ces éléments ont pour origine de petits fragments de schistes décalcifiés entraînés par le ruissellement et ayant servi de centres d'attraction au concrétionnement de l'hydroxyde ferrique. Cette grenaille ferrugineuse forme souvent une partie importante du dépôt de ruissellement.

En approchant des villages de Zolé, on rencontre dans la vallée une série de tranchées ne montrant plus que le limon de ruissellement avec grenaille et cailloux divers, puis la voie recoupe un nouvel affleurement du poudingue devonien que l'on observe dans plusieurs tranchées. La roche intacte est gris bleu verdâtre, très calcaire ; le produit d'altération meuble qui la recouvre est gris sale, gris rougeâtre ou rouge pourpre, peu argileux. On trouve dans la roche intacte de gros galets de granit et des galets plus petits de quartz, quartzite, etc., qui subsistent en place dans la roche transformée, les galets de granit étant fortement altérés.

Plus loin, des tranchées montrent des schistes d'abord décolorés en

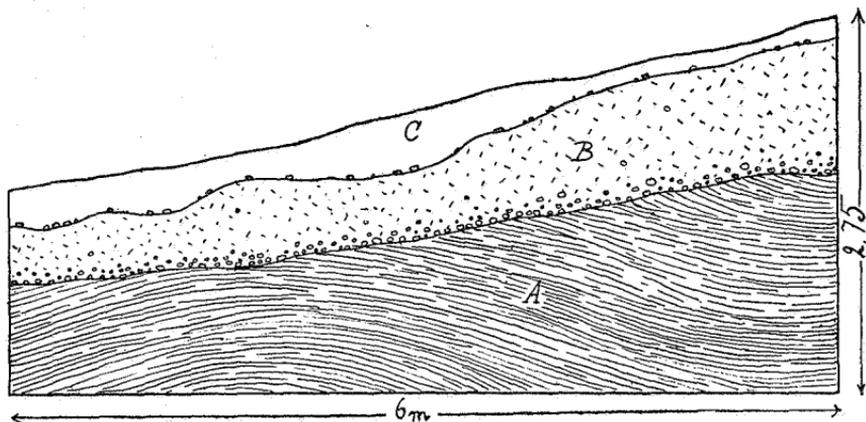
rouge pourpre, puis passant à une argile brun clair ou bigarrée de rouge et de brun. La stratification reste visible même dans les parties les plus complètement transformées.

Au-dessus du poudingue et des schistes altérés, s'étend partout le manteau de limon jaune avec grenaille limonitique et cailloux remaniés, surtout abondants vers la base. Les cailloux roulés remaniés (quartz, quartzite, granit) se voient aussi dans les alluvions argileuses de quelques ruisseaux marécageux.

Au delà des villages de Zolé, les tranchées ne montrent plus que le limon jaune avec grenaille de limonite et cailloux roulés, surtout de quartzite rouge feldspathique. Il s'y adjoint quelques blocs anguleux de grès dur provenant de bancs intercalés dans les schistes. On voit nettement dans les coupes la formation des nodules de limonite aux dépens de menus fragments de schiste entraînés par le ruissellement. En certains endroits, l'hydroxyde ferrique s'agglomère en blocs de limonite scoriacée empâtés dans le limon jaune.

On constate dans la plupart des coupes précédentes que, sur les pentes faibles, la partie supérieure du limon jaune est complètement dépourvue de cailloux ferrugineux et forme ainsi une couche semblant raviner la partie inférieure et épaisse de 0.10 à 1 mètre. (fig. 7.) Au contact des deux zones, il y a quelques cailloux roulés remaniés.

FIG. 7. — Portion d'une tranchée près des villages de Zolé.



- A. — Schistes décomposés en argile brune.
- B. — Limon de ruissellement avec grenaille limoniteuse et cailloux divers.
- C. — Limon de ruissellement pur.

Cette partie superficielle, dépourvue de grenaille limoniteuse, semble devoir son origine à un ruissellement lent, s'effectuant entre

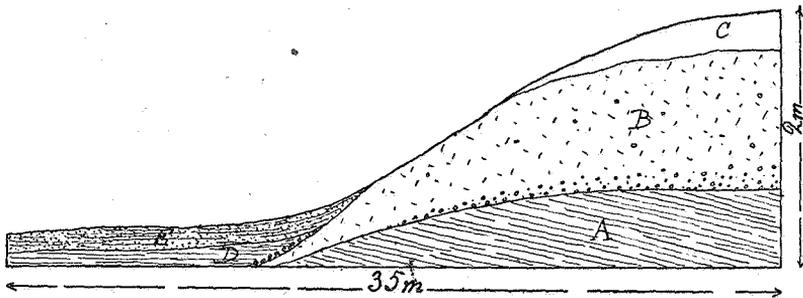
les herbes et entraînant sur les pentes les particules terreuses du limon. Il est probable que les *termites* interviennent aussi dans sa formation.

Ces insectes construisent dans le sol des nids prolongés au-dessus de la surface en un cylindre de terre terminé par une calotte sphérique ou garni d'appendices en forme de chapeau de champignon. Ces constructions sont faites en grande partie de particules argileuses (elles manquent dans les régions de sables purs) et quand les nids sont abandonnés, les pluies en étendent les matériaux sur le sol.

Les termites tendent donc à ramener à la surface les parties argileuses du limon. Leur rôle est loin d'être négligeable, car il n'est pas exceptionnel de compter une centaine de ces petites termitières cylindriques sur un hectare de terrain. En supposant que chacune ne pèse que 10 kilogrammes, on voit que ces animaux peuvent annuellement ramener sur cette surface une tonne de limon pur.

Près d'un affluent de la Sansikua, une coupe montre le limon jaune de ruissellement recouvert d'une couche d'alluvions argileuses grises avec cailloux remaniés à la base, surmontée elle-même de 0,50 m. d'alluvions noirâtres, chargées d'humus (fig. 8).

FIG. 8. — Portion d'une tranchée près du kilomètre 125.



- A. — Schistes décomposés en argile brune.
 B. — Limon de ruissellement avec grenaille limoniteuse et cailloux divers.
 C. — Limon de ruissellement pur.
 D. — Argile grise avec cailloux remaniés.
 E. — Argile noirâtre chargée d'humus. } Alluvions récentes.

Il serait fastidieux de décrire les tranchées que l'on rencontre entre le voisinage de Zolé et la gare de la Lufu. Jusque Songololo, elles sont d'ailleurs assez rares et peu profondes. Toutes montrent le limon de ruissellement jaune clair, jaune brun ou brun rougeâtre pétri de grenaille limoniteuse et renfermant beaucoup de blocs de limonite scoriacée. Là où le ruissellement superficiel ou l'érosion des cours

d'eau a enlevé la partie terreuse du dépôt, ces blocs, quelquefois énormes, se montrent à la surface du sol accumulés souvent en grand nombre.

Le limon renferme souvent des blocs anguleux de quartz de filon et de grès durs.

Ça et là, la présence de quelques galets de quartz, quartzite etc. indique la présence en sous-sol de zones du poudingue devonien. En plusieurs endroits, des blocs de grès durs se rencontrent à la surface du sol, dans les mêmes conditions que les blocs de limonite scoriacée.

On ne voit aucun autre indice des roches en place.

La voie traverse plusieurs cours d'eau à bords marécageux coulant sur des alluvions argileuses que les tranchées n'entament pas.

Au delà de Songololo se présentent une suite de tranchées entamant soit des schistes en grande partie décomposés en une argile rouge ou brune, recouverte d'un limon jaune brun ou rougeâtre avec cailloux limoniteux, soit ce limon seulement. Les blocs de roches siliceuses dures et de limonite scoriacée sont nombreux, inclus dans le limon ou épars sur le sol.

Dans beaucoup de ces tranchées, on voit la partie supérieure du limon dépourvue de grenaille.

En approchant de la Lufu, près de Sipèlo, la coupe des schistes décomposés en argile rougeâtre montre des lits en place de roches siliceuses dures souvent oolithiques, conservées tout à fait inaltérées.

Aux environs de la gare de la Lufu, sur la rive droite de la rivière, passent plusieurs zones de poudingue devonien ; le limon jaune qui couvre le sol au voisinage de ces zones renferme un grand nombre de cailloux roulés mêlés de quelques cailloux anguleux de quartz. Malgré le voisinage de la rivière, je ne vois aucun motif de considérer ce limon et ces cailloux roulés comme des alluvions anciennes de la Lufu. En effet, au point où l'ancienne route des caravanes traverse cette rivière, à environ 20 kilomètres en aval du pont du chemin de fer, elle coule dans un pays formé de schistes amphiboliques et en cet endroit les cailloux roulés font absolument défaut dans le limon qui couvre les flancs de la vallée.

Sur la rive gauche de la Luru, les tranchées montrent des schistes très altérés, rouge pourpre, entièrement transformés, vers la partie supérieure, en une argile bigarrée de jaune brun et de rouge. Au-dessus repose le limon jaune de ruissellement, renfermant vers le bas une grande quantité de nodules limoniteux et un mélange de cailloux anguleux et de cailloux roulés de quartz. L'épaisseur de la partie supérieure du limon, dépourvue de cailloux, varie de quelques centi-

mètres à plusieurs mètres ; en certains endroits, elle fait défaut et les cailloux arrivent jusqu'à la surface du sol.

L'aspect des choses ne varie pas jusqu'à la limite de la zone cristalline, à proximité de la petite Bembizi.

Nous retournerons maintenant au Col de Zolé et, après avoir examiné les coupes que montraient lors de notre passage quelques tranchées commencées au delà du Col, nous nous avancerons vers l'Est, dans la direction du tracé de la voie, en décrivant ce que l'on voit à *la surface du sol* et en nous efforçant d'interpréter ces observations rudimentaires d'après ce que nous ont montré les tranchées entre le Col de Zolé et la petite Bembizi.

Observations faites le long du tracé du chemin de fer.

Au delà de la grande tranchée du Col de Zolé décrite plus haut, les travaux ont entamé le poudingue devonien intact, présentant en cet endroit un affleurement important ; la surface seule est altérée et présente en creux les empreints de nombreux galets calcaires disparus. Aux environs, le sol est couvert d'une quantité de cailloux roulés de quartz, quartzite, etc. provenant du poudingue.

La tranchée suivante montre le limon jaune de ruissellement empâtant de gros noyaux de calcaire argileux bleu, décalcarisés à l'extérieur en une zone épaisse grise et poreuse.

Au delà, une coupe montre des calcschistes horizontaux, intacts vers le bas, transformés plus haut en une argile brune dans laquelle passent des veines de quartz et calcite traversant obliquement les couches. Au-dessus vient le limon jaune avec gros blocs anguleux de quartz de filon ; ces blocs sont d'ailleurs abondants à la surface du sol.

Puis on voit des calcaires argileux décalcarisés vers le haut et surmontés du limon jaune avec blocs arrondis, altérés à l'extérieur, de la même roche.

Enfin, la dernière tranchée, commencée à l'époque de mon passage, montrait, sous le limon, des schistes peu inclinés décomposés sur place en argile brune.

A partir de ce point, mes études ont été privées du secours précieux des travaux de terrassement, qui m'avaient permis, depuis Matadi, de me rendre un compte si net de la composition du revêtement terreux de la région.

Du Col de Zolé, la caravane dont je faisais partie a suivi le tracé du chemin de fer jusque près du village de Kimpessé, puis prenant à

gauche, a côtoyé la Lukunga jusque Luvituku. Partant de Luvituku, nous avons rejoint le tracé de la voie à Banza Kuda et nous sommes peu écartés jusqu'au delà de l'Inkissi, à la limite orientale de la zone devonienne.

Entre les dernières tranchées et le kilomètre 138 du tracé, la surface du sol est formée de limon jaune de ruissellement avec grenaille limoniteuse. Quelques galets de quartzite rouge feldspathique, analogues à ceux du poudingue du Col de Zolé se rencontrent çà et là à la surface et sont très abondants au kilomètre 138.

A partir de ce point, je donnerai mes observations étape par étape.

1^{re} étape. — Du kilomètre 138 au Kuilu. — On voit le limon jaunâtre avec cailloux limoniteux, des blocs de limonite scoriacée à la surface du sol et quelques galets de quartzite rouge feldspathique.

On rencontre, sur la route, les *Roches de Bafu* : grands rochers de calcaire marmoréen gris blanc, se présentant au-dessus de la plaine en blocs énormes arrondis et corrodés par les actions atmosphériques. Vers le Sud et le Sud-Est, on aperçoit des collines rocheuses analogues.

Ces différentes masses de calcaires présentent une stratification presque horizontale ; elles représentent des vestiges, isolés par l'érosion, de bancs puissants autrefois continus et dont faisaient également partie les marbres du Col de Zolé.

Au point où nous l'avons franchi, le Kuilu coule sur des affleurements de calcschistes gris bleu inaltérés, en couches peu inclinées et il est bordé par des berges de limon alluvial, argilo-sableux, grisâtre, de 5 à 6 mètres de haut.

En aval, au point de passage de la route des caravanes, la rivière s'est creusée dans les calcschistes une gorge étroite, un véritable cañon que l'on pourrait presque franchir d'un bond.

2^e étape. — Du Kuilu à Kimpessé. — Limon superficiel jaunâtre avec grenaille et blocs scoriacés de limonite souvent isolés à la surface. On rencontre aussi sur le sol des blocs de grès siliceux durs, des blocs anguleux de quartz de filon ainsi qu'une quantité de beaux cristaux isolés de quartz hyalin ; on trouve en outre quelques galets pouvant être rapportés au poudingue devonien.

En approchant de Kimpessé on passe à proximité des *Roches de Lamba*, énormes blocs de calcaires auxquels les actions météoriques ont donné un aspect singulièrement déchiqueté (1).

(1) Aux environs de Kimpessé, on rencontre à la surface du sol, ordinairement sur les hauteurs, une quantité considérable de pierres taillées : nous en avons récolté

3^e étape. — De Kimpessé à Kitobola. — La route s'engage dans la vallée d'érosion de la Lukunga, limitée du côté de la rive droite par l'escarpement raide du Bangu. Le côté gauche est en pente relativement douce; on y voit des collines isolées montrant, du côté de la vallée, des rochers de calcaire gris blanc.

Le sol présente le même dépôt superficiel sur le flanc de la vallée; dans le fond, s'étend le limon alluvial de la Lukunga. On rencontre en abondance de gros blocs de grès siliceux durs, disséminés sur les collines, ou accumulés dans le lit des cours d'eau.

4^e étape. — De Kitobola à Luvituku. — Le dépôt superficiel est toujours le limon jaunâtre de ruissellement. Un ravinement en entonnoir, le premier observé sur cet itinéraire, montre qu'il repose sur une terre rougeâtre, produit d'altération de roches schisteuses. Le limon est rempli de menus fragments de schiste, qui lui donnent souvent un aspect rougeâtre. Les blocs de grès siliceux sont nombreux et très volumineux.

On n'observe aucun affleurement de poudingue et le limon superficiel, même près du fond de la vallée, ne renferme aucun galet.

Le haut de l'escarpement du Bangu, que j'ai escaladé en face de la station de Luvituku, est formé de schistes argileux rouges très altérés, réduits en menus fragments sur la surface et passant à un produit de décomposition terreux, de teinte rouge violacée, fortement raviné et éboulé sur les pentes.

5^e étape. — De Luvituku à Banza-Kuda. — Le dépôt superficiel est le limon jaune; par places, il est gris ou rouge; il renferme toujours la grenaille limoniteuse. Quelques entonnoirs le montrent en coupe, reposant sur un produit d'altération argileux rouge. On ne rencontre aucun caillou roulé.

On observe quelques affleurements nus de calcaire, notamment dans le lit des rivières Kiasi et Masa-Gongo. Les blocs de grès siliceux durs sont nombreux à la surface du sol.

plusieurs centaines entre le Kuiu et le village de Kimpessé. Ces instruments, affectant plusieurs des types connus en Europe, sont mêlés à des marteaux formés de galets arrondis portant des traces de percussion, à des blocs matrices, etc. Ils sont fabriqués aux dépens des bancs de roches siliceuses dures intercalées dans les schistes et les calcschistes devoniens. L'abondance de ces ustensiles dans un pays où se présente le calcaire en bancs épais n'est-elle pas de nature à faire supposer que les populations qui les ont fabriqués ont pu habiter des cavernes aujourd'hui disparues par suite de l'érosion ou simplement masquées par les dépôts superficiels ?

Les pierres taillées ne sont d'ailleurs pas rares dans le Congo inférieur et moyen; nous en avons récolté depuis Matadi jusqu'au voisinage de l'Inkissi. Elles sont faites de grès, de quartzite, de silex, de quartz laiteux et même de quartz hyalin.

6^e étape. — De Banza-Kuda à Kama. — Le sol continue à avoir la même composition; les blocs de grès durs sont abondants et parfois énormes; on trouve aussi des blocs de limonite scoriacée de texture assez compacte et des affleurements de calcaire.

Un profond ravin, près du village de Kama, montre des schistes entièrement décomposés sur place en une argile jaune compacte laissant encore voir la stratification horizontale.

Le pays traversé est fortement mamelonné; de nombreux ravinelements en entonnoirs montrent bien l'origine de ce mode de relief, et en certains endroits, on distingue encore des collines de forme tabulaire que les ravinelements attaquent énergiquement. Ceux-ci se présentent à tous les stades, depuis de simples rigoles creusées sur le versant des collines jusqu'à des gouffres profonds en entonnoirs. Un de ces entonnoirs a coupé récemment un sentier encore nettement tracé.

7^e étape. — De Kama à Kiasi. — Pendant la première partie de l'étape, le sol reste le même que précédemment; puis la route s'élève fortement pour atteindre la crête de partage entre le bassin du Kulu et celui de l'Inkissi. Les blocs de grès durs et les affleurements rocheux cessent de se montrer, le sol devient sableux, mobile et porte en abondance des fougères du genre *Pteris*. Le point culminant est atteint au Nsona-Ngungu (796 mètres).

Le sable gris, très mobile, couvre tout le haut plateau allongé sur lequel court la ligne de faîte.

En descendant le versant oriental, menant dans la vallée de la Lunzadi, on retrouve comme dépôt superficiel un limon sableux jaune roux et compacte dans la profondeur, gris et mobile à la surface; sur le sol sont répandus en abondance des blocs colossaux de roches siliceuses dures.

Le sol est très sableux aux environs du village de Kiasi.

Les *Pteris* caractérisent partout les terrains sableux mobiles.

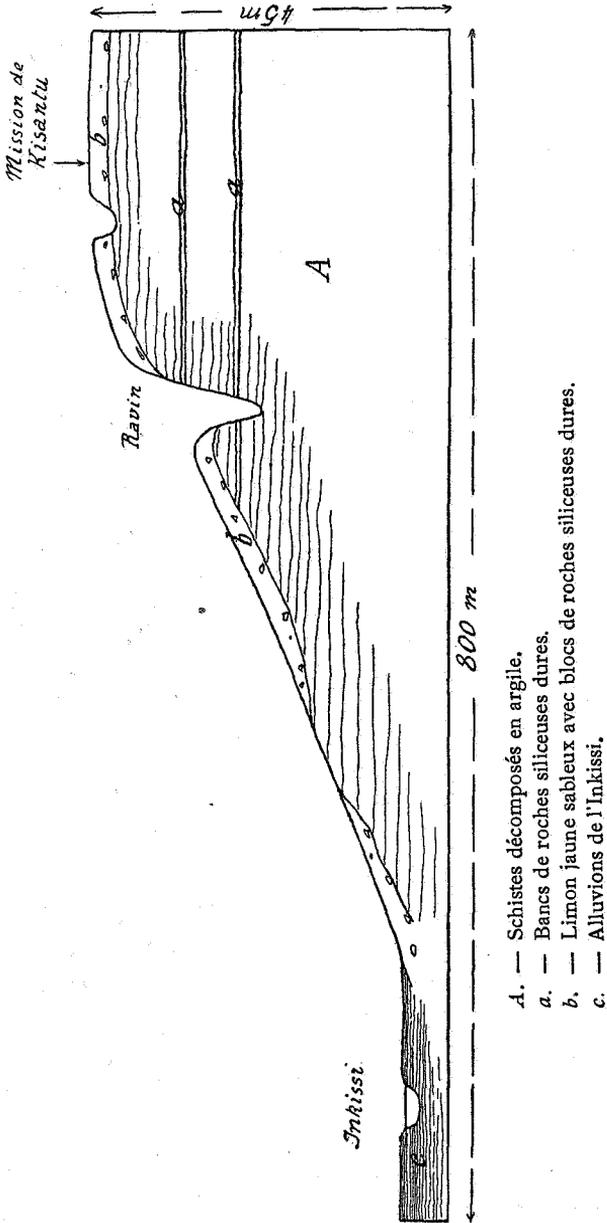
Le changement brusque dans la nature du sol superficiel qui se manifeste à partir du Nsona-Ngungu correspond à l'apparition en sous-sol de l'assise inférieure (couches de la Mpioka) du système de grès feldspathiques, sous forme de lambeaux isolés par la dénudation et occupant les fortes altitudes.

8^e étape. — De Kiasi à Tongololo. — Le sol est formé d'un dépôt jaune roux très sableux et mobile à la surface aux fortes altitudes. On rencontre beaucoup de blocs de roches siliceuses dures, souvent oolithiques.

9^e étape. — De Tongololo à la Mission de Kisantu. — La nature du sol est identiquement la même jusqu'à la vallée de l'Inkissi où l'on

trouve, du côté de la rive gauche, une nappe d'alluvions argilo-sableuses grises.

FIG. 9. — Versant oriental de la vallée de l'Inkissi à Kisantu.



Les collines qui bordent la vallée de l'Inkissi du côté oriental sont couvertes, à partir du niveau de la plaine alluviale, d'un épais dépôt de limon sableux jaune bien visible dans des excavations creusées à la mission; il renferme vers la base des blocs anguleux de roches siliceuses dures, oolithiques ou homogènes. Le sol superficiel est sableux, grisâtre, avec *Pteris* nombreuses. Sous le limon sableux jaune, on voit, dans un ravin voisin de la mission, des schistes horizontaux décomposés en une argile plastique gris jaune, où sont intercalés des bancs de roches siliceuses dures, identiques à celles que j'ai signalées précédemment à l'état de blocs épars sur le sol (fig. 9).

10^e étape. — De la mission de Kisantu à Kinsambi. — Sur le versant de la vallée du ruisseau Nianga, non loin de la mission on voit, à quelques mètres au-dessus de l'eau, une argile brun jaunâtre, plastique, provenant de l'altération des schistes et recouverte du limon sableux jaune présentant à la base des blocs de limonite scoriacée, des blocs anguleux de roches siliceuses dures et quelques cailloux roulés.

Au delà, une série de marécages montrent que l'argile d'altération doit aussi exister en sous-sol. En dehors des vallées, le sol est formé de limon sableux jaune, gris et mobile à la surface.

Au delà de la rivière Nguvu, de grands ravinements en entonnoirs entament profondément le produit d'altération des grès rouges feldspathiques (Voir page 85).

Observations faites le long de la route des caravanes, de la gare de la Lufu à Lukungu.

1^o De la Lufu à la Lunionzo. — Le sol présente généralement à la surface le limon jaune de ruissellement avec grenaille de cailloux limoniteux; on trouve aussi beaucoup de blocs de limonite scoriacée (notamment dans la plaine de Tomolokuti et un peu avant la Lunionzo), une grande quantité de blocs anguleux de quartz de filon et de nombreux blocs de roches siliceuses dures; ceux-ci sont surtout abondants dans la plaine de Tomolokuti.

Les roches du sous-sol affleurent fréquemment; ce sont entre autres des bancs de poudingue devonien à ciment schisteux et calcareux.

La roche en recoupe fréquemment des affleurements qui se présentent en rochers isolés ou en longues crêtes continues; jusqu'à la plaine de Tomolokuti, le sentier suit souvent ces affleurements continus sur de grandes distances. Au voisinage des zones de poudingue, le limon jaune de ruissellement renferme une énorme quantité de

galets remaniés que l'on trouve aussi en abondance à la surface du sol.

Des observations faites en 1891 entre Banza Manteka et Tomolokuti sur l'ancienne route des caravanes m'ont montré que le sol possède les mêmes caractères à partir de la limite de la zone cristalline.

2° *De la Lunionzo au Kuilu.* — Le dépôt jaune de ruissellement avec grenaille limoniteuse, si caractéristique de la zone devonienne, continue à se présenter sur cette section ; à la surface du sol, on trouve toujours des blocs anguleux de quartz de filon et des blocs de limonite scoriacée. La route recoupe fréquemment des zones de poudingue devonien ; j'ai pu en observer huit affleurements entre la Lunionzo et le Kuilu. Les cailloux roulés du poudingue sont remaniés aux abords de ces zones dans le limon de ruissellement et répandus en abondance sur le sol ; les blocs de limonite scoriacée en sont souvent pétris.

Dans les observations de M. Dupont, on trouve mentionnés, sur le plateau qui suit la Luïma « beaucoup de cailloux roulés cimentés par de l'oxyde de fer » et de la rivière Mpété au Kuilu « un long plateau déchiré, couvert de cailloux roulés cimentés par la limonite ou dispersés sur le sol », mais M. Dupont semble s'être mépris sur la signification de ces cailloux roulés.

Dans la vallée de la Luïma, des bancs verticaux de calcaire cristallin affleurent sous forme d'alignements de rochers arrondis et corrodés par les eaux courantes et les pluies.

Près de Nsekelolo se montrent des affleurements et des blocs de grès calcareux durs, dont la surface, lavée par les eaux pluviales, présente la roche intacte sous une mince patine.

Sur les bords et dans le lit du Kuilu on voit des bancs de calcaire énergiquement corrodés par les eaux.

3° *Du Kuilu à la limite de la zone des grès feldspathiques.* — Au delà du Kuilu, un ravinement important montre des schistes rouges décomposés sur une épaisseur de vingt mètres à partir de la surface, en une matière argileuse blanche pulverulente.

Le limon jaune est généralement très épais sur cette section, et renferme une énorme quantité de grenaille limoniteuse ; des ravinements en entonnours le montrent souvent reposant sur un produit d'altération rouge brique ; la partie supérieure du limon est parfois dépourvue de grenaille ferrugineuse. Vers le Kuilu on ne voit guère de blocs de grès siliceux.

Depuis le Kuilu, les couches devoniennes du sous-sol présentent une allure beaucoup moins accidentée ; les plissements se réduisent

en larges ondulations; on ne voit plus affleurer le poudingue qu'en deux endroits et ce n'est qu'en ces deux points que l'on observe des cailloux roulés dans le limon jaune de ruissellement.

Les fragments anguleux de quartz de filon et les blocs de limonite scoriacée continuent à être fréquents. Entre le Nsona Kibaka et Lukungu, la route passe à proximité de gros rochers de calcaire cristallin gris blanc et les blocs de grès siliceux réapparaissent en grand nombre; ils sont extrêmement abondants aux environs de la station de Lukungu, à la surface du sol ou enfouis dans la terre jaune à grenaille limoniteuse. On rencontre aux environs de la station quelques blocs de poudingue devonien et, dans le limon jaune, une certaine quantité de cailloux de quartz.

La rivière Lukunga est bordée d'alluvions argilo-sableuses. Au delà de la vallée, le terrain s'élève rapidement et l'on arrive bientôt à la limite des couches de la Mpioka, assise inférieure du groupe des grès rouges feldspathiques.

En résumé, nous avons observé dans les limites de la zone devonienne, outre les alluvions actuelles des cours d'eau :

1° Des produits de l'altération *in situ* des roches du sous-sol, que j'ai pu étudier surtout dans les tranchées du chemin de fer, entre la petite Bembizi et le Col de Zolé. Par suite de la nature des roches-mères, ces produits sont ordinairement argileux et donnent souvent lieu à un sol peu perméable. Dans la plupart des cas, ils conservent bien visible la stratification des roches dont ils dérivent, et l'on y voit souvent des veines de quartz restées en place; quand ils proviennent de l'altération de poudingues, les éléments roulés, plus ou moins altérés, s'y retrouvent dans leur position primitive.

2° Des couvertures de dépôts terreux provenant du remaniement par le ruissellement des eaux pluviales des éléments des roches altérées. Ces dépôts renferment généralement des fragments anguleux de quartz de filon et ils sont fréquemment accompagnés de cailloux roulés remaniés provenant du poudingue devonien.

Les produits du ruissellement superficiel dans la zone devonienne sont caractérisés par leur couleur jaune rappelant celle du *loess* et la présence d'une abondante grenaille de petits cailloux limoniteux ou de menus fragments de schistes argileux. Ils sont plus ou moins sableux selon les régions.

Les termites sont très abondants dans les districts occupés par ces dépôts et leur action tend sans cesse à ramener vers la surface les parties argileuses de la terre superficielle.

3^o Mes observations n'ayant pas porté sur le voisinage immédiat du Congo (1), je n'ai pas eu à signaler de dépôts pouvant être rangés parmi les alluvions anciennes du fleuve.

Quant aux galets que l'on rencontre si nombreux dans le sol superficiel entre la Lufu et Lukungu, j'ai montré quelle est leur origine. Les amas de cailloux roulés signalés par M. Dupont à Banza Kulu, à la cote 350, c'est-à-dire à environ 240 mètres au-dessus du niveau du fleuve, doivent aussi provenir du poudingue devonien. Il existe cependant, sur les flancs mêmes de la vallée du Congo, des dépôts que l'on ne peut considérer que comme des alluvions anciennes; tels sont les épais dépôts de sables argileux accompagnés de galets déjà signalés par Pechuel-Loesche près de Kalubu, entre Manianga et Isanghila, à une faible altitude au-dessus du niveau actuel du fleuve.

Sur les versants des vallées des grandes rivières, telles que la Lufu, le Kuilu, l'Inkissi etc., les alluvions anciennes existent probablement, mais je n'ai pas eu l'occasion de les distinguer des dépôts de ruissellement.

FORMATIONS SUPERFICIELLES DANS LA ZONE DES GRÈS.

(Couches de la Mpioka, couches de l'Inkissi, couches du Stanley-Pool.)

Observations le long du tracé du chemin de fer.

Je reprendrai ici, à partir de la limite entre la zone devonienne et la zone des grès horizontaux du centre du bassin, l'exposé des observations faites sur le sol superficiel entre le kilomètre 138 et le Stanley-Pool.

10^e étape. — Jusque Kinsambi. — Comme nous l'avons déjà vu, dès qu'on a franchi la rivière Nguvu, de grands ravinements en entonniers montrent un limon sableux jaune roux, sans cailloux roulés, reposant sur les grès feldspathiques altérés en une masse rouge pourpre, laissant encore voir des traces de la stratification horizontale. Ce dépôt de ruissellement sableux forme partout le sol superficiel et passe à la surface à un sable mobile gris, où poussent en abondance les *Pteris*.

Au fond des vallées et dans le lit des cours d'eau qui suivent la Nguvu, on ne trouve plus en fait de roches dures que les grès rouges feldspathiques de l'Inkissi bien caractérisés.

(1) J'ai fait en 1893 le voyage en baleinière de Manianga à Isanghila, mais dans des circonstances qui ne m'ont permis de faire aucune observation sur les dépôts superficiels.

11^e étape. — De Kinsambi à la Mission de Ndembo. — On voit partout le sable jaune roux, compacte dans la profondeur, gris et mobile à la surface ; des entonnoirs le montrent, recouvrant, sans intermédiaire de cailloux roulés, une terre rougeâtre provenant de l'altération des grès. On y voit quelquefois des bancs de limonite scoriacée.

Le pays est parcouru de ravins profonds, mais l'ensemble des surfaces supérieures des collines se trouve dans un même plan et constitue un vaste plateau activement attaqué par le ravinement sur les côtés des vallées. Vers la fin de l'étape, les vallées sont plus larges et moins profondes, et l'ensemble du pays forme un plateau assez fortement ondulé.

12^e étape. — De la Mission de Ndembo à Kibongo.

13^e étape. — De Kibongo à la Mission de Kimuenza. — Le dépôt superficiel ne varie pas ; il atteint une forte épaisseur et ne laisse voir les grès feldspathiques en place que dans le lit de quelques cours d'eau. L'épaisseur des sables superficiels ne permet pas de reconnaître la limite entre les grès rouges feldspathiques et les grès blancs du Pool. Le grès rouge se montre en place dans le lit de la Lukaïa, près de la Mission de Kimuenza, mais il est probable que les grès blancs forment la partie supérieure du plateau, depuis les environs de Ntampa.

14^e étape. — De la Mission de Kimuenza à Kinchassa (Stanley-Pool). — Avant d'arriver dans la plaine du Stanley-Pool, on marche sur un sol formé de sable gris et mobile à la surface, roux et plus cohérent en profondeur.

Des pentes assez rapides mènent du plateau à la plaine alluviale qui borde le Pool, plus basse d'environ 180 mètres. Cette plaine est occupée par un sable gris clair. On trouve dans le lit des ruisseaux qui traversent des blocs et des bancs en place des roches siliceuses dures faisant partie du système des grès blancs du Stanley-Pool.

*Observations faites sur la route des caravanes de Lukungu
à Léopoldville.*

1^o De Lukungu à Kendolo, par le poste de la Mpioka et par Manianga. — A l'Est de la vallée de la Lukungu, le terrain s'élève rapidement et l'on arrive, par deux énormes gradins, au plateau formé des grès rouges feldspathiques de l'Inkissi. Le premier gradin, qui mène de la vallée de la Lukungu à celle de la Mpioka, est constitué par l'assise inférieure (couches de la Mpioka) du système des grès feldspathiques. Cette assise est constituée par des alternances de bancs de grès souvent argileux et quelquefois calcarifères, pointillés de felds-

path altéré, de teinte foncée, toujours à grain très fin et de schistes argileux rouges, souvent micacés et passant au psammite. La prédominance de l'élément argileux dans les couches du sous-sol donne au dépôt superficiel qui recouvre la zone des couches de la Mpioka un aspect qui le rapproche beaucoup de ce qu'on observe dans la zone devonienne.

Dans les limites de cette zone, dont la figure 1 (p. 45) montre l'extension en largeur, on observe à la surface un limon jaune, peu sableux, rempli de petits nodules limoniteux et de menus fragments de schiste; la limonite scoriacée n'y est pas rare et l'on y trouve des blocs de roches siliceuses dures, provenant, non plus du devonien, mais du système des grès blancs du Stanley-Pool, que l'érosion a fait disparaître à l'Ouest de l'Inkissi.

J'ai observé ces faits en 1895 sur la route de Lukungu à Kendolo, par le poste de la Mpioka, et en 1891, sur la route de Lukungu à Manianga et de Manianga à Kendolo.

L'assise supérieure (couches de l'Inkissi) du système des grès feldspathiques est constituée par des bancs épais de grès à gros grain, rougeâtre, renfermant une forte proportion de sable et peu d'argile, si ce n'est à l'état de grains de feldspath altéré, souvent très nombreux. La roche renferme une proportion variable de gravier et de cailloux roulés et certains bancs passent à un véritable poudingue.

Il en résulte que le produit d'altération des grès de l'Inkissi est sableux et souvent rempli de cailloux roulés; le produit du ruissellement qui le recouvre est également sableux et renferme, dans beaucoup de cas, des cailloux roulés en lits discontinus ou disséminés dans la masse. C'est dans ces conditions que se présentent les dépôts superficiels au haut de la crête qui borde vers l'Est le bassin de la Mpioka, et atteint sur notre itinéraire l'altitude de 720 mètres (1).

Au voisinage de la limite entre les grès feldspathiques de l'Inkissi avec galets et les couches de la Mpioka, il arrive fréquemment que le ruissellement a fait glisser sur les pentes ces matériaux sableux et ces cailloux roulés, qui arrivent ainsi à former le sol superficiel dans des endroits où le sous-sol est formé par les couches de la Mpioka sans galets. C'est ce qui s'observe notamment dans un entonnoir creusé près

(1) PECHUEL-LOESCHE ne s'est pas mépris sur la signification des cailloux roulés dans les dépôts superficiels de la zone des grès feldspathiques: «Zunächst können Gerölle im Laterit vorkommen wenn die selben dem Muttergestein eigentümlich sind, wie z. B. die nuss-bis faustgrossen Quarzgerölle des roten Sandtein der Gegend von Nsinga, am Luvibufluss (Edwin Arnold) und Pocock Basin sowie der Landschaft Mpakambendi.»

de l'étang de Kumbi, entre Manianga et Lutété, et déjà observé par M. Dupont. On y voit, au-dessus du produit d'altération *in situ* des schistes, psammites et grès feldspathiques sans galets de la Mpioka, plusieurs mètres de limon sableux jaunâtre, avec lits de cailloux roulés, provenant du remaniement des éléments des grès feldspathiques de l'Inkissi, que l'on observe en place à de plus fortes altitudes.

Sur les fortes pentes qui mènent de la vallée de la Lukunga à celle de la Mpioka, puis au plateau des grès feldspathiques de l'Inkissi, le ravinement dû aux eaux sauvages et le remaniement des dépôts superficiels par le ruissellement atteignent une énergie remarquable. Les entonnoirs sont nombreux et montrent généralement le produit d'altération *in situ*, à la base du dépôt de ruissellement.

Le dépôt de ruissellement provenant du remaniement du produit d'altération des couches de la Mpioka est donc caractérisé, comme dans la zone devonienne, par sa teinte jaune clair, sa forte proportion d'argile, la présence de menus fragments de schistes argileux et de nodules limoniteux, par la fréquence des blocs de limonite scoriacée et enfin par l'absence de cailloux roulés.

Dans la zone des grès feldspathiques de l'Inkissi avec galets, le produit de ruissellement est jaune roux ou jaune grisâtre, très sableux, dépourvu de nodules limoniteux et ne présente que peu de blocs de limonite scoriacée; par contre, les cailloux roulés y sont souvent abondants et sont de même nature que ceux qu'on observe dans la roche en place.

2° *De Kendolo à Léopoldville.* — Le dépôt qui forme la surface du sol est un sable plus ou moins argileux. Sur les pentes douces ou sur les parties horizontales, ce dépôt, débarrassé, par les pluies, de sa partie argileuse, se présente à la surface comme un sable grisâtre très mobile: dans la profondeur, il est de couleur jaune roux. Sur les flancs des ravins, le sol est formé d'un sable argileux gris brun ou jaune brun.

On trouve quelques cailloux roulés mêlés au sable superficiel, surtout au delà de la crête qui traverse la route entre Mfumu Bè et Mfumu Koko. La région qui s'étend entre cette crête (prolongement de celle qui passe par le village de Ntampa) et le Stanley-Pool, forme une zone d'une altitude moyenne de 350 mètres, c'est-à-dire peu supérieure à celle du fleuve et du Pool.

Entre la crête de Kendolo et l'Inkissi, on observe un assez grand nombre de ravinements en entonnoirs; ils montrent uniformément le dépôt de ruissellement de sable argileux jaune roux ou jaune brun avec cailloux roulés remaniés reposant sur le produit d'altération des

grès feldspathiques de teinte rouge violacé et renfermant ordinairement un grand nombre de galets empâtés.

La limonite scoriacée ne fait pas absolument défaut dans les dépôts superficiels recouvrant les grès feldspathiques de l'Inkissi, mais elle est incomparablement plus rare que dans la zone des couches de la Npioka et dans la zone devonienne.

Entre la crête de Kendolo et le Stanley-Pool on rencontre en abondance, principalement sur les flancs et dans le fond des vallées, des blocs des grès siliceux durs subordonnés aux couches des grès-blancs du Stanley-Pool, qui se sont vraisemblablement étendues autrefois vers l'Ouest jusqu'au delà de la vallée de la Lukunga. L'érosion a fait en grande partie disparaître les parties friables de ces couches qui n'ont laissé comme vestiges de leur présence que ces gros blocs de roches dures.

STANLEY-POOL.

La partie du Pool qui précède les premières cataractes est bordée immédiatement par les collines qui se rapprochent pour constituer les flancs de la gorge qui s'étend de Léopoldville jusque près de Manianga.

Les dépôts d'alluvions actuelles sont réduits à peu de chose dans cette région rétrécie. Sur la rive gauche, entre Léopoldville et Kinchassa, on observe en place en plusieurs endroits les grès tendres du Haut Congo accompagnés de bancs de roches siliceuses dures. Entre la pointe Kallina et Kinchassa on voit reposer sur le grès tendre, à quelques mètres du niveau de l'eau, une terre sableuse jaunâtre analogue, quant à l'aspect, à celle qui couvre les collines des environs, mais ici elle renferme une petite quantité de cailloux roulés, surtout accumulées vers la base. Le même dépôt superficiel forme la rive droite, à Brazzaville; on y a creusé le chemin en escalier qui monte de la rive à la station; aux environs, sur le plateau peu élevé qui borde la rive par un escarpement assez raide on ne voit que cette terre sableuse jaunâtre.

Au Sud de Pool proprement dit, de Kinchassa jusqu'au delà de Kimpoko, s'étend jusqu'aux premières collines une vaste plaine basse très légèrement ondulée, à sol sableux, ayant, sur la route de Kinchassa à Kimuenza une largeur de 15 kilomètres. Près de Kimpoko, cette plaine se termine au bord du Pool par un escarpement vertical de 8 à 10 mètres de haut, présentant en coupe du sable gris blanc à stratification ondulée et entrecroisée. — Il faut voir dans ces dépôts d'anciennes alluvions déposés à l'époque où la nappe d'eau du Pool se

trouvait à un niveau plus élevé par suite de l'état moins avancé du creusement de la gorge de Léopoldville à Manianga. Aujourd'hui, à Kimpoko, le courant entame fortement ces anciens dépôts.

Du côté de la rive française, les collines sont beaucoup plus rapprochées ; un peu en amont de Brazzaville, on observe une plaine basse, sableuse, étroite, mais bientôt, les collines plongent directement dans l'eau par des escarpements raides (*DoverCliffs*) montrant des grès blancs friables surmontés d'un dépôt superficiel jaune roux.

La partie centrale du Pool est occupée par une grande île basse (Bamu) allongée d'amont en aval ; cette île, en grande partie couverte de forêts, est formée d'alluvions sableuses et argileuses que le courant remanie continuellement à la périphérie, creusant en certains endroits, alluvionnant en d'autres et tendant à modifier sans cesse les contours.

La partie centrale de l'île est aujourd'hui à l'abri des plus hautes crues par suite de la même cause que celle qui a émergé la grande plaine sableuse de la rive gauche. On peut entrevoir l'époque où, par suite de l'approfondissement incessant du déversoir, le Stanley-Pool sera réduit à deux bras de fleuve séparés par une île allongée.

Il existe d'ailleurs, surtout vers les rives, une série d'îles basses à peine submergées par les plus hautes eaux ; d'autres ne sont que des bancs de sable dont le courant modifie sans cesse l'extension et l'emplacement (1).

Sur les rives du Pool, notamment sur la rive gauche, entre Léopoldville et Ndolo, on trouve, outre des bancs en place de roches siliceuses dures, un grand nombre de blocs analogues provenant non seulement de ces bancs inférieurs, mais encore de zones situées à diverses hauteurs dans l'assise des grès tendres du Haut-Congo, enlevés en grande partie par l'érosion. Les flots rocheux que l'on voit près de Kinchassa sont formés d'accumulations de ces blocs et dans la partie rétrécie du Pool, le fond en est presque partout parsemé.

HAUT-CONGO.

Du Stanley-Pool au confluent du Kassaï, le Congo est bordé par les collines, sans intermédiaire de plaine alluviale ; la pente des collines

(1) M. PONEL, cité par MAURICE BARRAT (*Sur la Géologie du Congo français. ANNALES DES MINES. Avril 1895, page 123*), donne au Stanley-Pool, en quelques points, une profondeur de 900 (neuf cents) mètres. Il doit y avoir là un *lapsus calami*. Les steamers calant deux pieds ne naviguent dans le Pool qu'en sondant à la perche sans interruption, même dans le thalweg, et les échouements ne sont pas rares. C'est peut-être 9,00 mètres qu'il faut lire, encore cette profondeur est-elle rarement atteinte dans le Pool proprement dit. Elle est beaucoup plus considérable dans la partie rétrécie

est variable et généralement plus prononcée sur la rive droite, où se présentent quelques escarpements verticaux montrant les grès tendres en place.

La surface des collines est uniformément recouverte d'un dépôt sableux jaune roux ou rougeâtre. Sur la rive, au voisinage du niveau de l'eau, on trouve presque partout de gros blocs de roches siliceuses que l'on ne voit nulle part en place ; on les rencontre, éboulés sur les flancs des collines qui bordent le fleuve, jusqu'à des hauteurs dépassant 50 mètres, ce qui montre que ces roches dures ne proviennent pas des bancs situés à la base des grès tendres du Haut-Congo, mais qu'elles appartiennent à un niveau situé à une certaine hauteur dans l'assise.

Le fleuve alluvionne très peu dans la section comprise entre le confluent du Kassai et le Pool ; en certains endroits se forment des bandes étroites et peu étendues de dépôts de sable pur, parfois à très gros grain et accompagné de gravier, que des nappes argileuses viennent recouvrir aux plus fortes crues. Ces différents dépôts sont sans cesse remaniés par le courant.

Les collines qui bordent le Congo, déjà fortement surbaissées au confluent du Kassai, se dépriment encore en amont, tout en continuant à former au fleuve une bordure ininterrompue en pente douce.

En amont de Tchumbiri, le fleuve s'élargit considérablement, les files alluviales et les bancs de sable apparaissent en grand nombre. Ce caractère s'accentue encore vers Bolobo et Lukoléla : les élévations des rives ne méritent plus le nom de collines ; ce ne sont plus que des berges élevées atteignant 10 ou 12 mètres. Tantôt, ces berges bordent directement le fleuve, tantôt elles en sont séparées par des nappes d'alluvions limoneuses ; l'ensemble du pays est absolument plat.

Des blocs de roches siliceuses dures se voient sur les rives et sur le versant des collines jusque près de Tchumbiri.

Les berges, en amont de cette localité, sont formées d'une terre sableuse brun rougeâtre, avec lits d'argile grise ou blanche. La limonite scoriacée existe en blocs ou en bancs dans la terre brun rouge et là où le courant ronge la rive, on en trouve de gros blocs sur le bord de l'eau. C'est ainsi que se présentent les bords du fleuve à Boloba, Lukoléla, Ngombe, Irébu etc.

A Equateurville, la berge, haute de 5 à 6 mètres, est formée d'une argile gris clair avec lits sableux.

Un peu en amont, à la station de Coquilhatville, le sol est constitué par des nappes de limon argilo-sableux gris, jaunâtre ou brun rouge, avec gros blocs de limonite scoriacée et entremêlées de lits d'une

argile gris clair, plus ou moins sableuse. La plaine formée par ces dépôts surpasse de 3 à 4 mètres le niveau des hautes eaux.

Ces nappes horizontales de dépôts argileux et argilo-sableux qui constituent les berges du fleuve en amont de Tchumbiri sont évidemment des alluvions anciennes analogues à celles qui bordent la rive méridionale du Pool. Sauf la teinte brune ou rouge des parties sableuses et la présence de la limonite scoriacée, elles ressemblent absolument aux alluvions que le fleuve dépose aujourd'hui sur les îles et sur les rives basses.

Quant au dépôt sableux jaune roux ou rougeâtre, qui couvre les collines voisines du fleuve entre Tchumbiri et le Stanley-Pool, comme à Brazzaville et à Kinchassa, on peut y voir, jusqu'à une certaine altitude, des alluvions remontant à une époque antérieure du creusement de la vallée, mais elles sont en tout cas fortement remaniées par le ruissellement pluvial et difficiles à distinguer des dépôts sableux exclusivement subaériens du haut pays. Je n'ai pas eu l'occasion de déterminer les limites de leur extension latéralement et en hauteur. Peut-être, le dépôt sableux avec fragments roulés des roches siliceuses dures du Haut-Congo, que l'on rencontre dans le voisinage du fleuve entre Léopoldville et Mfumu Koko, doit-il être rangé parmi les alluvions anciennes du fleuve, mais les sables qui forment le sol superficiel sur les hauteurs qui s'étendent au delà vers Mfumu Mbé, de même que sur les hauteurs de Kimuenza, ne dérivent que de l'altération des roches du sous-sol combinée au ruissellement pluvial.

Comme dans les territoires occupés par les terrains métamorphiques et par le devonien, nous avons observé dans la zone des grès feldspathiques (couches de la Mpioka et couches de l'Inkissi) et des grès tendres du Haut-Congo :

1° Des produits de l'altération sur place des roches du sous-sol, bien visibles dans un grand nombre de ravinelements en entonnoir le long de la route de Lukungu à Léopoldville et dans le voisinage du tracé du chemin de fer. La terre meuble provenant de la désagrégation des grès feldspathiques de l'Inkissi renferme ordinairement un grand nombre de cailloux roulés.

L'altération des grès feldspathiques a pénétré très profondément dans les couches ; la roche intacte ne s'observe que dans la gorge du Congo et dans les vallées encaissées des affluents.

2° Des nappes de dépôts dûs au remaniement, par les eaux pluviales, des éléments des roches altérées. Sur le territoire occupé en pro-

schistes argileux, le dépôt de ruissellement renferme une assez forte proportion d'argile et rappelle, par sa couleur jaune, le dépôt analogue si développé dans la zone devonienne; de même que dans cette zone, le peu de perméabilité des parties superficielles du sol donne une grande importance aux dépôts de ruissellement dans la zone des couches de la Mpioka.

Dans la zone des grès feldspathiques de l'Inkissi, comme dans celle des grès tendres du Haut-Congo, la perméabilité du sol est généralement très grande; il en résulte que le ruissellement superficiel y est moins actif et que l'importance des nappes de dépôts remaniés par les eaux sauvages est relativement peu considérable.

Dans la région des grès feldspathiques de l'Inkissi, les sables de ruissellement renferment souvent un grand nombre de cailloux roulés remaniés et simulent ainsi des dépôts alluviaux.

3° Outre les alluvions actuelles, on observe sur les bords du Stanley-Pool et du Haut-Congo en amont de Tchumbiri des plaines horizontales d'alluvions plus anciennes, présentant souvent vers les rives des escarpements ne dépassant guère une dizaine de mètres de hauteur et montrant la coupe de couches d'argiles et de sables. Ces dépôts datent d'une époque, relativement peu reculée, où le fleuve possédait un niveau plus élevé, par suite de l'état moins avancé du creusement du cañon qui règne du Pool à Manianga. A cette époque, le Stanley-Pool avait une étendue beaucoup plus considérable, surtout vers le Sud, et le Haut-Congo, en amont de Tchumbiri, devait former une immense expansion lacustre, se reliant probablement aux lacs Matumba et Léopold II et à une expansion lacustre analogue du Kassai. Ce qui reste de ces différentes expansions est encore aujourd'hui en voie de régression par suite de l'approfondissement, très rapide, de la gorge du fleuve en aval du Stanley-Pool.

Quant aux dépôts sableux jaune roux ou rougeâtres, qui couvrent les collines voisines du fleuve, les cailloux roulés qu'ils renferment près de Kinchassa tendent à les faire considérer comme des alluvions plus anciennes encore du fleuve en train de creuser sa vallée (1). Je ne possède aucune donnée certaine sur l'extension latérale de ces dépôts et

(1) Ces anciennes alluvions sableuses ont une grande importance dans les parties méridionales du bassin, sur les flancs des vallées creusées dans les grès tendres du Haut-Congo (Couches du Lubilache); on y trouve des lits épais de cailloux roulés. A Lusambo, notamment, j'ai pu observer des coupes très instructives. Voir la figure 8 de mon travail sur *les formations post-primaires du bassin du Congo*. — Sur les plateaux qui séparent les vallées, on ne trouve que les produits d'altération *in situ* plus ou moins remaniés par le ruissellement.

sur leur limite en hauteur, aux environs du Stanley-Pool et sur les rives du Congo en amont. En aval du Pool, ils me paraissent limités au voisinage immédiat du fleuve. C'est entre Léopoldville et Mfumu-Koko qu'ils ont l'extension la plus large.

Je ne me refuse pas à admettre que le Congo ait autrefois coulé sur la région, relativement déprimée, qui s'étend dans le voisinage du fleuve, de la crête de Mfumu-Koko au Pool, mais je ne puis croire qu'il ait jadis promené ses eaux et déposé ses sables et ses galets sur le plateau qui s'étend de la crête de Mfumu-Koko à celle de Kendolo. Les cailloux roulés que l'on trouve dans la zone de 350 mètres voisine du Pool comprennent un grand nombre de fragments des grès siliceux durs subordonnés aux grès blancs du Haut-Congo ; ils paraissent donc avoir été amenés par le fleuve lui-même. Quant aux galets que l'on rencontre plus à l'Ouest jusqu'aux hauteurs de Kendolo, ce sont des fragments de quartz, de quartzite noir, etc., analogues à ceux que l'on trouve empâtés dans les grès feldspathiques sous-jacents ; de plus, ils sont généralement du volume de ces derniers ; la plupart ont le volume d'une noisette ou d'une noix ; ceux de la grosseur du poing sont rares.

De la crête qui borne à l'Est le bassin de la Mpioka jusqu'au bord de la zone déprimée voisine du Stanley-Pool, le pays forme dans l'ensemble un vaste plateau assez régulier, qui n'est séparé d'un plateau identique que l'on aperçoit au Nord, dans le Congo français, que par la gorge étroite et profonde, délimitée par des parois raides, au fond de laquelle le Congo, sorti du Pool, descend rapidement vers Manianga. Les affluents du fleuve le rejoignent en coulant dans des vallées étroites et profondes, qui, comme celle du Congo, sont de véritables gorges creusées dans le plateau.

On ne trouve pas, du moins au Sud, dans la région que j'ai visitée, les hauteurs qui auraient dû limiter la vallée du Congo à l'époque où le fleuve aurait coulé au niveau du plateau actuel. L'altitude générale de celui-ci ne croît que très lentement vers le Sud ; les vallées d'érosion des rivières le découpent en portions allongées perpendiculairement à la direction du fleuve, et il faut aller jusqu'à la limite des bassins méridionaux pour trouver une ligne de relief, très surbaissée, parallèle au cours du Congo.

C'est pourquoi je ne puis admettre que le Congo ait jadis coulé sur le plateau où passe la route des caravanes de Lutete, à la crête de Mfumu-Koko ; quant aux cailloux roulés que l'on trouve dans les dépôts sableux de cette région, leur présence est expliquée par l'existence de véritables bancs de poudingue dans le sous-sol.

Pour ce qui concerne les alluvions anciennes du fleuve, on pourra les retrouver entre la surface du plateau et le niveau actuel du fleuve, là où les circonstances locales en auront permis le dépôt sur les flancs de la vallée en voie de creusement et la conservation en place jusqu'à nos jours. Tels sont les cas cités par M. Dupont près de Nsanda et près du Nsona-Nsundi, sur les flancs de la gorge du Congo. Si les importants amas de cailloux roulés qu'il signale en ces endroits s'étendaient à une certaine distance des rives du fleuve, on les retrouverait certainement sur les flancs des vallées encaissées des affluents (Inkissi, Lunzadi, etc.). Or il n'en est pas ainsi. Les *alluvions anciennes du Congo* avec amas de cailloux roulés, paraissent donc être limitées à son voisinage immédiat.

FORMATIONS SUPERFICIELLES DANS LA RÉGION CÔTIÈRE.

Le canal d'érosion du Congo se termine à hauteur de l'île des Princes ; en face de Boma, l'alluvionnement se fait déjà sur les îles, bien que les rives du fleuve restent encore élevées et rocheuses jusque la Roche Fétiche et les collines de Bemandek. En dessous de ces points, commence l'estuaire proprement dit.

Dans le voisinage du courant principal, la somme des alluvions déposées par le fleuve ne paraît pas s'accroître sensiblement ; les bancs de sable sont sans cesse remaniés et la quantité de matériaux que le courant enlève en certains endroits aux îles émergées compense les dépôts de sédiments en d'autres. Le long des chenaux latéraux à courant faible, il est possible que la quantité d'alluvions déposées sur les îles et sur la rive continentale aille en s'accroissant. En tout cas, la plus grande partie des matières en suspension que le Congo charrie devant Boma est entraînée à la mer (1).

Depuis les sondages exécutés en face de la côte en 1885-86 pour la pose d'un câble télégraphique, on sait que ces matières vont se déposer sur le fond de l'Océan, sous forme de deux grandes jetées sous-marines s'étendant vers le Nord-Ouest jusqu'à environ 480 kilomètres de l'embouchure. Ces jetées s'élèvent jusque 180 mètres du niveau de

(1) Ces matières consistent surtout en grains de sable, particules argileuses et paillettes de mica. D'après les estimations de J. Chavanne, l'eau du fleuve renferme à Boma, pendant la première quinzaine de juin, $2,3/10.000$ de matière en suspension, ce qui correspond à un débit de 350 millions de mètres cubes d'alluvions par année. Ces mesures n'ont porté que sur l'eau de la surface ; en réalité la quantité de matière en suspension est beaucoup plus considérable. Il faut aussi noter qu'au mois de juin, le Congo est voisin de son débit minimum.

la mer, c'est-à-dire à 1640 mètres au-dessus du fond à l'intérieur comme en dehors du canal qu'elles délimitent. Il se forme là une passe qui, quoique encore immergée, présente beaucoup d'analogie avec celles du Mississipi.

Dans toute la région de l'estuaire, les rives du fleuve et les îles sont formées de sables plus ou moins argileux analogues à ceux que les hautes eaux déposent tous les ans. Actuellement, une notable portion de la surface des îles et de la plaine alluviale n'est submergée que lors des plus fortes crues et certaines parties ne le sont jamais. Il faut en conclure que le niveau du fleuve a baissé depuis la formation de la plaine alluviale voisine et de la grande masse des îles du bas fleuve, et qu'à une époque précédente, le fleuve, beaucoup plus large, coulait dans un vaste estuaire à un niveau supérieur à celui de la plaine alluviale et des îles actuelles. C'est pendant cette phase que le Congo a déposé les alluvions qui constituent la plaine qui le borde et les îles émergées de l'estuaire. Plus tard, le niveau s'est abaissé et le fleuve a creusé son lit dans ses anciens sédiments.

A une époque plus reculée, le Congo a coulé à un niveau de beaucoup supérieur encore et a déposé des alluvions qui constituent aujourd'hui les collines et le plateau qui bordent jusqu'à la mer la plaine alluviale récente.

Les observations faites par M. *Dupont* sur son itinéraire le long de la rive Nord fournissent des données intéressantes à cet égard. Sur la rive droite du ruisseau Passiconde, il signale, sur le bord de la plaine alluviale marécageuse, une colline de 20 à 30 mètres présentant à la surface un limon sableux rougeâtre et plus loin, sur le plateau supérieur à la plaine alluviale « de longues nappes de cailloux de quartz fort arrondis ». Au delà, et jusqu'à des altitudes de 100 mètres (Bukutulu), le sol est également formé de limon sableux. A environ treize kilomètres de la côte et à trois kilomètres du Congo, le plateau bordant la plaine alluviale atteint 110 mètres d'altitude, pour s'abaisser rapidement vers la côte et vers les rives du fleuve. Vers le sommet, M. *Dupont* a observé, dans un entonnoir de 30 à 40 mètres de profondeur « au fond, du sable blanc bigarré de rose surmonté d'un amas de minerai de fer, souvent d'un mètre d'épaisseur et cimentant, par place, des cailloux fort arrondis de quartz qui, en d'autres places, sont libres; enfin se présente un amas de 4 à 5 mètres de sable jaune, avec lits d'argile grise, qui termine la coupe. »

Au fond de la crique de Banane, près de Nemlao, M. *Dupont* signale à quelques mètres au-dessus du fleuve « des cailloux avec gravier cimentés par du minerai de fer et recouvrant de l'argile jaune

et blanche bigarrée » ; en d'autres endroits les cailloux sont surmontés d'alluvions argilo-sableuses jusqu'à 15 à 20 mètres d'altitude. Près de cet endroit, M. Dupont a découvert, à 15 mètres au-dessus du Congo, dans les alluvions argilo-sableuses superficielles, un amas de coquilles de Galatées et de Fischeries. Au Nord de Banane, la plage est bordée d'une falaise de 15 à 20 mètres de hauteur ; vers le bas, on y voit du sable jaune et rouge avec morceaux d'une argile blanche analogue à celle de Nemlao ; au-dessus, vient un mètre et demi de cailloux et de gravier surmontés de dépôts alluviaux de sable jaune et d'argile en stratification irrégulière, épais de 10 mètres.

A Kabinda, à environ 60 kilomètres au Nord de Banane, la falaise, haute de 8 à 10 mètres, qui borde la plage est formée d'une argile gris clair, bigarrée de rouge, recouverte d'un dépôt sableux rouge brun, sans cailloux roulés, avec parties agglomérées par de la limonite. La mer attaque fortement la falaise, qui recule rapidement.

M. Zboïnski a recueilli dans la région voisine de l'embouchure du Congo, une série de coquilles que M. Dautzenberg a déterminées (1) ; la plupart sont des espèces franchement marines, quelques-unes vivent plutôt dans les estuaires. En tous cas, la liste ne renferme que des formes vivantes encore aujourd'hui.

Ainsi que nous l'avons déjà vu précédemment, Pechuel Loesche a conclu de ses observations que la latérite qui occupe, au Sud et au Nord de l'embouchure du Congo, la région qui s'étend entre le littoral et les premières collines de terrains anciens, a été déposée sous les eaux marines aux dépens des matériaux apportés par le Congo, le Tchiloango, le Kuilu et les petits fleuves côtiers. Elle constitue ce qu'il appelle la latérite compacte en position secondaire. Cette latérite, dit le voyageur allemand, est manifestement stratifiée quoique ayant été en beaucoup d'endroits remaniée par les influences météoriques. Elle consiste en sables argileux ou en argiles sableuses rouges, brunes ou jaunes, offrant souvent, dans les coupes que présentent les vallées d'érosion, des bancs de gravier et de cailloux roulés. Elle est accompagnée de concrétions et de bancs limonitiques.

Pour nous restreindre à ce qui concerne le Congo, nous devons conclure des observations de Pechuel Loesche et de celles de MM. Dupont

(1) PH. DAUTZENBERG. *Observations sur quelques coquilles fossiles recueillies au Congo par M. le commandant Zboïnski.* (Bulletin de la Société belge de Géologie, etc. Tome I, 1887.) La note de M. Dautzenberg porte que ces matériaux ont été recueillis dans un dépôt situé à 200 mètres environ au-dessus du niveau de la mer. Il doit y avoir erreur. Il n'y a pas de collines de cette altitude voisines à la fois du Congo et de la mer. C'est probablement 20 mètres qu'il faut lire.

et *Zoïnski* qu'il existe en aval de Boma, latéralement à la vallée alluviale du bas Congo, de vastes nappes de dépôts anciens, amenés par le fleuve et atteignant une altitude supérieure à cent mètres au-dessus du niveau actuel.

Depuis la formation de ces dépôts, la faune malacologique de la côte et de l'embouchure n'a pas subi de variation appréciable.

Depuis leur émergence, ils sont naturellement soumis aux influences météoriques, qui les ont fortement ravinés et remaniés. Du côté de la mer, ils se terminent en une falaise assez haute, que le flot attaque énergiquement et qui recule sans cesse. Après l'émergence des alluvions côtières, la terre ferme doit s'être étendue beaucoup plus loin vers l'océan que la ligne de côte actuelle. Aujourd'hui, elle est en train de rétrograder, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir un affaissement du sol pour expliquer le phénomène; l'activité de l'érosion marine rongant rapidement les escarpements qui bordent le littoral en donne la cause réelle.

CONCLUSIONS.

Facteurs de l'érosion continentale. — *L'altération des roches en place* et le *ruissellement* des eaux pluviales sont les principaux agents qui interviennent dans l'érosion des surfaces continentales et dans la formation des dépôts meubles superficiels. Il faut y joindre l'*action des eaux courantes*, qui enlèvent directement les particules des roches en place ou emmènent les matériaux que leur apporte le ruissellement. Ces éléments charriés par les eaux sont plus tard abandonnés sous forme d'alluvions fluviales ou bien, parvenant jusqu'à l'océan, vont se déposer en dehors des limites continentales.

Tels sont les trois facteurs qui, agissant depuis des époques différentes selon les régions, ont sculpté la surface du pays au point de lui donner son modelé actuel et continuent activement à en modifier l'aspect.

A. — Altération des roches en place. — Cette action est générale et énergique, sans cependant qu'on puisse dire qu'elle soit plus active que sous nos latitudes; son intensité varie avec la composition et le mode d'agrégation physique des roches; elle est influencée par la composition et la nature des dépôts meubles superficiels qui les recouvrent. Les roches riches en argile, les schistes du système de la *Mpioka*, les poudingues, schistes et calcschistes devoniens, certains schistes métamorphiques de la série cristalline etc., sont très accessibles aux influences altérantes; mais le produit final de leur transformation est souvent une argile peu perméable qui tend à les protéger contre l'action

ultérieure des eaux d'infiltration. Ainsi, l'on constate dans les tranchées du chemin de fer, que l'altération des roches schisteuses devoniennes est toujours limitée à quelques mètres en profondeur. Par contre, cette imperméabilité favorise le ruissellement superficiel qui tend à enlever le manteau d'argile meuble et à ramener la roche vierge sous l'influence des agents atmosphériques.

Le produit d'altération des grès feldspathiques de l'Inkissi et surtout des grès tendres du Haut-Congo, n'oppose aucune barrière à l'infiltration des eaux superficielles; aussi, en général, les bancs de grès sont-ils désagrégés, ou du moins décolorés, jusqu'à de très grandes profondeurs. Ces roches ne se montrent au jour qu'au fond des ravins des cours d'eau, là où les affleurements sont sans cesse lavés par l'eau courante; encore s'y présentent-elles rarement à l'état complètement intact.

Les roches siliceuses de la série métamorphique, les roches siliceuses dures dépendant du devonien et des grès du Haut-Congo, présentent une plus grande résistance grâce à leur mode d'agrégation physique. Certaines roches (granits, gneiss, micaschistes, roches amphiboliques, arkoses), se recouvrent, par suite de l'altération, d'un mélange en proportion variable d'argile et de particules siliceuses formant un manteau assez perméable; aussi leur altération est-elle en général profonde.

Les calcaires purs sont les roches les plus accessibles à l'action des eaux météoriques et leur dissolution s'opère en ne laissant qu'un faible résidu, que le ruissellement enlève rapidement. Aussi ont-ils subi d'une façon particulièrement prononcée les effets de l'érosion atmosphérique. Des bancs épais de calcaire ont été enlevés sur de grands espaces, ne laissant comme vestiges que quelques témoins sous forme de rochers isolés faisant saillie sur le pays voisin. J'en ai cité plusieurs exemples.

B. — Action du ruissellement superficiel. — L'intensité du ruissellement superficiel est influencée par deux causes : le degré de perméabilité du sol et la présence ou l'absence d'un revêtement végétal, forestier ou herbacé. Elle est naturellement en rapport avec la pente du terrain.

Le ruissellement se fait avec une grande énergie dans les régions formées de roches argileuses ou du moins donnant à l'air un produit de décomposition argileux. C'est dans la zone devonienne, où le sous-sol est en grande partie constitué par des schistes, des calcschistes et des poudingues à pâte schisteuse, que nous avons vu les dépôts de ruissellement atteindre la plus grande importance. Dans cette zone et dans la région occupée par les couches de la Mpioka, le remaniement des terres superficielles par les eaux sauvages est souvent si rapide sur les

pentcs prononcées que les herbes des savanes n'ont pas le temps de s'y établir ; aussi trouve-t-on souvent dans ces régions de grands espaces dénudés couverts de terre jaune.

Sur les flancs des vallées, le ruissellement atteint fréquemment assez d'énergie pour donner lieu au creusement de ravinements en entonnoirs. Mais, en général, l'influence du ruissellement dans la zone devonienne tend à donner aux élévations du sol des contours arrondis et, sauf là où l'action érosive des cours d'eau donne lieu à des ravins encaissés ou bien où existent des saillies de roches dures, le pays se présente comme formé par des mamelons déprimés, séparés par des vallées à pentes douces.

Dans la région occupée par les grès feldspathiques de l'Inkissi, et surtout dans le district si étendu des grès tendres du Haut-Congo, le ruissellement, grâce à la perméabilité du sol superficiel, est incomparablement moins actif que dans les districts schisteux, tout en étant cependant loin d'être négligeable. Les pluies modérées y ont peu d'action sur le sol superficiel, mais les fortes averses de la saison des pluies produisent un remaniement très notable, et c'est précisément dans les limites de la zone des grès de l'Inkissi que se produit dans tout son développement le creusement des ravinements en entonnoirs sur les versants à pente raide des vallées. Ce phénomène y est facilité par la grande épaisseur de la partie altérée des roches, et par la facilité que possède le produit d'altération à se maintenir en escarpements verticaux.

Dans les régions de grès horizontaux, les vallées d'érosion des cours d'eau, par suite de la moindre intensité du ruissellement sur les pentes et d'ailleurs à cause de la nature de la roche elle-même et de son produit d'altération, sont ordinairement fortement encaissées et, à moins qu'elles ne soient très voisines les unes des autres, les massifs qui les séparent sont terminés par des surfaces régulières formant dans l'ensemble un même plan continu. Mais le phénomène du ravinement en entonnoir peut intervenir et tendre à donner au pays un aspect mame-lonné.

D'une façon générale, l'énergie du ruissellement est proportionnelle à la pente du terrain, mais il existe un maximum de déclivité pour lequel le dépôt des terres entraînées ne se fait plus et où la roche du sous-sol se présente à nu. C'est ce qui se présente dans un grand nombre de vallées encaissées, aussi bien sur les rives du Congo lui-même que sur celles de certains affluents.

Sur les terrains à inclinaison suffisante, non seulement le ruissellement charrie les particules terreuses du sol, de menus fragments de

histes et des nodules limoniteux, mais des fragments de roches, atteignant souvent un volume considérable, sont entraînés sur les pentes et vont constituer un cailloutis mêlé au limon de ruissellement.

Dans les régions occupées par les poudingues devoniens et dans la zone des grès feldspathiques de l'Inkissi, ce cailloutis est constitué en grande partie de galets remaniés provenant de la roche du sous-sol. Les terres de ruissellement avec cailloux roulés remaniés simulent des alluvions de cours d'eau, mais elles en diffèrent par la présence presque constante de cailloux anguleux mêlés aux éléments roulés et par l'irrégularité de la disposition des différentes parties du dépôt.

Sur les pentes très prononcées ou au bas des escarpements, les dépôts de ruissellement sont souvent réduits au seul cailloutis ou à des accumulations d'éboulis blocailleux.

L'action protectrice qu'exercent sur le sol la végétation forestière et même le revêtement herbeux des savanes se comprend aisément. Bien que le tapis végétal favorise dans une certaine mesure la décomposition sur place des roches, du moins il contrarie ou empêche le ravinement des parties superficielles par les eaux ruisselantes. La végétation tend donc à conserver au pays la forme de son relief.

Dès qu'un terrain vient à être débarrassé de son revêtement végétal, il entre immédiatement sous l'influence mécanique des agents atmosphériques. Si le sol est en pente, les pluies le ravinent énergiquement en y creusant de profonds sillons, ou bien entraînent vers le bas les nappes superficielles. C'est ce qui se passe souvent dans les établissements européens. En 1891, à Lusambo, les eaux tombant sur l'espace de terrasse nouvellement déboisée où est établie la station, avaient creusé, par leur écoulement vers la rivière, un ravin profond qui menaçait de dévorer tout le terrain avoisinant. Le seul remède fut de régulariser l'écoulement des eaux et de remplir le ravin de menu branchage.

Les herbes des savanes garantissent aussi le sol de l'érosion par les eaux ruisselantes, mais seulement là où sa présence est constante et où la pente du terrain n'est pas trop considérable. Dans les régions à saison sèche prolongée, les herbes sont presque en totalité brûlées chaque année dès que leur état de dessiccation le permet. Il en résulte qu'aux premières pluies, avant que les jeunes pousses aient acquis une vigueur suffisante, le sol est livré à l'action des eaux sauvages. En beaucoup d'endroits, surtout dans les parties montagneuses des régions de schistes argileux, le ruissellement, comme je l'ai dit plus haut, est tellement énergique que les herbes n'ont pas le temps de s'établir sur le sol sans cesse remanié à la surface. On y voit des ver-

sants parcourus de rigoles profondes et présentant une série de petits cônes de déjection de terre jaune que la végétation ne recouvre jamais.

Il n'est pas douteux qu'une grande partie des territoires aujourd'hui occupés par des savanes formées exclusivement de hautes herbes ou d'herbes parsemées d'arbres rabougris ait été jadis plus ou moins complètement recouverte de forêts, que le défrichement a fait disparaître graduellement. M. Dupont a écrit sur ce sujet un chapitre d'un haut intérêt (1). J'adopte entièrement ses idées pour ce qui concerne le bas et le moyen Congo et j'ai eu l'occasion de les étendre aux parties méridionales du bassin. Sur la route de Pania Mutombo (Sankulu) à Gongo Lutété (Lomami) à la limite de la savane et de la grande forêt équatoriale, dans un pays très peuplé, on peut observer les progrès constants du défrichement par les indigènes. La limite de la zone forestière recule sans cesse vers le Nord à mesure que s'avancent la région cultivée et la savane abandonnée; elle laisse en arrière des lambeaux de forêt qui sont eux-mêmes activement attaqués à la périphérie. J'ai observé les mêmes faits dans la région des sources du Lubilache et du Luembé.

Dans les régions voisines de l'équateur, où les pluies ne subissent guère d'interruption prolongée, le sol, dès que l'influence de l'homme cesse d'agir, ne tarde pas à se reboiser de lui-même; mais dans les districts subissant une période de sécheresse accentuée, l'incendie annuel des herbes met obstacle à la régénération de la forêt et l'action du ruissellement sur le sol ne rencontre guère d'obstacles.

C'est ce qu'on observe notamment dans le bas et le moyen Congo. C'est au déboisement qu'est dû le rôle important que joue le ruissellement superficiel dans la zone cristalline et dans la zone devonienne. C'est encore le déboisement qui, dans la région des grès feldspathiques, a permis la formation des entonnoirs sur les flancs des vallées d'érosion des cours d'eau, dans un pays primitivement formé d'un plateau boisé parcouru de vallées étroites. Nous avons déjà vu que, grâce à l'humidité qui règne dans ces profonds ravins, la végétation forestière s'y établit rapidement et tend bientôt à mettre un terme à l'action des eaux sauvages. Le phénomène du ravinement en entonnoir, le ruissellement en nappe et le boisement des gorges transforment certaines parties de la région des grès en un pays formé de mamelons étroits séparés par des vallées encaissées fortement boisées.

Ce n'est pas seulement dans la zone des grès que les ravins tendent à se remplir d'une végétation forestière; le même fait s'observe dans

(1) *Lettres sur le Congo*, chap. XXI. Questions ethnographiques.

les autres régions, grâce à l'humidité relative qui règne sur les parois des gorges encaissées.

Un des premiers effets du ruissellement sur le sol des forêts défrichées est de faire disparaître en peu de temps la totalité de l'humus qui y était accumulée, en laissant une terre presque entièrement dépourvue de matières organiques. C'est ainsi que se présente presque partout le sol des savanes. Le charbon abandonné tous les ans par les incendies des hautes herbes est aussi rapidement enlevé par les premières pluies et laisse au sol superficiel la couleur qu'il possède dans la profondeur. L'humus et le charbon, charriés par les eaux ruisselantes, sont souvent menés directement aux cours d'eau. Ailleurs, surtout dans la zone devonienne, ils vont s'étendre en nappes sur le fond plat de certaines vallées larges et évasées et donnent au sol une grande fertilité. C'est la *terre noire* que M. Dupont a signalée en plusieurs endroits.

Dans les larges vallées alluviales, où persiste toute l'année une humidité suffisante pour empêcher l'incendie des herbes, les détritux végétaux s'accumulent sur le sol et donnent lieu à une formation d'humus sur place.

D'une façon générale le produit de l'altération sur place livré à l'action du ruissellement superficiel consiste essentiellement en particules siliceuses mélangées de plus ou moins d'argile; ce sont des sables argileux ou des argiles sableuses. L'eau ruisselante opère une certaine lévigation parmi ces éléments; les matières argileuses, plus ténues et plus légères, restent plus facilement en suspension, sont entraînées plus loin que les grains siliceux et parviennent aux cours d'eau beaucoup plus rapidement que ceux-ci. Il en résulte que, sous l'influence du ruissellement des eaux pluviales, les dépôts superficiels tendent sans cesse à devenir de plus en plus sableux. C'est ainsi que l'on remarque, dans la zone devonienne spécialement, que les dépôts de ruissellement contiennent beaucoup moins d'argile et sont plus perméables que les produits d'altération sur place dont ils dérivent. Le limon argileux entraîné par les eaux se dépose quelquefois dans des dépressions du sol sous forme de lits d'argile diversement colorée, quelquefois de teinte très claire, rappelant du kaolin. Le *pembé* employé par les indigènes comme couleur blanche a souvent cette origine.

J'ai signalé à plusieurs reprises dans les pages qui précèdent la présence à la surface du sol ou plus ou moins enfouis dans le dépôt de ruissellement, de blocs, quelquefois colossaux, de roches siliceuses dures ayant des aspects, souvent réunis dans un même bloc, de grès, de quartzite, de silex, de jaspe, de meulière, d'oolithe, etc. Les uns

proviennent de bancs intercalés dans les couches devoniennes ; la position primitive des autres est au sein des grès tendres du Haut-Congo. Les couches dont ils faisaient partie étant en grande partie disparues sous l'influence de l'altération et du ruissellement pluvial, ces roches, restées intactes grâce à leur grande cohérence, se sont conservées en ne subissant guère qu'un déplacement vertical ou un glissement sur les pentes, et se retrouvent sur le sol ou parmi les dépôts de ruissellement, en blocs isolés ou accumulés en amas chaotiques.

Il existe de vastes territoires où, par suite de la faible pente du sol, de la rareté et du peu de volume des cours d'eau, l'érosion par les eaux courantes et l'alluvionnement sont réduits à une minime importance. Dans ces régions, l'altération sur place et le ruissellement superficiel sont les seuls agents tendant à modifier le sol, et l'on n'y trouve que des formations éluviales. Tels sont, par exemple, les hauts plateaux schisteux qui s'étendent aux confins des bassins du Congo et du Zambèse et que nous avons explorés en 1892. Les produits de l'altération sur place, remaniés par le ruissellement pluvial s'effectuant sur des surfaces peu inclinées, donnent lieu à la formation d'un sol très argileux. Cette circonstance, jointe à la lenteur du drainage par les cours d'eau, amène, à la saison des pluies, l'établissement de grands marécages, temporaires ou permanents, à écoulement indécis pouvant souvent se faire indifféremment vers le Congo ou vers le Zambèse.

C. — Action des eaux courantes. — Des eaux pluviales ruisselant en nappe à la surface du sol et des eaux sauvages qui ravinent les flancs des collines aux véritables torrents possédant un lit bien défini et de là aux rivières constantes à cours torrentiel, on passe par des transitions insensibles.

La plupart des cours d'eau qui alimentent le Congo et le fleuve lui-même ont, au moins sur une partie de leur cours, un caractère nettement torrentiel, mais la région tourmentée des rivières n'est pas limitée à leur cours supérieur. La règle générale, dans tout le bassin, est que des sections torrentielles à érosion active alternent avec des sections tranquilles où la rivière alluvionne. Entre ces deux extrêmes, on observe des cas où il y a sur une certaine distance, équilibre entre l'érosion et l'alluvionnement.

Le Congo, comme fleuve se déversant dans l'océan, est de formation récente, sa vallée est encore en pleine voie de creusement. Tous ses affluents sont dans le même cas, et il n'est pour ainsi dire pas dans

tout le bassin de cours d'eau de quelque importance qui ne présente sur une partie de son cours des chutes ou des rapides.

De même que le Congo cherche à acquérir la pente régulière de son lit entre sa source et le niveau de l'océan, toutes les rivières du bassin tendent à établir la même pente régulière entre leur source et le lit du fleuve allant sans cesse s'approfondissant.

Ces considérations font comprendre quelle est l'activité de l'érosion par l'eau courante dans le bassin du Congo. Son intensité dans l'ensemble de la région a pour cause la forte altitude générale du pays au-dessus du niveau de la mer. Pour chaque région limitée elle est en rapport avec la hauteur des surfaces de réception des précipitations atmosphériques au-dessus du rameau hydrographique qui la draine.

Comme causes secondaires et locales influant sur l'activité de l'érosion dans une région donnée, il faut mettre en première ligne l'état boisé ou non boisé des surfaces, la perméabilité et la pente du terrain. En outre, la rapidité de l'érosion et la manière dont elle s'effectue dépendent de la nature et de la disposition des roches qui constituent le sol de la région.

Les eaux émanant de la plus grande partie du bassin se rassemblent, comme dans un grand réservoir, dans la section élargie du fleuve qui s'étend des Stanley-Falls jusqu'au Pool. Le Stanley-Pool se trouve à l'altitude de 300 mètres environ et à une distance de 480 kilomètres de la mer en suivant toutes les inflexions du fleuve, ce qui correspond à une pente moyenne de plus de 60 centimètres par kilomètre, mais la plus grande partie de la chute se fait en deux séries de rapides. Le fleuve descend du Pool vers le rivage de l'Océan par un chenal resserré, où l'érosion est extrêmement active. Elle atteint son maximum dans les deux régions où la pente générale du courant est la plus prononcée, c'est-à-dire entre Léopoldville et Manianga (1 mètre par kilomètre) et entre Isanghila et Vivi (96 centimètres par kilomètre). De Manianga à Isanghila, le courant, quoique encore très tourmenté, ne présente que des rapides franchissables sans difficulté; la pente y est encore de plus de 20 centimètres par kilomètre. Sur la section du Pool à Vivi, les chutes les plus considérables sont dues aux rapides de Léopoldville (30 mètres) Kalulu (10 mètres), Nsangu-Lemba (10 mètres), Mpakambendi (10 mètres), Ngombi (8 mètres), Isanghila (10 mètres), et Yelala (20 mètres). De Vivi à Boma, le courant est encore d'une grande violence (pente = 15 centimètres par kilomètre) et même de Boma à la mer, c'est-à-dire dans la région de l'estuaire, la pente atteint

encore plus de 12 centimètres par kilomètre. Il importe de rappeler que le débit du fleuve dans le chenal du Pool à Boma est aux basses eaux de 40.000 à 52.000 mètres cubes par seconde ; ce chiffre est doublé aux eaux hautes. La vitesse du courant devant Matadi dépasse 4 mètres par seconde ; en amont, elle atteint des valeurs plus grandes encore.

Sur le cours supérieur du fleuve (1) on trouve un cas bien plus remarquable encore. Le Lualaba descend de la haute plaine de Kazembé dans le pays des Lubendés, en traversant par une brèche étroite le massif des monts Kigika Luélo. Le fleuve, dans ce couloir resserré et profond, présente une série presque ininterrompue de cataractes et de rapides et subit, sur une distance de 70 kilomètres à peine, l'énorme dénivellation de 450 mètres dans laquelle les trois premières chutes, (Nzilo, Mukaka et Kabulubulu) espacées sur moins de 30 kilomètres, interviennent pour les quatre cinquièmes. Si j'ajoute que la rivière possède en cet endroit un débit comparable à celui de la Meuse à Huy et que sa largeur se réduit en certains points à moins de 40 mètres, ou pourra apprécier quel formidable agent d'érosion elle constitue.

Dans les régions où le Congo coule à un niveau de beaucoup inférieur à l'altitude générale du pays voisin, les affluents qui lui viennent de ces hauteurs présentent un caractère torrentiel analogue à celui du tronc principal. Ainsi, pour nous restreindre à la région que nous avons plus spécialement étudiée dans ce travail, voyons ce qui se passe dans le moyen et le bas Congo. La gorge où coule le fleuve entre le Pool et Boma est entaillée dans le grand plateau convexe qui sépare l'intérieur du bassin de la région maritime. Un certain nombre de rivières, nées sur ce plateau à des altitudes de plusieurs centaines de mètres au-dessus du niveau du Congo, se dirigent vers le fleuve en coulant dans des vallées qui tendent à s'encaisser de plus en plus sous le niveau général du pays, à mesure qu'elles s'approchent du confluent. Aussi, présentent-elles un cours tourmenté, entrecoupé de chutes et de rapides. Chacune d'elles travaille à régulariser la pente de son lit entre son lieu d'origine et le lit du Congo qui, lui-même, se creuse de plus en plus, plus rapidement même que celui de ses affluents que l'on voit souvent s'y jeter en hautes cascades. Les tributaires de ceux-ci effec-

(1) Je considère, pour diverses raisons, comme cours supérieur du Congo, le Lualaba occidental, celui qui passe aux lacs Kabélé, Upemba et Kassali, bien que le Lualaba oriental (Luapula) ait, d'après A. Delcommune, un débit notablement supérieur.

tuant le même travail, creusent de plus en plus le plateau et les moindres torrents qu'ils reçoivent rongent toujours plus profondément les flancs des vallées.

La formation de la gorge du Congo a donc eu pour conséquence de donner au pays voisin du fleuve un caractère parfois extraordinairement accidenté, et les progrès constants du creusement du chenal, abaissant sans cesse le niveau de base des affluents, tendent continuellement à accentuer ce caractère.

Dans les régions à sol peu perméable, l'intensité du ruissellement superficiel amène la formation d'un grand nombre de torrents et, de même, elle a pour conséquence la rapidité et le peu de durée des crues des rivières. Le tribut journalier versé par les pluies à la surface du sol provoque en un temps très court une hausse prononcée et rapide, mais de peu de durée, du niveau des rivières.

Quand la perméabilité du sol est considérable, les rivières reçoivent plus tardivement le tribut des pluies, leurs crues sont plus lentes et persistent plus longtemps.

L'érosion, on le comprend, atteint son maximum dans les rivières à crues fréquentes et rapides.

Ces causes amènent de grandes différences de régime entre les rivières des zones devonienne et métamorphique et celles dont le bassin est entièrement situé dans la région des grès. Pour certaines rivières qui, comme l'Inkissi, ont un bassin occupant deux régions différentes au point de vue de la perméabilité, le régime présente une combinaison des deux influences.

Le degré d'inclinaison des surfaces de réception des précipitations atmosphériques, conséquence elle-même de l'activité de l'érosion, influe à son tour dans une large mesure sur la rapidité et le volume des crues.

La présence d'un revêtement forestier et, jusqu'à un certain point, d'un tapis de végétation herbacée, tend à ralentir le ruissellement et par conséquent à modérer l'intensité des crues et l'activité de l'érosion fluviale. Les rivières ont un régime beaucoup plus régulier dans les pays de forêts que dans les régions déboisées. Dans celles-ci, l'érosion par l'eau courante, poussée à son maximum, amène la formation de nombreuses rigoles secondaires, qui compliquent les ramifications des vallées et donnent au pays un caractère plus accidenté que dans les districts boisés.

En résumé, la perméabilité du sol, conséquence de sa nature géologique, la régularité du relief et la présence de forêts tendent à modérer l'activité érosive des cours d'eau. L'imperméabilité des dépôts superfi-

ciels, le caractère accidenté du relief et l'absence de végétation forestière tendent au contraire à l'augmenter.

Ce sont là les causes actives qui influent sur l'activité de l'érosion par les cours d'eau. Mais celle-ci se fait avec une rapidité différente selon la résistance offerte par les masses rocheuses auxquelles elle s'attaque. De plus, la nature et la disposition des roches donnent aux effets de l'érosion des caractères différents.

Dans les régions occupées par les formations horizontales du centre du bassin, les efforts des eaux courantes rencontrent des résistances notablement différentes selon qu'il s'agit des grès tendres du haut Congo ou des grès feldspathiques durs de la Mpioka et de l'Inkissi, mais elle a pour effet général d'y tailler des vallées étroites à versants escarpés, constituant souvent de véritables falaises. Le peu d'influence du ruissellement superficiel dans les régions de grès, du moins quand le sol est boisé, favorise cette disposition. Telle est la gorge du Congo entre le Stanley-Pool et Manianga, véritable cañon délimité par des murailles dépassant souvent cent mètres de hauteur. Tels sont aussi le versant droit de la vallée de la Lukunga formant la falaise escarpée qui délimite le plateau du Bangu et celui de la vallée de la Mpioka, couronné par la haute crête de Kendolo. Autour du Stanley-Pool, on trouve des exemples de cette disposition dans les falaises qui s'élèvent entre Léopoldville et Kinchassa et dans les Dover Cliffs. La vallée du Congo, entre le Pool et le confluent du Kassai, présente des versants souvent en pente très raide et quelques escarpements perpendiculaires. Mais c'est le long du Sankulu-Lubilache et de certains de ses affluents que cette disposition se présente de la façon la plus typique. La rivière coule en décrivant des méandres encaissés dans un plateau de grès tendres horizontaux ; vers Lusambo et Pania Mutombo, le côté concave des méandres présente des falaises perpendiculaires atteignant d'un seul jet des hauteurs de 100 et 120 mètres. Au Katanga, la grande vallée d'érosion de la Lufila est délimitée, à hauteur de Bunkeā, par deux falaises de grès rouges horizontaux dépassant de 300 mètres le niveau de la plaine alluviale.

Je pourrais beaucoup multiplier ces exemples, mais ceux que je viens de citer sont les plus caractéristiques.

Les calcaires purs et même les calcschistes peu inclinés présentent aussi la propriété de former des escarpements verticaux sous l'influence de l'érosion fluviale. On trouve de beaux exemples de falaises de calcaire sur les rives du Congo en amont d'Isanghila et dans l'escarpement qui délimite le plateau du Bangu vers la vallée de la Lukunga,

aux environs de Kimpessé. La rivière KUILU, en aval du pont du chemin de fer, coule dans une gorge étroite à parois verticales creusée dans les calcschistes devoniens.

Les schistes argileux offrent une prise relativement facile à l'érosion ; leur altérabilité et l'influence du ruissellement donnent aux vallées des versants que l'activité de l'érosion fluviale peut quelquefois dresser en pente rapide, mais qui pourtant n'arrivent jamais à la verticalité. En général donc, dans les pays schisteux, les parois des vallées sont en pente douce, à moins que le creusement du lit des rivières ne soit extraordinairement actif. Les vallées de la Lufu, du KUILU, du haut Inkissi donnent un exemple du cas normal ; on trouve aux chutes du haut Lualaba (Nzilo etc.), un exemple du second cas. Le Congo, à la traversée de la bande des schistes du système de la Mpioka et de la zone devonienne offre un cours relativement calme bordé de versants en général peu escarpés ; cette section sépare les deux séries de chutes importantes qui se présentent l'une à la traversée du plateau formé par les grès de l'Inkissi, l'autre dans le trajet du fleuve à travers le district métamorphique.

Les diverses roches stratifiées de la zone métamorphique offrent une résistance variable à l'érosion fluviale. Les gneiss, les micaschistes, les schistes amphiboliques, les phyllades se rapprochent beaucoup à ce point de vue des schistes argileux ; sur les rives du Congo et dans la partie inférieure des affluents, la rapidité de l'érosion donne aux versants constitués par ces roches une pente très accentuée.

Les roches siliceuses (quartzites métamorphiques, arkoses, etc.) offrent une résistance considérable à l'érosion fluviale et provoquent en plusieurs endroits la formation de chutes et de rapides. Leur grande dureté a souvent pour conséquence de les dresser en escarpements raides sur les rives du fleuve et des cours d'eau affluents.

En général, dans les pays formés de couches inclinées, la direction des vallées d'érosion, par rapport à celle des couches, influe beaucoup sur la résistance rencontrée par l'action mécanique de l'eau courante, et sur la forme des versants façonnés par l'érosion. Nulle part cette influence n'est plus sensible que dans la zone métamorphique et particulièrement aux environs de Matadi.

Les veines de quartz sont abondantes dans les terrains primaires du Congo et spécialement dans la zone métamorphique. Elles y sont quelquefois si nombreuses et entrecroisées de telle façon qu'elles constituent dans les massifs des sortes de charpentes réticulées, qui ont naturellement pour effet d'accroître leur résistance à l'action mécanique de l'eau.

La région de l'Afrique tropicale que draine le Congo, peut être rangée parmi les plus favorisées du globe, au point de vue de la quantité des précipitations atmosphériques. Une grande partie du bassin reçoit de 630 à 1250 millimètres d'eau par an et il tombe sur les régions centrales de 1250 à 2550 millimètres.

Dans certaines régions, l'année est nettement divisée en une saison humide à pluies nombreuses et abondantes et une saison de sécheresse plus ou moins absolue. Dans le voisinage de l'équateur, il n'y a que des périodes plus ou moins pluvieuses ; les deux saisons se différencient de plus en plus nettement à mesure qu'on s'éloigne de la ligne équinoxiale. Sous une même latitude, la durée de la saison sans pluie diminue en général de la côte vers l'intérieur.

Pour une station donnée, la quantité d'eau tombée varie beaucoup d'année en année. Ainsi, pendant la saison pluvieuse de 1889 à 1890, il est tombé à Banane 620 millimètres d'eau, tandis que la saison 1890-91 n'en a fourni que 382 (1). A Vivi, en 1880-81, il n'est tombé que 875 millimètres, et en 1882-83, von Danckelman y a observé un total de 1080 millimètres (2). Cette année 1882-83, fut d'ailleurs extraordinairement riche en pluies dans toute l'Afrique occidentale ; ainsi, au Gabon, il tomba 3107 millimètres d'eau contre un total de 1469 seulement l'année précédente.

On observe, aussi, en une même période, des résultats très différents selon les endroits, même à des distances peu considérables. Ainsi, dans cette même année 1882-83, il ne tomba à Ponta da Lenha, à 85 kilomètres à l'ouest de Vivi, que 738 millimètres d'eau.

En général, il semble résulter des chiffres connus que, pour une même latitude, la quantité d'eau tombée va en croissant de la côte vers l'intérieur.

Le mode de répartition de la pluie dans la durée d'une même saison varie avec les endroits, de même que pour une même station elle varie selon les années.

Dans la région du Bas-Congo, le nombre des jours de pluie est relativement limité ; en 1889-90, à Banane, il y a eu cinquante jours de pluie, en 1890-91, vingt-neuf seulement.

En général, la plus grande partie de la hauteur totale tombe dans une période très restreinte, et cette période ne se présente pas à une

(1) E. ÉTIENNE, *Le climat de Banane*. (Publications de l'État Indépendant du Congo, n° 7, 1892.)

(2) A. VON DANCKELMAN, *Mémoire sur les observations météorologiques faites à Vivi*. (Publications de l'Association internationale du Congo. 1884.)

époque constante En 1889-90, à Banane, les pluies du mois de novembre interviennent pour 200 millimètres dans un total de 620. En 1890-91, le maximum se présenta en avril : 240 millimètres sur 382.

Les observations de Banane et de Vivi montrent qu'une portion très importante du total est fournie par un nombre très limité de fortes averses. A Banane, en 1889-90, une averse de trois heures fournit une chute de 83 millimètres, et en 1890-91, une seule pluie d'orage donna en quarante-cinq minutes 30 millimètres d'eau. De même, à Vivi, on a constaté une chute de 101 millimètres en moins de trois heures. On voit donc qu'une seule averse peut fournir jusque près de $1/7$ du total annuel.

On ne possède guère de documents sérieux pour ce qui concerne le centre du bassin, mais il semble que, dans l'intérieur, les jours de pluie sont plus nombreux et plus régulièrement répartis ; les écarts mensuels sont moins considérables. Ainsi, à Léopoldville, les trois mois les plus secs de l'année, juin, juillet et août, se passent rarement sans pluie et il pleut assez abondamment dans les mois de mai et de septembre. En outre, dans l'intérieur, on observe moins ces averses extraordinaires qui, dans le Bas-Congo, fournissent un contingent de $1/10$ ou de $1/7$ du total annuel.

La régularité des précipitations s'accroît naturellement à mesure qu'on s'avance vers l'équateur. A la station d'Equateurville, aucun mois ne se passe sans pluie ; le maximum mensuel de jours de pluie a été en 1892 de dix-neuf, et le minimum de six (Lemaire). A la station de Basoko, au confluent de l'Arruwimi, le Dr Kotz a observé en une année une quantité de 1446 millimètres d'eau tombée, répartie en quatre-vingt-onze jours de pluie ; le nombre des jours de pluie par mois n'a varié que de quatre à onze. En cet endroit, situé à un peu plus de $1^{\circ}12'$ au Nord de l'équateur, les saisons sont à peine sensibles. Pendant ce qu'on appelle la « saison des pluies » il y est tombé par jour une moyenne de 4,3 millimètres d'eau, et pendant la saison dite sèche, 2,4 millimètres (1).

Les conséquences de ces faits au point de vue de l'érosion météorique et fluviale sont faciles à déduire. Alors que dans les régions équato-

(1) Les observations que l'on possède semblent montrer que, même dans les régions éloignées de l'équateur ou rapprochées de la côte, la présence des forêts exerce une influence régulatrice sur le régime des pluies. Dans les régions centrales et équatoriales, où les forêts sont particulièrement développées, cette influence s'ajoute à celle de la position géographique. Ailleurs, elle tend à atténuer les différences de saison.

riales l'action érosive de l'eau est ininterrompue et ne subit que des variations d'intensité peu considérables; dans les régions à saison sèche accentuée, elle est atténuée et peut même être suspendue pendant une série de mois; en l'absence des pluies, l'altération des roches en place est considérablement ralentie, l'action du ruissellement est suspendue, les cours d'eau tombent à un niveau très bas et un grand nombre se dessèchent complètement, surtout dans les régions schisteuses. Par contre, à la saison humide, l'altération superficielle reprend avec une grande activité, le ruissellement s'exerce avec énergie, grâce surtout à un certain nombre d'averses énormes qui caractérisent chaque saison; les cours d'eau subissent des crues considérables et répétées et l'érosion tend à regagner en intensité ce qu'elle a perdu en durée.

La valeur, le nombre et la durée des crues de chaque cours d'eau sont en relation avec le volume, le nombre et la fréquence des pluies dans le territoire qu'il draine. Certaines rivières dont le bassin est entièrement situé dans le voisinage de l'équateur, comme l'Arruwimi, le Ruki, etc., ne présentent dans leur régime que des variations de faible amplitude. Ceux qui reçoivent les eaux d'une région située d'un même côté de l'équateur subissent des crues et des baissés très accentuées; telles sont les rivières des bassins de l'Ubanghi, du Kassai, du Lualaba; tels sont aussi les affluents que reçoit le Congo entre le Stanley-Pool et la mer.

Quant au fleuve lui même, la situation de son bassin, dont les deux tiers environ sont situés dans l'hémisphère Sud et l'autre tiers dans l'hémisphère Nord, tend à modérer l'amplitude des variations de niveau dans son cours inférieur. Pendant que la saison sèche régnant dans l'hémisphère Sud provoque une décroissance considérable dans le débit du Kassai et du Lualaba, le tribut des pluies tombées dans la partie Nord du bassin, apporté par l'Ubanghi, la Sanga, etc., contrebalance en partie la chute de niveau qui en résulterait pour le fleuve. Inversement, l'effet de la crue du Kassai et du Lualaba est modéré par la baisse de l'Ubanghi et de la Sanga.

Ces circonstances ont pour effet de restreindre les variations de niveau du fleuve, du confluent du Kassai à la mer, entre des limites peu écartées. Au Stanley-Pool, la différence entre les niveaux extrêmes est de 3 mètres; elle s'élève à 8 ou 10 mètres en certaines sections étroites de la région des cataractes, mais s'abaisse à 4 ou 5 mètres à Vivi, à 1,5 mètre ou 2,5 mètres à Boma et à 1 mètre seulement à Ponta da Lenha, dans la région de l'estuaire.

Le débit maximum du fleuve à Boma correspond à l'époque où règne la saison des pluies dans l'hémisphère Sud. Il n'est, d'après des

L'action mécanique des cours d'eau que le Congo reçoit dans la région des cataractes est réduite à une faible intensité et peut même être presque entièrement suspendue pendant les mois de la saison sèche. Le travail d'érosion dans le lit de ces affluents s'exerce donc d'une façon intermittente. Dans celui du Congo, au contraire, entre le Stanley-Pool et Boma, grâce au peu d'amplitude des variations de niveau, il s'exerce pendant toute l'année avec une énergie qui atteint un maximum pendant la saison des pluies, mais reste toujours considérable.

Il en résulte que le Congo, dans la région des cataractes, creuse son lit plus rapidement que ses affluents.

Ce phénomène est surtout frappant entre Leopoldville et Manianga.

Dans cette section, la gorge du Congo est beaucoup plus encaissée que les vallées latérales. La plupart des rivières que reçoit le fleuve à la traversée du plateau formé par les grès feldspathiques de l'Inkissi, présentent des chutes importantes dans leur cours inférieur, et plusieurs tombent d'un seul jet du haut des falaises escarpées qui constituent les parois du cañon. C'est ainsi que la rivière Luvubi (Edwin Arnold de Stanley), se précipite dans la gorge du fleuve par une cascade d'une centaine de mètres de hauteur.

L'état peu avancé du creusement du lit du Congo, ainsi que d'autres considérations que je ne puis développer ici, prouvent que le fleuve qui vient déverser à Banane les eaux d'une grande partie de l'Afrique centrale, est de formation récente.

Il fut un temps où ces eaux, ne trouvant pas d'écoulement vers la mer, alimentaient un grand lac occupant une grande partie du bassin. C'est dans ce lac que se sont déposées les puissantes assises du système des grès tendres du Haut-Congo (1). Ses limites s'étendaient jusqu'à une bordure formée par des massifs primaires, et en certains endroits par le système des couches de la Mpioka et de l'Inkissi. Il arriva un moment où, pour une cause que je ne rechercherai pas ici, le lac central envoya vers l'océan Atlantique un émissaire traversant sa bordure occidentale de terrains anciens et descendant vers la côte en emprun-

(1) A une époque antérieure, avait existé une autre nappe lacustre dont les sédiments sont représentés par les couches de la Mpioka et de l'Inkissi. Les deux périodes lacustres ont été séparées par une longue période d'érosion atmosphérique généralisée qui a amené sur de grands espaces la disparition complète des couches lacustres anciennes. La première période lacustre date des premiers temps de l'époque secondaire, l'autre est beaucoup plus récente. Voir mon travail sur les *Formations post-primaires du bassin du Congo*.

tant peut-être le lit d'un petit fleuve côtier. Cet émissaire approfondit rapidement son lit et, à mesure, le niveau du lac intérieur s'abaissait, laissant émergés à la périphérie, des espaces de plus en plus grands, qui reentraient immédiatement sous l'influence des agents atmosphériques et de l'érosion fluviale. Les affluents du lac, descendant des régions élevées du pourtour, se creusaient dans les sédiments lacustres émergés des vallées de plus en plus profondes, en même temps que se continuait le travail de l'érosion atmosphérique et fluviale dans les régions qui avaient formé la bordure du bassin de la nappe lacustre.

Les affluents jetaient dans le lac en voie de régression des alluvions qu'ils entamaient de nouveau à une phase plus avancée du processus d'évacuation. Telle est probablement la signification qu'il faut attribuer à une partie des dépôts sableux et argilo-sableux, souvent accompagnés de cailloux roulés, qui recouvrent presque partout les grès tendres du Haut-Congo.

A mesure du retrait des eaux du lac, se développaient donc des cours d'eau qui, s'embranchant les uns dans les autres, formèrent les grandes lignes de l'arbre hydrographique actuel du Congo.

Ces rivières se sont taillé dans les couches des grès tendres des vallées profondes arrivant souvent jusqu'à entamer le substratum ancien du fond du bassin. En certains endroits, vers la périphérie du lac primitif, la dénudation a fait disparaître totalement les grès tendres sur de grands espaces où l'on n'en retrouve plus que des vestiges sous forme de blocs disséminés de roches siliceuses dures.

Par suite de l'approfondissement incessant du déversoir, le lac se restreignait peu à peu dans des limites toujours plus étroites et finit par disparaître entièrement pendant que ses affluents, tout en allongeant leur cours vers l'aval, creusaient de plus en plus leur lit en tendant à se rapprocher d'un niveau de base qui s'abaissait sans cesse.

Le processus se continue de nos jours avec une grande activité.

Il est probable que l'évacuation des eaux du grand lac intérieur ne s'effectua pas d'une façon régulière et continue jusqu'à l'état actuel des choses. Elle dut subir des périodes d'interruption et de ralentissement par suite des inégalités de résistance rencontrées par le travail de creusement du déversoir.

Les alluvions peu anciennes constituant les grandes plaines basses et marécageuses qui bordent le Congo depuis les environs de Bolobo jusque vers le confluent du Lomami, de même que celles qui forment les plaines où coule Kassai aux environs du Wissmann-Pool, sont, comme je l'ai déjà dit, les sédiments déposés par le lac à l'une des dernières phases de sa régression; les lacs Léopold II et Matumba en sont

des vestiges moins douteux encore. D'ailleurs, le Congo lui-même entre le Lomami et Bolobo, avec son énorme largeur, ses îles et ses bancs de sable, constitue encore en réalité une expansion lacustre, stade ultime du vaste lac qui avait occupé une grande partie du bassin.

L'histoire particulière des vallées secondaires du bassin présente des cas analogues. A une époque récente le Kassai traversait, en amont du « passage de Swinburne » une grande expansion lacustre dont il entame aujourd'hui les sédiments; elle était due à la présence d'une barrière rocheuse dont ce passage présente encore des vestiges.

On peut en dire autant de l'Ubanghi, en amont des rapides de Zongo.

Dans la région Sud-Est du bassin du Congo, en dehors des limites de l'ancien lac des grès tendres, il existe des expansions lacustres encore importantes et d'autres à divers états de régression. Elles doivent leur formation à la présence de barrières résistantes rencontrées par les rivières. Les unes n'existent déjà plus, les autres sont en train de disparaître par suite de l'approfondissement du chenal que se creusent les cours d'eau à travers ces barrières.

Le Moëro est le type de ces lacs, de même que le Banguéulo, dont la partie méridionale (Bemba) est à sec pendant toute la saison sèche. Des expansions lacustres analogues ont existé jadis sur la Lufila en amont des chutes de Djuo et en amont des chutes du Kunii.

Les lagunes qui bordent le Lualaba, entre le confluent du Lubudi et celui du Luvoï, sont les restes, eux-mêmes en voie de disparition, d'un lac qui occupait la grande vallée séparant les Monts Bia des Monts Hakansson.

En amont des cataractes du Nzilo dont j'ai parlé précédemment, le Lualaba est bordé par d'immenses plaines basses de nature alluviale. Ce sont, à n'en pas douter, les alluvions d'une expansion lacustre de la rivière remontant à l'époque où était moins avancé le creusement de la gorge étroite par laquelle elle descend vers le plateau des Lubendé.

J'ai parlé à plusieurs reprises de la gorge étroite par laquelle le Congo descend du Stanley-Pool vers la mer. En réalité, cette gorge commence un peu en aval de Bolobo, vers Tchumbiri, au point où la vallée se resserre et où les collines de grès commencent à la border. De Tchumbiri à Boma, le fleuve coule dans une vallée d'érosion dont l'étroitesse n'est interrompue un instant que par l'expansion du Stanley-Pool. Cette vallée est comme une brèche coupant le grand plateau convexe qui sépare le centre du bassin de la région basse maritime. La hauteur du plateau, dans le voisinage du fleuve, atteint

son maximum à la crête de Kendolo ; en ce point le Congo est encaissé de plus de 500 mètres sous le niveau du pays voisin.

Il n'est pas nécessaire, pour expliquer comment le Congo a pu traverser ce qu'on appelle quelquefois la *chaîne côtière*, de faire intervenir la préexistence de fractures, dont l'étude du sol ne montre d'ailleurs nulle trace.

Les grès tendres du Haut-Congo se sont jadis étendus vers l'Ouest bien au delà du Pool ; on en rencontre des vestiges au moins jusqu'à la crête de Kendolo. Le lac où ils se sont déposés s'étendait jusque vers les massifs primaires occidentaux ; ses sédiments reposaient sur un fond formé des couches du système des grès feldspathiques qui aujourd'hui, par suite des dénudations, se terminent par un escarpement raide en face de la vallée de Mpioka (v. fig. 1). Lorsque le lac s'est créé un chemin vers la côte, son émissaire coulait à un niveau bien supérieur à celui qu'atteint aujourd'hui le plateau. Il se creusa graduellement un lit en forme de gorge étroite, entamant, outre les terrains anciens du pourtour du bassin, d'abord les grès tendres, sédiments du lac lui-même, puis les grès de l'Inkissi, les couches de la Mpioka et arrivant enfin, à l'intérieur de l'ancien bassin lacustre, jusqu'au substratum primaire du sol. En même temps, les agents dénudants abaissaient le niveau du plateau, en enlevant, entre autres, les grès feldspathiques à l'Ouest de la Mpioka et les grès tendres à l'Ouest du Pool, mais l'activité de l'érosion dans le lit du déversoir devenu le Congo l'encaissait de plus en plus sous le pays environnant. C'est dans cet état que se présentent aujourd'hui les choses. C'est donc bien le cas de dire ici que le fleuve est « plus ancien que le pays qu'il traverse ».

Jusqu'à quel point ce travail de creusement de la vallée inférieure du Congo a-t-il été accompagné d'un surélévément général du pays, c'est ce que nous ne pouvons examiner ici. En tous cas, le soulèvement indiqué par les anciens dépôts d'estuaire de la région maritime est incomparablement inférieur à l'abaissement qu'a subi depuis son origine la vallée du Congo inférieur.

