

SÉANCE MENSUELLE DU 1^{er} MARS 1898.

Présidence de M. G. Jottrand, vice-président.

La séance est ouverte à 8 h. 50.

Correspondance :

M. M. Mourlon et les commandants Willems et Cuvelier remercient chacun pour leur nomination de vice-président de la Société.

M. Barrois, secrétaire général du futur Congrès de Géologie, demande à connaître nos desiderata sur les excursions à faire en France.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

2482. Barrat, M. *Sur la géologie du Congo français*. Extrait in-12 de 132 pages et 3 planches. Paris, 1895.
2483. Beyrich et Hauchecorne. *Carte géologique internationale de l'Europe*. Livraison II, contenant les feuilles 29, 30, 36, 37, 38. Berlin, 1896.
2484. Brainerd, E. and Seely, H.-M. *The calciferous formation in the Champlain valley*. Extrait in-8° de 39 pages et 3 planches. New-York, 1890.
2485. Credner, H. *Die Phosphoritknollen des Leipziger Mitteloligocäns*. Extrait in-4° de 46 pages et 1 planche. Leipzig, 1895.
2486. Delebecque, A. *Liste, par ordre chronologique, de ses publications scientifiques*. Extrait in-8° de 6 pages.
2487. Delgado, J.-F.-N. *Fauna silurica de Portugal*. Extrait in-4° de 34 pages et 4 planches. Lisbonne, 1897.
2488. Dollfus, G.-F. *Revision de la feuille de Rouen*. Extrait in-8° de 8 pages. Paris, 1897.

2489. **Gorjanovic-Kramberger.** *Ueber fossile Fische von Tüffer in Steiermark und Jurjevcani in Kroatien.* Extrait in-8° de 10 pages et 2 planches. Agram, 1898.
2490. **Gulliver, F.-P.** *Cusplate Forelands.* Extrait in-8° de 23 pages. Rochester, 1896.
2491. **Hopkins, E.-M.** *The use of analysis in Logical composition.* Extrait in-8° de 58 pages. Lawrence, 1897.
2492. **Marinelli, G., etc.** *Relazione intorno al lavaro presentato per il concorso della fondazione Querini.* Stampalia, per l'anno 1896.
2493. **Martel, E.-A.** *La rivière souterraine de Bramabiau (Gard), 1888-1892.* Extrait in-12 de 27 pages et 1 planche. Paris, 1893.
2494. **Meunier, St.** *Notice sur les météorites chiliennes conservées au Museum d'histoire naturelle de Paris.* Extrait in-8° de 58 pages et 2 planches. Santiago, 1894.
2495. **Mourlon, M.** *Liste des périodiques compulsés pour l'élaboration de la « Bibliographia geologica » dressée d'après la classification décimale.* Brochure in-8° de 56 pages. Bruxelles, 1898.
2496. **Preston, C.-H.** *Biographical Sketch of Dr C. C. Parry.* Extrait in-8° de 11 pages et 1 portrait. Davenport, 1894.
2497. **Ramond, G.** *Notice nécrologique sur Sir Joseph Prestwich (1812-1896).* Extrait in-8° de 10 pages. Paris, 1897.
2498. — *Note sommaire sur l'aqueduc-égout de Clichy-Achères.* Extrait in-8° de 4 pages et 2 planches. Paris, 1894.
2499. — *Aqueduc de l'Avre. Dérivation des sources de la Vigne et de Verneuil.* 9 coupes. Paris, 1897.
2500. *** **J.-A. Ramond Gontaud.** *Hommages rendus à sa mémoire.* Extrait in-8° de 10 pages et 1 portrait. Paris, 1897.
2501. *** **J.-A. Ramond Gontaud.** *Discours prononcés à ses funérailles.* Extrait in-16 de 16 pages. Paris, 1897.
2502. **Whitfield, R. P.** *Observations on a fossil Fish from the Eocene beds of Wyoming.* Extrait in-8° de 4 pages et 1 planche. New-York, 1890.
2503. **Woodward, A.** *Cretaceous Foraminifera of New Jersey.* Part II. Extrait in-12 de 55 pages. New-York, 1894.

2° Extraits du Bulletin de la Société :

2504. **Dormal, V.** *Les Ammonites du Jurassique belge.* Liste préliminaire, 1896, 8 pages (2 exemplaires).

2505. Harmer, F.-W. *Les dépôts tertiaires supérieurs du bassin anglo-belge*. 1896, 30 pages et 1 planche (2 exemplaires).
2506. Kemna, Ad. *La couleur des eaux*. 1896, 56 pages (2 exemplaires).
2507. Lorié, J. *Contributions à la géologie des Pays-Bas : VIII. Les incrustations calcaires de la mare de Rockange (près Brielle) et de quelques autres mares*. 1896, 27 pages et 1 planche (2 exemplaires).
2508. Renard, A.-F. *La Géographie dans l'enseignement supérieur en Belgique*. 1897, 30 pages (2 exemplaires).
2509. Stainier, X. *De la formation des cavernes*. 1897, 22 pages (2 exemplaires).

3^o Achats :

2510. Bleicher, G. *Guide du géologue en Lorraine*. Volume in-16 de 210 pages et 2 planches. Paris, 1887.
2511. — *Les Vosges, le sol et les habitants*. Volume in-16 de 320 pages avec 28 coupes, profils et figures. Paris, 1890.
2512. Bleicher, G. et Beaupré, J. *Guide pour les recherches archéologiques dans l'Est de la France*. Volume in-16 de 115 pages. Nancy, 1896.

4^o Périodiques nouveaux :

2513. *University geological Survey of Kansas*. Topeka, 1896, vol. I; 1897, vol. II.
2514. *Société d'anthropologie (Bulletin)*. Bruxelles, t. XVI, 1897-1898, 1^{er} fascicule.
2515. *The american monthly microscopical Journal illustrated*. Washington, 1897, t. XVIII, nos 4, 5; 1898, t. XIX, nos 1, 2.

Présentation et élection de nouveaux membres :

Est présenté et élu en qualité de membre effectif par le vote unanime de l'Assemblée :

M. A. FLAMACHE, ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, chargé de cours à l'Université de Gand, 88, rue Philippe-le-Bon, à Bruxelles.

Communications des membres :

NOTES

SUR

DES ROCHES DU MONT BANDUPOI ET DU HAUT UELLÉ

PAR

J. CORNET.

LE MONT BAGHINZÉ (1). — Le 21 mai 1870, le D^r Schweinfurth, déjà sur le chemin du retour, quitta son camp du Nabambisso pour pousser une reconnaissance vers l'Est. Il traversa successivement plusieurs ruisseaux encaissés menant leurs eaux vers le Sueh, affluent du Bahr el Ghazal. Une de ces rivières (Nambio) lui montra des affleurements de roches gneissiques. Un peu plus à l'Est de la Zériba de Merdyane, il aperçut pour la première fois, vers le Sud-Est, « la masse imposante du Baghinzé », voisin d'une colline plus basse : le Damvo.

Avant d'atteindre le voisinage de ces sommets, le voyageur rencontra, à plusieurs reprises, du gneiss s'élevant en collines ou affleurant dans les vallées des cours d'eau.

Le 26 mai, Schweinfurth se trouva de nouveau en vue du mont Baghinzé, situé aux confins du bassin du Congo et de celui du Nil et qui, à la distance de 5 milles, « surgissait directement de la plaine, où sa masse imposante produisait l'effet d'une île ».

En se dirigeant vers le Baghinzé, il visita d'abord le mont Damvo, « colline de gneiss aux versants rapides, au sommet aigu, dont la hauteur au-dessus de la plaine est d'environ 200 pieds ». Il en fit l'escalade, dans le but de jeter un coup d'œil d'ensemble sur le pays

(1) Pour la situation des points que concernent cette note, je renvoie à la *Carte de l'État indépendant du Congo*, au 2 000 000^e, par A.-J. Wauters (1900).

d'alentour. « Un panorama splendide, dit-il, s'offrit à mes regards, et, pour la première fois dans ce voyage, j'eus sous les yeux une scènerie de montagne qui permettait de reconnaître d'une manière précise les caractères de l'orographie de cette partie de l'Afrique. Des éminences, des plateaux inclinés, des mamelons épars couvraient tout le pays et ressemblaient à des îles que dominait de très haut la crête du Baghinzé, dont la masse, taillée à pic du côté de l'Ouest, avait au Nord une pente graduelle. »

C'est le 28 mai que l'illustre explorateur fit enfin l'ascension du Baghinzé, auquel il donne une altitude relative de 1 270 pieds au-dessus du niveau général de la plaine, qu'il estime à 4 300 pieds. Ici, nous ne pouvons mieux faire que de citer intégralement son récit : « Vues de cette hauteur, où disparaissent la pente de leur base, les collines que projetait le Baghinzé au Levant et au Nord ressemblaient à des îlots rocheux surgissant d'une plaine horizontale..... Trois autres cônes formant éperon au Sud-Est, où ils s'élevaient sur une même ligne à quelques milles de distance, paraissaient également tout à fait isolés. Les deux premiers de ces trois monts, du côté du Nord, s'appellent le *Bonduppo* et le *Nagongo*.

» La masse principale du Baghinzé est composée d'un gneiss où le mica est en si grande abondance que, le plus souvent, il offre l'aspect du micachiste. Une particularité de la formation rocheuse de cette montagne est le grand nombre de cristaux de Cyanite ou Disthène qui la pénètrent dans tous les sens..... Au pied de la montagne, dans les endroits où l'eau s'échappait d'entre les roches, étaient de grandes nappes de pierres brisées. Les feuilletés de mica et les prismes de Disthène, d'une longueur de 1 à 2 pouces, lavés et brillants, se trouvaient là confondus et en si grande quantité, que l'on marchait sur une couche épaisse comme à travers un amas de décombres. J'en ramassai plusieurs échantillons que j'ai rapportés en Europe (1). »

Le mont *Bonduppo*, aperçu par Schweinfurth du haut du Baghinzé, est le *Bandupoi* des cartes d'A.-J. Wauters.

En janvier 1884, le Dr Junker, sur sa route de Semio à Lado, passa au pied du Damvo (ou Damvolo) et du Baghinzé : il donne de ces lieux une description qui concorde avec celle de Schweinfurth et signale du gneiss au Damvo.

(1) Les échantillons de Disthène rapportés par Schweinfurth ont été décrits par LIEBISCH (*Zeitschr. d. Geol. Gesellsch.*, 1877, 29, 718. (Voir aussi HINTZE (*Handbuch der Mineralogie*, Bd II, S. 161.)

LE MONT BANDUPOI. — Le 10 décembre 1895, le lieutenant R. Dubreucq, de l'État indépendant du Congo, chargé d'une reconnaissance entre le poste de Dungu et la frontière Nord de l'État, atteint le mont Bandupoi, qu'avait aperçu Schweinfurth du haut du Baghinzé. L'officier belge fit l'ascension de la colline, à laquelle il trouva une altitude relative de 185 mètres et, chose dont on ne saurait trop le louer, songea à y recueillir des échantillons de roches. Il a bien voulu me les remettre, et ce sont ces échantillons qui font le principal objet de la présente note.

Ils sont au nombre de cinq.

Échantillon n° 1. — Un bloc de gneiss grenu, à biotite, à feldspath peu abondant.

Échantillon n° 2. — Un bloc d'un micaschiste à mica noir dominant, pauvre en quartz, grenatifère.

Un mince revêtement identique à cette roche se trouve appliqué sur l'une des faces de l'échantillon précédent, parallèlement à la foliation; il semble correspondre à une surface de contact entre les deux roches.

Échantillon n° 3. — Fragment de quartzite blanc, à grain fin, altéré.

Échantillon n° 4. — Petit fragment d'un granite à gros grain, fortement altéré.

Échantillon n° 5. — Deux blocs de quartz filonien, semi-translucide, remplis de cristaux de Disthène vert de mer, atteignant 8 centimètres de longueur, disposés à peu près parallèlement les uns aux autres.

LES RAPIDES DE KISSANGA. — Le 25 février 1870, le Dr Schweinfurth partit de la résidence d'Abd es Ssammat et commença la partie de son voyage qui devait le mener à la découverte de l'Uellé. A un jour de marche à l'Ouest, il signale des monticules de gneiss. Quelques jours plus tard, il voit la dernière rivière du bassin du Nil, le Linduku, tomber en cascade sur des rochers de gneiss. Au Sud du Linduku, le pays s'accidente et montre des « coupoles et des rampes de gneiss ».

Schweinfurth traverse, bientôt après, la ligne de faite Nil-Congo et retrouve du gneiss dans le bassin du Mbruolé. Le 19 mars, il atteint l'Uellé-Kibali un peu en aval du confluent du Gadda, et le 15 avril suivant, il repassera l'Uellé-Kibali en amont de ce confluent, près du point où est situé aujourd'hui le poste de Nyangara. « A 14 milles en amont de cet endroit, écrit-il, le Kibali rencontre d'innombrables rochers de gneiss, forme une série de rapides, écume et rugit à travers

un labyrinthe d'îlots où il se divise en une infinité de bras. » Ce sont les *rapides de Kissanga*.

Le lieutenant R. Dubreucq m'a remis trois échantillons recueillis par lui « aux rapides qui sont en amont de Nyangura »; ce sont, évidemment, les rapides de Kissanga de Schweinfurth.

Échantillon n° 1. — Bloc de gneiss grenu, presque identique à l'échantillon n° 1 du mont Bandupoi.

Échantillon n° 2. — Fragment de roche granitique à gros éléments, pauvre en mica, avec hornblende (?) altérée.

Échantillon n° 3. — Fragment d'un quartzite blanc, à grain fin.

LES RAPIDES DE PANGA. — M. R. Dubreucq a également visité les rapides de Panga, sur l'Uellé-Makua, en amont du confluent du Bomokandi. Il m'a remis avec l'étiquette : *roches dominantes dans ces rapides*, les deux échantillons suivants :

Échantillon n° 1. — Fragment de granite à grain fin, pauvre en mica.

Échantillon n° 2. — Fragment de diabase altérée.

Non loin de là, le même officier a récolté six autres échantillons qu'il m'a transmis avec la mention : « Aval des rapides de Panga, au passage de la route par terre de Bomokandi à Amadi, entre Dongura, et Zamoi ». Ce sont :

Échantillon n° 1. — Bloc de gneiss grenu, analogue à l'échantillon n° 1 du mont Bandupoi et au n° 1 du rapide de Kissanga.

Échantillon n° 2. — Fragment d'un quartzite blanc jaunâtre, à gros grain, un peu micacé.

Échantillon n° 3. — Fragment de granite à gros grain, à biotite, avec hornblende.

Échantillon n° 4. — Fragment de diabase à grain fin, altérée, avec cristaux cubiques de pyrite.

Échantillons nos 5 et 6. — Deux blocs de quartz blanc filonien.

D'après une note de M. Dubreucq, « les roches des rapides de cette partie de l'Uellé sont formées surtout par les échantillons nos 2 et 4.

LIEUX DIVERS. — Enfin, le lieutenant Dubreucq m'a remis, avec la mention peu précise : « Partout dans le district de l'Uellé », trois échantillons, qui sont :

Échantillons nos 1 et 2. — Deux blocs de micaschiste grenatifère analogue à l'échantillon n° 2 du mont Bandupoi.

Échantillon n° 3. — Un bloc de latérite scoriacée, celluleuse, d'un brun rougâtre.

ENTRE UELLÉ ET RUBI. — Plus récemment, M. le capitaine Verstraeten, commissaire général du district de l'Uellé, m'a remis trois échantillons recueillis par lui entre Unguetra, sur la Likati, et Djabir, sur l'Uellé, en un point situé à mi-distance entre ces deux stations, sur la ligne de faite entre le bassin de l'Uellé et celui du Rubi (Itimbiri).

Échantillon n° 1. — Trois fragments d'une belle amphibolite à gros grain, non altérée.

Échantillon n° 2. — Trois fragments de quartz filonien, blanc, semi-hyalin.

Échantillon n° 3. — Une lame de muscovite de 6 centimètres sur 3.

La région de l'Uellé inférieur, à l'Ouest du méridien de Djabir, paraît présenter un développement spécial des roches amphiboliques. Nous venons de citer la trouvaille du capitaine Verstraeten. D'autre part, les collections du musée de Tervueren possèdent des échantillons d'amphibolite venant des chutes de Monunga, des rapides de Gembélé, des chutes du Mbili, etc. En outre, une roche déterminée comme gabbro a été rapportée des chutes de Mokwangu.

CONCLUSIONS. — D'une façon générale, d'après les échantillons que l'on possède et les renseignements recueillis, le sol du bassin de l'Uellé (Uellé proprement dit, Uellé-Makua, Uellé-Kibali, Bomokandi) paraît être entièrement constitué par des formations archéennes. La ligne de faite Congo-Nil, au Nord de l'Uellé, a la même constitution et des conditions géologiques analogues semblent se présenter sur le versant septentrional de cette ligne de faite.

LA

GÉOLOGIE DU BASSIN DU CONGO**d'après nos connaissances actuelles (1897),**

PAR

J. CORNET.

Les pages qui suivent ne sont que le canevas d'un travail plus étendu, que nous préparons depuis plusieurs années, sur la géologie et la morphologie du bassin du Congo.

Nous nous contentons de faire ici, succinctement, la synthèse de toutes les données que l'on possède aujourd'hui (août 1897) sur la composition du sol de cette intéressante partie de l'Afrique, nous réservant de les exposer plus tard en détail et de les discuter de plus près, en cherchant à dégager les rapports qui existent entre la nature et la disposition des éléments tectoniques de la région et la forme si spéciale de son relief.

Dans cette note préliminaire, où nous n'exposons que des résultats généraux, nous nous abstenons d'indications bibliographiques. Disons seulement que, pour ce qui concerne la région dite du bas Congo, entre la mer et le Stanley-Pool, les rives du fleuve jusqu'à l'Équateur, le cours inférieur du Kassai, les bassins du Sankulu-Lubilache, du haut Lomami, du haut Lualaba, de la Lufila, etc., nous avons utilisé les résultats de nos observations personnelles.

Pour les confins orientaux du bassin, nous avons mis à profit les documents recueillis par Joseph Thomson, Giraud, O. Baumann, Stuhlmann, von Goetzen, Scott Elliot, etc. Pour le bassin de l'Arruwimi et de l'Ubanghi, nous nous sommes servi des données fournies

par Schweinfurth, Junker, Dybowski, Maistre, etc. Pour le Congo français, nous avons utilisé les nombreux documents dus à J. de Brazza, Ponel, Pechuel-Loesche, E. Dupont, Le Chatelier, Maurice Barrat, Chollet, Thollon, Regnault, Lamy, Alvernhe, etc. Les récits de Livingstone, Cameron, Pogge, Pechuel-Loesche, Chavannes, Büchner, Büttner, E. Dupont, Capello et Ivens et d'autres voyageurs portugais, nous ont procuré des données précieuses sur certaines parties du bassin. Enfin, nous avons pu utiliser de nombreux documents, la plupart inédits, dus à plusieurs de nos compatriotes, agents de l'État indépendant, commerçants ou missionnaires.

Nous devons déclarer que les documents dus à des voyageurs peu versés dans les sciences minérales, ou peu habitués à l'observation scientifique, sont de nature très diverse et, en l'absence d'échantillons d'origine certaine, ne doivent être accueillis que provisoirement et avec circonspection.

Dans les récits de certains voyageurs, récits souvent d'une lecture très attachante, les termes géologiques (granite, gneiss, porphyre, lave, cratère, blocs erratiques, faille, effondrement, cataclysme), voire les expressions géographiques les plus usuelles (montagne, plaine, plateau, pic, gorge, lac, chute, cataracte, etc.) sont souvent employés à tort, ne jouent dans le texte qu'un rôle purement littéraire et ornemental et, alternant avec des termes empruntés à d'autres sciences et tout aussi erronés, ne servent qu'à rompre la monotonie de la narration en donnant au lecteur une haute idée de la compétence du voyageur.

Ce n'est donc qu'avec une extrême prudence que l'on peut utiliser les renseignements sur la nature du sol dont beaucoup de voyageurs accompagnent le récit de leurs pérégrinations.

Coup d'œil général.

Les régions de l'Afrique intertropicale occupées par le bassin hydrographique du Congo consistent en massifs anciens comprenant des terrains archéens et des terrains primaires plissés; ces terrains ont autrefois formé des chaînes aujourd'hui fortement dénudées, rabotées, réduites à des massifs surbaissés, aplatis, d'altitude modérée.

Ces massifs anciens sont flanqués ou recouverts par des couches, horizontales ou peu dérangées, de grès, d'argilites, etc., formant deux systèmes superposés et distincts, dont le plus ancien est peut-être permotriassique, tandis que le second est beaucoup plus récent. Ces dépôts, du moins les plus récents, paraissent d'origine continentale et 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 dépôts meubles ayant pour origine première l'altération chimique et la désagrégation mécanique de roches du sous-sol. Tantôt ces produits ont conservé la position des roches dont ils proviennent, tantôt ils ont été remaniés par le ruissellement des eaux sauvages et par les cours d'eau.

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

Consécutivement aux mouvements hercyniens se sont formées de vastes nappes lacustres (ou des mers intérieures, en rapport avec l'océan; nous ne discuterons pas ici ce point), où se sont déposées les puissantes assises d'argilites et de grès qui recouvrent une grande partie de la charpente ancienne du pays. Ce dépôt s'est probablement effectué pendant la dernière partie des temps primaires et les débuts des temps secondaires (permo-triasique), mais il a recommencé 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 les derniers temps de l'époque primaire; 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 bande 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 météoriques.

Dans l'état actuel des choses, les terrains archéens et primaires constituent surtout (mais non exclusivement) le sol des régions élevées de la périphérie du district congolien, et notamment les hauteurs (nous ne disons pas les *montagnes*) par où passe le contour du bassin hydrographique du Congo.

Les formations lacustres horizontales ou peu dérangées sont, au contraire, généralement reportées dans les parties intérieures du bassin.

Cependant, elles peuvent s'étendre jusqu'au voisinage de la limite hydrographique et même, en certains points, la franchir et déborder largement dans les bassins de fleuves voisins. Ces formations continentales ne sont donc pas absolument propres à la région qui forme le bassin hydrographique actuel du Congo. En d'autres termes, le Congo et ses affluents ne drainent pas toute la région qui fut occupée jadis par les nappes lacustres où se sont déposées les formations continentales. Par contre, le bassin actuel du fleuve comprend des contrées qui ne furent jamais recouvertes par ces nappes lacustres.

D'autre part, dans les parties centrales de la dépression congolienne, le soubassement ancien, archéen et primaire peut se montrer au jour, notamment là où de profondes vallées d'érosion ou des dénudations plus étendues ont percé la couverture des dépôts continentaux.

Nous allons passer rapidement en revue les divers éléments stratigraphiques qui se rencontrent dans le bassin du Congo, en commençant par les terrains les plus anciens.

Dans le substratum ancien de la région, nous trouvons des formations qui se présentent avec tous les caractères de l'*Archéen* et des terrains que nous pouvons comparer, sinon assimiler avec certitude, au *Précambrien*, au *Cambrien*, au *Silurien* et au *Devonien*; l'assimilation de certains dépôts au *Carbonifère* est plus douteuse encore.

Le géologue rencontre une difficulté capitale dans l'investigation géologique du bassin du Congo : c'est l'absence de fossiles (sauf dans les terrains créacés et tertiaires de la côte). Cette absence n'est nulle part si complète ni si généralisée, stratigraphiquement et géographiquement. Certains voyageurs ont, il est vrai, annoncé des fossiles trouvés dans divers terrains; mais jusqu'ici, ces fossiles n'ont été ni figurés, ni décrits, ni même montrés à qui que ce soit.

Le géologue en est donc réduit, au Congo, à se servir des seules méthodes de la pétrographie et de la stratigraphie; mais s'il les applique avec logique et avec prudence, elles peuvent lui donner des résultats qu'il n'aurait pas osé espérer au premier abord.

I. — TERRAINS ARCHÉENS OU RÉPUTÉS TELS.

A. — Régions méridionales.

Dans les régions méridionales du bassin, l'Archéen se présente d'une façon typique dans les monts Bia, c'est-à-dire dans le système de collines qui borde vers l'Est la large vallée du Lualaba, dans la région des

lagunes. On y trouve des granites, des granites gneissiques, des gneiss, des micaschistes grenatifères et tourmalinifères, des quartzites micacés schistoïdes, des sortes d'itacolumites, de la tourmalinite, etc., accompagnés d'intrusions de roches éruptives basiques. De l'autre côté de la vallée, les monts Hakansson sont en grande partie constitués par des granites passant souvent aux gneiss.

Les granites des monts Bia se retrouvent sur les rives du haut Lualaba, vers le confluent de la Lufupa, accompagnés de tourmalinites; ceux des monts Hakansson reparaissent sur le Lubudi, en amont du confluent de la Luina. Des massifs granitiques importants existent dans les confins Sud-Est du bassin du Congo, sur la route de Kalanga à Moapé et sur la rive droite du Luapula, au Sud-Est de Kiniama.

Les roches granitiques des monts Hakansson se prolongent, parallèlement à la vallée du Lualaba, jusqu'au delà du Luvoï. A l'Est de Kilemba sont des collines de granite et de gneiss; les mêmes roches se montrent au Nord-Est de Kilemba, vers Kiluala et aux collines de Kilimatchio; sur la route suivie par Cameron, de Nyangwe jusqu'à ce point, le granite se montre dans les vallées de nombreux cours d'eau encaissés qui sillonnent le plateau séparant le Lomami du Lualaba. Les rapides du Lualaba, entre le confluent de la Lukuga et Kassongo, sont formés par des roches résistantes, parmi lesquelles le granite et d'autres roches cristallines semblent jouer un rôle important.

Le granite affleure dans les hautes vallées du Luvoï, du Kilubilui et du Lomami, et il est partout à faible profondeur entre ces deux dernières rivières. Un massif de roches granitiques a été mis au jour par l'érosion fluviale dans la partie supérieure de la vallée du Luembé et dans toute celle du Lubichi. Les mêmes circonstances semblent se présenter dans toutes les vallées parallèles situées plus à l'Ouest, de celle du Lubilache à celle du Kwango : l'érosion a creusé dans le plateau de grès tendre des rigoles plus ou moins encaissées, qui ont mis à nu le substratum granitique.

B. — *Régions occidentales.*

Dans le Congo occidental, on rencontre sur les rives du fleuve, entre Boma et Isanghila et le long du chemin de fer jusque près de la Lufu, un ensemble assez complexe de terrains cristallins, dans lequel il n'est pas aisé de distinguer l'Archéen véritable des roches métamorphiques d'âge postérieur. La partie occidentale jusqu'à la gare de la Kamansoki est nettement cristalline, et c'est surtout dans cette zone

que la distinction dont nous parlons est difficile. Au delà de la Kamansoki, la cristallinité des roches s'atténue graduellement, et elles acquièrent un caractère de plus en plus purement sédimentaire. Peut-être existe-t-il là, comme en Thuringe, dans l'Erzgebirge, etc., un passage graduel de l'Archéen au Précambrien.

Pour trancher la difficulté, ce qui n'est pas la résoudre, nous considérerons provisoirement comme archéennes les roches que recourent les tranchées du chemin de fer jusqu'à la gare de la Kamansoki, et nous distinguerons les groupes suivants : A. *Couches de Boma*; B. *Couches de Matadi*; C. *Couches de Palaballa*; D. *Couches de la Kiméza*; E. *Couches de la Duizi*. Ces groupes se présentent dans cet ordre de l'Ouest à l'Est ou d'aval en amont.

Le groupe A comprend les roches, renseignées comme granites, de Yumba, de Muserra, du Cul-de-Boma, du Monolithe, de Chinkakassa, de la Roche-Fétiche et des affleurements situés en amont sur la rive basse du fleuve. Les roches du Monolithe et de la Roche-Fétiche, à gros feldspaths, paraissent être de véritables granites; quant aux *granites* de Chinkakassa, dont des échantillons ont figuré à l'Exposition de 1897 (section congolaise), ils ont une structure gneissique incontestable. Ce sont des *gneiss granitoïdes*, et il serait difficile de ne pas les ranger, avec les granites qui les accompagnent, dans les niveaux les plus anciens de la formation archéenne. Ils sont accompagnés de micaschistes.

Jusqu'au Chaudron d'Enfer, le Congo est bordé d'affleurements de gneiss, de micaschistes et de roches granitiques diverses dont la nature archéenne, après un examen attentif, ne nous paraît pas non plus pouvoir être mise en doute.

B. — Les couches de Matadi comprennent des quartzites micacés passant au micaschiste, toujours fortement aimantifères, alternant avec des roches amphiboliques, vertes (gneiss syénitiques, schistes dioritiques). Ces quartzites micacés aimantifères sont les roches en bancs épais, plus ou moins feuilletés, que les tranchées du chemin de fer entament entre Matadi et le pont de la Mpozo. Les collines en aval de Matadi et la rive opposée du Congo (Kionzo) sont constituées par les roches vertes; on les voit reparaitre en amont en approchant du confluent de la Mpozo.

C. — Les couches de Palaballa comprennent les deux types de roches qui constituent le groupe précédent, mais en bancs moins puissants. Les couches sont, en outre, fortement contournées et les roches ont subi un laminage, un étirement énergique qui ont donné un feuilletage très accentué.

Parmi ces roches sont intercalées des couches, toujours assez minces, d'une sorte de leptynite à gros grain, d'aspect presque granitoïde, dans laquelle il faudra peut-être voir une roche injectée.

D. — Le groupe des couches de la Kiméza comprend des gneiss bien feuilletés ou granitoïdes, présentant de beaux cas de gneiss œillé (*Augengneiss*), des micaschistes et des roches schisteuses amphiboliques. On y trouve des masses, paraissant injectées entre les couches, de véritable granite. Dans la partie orientale de la zone *D*, on ne rencontre que des micaschistes et des talcschistes alternant avec des roches amphiboliques et contenant quelques masses granitiques intercalées.

E. — Les couches de la Duizi sont formées presque exclusivement de gneiss et de schistes amphiboliques, en bancs massifs ou feuilletés, suivis d'une large zone de chloritoschistes qui règnent jusqu'un peu au delà de la gare de la Kamansoki.

Les cinq groupes précédents paraissent former un ensemble bien continu, passant sans discordance de l'un à l'autre. L'analogie du groupe *D* et d'une partie du groupe *E* avec le groupe *A* (couches de Boma) est très frappante. Les vrais gneiss affleurent donc dans le bas Congo en deux zones distinctes : la zone de Boma et la zone de la Kiméza.

On ne voit pas de séparation nette entre les groupes de Boma et de la Kiméza, d'une part, et ceux de Matadi et de Palaballa, d'autre part. C'est pourquoi nous pensons que l'ensemble de nos cinq groupes doit bien être considéré comme archéen. La pétrographie et, comme nous le verrons, la stratigraphie mènent à cette interprétation.

Comme nous l'avons dit plus haut, la partie orientale du groupe *E* (couches de la Duizi) semble, le long du chemin de fer du moins, passer sans discordance aux couches métamorphiques de la Bembizi.

Au Nord du bas Congo, la zone archéenne prend nettement la direction Nord-Ouest de façon à rejoindre la mer en deçà de la rivière Nianga, ce qui explique qu'on ne la retrouve pas sur l'Ogoué ni même sur la Nianga. Le point où elle atteint la côte est marqué par les affleurements granitiques du cap Matuti et de la baie de Maïumba. C'est un granite rouge à grain fin, qui serait, paraît-il, aurifère.

Dans le Mayombe français, sur la route de Loango à Brazzaville, on rencontre des leptynolites blanches, des schistes micacés et des microgranites qui semblent représenter l'Archéen du bas Congo. Les schistes micacés renferment souvent, comme les roches de Matadi, de beaux cristaux de magnétite.

Quand on remonte le Kuilu-Niari à partir de l'embouchure, on tra-

verse, de Mamanya-Matali jusqu'en amont de Ngotu, des quartzites micacés alternant avec de minces couches de phyllades, puis on rencontre un gneiss gris, très dur. A Kakamuéka apparaissent des quartzites blancs à grain fin, très compacts, puis, de Ndundu-Nsanda aux Palisades, se présentent des schistes cristallins suivis de quartzites gris clair très durs. Il est probable qu'il existe là, à côté de roches archéennes incontestables, des couches métamorphiques d'âge plus récent. Les gneiss du Kuilu sont souvent granitoides.

Au Sud du Congo, la zone archéenne paraît, comme au Nord, s'étendre jusqu'à la côte, comme l'indiquent les granites rouges à gros grain formant les rochers que l'on voit entre Muserra et Kinsembo, non loin d'Ambriz. Sur la route d'Ambriz à Bembé, on recoupe, non loin de la côte, une zone de schistes cristallins.

Sur la route de Noki à San-Salvador, les roches schisto-cristallines règnent exclusivement jusqu'au delà de la vallée de la Lué. A l'Est de cette rivière, des granites souvent gneissiques constituent le plateau élevé portant le nom de Mongo-Kaïnsa. Jusque la vallée de la Lufu, le pays est formé par des terrains plus récents laissant cependant affleurer fréquemment le substratum cristallin qu'ils recouvrent. C'est ainsi que le plateau de San-Salvador serait constitué par une masse de schistes cristallins parcourue de puissants filons de diorite et entourée de tous côtés par les calcaires primaires.

Aux confins du bassin du Congo et de ceux de l'Ogoué et du Niari-Kuilu, on a signalé des massifs granitiques étendus, de même que dans la région des sources de la Likona et de la Likuala.

C. — Régions septentrionales.

Dans le bassin supérieur de la Sanga, on trouve, à partir de Bania sur la Mambéré et de la même latitude sur la Kadei, des roches analogues à des micaschistes et à des granulites. Ces roches s'étendent au Nord-Ouest jusque vers Gaza sur le Libumbi, et à l'Est vers la rivière Bali. Vers le Nord, les granulites règnent, sur la Mambéré, jusqu'au delà du confluent de la Nana, et plus à l'Est, au delà de la rivière Bali; les hauteurs de Tonguéla (1 300 mètres) paraissent formées en grande partie par des micaschistes. Au Nord-Ouest de Gaza, entre la Kadei et la Mambéré, règne un grand district granitique qui s'étend jusque dans la région des sources de ces rivières, aux confins Nord-Ouest du bassin du Congo.

Les échantillons, assez nombreux, recueillis par les agents de l'État

indépendant aux rapides et chutes de l'Ubanghi, de l'Uellé, du Mbomu et de divers autres affluents, nous montrent une grande extension des schistes cristallins et des roches éruptives qui les accompagnent normalement. Des données analogues nous sont fournies par les voyageurs qui ont visité les régions qui s'étendent au Nord du coude de l'Ubanghi et le haut bassin de l'Uellé, aux confins du bassin du Nil. Combinant ces renseignements avec ceux que nous avons donnés plus haut, nous voyons qu'il existe dans le Nord du bassin du Congo un vaste district archéen s'étendant de l'Ouest à l'Est, de la haute Sanga au Nil, en aval du lac Albert.

D. — *Régions orientales.*

La série de collines espacées que les cartes placent à la limite orientale du bassin de l'Uellé (monts Gessi, Gordon, Baker, Emin, Chippendall, Speke, Junker, Schweinfurth, etc.) sont de nature granitique. Elles nous mènent au grand district granitique reconnu par Stuhlmann à l'Ouest du lac Albert et de la Semliki inférieure, dans la région des sources de l'Ituri. Outre le granite, on y observe des diorites, diabases, etc. Le granite semble s'étendre jusque vers Gumbali. A l'Ouest de ce district granitique s'étend une région occupée par des quartzites, des gneiss, des micaschistes, des phyllades, reconnus, sur l'Ituri-Arruwimi, au moins jusqu'aux chutes de Panga. Une région de constitution analogue borde à l'Ouest la grande dislocation centre-africaine de la latitude du Ruwenzori jusqu'au Tanganika et s'étend dans le bassin de la Lowa jusque vers la longitude de Zenga. Près des sources de la rivière Lundi, affluent de l'Ituri, on a observé du véritable gneiss.

Les vastes plateaux de l'Uganda, du Ruanda, du Rundi, etc., entre le lac Victoria et le grand Graben centre-africain, sont, comme la lèvre occidentale du Graben, formés de gneiss, de micaschistes, de quartzites et de phyllades, accompagnés de roches granitiques et de roches éruptives basiques.

Le Ruwenzori, que Stanley a pris pour un volcan, n'est que la lèvre orientale du Graben, portée à une altitude exceptionnellement forte. Il est constitué par un massif de gneiss, micaschistes, quartzites etc., auquel des injections diabasiques et dioritiques ont donné une consistance qui lui a permis de garder jusqu'à nos jours un énorme relief.

Des roches schisto-cristallines constituent le pays qui s'étend entre la partie septentrionale du Tanganika et le plateau granitique de l'Unyamuési. Entre la pointe Nord du lac et Mtowa, le terrain semble

avoir une composition analogue, mais c'est une région sur laquelle nous n'avons que peu de données.

Le Malagarazi, qui, hydrographiquement, fait partie du bassin du Congo, a son bassin supérieur sur le plateau granitique oriental et dans le district schisto-cristallin qui s'étend du Tanganika au lac Victoria. Mais, d'après J. Thomson, il traverserait, dans son cours inférieur, un district de grès rouge, d'âge secondaire, qui forme la rive du lac d'Udjidji jusqu'au Sud du cap Kabogo.

Le pays qui borde à l'Est le Tanganika, entre le Kabogo et la rivière Kalambo, à l'extrémité Sud-Est du lac, près de la frontière anglo-allemande, est occupé par des gneiss, micaschistes, schistes à hornblende, etc. De Mokaria (7° latitude) au Kalambo, la rive du lac est formée de roches granitiques, et la rive opposée, entre les mêmes latitudes, est de constitution analogue. Celle-ci correspond au district accidenté du Marungu.

Le Marungu et la région qui s'étend vers le Sud-Ouest, dans la direction du Moëro, sont formés de roches granitiques et de schistes cristallins, surmontés par places, par l'intermédiaire d'épais poudingues, des grès rouges feldspathiques d'âge secondaire qui, entre Mpala et Mtowa et à l'extrémité Sud du lac, constituent même directement la rive. Les roches granitiques s'observent jusqu'au voisinage immédiat du lac Moëro, un peu en aval du Mpuéto, plus ou moins cachées par les terrains plus récents du système des grès rouges.

Les gneiss, micaschistes, phyllades, avec granites, etc., de l'Est du Tanganika occupent en entier le bassin du Rikwa et les hauteurs qui séparent ce bassin de celui du Tchambézi, entre le Tanganika et le Nyassa. Nous ne savons au juste quelle est leur extension plus au Sud-Ouest, dans le bassin du Tchambézi et du lac Banguélo. Nous avons vu précédemment que le granite existe dans la courbe du Luapula, en aval du Banguélo, et au Sud-Ouest dans les confins méridionaux du bassin, sur la route de Kalanga à Moapé.

Sur la rive occidentale du Tanganika, le point de sortie de la Lukuga est situé dans les grès rouges continentaux; ces grès s'étendent largement vers l'Ouest, mais laissent fréquemment réapparaître le substratum archéen, notamment en aval du village de Wabenza.

Au Nord de la Lukuga, les montagnes de Kabambare sont surtout constituées par des granites et des gneiss. C'est le prolongement de ce système qui donne lieu aux rapides du Lualaba, entre le confluent de la Luama et celui de la Lukuga, dans un pays occupé en grande partie par les nappes des grès horizontaux.

En résumé, il semble qu'entre le Tanganika et le Lualaba, la charpente du pays soit constituée par des granites et des schistes cristallins recouverts, sur de grandes étendues, de couches de grès continentaux avec épais poudingues à la base. Les roches archéennes apparaissent surtout dans les vallées par suite de la dénudation, mais, çà et là, elles font saillie directement à travers la couverture de grès, qu'elles percent comme un manteau troué.

Pour ce qui concerne les régions que nous avons visitées, nous nous sommes efforcé de distinguer les terrains archéens proprement dits des terrains métamorphiques plus récents, qui peuvent souvent leur ressembler beaucoup à première vue. La distinction est très aisée au Katanga; dans le Congo occidental, elle est beaucoup plus difficile, mais, en tout-cas, nous avons réussi, dans l'Ouest comme dans le Sud du bassin, à établir l'existence des deux groupes de formation l'un à côté de l'autre.

Pour les contrées que nous n'avons pas eu l'occasion d'étudier personnellement, nous avons rangé provisoirement dans l'Archéen les terrains dans lesquels les voyageurs signalent des roches granitiques, ou bien, les uns à côté des autres, des gneiss, des micaschistes, des phyllades, des quartzites, etc., et, en général, des roches dont la description rappelle des schistes cristallins. Répétons-le, cette manière de voir n'est que provisoire. Il est difficile d'agir autrement, vu la grande pauvreté ou l'incohérence des données que nous possédons. Mais il est très probable que, dans les régions considérées plus haut comme exclusivement archéennes, il existe des terrains métamorphiques d'âge plus récent, comprenant des sortes de micaschistes, des phyllades, des quartzites, etc., et analogues à ceux que nous avons reconnus au Katanga et dans le Congo occidental. Des renseignements peu précis que nous possédons nous portent même à croire que dans les régions qui avoisinent le grand Graben, centre africain, il existe, parmi les formations anciennes, des terrains primaires non métamorphisés comprenant des schistes argileux, des calcaires, etc., analogues à ceux du Katanga et du Congo occidental.

II. — TERRAINS PRIMAIRES MÉTAMORPHIQUES.

A. — *Région du Katanga.*

On trouve dans la région du Katanga, spécialement dans le bassin du haut Lualaba, une importante série de formations sédimentaires métamorphisées, dans lesquelles nous croyons avoir réussi à trouver des

représentants du *Précambrien* (nos systèmes du Nzilo et du Lufubo, les quartzites du système du Kabélé), du *Cambrien* (systèmes de la Lufupa et de la Kissola, phyllades et schistes du Kabélé) et du *Silurien* (système de Moachia). Tous ces termes sont en discordance manifeste avec l'Archéen.

Le Précambrien est surtout constitué par des quartzites et des phyllades portant l'empreinte d'un dynamométamorphisme énergétique. Il en est de même pour le Cambrien, où les phyllades dominent; cependant, dans les couches de la Lufupa, le métamorphisme, sous l'influence d'intrusions éruptives, paraît jouer un rôle important.

Notre Silurien, où le métamorphisme est le moins prononcé, est caractérisé par l'apparition du calcaire en bancs épais et par la présence de cherts oolithiques.

Les poudingues, grès ou quartzites grossiers, arkoses, etc., qui accompagnent ces terrains métamorphiques sont formés d'éléments empruntés à des roches granitiques, à des gneiss, des quartzites, etc., archéens.

B. — *Congo occidental.*

Dans la région des Cataractes, nous séparons de l'Archéen les couches, encore plus ou moins cristallines, qui se présentent le long du chemin de fer, au delà de la gare de la Kamansoki et sur lesquels viennent reposer, en discordance, les terrains primaires non métamorphiques. Ces couches se classent en deux groupes : *couches de la Bem-bizi* et *couches de Sékélolo*.

a) *Les couches de la Bem-bizi* comprennent des phyllades noir bleuâtre et des schistes divers que l'on ne voit qu'à l'état de profonde altération, avec bancs de quartzites très compacts, devenant feldspathiques à mesure qu'on s'avance vers l'Est et passant à une belle arkose gris bleu à grain fin. Cette arkose affleure dans le territoire de la zone primaire non métamorphique jusqu'au delà de la Lufu, en crêtes allongées, flanquées des deux côtés par les poudingues de cette zone.

b) *Les couches de Sékélolo* comprennent des roches, à caractère cristallin faible ou absent, que je range dans la zone cristalline à cause des rapports intimes qu'elles semblent présenter avec le groupe précédent, où ce caractère est encore très net.

Les couches de Sékélolo font défaut aux abords immédiats du chemin de fer; mais on les rencontre plus au Nord, jusqu'au Congo, au voisinage de la limite entre la zone cristalline et la zone schisto-

calcaireuse. Elles comprennent des grès très cohérents, noirâtres, calcarières, des schistes grossiers, durs, gris; des schistes phylladeux bleu-ardoise foncé et des schistes verdâtres ou bleuâtres très feuilletés.

Ces couches verticales ou légèrement inclinées vers l'Ouest forment, entre Banza-Mantéka et Sékélolo, des bandes étroites affleurant entre des zones de poudingues de la zone schisto-calcaireuse. Ces poudingues renferment, comme éléments roulés, des fragments de roches de ce groupe.

A environ 15 kilomètres à l'Est de l'Inkissi, dans la vallée de la rivière Guvu, près de la limite extrême de l'affleurement des couches de la zone devonienne, apparaît, d'une façon inattendue, un pointement de roches rappelant celles de Sékélolo : entre autres des grès durs calcaireux, accompagnés de schistes talcqueux.

Sur les bords du fleuve, près d'Isanghila, la zone des terrains métamorphiques est réduite à une bande très étroite. Elle semble toutefois se poursuivre vers le Nord au moins jusqu'au Kuilu-Niari. Sur la route de Loango à Brazzaville, on rencontre, avant d'atteindre la zone devonienne, des roches schisteuses et des quartzites qu'on devra peut-être détacher de l'Archéen. Il en est de même sur les rives du Kuilu-Niari.

III. — TERRAINS PRIMAIRES NON MÉTAMORPHIQUES.

A. — Région du Katanga.

Dans les bassins du haut Lualaba, de la Lufila et du haut Luapula, on rencontre, sur de grandes étendues de pays, des formations non métamorphiques comprenant des poudingues, des schistes, des grès, des calcaires, etc., que nous pouvons comparer, sinon identifier, aux terrains *devoniens*.

Ces formations se présentent avec des caractères assez différents selon qu'on les observe au Nord-Ouest ou au Sud-Est de la zone archéenne des monts Nzilo et des monts Bia, c'est-à-dire dans la région de l'Urua ou dans le Katanga.

Dans le Katanga, bien qu'ils offrent plusieurs facies distincts, ils ne semblent former qu'un même ensemble stratigraphique.

Cependant, je tends à considérer les facies septentrionaux (*systèmes de Katété et de Kazembé*) comme plus récents que les méridionaux (*systèmes du pays des Basanga*, etc.) et comme pouvant peut-être représenter le Carbonifère plissé de la colonie du Cap.

Le Devonien du Nord-Ouest de la zone métamorphique du Nzilo (*système du Lubudi*) est remarquable par le grand développement qu'y prennent les calcaires. Cette roche est accompagnée de bancs de cherts, de plus en plus abondants à mesure qu'on s'élève dans le système et finissant par régner exclusivement dans la partie supérieure.

Le système du Lubudi se retrouve dans la vallée du Luembé inférieur et dans celle du Lubilache, entre le confluent du Luembé et les chutes de Wolff. On le voit réapparaître plus au Nord encore dans la vallée du Lubéfu (5°13' latitude). J'ai des raisons de croire que les roches de ce système forment les chutes de Wolff, celles de Wissman, celles du Lubi, de la Lulua, etc.

B. — Région occidentale.

Vers l'Ouest du bassin, les terrains primaires non métamorphiques, que nous comparons aussi au *Devonien*, se présentent avec un beau développement et avec plus d'unité que dans le Katanga.

Le long du Congo inférieur et du chemin de fer de Matadi à Léopoldville, on les voit apparaître à l'Est des massifs formés par les terrains archéens et métamorphiques examinés précédemment.

Ils présentent, de haut en bas, la succession suivante :

5° *Des schistes calcaireux avec roches siliceuses oolithiques.*

4° *Des cherts, etc., souvent oolithiques.*

3° *Des calcaires marbres.*

2° *Des schistes calcaireux ou calcaires argileux schistoïdes.*

1° *Des poudingues.*

Cet ensemble est appuyé, vers l'Ouest, contre les formations de la zone cristalline; il forme de ce côté une série de plis serrés, une succession de bassins synclinaux indiquant un refoulement vers l'Ouest, contre les massifs anciens. Ces bassins sont sensiblement dirigés Nord-Sud, limités par des saillies de poudingues en zones allongées parallèles et parfois par des affleurements, sous forme de longues crêtes, des roches plus anciennes qui forment le substratum du bassin (arkose du groupe de la Bembizi, grès et schistes de Sékélolo).

A mesure que l'on s'avance vers l'Est, le plissement des couches schisto-calcaireuses devient moins serré; puis on passe à des couches ondulées qui deviennent de plus en plus régulières en présentant un pendage, peu prononcé mais constant, *vers l'Est*; cette inclinaison vers le centre du bassin les fait bientôt disparaître sous les grès feldspathiques.

Les assises de la zone schisto-calcaireuse ont subi une dénudation très importante. Sur une grande partie de la région qu'elles occupent, les poudingues et les schistes calcaireux ont seuls subsisté.

Les assises de calcaires marbres ont été en grande partie démantelées; on les retrouve vers l'Ouest en bancs presque verticaux, coincés dans la partie médiane des bassins synclinaux dont je viens de parler. Plus à l'Est, là où ils ont formé des bancs ondulés ou doucement inclinés vers l'intérieur du bassin, ils n'existent plus qu'en rochers isolés et espacés, jusqu'à ce que, par suite du pendage général, les couches supérieures viennent les recouvrir.

Les roches siliceuses (cherts, etc.) supérieures aux calcaires, quand les couches supérieures manquent, ne se rencontrent plus qu'à l'état de blocs libres.

Voici les caractères essentiels des différentes assises du système schisto-calcaireux :

1^o *Poudingues*. — Ils sont formés d'une pâte dure et cohérente argilo-calcaire, de teinte gris bleu ou gris verdâtre, remplie de grains de quartz de différentes grosseurs et de galets de quartz, de quartzites plus ou moins feldspathiques, d'arkose, de grès calcaireux durs gris ou noirâtres, de calcaire pur bleuâtre ou brun, demi-cristallin et de granites divers. Les grès calcaireux et les calcaires sont des éléments remaniés des couches de Sékélolo, dont l'antériorité par rapport au système schisto-calcaireux est ainsi démontrée; les autres roches proviennent de la zone cristalline.

2^o *Schistes calcaireux* ou *calcaires argileux schistoïdes*. — Ils sont ordinairement gris bleu plus ou moins foncé; en général bien feuilletés, quoique pouvant souvent se présenter en bancs massifs quand ils sont bien intacts; dans ce cas, l'altération météorique fait apparaître la schistosité. Des parties plus compactes et plus homogènes donnent lieu à de gros noyaux arrondis ou anguleux de calcaire argileux gris bleu qui persistent souvent intacts au milieu de l'argile résultant de la décomposition sur place du reste de la roche ou que l'on trouve à la surface du sol dégagés par l'action du ruissellement.

3^o *Calcaires marbres*. — Dans la région occidentale de la zone schisto-calcaireuse, on les trouve en place, pincés dans la partie médiane des bassins synclinaux. Ainsi, à l'endroit où l'ancienne route des caravanes croise la Luima, on les voit disposés en une série de bancs épais verticaux, alignés à peu près du Nord au Sud en une bande d'une largeur totale de plus de 400 mètres. La roche est demi-cristalline, à grain très fin, très compacte, blanche ou colorée en gris, gris bleuâtre ou en

jaunâtre. Le Kwilu, au point de passage de la route des caravanes, présente des affleurements splendides de calcaires marbres diversement teintés.

Plus à l'Est, dans les régions où l'allure des couches schisto-calcaireuses est plus régulière, les bancs de calcaire marbre ont été presque complètement balayés par l'érosion et l'on n'en retrouve plus que des témoins isolés, sous forme de rochers souvent très pittoresques. Tels sont les marbres jaunes et roses du col de Zolé, les roches des Montagnes de Marbre, les roches de Bafu, les roches de Lamba, les rochers Dia Bavo, le mont Kinsundi et les beaux rochers de marbre blanc, gris ou bleu qui se voient sur la gauche de la route des caravanes, entre le Nsona Kibaka et Lukungu.

Plus à l'Est encore, les calcaires marbres ne se rencontrent plus que dans le fond de quelques vallées : avec les assises sous-jacentes du système schisto-calcaireux, ils plongent vers l'Est et sont recouverts par le terme supérieur du système, que surmontent bientôt, à leur tour, les assises des grès feldspathiques.

4° *Cherts, etc.* — Je n'ai eu nulle part l'occasion de voir ces roches *in situ*, mais j'ai pu cependant établir que leur place se trouve entre les calcaires marbres et l'assise supérieure du système. Bien que je les désigne, pour abrégé, par le terme commun de *cherts*, elles sont loin de présenter un aspect unique et uniforme (1).

Ces roches apparaissent, peut-on dire, dès la limite occidentale du système schisto-calcaireux, mais ce n'est qu'à l'Est du Kwilu qu'elles deviennent abondantes. Elles se présentent en blocs nombreux, parfois colossaux, souvent rassemblés en grand nombre en des espaces limités, sur les plateaux, le penchant des collines ou dans le fond des vallées.

Ce sont des roches siliceuses d'apparence très polymorphe, pouvant présenter, parfois sur un même bloc, des aspects de grès, quartzite, phtanite, chert, silex, meulière, etc. Le type le plus commun paraît être une sorte de grès compact, à grain fin; mais, ordinairement, les éléments clastiques sont empâtés dans de la silice secondaire, au point de donner lieu à des roches d'aspect très homogène. Souvent, des parties de blocs prennent un aspect oolithique, ou bien, si les oolithes ont disparu, elles se montrent criblées de petites cellules sphériques ou aplaties.

(1) La plupart des *pierres taillées* du Congo occidental sont fabriquées avec ces roches.

Ces roches me paraissent représenter des formations siliceuses miclastiques, mi-concrétionnées, analogues à nos cherts du calcaire carbonifère de Belgique, formant des bancs interrompus, des lentilles, etc., vers la partie supérieure des calcaires marbres. Ils correspondent aux cherts du système du Lubudi (Urua).

5° Les calcaires marbres et les roches siliceuses précédentes sont surmontés, vers l'Est, d'une série de schistes calcareux ou de calcaires argileux schistoïdes gris bleu, rappelant beaucoup ceux qui font suite aux poudingues de la base, mais renfermant intercalés des bancs bien distincts, plus ou moins épais et espacés, de roches siliceuses comparables à des silex ou à des phtanites et de texture oolithique.

Cette assise supérieure du système schisto-calcaire a été enlevée par la dénudation sur la plus grande partie de la zone. Aux abords du chemin de fer, on ne la trouve que dans le bassin de l'Inkissi, à l'Est duquel elle disparaît bientôt sous les grès feldspathiques. Aux environs de Lukungu, elle affleure sur le flanc oriental de la grande vallée de la Lukunga en une zone intercalée entre les calcaires marbres avec cherts et les assises des grès feldspathiques. On n'en retrouve que des lambeaux à l'Ouest de Lukungu.

Le Devonien du Congo occidental se prolonge au Sud sur le territoire portugais, où il occupe une grande étendue de pays dans les bassins des fleuves côtiers et dans celui du haut Kwango. Les mines de cuivre de Bembé sont situées dans ces terrains.

Au Nord du Congo, on retrouve le Devonien dans les bassins du Tschiloango et du Kwilu-Niari. Il s'y présente avec des caractères analogues à ceux qu'il offre au voisinage du grand fleuve. Les calcaires y ont une grande importance et sont souvent dolomitiques. On retrouve dans cette région des poudingues calcareux, des roches oolithiques et des roches identiques à nos cherts du Congo.

Nous avons très peu de données concernant les terrains anciens non cristallins du Nord du bassin du Congo. Il en existe cependant entre le Congo et l'Ubangi-Uellé. Sur l'Itimbiri-Rubi, en amont du confluent de la Likati, on a observé des schistes et des calcaires, en couches peu dérangées, dont des échantillons ont été envoyés en Europe. C'est probablement dans ces terrains que se trouvent les minerais de cuivre qui ont été signalés dans la région du Nord d'Ibembo.

Pour ce qui concerne les régions de l'Est du bassin, les renseignements sont plus rares encore, mais ils sont suffisants pour établir l'existence dans ces contrées de terrains primaires non métamorphiques, notamment dans le voisinage du Tanganika.

DISLOCATIONS DES TERRAINS ARCHÉENS ET PRIMAIRES.

On peut distinguer dans la bassin du Congo, et spécialement au Katanga, trois époques principales de plissements :

1° Plissement des terrains archéens, antérieur aux termes métamorphiques ;

2° Plissement des terrains métamorphiques (Précambrien, Cambrien, Silurien). Cette période paraît se décomposer en plusieurs phases ;

3° Plissement des terrains primaires non métamorphiques.

Par analogie avec ce qui se passe en Europe, aussi bien qu'en Asie et dans l'Amérique du Nord, et même dans les régions mieux connues du continent africain, nous pouvons considérer ces mouvements comme respectivement comparables aux plissements huronien, calédonien et hercynien.

C'est la considération de ces trois grandes périodes d'activité orogénique qui peut permettre, en l'absence de fossiles, de déterminer avec quelque certitude l'âge relatif des différentes formations primaires du bassin du Congo.

L'étude de ces formations prouve qu'au début du Précambrien, il y avait, dans le Sud du bassin, un continent ou, tout au moins, des îles importantes formées de roches archéennes. Ce serait un analogue du *continent huronien* des régions septentrionales. On peut également y affirmer l'existence de terres importantes durant la période devonienne.

Plus tard, les mouvements hercyniens ont émergé la presque totalité du continent africain qui fit, dès lors, partie du grand continent austral ou brasiliario-éthiopique.

Alors s'ouvrit pour l'Afrique une longue période d'érosion continentale pendant laquelle s'éroussa considérablement le relief créé par les plissements hercyniens. C'est aussi pendant cette période que se déposèrent les formations dont nous allons dire quelques mots.

IV. - FORMATIONS POST-PRIMAIRES CONTINENTALES.

Ces formations, comme nous l'avons dit au commencement, doivent être considérées comme s'étant déposées dans de vastes lacs qui couvraient une grande partie de l'étendue actuelle du bassin du fleuve. Elles comprennent deux groupes superposés entre lesquels existe, du moins dans certaines parties du bassin, une discordance de stratification manifeste. Le groupe inférieur repose, en couches généralement peu

dérangées de la position horizontale, sur les terrains archéens ou primaires, disloqués et arasés par la dénudation. Le groupe supérieur repose sur le précédent ou, quand la dénudation l'a fait disparaître avant son dépôt, directement sur le substratum ancien du pays.

1° Groupe inférieur. — *Grès durs feldspathiques.*

(Couches du Kundelungu.)

Dans le Congo occidental, ce groupe comprend deux systèmes superposés, probablement séparés par une nouvelle discordance : B. *Système supérieur ou de l'Inkissi.* — Grès rouges feldspathiques avec galets; A. *Système inférieur ou de la Mpioka.* — Schistes, psammites et grès sans galets.

A. *Système de la Mpioka.* — Ce système est constitué par des schistes argileux rouge foncé plus ou moins micacés, passant au psammité, alternant avec des grès à grain fin ou moyen, très cohérents, souvent feldspathiques, quelquefois très purs, de teinte rouge foncé, grise ou noirâtre.

Ces couches reposent sur le système schisto-calcaireux; elles sont légèrement ondulées et pendent, dans l'ensemble, vers l'Est, en plongeant sous le système de l'Inkissi. Contrairement à ce système, elles renferment des veines de quartz.

Le système de la Mpioka constitue le *plateau du Bangu*, qui se termine du côté de la vallée de la Lukunga par un escarpement raide couronné par la *crête de Mfumfu* et montrant la superposition de ce système sur l'assise supérieure du système schisto-calcaireux. On en retrouve des lambeaux sur les hauteurs de la rive gauche de la Lukunga, vers l'Ouest aussi bien que vers le Sud.

B. *Système de l'Inkissi.* — Il consiste en bancs épais de grès très grossiers, fortement chargés de gros grains de feldspath altéré, de teinte rouge ou brune et remplis, surtout vers la base, de nombreux galets petits ou moyens. Les bancs de ce système sont d'allure très régulière et en pente faible vers l'Est.

A l'Est de la vallée de la Mpioka, les couches de l'Inkissi se superposent à celles de la Mpioka et se dressent en un escarpement élevé que termine la *crête de Kendolo*.

Aux abords du chemin de fer, la limite occidentale des grès de l'Inkissi est reportée beaucoup plus à l'intérieur du bassin, jusque vers le village de Kizambi.

Ces deux systèmes des grès feldspathiques, coupés par la vallée d'érosion de la Lukunga, se sont autrefois étendus considérablement vers l'Ouest, à la surface de la zone schisto-calcaireuse, et ont probablement atteint la zone cristalline.

Dans les régions du Katanga, les couches du Kundelungu constituent le haut plateau du même nom et le plateau de la Manika, séparés par la large vallée d'érosion de la Lufla et se faisant face, à 100 kilomètres de distance, par des falaises hautes de 100 à 300 mètres.

Au Katanga, on ne retrouve que d'une façon très obscure la division en deux systèmes qui est si remarquable dans la région des Cataractes. Chose assez remarquable, l'élément calcaire joue un grand rôle dans les couches du Kundelungu et de la Manika. D'abord en zones et en lits minces dans la partie supérieure, il forme au sommet de l'étage des bancs d'une grande puissance et très continus.

Le groupe se retrouve avec les mêmes caractères dans la région du bas Luembe. Il existe sur les deux rives du Tanganika, dans le bassin du Malagarazi et vers le point de sortie de la Lukuga. La formation, plus ou moins dénudée, paraît s'étendre entre le Kundelungu et le Tanganika jusqu'à la Lukuga; dans cette région, elle se présente en lambeaux interrompus ou en témoins isolés. On la retrouve bien caractérisée aux Stanley-Falls et probablement en amont jusque vers Nyangué. On l'a aussi signalée sur l'Ubangi, sur le haut Kwango et sur le cours supérieur de plusieurs des affluents occidentaux du Kassai.

Le dépôt des couches du Kundelungu a été suivi d'une longue période de dénudation, pendant laquelle elles ont été enlevées sur de grands espaces. Cette émergence semble avoir coïncidé avec la formation du *Graben* du Tanganika, comme l'indique l'état assez bouleversé dans lequel se présentent sur ses rives les terrains qui nous occupent.

2° Groupe supérieur. — *Grès tendres du haut Congo.*

(Couches du Lubilache.)

Près de Léopoldville, on les voit nettement reposer sur les grès de l'Inkissi, mais ils existent déjà plus à l'Ouest et l'on trouve des vestiges de leur ancienne extension occidentale au moins jusqu'à la crête de Mfumu.

Ces dépôts consistent essentiellement en grès blancs ou jaunâtres (du moins dans cette région), très purs, tendres, friables sous les doigts, formant des couches épaisses de plusieurs centaines de mètres

et à stratification ondulée et entre-croisée. Au Stanley-Pool, ils reposent sur les grès feldspathiques, par l'intermédiaire de bancs de grès fin, très dur, rouge foncé ou brun.

On trouve, en outre, sur les rives du Pool, du haut Congo jusque vers Bolobo, sur celles du bas Kassai et sur les collines qui les bordent, jusqu'à 50 mètres au moins au-dessus de l'eau, des blocs de roches siliceuses dures, à aspect de quartzite, de jaspe, etc., rouge, brun, etc., atteignant un volume colossal. Ces roches appartiennent à des assises supérieures du système, aujourd'hui enlevées dans ces régions, mais que j'ai trouvées en place dans les parties méridionales du bassin. Elles ont résisté à la destruction et l'entraînement et sont descendues sur les pentes, grâce à leur cohérence et à leur volume.

Ce sont ces blocs qui, répandus en grand nombre à la surface du sol, à l'Ouest du Pool et au moins jusqu'à la crête de Mfumu, constituent les témoins de l'ancienne extension des grès du haut Congo dans cette direction.

Nos couches du Lubilache occupent, souvent recouvertes par les alluvions, toutes les parties centrales du bassin du Congo et s'étendent plus ou moins loin dans les régions périphériques. C'est dans les régions méridionales qu'elles présentent le plus beau développement. Ce sont ces couches qui constituent les superbes falaises du Sankuru. Au Sud de 5° 30' latitude Sud, les grès tendres des falaises du Sankuru sont surmontés d'une série d'assises d'argilites et de grès divers, quelquefois feldspathiques, de teinte rouge, toujours très friables, qui manquent dans les régions plus centrales. Entre le Kilubilui et le Luvoi, on trouve, au sein des grès tendres tout à fait supérieurs, d'énormes noyaux ou des bancs discontinus de grès concrétionnés, très compacts, analogues aux roches siliceuses signalées plus haut à l'état de blocs isolés.

Après le dépôt des couches du Lubilache intervint un nouvel assèchement du pays. La sédimentation lacustre cessa et fut remplacée de nouveau par un régime d'érosion subaérienne et fluviale; c'est celui qui règne encore aujourd'hui. A quelle cause faut-il attribuer l'évacuation des eaux du grand lac lubilachien? Cette évacuation ayant été définitive, nous devons admettre qu'elle n'est pas due à une diminution des pluies ou à l'intervention d'un régime désertique, mais plutôt à une évacuation des eaux vers l'océan.

En d'autres termes, elle fut la conséquence de l'établissement d'un déversoir vers la mer, et ce déversoir forma la base du tronc qui

supporte tout l'arbre hydrographique du Congo. C'est donc à travers les massifs anciens de l'Ouest que le lac lubilachien se vida dans l'océan par un chenal qui devint l'amorce du bas Congo actuel.

La question à se poser est maintenant celle-ci : Quelle fut la cause primaire du creusement du chenal en question à travers le massif occidental ? Faut-il recourir pour la trouver à des mouvements du sol ? Faut-il la voir dans un débordement du lac qui aurait ainsi évacué le trop-plein de ses eaux par le seuil le plus bas de la bordure du bassin et aurait fini, avec le temps, par éroder ce seuil au point d'y établir un déversoir continu ? Telle a été longtemps notre interprétation. Mais nous croyons aujourd'hui qu'il faut simplement attribuer l'établissement du déversoir à une sorte de phénomène de capture pratiqué par la partie supérieure d'un petit fleuve côtier qui devint, par ce fait, la portion terminale d'un des plus grands fleuves du monde.

Quant à l'endroit précis où s'opéra la capture du lac par le fleuve côtier, nous croyons qu'il serait difficile de le fixer. L'érosion a, depuis lors, enlevé dans le bas Congo une épaisseur de plusieurs centaines de mètres aux grès tendres du Lubilache et empêche de fixer les limites de leur ancienne extension vers l'Ouest. Or, c'est précisément au voisinage de cette limite qu'a dû s'opérer le phénomène de capture et commencer l'évacuation du lac lubilachien vers la mer.

Mais l'histoire géologique du bassin du Congo ne se termine pas avec la disparition des derniers vestiges du grand lac qui avait déposé les couches du Lubilache.

Le régime d'érosion pluviale et fluviale qui suivit l'évacuation du lac finit par aboutir à une atténuation très avancée du relief du pays et à la régularisation du cours du fleuve et de ses principaux affluents. Il fut un temps où le bassin tout entier présentait l'aspect d'une immense plaine ondulée, parcourue par de vastes cours d'eau aux allures paisibles qui se réunissaient en un tronc commun, le Congo. Celui-ci se jetait tranquillement dans l'Atlantique par un large delta, dont la pointe se trouvait à hauteur de Boma. C'est à cette époque que le lamantin, et avec lui une série de poissons de type marin, purent pénétrer jusque dans les branches les plus élevées des affluents du fleuve. C'est à cette époque aussi que des anastomoses existant entre les rameaux supérieurs des grands fleuves africains, comme aujourd'hui dans l'Amérique du Sud, permirent aux animaux fluviatiles de se répandre d'un bassin à l'autre et amenèrent la remarquable analogie que l'on observe dans les faunes malacologique et ichthyologique du Nil, du Congo, du Zambèze. Un steamer, s'il en eût existé à cette époque, eût pu remonter sans

obstacle de la mer jusqu'au fond du Katanga ou jusqu'aux sources de l'Uellé.

Mais la nature, qui, à travers toute la série du développement géologique, semble avoir cherché à donner à l'Europe, à l'Amérique, à la plus grande partie de l'Asie, tous les caractères physiques requis pour en faire le séjour de prédilection de l'humanité et y établir les foyers de la civilisation, fit faire un pas en arrière à la Terre de Cham.

Le phénomène qui s'était déjà accompli deux fois depuis la fin des temps primaires se répéta. Un affaissement relatif des parties centrales du bassin, accompagné du relèvement en bourrelet des régions périphériques, barra la route au grand fleuve et restitua un régime torrentiel aux affluents supérieurs.

Alors s'établit le lac intérieur qui déposa les vastes nappes d'alluvions qui bordent le fleuve actuel, entre Bolobo et le confluent du Lomami, image atténuée des grandes mers intérieures des époques précédentes. Le nouveau lac s'élevant rapidement, les eaux finirent par reprendre le chemin de leur ancien déversoir.

Un instant arrêtées devant la barrière que le soulèvement avait créé dans l'ancien cours inférieur du fleuve, elles purent réussir à la franchir et s'élancèrent de nouveau vers l'Atlantique. Depuis lors, le fleuve continue son travail de Sisyphe, recreusant sa route entre le Pool et Roma et renouvelant un pénible labeur déjà accompli dans les temps géologiques.

Telle est la seule façon d'interpréter les caractères actuels de l'orographie congolaise, dans laquelle on voit les régions périphériques, d'où descendent tous les cours d'eau qui affluent au Congo, constituer de vraies pénéplaines rabotées par une longue dénudation, tandis que les rivières qui y sont nées gagnent le centre du bassin par des vallées étroites et encaissées dont le rapprochement donne souvent au pays un caractère extraordinairement accidenté et dans lesquelles l'érosion se continue avec activité.

Telle est aussi la seule explication que l'on puisse donner des analogies que présentent entre elles les faunes fluviales africaines et de la présence, par-dessus rapides et cataractes, de plusieurs espèces d'animaux de type marin : le bassin du Congo, après être arrivé à un régime hydrographique régulier, a vu l'érosion fluviale se raviver, renaître, par suite de mouvements du sol qui en ont relevé les parties périphériques.

M. A. Rutot fait la communication que nous reproduisons ci-après :

ALIMENTATION DE PARIS EN EAU POTABLE.

DÉRIVATION DES SOURCES DE LA VIGNE ET DE VERNEUIL

ÉTUDE GÉOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE

PAR

A. RUTOT.

Parmi les eaux captées pour l'alimentation en eau potable de la ville de Paris, les dernières amenées sont celles des sources de la Vigne et de Verneuil. L'aqueduc qui les conduit à Paris a reçu le nom d'aqueduc de l'Avre.

Actuellement, le captage est opéré, l'aqueduc terminé et l'eau livrée à la consommation; on pourrait donc croire que cette affaire — qui a fait beaucoup de bruit en son temps — est terminée et qu'il n'y a plus lieu d'en parler.

Il en est cependant toujours question, et, au point de vue géologique et hydrologique, le problème continue à présenter un grand intérêt.

La ville de Verneuil est à 110 kilomètres à l'Ouest de Paris.

Au Sud-Est et à l'Est de cette ville existent des fontaines fournissant en tout temps une eau abondante et fraîche, fontaines déversant leurs eaux dans la vallée d'une rivière dont le lit est complètement desséché en amont de Verneuil.

Cette rivière, revivifiée par les fontaines, c'est l'Avre; elle se jette dans l'Eure au Nord de Dreux.

Le groupe de fontaines au Sud-Est de Verneuil est connu sous le nom de *Sources de la Vigne*; il comprend les fontaines d'Erigny, le Nouvet, les Graviers et Foisy.

La fontaine située à l'Est de Verneuil est connue sous le nom de *fontaine du Breuil* ou de Verneuil.

L'émergence de ces différentes sources se produit un peu au-dessus de la cote 150 au-dessus du niveau de la mer.

Ces sources ont été captées par la ville de Paris. Que sont ces sources? Quelle est leur origine? Telles sont les questions qui s'imposent immédiatement à l'esprit.

A cet effet, jetons d'abord un coup d'œil sur la topographie de la région s'étendant au Sud-Ouest de Verneuil.

En quittant Verneuil, qui se trouve à l'altitude 156 environ, on monte progressivement jusque la grande forêt du Perche, où l'on atteint la cote 300.

Cette forêt, à sol très humide, s'étend de l'Est à l'Ouest le long du versant Nord de la crête.

C'est dans cette forêt que prennent naissance quatre rivières principales qui sont, en allant de l'Ouest à l'Est : la Rille, l'Iton, l'Avre et la Vigne; plus quantité d'autres ruisseaux, affluents de ces mêmes rivières.

Les cours de ces rivières et ruisseaux passent tous exactement par les mêmes phases, qui sont :

1^o La source proprement dite et son écoulement par ruisseau au travers de la forêt;

2^o A peine le ruisseau a-t-il parcouru quelques centaines de mètres, qu'il se forme, dans la forêt, le long du cours, un long chapelet d'étangs et de marécages. Les derniers étangs concordent avec la limite Nord de la forêt;

3^o Au sortir du dernier étang, les ruisseaux et rivières coulent dans un lit régulier sur un parcours plus ou moins long;

4^o Enfin le cours d'eau s'appauvrit progressivement par saccades et, finalement, on voit ce qui reste d'eau s'engouffrer dans le sol par des excavations appelées dans le pays : *bétoires*. Ces lieux d'engouffrement définitif sont plus éloignés ou plus rapprochés des sources selon que la rivière est plus ou moins alimentée par les pluies;

5^o Sur un parcours plus ou moins long (de 5 à 10 kilomètres pour l'Avre, par exemple), on ne voit plus que le lit complètement desséché de la rivière, serpentant au milieu d'une contrée déserte et désolée;

6^o A des altitudes basses, des fontaines abondantes viennent déverser leurs eaux dans les lits abandonnés et revivifier les vallées desséchées.

Un excellent observateur, qui, certes, n'a pas ménagé son temps ni

ses peines, que ce bizarre régime des eaux intéressait, M. Ed. Ferray, d'Evreux, a étudié longuement et minutieusement les curieux phénomènes qu'il avait sous les yeux et a décrit, à diverses reprises, ses recherches et les résultats de ses observations tendant à l'explication de ces phénomènes.

Il a principalement porté ses investigations sur la Rille, l'Iton et l'Avre, et nous tirons de ses travaux les quelques données suivantes sur ces rivières :

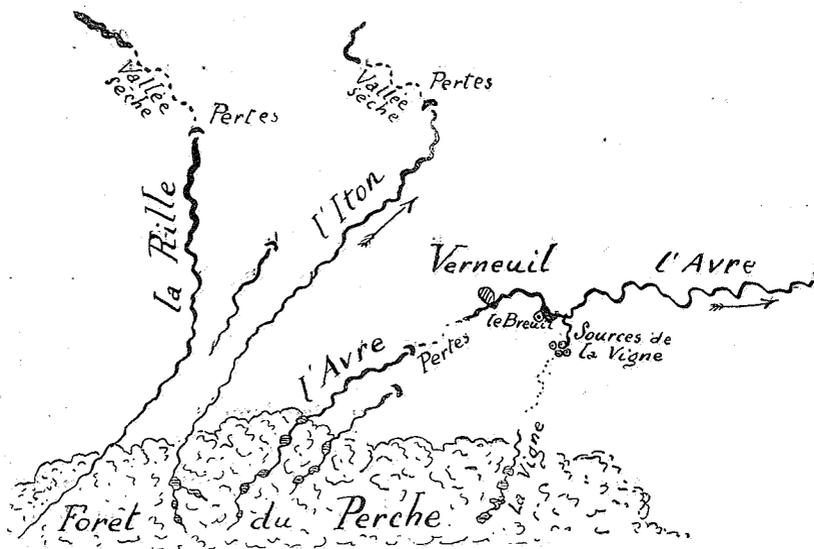


Fig. 1. — CROQUIS DE LA TOPOGRAPHIE DE LA RÉGION ENVIRONNANT VERNEUIL.

La Rille est la plus importante des rivières du département de l'Eure. Elle prend sa source dans le département de l'Orne à Saint-Vaudrilleles-Bois, vers la cote 500, entre dans le département de l'Eure près de Rugles, à la cote 169, et se jette dans l'estuaire de la Seine à la pointe de la Roque, après un parcours total de 128 kilomètres.

Le cours de la rivière est orienté Sud-Nord.

Le haut cours est caractérisé comme nous l'avons dit précédemment. A Rugles, à son entrée dans le département de l'Eure, la Rille débite 2160 litres par seconde, puis bientôt, en aval, les pertes commencent : à la Vieille Lyre, le débit n'est plus que de 1660 litres ; à la Ferrière, 700 litres ; à Romilly, 560 litres ; au Val Gallerand, la disparition est complète et le lit reste desséché jusqu'à la Fontaine-Roger (5 kilomètres), où reparait un mince filet d'eau. Bientôt, à Beaumont, le débit monte à

1 920 litres, puis plus loin à 2 150 litres et 4 150 litres et, enfin, à Pont-Audemer, 12 100 litres, grâce à des affluents.

L'*Itôn*, sur lequel des auteurs superficiels ont écrit bien des erreurs, a sa source à Maheru, dans le département de l'Orne, à l'altitude 280. Il passe par les phases déjà énoncées en traversant la forêt, puis prend son cours régulier sur 45 kilomètres environ. A Condé, les pertes commencent, puis à partir de Viallet, sur quelques centaines de mètres, la perte s'accroît rapidement et la rivière s'engouffre définitivement au Trou du Reybrac. Ce n'est qu'à une dizaine de kilomètres en aval, vers Bonneville, que les eaux réapparaissent et reprennent leur cours normal jusqu'au confluent avec l'Eure.

L'*Avre* a sa source dans la forêt du Perche à l'altitude 260. Elle s'écoule d'abord comme ruisseau, puis présente le chapelet d'étangs et de marécages jusqu'à la sortie de la forêt. Elle prend ensuite un cours régulier sur environ 8 kilomètres.

A Chennebrun, les pertes commencent et le débit diminue progressivement sur 8 autres kilomètres jusqu'à la Lambergerie, où en temps normal le bétail de ce nom absorbe définitivement les eaux qui ont pu parvenir jusque-là.

De la Lambergerie à Verneuil, soit 6 kilomètres, le lit de l'Avre est presque toujours complètement à sec (1).

Un peu avant d'arriver à Verneuil, le lit de l'Avre se couvre d'eau stagnante, puis il s'épanouit en un petit étang; enfin, au Breuil, il reçoit le débit de la grande fontaine, puis, plus loin, l'ensemble du débit des *Sources de la Vigne* et le cours reprend ensuite son régime normal jusqu'au confluent avec l'Eure.

La *Vigne* prend sa source dans la forêt du Perche, ou plutôt sort d'un chapelet d'étangs éloignés. Son vrai cours commence à l'altitude 224, à proximité de La Ferté Vidame.

Après un parcours de 4 kilomètres, trois bétails successifs absorbent les eaux vers la cote 200 aux environs de Morvilliers, et dès lors, on ne voit plus qu'une trace du lit absolument sec sur 8 kilomètres.

Ce lit desséché conduit directement au groupe de sources dit *Sources de la Vigne*, au Sud-Est de Verneuil.

(1) En temps de crues, les eaux non absorbées par les bétails peuvent pousser jusque Verneuil par le lit desséché.

RÉSULTAT DES ÉTUDES DE M. ED. FERRAY.

La Rille. — Dans le but de savoir ce que deviennent les eaux de la Rille après leur engouffrement, M. Ferray a effectué, le 19 juillet 1894, l'expérience de coloration suivante :

Il a versé dans le dernier des bétoires alimentés, au Val Gallerand, une solution de 3 kilogrammes de fluorescéine dans 10 litres d'eau.

L'opération a été pratiquée à 3 heures de l'après-midi, et, pour accélérer les résultats, le débit de la rivière avait été augmenté par la levée de vannes de retenue situées en amont et fermant un canal étanche.

Des observateurs postés à la réapparition de la rivière ont constaté la coloration de l'eau le 20 juillet à 7 $\frac{1}{2}$ heures du soir.

Cette eau colorée sortait d'une source dite *Source de la Bave*, affluent de rive gauche de la Rille sur le territoire de Beaumont-le-Roger.

Les sources intermédiaires, soigneusement surveillées, n'ont pas été colorées.

La distance à vol d'oiseau entre le Val Gallerand et la Source de la Bave est de 7 kilomètres, ce qui accuse une vitesse de courant souterrain, en ligne directe, de 3 mètres à la minute avec une pente moyenne de 3 millimètres par mètre.

Il suit de cette expérience :

1° Que les eaux souterraines de la Rille ne communiquent pas avec les sources intermédiaires;

2° Qu'elles communiquent, au contraire, directement avec l'une des sources, celle de la Bave, affluent de la Rille reparue;

3° Le cheminement rapide de la coloration montre qu'il n'y a pas imprégnation d'une nappe aquifère homogène, mais simple écoulement par canal.

L'Iton. — C'est sur cette rivière que se sont surtout concentrées les recherches de M. Ferray.

Dès 1884, M. Ferray a commencé ses expériences de coloration.

Le 15 octobre 1884, à 10 $\frac{1}{2}$ heures du matin, une solution de fluorescéine fut versée au Trou du Reybrac.

Le lendemain, 16 octobre, la coloration se montrait à la Fosse-aux-Dames à midi et demi.

C'est après cette première expérience que M. Ferray, ayant obtenu des subsides du Ministère de l'Agriculture, a fait effectuer des travaux d'un grand intérêt et consistant en la recherche, en profondeur, du cours souterrain de la rivière.

A cet effet, trois puits furent creusés le long du lit desséché, à flanc de coteau, et dans deux de ces puits, les galeries d'exploration firent rencontrer un canal souterrain bien caractérisé.

L'un des puits, celui dit *des Boscherons*, de 22 mètres de profondeur, a permis d'observer la rivière souterraine, circulant dans un canal en forme de tunnel de 3 à 4 mètres de largeur, avec courant très rapide, pouvant débiter de 700 à 800 litres par seconde. En ce point, le canal se présente en courbe prononcée dont la branche d'arrivée est approximativement située sous la vallée sèche superficielle, tandis que la branche d'aval se dirige, perpendiculairement à cette vallée, sous le coteau.

D'autres galeries de recherches partant du même puits ont fait découvrir une caverne très irrégulière où le courant de l'eau change de direction et fait un angle droit avec le cours constaté précédemment, de telle façon que le cours semble remonter vers sa source. C'est évidemment là une preuve de l'existence de méandres souterrains, en tout semblables aux méandres superficiels.

L'autre puits, dit *puits de Gaudreville*, a environ 50 mètres de profondeur. Deux galeries de recherches assez longues, parties de ce puits, ont amené les explorateurs, l'une à une immense caverne éboulée où des blocs de craie de 6 à 8 mètres de côté se superposent irrégulièrement et dans les interstices desquels M. Ferray s'étant aventuré, a pu constater, à un certain niveau, le passage des eaux de la rivière divisée en deux bras. Cet éboulement s'est propagé jusqu'à la surface du sol; il s'est produit en mars 1880, et la dépression superficielle en est encore très visible.

L'autre galerie de recherches a débouché sur un canal naturel bien délimité en forme de tunnel, d'une largeur de 3 à 4 mètres, dans lequel coule une véritable rivière qui a pu être suivie sur un certain parcours.

Ici, le sens du courant, dans le tunnel, est perpendiculaire à la vallée superficielle et il va du coteau vers la vallée, pour tourner assez rapidement ensuite dans une nouvelle direction perpendiculaire au cours souterrain, qui rend ainsi ce cours parallèle à la vallée sèche superficielle.

Ces cours souterrains étant nettement constatés, il restait à vérifier si leurs eaux étaient bien celles de l'Inon disparues; à cet effet, les expériences de coloration furent reprises.

Le vendredi 5 août 1887, à 8 $\frac{1}{2}$ heures du matin, la solution de fluorescéine fut versée dans un bétoire en amont du pont de Villalet.

Des observateurs placés au fond des puits des Boscherons et de Gaudreville, au bord du lit souterrain, firent les constatations suivantes :

Le 6 août, à 5 heures du matin, les eaux se colorèrent au puits des Boscherons; le même jour, à 6 heures du soir, l'apparition de la couleur était constatée au puits de Gaudreville et, enfin, le dimanche 7 août, on constatait la coloration de la source superficielle de la Fosse-aux-Dames.

Les eaux du canal souterrain et celles des sources inférieures étaient donc bien les eaux perdues de l'Iton.

Du reste, à la surface même du sol, il est aisé de suivre la direction et les sinuosités du cours souterrain.

En effet, ce cours est réellement jalonné, au travers de la forêt, par une suite d'effondrements, suivant une direction bien indiquée, aboutissant à l'Étang de la Bonneville, point de réapparition des eaux souterraines.

Quelques-uns de ces effondrements sont considérables; l'un d'eux mesure plus de 120 mètres de diamètre et 18 mètres de profondeur; la forme de ces effondrements est un cône renversé.

Le travail souterrain se poursuit du reste encore de nos jours, puisqu'en mars 1880, sur le bord d'un chemin traversant la forêt, le terrain s'est effondré et a donné naissance à un puits bien cylindrique, à parois verticales de 6 mètres de diamètre et de 20 mètres de profondeur. C'est à proximité de cet effondrement qu'a été creusé le puits d'exploration de Gaudreville.

Il résulte des constatations faites que les canaux souterrains sont au moins aussi tortueux que les méandres des cours superficiels et que lorsqu'on apprécie la vitesse de propagation de la coloration par la distance évaluée en ligne droite, on porte cette vitesse à un minimum, la vitesse vraie étant en réalité au moins double, vu que le chemin à parcourir dans le temps constaté est au moins doublé par les sinuosités.

L'Avre. — Les recherches faites dans la vallée sèche de l'Avre ont également été concluantes.

Le 8 septembre 1887, à 10 heures du matin, une solution de fluorescéine a été versée dans le bétoire de la Lambergerie, sur le côté gauche de la rivière, à l'altitude de 174 mètres.

En même temps des observateurs étaient postés :

1° A la source Gonord, à la principale réapparition de l'Avre dans sa vallée sèche, en amont de Verneuil. Distance du bétoire de la Lambergerie : 5 500 mètres;

2° A la source Poelay, le long du cours de l'Avre réapparu en aval de Verneuil. Distance : 7 500 mètres ;

3° A la source Nouvet, première fontaine existant sur le lit desséché de la *Vigne*. Distance : 8 000 mètres ;

4° Au groupe de sources : Erigny (première fontaine sur le cours du ruisseau de Buternoy, affluent de la *Vigne*), Graviers (deuxième fontaine le long du cours réapparu de la *Vigne*) et Foisy (troisième fontaine, située à peu près en face de Graviers, sur la rive gauche de la *Vigne*). Distance : 8 500 mètres.

Les résultats furent les suivants :

1° A la source Gonord, la matière colorante est apparue le 10 septembre, à 7 heures du matin, soit après quarante-cinq heures, ce qui fait, en *ligne droite*, une vitesse moyenne de 2 mètres par minute ;

2° A la source Poelay, le 10 septembre, à 5 heures du soir (cinquante-cinq heures, d'où vitesse en ligne droite d'un peu plus de 2 mètres par minute) ;

3° A la source Nouvet. *Pas de coloration* ;

4° Au groupe Erigny, Graviers et Foisy, le 11 septembre, à 5 heures du matin (soixante-sept heures, d'où vitesse en ligne droite de très peu plus de 2 mètres à la minute).

Donc, les sources en amont de Verneuil, le long de l'Avre, étaient colorées, ainsi que celles d'aval et le groupe de sources de la *Vigne*, situées sensiblement au Sud-Est, sauf le Nouvet, situé à 500 mètres du groupe Erigny, Graviers et Foisy et en amont de celles-ci.

Enfin, le 10 novembre de la même année, l'administration des ponts et chaussées, effectuant pour son compte des essais de coloration, versa de la fluorescéine dans l'un des bétoires d'absorption du ruisseau Saint-Maurice, dont la vallée sèche superficielle se jette dans l'Avre, loin en amont du bétoire de la Lambergerie, où les essais de coloration des eaux de l'Avre avaient été effectués en septembre ; cette fois, le Nouvet fut seul coloré.

De ces constatations, M. Ferray tire naturellement les conclusions suivantes :

1° Il y a relation directe et rapide entre les eaux du cours supérieur de l'Avre et de la *Vigne* et de leurs affluents et les eaux sortant des fontaines de Verneuil et en particulier de celles qui alimentent Paris ;

2° Il n'y a pas de corrélation étroite entre les lits secs superficiels et les cours souterrains.

Ces cours souterrains suivent des tracés très différents de ceux du lit superficiel et confluent entre eux d'une manière très variée.

Pour l'Avre souterrain comme pour l'Iton, le cours est également très visiblement jalonné par une série de cônes d'effondrements fournissant le tracé exact de ce cours.

GÉOLOGIE DE LA RÉGION COMPRISE ENTRE VERNEUIL ET LA CRÊTE DU PERCHE.

D'après les dernières recherches des géologues régionaux, voici la composition géologique du territoire dont il est question.

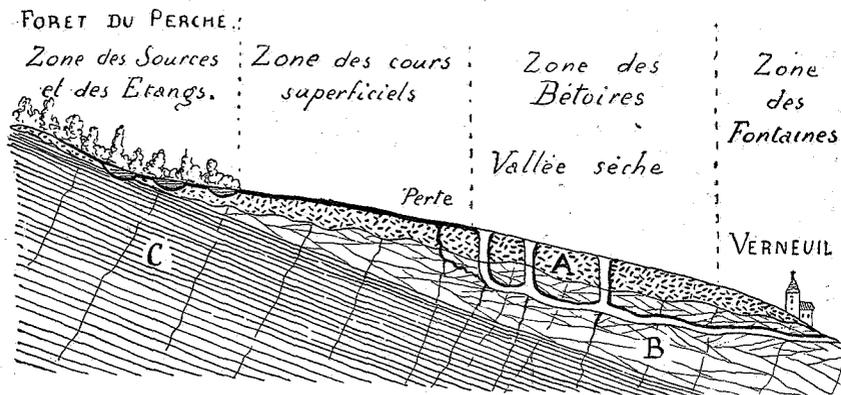


Fig. 2. — DIAGRAMME GÉOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE DU SOUS-SOL DE LA RÉGION AU SUD-OUEST DE VERNEUIL.

- A. Argile à silex, produit d'altération superficielle par dissolution de la craie à silex sous-jacente.
- B. Craie grise à *Micraster breviporus* et nombreux bancs de silex (Turonien).
- C. Craie chloritée (Cénomaniens).

A l'Est de Verneuil, un nouveau biseau, formé de craie blanche sénonienne à *Micraster cor testudinarium*, vient s'intercaler entre l'argile à silex et la craie grise turonienne.

C'est la connaissance de cette constitution géologique (voir fig. 2) qui a permis d'expliquer toutes les particularités qui caractérisent la région.

Le substratum de craie chloritée cénomaniens C est peu fissuré et il peut être considéré comme pratiquement imperméable.

La craie grise turonienne B est également argileuse et imperméable par elle-même; mais elle est assez fortement fissurée et parcourue par de nombreux lits de rognons de silex qui rendent la masse hétérogène.

Quant à l'argile à silex A, elle est loin d'être une argile proprement dite; elle est constituée par un énorme amas de silex formant la plus grande partie de la masse, et dont chaque rognon est plus ou moins englué dans une argile sableuse verdâtre, les silex laissant entre eux de nombreux vides, dans lesquels les eaux superficielles peuvent s'infiltrer.

Ces eaux, ayant traversé l'argile à silex, viennent donc s'amasser sur la craie en place sous-jacente et elles s'infiltreront à leur tour, avec tout leur pouvoir dissolvant, dans les fissures verticales de celle-ci et les élargissent.

En descendant, les eaux rencontrent certains bancs de silex, qui leur offrent une pente et une circulation plus facile que la continuation de la descente verticale par suite de l'amincissement progressif des fissures, et les fissures élargies supérieures permettent bientôt aux eaux superficielles de s'engouffrer à leur tour avec la plus grande partie de leur pouvoir dissolvant le long des bancs de silex parallèles à la stratification; là elles commencent leur rôle de corrosion.

Peu à peu, à ces niveaux, la craie qui entoure les silex se dissout et, au bout d'un temps très long, disparaît, laissant un vide que ne peuvent remplir les silex déchaussés et entassés.

Mais la corrosion la plus active continue évidemment dans et à la base de la fissure verticale agrandie, de sorte qu'au point où les eaux quittent la fissure verticale pour s'engager dans les lits parallèles à la stratification, il se forme des vides beaucoup plus grands, en voûte surélevée, dont le sommet s'élève de plus en plus.

Bientôt, il ne reste plus, entre le sommet de la voûte et l'argile à silex ameublie par les infiltrations, qu'une faible épaisseur de craie incapable de supporter le poids du terrain supérieur, et dès lors cette faible épaisseur de craie cède, toute la masse de l'argile à silex s'effondre pêle mêle dans la voûte, et un puits naturel, un trou béant apparaît à la surface du sol.

Si ce trou se forme précisément dans le lit d'une rivière, les eaux courantes de cette rivière s'y engouffrent en partie ou en totalité et un *bétoire* est formé.

Dès lors, en ce point, l'eau superficielle arrive en quantité bien plus grande qu'auparavant; à la base du bétoire, un courant d'eau, décuple ou centuple, ayant conservé tous ses principes corrosifs actifs — puisque l'argile à silex est complètement décalcifiée — attaque la craie entourant les lits de rognon de silex et ces eaux se creusent alors dans la masse un véritable canal tortueux en forme de tunnel.

Les coupes ci-dessous permettent de se rendre un compte exact du mécanisme du phénomène.

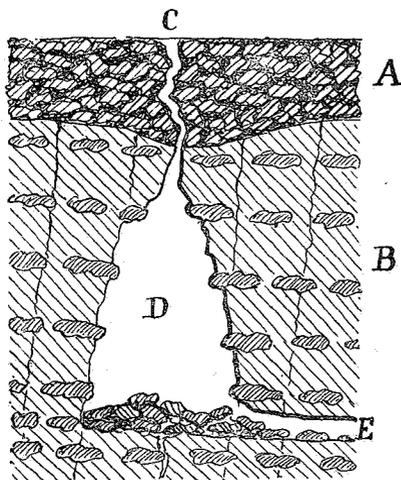


FIG. 3.

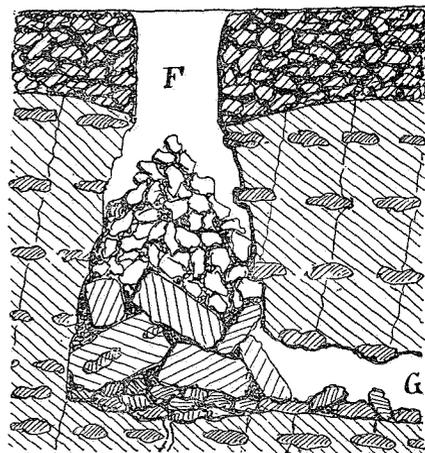


FIG. 4.

A. Argile à silex.

B. Craie à silex.

FIG. 3. — Fissure *C* ayant occasionné à la longue l'élargissement de la fissure correspondante dans la craie, d'abord par dissolution du calcaire (corrosion), puis par corrosion et éboulement, d'où formation d'une caverne en voûte surélevée *D*. Les eaux s'écoulent par une strate élargie *E*.

FIG. 4. — Effet de l'éroulement de la caverne en voûte surélevée. Formation du béttoire *F*. L'engouffrement de l'eau ayant fortement augmenté et la traversée du béttoire étant facilitée, les eaux agrandissent en tunnel *G* leur ancien cours restreint et subdivisé *E*.

Toutefois, c'est là une explication purement théorique et les figures ci-dessus ont la valeur d'un diagramme faisant comprendre ce qui *peut* se produire en sous-sol.

Mais, en réalité, ces figures sont beaucoup plus de valeur que l'expression d'une hypothèse, car elles représentent exactement ce qui a été vu et nettement constaté par les observateurs qui ont fait l'étude sur place.

C'est là précisément ce qu'ont pu constater M. Ferray et ses collaborateurs dans les explorations par puits profond à Gaudreville.

Ce puits, creusé à flanc de coteau, à proximité de la vallée sèche de

l'Iton et d'un affaissement subit qui s'était produit à grand bruit, quelques années auparavant, a pénétré d'abord dans : 1° *une vingtaine de mètres de terrains argilo-siliceux renfermant de nombreux rognons de silex très éboulés, et qu'il a fallu boiser très solidement*; 2° *une vingtaine de mètres de craie blanche très compacte et solide*; 3° *enfin, à la base du puits, 5 à 6 mètres de silex désagrégés et éboulés, avec un lit de sable meuble et lavé comme du sable de rivière au bas des silex, ceux-ci reposant de nouveau sur la craie blanche intacte.*

Une galerie horizontale, creusée au bas du puits, *est entrée de 5 à 6 mètres dans l'amas de silex désagrégés*, puis est rentrée dans la craie pure et compacte.

Voilà donc, rencontrée en plein massif de craie, une traînée de circulation des eaux, aujourd'hui abandonnée.

La galerie horizontale a été continuée dans la craie, puis on a bifurqué; un bras a été poussé vers la dépression constatée au sol.

La galerie rencontra un *écroulement formé de blocs de craie superposés sans ordre* ET DE 6 à 8 MÈTRES DE CÔTÉS. C'est l'écroulement du sommet de la voûte primitive.

Au-dessus de ces gros blocs de craie sont les débris de l'argile à silex supérieure.

Les courageux explorateurs, au risque de leur vie, s'insinuent entre les énormes blocs de craie éboulés et, au bas, constatent le passage du cours souterrain de l'Iton bifurqué en deux bras.

L'autre embranchement de la galerie est poussé à l'aventure.

La chance aidant, à un moment donné, elle débouche *dans un tunnel assez régulier de 5 à 4 mètres de largeur où circulent rapidement les eaux souterraines.*

Ce sont ces mêmes eaux qui se sont colorées plus tard, lors du déversement de la fluorescéine dans le bétoire de Villâlet.

On voit donc que tout ce qui a été dit ci-dessus s'est vérifié de point en point, et la conclusion générale qui découle de l'ensemble des faits observés est que les sources ou fontaines du Breuil (ou de Verneuil) et de la Vigne, captées ou non pour l'alimentation de la ville de Paris, ne sont, en grande partie, que la réapparition au jour, après simple parcours souterrain et décantation dans des cavernes ou des épanouissements des canaux, des cours d'eaux superficiels de la région haute, engouffrés dans les bétoires.

Telle est la vérité scientifique exprimée par des géologues français et appuyée par l'autorité de M. Martel, le fondateur de la Société de Spéléologie.

* * *

Étant données les conclusions des géologues, qui admettent, après les recherches ci-dessus résumées, qu'une grande partie du débit des sources captées par la ville de Paris provient de l'engouffrement de rivières, prenant ainsi souterrainement un cours en tunnel dont la rapidité moyenne peut être évaluée à 4 mètres par minute (beaucoup plus dans les canaux étroits, beaucoup moins dans les épanouissements), vitesse qui est en dehors de toute proportion avec ce que pourrait être celle de propagation dans une simple nappe liquide d'imprégnation, des hygiénistes ont pu considérer, avec raison, ces eaux au moins comme suspectes à cause de la possibilité, à tout instant, de contamination.

Tous ces avertissements, donnés par des personnes compétentes, n'ont guère frappé les esprits, les fontaines ont été captées et leurs eaux amenées à Paris pour être soumises à la consommation domestique.

Certes, les besoins des grandes villes sont éminemment respectables, et loin de quiconque la pensée qu'il faille restreindre ou entraver en rien les efforts très louables et légitimes faits par la ville de Paris en vue de procurer à ses nombreux habitants l'un des principaux éléments vitaux.

Mais y avait-il nécessité absolue de livrer ainsi à la consommation des eaux sur lesquelles pèsera toujours une certaine suspicion justifiée ?

Il est triste de constater que, lorsque l'examen scientifique n'a pas précédé de commun accord l'étude utilitaire, la raison scientifique est le plus souvent mise à l'écart.

Dans ces sortes de questions, si la Science n'a pas encore parlé, on se garde bien de provoquer ses avis.

Si elle a parlé d'une manière indépendante, on nie purement et simplement les conclusions qu'elle a émises, bien que le but soit des plus désintéressés.

Pour ce qui concerne le captage des sources de Verneuil, la constatation de ce qui précède s'est encore complètement réalisée.

Les phénomènes relatifs au régime si intéressant des cours d'eau prenant leur source dans la forêt du Perche avaient été étudiés dans un but d'abord purement scientifique, par des personnes compétentes, bien avant que la ville de Paris eût manifesté son intention de capter les sources de Verneuil. Les conclusions étaient connues, les preuves fournies.

Or, si l'on compulse les volumineux rapports officiels présentés à la Chambre des Députés en 1889 et 1890 en vue de faire déclarer d'uti-

lité publique le projet de captage, de dérivation et d'adduction à Paris des eaux des sources de la Vigne et de Verneuil, on cherche en vain les raisons d'ordre scientifique qui ont amené les autorités à conduire à Paris les eaux en question.

Bien qu'il soit fait un large étalage de science, il n'est question que de notions générales sans portée spéciale.

On n'y rencontre aucune discussion serrée des arguments contraires, aucune recherche ni expérience contradictoire, mais la pure et simple négation des conclusions scientifiques précédemment énoncées, atténuées par des explications hypothétiques ne reposant sur aucune observation précise.

On y trouve des fragments de carte géologique faite il y a longtemps par des savants hautement respectables mais dont les idées sont complètement démodées ; on y rencontre des coupes géologiques d'où tout nom de géologue a été banni ; coupes « pour députés » où l'on voit une même couche : l'argile à silex, subdivisée — sur le papier — en trois parties distinctes, à propriétés entièrement différentes et qui deviennent, pour les besoins de la cause : l'argile à silex non remaniée, éléments siliceux remaniés, conglomérat d'argile, de limon, de craie et d'éléments siliceux.

Dès qu'il est question d'infiltrations et de bétoires, ces parties de l'argile à silex diffèrent essentiellement l'une de l'autre ; mais dès qu'il est question d'y faire passer des nappes aquifères régulières et continues, ces trois parties si dissemblables redeviennent aussitôt d'une homogénéité parfaite.

La reproduction d'un simple passage du rapport officiel suffira pour apprécier tout le système de discussion employé à combattre les arguments scientifiques.

Ce passage est intitulé :

Digression sur l'Iton.

« Allant au-devant de ces explications, les adversaires de la dérivation assurent que les mêmes expériences de coloration tentées sur une rivière voisine, l'Iton, qui a le même régime que l'Avre et se perd comme lui pour reparaitre ensuite, ont pleinement réussi. Ils font remarquer que des sondages (1) pratiqués sur le lit à sec

(1) Ces sondages sont les trois puits de grand diamètre avec galerie de recherche, dont deux, ceux de Boscherons et de Gaudreville, ont permis aux explorateurs de constater, *de visu*, le canal souterrain de l'Iton.

de l'Iton ont révélé l'existence souterraine de ce même cours d'eau.

» A cela nous répondrons :

» 1^o L'Iton ne se trouve pas dans le même bassin que l'Avre et la Vigne, et l'on ne peut, en conséquence, argumenter de ce qui se passerait dans son cas pour conclure, par étroite analogie, à ce qui se passe dans celui des autres ;

» 2^o En second lieu, les résultats des sondages dont il est parlé ne démontrent pas ce que l'on prétend. Quand l'eau pénètre jusqu'à la craie, elle ne rencontre pas immédiatement une assise absolument imperméable. Les premières couches de craie sont fendillées ; elles absorbent l'eau et celle-ci y détermine à la longue des érosions par rigoles plus ou moins amples, des espèces de failles secondaires formées en quelque sorte *a posteriori*. Les sondages tentés par M. Ferray peuvent être tombés sur une de ces failles et y avoir rencontré un filet souterrain sans que, pour cela, l'Iton se perde dans les terrains perméables autrement qu'en nappes. »

A la page suivante, pour démontrer la complète indépendance des eaux engouffrées dans les bétaires de l'Avre et de la Vigne, un tableau de jaugeages donne les chiffres suivants :

Décembre 1887. — Volume total des eaux des bassins de l'Avre et de la Vigne absorbé par les bétaires : 816 litres par seconde ;

Volume sortant des sources de la Vigne à la même époque : 946 litres par seconde ;

816 litres d'eau de bétaire pour 947 litres débités par les sources ; la proportion semble bien faite pour provoquer des réflexions.

Enfin, disons encore que le *Rapport officiel* tire argument, pour prouver que les sources captées sont alimentées par une grande nappe aquifère unique et régulière, des expériences de coloration de M. Ferray, d'après lesquelles *certaines* sources du même groupe auraient été colorées et *d'autres pas*.

Dans ce cas, si toutes les sources avaient été colorées en même temps, leur indépendance eût été sans doute du coup démontrée.

Pour terminer, ajoutons que le captage des sources alimentant à peu près exclusivement le tronçon de l'Avre circulant entre Verneuil et le point au Nord de Dreux où a lieu le confluent avec l'Eure, est cause d'une inquiétante diminution du cours d'eau qui ne sourit guère aux riverains.

Or, d'après ce qu'affirment les ingénieurs de la ville de Paris, puisque les eaux des sources captées n'ont rien de commun avec les eaux engouffrées, les habitants du district désolé ont conçu l'idée bien

naturelle de se mettre à boucher une bonne fois — à grands frais — tous les bétoires du cours à sec de l'Avre. De la sorte, la rivière, ne présentant plus de pertes, verrait son cours normal renaître et ses rives reverdir.

Mais les auteurs du *Rapport officiel*, qui ont eu vent de la chose, s'empresent, dans l'intérêt exclusif des riverains de l'Avre, de les dissuader de mettre à exécution l'opération qu'ils projettent.

Ils ne craignent rien pour le débit des sources captées, alimentées par d'immenses nappes souterraines, mais ils sont en mesure de prédire aux riverains la transformation subite et inévitable du maigre filet d'eau en un torrent dévastateur, devant amener d'épouvantables inondations.

* * *

On pourrait croire, de ce qui précède, que notre but a été de critiquer l'alimentation de la ville de Paris par les eaux des sources de Verneuil.

Il n'en est rien.

Notre but est plus général.

Nous n'avons voulu que donner un exemple de ce qui se passe encore si souvent de nos jours lorsqu'il est question de recherches d'eaux potables pour l'alimentation des villes.

Au lieu de s'assurer au préalable des conditions scientifiques du problème, de s'entourer de tous les renseignements si utiles et si importants que peuvent fournir les géologues, on part d'une idée qui peut être juste ou qui peut ne pas l'être, et sur cette base fragile, on établit des projets que l'on présente à des autorités non préparées à les juger, incapables de les apprécier à leur juste valeur et qui, dès lors, ne se décident jamais, ou bien se laissent guider par toutes sortes d'influences locales.

Cette manière de procéder n'offre aucune sécurité et l'intérêt public est loin d'y trouver son compte.

Il n'y a qu'une méthode à suivre, déjà indiquée dès les premières années de la fondation de notre Société, et que notre confrère M. Van den Broeck exprimait, en 1889, de la manière suivante :

« La marche rationnelle à suivre dans les travaux de recherches d'eaux consiste à s'adresser d'abord à la *Géologie*, qui détermine la structure et les relations générales des couches, ainsi que leurs relations avec les nappes ou ressources aquifères qu'elles contiennent, qui permet de dresser des coupes des terrains, de déterminer leurs conditions de perméabilité et d'imperméabilité, ainsi que les difficultés

qu'elles offrent aux travaux de mine, de fouille, de construction, etc.
» Vient ensuite l'*Hydrologie*, qui précise le nivellement, le fractionnement des nappes, les quantités d'eau disponibles, le débit moyen avec les minima.

» La *Chimie* et la *Bactériologie* doivent intervenir ensuite pour déterminer la composition des eaux et les variations qu'elles peuvent présenter périodiquement, leur nocivité ou leur innocuité au point de vue hygiénique.

» C'est seulement lorsque ces éléments sont acquis, que l'*ingénieur* devrait entrer en ligne pour rechercher les conditions d'établissement les plus favorables et les mieux appropriées aux données géologiques et hydrologiques. Son projet, établi alors sur des bases sûres, peut être livré ensuite aux *financiers*, aux *autorités compétentes* et aux *conseils juridiques*, dont le rôle est alors tout indiqué. »

Or, il est regrettable de constater que c'est généralement la *marche inverse* qui est suivie, et souvent on vient consulter les géologues quand tout est élaboré, décidé, exécuté même, ou bien on se passe tout simplement de leurs avis.

On conçoit aisément les pertes de temps, les imprévus, les déboires de toutes espèces, les lourdes responsabilités qui peuvent résulter de l'inobservance, volontaire ou non, des règles si rationnelles indiquées ci-dessus.

Même dans les cas simples de captages de sources existantes dont l'eau a été analysée, l'examen géologique des conditions d'existence de la source ne doit pas être négligé, car, dans ces questions, le présent seul ne doit pas être sauvegardé, mais aussi l'avenir, et des sources qui, au moment où on les capte, peuvent paraître excellentes, peuvent aussi être sujettes, dans l'avenir, à maintes vicissitudes qu'il est indispensable de prévoir pour ne pas être, un jour, pris au dépourvu.

Telles sont les considérations qui nous ont été remises en mémoire à la suite de l'examen de l'ensemble des publications qui ont vu le jour au sujet de l'alimentation de la ville de Paris par les eaux des fontaines de Verneuil.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

E.-A. MARTEL. — Résumé d'une communication faite à la Société géologique de France sur ses récentes explorations souterraines de 1888 à 1895.

M. E.-A. Martel fait une conférence avec projections photographiques sur les résultats géologiques de ses *explorations souterraines* en France, Belgique, Autriche, Grèce, Angleterre et Irlande, de 1888 à 1895 (1).

Ses recherches de 1888 à 1893 ont été publiées dans « Les Abîmes » (1894) couronnés par l'Académie des Sciences (Prix Gay). Sa huitième campagne (1895) en Grande-Bretagne l'a définitivement confirmé dans les conclusions suivantes :

Les théories de M. Daubrée sur la transformation des fissures du sol en cavernes par les eaux d'infiltration sont absolument exactes.

Les abîmes, *goules* et autres méats de l'écorce terrestre absorbent les eaux météoriques, que les cavernes emmagasinent et que les sources débitent, à l'aide d'un jeu de siphons; la source de Marble-Arch (Irlande) est la plus curieuse à ce point de vue.

Les *trop-pleins* des cavernes expliquent en partie les intermittences des sources (Rjéka du Monténégro, etc.).

Pour l'origine des puits naturels, les diverses théories opposées sont en général trop exclusives; aucune n'est universelle; les abîmes sont aussi bien dus à des effondrements de voûtes de cavernes provoqués par l'action d'un courant souterrain qu'à l'usure mécanique et chimique des eaux extérieures absorbées; la théorie geysérienne doit être condamnée.

L'érosion et la corrosion ont contribué toutes deux à l'agrandissement des lithoclasses; et il est impossible de dire, en général, laquelle des deux forces l'a emporté sur l'autre; d'habitude elles ont été et sont encore concomitantes; cependant M. Munier-Chalmas a raison d'insister sur l'importance de la *décalcification* par les eaux chargées d'acide carbonique.

Il n'y a de véritables *nappes d'eau* que dans les terrains incohérents (*terrain d'imbibition*); dans les terrains fissurés, au contraire, il n'existe que des veines, des filets d'eau, formant de proche en proche de vraies rivières souterraines (*terrain de suintement*); le terme de *nappe d'eau*, trop souvent employé mal à propos, doit faire place à celui de *niveau d'eau*.

Le gouffre de Padirac (Lot) possède une rivière souterraine de 3 kilomètres, constituée par la jonction de diaclases, élevées de 20 à 80 mètres, et de joints de stratification agrandis sur 1 à 2 mètres de hauteur seulement.

Les failles ont, comme toutes les fissures et malgré l'assertion contraire du professeur Boyd-Dawkins (Cave-Hunting, 1874), été utilisées par les eaux souterraines.

Les avens en bouteilles ou éteignoirs superposés dans des plans verticaux différents des Causses et du Péloponèse mettent hors de doute leur mode de formation de haut en bas.

(1) Portant sur trois cent soixante-dix cavités de toutes sortes et 60 kilomètres de levés topographiques souterrains.

L'abîme de *Rabanel*, le plus profond de tous les gouffres français (212 mètres, en quatre étages), a montré le phénomène fréquent de deux grandes diaclases greffées très obliquement l'une sur l'autre, la première transformée en abîme par les eaux extérieures, la seconde (atteinte à 150 mètres sous terre) élargie en cavernes par un ruisseau intérieur.

L'abîme de Gaping-Ghyll (Yorkshire), aboutissant à une immense caverne de 4 000 mètres carrés de superficie, sert de réservoir aux eaux souterraines en temps de crues.

Le ruisseau qui s'y engloutit, par une cascade souterraine de 100 mètres de hauteur, prouve, comme les autres *swallow-holes* de la région, qu'une des principales causes de la formation des puits naturels, l'absorption des eaux superficielles, subsiste *actuellement* en Angleterre; et que sa disparition presque absolue dans les régions calcaires moins septentrionales des Causses et du Karst peut fort bien ne pas remonter à une époque géologique éloignée.

La théorie du *jalonement* ou de la superposition *exacte* des gouffres au-dessus des rivières souterraines qui les auraient formés de bas en haut, par voie d'effondrement, est fort loin d'avoir l'application générale que lui prêtait l'abbé Paramelle.

Pendant les effondrements des voûtes de cavernes successives ont pu donner naissance à de vraies vallées : actuellement les grottes et rivières souterraines en parties à ciel ouvert de Bramabiau (Gard), Saint-Canzian (Autriche), les Tomeens (Irlande) en sont d'irréfutables exemples.

Au point de vue stratigraphique, les abîmes offrent des coupes géologiques admirablement bien préparées par la nature; ceux des Vitarelles, des Besaces, d'Arcambal (Lot) montrent des contournements de couches très remarquables.

L'abîme de Jean-Nouveau (Vaucluse), de 163 mètres à pic, a établi que l'épaisseur des calcaires coralligènes urgoniens d'origine récifale est en ce point de 150 mètres.

Il faut considérer comme inquiétant, quoique pour un avenir assurément lointain, le dessèchement progressif de la terre, qui a pour conséquence la lente diminution des eaux de sources. Or, jusqu'à nos jours, des ruisseaux superficiels se sont conservés sur les plateaux calcaires de l'Angleterre et de l'Irlande, grâce aux tourbières, dont le feutre imperméable obstrue les plus petites fissures des roches et s'oppose à l'absorption immédiate des eaux météoriques. On doit en tirer cette conclusion pratique importante, qu'un reboisement intense (auquel les paysans de France font une opposition si condamnable) pourrait, en reconstituant peu à peu la terre végétale, avec l'aide du temps, régénérer des eaux courantes sur les plateaux calcaires du Midi de la France.

Les rapports entre les abîmes et les filons métallifères méritent également d'être recherchés. A l'abîme de Bouche-Payrol, près Sylvanès (Aveyron), M. Gaupillat a rencontré, à 120 mètres sous terre, une galerie d'ancienne mine de cuivre, dont l'orifice extérieur est inconnu. Un filon de fer a été trouvé par M. Mazauric dans l'immense hypogée de Bramabiau (Gard, 6 300 mètres de galeries actuellement connues). Les mines de plomb du Derbyshire à Casleton, Matlock, etc., sont particulièrement curieuses.

Les glacières naturelles, la température des cavernes, l'acide carbonique des grottes et ses variations inexplicables, les fouilles paléontologiques à effectuer dans les talus de débris et cônes d'éboulis qui obstruent le fond de la plupart des abîmes (fouilles qui provoqueraient des trouvailles non moins intéressantes que celles de M. Filhol dans les poches à phosphorites du Quercy), figurent aussi parmi les nombreux sujets d'études que les cavernes offrent aux géologues.

E. A MARTEL et A. VIRÉ. — Sur les avens de Sauve (Gard) et la forme des réservoirs des sources en terrains calcaires.

L'un de nous a déjà démontré matériellement, par ses explorations souterraines, que, dans les terrains calcaires fissurés, les réservoirs naturels des sources revêtent la forme non pas de *nappes d'eau* étendues en tous sens, mais de *galeries* et de *poches* où la longueur, la hauteur et l'étroitesse l'emportent toujours de beaucoup sur la largeur (MARTEL, *Comptes rendus*, 25 novembre 1889; *Les Abîmes*, pp. 534, 557, etc.; *Annales des Mines*, juillet 1896, pp. 54, etc.). La méconnaissance de ce fait a souvent produit des mécomptes dans les travaux de forage des puits. Et, bien qu'il ait été pressenti par Arago dès 1835 (*Notice sur les puits artésiens*), il ne paraît pas encore suffisamment établi, puisque certains géologues belges (1) croient toujours à la *continuité des nappes d'eau* dans les terrains calcaires (voir publications de la Société belge de Géologie et d'Hydrologie, 1887 à 1896 *passim*) et que M. Keller, dans une toute récente et remarquable étude sur la *saturation hygrométrique de l'écorce du globe* (*Annales des Mines*, juillet 1897, pp. 32-87), vient d'énoncer que « les grottes vides en contact avec la partie » supérieure d'une nappe aquifère se remplissent d'eau et se vident alternativement, » suivant que la nappe elle-même se gonfle ou se dégonfle ».

Il est donc intéressant de multiplier sur cette question les constatations de fait. Or, nous en avons effectué une des plus probantes, les 26 et 27 septembre 1897, dans les trois avens de Sauve (Gard).

« Les deux premiers, la *Sœur* (puits d'érosion) et le *Frère* (gouffre d'effondrement), à 140 mètres d'altitude et à 1 400 mètres Ouest de Sauve, ont 33 mètres de profondeur; ils nous ont conduits à des *galeries* remplies d'eau, que nous avons pu suivre sur 150 mètres environ d'étendue, et bornées soit par des siphons, soit par des rapprochements de parois. La profondeur de l'eau y varie de 7 à 15 mètres.

» A 1 kilomètre au Sud-Sud-Est de ces deux trous et à 1 100 mètres au Sud-Ouest de Sauve, le *Trou de l'Aven* (effondrement) a une ouverture d'environ 80 mètres sur 40 mètres (altit. : 145 mètres) et 43 mètres de profondeur. Dans une série de galeries (environ 250 mètres de développement), qui servent de trop-pleins aux crues souterraines, nous avons, en trois points, rencontré l'eau, toujours dans des salles étroites et hautes : un seul de ces bassins a pu être sondé. De toutes parts, il était clos, siphonnant et en forme de cloche (diamètre : environ 10 mètres); l'eau y atteignait l'énorme profondeur de 29 mètres, la plus considérable jusqu'ici trouvée dans une caverne.

» L'altitude de tous ces bassins et galeries (103 mètres à 102 mètres), l'uniformité de la température (14° C.), le pendage des couches de terrain et une expérience à la fluorescéine prouvent qu'ils font bien partie du réservoir d'alimentation de la source de Sauve (altit. : 100 mètres; temp. : 14° C.). Comme disposition générale, ce réservoir se compose d'une succession de bassins formés par érosion, corrosion et pression hydrostatique, réunis par de hautes et de longues diaclases ou séparés par des siphons, par des strates plongeant dans l'eau et qui n'ont pas encore cédé aux efforts hydrauliques souterrains. »

Les avens de Sauve confirment les suppositions que nous avait déjà suggérées la rivière souterraine de Padirac (Lot), sur la forme probable des réservoirs des sources en terrains calcaires (MARTEL, *Les Abîmes*, pp. 282, 559): ici, en effet, nous avons

(1) Il y a ici, de la part des auteurs, une erreur qui réclame une rectification. Aucun géologue belge, à notre connaissance, n'admet cette continuité. Les auteurs font sans doute allusion à ceux des ingénieurs hydrologues qui dans le *Bulletin* de la Société ont défendu cette thèse, contredite par divers collègues, tant ingénieurs que géologues.

trouvé une sorte de chapelet de grandes galeries et d'expansions circulaires (petits lacs), et nous avons mesuré les hauteurs de voûtes les plus variées (de 1^m,50 à 90 mètres).

Les grandes profondeurs d'eau et la file de six bassins reconnue à Sauve dénoncent clairement qu'il existe là aussi un aqueduc principal (sinon unique), presque entièrement rempli par l'eau; les siphons de Sauve sont les voûtes les plus basses, qui *mouillent* encore : les six cloches et galeries, où nous avons pu accéder, sont au contraire les voûtes les plus hautes, actuellement seules émergées, au moins à l'étiage; car, après les orages, les eaux s'y élèvent à un niveau supérieur à celui que nous y avons rencontré. Il en résulte que Padirac est un ancien réservoir presque vidé, tandis que celui de Sauve continue à fonctionner. La topographie explique cette dissemblance, puisque la source de Sauve et la vallée du Vidourle ne sont que de 2 à 8 mètres en contre-bas des surfaces d'eau des trois avens de Sauve, tandis que la vallée de la Dordogne est maintenant creusée jusqu'à 120 à 150 mètres au-dessous du niveau des eaux de Padirac, qu'elle a drainées.

Lorsque le Vidourle coulera 30 mètres plus bas, les poches-réservoirs de Sauve qui, actuellement, *descendent au-dessous de son niveau*, trouveront une issue vers son thalweg approfondi et prendront le même aspect que Padirac, avec des voûtes allant jusqu'à 50 mètres de hauteur.

C'est donc bien une citerne allongée, plus ou moins dilatée par les eaux, *surtout dans le sens de la hauteur*, qui alimente la source de Sauve, aux lieu et place de la *nappe* souterraine qu'on pourrait y supposer.

À la différence de Padirac, où l'on ne peut pénétrer que par un unique effondrement de voûte, il y a, sur le conduit souterrain de Sauve, au moins quatre regards (avens) actuellement connus; cela tient au peu d'épaisseur du terrain (33 à 50 mètres) surincombant, et cela confirme cette autre opinion, que la fréquence des effondrements et la communication *directe* des avens avec les rivières souterraines sont en raison inverse de l'épaisseur du terrain interposé (MARTEL, *Comptes rendus*, 14 octobre 1889, etc.).

Enfin, l'aqueduc naturel de Sauve passe sous le lit même (presque toute l'année à sec) du Rieumassel; ce bizarre entre-croisement de la circulation extérieure et de la circulation intérieure a déjà été observé en divers endroits, notamment, par M. G. Gaupillat (1892), à la Goule de la Baume de Sauvas (Ardèche) (*Les Abîmes*, p. 129).

(Compte rendu Acad. des sciences, Paris, 17 janvier 1898.)

E.-A. MARTEL. — Sur la Foiba de Pisino (Istrie).

La *Foiba* ou *Buco* (gouffre) de Pisino, au centre de l'Istrie, est l'une des plus remarquables *perles de rivières* du Karst autrichien.

Après 22 kilomètres de cours aérien, le torrent, au régime très capricieux, de la *Foiba* disparaît subitement, par 190 mètres d'altitude, dans une caverne; cet engoulissement s'opère au fond d'un hémicycle de rochers à pic, dont le rebord porte la ville de Pisino, et qui sont élevés de 100 mètres en moyenne (80 mètres du côté Nord-Est, sous la terrasse du château; 130 mètres du Sud-Ouest, sous la route de Parenzo).

Le 25 septembre 1893, jour où le torrent était presque à sec (1), j'avais pu, avec le concours de M. Putick, ingénieur des eaux et forêts à Laibach (Carniole), explorer l'intérieur, jusqu'alors inconnu, de la caverne. Nous avons reconnu qu'elle se composait : 1^o d'une galerie, longue de 100 mètres, large de 3 à 15 mètres, haute de 6 à 15 mètres, pratiquée aux dépens des diaclases ou fissures verticales naturelles de la

(1) On m'a affirmé sur place que jamais on ne l'avait vu aussi bas.

roche; d'une vaste salle ovale, haute de 12 mètres, occupée par un lac long de 80 mètres, large de 10 à 30 mètres et profond de 13^m,50, au point le plus creux (1). De toutes parts, ce lac était clos par des parois rocheuses plongeant dans l'eau. Celle-ci, sans issue apparente, ne pouvait donc continuer sa route souterraine que par un siphon à orifice invisible : et il était impossible de vérifier si, comme on le prétend, la rivière absorbée dans le gouffre de la Foiba se dirige bien vers le golfe appelé *canal de Leme*, à 20 kilomètres au Sud-Ouest, sur la côte Adriatique de l'Istrie.

Les gens de Pisino et plusieurs savants de Trieste affirmaient d'ailleurs que, après les pluies abondantes, on voyait parfois l'eau s'élever jusqu'à 40 mètres de hauteur, à l'extérieur de la caverne, le long des falaises du gouffre, transformant ainsi en lac, et sur une grande étendue, toute la vallée d'amont. Ce renseignement donnait à croire que la section du siphon souterrain doit être fort restreinte, puisque le lac temporaire mettait, ajoutait-on, trois ou quatre jours à se vider.

Le 15 octobre 1896, j'ai eu la bonne fortune de constater moi-même, avec M. J. Marinitsch, de Trieste, l'exactitude du phénomène allégué : après plusieurs jours de pluies diluviennes et de sirocco (2), le Karst, autour de Trieste et en Istrie, était complètement *inondé*; toutes ses crevasses intérieures devaient être remplies d'eau, puisque la surface de ce plateau calcaire crétacé, infiltrable par excellence, était couverte d'étangs dans les dépressions toujours si sèches des *dolines*.

A Pisino même, l'eau était montée, dans le gouffre de la Foiba, non pas à 40 mètres, mais à 50 mètres au-dessus du seuil d'entrée de la caverne, soit à la cote 240, à 30 mètres seulement au-dessous de la terrasse du château; mes relevés barométriques et les cinq photographies que j'ai prises à Pisino le 15 octobre en font foi. La rivière formait, jusqu'à 3 kilomètres de distance en amont, un lac de plusieurs hectomètres de largeur, tout à fait tranquille, profond de 50 mètres au-dessus de l'orifice de la caverne et de plus de 70 mètres (en tenant compte de la pente de la galerie intérieure) au-dessus du fond du lac souterrain, sur lequel nous avons navigué en bateau en 1893.

La conclusion intéressante de cette observation formelle de 1896, c'est que l'eau, en temps de crues, peut arriver à exercer dans le siphon interne de la Foiba une pression de 7 atmosphères : il suffit d'énoncer ce chiffre et ce fait positifs pour démontrer, matériellement et sans commentaires, que la simple pression hydrostatique doit bien être considérée comme un important facteur d'élargissement dans les fissures où elle se trouve mise en pareille charge. L'écoulement du liquide sous plusieurs atmosphères, dans les rivières souterraines, a certainement contribué, concurremment avec l'érosion mécanique et la corrosion chimique, à l'agrandissement des cavernes, par décollement ou déchaussement de polyèdres de roches que délimitent les fentes naturelles du terrain. La dilatation de ces fentes a dû souvent résulter de la seule pression hydrostatique des eaux souterraines emprisonnées dans le sol. Et il est permis de croire que la caverne de la Foiba est destinée à s'agrandir et que son siphon actuel sera quelque jour défoncé et ouvert en galerie par cet effort hydraulique.

(Compte rendu Acad. des sciences, Paris, 28 décembre 1896.)

(1) Voir mes *Abymes*, p. 479.

(2) Le 14 octobre 1896, il est tombé à Trieste 154 millimètres de pluie en douze heures; sous l'action du sirocco, il y a eu marée de plus de 1 mètre au fond de l'Adriatique, et le 15 octobre des gondoles ont vogué sur la place Saint-Marc, à Venise.