

## SÉANCE MENSUELLE DU 17 DÉCEMBRE 1935

*Présidence de M. CH. STEVENS, président.*

En l'absence du Secrétaire général, les fonctions de secrétaire sont remplies par le secrétaire-adjoint.

Le Directeur de la Fondation Universitaire a remercié la Société pour les condoléances qui lui ont été exprimées à l'occasion du décès de M. E. Francqui.

M. SMET a également remercié la Société pour son admission comme membre effectif.

### **Dons et envois reçus :**

1° De la part des auteurs :

8845 *Jamotte, A.* L'étage du calcaire de Kakontwe dans la région comprise entre la Kengere et la Muniafunshi (Katanga méridional). Bruxelles, 1935, 24 pages, 1 planche et 14 figures.

8846 *Renier, A.* La coupe longitudinale du sillon houiller de Haine-Sambre-Meuse. Bruxelles, 1935, 8 pages.

7192 *Torcelli, A. J.* Obras completas y correspondencia científica de Florentino Ameghino. — Volument XVIII : Paleantropologia Argentina. La Plata, 1934, 704 pages.

2° Nouveau périodique :

8847 *Bruxelles.* Publications de l'Institut National pour l'étude agronomique du Congo belge. — *Série technique*, 1935, n<sup>os</sup> 1, 2, 3. *Série scientifique*, 1935, n<sup>os</sup> 1, 2, 3.

### **Communications des membres :**

F. HALET. — *Quelques niveaux fossilifères yprésiens rencontrés dans des puits à Malines, Gand et Melle.*

#### **Étude sur le prélèvement des roches pour la recherche des microfossiles,**

par H. KUFFERATH, F. R. M. S.

La question de l'ancienneté des diatomées a souvent été examinée depuis qu'Ehrenberg les signala comme élément constitutif important d'un grand nombre de roches. On trouvera une très bonne et impartiale mise au point dans les *Notes on Diatoms* de F. B. Taylor.

On est généralement d'accord pour placer l'apparition des diatomées au Crétacique et même au Triasique, mais ce n'est qu'à partir du Miocène qu'elles deviennent vraiment abondantes. Dès cette époque, elles se caractérisent par la splendeur de leur forme et la complexité de leur organisation. Citons seulement, parmi tant d'autres, les travaux classiques de Pantocsek, d'A. Forti (1) (1), plus récemment de Laporte et Lefébure (2).

Chose remarquable, on constate que dès leur apparition, les diatomées ont leur perfection de forme. Pour ce groupe d'algues, on n'a pas de restes anciens permettant d'avoir une idée de leur évolution dans le temps. On suppose que les formes primitives ne sont pas arrivées jusqu'à nous, parce que la silice qui les constitue a été dissoute. Cette silice a donné lieu à la genèse de silex et à la silicification des roches, pour former, d'après Cayeux, des gaizes, des meulières. Dangeard (3) signale que les diatomées manquent dans les terrains paléozoïques; les plus anciennes signalées par Rothpletz proviennent du Lias supérieur. D'après cet auteur, il semble donc que les diatomées soient un groupe relativement récent.

Les plus anciennes diatomées connues jusqu'ici sont des espèces marines voisines des splendides formes que l'on trouve encore de nos jours dans les mers chaudes et tropicales. Les formes terrestres et d'eau douce n'ont été trouvées que dans les couches géologiques, plus récentes, de l'Oligocène au Pliocène. C'est pourquoi on admet généralement que les diatomées centrifuges marines constituent des éléments primitifs en organisation, ce qui est corroboré par leur forme arrondie, caractère que l'on s'accorde à considérer dans l'évolution comme ancestral.

Telle est l'opinion de la majorité des algologistes et des spécialistes qui se sont occupés de ce problème.

En 1874, Castracane (4 et 5) avait signalé la présence de diatomées dans le charbon. Chose extraordinaire, ces diatomées étaient très semblables aux modernes, d'eau douce. Cette découverte a été contestée par des diatomistes aussi éminents que Deby et Tempère. Cleve (6) étudia des argiles siluriennes, des calcaires rhétiens et crétacés de Suède, sans y trouver trace de Diatomées. Lauby (7 et 8) pense que si Edwards a signalé des frustules siliceuses dans des argiles siluriennes, elles sont pourtant des formes récentes et elles ont pénétré avec les eaux super-

(1) Les numéros entre parenthèses renvoient à la liste bibliographique placée après le texte.

ficielles dans les schistes en décomposition. Déjà on avait objecté à Castracane que les diatomées, identiques à ce que l'on trouve dans la nature actuelle, ne pouvaient être attribuées qu'à des défauts de manipulations, qu'à des contaminations accidentelles. Deby et Tempère, effectuant les lavages des dépôts de charbons, avec l'eau distillée, n'ont pas constaté de restes diatomiques.

C'est pour répondre à de semblables objections que Zanon publia une série de travaux dans lesquels il signala la présence de diatomées carbonifériennes, permienes et triasiques. Au Congrès de Botanique international de septembre 1935, il a donné à ce sujet une note que M. A. Renier, Directeur du Service Géologique de Belgique, a eu l'amabilité de me communiquer. Cette note fait état d'objections présentées par le Prof<sup>r</sup> J. Pia, disant en principe que la présence dans les préparations serait due à des infiltrations de formes récentes dans les roches. D'autre part, le diatomologiste Frenguelli, qui eut l'occasion d'examiner les mêmes roches que Zanon, n'y trouva aucune diatomée, et il concluait que la présence de diatomées récentes dans les préparations résultait de l'ambiance. Dans un essai où aucune précaution ne fut prise pour éviter des contaminations, il obtint d'abondantes diatomées dans les préparations; dans un autre, où Frenguelli a suivi les techniques les plus exactes et les plus scrupuleuses, il ne trouva aucune diatomée. Pourtant Zanon refit et fit refaire par des collègues diatomistes ses expériences avec d'autres roches, dans des conditions expérimentales de plus en plus strictes et il y trouva des diatomées. En conclusion de sa note, Zanon demande une vérification de ses découvertes par une commission.

Le problème des diatomées dans les gisements paléozoïques est un problème brûlant. Il apparaît immédiatement dominé, d'une part, par des questions techniques et, d'autre part, par la question d'infiltration de frustules dans les couches géologiques. Voyons, pour le moment, ce deuxième point.

Les diatomées peuvent-elles pénétrer dans les roches? A première vue, cela paraît bien peu probable. Et pourtant on sait que les roches sont loin d'être dépourvues de voies de pénétration extérieures. Il y a les eaux qui circulent activement dans le sol; cette circulation se fait de diverses manières. L'existence de courants souterrains est une chose trop familière aux géologues pour insister sur ce point. N'a-t-on pas décrit de nombreuses espèces animales vivant dans des conditions absolument extraordinaires? Là où des animaux peuvent vivre, là aussi peu-

vent vivre des végétaux pour lesquels la lumière n'est pas une condition *sine qua non* d'existence. Les recherches physiologiques récentes sur les algues, notamment celles de Lwoff, le démontrent à suffisance. Mais il y a plus : de nombreux travaux de Bristol (9), complétés tout récemment par des études prolongées pendant plusieurs années par Petersen (10 et 11), ont montré que l'on trouve dans le sol, à des profondeurs variant jusqu'à 50 cm. et même plus, des diatomées vivantes? C'est par des cultures d'algues que l'on est parvenu à faire la démonstration de ce fait, extraordinaire à première vue. Petersen a ainsi pu isoler toute une série de diatomées vivantes, à des profondeurs variables dans la terre. Il n'est donc pas étonnant que des roches puissent héberger des diatomées récentes qui n'ont rien à faire avec les organismes d'origine géologique.

Bien plus, Petersen a montré que la vie des diatomées devient difficile dans le sol. Il n'est pas tout à fait démontré qu'elles puissent s'y propager de façon continue. En fait, la plus grande partie des frustules vivants provient de la surface. Les diatomées sont entraînées dans le sol, descendent et meurent pour la grande majorité. Il en résulte un mouvement centripète de la surface vers la profondeur et l'on conçoit qu'au bout d'un certain temps il puisse y avoir, à une certaine distance de la surface, des quantités assez grandes de diatomées.

Quel est l'ordre de grandeur de ces accumulations? Petersen, par des numérations multiples, a montré que l'on peut compter des nombres considérables de diatomées. Voici quelques chiffres :

Dans les terres, pour 1 cm<sup>3</sup> de terre, il y avait dans les sols vierges :

A la surface . . . . .	de 200 à 66,000 algues.
A 10 cm. . . . .	de 0 à 4,000 »
A 30 cm. . . . .	de 20 à 200 »

Au Groenland, dans les terres d'Eskimonaes, on a trouvé à la surface, de 75,000 à 33,000 algues; à 40 cm de profondeur 0 (argile) à 5,000 et 45,000 (humus).

Les terres cultivées renferment des nombres bien supérieurs d'algues, jusqu'à 3,000,000. En ce qui concerne les diatomées, celles-ci ont été constatées jusqu'à 40 cm de profondeur, mais en général elles ne dépassent pas 10 cm.

La pénétration des algues ne semble pas résulter d'une mobilité propre des diatomées; elle a été expérimentalement démon-

trée comme résultat d'entraînements mécaniques : action de la pluie, affouillement du sol par les vers de terre.

Ainsi donc, de minutieuses expériences ont montré que les diatomées et d'autres algues peuvent pénétrer dans le sol. Cette pénétration est mécanique et se fait à la faveur des fentes, des cavités creusées par les organismes. Il n'est donc pas exclu d'envisager la présence d'organismes récents dans des roches, même compactes, ainsi que l'avait fait très justement le Prof<sup>r</sup> J. Pia.

Il y a donc lieu, pour éviter de telles possibilités d'infection par des organismes actuels, de s'assurer des conditions de gisement au moment des prélèvements d'échantillons. C'est le jugement des collecteurs d'échantillons qui doit servir de guide suivant les circonstances.

Faut-il vraiment donner des exemples? Il est clair que si l'on a affaire à un calcaire compact prélevé dans une carrière en exploitation active, on se trouvera peut-être dans d'excellentes conditions. Il n'en sera plus de même dans les craies, des roches tendres poreuses dans lesquelles les phanérogames peuvent pousser leurs racines à de grandes distances. Dans ce cas, des voies de pénétration multiples sont à craindre

Dans la nature, les roches accessibles aux géologues sont souvent recouvertes d'enduits végétaux, parmi lesquels les diatomées peuvent dominer, surtout en cas de suintements ou même sous l'action des pluies. Il y a non seulement des croûtes superficielles végétales, mais aussi toute une série d'algues perforantes. Des animaux interviennent également. Dans de telles conditions, les échantillons de roches utilisées pour examen micrographique doivent être examinés avec soin pour éviter des erreurs et des découvertes fausses.

Voici d'autres cas, où un sens critique doit présider à l'étude des roches. C'est notamment le cas où des échantillons sont enlevés dans les ruisseaux, les rivières où les diatomées vivent en grande abondance. Que dire des affleurements schisteux qui, surtout à l'air, présentent des milliers de voies de pénétration aux éléments extérieurs?

Les expériences de Petersen ont été faites dans des sols meubles; là encore les récoltes devront être faites dans des circonstances écartant des critiques fondées.

Il y a donc lieu d'attirer l'attention des micrographes sur les conditions de prélèvement des roches à étudier. Comme dans d'autres domaines de recherches, les prélèvements doivent être faits d'une manière très scrupuleuse et être entourés de garan-

fies très nombreuses. C'est ce qu'a fait d'ailleurs observer Taylor dans ses *Notes on Diatoms*. C'est aussi l'avis de Lauby (7 et 8), qui examina, en géologue, les dépôts lacustres du Cantal et du Massif central.

Taylor dit que les récoltes doivent être faites sur place et notées avec les détails les plus minutieux. Spécialement on notera les indications stratigraphiques, pétrologiques et paléontologiques (faune et flore). L'examen soigneux sur les lieux, les notes sur les conditions de gisement et niveaux ont la plus grande importance. Ce sont là de précieux conseils qu'on ne peut que répéter et exiger de ceux qui font des recherches micrographiques.

Or, en fait, ces conditions sont loin d'être respectées. Les diatomistes se procurent rarement des échantillons dans la nature; ils s'adressent à des commerçants, à des correspondants spécialisés. Tempère et Perragallo (12) ont publié une très utile analyse de 1,000 préparations de diatomées provenant de toutes les régions du monde. Ce travail considérable est presque dépourvu de renseignements sur l'origine géologique des dépôts fossiles. Le nom des localités est indiqué. On y trouve, par exemple : Prép. n° 257 Guatémala (États-Unis), dépôt fossile d'eau douce. Le fameux dépôt de Sendai (p. 357) n'a pas été retrouvé, malgré toutes les recherches faites. Et il en est ainsi pour toute la liste, qui est absolument inutilisable pour des attributions géologiques, même un peu approximatives.

Revenons maintenant aux recherches de Castracane (4 et 5); les échantillons examinés proviennent l'un de Newcastle, les autres de Liverpool, de Saint-Étienne et d'un cannel coal d'Écosse, fournis par les services géologiques anglais et français.

Zanon (13) a étudié des schistes et du charbon attribués au Trias supérieur; il donne le nom des collecteurs et quelques indications sur les circonstances d'origine. Dans un autre travail (14), Zanon et Tuffi ont réétudié le charbon de Newcastle, qui servit à Castracane, et un charbon anglais avec empreinte de zostère du Cabinet géologique de l'Université de Rome. Dans une troisième note (15), Zanon a analysé des échantillons de calcaires des Permien inférieur et supérieur, un schiste anthracitique de Seui (Sardaigne). Il donne les indications géologiques des gisements. De même, pour un schiste prélevé près de l'Hospice de Saint-Bernard, avec indication d'origine, un schiste de Newcastle provenant du Musée de Rome et un schiste à *Lepidodendron* trouvé sans étiquette dans les collections de l'Institut Cavanis de Venise.

On peut regretter que Castracane et Zanon n'aient pas eu des renseignements plus complets sur les échantillons de roches qu'ils ont analysés micrographiquement. Cela enlève beaucoup à leurs découvertes. Que penser, par exemple, des charbons de Newcastle, de Liverpool, d'un cannel coal d'Écosse, d'échantillons de musées, dont un même sans étiquette? Ces constatations montrent combien sont utiles les remarques que faisait Taylor au sujet des conditions à observer pour la récolte des échantillons.

Avant de terminer, nous donnerons quelques indications sur le nettoyage préliminaire des échantillons de roches à soumettre à une analyse micrographique. Il peut paraître superflu de donner de tels renseignements, mais ils sont loin d'être inutiles.

On commencera par bien nettoyer les échantillons sous un courant d'eau, pour enlever tout le matériel actuel vivant et détritique qui le couvre. Cela ne suffira pas, car on sait que souvent les roches sont couvertes de lichens saxicoles faisant partie de la masse. On s'en débarrassera en grattant la surface et les anfractuosités avec un couteau; on éloignera les parties qui pourraient présenter des traces organisées, racines, protonéma de mousses; au besoin, avec le marteau et un ciseau, on rejettera toute portion ne donnant pas toutes garanties à un examen soigneux à la loupe; on décortiquera les parties superficielles présentant une altération apparente de la roche, car ces roches peuvent être envahies par des organismes actuels. Un examen fait de la croûte d'un tuf calcaire, d'ailleurs partiellement verdi, nous a montré, à côté de protonéma de mousse, des thalles de *Vaucheria*, des thécamcebiens, des spores de rouille, des cystes d'algues et des diatomées assez nombreuses (*Pinnularia borealis*, *Epithemia*, diverses *Navicula* mesurant de 5 à 30  $\mu$  de long). Par contre, l'examen de l'intérieur du bloc, prélevé avec toutes les précautions, n'a montré la présence d'aucun organisme. Cet exemple montre la nécessité d'une préparation soignée des échantillons et d'un examen critique préliminaire. Malheureusement, la plupart des chercheurs semblent avoir négligé ces précautions presque élémentaires.

Nous aurons à examiner plus tard la technique des préparations micrographiques. Là encore il reste bien des choses à dire et à attirer l'attention sur des détails qui ont leur importance.

Je ne me fais pas d'illusions; les quelques questions que j'ai soulevées devant vous s'adressent à des convertis. Le premier point à envisager pour l'étude des fossiles d'un gisement est

celui d'avoir toutes garanties quant à l'origine des matériaux à mettre en œuvre. Sur ce point il faut être d'une exigence très scrupuleuse. Nous avons vu que tel ne fut pas toujours le cas.

Le point suivant, c'est qu'il est important d'éviter toute occasion de contamination des échantillons, soit du fait de prélèvement négligent, soit de fautes de technique dans la préparation des échantillons.

Un examen critique des travaux relatifs aux diatomées anciennes était nécessaire. Et dans l'ensemble des travaux anciens, nous ne trouvons guère que ceux de Lauby qui puissent subir l'épreuve d'un examen attentif. Il est vrai que Lauby est géologue avant tout; c'est ce qui expliquera beaucoup de choses.

Il est clair que si, dans les rares cas d'examen de roches paléozoïques, on avait trouvé les restes de diatomées centriques marines, si remarquables par leur organisation, on n'aurait guère mis en doute les trouvailles diatomiques faites.

Tout au contraire, chacune des études de roches paléozoïques a fait trouver des faunes identiques à celles qui vivent dans la nature actuelle, dans les eaux douces. Cela cadre mal avec les constatations que fit Lauby pour les diatomées du Massif central. Se basant sur les arguments géologiques et stratigraphiques, il a montré une évolution de flore diatomique chaude, puis tempérée et enfin alpine et boréale, avec extinction des formes anciennes. Ces constatations sont conformes à celles de l'évolution générale des organismes au cours des temps géologiques.

A l'opposé, s'il était établi que les diatomées paléozoïques sont identiques à celles de la nature actuelle, cela soulèverait des problèmes vraiment curieux, de persistance de formes et d'origine des espèces diatomiques. Dans cet ordre d'idée, les vues théoriques dépasseraient certainement les constatations de fait; mais encore faut-il que les faits, la présence de diatomées paléozoïques, soient établis d'une façon parfaite.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) FORTI, A., *Notize Diatomologi-Contribuzioni diatomologica*. Venise, 1913.
- (2) LAPORTE, L.-J. et LEFÉBURE, P., *Diatomées rares et curieuses*. Paris, 1929-1930.
- (3) DANGEARD, P., *Traité d'Algologie*. Paris, 1933.
- (4) CASTRACANE, A., Le Diatome del Eta del Carbone. (*Att. d. Acad. Pont. Nuovi Lincei*, ann. XXVI, 1874.)



- (5) CASTRACANE, A., Sur l'existence des Diatomées dans les différentes formations géologiques. (*C. R. Ac. Sc. Paris*, 1874, t. LXXIX, p. 52.)
- (6) CLEVE, D. T., Synopsis of the Naviculoids Diatoms. (*Kgl. Svenska Vet. Ak.*, 1893.)
- (7) LAUBY, A., Recherches paléozoïques dans le Massif central. (*Bull. Serv. géologique de France*, 1910, n° 125.)
- (8) — Nouvelle méthode technique pour l'étude paléophytologique des formations sédimentaires anciennes. (*Soc. Botan. de France*, 1909, *Mém.* 15, 110 p.)
- (9) BRISTOL, B.-M., On the algal-flora of some desiccated English soils. (*Ann. of Bot.*, vol. 34, p. 35.)
- (10) PETERSEN, J.-B., The aerial algae of Iceland. (*The Botany of Iceland*, vol. II, 1928.)
- (11) — Etudies on the biology and taxonomy of soil Algae. (*Dansk. Bot. Arkiv.*, 1935, vol. 8, n° 9.)
- (12) TEMPÈRE et PERAGALLO, *Diatomées du monde entier*. Arcachon, 1907.
- (13) ZANON, V. D., Diatomee triasische. (*Atti d. Pont. Ac. Nuovi Lincei*, 1929, vol. 82, p. 289.)
- (14) ZANON, V. D. et TUFFI, R., Le Diatomee del carbon fossile. (*Mem. d. Pont. d. Ac. d. Sc. N. Lincei*, 1928, Ser. II, vol. XI, p. 235.)
- (15) ZANON, V. D., Diatomee del Permiano e del Carbonifero. (*Mem. Pont. Ac. d. Sc. N. Lincei*, 1930, Ser. II, vol. 14, p. 89.)

---

### Quelques réflexions sur la dysharmonie,

par F. KAISIN.

Au cours de la récente session extraordinaire de nos sociétés, il a été beaucoup question de dysharmonie. Le président de la session, notre savant collègue M. Léon Bertrand, a même employé, pour la première fois peut-être, une expression néologique — *dysharmonisme en grand* — à laquelle il attachait, si je l'ai bien compris, le sens d'un superlatif. Le but primordial de la réunion étant de prendre contact avec les faits, vus dans leur cadre naturel, et non pas de discuter de théories, on s'est trouvé d'accord pour remettre à plus tard des échanges de vues qui ne requièrent pas le plein air. Je n'ai donc fait qu'indiquer très brièvement, sur le terrain, ce que je pense de la dysharmonie. Il me paraît opportun d'y revenir un peu plus explicitement, afin que ce que j'ai à en dire paraisse dans le même fascicule que le compte rendu de la session.

On dit qu'un complexe plissé est dysharmonique lorsque des allures compliquées apparaissent entre deux trains de couches

déformés plus simplement et souvent harmoniques l'un de l'autre ou sensiblement tels. Dans son traité classique, Em. Haug a étudié la dysharmonie sous l'intitulé plus général : « plissement dans des masses hétérogènes » (1). Il se contente de l'expliquer par une différence de plasticité des formations constituant un même complexe.

Il est certain qu'en règle générale, il en est bien ainsi mais cette condition, bien qu'habituellement réalisée, n'est pas nécessaire. Il y a des exceptions, déjà connues d'André Dumont, qui en a figuré une très curieuse dans son premier mémoire publié en 1832.

Il s'agit de la coupe d'un rocher calcaire de la vallée du Néblon, d'âge viséen vraisemblablement, dont les allures extraordinaires font penser au diapirisme (2). Le croquis de Dumont, fort peu connu, m'a paru mériter d'être reproduit ici (fig. 1).

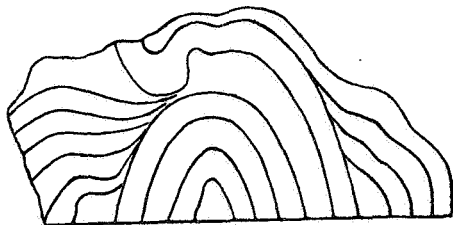


FIG. 1. — Calcaire qui s'observe entre le moulin de Néblon et Jenneret.

La vallée de la Meuse offre d'autres exemples d'allures dysharmoniques affectant des complexes uniquement formés, à première vue du moins, de couches calcaires appartenant à des types lithologiques assez voisins l'un de l'autre pour qu'on puisse considérer leurs propriétés mécaniques comme fort semblables entre elles, si pas identiques. Le cas le plus conforme au signalement classique me paraît être celui qui se voit à l'amont du village de Waulsort, dans les calcaires de l'assise d'Hastière (T1c), immédiatement à l'aval du magnifique escarpement faillé du Chameau.

Parler de différences de plasticité à propos de ces calcaires n'explique pas grand'chose. Il y a donc intérêt à pousser plus loin l'analyse de ce type de déformation. Pour s'y essayer, il convient de procéder du simple au complexe.

(1) EM. HAUG, *Traité de Géologie*, vol. I. Paris, 1907, pp. 213-217.

(2) DUMONT, A.-H., Mémoire sur la Constitution géologique de la Province de Liège. (*Mém. de l'Acad. roy. de Belg.*, 1832, 3<sup>e</sup> pl., 5<sup>e</sup> fig.)

1. Il semble bien que le cas le plus simple de dysharmonie soit celui qui consiste dans l'injection de la matière d'une couche relativement plastique, dans une fissure ou un défoncement de son toit tectonique ou, s'il y a renversement, de son toit géologique. En étudiant, avec un groupe de mes élèves, la belle coupe du Namurien disloqué qui s'étend de Ronet à Salzennes-les-Moulins, à l'Est de Namur, nous avons relevé la présence au flanc Nord d'un anticlinal, d'un schiste argileux tendre remplissant une fissure assez largement ouverte dans une couche gréseuse formant le toit tectonique <sup>(1)</sup>. Le croquis fig. 2,

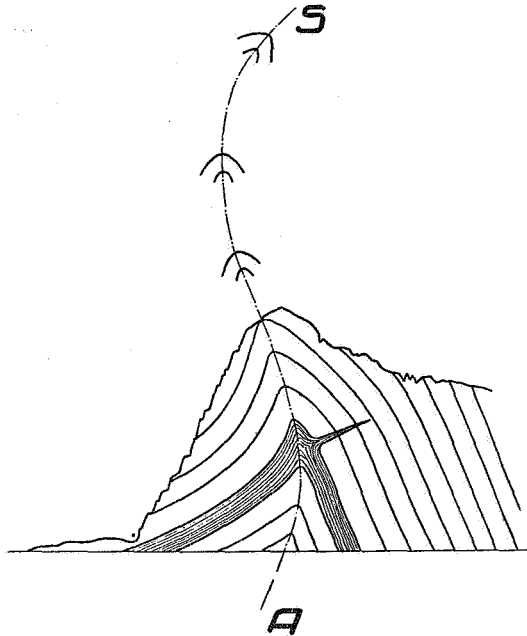


FIG. 2. — Injection de schiste dans une fissure à travers bancs; allure de la surface axiale indiquant un entrainement de la tête de l'anticlinal.

rigoureusement conforme à l'observation, peut dispenser de plus ample description.

M. P. Michot, peu de temps auparavant, avait décrit un phénomène très analogue, observé par lui à l'Est de la Meuse, sur la bordure septentrionale de la bande silurienne de Sambre et Meuse, au contact du Couvinien du bassin de Namur <sup>(2)</sup>.

(1) Cfr. KAISIN, F., *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XLII, pl. XV.

(2) MICHOT, P., La tectonique du dévonien du bord Sud du synclinal de Namur entre Dave et Naninne. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. LIII, 1930, pp. 102-121.)

Il est de toute évidence que, dans ces deux cas, le schiste a été déplacé grâce à sa plasticité, mais il est tout aussi clair qu'il a flué plastiquement d'une partie fortement comprimée vers une autre qui l'était moins. Une masse plastique également comprimée de toutes parts ne se déplace pas.

2. Un deuxième cas, beaucoup plus connu et souvent figuré, est celui des plis serrés et généralement déversés dont la crête, à un certain niveau stratigraphique, s'est allongée en lame irrégulière, d'épaisseur décroissante qui, dans les cas les plus simples, dessine dans les sections droites une pointe présentant assez grossièrement la forme d'un triangle curviligne (fig. 3).

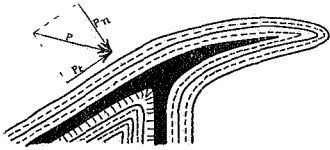


FIG. 3a. — Queuee anticlinale.

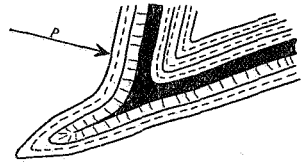


FIG. 3b. — Queuee synclinale.

Ce sont les *queuees*, *queuwées* ou *quewées* des mineurs. Les coupes minières de la partie méridionale du bassin houiller de Charleroi et de la Basse-Sambre en offrent de nombreux exemples. L'un des plus curieux a été relevé à la Citadelle de Namur et publié naguère <sup>(1)</sup> par M. X. Stainier (fig. 4). Son allure est assez exceptionnelle.

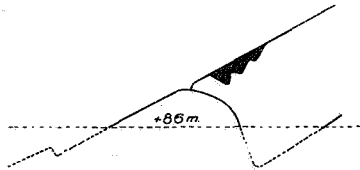


FIG. 4. — Queuee relevée au cours de l'exploitation dans la concession du Château à Namur.

Les *queuwées* sont tantôt anticlinales, tantôt synclinales. Dans le terrain houiller de Charleroi et de la Basse-Sambre, les fortes accumulations de charbon réalisées pour ce type de déformations sont presque toujours à la crête d'anticlinaux.

On connaît également de très beaux exemples de *queuwées* dans le Cambrien et dans le Dévonien inférieur de l'Ardenne. Gosselet, en 1888, en a figuré de très beaux exemples, tous

(1) STAINIER, X., Le Bassin houiller de la Basse-Sambre. (*Annales des Mines de Belgique*, t. XXVII, 1926, p. 517, fig. 6.)

d'allure anticlinale. Là aussi, il semble que la formation de lames épaisses, le long de la charnière d'un pli, soit liée à la condition anticlinale <sup>(1)</sup>.

Dans tous les cas de *queuées* connus, il est certain qu'il y a eu flux de matière. Une pression uniforme n'expliquerait rien des faits constatés. On est contraint d'admettre que le déplacement de la roche plastique — houille à Charleroi, phyllade ou schiste phylladeux en Ardenne — a dû se faire d'un espace fortement comprimé vers un espace moins chargé.

Cette conclusion, à laquelle on ne peut se soustraire, ne laisse pas de répugner à l'esprit, si l'on se borne à considérer un ensemble hétérogène comprimé sur place; mais les choses changent de face si l'on envisage des masses en mouvement. Le déplacement relatif des masses tectoniques fait naître des régions de facile pénétration, virtuellement moins comprimées, vers lesquelles s'effectue l'exode des matériaux les plus plastiques, qui sont aussi les plus capables de fluer rapidement; s'il en est ainsi, la naissance des *queuées* est un phénomène d'entraînement et il devient possible de trouver tout de suite une explication mécanique satisfaisante de la structure typique et des complications de détail de ce genre d'accidents. Dès qu'on cherche à l'établir, on s'aperçoit que la théorie conduit à distinguer nettement le cas des anticlinaux et des synclinaux.

Dans une *queuée* anticlinale, il y a fuite de l'enveloppe vers le haut, tandis que dans une *queuée* synclinale, il y a expulsion

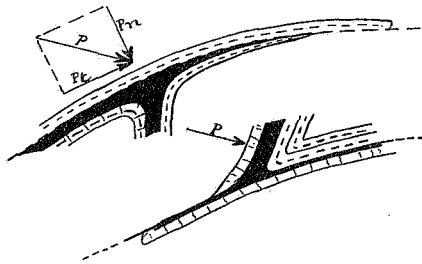


FIG. 5. — Comportement mécanique des *queuées*.

du noyau dans le même sens apparent. Les deux croquis de la figure 5 montrent clairement la différence qui existe entre l'une et l'autre. Il saute aux yeux que dans un ensemble de couches

(1) M. Et. Asselberghs, qui connaît de manière approfondie le Dévonien inférieur de l'Ardenne, a bien voulu me dire qu'il a l'impression d'une prédominance très nette des *queuées* anticlinales dans cette région.

de plasticité différente, affecté de plis nombreux et serrés, la naissance de renflements en *queuée* ne présente pas le même degré de probabilité pour les synclinaux et les anticlinaux. Statistiquement, ces derniers doivent se révéler beaucoup plus favorisés s'il s'agit bien d'entraînement. La matière des couches, dont le déplacement par flux plastique caractérise le processus, doit s'accumuler vers l'avant et non vers l'arrière; dans le terrain houiller, les poches de charbon des *queuées* doivent être

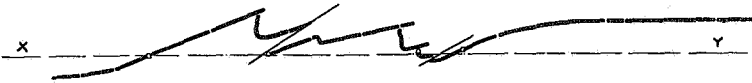


FIG. 6. — Allures de la couche 5 paumes au siège n° 10 (Cerisier) des Charbonnages de Marcinelle-Nord.

plus volumineuses et plus fréquentes en allure anticlinale qu'en allure synclinale; la même conclusion vaut pour les *queuées* schisteuses ou phylladeuses de l'Ardenne.

Un relevé statistique éclairerait la question de manière décisive. Nous ne le possédons pas et il ne se fera pas en un jour. L'ensemble des faits actuellement connus semble pointer nettement vers la confirmation de l'explication proposée ci-dessus. Notre très distingué confrère M. Ed. Leblanc a bien voulu me communiquer une coupe relevée par lui au cours de l'exploitation, au charbonnage de Marcinelle-Nord, dont la figure 6

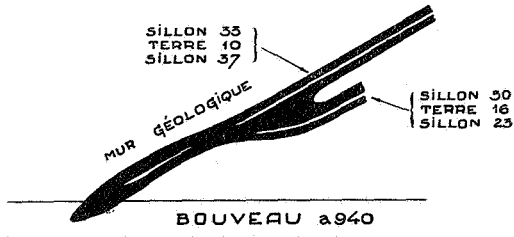


FIG. 7. — Noyau synclinal fuyant vers l'avant. Coupe à 940 mètres, Veine Saint-Paul, région Sud-Ouest du Bassin de Charleroi.

reproduit les traits essentiels. M. Albert Linard de Guertechin, ingénieur au Corps des Mines, a eu l'obligeance de dessiner pour moi la coupe d'un synclinal pincé (fig. 7) qui se conforme à peu près exactement à mes déductions théoriques. Dans bon nombre de coupes publiées on peut relever des coïncidences semblables.

Bien qu'il ne s'agisse que d'indications et, j'y insiste, faute d'un relevé complet dont personne ne dispose, on a donc toutes raisons, pour l'instant, de rattacher le type dysharmonique des

*queuées* à la tectonique d'entraînement et de considérer l'écoulement plastique qui le caractérise comme provoqué par le déplacement d'une masse surincombante, animée d'une vitesse supérieure à celle de son substratum.

3. Il existe d'ailleurs, en dehors des *queuées*, des structures dysharmoniques dont l'origine obvie ne permet pas d'expliquer la naissance autrement que par entraînement. Ce sont celles qui se voient au voisinage immédiat et au-dessous de failles plates. Ces accidents sont évidemment en relation avec le chevauchement, dont elles sont un effet mécanique. Il en existe un peu partout. On peut en citer comme exemple les zones failleuses que tout le monde peut voir au flanc Est de la colline de la Citadelle de Namur, sur la rive gauche de la Sambre entre Ronet et Salzinnes-les-Moulins <sup>(1)</sup>, entre Hastière-Lavaux et Hermeton-sur-Meuse, ainsi qu'à Gendron-Celles, dans le Famennien <sup>(2)</sup>, et en de nombreux points du massif cambrien de Rocroi. Il n'y a pas moyen de considérer ces structures autrement que comme relevant de l'entraînement.

4. Venons-en, maintenant, à la dysharmonie classique. Le type en est donné par les coupes où l'on voit une couche plissée dessiner des festons plus ou moins compliqués, entre deux autres dont l'allure est beaucoup plus simple, voire plane. A Waulsort, dans le calcaire tournaisien de Landelies (*T1c*), on voit une couche plissée de calcaire placée « en sandwich » entre deux paquets de couches à peu près planes. Au cours de sa session extraordinaire de 1899 <sup>(3)</sup>, la Société belge de Géologie a pu étudier, sous la direction du chanoine de Dorlodot, dans le Couvinien du flanc Nord de l'anticlinal de Godinne, sur la rive gauche de la Meuse, une coupe très analogue. A première vue, on peut penser que la différence de plasticité suffit pleinement à expliquer ces structures. Il n'est pas difficile de montrer qu'il n'y a là qu'une illusion.

(1) KAISIN, F., Contribution à l'étude tectonique du Bassin de Namur au confluent de la Sambre et de la Meuse et aux alentours immédiats de la ville, 2<sup>e</sup> note. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XLIII, 1933, pp. 127-148, pl. I.)

(2) IDEM, Sur la structure tectonique de la bordure famennienne de la bande dinantienne d'Hastière. (*Ann. Soc. scientif. de Bruxelles*, t. III, série B, 1933, pp. 279-288.)

(3) DORLODOT, H. DE, Compte rendu des excursions sur les deux flancs de la crête du Condroz. (*Bull. Soc. belge de Géologie*, t. XIV, 1900, pp. 113-192.)

Encore une fois, rappelons qu'une masse plastique comprimée entre deux plaques rigides immobiles l'une par rapport à l'autre ne peut se déformer que si elle trouve à s'écouler vers une région moins chargée. Pour se plisser suivant un mode dysharmonique, il faut qu'elle subisse une sorte de laminage qui tende à augmenter sa surface au toit et au mur. Toutefois, cette condition nécessaire n'est pas suffisante : il faut en outre un déplacement de matière dont la nécessité est particulièrement évidente quand les allures dysharmoniques consistent en plis déjetés, déversés ou couchés au voisinage du toit de couches plastiques, ou lorsque des failles minuscules, plongeant toutes dans le même sens, apparaissent au-dessous d'une plaque rigide. Cette nécessité s'impose à l'esprit dès qu'elle a été énoncée.

Si l'on recherche les causes possibles du déplacement exigé par l'étude mécanique, on en trouve immédiatement deux : le refoulement de la masse plastique stratifiée vers des régions moins chargées et l'entraînement par des couches surincombantes en mouvement.

Ce que l'on sait de la forme originelle des édifices orogéniques et de l'intensité de l'érosion qu'ils ont subie dans les chaînes anciennes telles que l'Ardenne, nous rend la première bien difficile à concevoir. Sous des charges aussi fortes que celles qui ont pesé, au cours de l'acte orogénique, sur les zones relativement profondes que le jeu de l'érosion a soumises à nos observations actuelles, la sensibilité des indicateurs de charges inégales a dû être beaucoup trop faible pour justifier des enregistrements aussi délicats et précis. Encore une fois, c'est donc à l'entraînement qu'on est amené à recourir. Marcel Bertrand, dans ses admirables reconstitutions mécaniques, assignait un rôle important à ce qu'il appelait le réajustement tectonique. Les tectoniciens de langue allemande parlent couramment de « Kampf um den Raum ». En se *réajustant* ou en *luttant pour l'espace*, les diverses parties d'un édifice tectonique ont glissé les unes sur les autres, tantôt à la faveur de joints de stratification, — Briart aurait dit par des mouvements parallèles, — tantôt sur des surfaces de faille coupant les strates en biseau aigu, sans d'ailleurs se priver de se musser dans tous les joints d'incidence favorable.

Sans doute, cette conception relève, dans une assez large mesure, de l'intuition. Je la sens se fortifier, toutefois, à mesure que mes dossiers d'observations directes ou indirectes s'enrichissent.



5. Et voici le moment de reparler un peu du « *dysharmonisme en grand* » que notre éminent collègue M. Léon Bertrand m'a très amicalement objecté cet été.

On saisit tout de suite la signification de cette expression néologique : la désinence nouvelle indique une certaine généralité du phénomène et les mots *en grand* sont on ne peut plus clairs. Du point de vue descriptif, la locution est irréprochable; mais on peut craindre qu'elle contribue à perpétuer certaines résistances opposées au progrès de la tectonique d'avant-garde dont M. Léon Bertrand lui-même est un défenseur décidé.

Si l'on considère, en effet, un ensemble de couches dont la position, *au moment où elles commencent à céder aux efforts tectoniques*, est peu différente de l'horizontale, les déplacements capables d'y faire naître des dysharmonies pourraient être appelés indifféremment glissements horizontaux ou mouvements parallèles, au sens où l'entendait Briart. Quand les dysharmonies s'accroissent au point de prendre l'apparence de contacts anormaux, on pourrait parler de chevauchements horizontaux, ou même de charriages, si l'on n'avait introduit dans la définition de ces derniers la notion d'ampleur du déplacement horizontal; de telle sorte que l'expression « charriage en miniature », qui a été parfois employée, renferme une *contradictio in terminis*.

Il est évident que lorsqu'on parle de « dysharmonisme en grand », la question d'échelle ne se pose plus avec la même rigueur. On met en jeu, sous un vocable neuf et séduisant, des charriages d'importance mineure, dont les mouvements parallèles représentent tout au plus un cas particulier. De la dysharmonie classique, par le dysharmonisme en grand, on passe tout naturellement au charriage larvé, sans le dire, comme si l'on reculait devant le mot. Cela n'empêche qu'à partir d'une certaine échelle le dysharmonisme en grand se confonde morphologiquement et mécaniquement avec l'un des types classiques de charriage.

On ne manquera sans doute pas de m'objecter que les glissements indispensables à la production d'allures dysharmoniques peuvent bien plus raisonnablement être considérés comme de simples accidents du plissement lui-même. Celui-ci n'est mécaniquement concevable que dans des massifs stratifiés dont les couches puissent glisser l'une sur l'autre à la faveur de joints réels ou virtuels, c'est-à-dire de surfaces de moindre résistance. Ce déplacement des couches sur les ailes d'un pli a souvent été

invoqué, notamment pour expliquer la striation tectonique de certains joints de stratification.

Il y a dans ce raisonnement une erreur usuelle qui consiste à considérer comme isolés des éléments qui, en place, ne le sont pas. C'est ainsi qu'on a pu convenir de dénommer pli complet l'ensemble formé par un synclinal et un anticlinal contigus. Dans un bassin de sédimentation, les dépôts ont, à l'origine, l'allure de synclinaux très plats. La déformation tectonique peut y faire naître, dans la suite, un ou plusieurs anticlinaux, mais l'ensemble plissé se termine nécessairement de toutes parts, à l'origine, c'est-à-dire avant l'intervention de l'érosion, par des versants synclinaux. Le couple classique anticlinal-synclinal est donc artificiel et ne mérite nullement le nom de pli complet.

Il n'est pas davantage permis de raisonner sur un anticlinal ou un synclinal isolé quand on veut expliquer les glissements sur joints par le jeu du plissement. Il suffit de mettre leurs coupes bout à bout, comme le fait voir la figure 9, pour s'apercevoir qu'elles se complètent physiquement <sup>(1)</sup>.

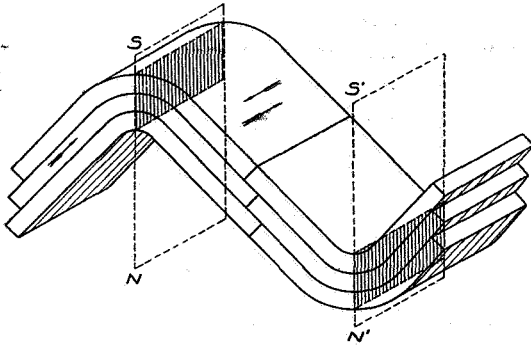


FIG. 9. — Zones neutres (SN et S'N') et glissement d'ailes au cours du plissement.

Pour deux plis de même importance, il y a donc compensation exacte. Dans chaque pli isolé, la surface axiale est une zone neutre. Prises deux par deux, ces zones délimitent donc des sections dans lesquelles le glissement est localisé. Il est certain que dans les plis de deuxième, de troisième ou de N<sup>ème</sup> ordre que

(1) Cette réflexion m'a été faite naguère au cours d'une de ces séances de travail par équipes qui sont le grand attrait des laboratoires de recherches, par un de mes élèves qui est aujourd'hui mon assistant à l'Université de Louvain : F. Kaisin junior.

nous offrent les coupes de l'Ardenne, la valeur du déplacement est relativement faible. Les dysharmonies de quelque importance et *a fortiori* le « dysharmonisme en grand » de M. Léon Bertrand ont donc une autre cause.

En soi, cette analyse de la dysharmonie ou, si l'on veut, du *dysharmonisme*, n'aurait qu'une importance de second plan si elle ne venait harmoniquement prendre place dans un ensemble de compréhension beaucoup plus vaste <sup>(1)</sup>. Il n'est peut-être pas inutile de le faire voir avec quelque précision.

En dépit de la multiplicité des faits observés et de l'ingéniosité de plus d'une tentative d'explication générale, la recherche de la nature et de l'origine des poussées orogéniques paraît engagée dans une impasse. Il faudra probablement, pour aboutir, changer en bien des points essentiels les doctrines reçues et surtout, à mon sens, élargir amplement le cercle d'horizon, en tenant compte des données récentes obtenues par d'autres disciplines. L'une de celles-ci est la résistance des matériaux.

On se laisse facilement entraîner à prêter aux zones inférieures à la pellicule directement observable de l'écorce terrestre les propriétés physiques de ce que nous nommons solides dans nos laboratoires de surface. On change de point de vue quand on considère ce qui se passe, par exemple, à 1.200 ou 1.300 mètres de profondeur à Monceau-Fontaine ou, moins profondément encore, dans certaines parties des exploitations houillères de la Campine. Les roches ne s'y écrasent pas : elles se déforment sans brisures, fluent littéralement et se moulent étroitement sur les parois des creux qui leur sont offerts, dès qu'on leur en laisse la liberté.

Pour réaliser la translation générale de l'Ardenne dont parlaient Briart et Cornet, en faisant appel à la poussée d'un arrière-pays situé très loin au Midi de la frontière franco-belge et même, tout simplement, au parallèle de Charleville, il faudrait imaginer des poussées tellement fortes qu'elles ne pourraient manquer d'écraser ou, plus vraisemblablement, de faire

---

(1) La présente note ne vise qu'un aspect d'une question qui prend de jour en jour plus d'importance et dont l'objet est la parenté qui existe entre le diapirisme et la dysharmonie. On en aura une vue d'ensemble en lisant les ouvrages ci-après indiqués, où l'on trouvera une bonne bibliographie.

MRAZEC, Prof<sup>r</sup> L., Sur le diapirisme. (*Publ. de l'Inst. Géol. des Karpates. Les Karpates et l'avant-pays*, III, 1935.)

CIZANCOURT, H. DE, Plissements disharmoniques (*sic*) et diapirisme. (*Bull. Soc. Géol. de France*, 5<sup>e</sup> sér., t. III. 1933, pp. 659-676 et t. IV, 1934, pp. 181-200.)

fluer les roches dont la résistance à l'écrasement, déterminée au laboratoire, se montre la plus forte. Ch. de La Vallée Poussin, en 1888, avait déjà fait cette remarque <sup>(1)</sup>. Pour moi, il est évident qu'une poussée d'arrière-pays rigide, quelque forte qu'on l'imagine, n'a pu se transmettre de la lisière méridionale de l'Ardenne à la bordure Nord du bassin de Dinant pour y provoquer les grands chevauchements de la Faille du Midi et de ses satellites. A bien prendre les choses, nous n'avons que faire d'un arrière-pays rigide pour reconstituer la genèse tectonique de l'Ardenne. Dans cette tâche, les notions classiques d'avant-pays, de géosynclinal <sup>(2)</sup> et d'arrière-pays, d'ailleurs purement théoriques, encomrent plus qu'elles ne sont utiles. Il faut donc s'en libérer.

On peut le faire sans inconvénient en revenant à une conception déjà ancienne de Marcel Bertrand, qui considérait que les déformations tectoniques que nous connaissons n'affectent que la partie tout à fait superficielle de l'écorce terrestre, celle qui est la moins chargée. A partir d'une certaine profondeur, que Marcel Bertrand estimait à 25 km., mais qui peut être notablement moindre, il n'est plus possible de parler de solides au sens ordinaire du mot. Il y a flux visqueux et la pellicule cassante peut être considérée comme relativement mobile sur son substratum. Jeux pliants et jeux cassants <sup>(3)</sup> sont jeux de surface; en profondeur il y a jeu plastique ou, plus exactement, flux.

Dans ces conditions, les forces mises en action dans l'orogénèse ont pu être incomparablement plus faibles qu'on ne les imagine d'ordinaire, pourvu qu'on admette, comme tout y invite, qu'elles ont agi durant des temps très longs et que leurs effets ne se sont développés qu'avec lenteur en dépit de leur grandeur. Dans l'expression  $\frac{m v_2}{2}$ , si  $v$  est petit, les masses tectoniques sont immenses.

On est donc amené à réléguer l'acte orogénique dans une mince pellicule relativement résistante, glissant par zones ou par pans extrêmement vastes, sur un substratum hypervisqueux ou visqueux, capable d'obéir, avec le temps, à des sollicitations faibles. C'est, si l'on veut, une sorte de dérive pelliculaire.

---

(1) La cause générale des phénomènes orogéniques. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3<sup>e</sup> sér., t. XVI, n<sup>o</sup> 12, 1888.)

(2) Dans toute l'Ardenne, il n'y a pas une seule formation authentiquement bathyale. Je crois que sur ce point, lithologistes et paléontologistes sont d'accord. Il n'y a donc pas de géosynclinal classique.

(3) Expressions de M. Émile Argand.

D'autre part, l'extension longitudinale des zones affectées de déformations de même style me conduit irrésistiblement à concevoir les sollicitations comme uniformément réparties, tout au moins par régions ou par grandes unités tectoniques. On aboutit donc à de grands champs mécaniques, affectant probablement toute la terre, dont ils déformeraient lentement la surface.

On simplifie beaucoup le problème en adoptant ce point de départ. Plus n'est besoin de s'inquiéter de la juxtaposition de régions comprimées à l'excès et de parties ayant manifestement été distendues. A l'arrière de tout train plissé, il peut y avoir distension. C'est tout simplement une différence dans la vitesse de translation qui se manifeste. Quant aux recrudescences de poussées auxquelles on attribue les paroxysmes et qui sont si embarrassantes, il est tout à fait rationnel de les remplacer par des variations de l'ensemble des résistances opposées au déplacement.

Il n'y a pas d'intérêt à pousser davantage ici cette esquisse de théorie générale <sup>(1)</sup>. En l'appliquant à la genèse mécanique de l'Ardenne, on définira sans peine la place qui revient à la dysharmonie dans cette orogénèse.

Dans la translation générale invoquée en 1863 par Briart et Cornet, seule une zone très superficielle est entrée en jeu. Au cours de son déplacement vers le Nord, dans un immense champ mécanique probablement uniforme, cette zone s'est ramassée sur elle-même à cause de la répartition variable des résistances, s'est plissée par endroits et plus souvent déchirée; ses différentes parties, se déplaçant avec des vitesses différentes, se sont souvent superposées à l'amont d'une résistance, comme des glaçons dans une embâcle, en provoquant la naissance de plis et de failles d'entraînement sous des plaques relativement rigides animées d'une vitesse supérieure à celle de leur substratum. Dans les paquets sédimentaires quelque peu hétérogènes, les couches ont habituellement glissé les unes sur les autres en faisant naître le « dysharmonisme en grand », qui n'est, pour moi, ni un accident ni une somme de détails locaux sans importance, mais le phénomène essentiel. C'est le glissement d'en-

---

(1) M. R. De Slagmulder a récemment apporté une importante contribution à cette question en s'appuyant sur les données d'expériences à très grande échelle, observées avec une précision rare et judicieusement interprétées, qui méritent de devenir classiques. Voir, à ce sujet : DE SLAGMULDER, R., Une belle expérience de tectonique appliquée en Campine (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XLIII, 1933, pp. 410 sq.) et : Une deuxième expérience de tectonique (*Ibid.*, t. XLIV, pp. 410-414, pl. X-XI).

semble vers le Nord qui, par suite de l'inégale répartition des résistances, a produit le plissement de deuxième ordre, la dysharmonie et les failles de second rang <sup>(1)</sup>.

Parmi les plis dont on peut voir à la fois les flancs et la charnière, bien peu montrent les allures parfaitement régulières que leur prêtent les coupes schématiques. Les plis les plus classiques, ceux de la vallée de la Meuse, par exemple, sont littéralement truffés de dysharmonies inexplicables et inexplicables suivant les vues anciennes, nécessaires, par contre, aux yeux de ceux qui veulent bien admettre que la tectonique de l'Ardenne a besoin d'être hardiment modernisée, dans le sens qui vient d'être indiqué.

---

**Caractéristiques de la Meuse pléistocène sous les bâtisses de Kesselt, Hees, Mopertingen, Eygenbilsen, etc.; son raccourci Hees, Veldwezelt, Lanaeken. — Les incertitudes typiques de la Géomorphologie en zone limoneuse. — Rappel sur le Démer,**

par AM. FONTAINE.

(Planche VI.)

Nous avons été amené, une fois de plus, à suivre le précepte de Boileau : « Cent fois sur le métier remettez votre ouvrage... »

Dans la poursuite de la conception du canal direct Liège-Anvers qui doit faire couler en Campine et vers Anvers l'eau de la « Meuse utile », en vue de vies nouvelles, agricoles, industrielles, commerciales; dans les regards sur son exécution et celle du Juliana, nous avons consacré bien plus de 5,000 heures à l'étude de la zone d'Eygenbilsen, que nous avons parcourue, inlassablement, plus de cent fois...

L'entaille, en tranchée profonde, de dangereuses couches oligocènes saturées d'eau, suivant notre tracé précis de 1928 <sup>(2)</sup>, n'a été préconisée que sous la réserve essentielle que la flottaison 60, continue de Liège à Genck, trouverait dans la profon-

---

(1) L'esquisse de théorie qu'on vient de lire est un peu plus poussée que celle qui figure au Compte rendu de la Session extraordinaire de 1935. De l'une à l'autre il n'y a pas contradiction, mais, j'espère, progrès.

(2) AM. FONTAINE, Rapport n° 10 : Exemples étrangers et dangers de grave malfaçon des voies navigables nouvelles en Belgique. (*Congrès national de la Navigation intérieure*, 1928. Palais des Académies, 3, 4 et 5 novembre.)

deur du « terrain meuble et suspect » du plateau d'Eygenbilsen le gravier massif de la Meuse ancienne, pour y enchâsser, y soutenir, y protéger la cunette du canal à flottaison 60.

Les énormes et coûteuses tranchées de Canne et de Vroenhoven ne sont qu'une entrée en matière.

Le risque essentiel, le drame, c'est Eygenbilsen : le gravier de la Meuse ancienne, loin de protéger, menace.

Nous l'avons déjà dit <sup>(1)</sup> et, à cette occasion, nous avons précisé le cours « de la Meuse ancienne qui a mordu le plus au Nord-Ouest dans l'ancienne dorsale continue Gellick-Rosmeer, à l'altitude dépassant 100, au début du quaternaire.

Dessinant en plan un S retourné, ce chenal mosan, large d'environ 500 mètres, au thalweg incliné de 2<sup>m</sup>50 par kilomètre, est jalonné « en gros » par les sondages X, 14, 53 (150 mètres Nord de N), 111, 49 (200 mètres Sud de T et 87), 91, 106... »

Tous ces sondages sont figurés sur la carte (Pl. VI), qui est l'exacte reproduction, sauf quelques ajoutées, de la Pl. IX (fig. 1) de l'étude capitale de M. F. Halet : *La géologie du flanc occidental de la vallée de la Meuse à l'Ouest de l'enclave de Maestricht, d'après les sondages d'étude du Canal Albert.* (*Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XLII (1932), pp. 195-225.)

Ce travail, exceptionnellement instructif, a précisé l'esquisse éminente de 1925 du même auteur, basée sur 12 sondages parcimonieusement accordés par la Commission Ruzette (1923-1926).

Depuis, leur total a monté à près de 200.

Et ils ont permis de se convaincre que l'utilisation, pour la réalisation du Canal Albert, des graviers du cours de la Meuse quaternaire n'était qu'un mirage décevant, imposant une autre traversée.

Grâce à l'analyse pénétrante et à la synthèse lumineuse de M. F. Halet, ces centaines de sondages ont aussi démontré que le manteau de limon étendu au Sud de la croupe graveleuse de Gellick, terminant au Sud le plateau de Campine, cachait absolument, à l'observateur tenace des seules formes du relief, non seulement le cours de la Meuse ancienne, les failles de Moperlingen et de Hees, mais encore la direction et l'inclinaison de couches, perméables ou non, qui impriment à l'hydrologie de la région le caractère mystérieux et changeant de plusieurs nappes captives. Alimentées latéralement et de loin, sans aucun

(1) AM. FONTAINE, Le vaste château d'eau souterrain du Sud-Est d'Eygenbilsen et les fonds de tranchée du canal à près de 30 mètres en contrebas, dans *R2c.* (*Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XLIII [1933], pp. 314-324.)

rapport avec les bassins d'alimentation qui paraissent tracés par le relief du limon superficiel, ces nappes captives comporteront toujours de redoutables inconnues.

Avant l'entaille de 1935, qui a recoupé son haut cours au Nord-Est de la station d'Eygenbilsen, le Molenbeek nous a toujours paru être le trop-plein de ce que nous appelons « le château d'eau d'Eygenbilsen », mettant en charge les nappes captives sous les couches d'argile plongeant vers le Nord-Nord-Ouest avec une pente de 1 : 100.

Les gens du pays nous ont dit que le cours amont du Molenbeek aux environs de la station était « toujours sec », sauf longues averses d'été ou d'hiver.

Quand la tranchée du canal eut montré sur ses deux talus, en 1935, la coupe en travers du lit de l'ancienne Meuse, recoupé de biais à environ 45° et qui débite tant d'eau chargée de limonite, il sembla bien que le Molenbeek aurait dû être définitivement à sec.

Le 24 décembre 1935, au Sud-Est de Gellick, près du sondage II, son débit était redevenu pareil à celui que nous lui connaissions les années avant... Ce seul fait montre la complexité du problème de l'eau dans les couches aussi faciles à délayer que l'argile *R2c* saturée de sable fin et dans le sable fin *R2b*, si argileux dans deux de ses niveaux.

« Je ne sais pas encore d'où vient l'eau » fut une des déclarations entendues le 12 mai 1934, lors de la visite guidée par un des ingénieurs à la tranchée d'Eygenbilsen.

En lisant ces lignes, le lecteur saura sans doute un peu mieux *d'où vient l'eau...*

#### I. — LA MEUSE FOSSILE A EYGENBILSEN PUIS A VELDWEZELT.

Quand on déploie, à la fin du tome XLII (1932), fascicule 2, la belle planche XI de l'étude capitale de M. F. Halet, la coupe IV suivant l'axe du Canal Albert entre Zanger Heide et Briegden montre tout de suite à l'ingénieur la Meuse fossile, aussi bien conservée, sous le manteau de limon hesbayan, que les antiquités romaines de Pompéï et Herculanium sous les couches de cendres du Vésuve d'il y a 2,000 ans.

a) Entre les sondages 129, assez serrés, et le sondage P, près le chemin de fer Hasselt-Maestricht, on voit le profil en travers d'un fleuve qui avait plus de 500 mètres de large lorsqu'il atteignait la cote 75 (pour 10 mètres de profondeur); car le profil est de biais, voisin de 45°, donc étiré de moitié; et les coupes



IVbis, figure 6, page 215, par leur variation, montrent l'intensité de l'érosion près de la rive concave affouillée (puis remblayée de *PI2*).

b) Entre le sondage 55 et le sondage 102 (où le profil commence à se brouiller sous l'influence du « raccourci » Hees-Veldwezelt-Lanaeken), le thalweg horizontal, jalonné à la cote 60.40 par les sondages 111 et 49, rencontre le profil perpendiculairement; nous avons ainsi le *vrai* signalement de la Meuse ancienne, large de 500 mètres au moins, pour une profondeur de 10 mètres.

c) La cote du pied des gravières ardennais aux sondages 14 et 49, distants, suivant le thalweg, de 2,000 mètres vraisemblablement, pour des altitudes respectives 65.40 et 60.40, établit la pente, comme nous l'avons rappelé, à 2<sup>m</sup>50 par kilomètre.

\*  
\*\*

Ayant lu, en 1935, un mémoire très intéressant, d'une personnalité très distinguée, avec cette définition : « La force vive d'une rivière est fonction du débit et de la vitesse, — se décomposant elle-même en débit et en pente, — soit une somme de variables qui se modifient... » (*Soc. belge d'Et. géogr., Mém. 1*), nous avons eu le sentiment, en ingénieur, qu'il fallait montrer la complexité de la conception de la force vive d'une rivière.

Nous sommes retourné au « Rapport sur les travaux de la Commission hollando-belge instituée en vue d'étudier la canalisation de la Meuse mitoyenne. La Haye, Mouton et C<sup>ie</sup>, 1912. »

Nous copions, page 87 :

« Ramenée à sa forme la plus simple employée dans la pratique, l'équation du mouvement uniforme des eaux courantes s'écrit :

$$U = C \sqrt{RI}, \quad \text{avec} \quad Q = \Omega U;$$

les lettres signifiant :

Q le débit de la rivière;

$\Omega$  la surface mouillée de la section transversale;

U la vitesse moyenne;

R le rayon moyen de la surface mouillée (rapport de cette surface au périmètre mouillé X);

I la pente;

C, enfin, un coefficient variable avec R et I d'abord, avec la rugosité des parois ensuite.

Ganguillet et Kutter, après la discussion d'un très grand nombre d'observations et d'expériences, sont arrivés à l'expression suivante :

$$C = \frac{23 + \frac{0,00155}{I} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{I}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

dans laquelle le nombre  $n$ , coefficient de frottement, varie avec la nature des parois, d'après leur degré de rugosité.

[ $n$  varie de 0,01 (parois très unies) à 0,04 (parois très irrégulières)]. »

\*  
\*\*

La force vive étant proportionnelle au carré de la vitesse (c'est-à-dire  $U^2$ ), on pressent l'énormité de l'érosion, dans des couches aussi peu résistantes que celles de l'Oligocène, d'une Meuse large de 500 mètres, profonde de 10, avec une pente de 2<sup>m</sup>50 par kilomètre, permettant aux eaux rapides d'entraîner la mitraille des graviers ardennais à l'attaque des rives concaves.

Cela n'a pas dû traîner...

L'exhaussement des terres au Sud du parallèle de Maestricht a dû voir en quelques jours :

a) La phase du lancement de la Meuse, parallèlement à la faille de Hees, à l'attaque du dos de terrain compris entre la butte de Rosmeer et le plateau au Nord de Gellick, plateau miocène couvert de sa carapace de graviers ardennais, épaisse de 6 à 10 mètres, que montre si bien la coupe n° III de l'étude de M. F. Halet, t. XLII (1932), page 208; cette carapace de graviers était déjà en place de longtemps et a probablement été attaquée au Sud de Gellick avec les terrains qui la supportaient.

b) Le raccourci, encore plus en pente (4 m. par kilomètre?), Hees, Veldwezelt, Caberg.

c) Enfin, depuis le niveau de la terrasse de Caberg en aval, le creusement, à Maestricht, puis en amont, d'un lit de Meuse dans le Maestrichtien, puis dans les craies, poursuivi, depuis Visé-Oupeye, dans le primaire; ce creusement s'est fait, de la hauteur du Fort Saint-Pierre près Maestricht jusqu'aux abords de Liège, dans une vallée remarquablement rectiligne, taillée à la façon du Niagara et du Colorado...

\*  
\*\*

Conduit déjà si loin dans l'interprétation de faits inscrits dans le sol, inaltéré depuis, par une Meuse fossile, nous sentons le besoin d'apporter une preuve complémentaire de l'existence du lit régulier de la Meuse ancienne sous Mopertingen-Eygenbilsen-Sud de Gellick.

La voici : La Meuse, lancée en vitesse dans le flanc meuble, sans grande résistance du coteau élevé Gellick-Rosmeer, a, comme le fait se vérifie partout, exagéré sa courbure en avançant rapidement son méandre vers le Nord-Nord-Ouest.

Ce méandre a déblayé ainsi dans la hauteur Gellick-Rosmeer, au niveau remarquablement constant voisin de l'altitude 70, une plaine d'érosion fluviale, grossièrement rectangulaire, mesurant 2,000 mètres dans le sens Nord-Sud et 1,500 mètres d'Est en Ouest :

Plaine, coïncidence curieuse, encadrée quasi mathématiquement par la voie ferrée et la chaussée de Hasselt. Elle est limitée par les sondages 18, 17, 16 (voisinage Est), 66 (voisinage Sud-Est), 23, Nord de P, Nord de 114 (de 113, de N), Est de 55, Ouest de D et de 18bis, IV.

La Meuse ancienne contournait cette plaine d'érosion fluviale et tournait sous Mopertingen, Eygenbilsen et les lisières Sud de Gellick; elle approfondissait son lit toujours plus, pour rejoindre Caberg, quand se produisit le raccourci Hees-Veldwezelt, qui laissa au Nord-Ouest la plaine d'érosion fluviale 70 et autour d'elle le large fossé vide de la Meuse que devaient bientôt remplir, comme un moule, les produits des ruissellements, des éboulements et des glissements des coteaux meubles des alentours.

\*  
\*\*

Avant d'aller plus loin, voici, pour éclairer les lignes passées et celles à suivre, un tableau précis du pied des graviers ardennais relevés dans les sondages les plus caractéristiques au voisinage du fleuve fossile, dans l'Ouest de Maestricht.

Au Sud du sondage X les recherches manquent; mais de là aux environs du sondage VI, la butte rupélienne de Rosmeer, intacte comme un témoin, garde certainement le pied de sa pente Nord-Est *contre* la Meuse fossile.

Au Sud de la route Hasselt-Maestricht, nous entrons d'ailleurs dans la zone du raccourci Hees-Veldwezelt : celui-ci, comme ses pareils, a creusé un lit plus profond que le fossé abandonné sous Mopertingen-Eygenbilsen-Gellick.

La cote du pied des graviers aux sondages 18, 19 et 20 l'indique : le premier de ces trois points a ses cailloux posés 2 mètres

DÉSIGNATION DES SONDAGES		ALTITUDES	
Halet, 1932, Pl. IX	Dos. 93, Serv. Géol.	Orifice.	Pied du gravier
VI	126	92.41	62
20	184	88.45	60.10
19	183	87.30	64.50
18	182	93.10	69.90
17	181	88.30	70.30
16	180	84.30	68.40
Puits Brepoels.	117	83	67
14	175	82	65.40
66	243	82.65	68.75
63	240	81.64	70.84
23	220	81.48	70.05
P	206	79.81	70.96
Q	207	80.28	66.68
R	208	83.28	75.78
B	189	81.08	73.03
114	283	79.68	72.28
113	282	78.70	72.10
N bis.	216	78.63	72.28
N	197	80.05	70.75
W	212	79.17	70.97
112	281	80.51	72.21
V	211	82.17	72.72
55	236	82.07	73.27
49	226	78.65	60.40
50	231	82.54	73.24
56	237	83.64	72.86
D	187	88.40	68.90
C	188	86.60	71.30
18 bis.	185	79.28	68.58
IV	124	85.40	69.70
IV bis.	132	85.63	56.68
20 bis.	191	81.45	59.25 (*)
G	200	88.54	71.84
VII	127	87.60	73
F (400 <sup>m</sup> s.s.o de VII)	199	83.47	66.12 (**)
X	213	89.39	67.99
Y	214	91.13	68.73
V	125	82.17	63.83

(\*) Tongrien remanié 7<sup>m</sup>25 plus bas.

(\*\*) Au-dessus de 66.12 : 0<sup>m</sup>70 d'argile d'altération du tuffeau; au-dessous 0<sup>m</sup>80 de tuffeau jaune avec quelques cailloux de quartzite.

plus haut que ceux de X, ce qui convient pour un point à 800 mètres en amont; mais en 19 (pied des graviers à 64,50) et

surtout en 20, le large raccourci est creusé à un niveau inférieur au cours ancien..., large, car le changement de direction vers le Nord-Est se fait quasi à angle droit!

En IVbis (qui suscita tant d'espoirs après les 12 premiers sondages de 1925), le pied du gravier s'abaisse à 56,68. C'est sans doute le centre du creux, du tourbillon du nouveau lit dans lequel le fleuve se hâta désormais vers le Nord-Est : le large courant s'encadre entre les sondages 18bis (pied des graviers à 68,58 sur rive concave) et 20bis (pied des graviers à 59,25 sur rive devenue convexe). Le fond meuble a été profondément « brassé » par les eaux rapides et tumultueuses ayant dévalé de la plate-forme de Maestrichtien mis à nu au niveau 62 du sondage VI.

Nous retrouvons le large lit de la Meuse au Nord-Est de Veldwezelt : comme l'indique si clairement la coupe II du travail de M. F. Halet de 1932, il étale le pied de ses graviers, vers la cote 50, entre les sondages 142 et 160 et se dirige, à l'Est, vers la terrasse de Caberg reconnue au même niveau.

\*  
\*\*

Soulignons, pour finir, la très forte pente de la Meuse par le raccourci Hees-Veldwezelt :

Le pied des graviers est au niveau 73 au sondage VII; il est à 62 au sondage VI, à moins de 3 kilomètres en aval. C'est bien près de 4 pour 1000.

En crue, la vitesse des eaux mériterait d'être calculée par un spécialiste.

La force vive du fleuve, produit du carré de cette vitesse par la masse en mouvement, donnerait sans doute des chiffres effrayants permettant de concevoir des transports massifs de graviers sur de larges surfaces en pente.

Notons, en passant, que l'analyse méticuleuse du sondage 20bis que contient le dossier 93 du Service géologique porte ce diagnostic de M. F. Halet : le Tongrien marin paraît « remanié » jusqu'à l'extrême profondeur du sondage, c'est-à-dire à plus de 7<sup>m</sup>25 sous le gravier. Cela se conçoit.

Quant au Sud, au contre-haut de la faille de Hees, nous y voyons tout le Tongrien enlevé, le Maestrichtien mis à nu.

Une telle force vive permet de concevoir sans peine l'épandage des graviers ardennais sur les terrains déjà antérieurement en pente vers le Nord, dans les deux Limbourg.

## II. — ÉPANDAGE DES GRAVIERS ARDENNAIS SUR LES DEUX LIMBOURG

Voici le moment venu de rappeler des données précises qui seules peuvent faire comprendre l'étalement des graviers ardennais sur le plateau de la Campine et en amont.

Relisons l'œuvre magistrale d'Emm. de Martonne : sa *Géographie physique*, de 1926, II. Relief du sol.

Au chapitre III, Modelé d'érosion normale, page 564, nous lisons :

« 10. *Plaines alluviales de piedmont*. Les rivières débouchant d'une montagne sont toutes dans le cas de l'affluent torrentiel tombant dans une grande vallée. Leur pente diminuant, les débris, que la dégradation de leur cours supérieur renouvelle constamment, ne peuvent plus être transportés; ils encombrant le lit d'où la rivière sort souvent au moment des crues, déposant ses alluvions, qui forment un cône de déjections plus aplati que celui des torrents.

» Les cônes rapprochés, débordant l'un sur l'autre, forment une sorte de glaciais, incliné assez uniformément pour être considéré comme une plaine. On peut l'appeler *plaine alluviale de piedmont*. La plaine du Piedmont elle-même en Italie, celle du Milanais, et surtout celle du Frioul sont des exemples particulièrement démonstratifs...

» Un *caractère essentiel* est la division des cours d'eau, même s'ils sont de puissants fleuves, en plusieurs bras, formant comme un *faisceau de rigoles*, entre lesquelles s'étendent des îles allongées.

» Îles et rigoles changent de forme, les bras se déplacent à chaque crue qui ravage les îles; l'ensemble forme comme un vaste lit torrentiel *dépassant plusieurs kilomètres* de large. Toute la plaine du Frioul est ainsi balayée par les divagations du Piave, du Tagliamento, de l'Isonzo et de la Livenza.

» La *pente* des rivières de piedmont et des plaines qu'elles forment est relativement forte, comparable à celle des cônes de déjections.

» Dans le Piedmont, la Stura suit une pente de plus de 7 p. 1000; dans le Frioul, on note 4 p. 1000 pour le Piave, 5,6, pour la Meduna; le Rhin lui-même, dans la Haute-Alsace, coule sur une pente de près de 1 p. 1000 (ces pentes mesurées, bien entendu, sans suivre toutes les sinuosités). »

Nous avons souligné les pentes de 4 p. 1000 et 1 p. 1000.

C'est, selon notre modeste mais tenace opinion, vers ces limites qu'il faut rechercher l'origine de l'étalement des graviers ardennais de l'Est de Margraten, par exemple (où le distingué géologue néerlandais W. C. Klein <sup>(1)</sup> en situe le pied à l'altitude 163 A. P.) jusqu'au Sud de Schimmert (9 km. plus au Nord), où ce pied est encore à 115 A. P.

De même à l'Est, à la frontière germano-hollandaise, où nous trouvons les pieds des graviers à Kerkrade et Waubach, distants de 5 kilomètres, respectivement à 145 et 115 A. P.

Par-dessus la large zone d'érosion de la Meuse fossile à l'Ouest de Maestricht, par-dessus la profonde trouée de la Meuse pratiquée jusqu'à nos jours, le raccord de pente du pied des graviers ardennais de la Campine (que la belle étude, déjà citée, de 1932, de M. F. Halet situe p. 208, fig. 4, coupe n° III, à la cote 91, au sondage 119, à 3,200 m. Ouest du clocher de Lanaeken) peut être recherché de deux manières : soit en partant du Sud, à Oupeye (21 km. de distance pour 30 m. de différence d'altitude), soit bien plutôt de l'Est de Margraten (17 km. de distance pour 73 m. de différence d'altitude) — en passant au-dessus de la lisière Nord actuelle de la ville de Maestricht...

*Quantum mutatus ab illo tempore...*

\*  
\*\*

Un résumé très court de la belle étude de 1894 de M. le Prof X. Stainier <sup>(2)</sup> nous paraît devoir s'enchâsser ici.

A quelle époque et sous l'influence de quels agents s'est formée la vallée de la Meuse, s'est demandé l'auteur, dont les observations entre Lustin et Engis portent sur 52 kilomètres.

*Période tertiaire.* M. X. Stainier rappelle les travaux de Van den Broeck en 1889 et 1893, et les siens propres de 1892, relatifs aux premiers dépôts connus de la Meuse.

Puis, sur carte au 160.000<sup>e</sup>, il figure les amas observés de Lustin à Engis : une faible partie du dépôt fluviatile primitif. Non seulement l'érosion n'a plus laissé que des lambeaux isolés de la nappe de cailloux, antérieurement ininterrompue, mais les limites mêmes en ont été altérées.

(1) W. C. KLEIN, Het Diluvium langs de Limburgsche Maas. (Extrait des *Verhandelingen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën*. Geologische serie, II, juin 1914. La Haye, Mouton et C<sup>o</sup>.)

(2) X. STAINIER, Le Cours de la Meuse depuis l'ère tertiaire. (*Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. VIII [1894], pp. 83-101.)

On déduit ceci de ce levé : la Meuse tertiaire (des cailloux blancs originaires des Vosges), de direction voisine de celle du fleuve actuel, aurait eu de 4,000 à 10,000 mètres de largeur et une pente de 1 mètre par kilomètre. Elle semble venir de Walcourt.

Cette zone de cailloux blancs domine *actuellement* les terres voisines, dont les couches supérieures ont été érodées.

*Période quaternaire.* Les traînées « campiniennes » de cailloux déterminent un fleuve plus voisin en direction de l'actuel que le fleuve tertiaire. Il vient cette fois par Givet. Sa largeur devait être de 800 à 3,200 mètres.

L'altitude *actuelle* des cailloux blancs et des graviers « campiniens » prouve des mouvements du sol différentiels dans le temps et l'espace :

	Tertiaire.	Campinien.
Lustin ... ..	235	125
Dave ... ..	235	160
Marche-les-Dames ... ..	180	170
Huy... ..	190	145
Engis ... ..	200	175

\*  
\*\*

Pour ce qui est de la dénudation profonde du sol meuble sur les deux rives de la Meuse ancienne, en aval de Namur, rappelons la brève note de M. G. Courty, sur la « Formation de la Pénéplaine des Flandres » (*Livre Jubilaire 1874-1924, Soc. géol. de Belgique*, pp. 114-115).

Avec M. Gosselet, M. G. Courty admet que les « monts de Flandre », de Cassel à Grammont, résultent de l'érosion :

« Le plateau s'est trouvé, à la fin du Pliocène, entamé par des eaux de fusion glaciaire qui, dans un laps de temps plutôt rapide, ont vraisemblablement effectué l'abrasion des terrains tertiaires ».

Par là se comprendrait l'érosion des rives meubles de la Meuse tertiaire.

\*  
\*\*

Ce point capital de la vision de M. X. Stainier étant ainsi confirmé, poussons en aval en utilisant le si remarquable « Compte Rendu de la Session extraordinaire de 1896 » (t. XXXII, 1897, *Soc. Malacol. de Belg.*), par MM. Forir et Lohest.



Nous retrouvons les traces de la « Meuse tertiaire » de M. X. Stainier : *page 14* (du tiré à part)... sablière de Rocour (alt. 190): « Masse épaisse de sable fin, blanc, micacé, sans stratification apparente, ravinée, par une couche plus ou moins épaisse de cailloux roulés de quartz blanc, dont le volume ne dépasse guère celui d'une noix. »

M. Lohest, estime que ce seraient peut-être là les vestiges d'un delta d'embouchure.

Avis saisissant, relatif à la rive plate, Nord, d'une Meuse tertiaire dont la zone entière s'est soulevée ensuite.

Pour permettre en aval, plus tard, à la Meuse coulant au Sud de Margraten de s'étaler largement sur les deux Limbourg, il faut aussi *une* rive Nord basse, près d'une embouchure.

Une surélévation dans le Sud, une crue exceptionnelle, un mouvement local du sol peuvent déchirer alors la rive basse du Nord et permettre l'épandage des graviers sur la plaine de piedmont au Nord, suffisamment déclive.

Et tel le terrain se montre à Margraten, comme en aval et en amont.

*Page 15...* saillant Ouest du fort de Hollogne (alt. 190) : même sable blanc micacé... au-dessus, cailloux blancs identiques.

*Page 16...* mi-distance entre le Dièrin-Patar et le château de Hollogne (alt. 190), assise de cailloux roulés de quartz blanc épaisse de 1<sup>m</sup>50, non remaniée, surmontant et ravinant le même sable blanc micacé.

... Sablière de Crotteux (alt. 180) — donc 10 m. plus bas —: cailloux roulés de quartz blanc *associés* à des cailloux oolithiques, à des cailloux de phtanite houiller et à des cailloux tourmalinifères...

Les roches ardennaises y sont rares (M. Lohest, p. 20)... Mais elles commencent à se montrer : l'érosion verticale, continue, après avoir amené de Lorraine les roches triasiques et jurassiques, entraîne d'Ardenne les cailloux primaires...

*Page 28...* sablière communale de Mortroux (alt. 180). Ce n'est plus le sable de Rocour : « c'est plutôt un fin gravier... la grosseur du grain augmente vers le bas; à la profondeur de 6<sup>m</sup>75, on observe, mêlés au gravier, des cailloux roulés et des galets aplatis de roches ardennaises, parmi lesquels se trouve un bloc d'arkose pisaire paraissant appartenir à l'âge gedinnien.

De ces données précises et, d'autres qui le sont moins — des amas de cailloux ardennais épars dans les champs — résulte, sur le site de Liège, la présence probable d'une Meuse atteignant presque le niveau 180 et encadrée par les trois sommets : église Sainte-Walburge au Nord, lisière méridionale de Chat-Queue (Seraing) au Sud et château de Gaillardmont (Grivegnée) à l'Est.

Donc une ouverture de vallée dépassant 5 kilomètres et dans laquelle débouchaient, ensemble, de part et d'autre du Petit-Mont d'Embourg (Rond Chêne, alt. 190 avec des cailloux ardennais), l'Ourthe et la Vesdre. Leur front commun (3 km.) d'embouchure dans la Meuse allait, de la butte dominant Streupas au Sud-Ouest, à l'avancée occidentale de la massive croupe de Bouxharmont (Beyne-Heusay).

Nous allons retrouver les traces de l'ensemble de ces eaux en Limbourg hollandais, grâce à l'étude de W. C. Klein.

\*  
\*\*

*Het Diluvium langs de Limburgsche Maas* de W. C. Klein, est attachant dans sa centaine de pages, mais surtout par sa carte au 200.000<sup>e</sup> et ses dix profils au 50.000<sup>e</sup> (avec hauteurs exagérées 10 fois).

Spécialement le I et VI qui se croisent à Margraten, d'Ouest en Est et du Sud au Nord.

Ce dernier donne le profil en travers d'une Meuse fossile des premiers temps quaternaires : M. X. Stainier l'a suivie de Lustin à Engis, en contre-bas des pentes du Condroz; la zone liégeoise l'a vue se gonfler de l'Ourthe et de la Vesdre, puis côtoyer le pied Ouest des plateaux de Herve.

La voici maintenant le long du pied Nord de ces plateaux, orienté de Schilberg (frontière hollando-belge) à Richterich (Nord d'Aix).

Le fleuve a toujours sa rive droite dominée par les hauteurs, mais sa rive gauche est à l'altitude de la plaine qui descend en glaciais vers la mer.

A une échelle quasi vingtuple, la Meuse fait songer à la Lys à l'aval de Deynze, dont les eaux, au lieu de continuer vers le Nord-Est, n'ont qu'une plaine à traverser pour « changer d'embouchure » vers la mer, comme le fleuve Jaune, mais cette fois en petit...

\*  
\*\*

Le profil VI de W. C. Klein nous montre donc, sur un fond de craie en pente douce (rive droite, alt. 168, rive gauche, à Margraten, alt. 160), les graviers ardennais étalés uniformément sur tout le fond, large de 5 kilomètres.

Cette Meuse fossile est un grand fleuve, aux crues largement fournies d'eau et de graviers, susceptible de déchirer sa rive Nord et de faire un étalement de plaine de piedmont bien plus large que celui des exemples européens prérappelés.

La pente transversale Sud-Nord est très faible dans le lit et conforme à l'accentuation de l'érosion vers la rive Nord concave.

Pas n'est besoin de faire intervenir un mouvement tectonique. Si les 4 failles indiquées par le Dr W. C. Klein à Margraten et au Nord ont dû jouer (M. F. Halet les a signalées de nouveau en 1925 <sup>(1)</sup>), notamment Sibbe, Klauwpijp, Schin op Geul), c'est sans doute en corrélation avec l'anticlinal de Fraipont, pour la « déchirure » de la rive Nord qui a produit l'énorme étalement de graviers allant du Démer à la Roer.

Nous, Belges, nous voyons surtout la carapace des cailloux en Campine, de 6 mètres d'épaisseur moyenne et dont le sommet dépasse, au Sud, l'altitude 100 (à 3 km. Nord-Ouest de Lanaeken).

Mais que dire de la région entière de Schimmert (14 km. à l'Est), où les eaux ont amené, sur terrains oligocènes, le manteau de graviers 27 mètres encore plus haut?

C'est la raison des calculs faits antérieurement (p. 280) sur la base d'une large déchirure de la rive plate Nord, vers Margraten.

\*  
\*\*

La déchirure de rive Nord se sera étendue ensuite, selon nous, sur une vingtaine de kilomètres vers l'Est, à la manière du fleuve Jaune. Et cela explique l'épandage de graviers de l'altitude 145 à 115 dans la plaine de piedmont qui va de Kerkrade à Waubach, sur 6 kilomètres.

Le grand fleuve de la Meuse, s'étant ouvert ainsi une large échappée vers le Nord par la zone de Sittard, accentua la déchirure de sa rive gauche, toujours plus en amont, vers la courbure à l'Ouest de Neufchâteau.

L'érosion croissante sur la craie, dérivant de l'accentuation de pente des eaux du fleuve, nous fait voir, sur le profil IX de

---

(1) FR. HALET, Les failles de la région du Haut-Démer. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXXV [1925], pp. 120-148.)

W. C. Klein, le pied des graviers à l'altitude 135 sur la rive droite de la Berwinne, entre Neufchâteau et Richelle.

De là, à l'altitude 91 relevée pour le pied des graviers sur le sable très quartzueux boldérien par M. Halet au sondage 119, il y a juste 20 kilomètres. 44 mètres de différence de niveau, pour 20 kilomètres de distance horizontale, nous mettent juste au milieu des limites de pentes des plaines de piedmont que nous indique M. Emm. de Martonne, en 1926.

Si nous faisons le contrôle de pente depuis cette rive droite de la Berwinne, pied des graviers 135, jusqu'à ceux qui encadrent le cours terminal du Geer à l'altitude 96, nous trouvons 37 mètres pour 12 kilomètres, donc une pente initiale plus forte pour le « sommet » de la pente de piedmont, ce qui est dans l'ordre normal.

### III. — RÉPERCUSSION DE LA « MEUSE FOSSILE D'EYGENBILSEN » SUR LA CONCEPTION DES TERRASSES A L'AMONT ET L'AVAL DE MAESTRICHT

Notons tout spécialement, avant de poursuivre l'examen des pentes décroissantes des pieds de graviers vers le Nord, cette donnée capitale du profil IX de W. C. Klein :

Il n'y a, entre Oupeye et Richelle, dans les terrains primaires, si propres à garder fidèlement l'empreinte, *nulle trace de moyenne terrasse*; et ce, dans une vallée large, au fond, de 2,500 mètres.

La terrasse moyenne n'apparaît vraiment que dans la zone de Maestricht et au Nord, comme tronçon aval de la Meuse fossile d'Eygenbilsen, réduite, ainsi que le moule indiscutable l'indique, à un fleuve de 500 mètres de largeur.

Le parti pris de raccorder dans un profil en long quelques traces de méandres, toutes locales, à l'amont de Maestricht, peut conduire à des paradoxes criants, tel ce profil de « Terrasse inférieure » d'une étude toute récente : on y voit le cours en aval de Maestricht *plus haut en altitude* que le cours amont... sans pouvoir invoquer la tectonique!

Dans la réalité, la Meuse fossile, si bien conservée à Moperlingen, Eygenbilsen, Gellick, et son raccourci, Hees-Veldwezelt-Caberg, ont servi de raccordements très éphémères entre la Meuse aval, alors au niveau de la moyenne terrasse repérée par W. C. Klein, et la Meuse amont, portée au niveau de la haute

terrasse bien connue (Liège-Cointe, Chartreuse, Pontisse) par une accentuation rapide du soulèvement des terrains secondaires et primaires dans la zone de la Meuse, de Namur à Saint-Pierre sous Maestricht, comme à l'Est.

\*

\*\*

Au Nord des failles de Hees et de Mopertingen, précisées par M. F. Halet, depuis 1925, aucun mouvement du sol ne semble avoir modifié la régularité d'allure des couches oligocènes depuis le Haut-Démer jusqu'à la Geleen, de Bilsen à Elsloo, d'un flanc de la Meuse à l'autre.

La planche V du tome XXXV (1925) a permis à M. Halet de montrer la remarquable régularité de pente et de direction du contact — entre Bilsen et la Meuse.

Nous-même, à diverses reprises, en utilisant les données précieuses du même auteur [t. XLII, 1932, pp. 195-225] déjà signalées, celles de l'éminent géologue néerlandais W. J. Jongmans <sup>(1)</sup> et nos visites rive droite de la Meuse lors du creusement du Juliana Kanaal à Elsloo, croyons pouvoir signaler aux compétences que le contact  $\begin{matrix} R2c \\ R2b \end{matrix}$  nous paraît se continuer, avec une remarquable constance et régularité, depuis les célèbres sondages 123 (Gellick) et 125 (Lanaeken) jusque dans le coteau de la rive droite de la Meuse au Sud d'Elsloo.

Aucune faille, aucun ridement, aucune accentuation d'une surélévation quelconque ne semble troubler une impressionnante régularité des couches oligocènes de Bilsen à Elsloo-Beek.

\*

\*\*

Et naturellement la couche de graviers ardennais que la Meuse a plaqués en plaine de piedmont, sur les terrains miocènes et pliocènes à peine érodés, participe de la régularité que nous venons de signaler.

Dans le sens Ouest-Est, comme dans celui Sud-Nord.

La base des cailloutis se trouve, comme nous l'avons déjà dit plusieurs fois, à l'altitude 91 au sondage 119 — et non « à 105 mètres près de Maestricht », — comme l'écrit M. Fourmarier, en 1924, dans le *Livre Jubilaire 1874-1924* déjà cité.

A Meeuwen, dit-il encore, elle est « à 75 mètres environ ».

<sup>(1)</sup> Geologische onderzoekingen voor de Nederlandsche Spoorwegen in Limburg in verband met bodemafschuivingen, tirées de la revue *Spoor- en Tramwegen* de La Haye, 4 et 18 août, 1<sup>er</sup> et 15 septembre 1931.

Nous la croyons au-dessous.

En admettant cette donnée, combinée avec l'altitude 91, il y aurait jusque-là, dans le Nord, la pente de 1 p. 1000 indiquée par M. Emm. de Martonne pour la plaine de piedmont.

C'est la condition *sine qua non* de la possibilité de l'épandage gigantesque des graviers ardennais sur les deux Limbourg,

\*  
\*\*

Cet épandage fait et régularisé sur toute la largeur, suivant le processus indiqué par M. Emm. de Martonne, la Meuse et ses affluents de l'aval de Liège en ont commencé l'érosion,

Le Démer aussi.

Car nous avons attribué (t. XLII, 1932, p. 133) à la barrière des cailloux ardennais étalés la « conception simple et saine des origines du Démer transséquent, *chêneau inguinal* longeant le pied du plateau limbourgeois, lequel avait progressivement arrêté le cours aval des troncs conséquents pliocènes de la région de Bilsen à Aerschot ».

\*  
\*\*

Quant à la Meuse, ayant pris définitivement au Nord d'Oupeye et Richelle la direction générale de sa vallée actuelle, elle se frayait, au travers de ses propres cailloux, la large trouée entre les masses graveleusee restantes de chacun des Limbourg, — celle de l'Est étant la dominante en altitude, le bombement central.

Et ces cailloux, elle les balayait vers le Nord, en les remaniant, à chaque grande crue.

L'enfoncement continuant pour la Meuse, — plus profond au Nord dans les couches meubles tertiaires et ce en contre-bas de la terrasse moyenne de Caberg et d'Elsloo-Urmond, — il s'ensuivit une accentuation rapide du creusement de la vallée de Maestricht à Liège par érosion régressive.

Cette entaille profonde droit au Sud, vers l'embouchure commune de l'Ourthe et de la Vesdre, laissa quelques petites terrasses locales, comme étroits témoins intermédiaires de méandres disparus.

## CONCLUSIONS

### 1. Géologie.

Les textes ci-dessus et d'autres considérations qui les allongeraient encore nous ont convaincu des conceptions suivantes rappelées en 1896 par MM. Forir et Lohest :

« Les terrains tertiaires occupent en général une situation

d'autant plus septentrionale qu'ils sont plus récents, ce qui indique un soulèvement du pays pendant le tertiaire (progressif ou intermittent ou basculant) ».

Après le tertiaire aussi!

a) L'épandage de graviers ardennais sur les deux Limbourg, au Nord de la ligne Maestricht-Aix, n'a pu se faire que par un soulèvement de l'ordre de 130 mètres *vers le Nord* des plateaux de Herve, soulèvement *différentiel* allant de l'Entre-Sambre-et-Meuse à la rive droite du Rhin.

b) La plaine de *piedmont*, ainsi constituée, a été ravinée par la Meuse sitôt après.

Celle-ci, depuis Liège, s'est détournée vers l'Ouest en se rapprochant de la ligne de plus grande pente *nouvelle* des terrains et, en plus, en attaquant la masse des graviers à l'Ouest de son bombement marqué par le méridien Margraten, Schimmert, Sittard.

L'enfoncement atteignait, dans la couche de gravier et les terrains au-dessous, à Lanaeken 55 mètres environ (jusqu'au niveau 52 A. P. de la terrasse moyenne de Rothem, Nord-Est de Maestricht), quand

c) Se produisirent, à l'Ouest du cours du fleuve, les failles de Hees et de Mopertingen, que toutes les données de sondages semblent logiquement prolonger, au travers de la ville même de Maestricht, vers la faille de Klauwpijp, Sud de Valkenburg.

Le rejet de celle-ci, reconnu dans les carrières, sur près de 2,000 mètres, est de 32 mètres. Mais son jeu est antérieur à celles de l'Ouest, car, d'après les profils de W. C. Klein, la régularité des couches n'a plus été altérée depuis l'épandage des graviers au Sud de la Geulle.

Entre Hees et Mopertingen les deux failles, reconnues et dénommées par M. F. Halet (p. 222 de son étude de 1932 pré-rappelée), atteignent respectivement des rejets de l'ordre de 40 et 10 mètres, distants de 1,200 mètres.

La coupe II, plus à l'Est, le long du Canal Albert, indique à Kesselt (entre les chaussées divergeant de Maestricht vers Hasselt et vers Tongres) les deux failles distantes de 1,100 mètres, avec des rejets respectifs de 5 et 6 mètres. Ceux-ci seraient donc, aussi, basculants.

Le rejet total s'avérerait ainsi bien plus fort à l'Ouest, *vers Mopertingen*. Et cela explique, par la création d'une fosse *relative* de ce côté, la direction Nord-Ouest prise par la Meuse depuis le Sud de Kesselt et la grande boucle « fossile » vers Eygenbilsen, sur laquelle nous avons quelque peu raisonné.

C'est cette boucle « fossile », conservée en pente, coupe et direction sous le limon protecteur, qui démontre aussi que le rejet de la faille composite Hees-Mopertingen, après diminution vers Kesselt, est redevenue sous les bâtisses de Maestricht aux environs de 30 mètres au moins, et que ce jeu date de la « terrasse moyenne » de la Meuse ancienne nettement reconnue par W. C. Klein à Rothem et à Urmond-Berg.

Sinon, pourquoi la boucle d'une douzaine de kilomètres et la forte pente si précise de 2,5 pour 1000 d'Eygenbilsen à Gellick?

Au Sud de Maestricht, la terrasse de Liège-Cointe, Chartreuse et Pontisse correspondait donc, selon nous, *avant* les failles de Hees-Mopertingen, *avec* la « terrasse moyenne » reconnue par W. C. Klein au Nord de Maestricht, soit à Rothem et Urmond-Berg.

Le rejet de la faille de Hees, Mopertingen, Maestricht détermine donc successivement le détour par Eygenbilsen, le raccourci Hees-Veldwezelt, puis l'enfoncement rapide de la Meuse dans le Crétacé vers l'amont de Maestricht.

Cet enfoncement avait déjà commencé *avant* le jeu de la faille composite, puisque sur la montagne Saint-Pierre, au Sud du vieux fort, le contact Tongrien sur Maestrichien reste intact à la cote 83.

## II. Hydrologie.

La carte annexe (pl. VI) (qui est celle même de M. F. Halet de 1932, avec nos rares ajoutées) indique la vaste entrée des eaux par les sables *R2b* entre les argiles *R2c* et *R1c*.

Il y a une autre entrée des eaux captives au-dessous par *R1b*, tout aussi dangereuse.

Les eaux, outre les superficielles infiltrées sur le site même, sont fournies par la nappe très étendue du Maestrichtien qui vient de bien loin au Sud de la chaussée de Tongres, même sous la butte de Rosmeer, même de l'amont de la vallée du Kroonbeek.

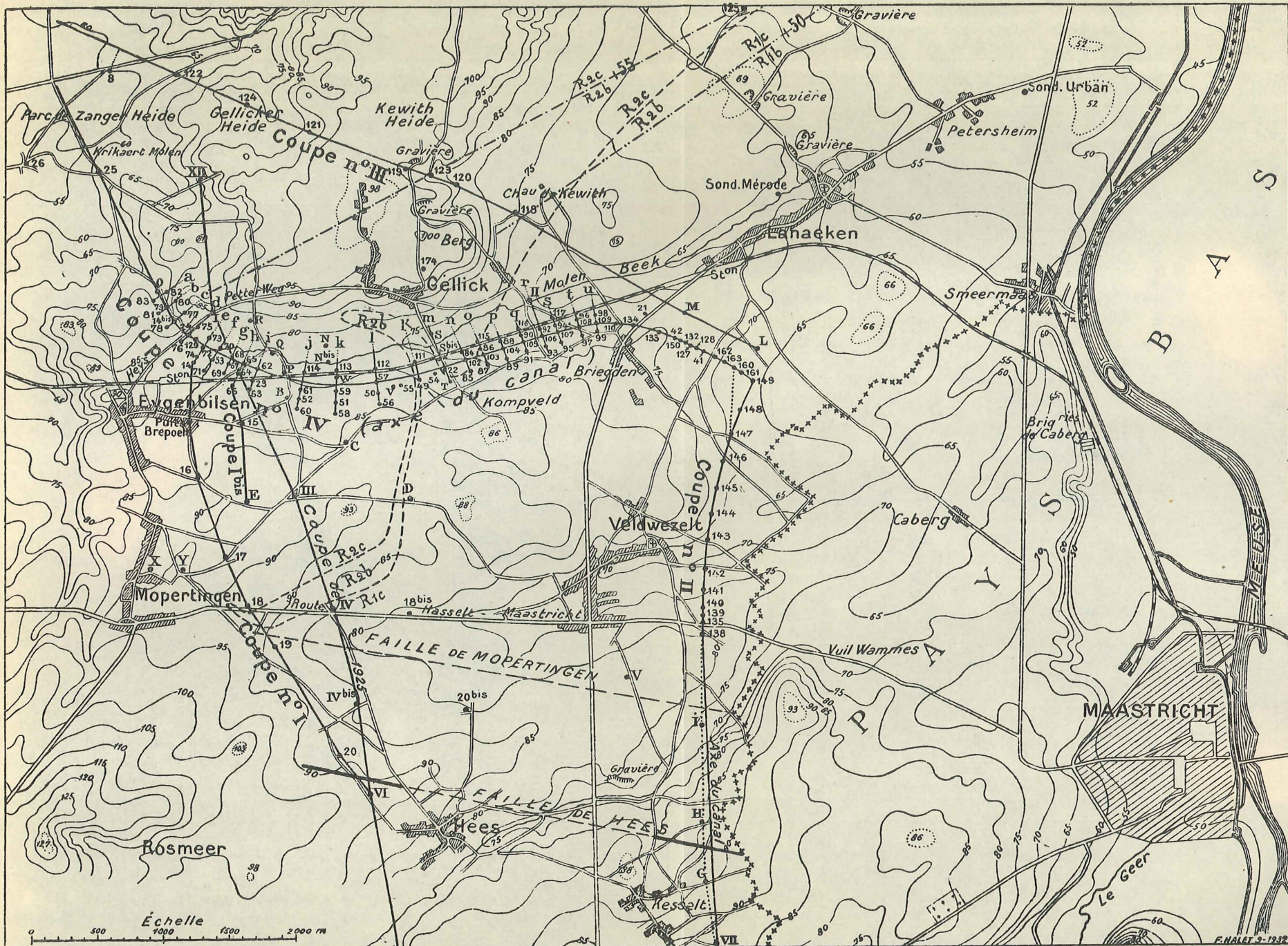
Les failles de Hees et de Mopertingen sont des transversales régulatrices des venues d'eau latérales.

La coupe de 1925 de M. F. Halet montre la venue des eaux vers le Nord, et d'autant mieux que le niveau en sera abaissé jusqu'à 70 environ par la saignée de la tranchée d'Eygenbilsen.

Ce qui s'en allait vers la Meuse, par l'Est, sera sollicité vers Eygenbilsen, à un niveau plus bas...

L'exemple de la distribution d'eau de Herstal, étudiée dans







l'excursion de la Société malacologique de Belgique, en 1896, est probant (t. XXXII, 1897, p. 11 du tiré à part).

La tranchée profonde d'Eygenbilsen sera donc l'exutoire à deux étages d'une nappe d'eau souterraine extrêmement nourrie, amenée du Sud et de l'Ouest, à ces deux étages, par l'inclinaison des couches vers le Nord et leur constitution spéciale, perméable ou non.

\*  
\*\*

Le but de ces lignes est de souligner cette situation une fois de plus. Avec le tracé intéressant de ce collecteur géant constitué, sur chaque rive du canal, par des tronçons de cette Meuse ancienne, large de 500 mètres et profonde de 10, dont c'est le moins qu'on puisse dire qu'elle est *partout où il ne faudrait pas...*

---

### A propos des formations dites Casterliennes des environs d'Hérenthals en Campine,

par F. HALET.

(Planche VII.)

#### I. — Les sondages du canal Albert à l'Est-Sud-Est d'Hérenthals.

Les recherches entreprises pour l'étude du tracé du canal Albert entre Hérenthals et Qwaedmechelen, à l'aide de sondages tubés, exécutés à sec et étroitement surveillés <sup>(1)</sup>, nous ont permis de dresser entre Hérenthals (à l'Ouest) et la vallée de la Grande Nèthe (à l'Est) la coupe géologique AB reproduite planche VII, figure 1. Les sondages, dans cette coupe, sont désignés par le numéro d'ordre qui leur a été assigné par le Service des Ponts et Chaussées. Leur repère est figuré sur le croquis topographique planche VII, figure 2.

De direction Nord-Ouest—Sud-Est, la coupe traverse une suite de collines, grâce à quoi on y trouve des précisions nouvelles sur la constitution de la région.

Du haut au bas, nous distinguons dans l'ensemble de cette coupe trois complexes :

1° Au haut, sur toute l'étendue de la coupe, des dépôts, géné-

---

<sup>(1)</sup> La collection complète des échantillons est déposée aux archives du Service géologique de Belgique.

ralement de faible épaisseur, composés de sables d'ordinaire finement quartzeux, intercalés de minces passées limoneuses. Nous les considérons comme holocènes (modernes) ou pléistocènes et les notons  $\frac{M}{PL}$ .

Leur base se distingue fréquemment, grâce à la présence d'un « gravier », fait de gros grains roulés de quartz, de rares petits galets roulés ou encore d'éclats de silex.

Ces formations sont particulièrement épaisses dans les dépressions du Wimpbeek et de la Grande Nèthe; dans ces vallées, les sables finement quartzeux superficiels avec lentilles limoneuses, passent vers le bas à des sables plus grossiers, avec, à la base, abondants galets roulés de silex de quartz et de quartzite. Très localement, de minces lentilles de tourbe ont été recoupées au haut des alluvions de ces vallées.

2° Sur une longueur d'environ 10 kilomètres en partant du Nord-Ouest, les formations holocènes et pléistocènes reposent sur des dépôts tout différents, essentiellement sableux et lenticulaires et dont l'épaisseur atteint, par endroits, plus de dix mètres. Le détail des coupes est si compliqué, qu'il est vraiment impossible de le représenter graphiquement à petite échelle.

Néanmoins et de façon générale, du sommet à la base de ces formations, on peut distinguer trois niveaux de composition assez constante :

a) Au bas, des sables à grain fin, gris, quelquefois gris-brunâtre, légèrement glauconifères. A la base de ces sables gris, nous avons trouvé, dans les échantillons qui nous ont été remis, quelques minuscules galets roulés de silex ou de gros grains roulés de quartz. Ces éléments nous paraissent remaniés des sables grossiers, d'âge diestien, sur lesquels ils reposent.

Localement, — ainsi entre les sondages 52 et 45, — existent, vers la base des sables gris, de minces bancs durcis ou plutôt des concrétions grésio-ferrugineuses, de nature friable, souvent riches en vivianite.

Les sables gris inférieurs passent, vers le haut, à un niveau de sables gris verdâtre, fins, souvent agglomérés par un ciment légèrement argileux qui les rend plus ou moins compacts; ces sables contiennent en maint endroit de nombreux petits débris de matières organiques d'origine végétale.

b) Les sables gris et gris verdâtre de la partie inférieure des formations sont surmontés de faibles épaisseurs, soit de sable brun, fin, humique, soit de sable gris blanchâtre, fin, pailleté

de mica, soit de sable rosé, soit, enfin, dans certains sondages, de sables ligniteux de couleur chocolat; ces derniers sont particulièrement bien représentés aux sondages 56 et 54, où ils constituent un véritable niveau ligniteux.

c) Enfin, vers la partie supérieure de ces formations, divers sondages ont recoupé de fines linéoles, épaisses de quelques centimètres, d'argile plastique, de couleur rosée, violacée ou saumon.

L'ensemble de ces formations, qui ne paraissent pas renfermer de fossiles déterminables, est distingué sur la coupe sous la notation D<sup>2</sup>, les niveaux ligniteux étant notés S.

Nous discutons ci-après l'origine et l'âge de ces formations.

3° Au-dessous de ce second terme, tous les sondages ont pénétré dans des terrains constitués de sables grossiers, souvent graveleux, très glauconifères, contenant parfois vers le sommet de tout petits galets roulés de silex.

A divers niveaux de ces sables s'intercalent de minces bancs de grès ferrugineux, ordinairement assez friables, mais qui localement peuvent être extrêmement compacts et tenaces.

Ces formations ne nous ont pas fourni de fossiles; mais leurs caractères lithologiques sont identiques à ceux des sables typiques des formations que nous rangeons dans l'assise inférieure du Diestien (1). D'où la notation D<sup>1</sup>, inscrite sur la coupe.

## II. — Quelques données complémentaires sur la région à l'Est d'Hérenthals.

Il résulte de la coupe géologique (pl. VII, fig. 1) que sur les plateaux situés entre Hérenthals et la Grande Nèthe, le Diestien inférieur de facies marin est surmonté de formations (notées D<sup>2</sup>) dont les caractères dénotent une origine différente.

C'est la première fois que l'on a, en Belgique, l'occasion d'étudier de semblables formations sur une si grande échelle.

Au point de vue stratigraphique, il ne nous a pas été possible, sur toute l'étendue de la coupe, de découvrir la moindre ligne de démarcation nette entre les dépôts diestiens inférieurs D<sup>1</sup> et les formations sus-jacentes D<sup>2</sup>. Quelques rares sondages ont certes mis en évidence la présence, au contact des deux formations, de quelques petits grains roulés de quartz et de rares et fort petits galets roulés de silex; mais ces éléments sont telle-

(1) F. HALET, Les formations néogènes au Nord et à l'Est de la ville d'Anvers. (*Bull. de la Soc. belge de Géologie*, t. XLV [1935], pp. 141-153.)

ment abondants à divers niveaux des sables diestiens sous-jacents que l'on ne peut les considérer comme soulignant une démarcation stratigraphique entre deux formations.

Lithologiquement, le complexe D<sup>2</sup> présente les mêmes caractères que les terrains affleurant à la base des collines de Lichtaert, de Casterlé et au sommet de celles d'Heyst-op-den-Berg et de Beersel.

Afin de montrer la relation des formations D<sup>2</sup> rencontrées dans la coupe du canal Albert, avec celles affleurant à la base des collines de Lichtaert et de Casterlé, nous avons dressé deux coupes verticales de direction Sud-Nord, dont les traces sont notées CD et EF sur la carte topographique (pl. VII, fig. 3).

Ces coupes ont été établies au moyen des données fournies par l'étude des échantillons de quelques sondages et puits profonds creusés dans la région en ces dernières années (1).

La coupe CD (pl. VII, fig. 4) est tracée entre le canal Albert (sondage n° 55) au Sud et le village de Lichtaert (Puits n° 181 creusé en 1921 chez M. Baeyens) au Nord.

La coupe EF (pl. VII, fig. 5) est tracée entre, au Sud, le village de Gheel (Puits n° 213 creusé en 1911 à la Brasserie du Lion Rouge) et, au Nord, le village de Casterlé (Sondages n° 178 et n° 180, exécutés par Putzeys en 1912).

Ces deux coupes montrent que les formations D<sup>2</sup> et D<sup>1</sup> se poursuivent avec les mêmes caractères dans le sens Sud-Nord et se raccordent parfaitement aux mêmes formations rencontrées dans la coupe du canal Albert.

Les formations D<sup>2</sup> sont surmontées, tant à Lichtaert qu'à Casterlé, d'une faible épaisseur de formations scaldisiennes notées Sc sur ces deux coupes.

### III. — Quelques opinions anciennes sur les collines des environs de Casterlé.

Lors de ses levés de la planchette Lille vers 1881, Van Ertborn, ayant constaté en un point une succession analogue à celle relevée par nous sur une longueur de plusieurs kilomètres dans les sondages du canal Albert, a rapporté au Casterlien les sables D<sup>2</sup> immédiatement superposés à ceux que nous rapportons au Diestien inférieur D<sup>1</sup>.

Il est donc utile de rappeler brièvement les opinions qui ont successivement été émises au sujet du Casterlien.

(1) Les coupes détaillées de ces puits sont conservées aux archives du Service géologique de Belgique.

A la base des collines de Casterlé et de Lichtaert, ainsi qu'au sommet des collines de Heyst-op-den-Berg et de Beersel (pl. VII, fig. 3) existent des formations sableuses et argileuses dont l'âge a depuis bien longtemps été fort discuté.

Trompé par l'étroite ressemblance que la colline de Casterlé présente au point de vue lithologique avec celle du Bolderberg, André-Hubert Dumont, dans sa carte de 1849, a finalement rangé, dans son système diestien, les formations supérieures de la colline de Casterlé, tandis qu'il classait dans son système Boldérien les sables jaunes et gris qui en forment la base et qu'il avait un instant songé à présenter pour type d'un système *casterlien* également représenté au Bolderberg (1).

En 1868, Dewalque montra, par l'étude de la faune des formations situées au sommet des collines de la région de Casterlé et de Poederlé, qu'elles étaient d'âge scaldisien et non pas diestien (2).

En 1881, Van Ertborn et Cogels ont, au cours de leur levé de la planchette Lille, fait voir que les sables blancs et gris de la base des collines de la région de Casterlé ne pouvaient être d'âge boldérien et les ont rangés dans l'étage inférieur du système scaldisien d'André Dumont (3).

En 1882, E. Van den Broeck (4) a considéré les formations à la base de la colline de Casterlé, ainsi que celles au sommet des collines de Beersel et Heyst-op-den-Berg, comme des dépôts poldériens ou lagunaires, facies latéral des sables marins à *Isocardia cor*, si bien représentés dans les bassins d'Anvers. D'autre part, comme il constatait partout la liaison intime du niveau en question avec les sables diestiens sous-jacents, il a conclu que tant les sables à *Isocardia cor* d'Anvers que les argiles lagunaires de Heyst-op-den-Berg et Beersel devraient, lorsque leur rattachement serait plus amplement montré, être réunis, à titre de facies, dans un même étage *casterlien*, terme supérieur du système diestien.

En 1902, à la suite de l'opinion exprimée par le D<sup>r</sup> Harmer

(1) *Mémoires sur les terrains crétacés et tertiaires*, préparés par feu ANDRÉ DUMONT, édités par M. MOURLON, t. II, p. 195; t. IV, pp. 529-530 et 544-545.

(2) Noté sur le dépôt scaldisien des environs d'Hérenthals. (*Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. III, p. 7.)

(3) *Texte explicatif du levé géologique des planchettes de Casterlé et de Lille*. Bruxelles, F. Hayez, imprimeur de l'Académie royale de Belgique (1881).

(4) Diestien, Casterlien et Scaldisien. (*Soc. Malacol. de Belgique*, t. 17 [1882], pp. CIII-CVIII.)

que les couches de Lenham <sup>(1)</sup> seraient les équivalents des sables de Diest à *Terebratula grandis* et que le Crag corallien serait du Casterlien à *Isocardia cor*, Van Ertborn <sup>(2)</sup> a fait remarquer qu'aucun niveau stratigraphique ne sépare le Casterlien de l'ancien Diestien proprement dit et qu'il résulte de ce fait que ces dernières assises forment un tout indivisible et qu'ainsi, pour la Belgique, la question est définitivement tranchée.

La même année, E. Van den Broeck déclarait partager entièrement l'avis de Van Ertborn sur l'impossibilité absolue d'établir une distinction stratigraphique et même une différenciation chronologique sérieuse entre les facies diestiens : sables grossiers, ferrugineux à *Terebratula grandis*; sables fins, glauconifères à *Isocardia cor*, et les sables casterliens sans fossiles; il considérait que l'ensemble ne forme qu'un seul étage, l'étage diestien, base du Pliocène en Belgique.

Il tenait en outre qu'en ce qui concerne l'Angleterre, il n'est nullement démontré qu'il faille séparer nettement l'horizon de Lenham de celui du *Coralline Crag*, ainsi que le proposait à cette époque le Dr Harmer.

En 1923, Jules Cornet <sup>(3)</sup> exprimait l'avis suivant : « Harmer place au niveau du Gedgravien (*Coralline Crag*) du Suffolk une assise que l'on range en Belgique dans le Diestien et dont on a fait autrefois le Casterlien. C'est l'assise des Sables gris à *Isocardia cor*... Les *Argiles et Sables de Heyst-op-den-Berg* sont des dépôts locaux de nature lagunaire, contemporains des sables marins à *Isocardia cor* du voisinage d'Anvers... »

» Dans la même assise, on place les sables fins quartzeux blancs ou jaunâtres, micacés, paraissant d'origine dunale, dits *Sables de Casterlé*... »

Ajoutons que, dans la plus récente édition du *Handbook of the Geology of Great Britain* <sup>(4)</sup>, au tableau de la classification des dépôts pliocènes d'Angleterre, la zone à *Isocardia cor* d'Anvers est rapportée au Casterlien, qui correspondrait au Gedgravien ou *Coralline Crag*.

(1) HARMER, Un desideratum stratigraphique au sujet des couches de Lenham par rapport au Pliocène belge. (*Bull. de la Soc. belge de Géologie*, t. XVI [1902], pp. 160-161.)

(2) Le Diestien et les sables de Lenham, le Miocène démantelé et les Box Stones en Angleterre. (*Ibidem*, t. XVI [1902], pp. 170-173.)

(3) JULES CORNET, *Géologie*, t. IV, p. 723, § 2516. Mons, 1923, Leich-Putsage.

(4) J. W. EVANS et C. J. STUBBLEFIELD, *Handbook of the Geology of Great Britain*, p. 433. London, 1929, Th. Murby.

## IV. — Que penser du Casterlien ?

Il nous reste à fixer l'origine et l'âge des dépôts notés D<sup>2</sup> dans les coupes (planche VII, figures 1, 4 et 5).

Ces formations, auxquelles on a toujours donné le nom de Casterliennes, sont, comme nous l'avons vu, essentiellement sableuses; très légèrement glauconifères à la base, elles renferment en outre à divers niveaux des restes de matières humiques, des lignites et des linéoles argileuses; elles paraissent régulièrement stratifiées dans le sens horizontal et lenticulaires; elles sont, par places, d'allure légèrement ravinante.

Il ne nous est guère possible, en l'absence d'éléments fauniques, d'être vraiment affirmatif au sujet de l'origine de ces formations dites casterliennes. Cependant, d'après leurs caractères lithologiques, nous sommes porté à les considérer comme fluvio-marines ou estuariennes.

Le niveau stratigraphique qu'elles occupent et l'absence de démarcation bien nette d'avec les dépôts diestiens D<sup>1</sup> sous-jacents, nous amènent à les rattacher à l'assise diestienne inférieure et à considérer ces formations casterliennes comme des sédiments fluvio-marins déposés vers la fin de la régression du Diestien inférieur.

Comme nous l'avons indiqué dans le corps de cette note, la plupart des géologues qui ont étudié la question des dépôts casterliens ont considéré ces formations comme synchroniques de celles du Diestien supérieur à *Isocardia cor*. Mais nous avons montré, dans une note récente, qu'aux environs d'Anvers <sup>(1)</sup> les deux assises du Diestien ont des caractères nettement marins et sont séparées par un cordon littoral très bien marqué.

Ces deux assises renferment des faunes très semblables, bien qu'elles ne représentent pas, à notre avis, deux formations synchroniques, mais au contraire successives.

En outre, les formations dites casterliennes des régions de Casterlé, Hérenthals, Heyst-op-den-Berg et Beersel n'existent que très au Sud des limites que l'on peut assigner actuellement à l'extension des sédiments du Diestien supérieur.

Comme nous ne connaissons pas les relations stratigraphiques directes qui existent entre les formations dites casterliennes et celles du Diestien supérieur, ou zone à *Isocardia Cor*, nous considérons, en l'absence d'arguments paléontologiques, que la synchronisation de ces formations dites casterliennes avec le

(1) F. HALET, Les formations néogènes au Nord et à l'Est de la ville d'Anvers. (*Bull. de la Soc. belge de Géologie*, t. XLV [1935], pp. 141-153.)



Diestien supérieur ne peut se justifier sans plus ample information et qu'il est plus logique de ranger ces formations au sommet du Diestien inférieur D<sup>1</sup>.

Pour distinguer ces formations des deux autres assises du Diestien, nous estimons qu'il conviendrait de leur maintenir la désignation de formations casterliennes.

Il en résulterait que la légende de l'étage pliocène Diestien devrait comprendre les termes suivants :

- D<sup>3</sup> ASSISE SUPÉRIEURE Sable gris verdâtre, glauconifère (zone à *Isocardia cor* et *Terebratula perforata* Defrance).  
MARINE.  
(GEDGRAVIEN.) Cordon littoral à la base.
- D<sup>2</sup> ASSISE MOYENNE Dépôts lenticulaires de sable humique, lignite,  
FLUVIO MARINE sable fin, pailleté, gris blanchâtre et rosé;  
(CASTERLIEN.) linéoles d'argile rosée et saumon.  
Sables fins, gris verdâtre, avec débris de végétaux.  
Sables gris, fins, légèrement glauconifères.  
Passage insensible aux formations sous-jacentes.
- D<sup>1</sup> ASSISE INFÉRIEURE Sable gris verdâtre, glauconifère, avec zones de  
MARINE. sable grossier graveleux, devenant plus fin et  
(LENHAMLIEN.) souvent de couleur noire vers la base (zone à *Terebratula perforata* Defrance). Cordon littoral à la base.

Il conviendra donc dans la suite de ne plus synchroniser le Gedgravier (Coralline Crag), c'est-à-dire la zone dite à *Isocardia cor*, avec le Casterlien, terme qui sera réservé à des formations vraisemblablement un peu plus anciennes.

#### V. — Importance technique de la distinction des formations casterliennes des autres assises du Diestien.

Il n'est pas sans utilité d'attirer l'attention, en raison de l'importance qu'ils présentent du point de vue technique, sur les caractères très spéciaux des sédiments casterliens.

Dans l'exécution de travaux publics, la finesse des sables de l'assise casterlienne mérite d'être prise en considération.

Là où ils sont imprégnés d'eau, ces dépôts deviennent bouillants et peuvent en conséquence donner lieu à des difficultés spéciales lors du creusement de tranchées profondes pour la création de canaux, de routes ou de chemins de fer.

D'autre part, au point de vue hydrologique, ces formations ne conviennent guère au creusement de puits, même filtrants, car elles ne sont pas susceptibles de fournir d'importantes quantités d'eau.



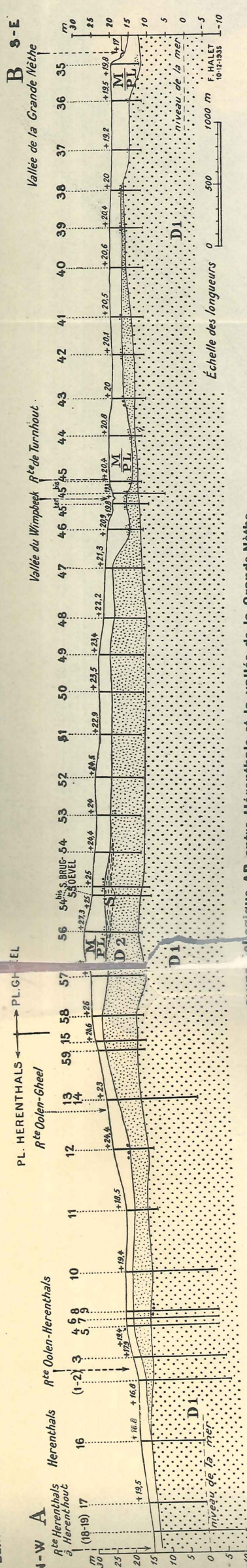


FIG. 1. — Coupe géologique AB entre Hérenthals et la vallée de la Grande-Nèthe.

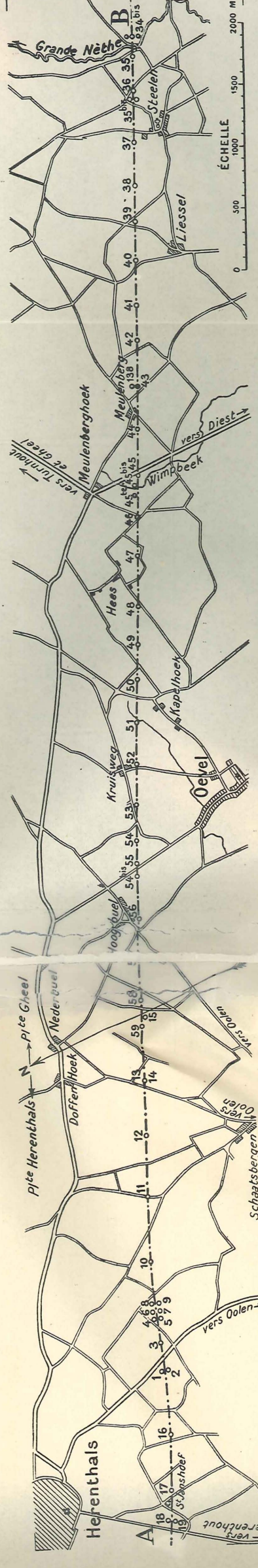


FIG. 2. — Plan de sondages entre Hérenthals et la vallée de la Grande-Nèthe.

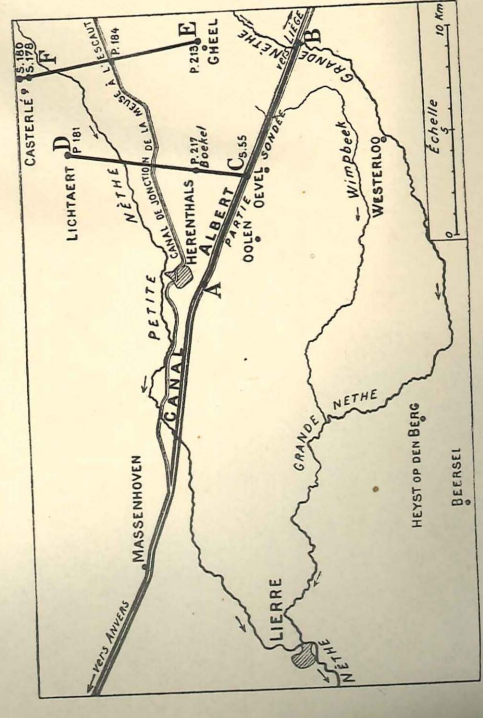


FIG. 3. — Esquisse topographique de la région entre Lierre et Casterlé.

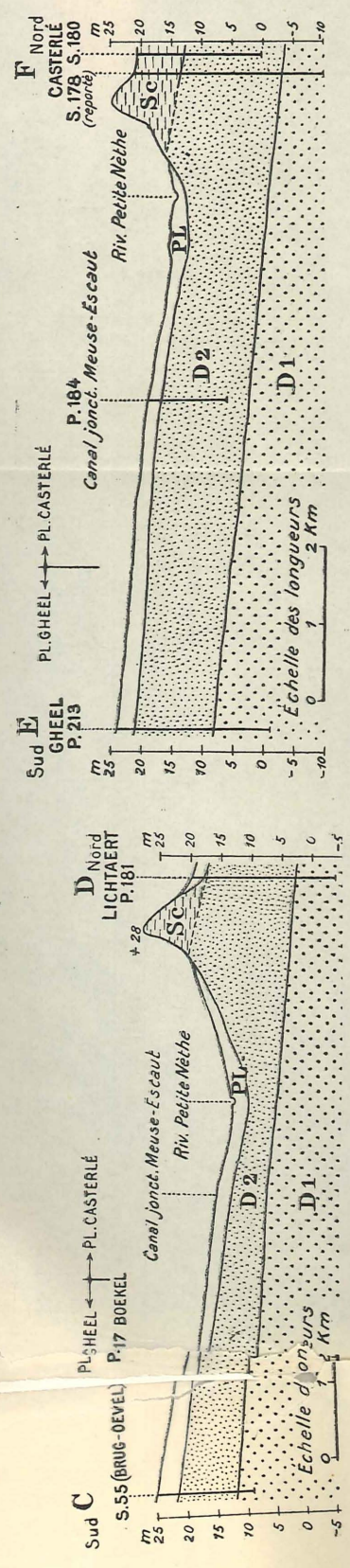


FIG. 4. — Coupe géologique CD entre Hérenthals et Lichteart. (S = sondages; P = puits.)

FIG. 5. — Coupe géologique EF entre Gheel et Casterlé. (S = sondages; P = puits.)



### Le puits artésien des Usines Remy à Wygmael-lez-Louvain,

par F. HALET,

Membre correspondant de l'Académie royale de Belgique,  
Géologue principal au Service géologique de Belgique.

#### A. — LE NOUVEAU Puits DES USINES REMY

Le puits artésien profond de 230<sup>m</sup>50, des Usines Remy à Wygmael, a été foré, en 1932, par la firme Foraky, de Bruxelles.

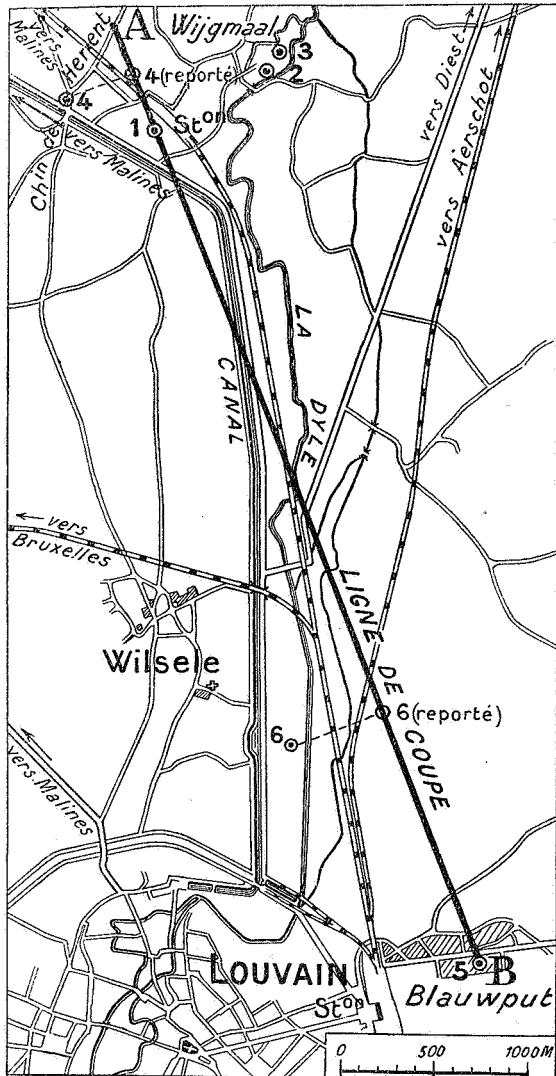


FIG. 1. — Esquisse cartographique des environs de Wygmael.

Son emplacement est indiqué sous le n° 1 au croquis topographique (fig. 1).

Le forage de ce puits a été exécuté à curage continu par courant d'eau, d'abord au trépan à lames, jusqu'à la profondeur de 134 mètres, ensuite à la couronne annulaire, hormis dans les passes où la nature des roches traversées a imposé l'emploi du trépan à lames; ainsi en fût-il notamment à la traversée des craies à silex.

Le trou est tubé au diamètre intérieur de 376 mm. jusqu'à la profondeur de 163 mètres, où une frette cimentée a été posée pour l'isolement des sables traversés au dessus de la profondeur de 158 mètres; cette frette est garnie intérieurement d'une chemise, faite d'un tubage de 320 mm. de diamètre, qui s'étend de la profondeur de 165 mètres à celle de 111 mètres.

\*  
\*\*

La description suivante condense les résultats de l'étude des échantillons qui ont été remis au Service géologique de Belgique, et, à défaut d'échantillons, les observations consignées au carnet du sondeur.

Cote approximative de l'orifice : 17.

Nos	NATURE DES TERRAINS.	Profondeurs		Age.
		mètres.		
		de	à	
1.	Terrain sablo-limoneux... ..	0.00	3.00	CÉNOZOÏQUE PLÉISTOCÈNE 4 <sup>m</sup> 50.
2.	Cailloux et galets de silex roulés ... ..	3.00	4.50	
3.	Sable gris quartzeux, avec grès gris quartzeux pointillés de glauconie ... ..	4.50	59.00	LÉDIEN ET BRUXELLIEN 54 <sup>m</sup> 50.
4.	Argile grise finement sableuse ... ..	59.00	90.70	
5.	Sable fin gris verdâtre, finement glauconifère.	90.70	96.00	YPRÉSIEN 31 <sup>m</sup> 70.
6.	Sable gris (dépôt de curage du trou de sonde).	96.00	110.00	
7.	Sable argileux gris, avec petits débris broyés de roche gréseuse... ..	110.00	130.00	
8.	Argile (tuffeau) sableuse, finement glauconi- fère et marneuse, gris clair avec fossiles : <i>Siphonalia landenensis</i> G. Vincent (1) (ca- rotte) ... ..	134.00	134.30	LANDÉNIEN L1d-c 47 <sup>m</sup> 90.
9.	Même tuffeau, avec traces de coquilles (carotte)	134.30	134.50	

(1) Les fossiles ont été déterminés par M. Glibert, naturaliste au Musée royal d'Histoire naturelle.

Nos	NATURE DES TERRAINS.	Profondeurs		Age.
		mètres.		
—	—	de	à	—
10.	Même roche plus tendre avec nids de glauconie, petits débris d'écaillés <i>Siphonalia landenensis</i> G. Vincent (carotte) ... ..	134.50	135.00	LANDÉNIEN HEERSIEN Hsc et Hsb 19 <sup>m</sup> 80.
11.	Idem ... ..	135.00	135.75	
12.	Tuffeau plus compact, avec empreintes de gastéropode écrasé (carotte) ... ..	135.75	136.00	
13.	Argile grise, sableuse, légèrement tuffacée, calcariifère (carotte) ... ..	136.00	136.25	
14.	Même roche avec traces de coquilles (carotte).	136.25	136.50	
15.	Argile sableuse compacte (tuffeau), calcareuse, avec fossiles : <i>Dentalium landenensis</i> E. Vincent ... ..	136.50	136.75	
16.	Tuffeau compact, avec fossiles : <i>Basterotia complanata</i> Deshayes... ..	136.75	137.00	
17.	Même roche avec traces de fossiles (carotte) ...	137.00	137.25	
18.	Même roche avec empreintes de gastéropode : <i>Natica consobrina</i> Deshayes (carotte) ... ..	137.25	137.50	
19.	Argile sableuse tuffacée, finement glauconifère	137.50	137.75	
20.	Idem avec traces de coquilles ... ..	137.75	138.00	
21.	Tuffeau grisâtre avec traces de coquilles ... ..	138.00	138.60	
	Pas d'échantillons entre 138 <sup>m</sup> 60 et 142 <sup>m</sup> 50 ... ..		142.50	
22.	Un seul échantillon de marne gris clair pris entre 142 <sup>m</sup> 50 et 148 m. (pas de carotte) ... ..	142.50	148.00	
23.	Argile marneuse gris clair, avec traces de fossiles (carotte de 0 <sup>m</sup> 50) ... ..	148.00	153.00	
24.	Marne gris blanchâtre et gris clair, avec fossiles : <i>Cyrena cuneiformis</i> Deshayes... ..	153.00	153.30	
25.	Même roche, sans fossiles (carotte) ... ..	153.30	154.00	
26.	Argile marneuse, gris clair, avec traces de feuilles ... ..	154.00	154.30	
27.	Argile marneuse gris foncé, assez friable (carotte) ... ..	154.30	154.50	
28.	Idem ... ..	154.50	155.00	
29.	Argile sablo-marneuse, gris foncé, amas de glauconie (carotte) ... ..	155.00	155.50	
30.	Idem (carotte) ... ..	155.50	155.70	
31.	Marne argileuse gris blanchâtre avec traces de feuilles (carotte) ... ..	155.70	156.00	
32.	Idem avec traces de cyprines (carotte)... ..	155.70	156.00	
33.	Argile marneuse, grise, avec traces de cyprines (carotte) ... ..	156.00	156.50	
34.	Argile marneuse, gris foncé ... ..	156.50	157.25	
35.	Argile marneuse, gris foncé, et sable noir, glauconifère ... ..	157.25	157.50	
36.	Sable noir, fin, finement glauconifère... ..	157.50	158.40	

Nos	NATURE DES TERRAINS.	Profondeurs		Age.
		de	à	
	Pas d'échantillons; d'après le sondeur : Silex.	158.40	160.65	
37.	Craie grossière blanche (tuffeau) valves déparpillées d' <i>Ostrea</i> (carotte) ... ..	160.65	162.15	MÉSOZOÏQUE MAESTRICHTIEN 20 <sup>m</sup> 35.
38.	Craie assez grossière, blanche, avec fossiles : <i>Amussium nilssonii</i> Goldfuss... ..	163.85	164.65	
39.	Débris de silex (broyés au trépan)... ..	164.65	176.00	
40.	Craie grossière (broyée au trépan)... ..	176.20	180.75	
41.	Craie blanche, plus tendre (broyée au trépan).	180.75	224.00	SÉNONIEN 46 <sup>m</sup> 05.
42.	Craie compacte blanchâtre, avec gros points de glauconie et petits galets roulés de silex et de phyllade et de quartzite verdis (carotte).	224.00	226.80	
43.	Un débris de roche (75 mm. x 40 mm. x 40 mm.) : quartzophyllade zonaire fait d'alternances de très minces bancs de phyllade noir et de quartzite gris clair, d'allure lenticulaire ...	226.80	230.50	

Cette coupe peut se résumer comme suit :

Cote approximative de l'orifice : +17.

		Epaisseur.	Base à.	
		mètres.		
CÉNOZOÏQUE.	Quaternaire ou Pléistocène : Terrains sablo-limoneux avec, à la base, galets roulés ... ..	4.50	+ 12.50	
	Étages lédien et bruxellien : Sable quartzeux avec grès ...	54.50?	— 42?	
	Étage yprésien : Argile plus ou moins sableuse ... ..	31.70?	—73.70?	
	Étage landénien.	Facies du landénien inférieur : Sable vert, fin, aquifère. Sable argileux.	47.90	—121.60
		Argile sableuse (tuffeau) fossilifère.		
	Facies heersien : Marne gris blanchâtre et argile marneuse grise, fossilifère ... ..	18.65	—140.25	
	Sable noir, fin, glauconifère... ..	1.15	—141.40	
MÉSOZOÏQUE.	Étage maestrichtien : Craie grossière (tuffeau) avec bancs de silex gris... ..	22.35	—163.75	
	Étage sénonien.	Craie blanche compacte ... ..	43.25	—207.00
		Craie blanche, glauconifère avec petits galets de silex, quartzite et phyllade.	2.80	—209.80
PALÉOZOÏQUE : Étage cambrien : Quartzophyllades ... ..		3.70		
Total :		230.50		

En raison du mode de forage, la délimitation précise des étages lédien-bruxellien et yprésien n'est pas possible.

Le Paléozoïque a été atteint vers la cote —209.

#### B. — QUELQUES Puits FORÉS PRÉCÉDEMMENT ENTRE WYGMAL ET LOUVAIN

Deux autres puits, indiqués sous les n<sup>os</sup> 2 et 3 à la figure 1, ont été forés vers 1875 aux anciennes Usines Remy à environ 800 mètres au Nord-Est du puits 1; la coupe de ces puits, publiée par Vincent et Rutot (1), est identique à celle du puits n<sup>o</sup> 1. Ces puits profonds d'environ 90 mètres ont été creusés jusque dans les sables verts du Landénien (2).

\*  
\*\*

En 1914, un puits tubé, noté n<sup>o</sup> 4 sur la figure 1, a été foré pour un groupe de maisons à environ 500 mètres au Nord-Ouest du puits n<sup>o</sup> 1 des Usines Remy.

D'après les échantillons qui ont été remis au Service géologique, la coupe de ce puits peut se résumer comme suit :

		Epaisseur.	Base à
		mètres.	
PLÉISTOCÈNE 7 <sup>m</sup> 80.	{	Limons jaunes assez friables ... ..	4.00 + 13.00
		Sables graveleux avec petits silex et grès roulés ... ..	3.80 + 9.20
LÉDIEN 10 <sup>m</sup> 64.	{	Sable fin gris, pointillé de glauconie.	4.20 + 5.00
		Sable marneux, gris blanchâtre... ..	6.00 — 1.00
		Sable gris, pétri de gros grains roulés de quartz avec abondants <i>Nummulites laevigata-scabra</i> , roulés ... ..	0.44 — 1.44
		18.44	

L'intérêt de ce puits réside dans la rencontre à la profondeur de 18 mètres (cote —1) du cordon littoral de la base du Lédien.

(1) G. VINCENT et A. RUTOT, *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. V (1877-1878), p. 96.

(2) Le repère exact du puits n<sup>o</sup> 2 est celui qui se voit sur notre esquisse cartographique, figure 1. C'est en effet par erreur que sur la feuille n<sup>o</sup> 74 (Haecht-Rotselaer) de la Carte géologique à l'échelle du 40.000<sup>e</sup> dressée par ordre du Gouvernement, feuille publiée en 1894, ce puits a été reporté tout près de la gare de Wygmael, soit à 600 mètres au Sud-Ouest de son emplacement réel.

\*  
\*\*

Le seul puits de la région qui ait atteint le socle rocheux (paléozoïque) et dont il reste une description détaillée des terrains traversés, est celui qui a été creusé, en 1875, à Louvain aux Ateliers de l'ancienne Compagnie du Chemin de fer Grand Central.

Ce puits, dont l'emplacement est indiqué sous le n° 5, à la figure 1, est situé à 4,600 mètres au Sud-Sud-Est du puits des Usines Remy.

Nous reproduisons ci-dessous la coupe résumée de ce puits telle qu'elle a été publiée par A. Rutot et E. Van den Broeck (1).

Cote de l'orifice : 30 mètres (2).

		Épaisseur.	Base à
		— mètres. —	
ÉTAGE <sup>8</sup> BRUXELLIEN.	Sable jaunâtre à grains moyens, faiblement glauconifère, avec rognons de grès lustrés vers le bas ... ..	27.50	+ 2.50
ÉTAGE YPRÉSIEN.	Sable argileux ... .. 3.50 Argile sableuse, très pyritisée vers le bas ... .. 27.00	30.50	— 28.00
	Sable glauconifère ... .. 18.00 Sable un peu argileux ... .. 5.15 Sable plus ou moins argileux ... .. 15.50		
ÉTAGE LANDÉNIEN.	Argile calcareuse plus ou moins plastique ... .. 15.85 Argile sableuse glauconifère ... .. 5.50 Marne grisâtre glauconifère ... .. 5.00 Cailloutis de silex verdis, base du Landénien ... .. 0.50	65.50	— 93.50
ÉTAGE MAESTRICHTIEN.	Tufeau jaunâtre avec silex et gravier à la base ... .. Craie blanche, fossilifère à silex gris noirâtre avec <i>Belemnitella mucronata</i> , <i>Magas pumilus</i> , etc., et nodules phosphatés à la base	14.50	— 108.00
ÉTAGE SÉNONIEN.	(Craie de Nouvelles) ... .. 3.00 Craie blanche peu fossilifère, à silex noir, puis à silex moins foncé, devenant grise et graveleuse avec petits cailloux de quartz à la base... .. 25.50	28.50	— 136.50
SILURIEN :	Schiste noirâtre passant au grès ... ..	9.00	
Total :		175.50	

(1) A. RUTOT et E. VAN DEN BROECK, *Bull. de la Soc. belge de Géologie, etc.*, 1890, t. IV, pp. 198-201.

(2) Le sol de l'atelier est en déblai de 4 mètres par rapport au sol naturel. La cote exacte de l'orifice est 29<sup>m</sup>925.



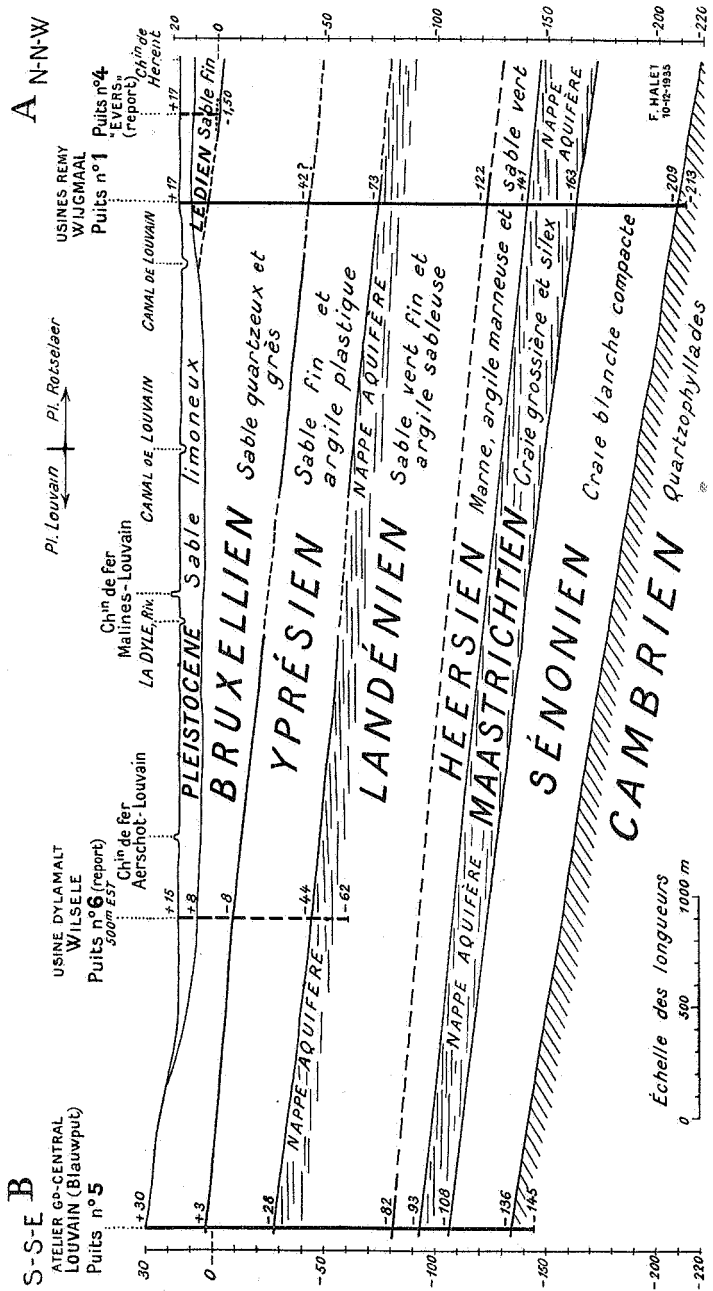


FIG. 2. — Coupe géologique de Louvain à Wygmael.

L'épaisseur de 65 mètres attribuée par Rutot à l'étage landénien nous paraissant très anormal pour la région, nous avons fait la révision des échantillons de ce puits qui sont déposés aux archives du Service géologique de Belgique. Il résulte de cette révision que les 26 mètres inférieurs des couches attribuées au Landénien par Rutot sont les représentants du facies Heersien de cet étage.

\*  
\*\*

Enfin entre Louvain et Wygmael, un puits de 71 mètres de profondeur, noté 6, sur la figure 1, a été creusé en 1930 par la firme Axer de Jette aux Usines de la Société Dylamalt à Wilsele. La coupe de ce puits peut se résumer comme suit :

Cote de l'orifice : +16.

	Epaisseur.	Base à
PLÉISTOCÈNE : Remblai et alluvions ... ..	7 <sup>m</sup> 00	+ 9 <sup>m</sup> 00
ÉTAGE BRUXELLIEN : Sable gris quartzeux avec grès ...	16 <sup>m</sup> 58	— 7 <sup>m</sup> 58
ÉTAGE YPRÉSIEEN : Sable très fin avec <i>Lingula tenuis</i> (1)...	12 <sup>m</sup> 62	— 20 <sup>m</sup> 20
Argile grise ... ..	24 <sup>m</sup> 20	— 44 <sup>m</sup> 40
ÉTAGE LANDÉNIEN : Sable fin vert, glauconifère ... ..	9 <sup>m</sup> 60	— 54 <sup>m</sup> 00
Sable argileux avec grès tendres ... ..	7 <sup>m</sup> 10	— 61 <sup>m</sup> 10

### C. — COUPE GÉOLOGIQUE DU SOUS-SOL ENTRE WYGMÆL ET LOUVAIN

Au moyen des données fournies par cet ensemble de forages, nous avons établi la coupe verticale (fig. 2) de direction N.-N.-W.—S.-S.-E., dont la trace A-B est reportée sur l'esquisse cartographique figure 1.

Cette coupe, longue de 5 kilomètres, débute, vers le Sud-Sud-Est, au puits n° 5 des Ateliers du Grand Central à Louvain, passe à 500 mètres à l'Est du puits n° 6 de la Société Dylamalt à Wilsele, rencontre les puits n° 1 des Usines Remy et se termine vers le Nord-Nord-Ouest au chemin de Hérent, un peu au Nord du puits n° 4.

Première constatation : il existe une pente générale des terrains du Sud-Sud-Est au Nord-Nord-Ouest.

Ainsi que la remarque en a été faite plus haut, il nous a été impossible, en raison du mode de forage, de délimiter de façon précise dans la coupe du puits n° 1, les étages lédien, bruxellien

(1) F. HALET, Sur la présence de *Lingula tenuis* J. Sowerby 1812 dans l'Yprésien de la Belgique. (*Bull. de la Soc. belge de Géologie*, t. XLI [1931], pp. 83-85.)

et yprésien. Toutefois, comme il se voit sur la coupe, l'épaisseur de ces étages croît vers le Nord-Nord-Ouest, la pente de ces terrains étant de 9 à 10 mètres par kilomètre, dans cet azimut.

Si nous n'avons pu distinguer les sédiments d'âge lédien dans le puits n° 1 de l'Usine Remy, nous les avons nettement reconnus à 500 mètres plus au Nord-Ouest, au puits n° 4; aussi avons-nous cru, que tenant compte de la pente générale, il nous était permis d'admettre que le Lédien est encore représenté sur quelques mètres au puits n° 1. D'où le tracé de la limite Lédien-Bruxellien sur la coupe (fig. 2).

Les sédiments d'âge landénien ont une épaisseur de 65 à 70 mètres dans la région comprise entre Louvain et Wygmael; cette forte épaisseur résulte de la présence à la base du Landénien marin de sédiments marneux et même sableux de l'assise heersienne.

Ces formations heersiennes qui sont très bien représentées dans l'Est de la moyenne Belgique, n'ont pas encore été signalées à l'Ouest du profil Louvain-Wygmael.

La coupe montre en outre que les formations d'âge mésozoïque, représentées par les étages maestrichien et sénonien augmentent sensiblement d'épaisseur du Sud-Sud-Est vers Nord-Nord-Ouest; la pente de la base du Sénonien dans cet azimut est vers le Nord-Nord-Ouest d'environ 15 mètres par kilomètre.

Ces pentes de 10 mètres par kilomètre de la base des terrains cénozoïques et de 15 mètres par kilomètre pour les formations mésozoïques sont nettement plus fortes que celles reconnues généralement dans le Brabant.

Les formations paléozoïques n'étant représentées que par un seul échantillon, il n'est pas possible d'en déterminer l'âge exact; les caractères lithologiques de la roche nous portent à la ranger dans le système cambrien.

#### D. — CONCLUSIONS GÉOLOGIQUES

Des données nouvelles que nous apportons dans cette note il résulte que, entre Louvain et Wygmael, la pente des terrains est exceptionnellement élevée: ce fait pourrait provenir de l'existence dans le sens Nord-Nord-Ouest—Sud-Sud-Est de cette région d'une région affaissée ou, plutôt, d'un pli synclinal, de façon générale d'une aire d'ennoyage.

La présence de sédiments heersiens à la base du Landénien, ne peut que confirmer cette manière de voir.

Nous avons tout récemment signalé l'existence probable d'un pli anticlinal au Sud-Est de Louvain, à Corbeek-Loo. Nous avons également montré l'existence probable d'un accident tectonique entre Wygmael et Rotselaer <sup>(1)</sup>.

Les limites des diverses formations géologiques représentées tant sur le bord Sud de la feuille Haecht-Rotselaer de la Carte géologique à l'échelle du 40.000<sup>e</sup> que sur le bord Nord de la feuille Erps-Querbs-Louvain, ne peuvent d'ailleurs se justifier, si l'on tient compte de la pente générale de ces terrains révélée par les sondages.

La présente étude montre clairement que les formations d'âge lédien doivent logiquement affleurer dans les environs de Wygmael, là où d'après la Carte géologique à l'échelle du 40.000<sup>e</sup> dressée par ordre du Gouvernement n'affleurerait que du Bruxellien.

Nous avons déjà attiré l'attention dans une note publiée en 1923, sur la nécessité d'une révision sérieuse du point de vue de la cartographie géologique, de la région au Nord de Louvain <sup>(2)</sup>. La présente note est une contribution à cette révision.

#### E. — RÉSULTATS HYDROLOGIQUES DU PUIITS DES USINES REMY

Les eaux captées par le nouveau puits des Usines Remy proviennent d'une nappe située au sommet des formations d'âge maestrichtien entre les profondeurs approximatives de 160 et 180 mètres.

C'est vers la profondeur de 163 mètres que la présence d'une nappe ascendante a été observée la première fois.

D'après les indications du sondeur, on n'aurait remarqué la présence d'aucune autre nappe d'importance, à des niveaux plus profonds.

Le forage terminé, il a été constaté que le niveau hydrostatique de la nappe atteignait sept mètres au-dessus du sol, soit la cote +24.

Au mois de juin 1932, des essais de pompage ont été exécutés au moyen d'une pompe immerisible. Avant les essais, le puits

---

<sup>(1)</sup> F. HALET, Un relèvement exceptionnel de l'Yprésien aux environs de Corbeek-Loo. (*Bull. de la Soc. belge de Géologie*, t. XLII [1932], pp. 185-194.) — IDEM, Un relèvement anormal de l'Yprésien aux environs de Rotselaer. (*Ibidem*, t. XLV, 1935, pp. 165-166.)

<sup>(2)</sup> F. HALET, Quelques faits nouveaux sur la géologie des terrains tertiaires des environs de Hérent-Louvain. (*Bull. de la Soc. belge de Géologie*, t. XXXIII [1923], pp. 160-165.)

débitait 11 m<sup>3</sup> par heure, par jaillissement au niveau du sol. Un premier essai de pompage exécuté en plaçant la pompe à 29 mètres de profondeur avec rabattement de 20 mètres a donné un débit de 30 m<sup>3</sup>/heure. Un deuxième essai avec pompe à 35 mètres de profondeur a donné un débit de 36 m<sup>3</sup>/heure pour un rabattement jusqu'à 31 mètres sous la surface du sol. Ce deuxième essai a eu une durée de 96 heures. Un troisième essai avec pompe placée à 60 mètres de profondeur a donné un débit de 54 m<sup>3</sup>/heure pour un rabattement de 50 mètres sous la surface.

Actuellement, une pompe immerisible placée vers la profondeur de 90 mètres débite 54 m<sup>3</sup> par heure, le rabattement étant d'environ 75 mètres sous la surface du sol.

*Analyse des eaux.* — Des analyses de l'eau ont été exécutées à diverses reprises; il n'a pas jusqu'à ce jour été constaté de variation dans la nature des eaux.

Nous donnons ci-dessous copie de l'analyse effectuée en juillet 1932 :

Dureté de l'eau	...	17°
Résidu sec...	...	0.844 gr. au litre.
Chlore calculé en Na Cl	...	0.660 gr. au litre.
Calcium en Ca O	...	0.054 gr. au litre.
Magnésium en Mg O	...	0.020 gr. au litre.
Sulfates	...	traces extrêmement faibles.

Des analyses bactériologiques ont confirmé la bonne qualité de ces eaux.

En terminant cette note, nous désirons adresser nos sincères remerciements à M. Deprez, Directeur technique des Usines Remy; à M. de Haulleville, ingénieur aux mêmes Usines ainsi qu'à M. Demeyer, Directeur de la Société Foraky, pour les renseignements qu'ils ont bien voulu nous communiquer et pour les facilités qu'ils nous ont accordées lors de nos visites sur leurs travaux.

**Note sur la présence de fragments de nids fossiles d'insectes dans le Pléistocène supérieur du Stanley-Pool (Congo belge),**

par J.-R.-F. COLETTE, Docteur en Sciences (\*).

**I. — GÉNÉRALITÉS (TERRASSES ALLUVIALES DU STANLEY-POOL)**

La cote des terrasses alluviales peut être calculée de différentes façons, suivant que l'altitude est envisagée soit au niveau du cailloutis de base, soit, au contraire, au niveau de la surface du sol, qui, dans le cas des hautes terrasses, peut parfois se confondre avec celui du cailloutis de base.

La notation d'après le cailloutis de base présente de grands désavantages : le cailloutis de base, étant en général le premier alluvionnement de la terrasse, épouse tous les accidents de l'assise qui le supporte. Ce cailloutis peut alors présenter des allures de terrasses polygéniques lorsque le sous-sol de l'assise offre des zones de duretés différentes (fig. 1). Ce cailloutis peut

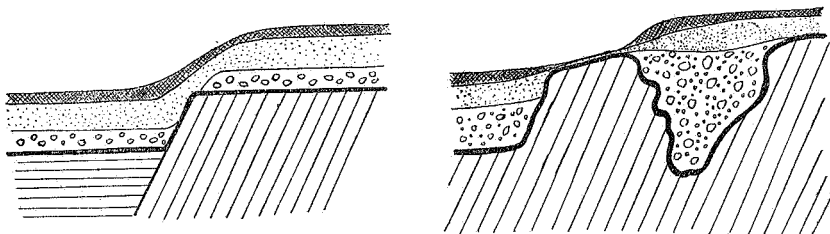


FIG. 1 et 2. — Exemples de terrasses monogéniques affectant en surface l'allure de terrasses polygéniques.

même, dans certains cas extrêmes, atteindre le fond de *chaudrons* ou de *marmîtes* dont l'altitude est parfois inférieure au niveau de la plaine alluviale elle-même (fig. 2).

En revanche, la notation suivant la surface du sol de la terrasse présente le maximum d'avantages, à cause de sa plus grande constance, à cause de l'atténuation des accidents extrêmes que peuvent présenter les phénomènes d'érosion et d'alluvionnements premiers et enfin à cause de la plus grande facilité technique que cette méthode présente.

Par conséquent, lorsque nous voulons établir des comparaisons entre les cotes obtenues suivant ces deux méthodes de notation de terrasses alluviales, nous devons avoir soin d'ap-

(\*) Note présentée à la séance du 19 février 1935.

porter les corrections nécessaires aux cotes calculées d'après le niveau du gravier de base.

Un deuxième point important, c'est la cote d'altitude, soit du niveau moyen du fleuve, soit du niveau moyen de la plaine alluviale (1).

Dans certains cas, la cote moyenne de la plaine alluviale se confond avec le niveau moyen du cours d'eau, lorsque celui-ci recouvre encore la plaine alluviale de ses inondations périodiques; mais ce n'est pas le cas général.

Pour connaître le niveau moyen du cours d'eau, il faut pouvoir faire des observations hydrographiques de longue haleine, nécessitant au moins un an, ou bien disposer de cartes hydrographiques précises. Pour connaître un point de la plaine alluviale, il faut disposer d'un altimètre ou, plus simplement, d'une bonne carte altimétrique. De toutes façons, il faut être en outre pourvu d'un théodolite.

Plusieurs cartes de la région du Stanley-Pool sont connues jusqu'à ce jour (1<sup>bis</sup> à 14). La meilleure et la plus récente est celle du capitaine PASSAGEZ (9). C'est de celle-là que nous nous sommes surtout servi pour l'étude de la région qui nous intéresse.

Les renseignements concernant l'hydrographie nous ont été fournis par le Ministère des Colonies et par l'Union Nationale des Transports Fluviaux, auxquels nous adressons nos sincères remerciements pour la documentation qu'ils nous ont fournie si obligeamment.

A Léopoldville, d'après les renseignements du Ministère des Colonies, la cote zéro (étiage) du fleuve Congo est située à 295<sup>m</sup>43 au-dessus du niveau actuel de l'Océan. Exceptionnellement, l'étiage du Stanley-Pool peut atteindre des cotes plus basses au cours d'années extraordinaires. La cote la plus basse enregistrée entre les années 1902 et 1932 a été de 295 mètres; entre les mêmes années la cote de la crue la plus forte a atteint la cote 300<sup>m</sup>60; d'où une fluctuation de l'ordre de 5<sup>m</sup>60.

(1) DELHAYE, F., 1917; 1932, 1; 1932, 2. — ASSELBERGHS, E., 1920.

(1<sup>bis</sup>) AMELOT, 1883.

(8) LIAGRE (R. P.), 1894.

(2) ANTOINE (L<sup>t</sup>), 1894.

(9) PASSAGEZ (L<sup>t</sup>), 1928/1930.

(3) AUGOUARD (R. P.), 1882.

(10) ROLIN, P., 1891.

(4) CHOLET, J., 1890.

(11) SCHIOTZ (L<sup>t</sup>), 1894.

(5) DELPORTE, A., sans date.

(12) SHAGERSTROM (Cap<sup>t</sup> de steamer), 1890.

(6) DUPONT, E., 1887.

(7) JESSEN (Cap<sup>t</sup> de steamer), sans date.

(13) VAUTHIER, G., 1889.

(14) WAUTERS, A.-J., sans date.

Pratiquement, pour Kalina, situé un peu en amont de Léopoldville, le niveau moyen du fleuve peut être fixé à la cote 298. Ce niveau moyen du fleuve à Kalina est atteint vers le mois de juin et ensuite vers le mois de septembre. Ces dates sont approximatives, à cause des phénomènes d'interférence produits par les débits, d'une part, des affluents situés au Nord de l'Équateur et, d'autre part, des affluents situés au Sud (fig. 5).

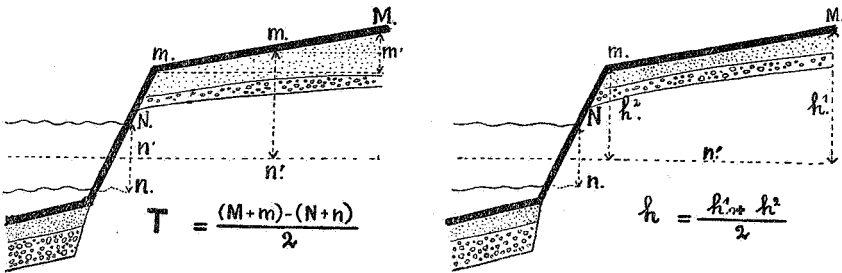


FIG. 3. — Méthodes de calculer la cote relative des terrasses alluviales.

Les formules employées pour le calcul de la cote d'une terrasse alluviale sont l'une ou l'autre de celles-ci :

1° 
$$t = \frac{(M + m) - (N + n)}{2} \text{ (FIG. 3),}$$

où  $t$  = cote moyenne de la terrasse alluviale.

$M$  = cote absolue maximum de la terrasse alluviale.

$m$  = cote absolue minimum de la terrasse alluviale.

$n$  = cote absolue de l'étiage.

$N$  = cote absolue de la crue maximum.

2° 
$$h = \frac{h^1 + h^2}{2} \text{ (FIG. 4),}$$

où  $h$  = cote moyenne de l'altitude relative de la terrasse alluviale;

$h_1$  = cote maximum de l'altitude relative de la terrasse alluviale;

$h_2$  = cote minimum de l'altitude relative de la terrasse alluviale.

En pratique, ces deux formules sont équivalentes.

Notées d'après cette méthode, les terrasses du Stanley-Pool se présentent pour les environs de Kalina de la façon suivante :

1° *Terrasse T<sup>1</sup>* : Cette terrasse T<sup>1</sup> est encore actuellement en cours de creusement; ses cotes absolues de surface maximum



et minimum sont respectivement de 298 mètres et de 296 mètres. Les cotes absolues d'étiage et de crue maximum étant respectivement de 295 mètres et de 301 mètres, cette terrasse T<sup>1</sup> peut être caractérisée par l'altitude relative moyenne de —1 m.

Cette basse terrasse T<sup>1</sup> n'émerge donc partiellement que pendant la saison sèche; ses éléments sont surtout composés de cailloux en quartzites et grès polymorphes roulés laissant encore souvent percevoir leurs arêtes plus ou moins atténuées; ce cailloutis contient des instruments archéolithiques roulés et fortement patinés. Le tout est noyé dans un sable grisâtre dans les parties convexes de la rive et noirâtre dans les parties concaves, aux anses encombrées de végétation.

2° *Terrasse T<sup>2</sup>* : Cette terrasse T<sup>2</sup> est encore relativement basse; ses cotes absolues de surface maximum et minimum étant respectivement de 305 mètres et de 301 mètres, la terrasse T<sup>2</sup> peut être caractérisée par l'altitude relative moyenne de +5 m.

Elle est encore partiellement atteinte par les crues saisonnières du fleuve Congo.

A la base on peut observer un amas de blocs bréchoïdes surmonté d'un cailloutis de quartz, quartzite, calcédoines et grès métamorphisés; ce cailloutis contient des instruments archéolithiques et paléolithiques parfois brisés et souvent altérés et patinés en interférences zonées de blanc et de brun.

Ce cailloutis est surmonté d'une couche de sables blancs recouverts d'une argile blanchâtre, contenant également des instruments archéolithiques à patine blanchâtre assez forte. Cette dernière argile blanchâtre passe à un limon sablo-argileux, grumeleux, brunâtre contenant un complexe d'instruments à techniques archéolithiques et mésolithiques, ordinairement patinés, mais moins fortement que ceux des couches plus basses. Certains de ces instruments présentent un lustrage provenant probablement du frottement des grains de sable chassés par le vent au cours des phases de saison sèche.

*Terrasse T<sup>3</sup>* : Cette terrasse T<sup>3</sup> appartient déjà au groupe des terrasses moyennes. En aucune saison elle n'est plus atteinte par les crues saisonnières du fleuve Congo actuel. Ses cotes de surface maximum et minimum étant respectivement de 311 mètres et de 308 mètres environ, la terrasse T<sup>3</sup> peut donc être caractérisée par l'altitude relative de +11<sup>m</sup>5.

Cette terrasse T<sup>3</sup> débute, soit par des blocs bréchoïdes contenant dans la partie supérieure des instruments paléolithiques (fig. 8) peu patinés, soit par un cailloutis avec inter-

calation de lentilles de limon sableux. Ce cailloutis contient, dans sa partie inférieure, les mêmes instruments paléolithiques que ceux des blocaux; en revanche, dans la partie supérieure, il présente une industrie archéolithique plus évoluée avec pointes foliacées (fig. 8 et 9).

La couche immédiatement supérieure est un limon argileux avec industrie archéolithique très évoluée; cette couche est traversée plus ou moins horizontalement par des linéoles noirâtres ponctuées, parfois par des nucléoles rougeâtres, sur lesquels nous reviendrons d'une façon plus approfondie au cours de ce travail (fig. 18 et 19).

*Terrasse T<sup>4</sup>* : Cette terrasse T<sup>4</sup> présente des cotes de surface maximum et minimum respectives de 321 mètres et de 314 mètres; elle peut donc être caractérisée par l'altitude relative moyenne de +19<sup>m</sup>5.

La base des éléments de cette terrasse contient des instruments paléolithiques, tandis que la surface fournit des instruments archéolithiques mélangés à des instruments néolithiques.

*Terrasse T<sup>5</sup>* : Cette terrasse T<sup>5</sup> présente des cotes de surface maximum et minimum respectives de 336 mètres et de 324 mètres environ; elle est donc caractérisée par l'altitude relative moyenne de + 32 m.

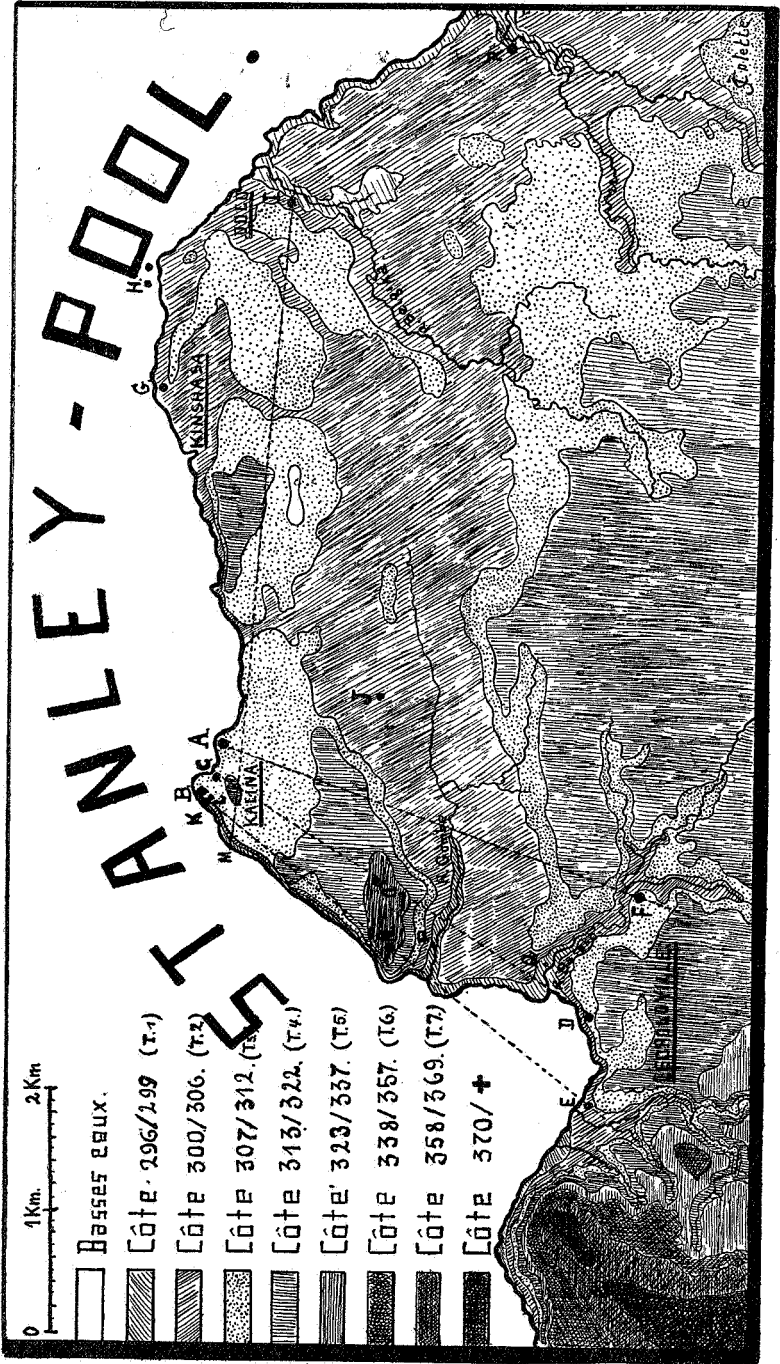
La base des sédiments de cette terrasse contient des instruments paléolithiques, tandis que la surface fournit un complexe d'instruments archéolithiques et néolithiques.

Il est possible que les terrasses T<sup>4</sup> et T<sup>5</sup> ne soient pas des terrasses polygéniques; il est probable qu'elles appartiennent à deux phases très rapprochées d'un même cycle monogénique. Si cette hypothèse se confirme, les terrasses T<sup>4</sup> et T<sup>5</sup> se résoudraient alors en une terrasse T<sup>4</sup> dont l'altitude moyenne relative serait de

$$\frac{T^4 + T^5}{2} = \frac{19^m5 + 32 \text{ m.}}{2} = 25^m75.$$

*Terrasse T<sup>6</sup>* : Cette terrasse T<sup>6</sup> appartient au groupe des hautes terrasses. Ses cotes de surface maximum et minimum sont respectivement de 356 mètres et de 339 mètres. Par suite, la terrasse T<sup>6</sup> peut être caractérisée par l'altitude relative moyenne de + 44<sup>m</sup>5.

Les sédiments de cette terrasse T<sup>6</sup> sont ordinairement de faible épaisseur; les industries anthropiques sont donc localisées dans des strates peu distinctes. Le plus fréquemment, des industries



de technique et d'âges divers se présentent en complexe. Lorsque les terrains meubles sont quelque peu importants, ils proviennent généralement des apports par ruissellement de la terrasse T<sup>7</sup> immédiatement supérieure.

*Terrasse T<sup>7</sup>* : Cette haute terrasse présente des cotes de surface maximum et minimum de 368 mètres et de 359 mètres.

Par conséquent, cette haute terrasse T<sup>7</sup> peut être caractérisée par l'altitude relative moyenne de + 65<sup>m</sup>5.

Ses sédiments sont généralement insignifiants et lorsqu'on y rencontre des vestiges d'industrie anthropique, le cas le plus fréquent est celui où l'on rencontre en surface un mélange disparate de pièces d'âges divers.

Maintenant que nous avons passé rapidement en revue les sept terrasses du Stanley-Pool, dont six au moins sont certainement polygéniques, nous pouvons situer dans ce cadre du Pléistocène congolais les terrains où j'ai relevé la présence de fragments de nids fossiles d'insectes isoptères.

## II. — SITUATION GÉNÉRALE. PRINCIPAUX GISEMENTS

A environ 400 kilomètres à l'Est de l'océan Atlantique et à quelques kilomètres en amont des Cataractes des Monts de Cristal, le fleuve Congo s'étale en une vaste nappe, appelée Stanley-Pool, comprise entre l'Afrique Équatoriale française au Nord et le Congo belge au Sud. Sur la rive gauche, entre Kinshasa et Léopoldville, presque en face de Brazzaville, le promontoire de Kalina resserre en goulet la sortie du Stanley-Pool; cette pointe découpe ses roches de grès polymorphes en une série de falaises plus ou moins abruptes dont les couches, sensiblement horizontales, appartiennent au système mésozoïque du Lubilash <sup>(1)</sup>.

L'assise de la terrasse alluviale est située entre les cotes 305 et 308, c'est-à-dire approximativement à 7 mètres au-dessus du niveau moyen du fleuve, lequel, suivant les saisons, oscille entre des niveaux minima et maxima de 5 mètres environ (fig. 4 et fig. 5). La surface de cette terrasse est séparée de son assise par une épaisseur de terrains quaternaires de l'ordre de 2 à 3 mètres. Par conséquent, la surface de cette terrasse s'étalant entre les cotes 308 et 311, appartient à la terrasse T<sup>2</sup> (11<sup>m</sup>5).

(1) COLETTE, J.-R.-F., 1927; 1929; 1931, 1; 1931, 2.

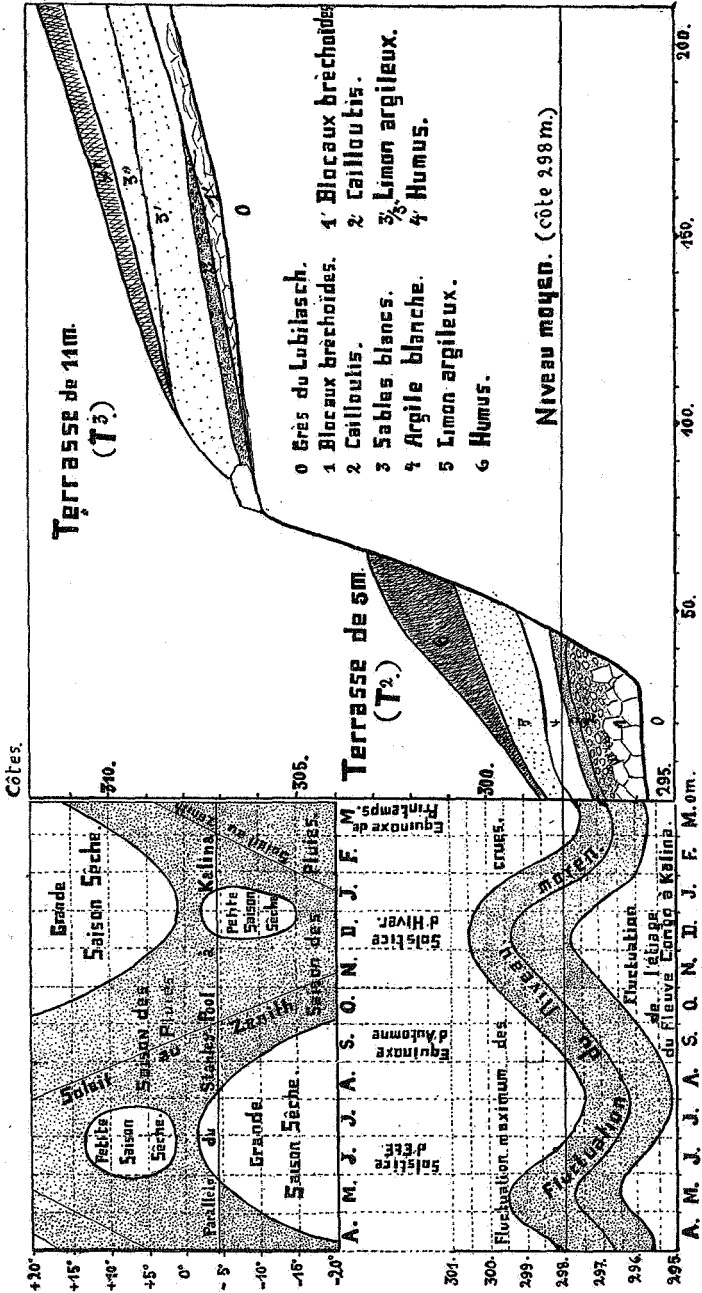


FIG. 5. — Terrasses T<sup>2</sup> (5 m.) et T<sup>3</sup> (11 m.) de Kalina (Stanley-Pool), avec le diagramme des fluctuations mensuelles du niveau du fleuve Congo, corrélatives des pluies saisonnières.

A. — **Pointe de Kalina, falaise Est** (côte 310,50).

A quatre cents mètres environ à l'Est du promontoire de Kalina, une seconde falaise étale sur son sommet des couches sensiblement identiques à celles observées à la cote 309, mais à la différence près que l'argile blocailleuse ne s'y rencontre

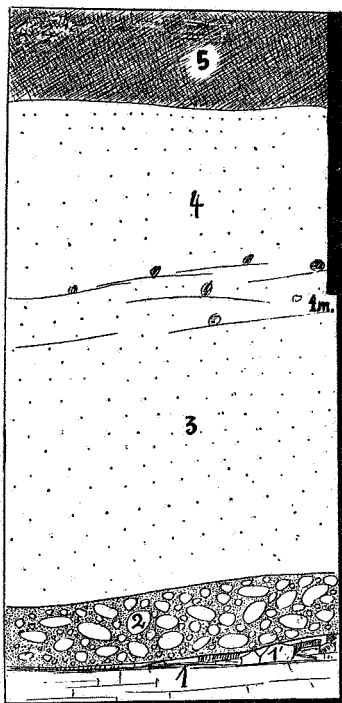


FIG. 6. — **Pointe de Kalina, falaise Est.**  
Gisement A. Coupe N.-S., à la cote 310,50.

pas. Une coupe verticale orientée Est-Ouest révèle à partir de la base les couches suivantes (fig. 6).

1° Grès polymorphes du Lubilash (mésozoïques);

2° Brèche formée d'éléments fortement altérés de couleur grisâtre. La surface de cette brèche montre parfois des inclusions d'instruments anthropiques : petits bifaces épais, de technique paléolithique dérivant du nucleus;

3° Cailloutis formé exclusivement d'éléments roulés d'origine fluviatile. Ce cailloutis présente comme gros éléments des grès polymorphes dont la silicification seconde mime d'une façon curieuse les cherts, les jaspes et même les silex. Il contient

encore parmi ses gros éléments des grès quartzites, des oolithes siliceuses, des oolithoïdes calcédonieux; parmi ses éléments moyens, des quartz, des calcédoines et des opales; enfin, parmi ses petits éléments, des améthistes, tourmalines, topazes, spinelles et rubis.

Les vestiges d'industrie rencontrés dans sa partie supérieure indiquent une technique paléolithique assez évoluée : bifaces assez larges, disques qui semblent pouvoir accorder un âge pléistocène à ce cailloutis (fig. 8); quelques rares instruments sont fortement patinés;

4° Un limon argileux brun-jaune, assez homogène, formé surtout d'hydroxyde d'alumine et d'hydroxyde de fer, mais d'assez peu de silicate d'alumine.

La partie inférieure de ce limon semble former avec le cailloutis précédent un même cycle monogénique alluvial dont le cailloutis représente la phase du creusement et de l'alluvionnement des gros éléments et dont le limon concrétise la phase d'alluvionnement des éléments légers.

La partie supérieure de ce limon est séparée de la partie inférieure par des linéoles noirâtres ponctuées de nucléoles couleur brique que l'on pourrait prendre à première vue pour des particules de terre calcinée (fig. 18 et 19).

Ces linéoles semblent donc être l'indice d'un incident géologique qui se serait passé, soit pendant, soit après la formation du limon.

Toutefois, ici aussi, le limon présente un ensemble parfaitement homogène de vestiges d'industrie anthropique (fig. 9 et 10): bifaces et trifaces corrigés en bifaces, ordinairement longs et peu épais; burins; grattoirs carénés; pointes foliacées dont la technique très fine des retouches par pression, souvent alterne, fait penser, d'une part, aux remarquables pointes solutréennes de l'archéolithique européen et aux non moins remarquables pointes foliacées de l'énéolithique égyptien et même américain. Depuis de nombreuses années déjà, l'Afrique Orientale et l'Afrique Méridionale ont fait connaître des pointes analogues que l'on s'accorde en général pour classer parmi les vestiges de paléolithique supérieur, ou archéolithique <sup>(1)</sup> de ces régions. Ce qui est certain pour l'industrie à pointes foliacées du Stanley-Pool, c'est que, géologiquement, elle est incluse profondément dans un limon dont la partie inférieure au moins est d'origine alluvionnaire et dont les cotes ne sont plus jamais atteintes par

(1) Le terme *archéolithique* (J. DE MORGAN) est synonyme de *paléolithique supérieur* (G. DE MORTILLET); il est aussi l'équivalent de *néanthropique* (ELLIOT SMITH).

les eaux actuelles du fleuve Congo. Par conséquent, géologiquement, elle est très ancienne et, jusqu'à preuve du contraire, elle peut être considérée comme industrie archéolithique, parce que le limon qui la contient appartient vraisemblablement au Pléistocène supérieur.

Une coupe verticale menée perpendiculairement à une cinquantaine de mètres de la rive montre dans ce limon une fosse contenant une poterie (fig. 6<sup>bis</sup>). La couleur brun sombre des

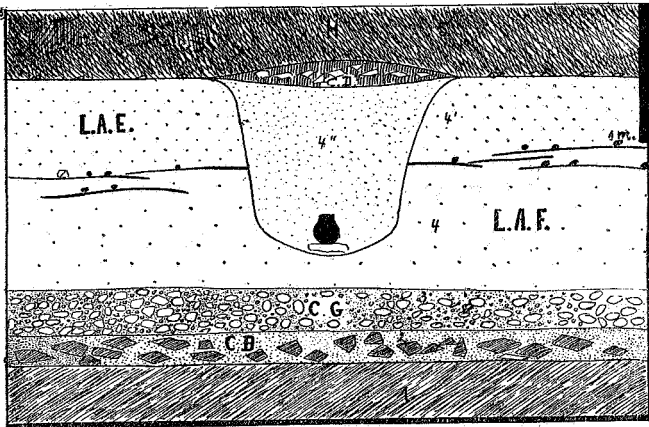


FIG. 6bis. — **Pointe de Kalina, falaise Ouest.**  
Gisement L. Coupe E.-W., à la cote 308.

éléments de remplissage de cette fosse tranche d'une façon sensible, d'une part, avec celle du limon brun-jaune qui l'entoure et, d'autre part, avec celle, beaucoup plus noire, de la couche humique qui la surmonte. Malgré la grande probabilité que la majeure partie des éléments de remplissage de cette fosse ont été empruntés au limon dans lequel le creusement fut effectué, il m'a paru remarquable de n'y trouver aucune pierre taillée caractérisant l'industrie propre au limon.

Il est évident que la fosse est postérieure au dépôt du limon; de plus, la façon dont la fosse est recouverte par la couche humique supérieure montre qu'elle est antérieure à la formation de cette dernière. Par conséquent, la disposition de cette fosse démontre que l'âge de la poterie est compris entre celui de l'industrie archéolithique recueillie dans le limon et celui des vestiges récoltés dans la couche humique;

5° Couche humique brun-noir; elle contient des éclats taillés vraisemblablement néolithiques accompagnant des tessons de céramique de techniques diverses.



B. — **Pointe de Kalina, falaise Ouest** (cote 309).

Une coupe verticale pratiquée perpendiculairement à la rive montre à partir de la base les couches suivantes (fig. 7) :

1° Grès mésozoïques du Lubilash;

2° Brèche cénozoïque formée d'éléments anguleux du Lubilash, agglomérés par un ciment siliceux blanchâtre. Cette brèche passe en certains endroits par transitions insensibles en une argile blocailleuse grisâtre formée de blocaux de grès altérés et noyés dans une argile grise formée surtout d'hydroxyde d'alumine. Cette argile blocailleuse ne peut être assimilée à l'argile à blocaux d'Europe, dont la couleur pâle a été attribuée à l'action réductrice des eaux glaciaires. La topographie de la pointe de Kalina, sa latitude équatoriale, l'altitude insuffisam-

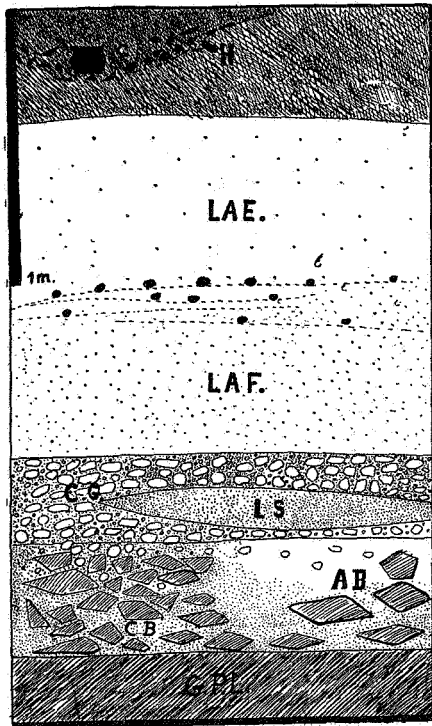


FIG. 7. — **Pointe de Kalina, falaise Ouest.**  
Gisement B. Coupe N.W.—S.E., à la cote 309.

ment élevée des Monts de Cristal et surtout leur relief tabulaire jeune, tout concorde à s'opposer à l'existence en ces lieux de glaciers au cours du Pléistocène. Parfois cette brèche et cette

argile présentent aussi des cailloux roulés ravinant la partie supérieure, comme s'il s'était passé des phénomènes de brassage au cours de cette phase du Pléistocène. Cette couche, vraisemblablement d'origine fluviale, contient des instruments paléolithiques assez frustes : bifaces procédant de nucléi taillés dans des cailloux roulés principalement en grès quartziteux et autre variétés de grès polymorphes et présentant ordinairement une arête longitudinale à fortes sinuosités (fig. 8).

Si, géologiquement, le paléolithique congolais est aussi ancien que le paléolithique européen, cette couche appartient à une phase déjà ancienne du Pléistocène;

3° Un cailloutis formé exclusivement d'éléments roulés d'origine fluviale présentant parfois en intercalation des lentilles de limon sableux gris-brun contenant de la grenaille latéritique. Ce cailloutis comprend, parmi ses gros éléments, des quartz, quartzites, grès métamorphiques, grès polymorphes, calcédoines, cherts, oolithes siliceuses, oolithoïdes calcédonieux et, parmi ses petits éléments, des améthistes, sardoines, staurotides, tourmalines, rutiles, topazes, spinelles et rubis.

A en juger par les vestiges d'industrie anthropique qu'elle contient, cette couche appartient également au Pléistocène : on y observe des instruments nettement paléolithiques tels que des bifaces dérivant du nucléus, mais montrant une arête beaucoup plus régulière que celle des bifaces précédents; disques plus ou moins plats et nucléusiformes (fig. 9).

4° Un limon argileux brun foncé dans sa partie inférieure et brun jaunâtre dans sa partie supérieure. Malgré cette différence de coloration, ce limon apparaît comme assez homogène au point de vue de sa composition : il contient une forte proportion d'hydroxyde d'alumine et d'hydroxyde de fer et relativement peu de silicate d'alumine. La partie inférieure de cette couche semble former avec le cailloutis précédent un cycle monogénique fluviale, peut-être fluvio-lacustre.

Vers le milieu de cette couche se distinguent parfois des linéoles noirâtres ponctuées de nucléoles rougeâtres, qui à première vue ressemblent à des fragments de terre calcinée (fig. 18 et 19).

Malgré ces linéoles qui paraissent extérioriser un incident géologique, au cours de la formation de cette couche, celle-ci contient aussi une industrie anthropique assez homogène de technique archéolithique : bifaces et limaces assez allongés et peu épais, dérivant de la lame; poignards, pointes foliacées bifaces dont la technique très fine des retouches, souvent par

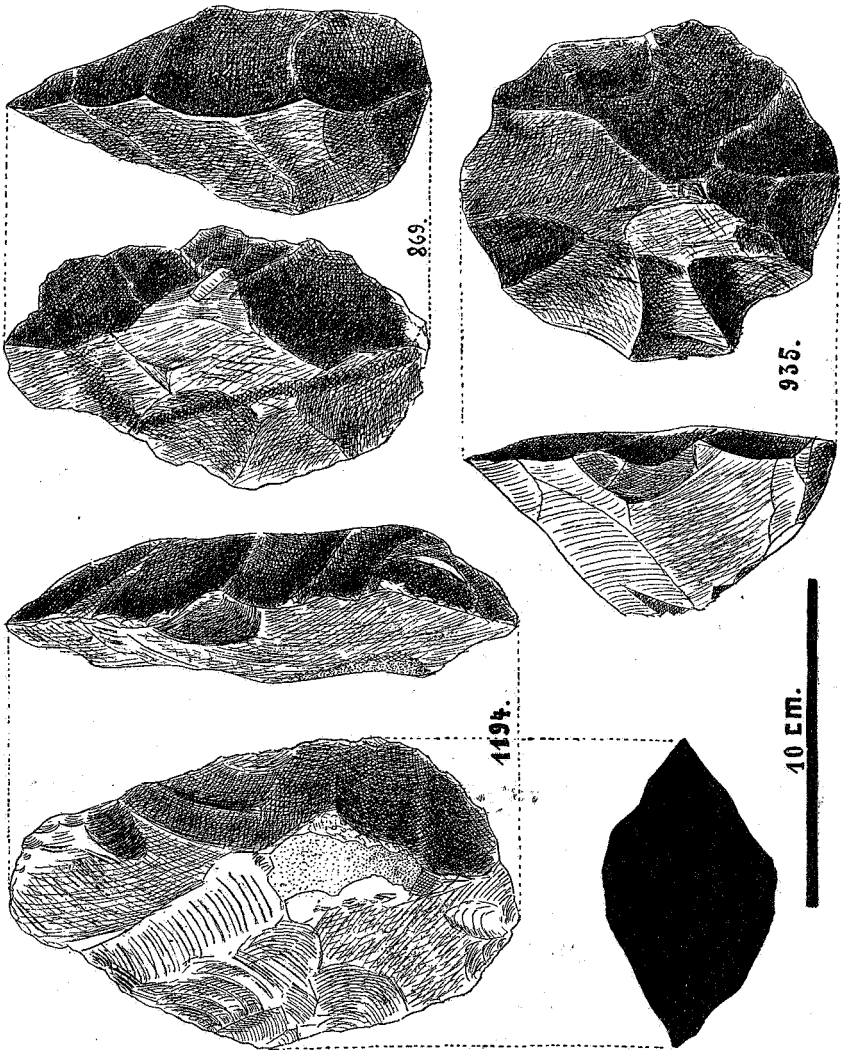


FIG. 8. — Instruments paléolithiques du Pléistocène ancien du Stanley-Pool (1194 : biface en silexite; 869 : biface en grès; 935 : nucléus en grès).

pressions alternes, fait penser aux admirables pointes solutréennes en feuilles de saules et de laurier de l'archéolithique européen (fig. 9 et 10).

Si, géologiquement, l'archéolithique du Congo est aussi vieux que l'archéolithique d'Europe localisé dans le limon appelé

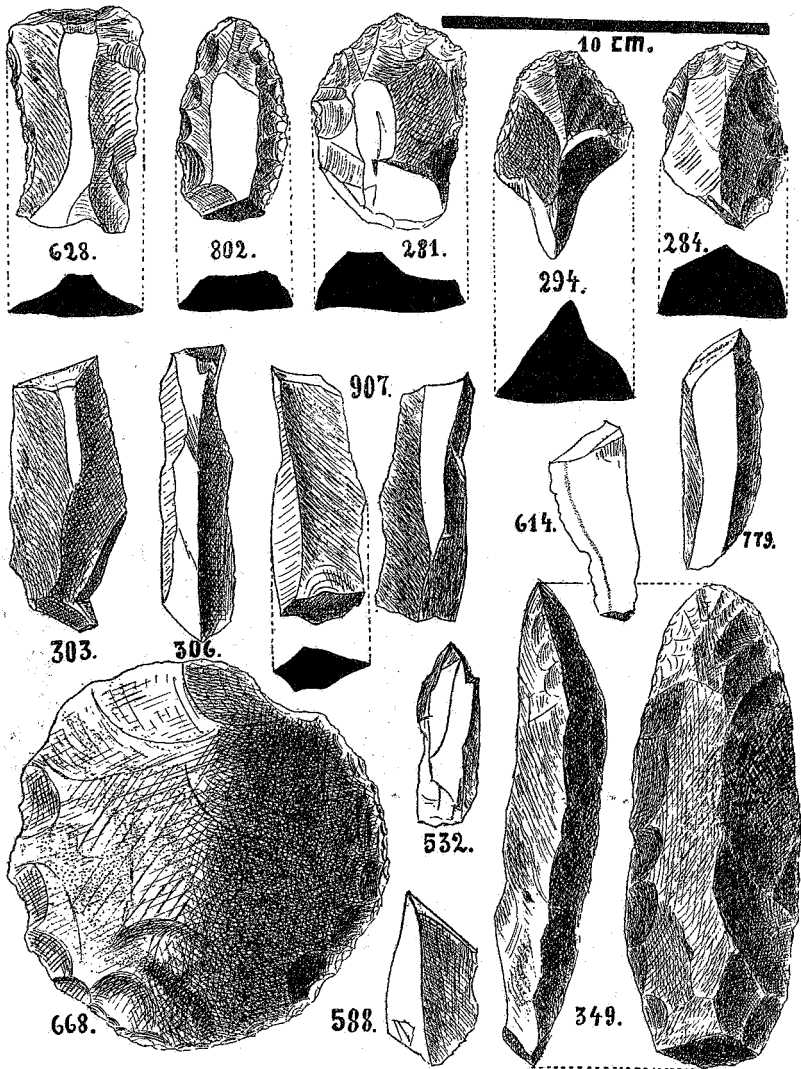


FIG. 9. — Instruments archéolithiques du Pléistocène récent du Stanley-Pool (628, 802, 281, 294 et 284 : grattoirs en grès métamorphisés; 303, 306, 907, 614, 779, 532 et 588 : burins en grès; 668 : biface discoïde en grès; 349 : biface allongé en grès).

assez improprement « terre à briques », nous pouvons considérer cette couche comme appartenant au Pléistocène supérieur.

5° La couche supérieure est un limon brun-noir, fortement humique à la surface; elle contient une industrie néolithique typique représentée par des haches dont certaines en diabase.

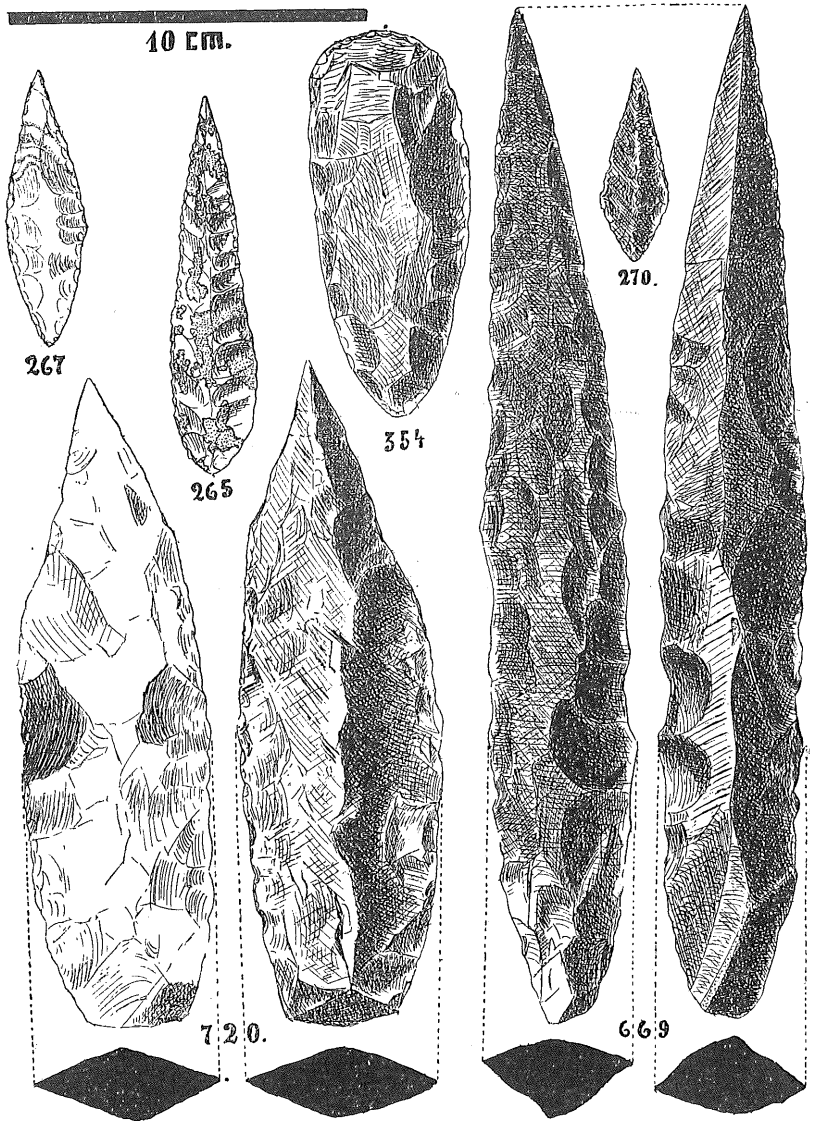


FIG. 10. — Instruments archéolithiques du Pléistocène récent du Stanley-Pool (267, 265, 270 : pointes foliacées en grès; 354 : biface en grès; 720 et 669 : grandes pointes en grès).

portent des traces de polissage ou au moins d'aiguisage, par des pointes de flèche à ailerons et à pédoncules, et par des fragments de céramique assez évoluée. En certains endroits, cette couche a fourni des biseaux et de minuscules lamelles sans trapèzes et sans croissants.

Cette couche a aussi livré des coquillages subfossiles de gastéropodes terrestres : *Ampularia* sp. et *Achatina* sp., genres existant encore actuellement au Congo. Comme ils s'enfoncent parfois assez profondément dans le sol, leur présence dans l'holocène du Stanley-Pool ne permet pas de les considérer comme de véritables fossiles, malgré leur apparent état de fossilisation. De plus, cette couche contenait encore des fragments d'amandes palmistes calcinées (probablement *Elaeis*. sp.) et des épines pectorale et dorsale de siluridé (*Chrisichthys* sp.). Ces dernières présentaient des traces de coupure par un couteau vraisemblablement en métal. C'est dire que ces restes organiques sont simplement des vestiges subfossiles et doivent être considérés comme des rejets de cuisine.

C. — **Pointe de Kalina, anse** (cote 310).

Une coupe perpendiculaire à la rive et orientée N.E.-S.W. entre les deux falaises montre les couches suivantes :

1° Grès du Lubilash (mésozoïque).

2° Cailloutis formé exclusivement d'éléments roulés fluviaux comprenant en ordre principal des éléments de désintégration des grès polymorphes sous-jacents. Ces éléments ont résisté à l'altération, par suite de leur silicification seconde qui leur donne l'aspect de cherts, de jaspes, de silex.

Ce cailloutis contient aussi des quartz, des quartzites, des oolithes siliceuses, des oolithoïdes calcédonieux et, parmi ses petits éléments, des améthistes, des sardoines, des staurotides, tourmalines, rutilés, topazes, spinelles, grenats et des fragments d'instruments anthropiques.

3° Limon argileux brun clair contenant une forte proportion d'hydroxyde d'alumine et d'hydroxyde de fer, mais relativement peu de silicate d'alumine.

La partie supérieure de ce limon contient des linéoles brun-noir ponctuées de nucléoles brun-rouge analogues à ceux des figures 18 et 19.

4° Terre humique contenant des tessons de poterie de technique assez évoluée.

D. — **Léopoldville, Ouest** (cote 308).

A 3.800 mètres S.S.W. de la Pointe de Kalina une coupe N.E.-S.W., orientée à peu près parallèlement à la rive et située à la cote 308 (fig. 14), révèle à partir de la base les couches suivantes :

1° Grès horizontaux.

2° Brèche formée d'éléments fortement altérés en grès du

Lubilash, fortement agglomérés par un ciment siliceux. Cette brèche est plus ou moins ravinée par le cailloutis qu'elle supporte; aucun fossile n'y a été trouvé.

3° Cailloutis formé d'éléments roulés dont les plus gros sont constitués de grès métamorphiques grisâtres ressemblant à des quartzites, et de grès polymorphes de couleur rougeâtre. Certains de ces derniers ont subi une silicification secondaire qui les font ressembler à des cherts et à des silex. Les petits éléments sont constitués par des calcédoines multicolores, des

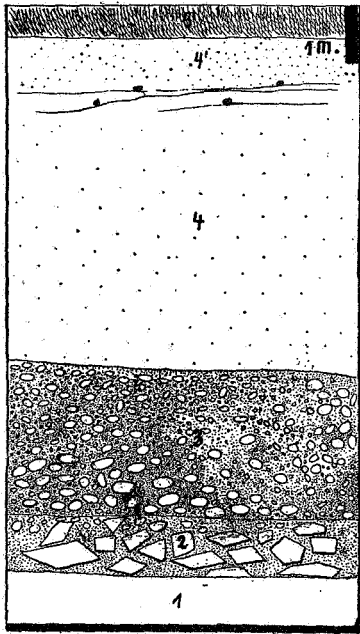


FIG. 11. — Léopoldville.

Gisement D. Coupe N.E.—S.W., à la cote 308.

sardoines brunes, des quartz avec parfois des améthistes, des quartzites roses, des oolithes siliceuses noirâtres, des topazes, des spinelles, des tourmalines, des disthènes et des grenats.

Ce cailloutis contient des éclats de grès et des cherts taillés par l'homme; certains sont roulés et lustrés.

4° Limon brun jaunâtre assez homogène, montrant dans sa partie supérieure des linéoles noirâtres où l'on peut observer des vestiges d'industrie archéolithique et des nucléoles de terre

rouge-brique qui paraissent avoir subi l'action de feu (comme ceux des fig. 18 et 19).

A en juger plus par sa position au-dessus des plus hautes crues actuelles du fleuve que par l'industrie qu'il contient, ce limon appartient au Pléistocène supérieur.

5° Limon brun noirâtre fortement humique contenant des fragments de céramique; cette couche humique est nettement holocène.

E. — Léopoldville, Ouest (cote 304).

A 800 mètres à l'Ouest du gisement précédent, une coupe menée verticalement et perpendiculairement à la rive du fleuve Congo et plus ou moins parallèlement à la rivière Mameza montre, à la cote 304, les couches suivantes à partir de la base (fig. 12) :

1° Grès horizontaux.

2° Blocs de grès polymorphes fortement altérés noyés dans

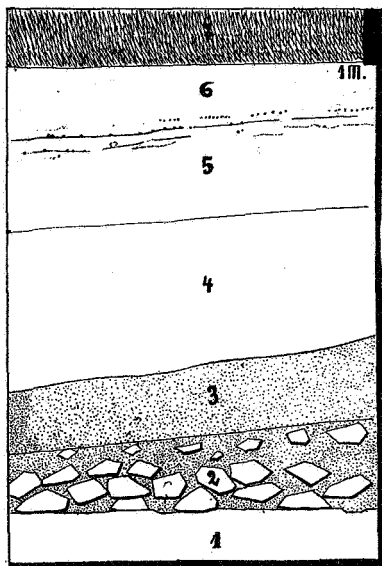


FIG. 12. — Léopoldville.

Gisement E. Coupe N.-S., à la cote 304.

un sable brun noirâtre; aucun fossile ni aucun vestige d'industrie anthropique n'y a été trouvé.

3° Sable blanchâtre; aucun fossile ni aucun vestige d'industrie anthropique.



4° Argile blanchâtre; aucun fossile ni aucun vestige d'industrie anthropique ne permettent de la dater.

5° et 6° Limon brun-jaune montrant dans sa partie moyenne des linéoles noirâtres sapropéliennes et des linéoles blanchâtres de minuscules cailloux de quartz blanc. On ne peut y observer la présence des nucléoles rouge brique signalées dans les autres limons. La masse de ce limon contient, aussi bien dans la partie inférieure que dans la partie supérieure, des vestiges d'industrie anthropique de technique archéolithique; toutefois, la partie supérieure, qui présente des traces de remaniement par ruissellement, montre des fragments de céramique grossière.

Ce limon peut appartenir au Pléistocène supérieur, au moins dans sa partie inférieure, à en juger par les vestiges d'industrie archéolithique.

7° Limon brun noirâtre fortement humique qui contient des tessons de céramique fort évoluée. Cette couche est donc nettement holocène.

#### F. — **Rivière Basoko, confluent Bandalungu** (cote 310).

A 1,000 mètres environ de l'embouchure de la rivière Basoko dans le Stanley-Pool, approximativement à 150 mètres en face du confluent marécageux Bandalungu-Basoko, une coupe orientée N.-S, à la cote 310, montre les couches suivantes, à partir de la base (fig. 13) :

1° Grès horizontaux.

2° Blocaux de grès polymorphes noyés dans des sables gris d'âge inconnu.

3° Sables blancs d'âge inconnu avec blocaux de grès polymorphes fortement altérés. Ces blocaux ont parfois un aspect bréchoïde; parfois, au contraire, ils sont presque pulvérulents.

4° Sable grossier, brun noirâtre, fortement latéritisé; il contient des éclats de grès quartzites dont le plan de frappe et le bulbe de percussion montrent qu'ils sont le produit d'un acte intentionnel.

5° Sables blancs fins, contenant de grosses concrétions en grès fistuleux grisâtre. Certaines de ces concrétions fistuleuses ressemblent parfois d'une façon extraordinaire au grès fistuleux que l'on rencontre dans l'étage bruxellien de l'Éocène belge et dans le Pléistocène de Palikao (Oran) (1).

(1) Je remercie très cordialement M. le Prof<sup>r</sup> P. Pallary, qui a bien voulu me faire parvenir des échantillons de grès fistuleux qu'il a recueillis en place dans le Pléistocène de Palikao (Oran), daté par des vestiges d'industrie anthropique.

Ces sables contiennent, d'autre part, des concrétions de copal fossile ainsi que des vestiges d'industrie anthropique de technique paléolithique et archéolithique.

6° Limon brun grisâtre fortement sablonneux avec des linéoles noirâtres ponctuées de nucléoles rouge brique ressemblant à des fragments de terre calcinée.

7° Limon humique gris-noir, fortement sablonneux, sans

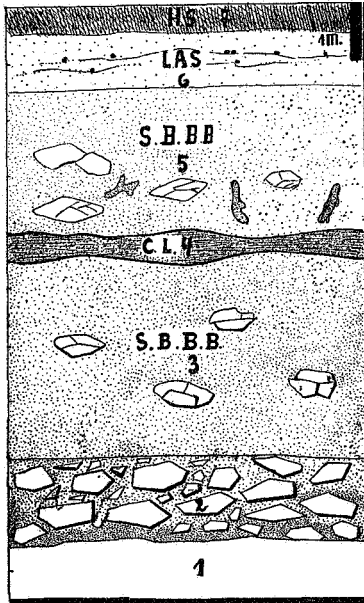


FIG. 13. — Rivière Basoko.

Gisement F. Coupe N.-S., à la côte 310.

fossile et sans vestiges d'industrie anthropique, sauf quelques rares tessons de poterie très friables.

G. — Kinshasa, port (cote 304).

Une coupe pratiquée perpendiculairement à la rive du Congo, un peu en amont des installations de l'Unatra, montre les couches suivantes à la cote 304, c'est-à-dire à 75 mètres de la rive (fig. 14) :

1° Cailloutis avec rares instruments paléolithiques et archéolithiques roulés. Les gros éléments sont des grès polymorphes, des grès quartzites; les petits éléments sont des quartz, des opales, des calcédoines, des sardoines.

2° Limon fortement sablonneux présentant dans sa partie supérieure des instruments archéolithiques.

3° Limon argileux avec linéoles noirâtres ponctuées de débris d'instruments en fer et en céramique et en verre d'introduction européenne. Ce limon est un limon de remaniement par l'homme. Il ne présentait pas de nucléoles brun brique, comme ceux rencontrés dans les gisements précédents.

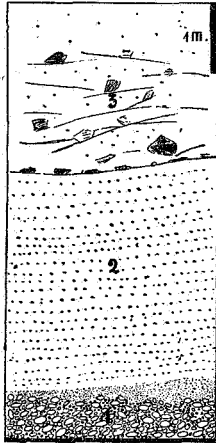


FIG. 14. — Kinshasa.  
Gisement G. Coupe N.-S., à la cote 304.

H. — Iles des Pierres, Gitas (cote 304).

Une coupe pratiquée dans la pointe amont de l'une ou l'autre de ces deux îles montre la succession des couches suivantes à partir de la base (fig. 15) :

1° Grès polymorphes du Lubilash (G.-L.).

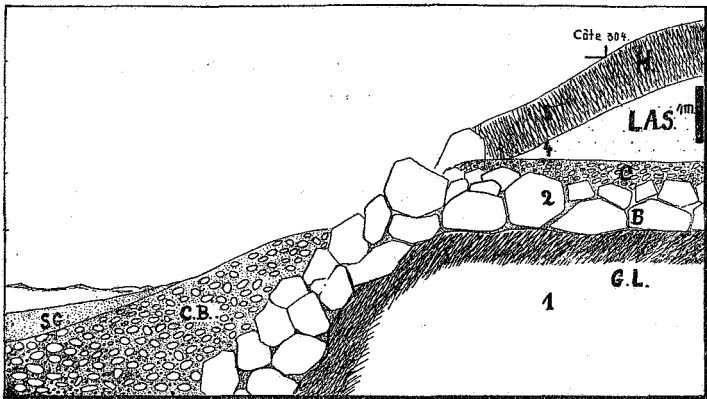


FIG. 15. — Iles des Pierres, entre Kinshasa et Dolo.  
Gisement H. Coupe W.-E., à la cote 304.

2° Blocs (B) en grès polymorphes du Lubilash (mésozoïque).

3° Cailloutis (C) dont les gros éléments sont représentés par des grès mimant les quartzites, les cherts, les silex; les petits éléments sont des quartz, des opales, des calcédoines. La partie supérieure de ce cailloutis contient de nombreux bifaces archéolithiques roulés.

4° Limon argilo-sablonneux, gris-brun (L.A.S.), contenant des vestiges d'industrie archéolithique, mais pas de traces de nucléoles rouge brique.

5° Limon argilo-sablonneux brun-noir, fortement humique, contenant des vestiges d'industrie néolithique et des tessons de céramique de techniques diverses.

#### I. — Dolo (cote 304-305).

A 800 mètres de la rive du Congo et à 75 mètres de la rive gauche de la Belgika, une coupe S.W.-N.E., pratiquée à la cote 304, montre les couches suivantes à partir de la base (fig. 16) :

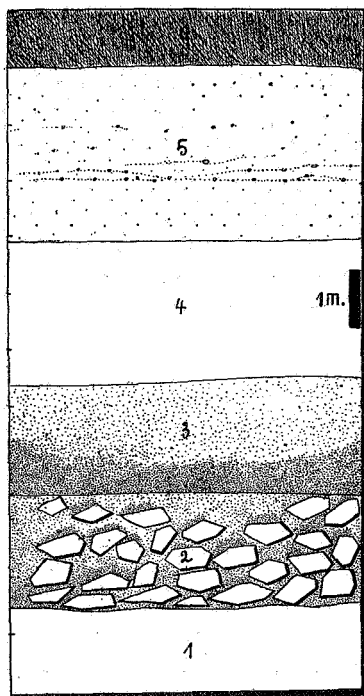


FIG. 16. — Dolo.

Gisement I. Coupe S.W.—N.E., à la cote 304.

1° Blocaux altérés de grès mésozoïques du Lubilash, noyés dans un sable grisâtre; aucun fossile n'a permis de déterminer l'âge de cette couche.

2° Sables blancs, sans trace de fossile ni vestiges d'industrie anthropique. Actuellement, cette couche non plus ne peut être datée.

3° Argile blanche, dont la partie supérieure montre des inclusions de vestiges anthropiques de techniques archéolithique et mésolithique : bifaces allongés et ordinairement peu épais, biseaux et lames minuscules, la plupart fortement patinés.

4° Limon argileux brun grisâtre montrant des linéoles de minuscules cailloux de quartz blanc, roulés avec des débris de coquilles d'*Aetheria* sp., genre existant encore actuellement au Congo. Cette couche contient également des vestiges d'industrie néolithique et des tessons de poterie grossière. La présence de cette céramique permet de supposer que ce limon gris-brun à linéoles n'est pas très ancien; la coexistence de linéoles de minuscules cailloux de quartz et de fragments d'*Aetheria* sp., subfossiles, indiquent la formation de ce limon, soit par alluvionnement, soit par ruissellement.

Cette couche de limon brun grisâtre est beaucoup plus récente que les limons brun-jaune observés à Kalina. Les vestiges d'industrie anthropique qu'elle contient permettent de la situer dans les formations holocènes.

5° Limon brun noirâtre, fortement humique, à vestiges de céramique moderne. Ce limon holocène confirme l'âge holocène de la couche précédente, localisée entre un niveau à biseaux et à pointes de flèche à tranchant transversal de technique mésolithique et un niveau à céramique moderne.

#### J. — Rivière Gombe.

Une coupe orientée approximativement Nord-Sud, menée à la cote 305, révèle (fig. 17), à partir de la base, les couches suivantes :

1° Sables fluvio-lacustres, brun-gris, avec stries noirâtres de matières tourbeuses. Cette couche contient des concrétions de copal fossile et des instruments anthropiques en grès polymorphes patinés et colorés en brun noirâtre.

2° Sables blancs fluvio-lacustres avec instruments anthropiques en grès polymorphes patinés et décolorés par altération superficielle.

3° Humus fortement sableux avec tessons de poterie. Aucune de ces trois couches n'a fourni de nucléoles rougeâtres.

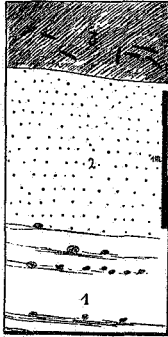


FIG. 17. — **Rivière Gombe.**  
Gisement J. Coupe N.-S., à la côte 305.

### III. — NIDS FOSSILES D'ISOPTÈRES DANS LES STRATES DU PLÉISTOCÈNE SUPÉRIEUR DU STANLEY-POOL

De l'ensemble des observations recueillies dans le quaternaire du Stanley-Pool, il apparaît que le limon brun clair, s'étalant sur la terrasse (T<sup>3</sup>) comprise approximativement entre les cotes 307 et 313 appartient au Pléistocène supérieur.

Nous avons vu que, d'une façon générale, ce limon repose soit sur la brèche cimentant les éléments de désintégration des grès du Lubilash, soit sur le cailloutis ravinant cette brèche, présentant tous les degrés de dureté intermédiaires entre 1 et 7.

La base de ce limon, située à une moyenne de 7 mètres au-dessus du niveau moyen du fleuve Congo, n'est plus jamais atteinte par les eaux de celui-ci, même au cours de ses plus fortes crues enregistrées depuis l'occupation belge. *La partie inférieure au moins* de cette couche de limon, superposée directement au cailloutis fluvial, appartient à un même cycle monogénique d'origine fluviale : le cailloutis, représentant la phase de creusement et d'alluvionnement des éléments lourds; le limon, représentant la phase d'alluvionnement des éléments de faible densité.

A cause de sa situation topographique éloignée de toute pente sensible, ce cycle, composé d'un cailloutis de base surmonté d'un limon important, ne peut être confondu avec un cycle éluvionnaire; il ne peut l'être non plus avec l'un de ces glissements connus sous le nom d'éboulis des pentes, car il faudrait alors supposer, cas extrêmement difficile à réaliser, que ce

limon ne présenterait qu'un cailloutis bien caractérisé à la base, sans le moindre arrachement de l'un ou l'autre lambeau de cailloutis secondaire à l'intérieur du limon.

Pour le même motif, sans vouloir préjuger de ce que pouvait être le climat du Stanley-Pool au moment de la formation de cet ensemble stratigraphique, on ne peut émettre l'hypothèse que ce cycle soit le résultat de phénomènes de solifluction.

Enfin, toujours pour le même motif, on ne peut non plus admettre qu'il doive sa formation à des phénomènes de ruissellement.

Par conséquent, à cause de sa situation topographique et stratigraphique, ce cycle, au moins dans sa partie inférieure, est d'origine alluvionnaire et est relativement ancien.

Au point de vue exclusivement stratigraphique, cet ensemble est, d'une part, situé au-dessus d'un niveau mésozoïque du Lubilash dont la partie superficielle, profondément altérée, forme une brèche montrant à sa surface des vestiges assez frustes d'industrie qu'on ne retrouve pas dans les niveaux situés plus haut; d'autre part, il est situé au-dessous d'une couche holocène contenant des subfossiles existant encore actuellement au Congo et des vestiges assez divers d'industrie anthropique. Aucune trace de ces instruments n'est restée dans les traditions des habitants actuels du Stanley-Pool et dont les plus anciens semblent être des instruments qui appartiennent typologiquement au néolithique (haches et pointes à ailerons) et au mésolithique (biseaux, petites pointes, lames minuscules).

Au point de vue paléontologique, le cailloutis de base contient des instruments qui rappellent un complexe acheuléo-moustérien : bifaces, disques, pointes, nucléi circulaires (fig. 8), tandis que le limon renferme un ensemble assez homogène caractérisé surtout par des pointes foliacées rappelant le facies solutréoïde de l'archéolithique européen (fig. 9 et 10). Ce limon, qui dans toute son épaisseur paraît assez homogène au point de vue de sa constitution élémentaire et de ses vestiges d'industrie anthropique, se présente, au moins dans sa partie inférieure, comme étant d'origine alluvionnaire. Toutefois, comme nous l'avons signalé, on peut observer, soit vers le milieu de la couche, soit dans la partie supérieure, des linéoles noirâtres ponctuées de nucléoles rougeâtres qui contrastent nettement avec la couleur brun clair du limon. Ces nucléoles, dont certains atteignent la grosseur d'une noix, ressemblent à première vue à des fragments de terre calcinée (fig. 18 et 19).

Les linéoles observées sont donc vraisemblablement l'indice d'un remaniement superficiel du limon alluvionnaire.

Ce remaniement a-t-il été effectué par l'homme moderne, ainsi que j'en ai observé le cas dans la coupe de Kinshasa, gisement G (fig. 14)? Je ne le crois pas; d'abord parce que je n'ai pas observé le mélange des industries anthropiques superfi-

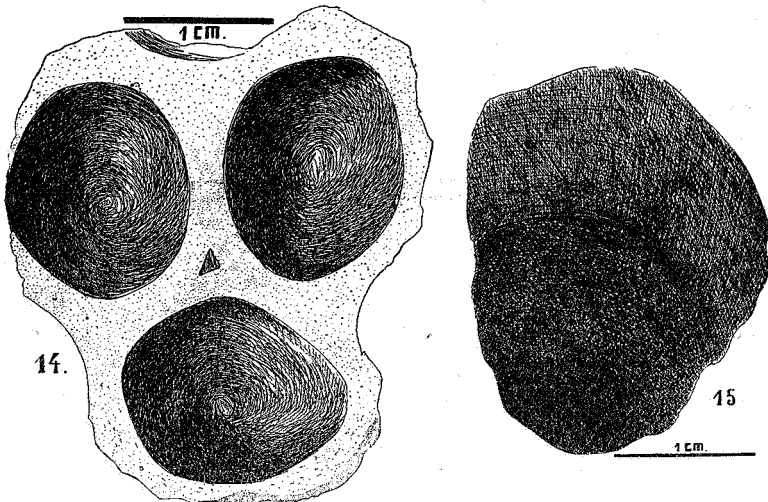


FIG. 18. — Fragment fossile de nid d' « *Eutermes (Thoracotermes) macrothorax* » Sjöst.

FIG. 19. — Nodule à deux teintes du même.

cielles; ensuite, parce que j'ai pu parfois observer que ces linéoles ponctuées de nucléoles rouge brique sont recoupées par des cavités creusées postérieurement au remaniement du limon alluvionnaire, mais antérieurement à la formation de la couche humique (fig. 6<sup>bis</sup>).

Par conséquent, ce remaniement n'est pas l'œuvre de l'homme holocène.

Ce remaniement de la couche alluvionnaire est-il l'œuvre de l'homme qui tailla les vestiges de technique archéolithique? Je ne le crois pas, parce qu'il est improbable que cet homme disposait de moyens industriels suffisants pour remanier *ce limon alluvionnaire sur une étendue aussi grande que celle qui a pu être observée.*

Par conséquent, il n'est pas possible d'admettre que le remaniement de la partie supérieure de cette couche alluvionnaire soit l'œuvre de l'homme, soit récent, soit ancien.

Si l'action anthropique n'est pas le facteur à qui l'on puisse imputer ce remaniement, l'action zoologique de fouisseurs ne peut non plus être invoquée, parce que les linéoles observées



dans les coupes verticales ne peuvent, d'après leur situation, être envisagées comme des galeries affaissées, mais comme des plages parfois assez étendues dans le plan horizontal.

Quelle est donc l'origine de ce remaniement?

A cause de la topographie de la pointe de Kalina, nous avons vu précédemment qu'il n'était pas possible de faire intervenir le phénomène d'éboulis des pentes, pas plus que celui de la solifluction. Pour le même motif, nous avons conclu à l'improbabilité des phénomènes de ruissellement.

Nous ne pouvons donc plus envisager que deux derniers facteurs géologiques : l'alluvionnement secondaire et l'action éolienne.

Si nous observons les nucléoles rouge brique qui ponctuent les linéoles, indices du remaniement, nous remarquons immédiatement qu'ils semblent porter de profondes empreintes digitales (fig. 18); ce fait paraît immédiatement extraordinaire, à cause du fait que ce limon ne contient pas de vestiges de céramique en dehors du cas de poteries gisant dans des fosses creusées postérieurement au dépôt du limon (fig. 6<sup>bis</sup> et 7).

Un examen plus approfondi de ces fragments de terre rouge nous montre que nous sommes en présence de vestiges d'industrie non anthropique et que les cavités rencontrées à la surface de certains ne sont pas des empreintes digitales, mais des cellules élaborées par des arthropodes ou plutôt des insectes.

Quels sont ces insectes?

Ces fragments de terre travaillée ne peuvent être l'œuvre d'hémiptères qui, tels que *Cicada*, élaborent leurs travaux en tubulures et non en alvéoles. Ils ne sont pas non plus produits par des hyménoptères tels que *Sinagris*, dont la disposition des alvéoles diffère sensiblement, ou que *Pelopaeus*, dont les loges sont beaucoup plus allongées. Ces alvéoles, d'après leur conformation générale, ressemblent le plus à celles élaborées par des isoptères appelés vulgairement termites (<sup>1</sup> à <sup>12</sup>).

L'œuvre des termites, en géologie du quaternaire, est très importante sous les tropiques et mérite d'être prise en considération. Les termites, par la destruction des matières végétales, réduisent au minimum, la formation des terrains humi-

(1) DESNEUX, J. 1904; 1918.

(2) FROGGAT, 1913.

(3) FULLER, 1915.

(4) HAGEN, H., 1855/1860; 1858.

(5) HEGH, E., 1922.

(6) HOLMGREN, 1913.

(7) LAMEERE, A., 1909.

(8) LATREILLE, 1804/1805.

(9) LINNÉ, CH., 1788/1793.

(10) SILVESTRI, 1914.

(11) SJÖSTEDT, Y., 1900.

(12) STEEL, D., 1913.

ques. Dans certaines régions de notre colonie particulièrement, les termitières donnent au paysage un aspect caractéristique, soit par leur grand nombre d'élévations en pain de sucre, en dôme, en champignon (fig. 21), soit par l'importance de la masse de terre utilisée par leurs constructions gigantesques, atteignant parfois plus de 5 mètres de hauteur. Aussi, si l'homme peut avec raison être, d'une façon générale, considéré comme un véritable facteur de bouleversement géologique, le termite doit être aussi rangé parmi cette catégorie d'agents remanieurs.

Les termites ne sont d'ailleurs pas des inconnus pour les géologues et surtout pour les paléontologues; pour ne citer que quelques faits, rappelons les termites fossiles signalés dans le Jurassique de Solenhafen (Bavière), et ceux de l'Oligocène de la Baltique. Le grand-duché de Bade, la Croatie et le Colorado ont aussi fourni des termites fossiles (1 à 7).

L'examen approfondi de certains fragments de nids d'isoptères rencontrés dans le limon supérieur de Kalina montre, à cause de la partie de croûte et du rassemblement des cellules, que nous sommes en présence de nids dits concentrés en étage (fig. 20).

Ils ne peuvent donc rentrer que dans la famille des *Métatermitidae*; celle-ci comprend deux sous-familles : les *Termitinae* et les *Eutermitinae*.

Les *Termitinae* constituent une sous-famille très intéressante, parce que c'est chez elle que l'on peut observer la vie sociale la plus développée. Le nid, en terre pure agglomérée par des sécrétions stomodéales, présente les particularités bien connues : cheminées d'aérage, jardins à champignons et certaines cellules différenciées en loges spéciales ou chambres royales où la reine et le roi sont enfermés. Suivant les genres de cette sous-famille, les nids se distinguent par différentes variantes : nids parasites d'autres nids (ex., *Microtermes*), nids souterrains sans élévation (ex., *Odontotermes*) et nids avec élévations (ex., *Termes*).

Les fragments de nids récoltés dans le limon du Stanley-Pool n'appartiennent à aucune des variantes des nids de cette sous-famille. Ils doivent donc se rapporter aux nids de la sous-famille des *Eutermitinae*, nids en terre pure agglomérée par des sécrétions proctodéales. Ces nids n'offrent pas la grande

(1) HAGEN, H., 1861.

(2) HANDLIRSCH, A., 1907/1908.

(3) HEER, O., 1848.

(4) HEER, O., 1849.

(5) SCUDDER, S. H., 1877, 1; 1877, 2; 1883; 1886; 1890.

(6) STERZEL, 1878/1880.

(7) VON ROSSEN, K., sans date.

spécialisation observée chez les *Termitinae*; on n'y remarque ni les cheminées d'aérage, ni les champignonnières, ni les loges royales. En revanche, la plupart de ces nids sont remarquables par leur disposition en étage.

Pourquoi cette disposition en étage? Le groupe des « termites » présente en général un hydrotaxisme très accentué; pendant la saison des pluies on peut remarquer un accroissement d'activité chez les termites; c'est ordinairement à ce moment que l'essaimage se produit. C'est donc à ce moment que les nouvelles termitières s'érigent; mais c'est aussi à ce moment que les anciens nids de *Termitinae* s'amplifient, tandis que ceux d'*Eutermi-  
tinae* s'adjoignent un étage supplémentaire à chaque saison de pluie bien marquée.

Dans la zone équatoriale, ce phénomène est moins visible à cause de la permanence annuelle des pluies, toutefois, il est encore enregistré par suite de l'alternance de l'intensité des chutes de pluie. Dans les régions où il existe annuellement deux saisons des pluies alternant avec deux saisons sèches, l'une grande et l'autre petite, on peut également observer parfois une alternance d'étages irréguliers.

Parmi les nids à étage de cette sous-famille, les plus remarquables sont ceux qui appartiennent aux espèces suivantes :

*Eutermes (Eutermes) latifrons*, Sjöst., dont les nids en colonnes sont parfois adossées au tronc d'un arbre; ces nids s'observent dans le Mayumbe, dans le Bas-Congo, dans le Kasai, le Sankuru, etc.

*Eutermes (Eutermes) pyriformis*, Frogg, dont les nids en colonnes cannelées et bosselées se rencontrent en Nigérie et même en Australie.

*Eutermes (Eutermes) nigerrimus*, Mjög, dont les nids ressemblent aux précédents, mais sont beaucoup plus trapus; ils sont propres à l'Australie.

*Hamitermes meridionalis*, Frogg, dont les énormes nids à contreforts sont orientés Est-Ouest; ils sont également propres à l'Australie.

*Eutermes (Eutermes) triodiae*, Frogg, dont les nids ressemblent à ceux d'*(E.) latifrons*, Sj., mais peuvent atteindre plus de 4 mètres de hauteur; ils sont aussi propres à la région australienne.

*Eutermes (Thoracotermes) macrothorax*, Sjöst., dont les nids sont généralement construits en argile du Pléistocène supérieur, souvent altérée par des traces de matières humiques. Ils pren-

nent souvent l'apparence botryoïde, mais parfois aussi ils ressemblent à de gros champignons (fig. 20 et 21). On peut surtout les observer dans le Bas-Congo, dans le Kasai et dans le Sankuru.

*Mirotermes (Basidentermes) Aurevillii*, Sjöst, dont les nids ressemblent à d'énormes livres de beurre empilées les unes sur les autres; ces nids, construits surtout en argile, ont été signalés au Cameroun. Parfois ces nids, bâtis en alluvions holocènes noirâtres, s'affinent et miment des champignons. D'autres fois, ils s'adossent à des arbres et parviennent alors à une hauteur assez considérable. Ils ont été décrits de la Sénégambie, de la Nigérie, de la Côte de l'Or et du Cameroun.

*Mirotermes (Cubitermes) fungigaber*, Sj., dont les nids, édifés en alluvions holocènes noires avec des inclusions de quartz blancs, ressemblent aux champignons les plus divers. On les rencontre dans toute l'Afrique tropicale occidentale. Leur forme extérieure les rapproche des nids d'E. (*Thoracotermes macrothorax*, Sj. Mais le contour de leurs cellules est beaucoup plus anguleux que celui d'E. (*T. macrothorax*, Sj.

*Mirotermes (Cupitermes) lamanianus*, Sj., dont les nids en pagodes sont généralement édifés en alluvions holocènes noires. Ils sont communs dans la région du Bas-Congo.

*Mirotermes (Cubitermes) sankuruensis*, Wasm., dont les nids en champignons sont ordinairement construits en argile du Pléistocène supérieur. On les connaît principalement du Sankuru et du Haut-Katanga.

*Mirotermes (Cubitermes) subcrenulatus*, Silb., dont les nids, également en champignons, ressemblent assez bien aux précédents, mais avec cette différence que le fût, élargi à la base et au sommet, est incurvé dans la partie centrale. Il est assez abondant dans la Guinée française.

*Mirotermes (Cubitermes) Zenkeri*, Desn., dont les nids présentent aussi l'aspect botryoïde. On les rencontre fréquemment dans le Congo septentrional.

Selon qu'ils sont construits au moyen d'éléments humiques des terrains holocènes et de particules sapropéliennes des plaines herbeuses marécageuses, ou qu'ils sont édifés en éléments argileux du Pléistocène, ces nids à étage accusent donc des aspects assez différents. Les éléments humiques s'agglutinent en général moins rapidement et effectuent des coulées stalagmitoïdes, lors des pluies copieuses propres aux tropiques. Mais lorsqu'ils sont agglutinés, ils résistent fortement aux intempéries, tandis que

les éléments argileux s'agglutinent plus rapidement, mais résistent beaucoup moins bien. C'est probablement pour ce motif que les termitières en argile présentent un relief plus doux.

Après avoir comparé les fragments de nids récoltés à Kalina aux échantillons ci-dessus, je crois pouvoir les assimiler, à cause de leur forme et de leurs dimensions, à l'espèce *Eutermes (Thoracotermes) macrothorax*, Sj.

J'ai examiné des échantillons de copal fossile provenant des sables fluviolacustres du Pléistocène supérieur du Stanley-Pool, mais jusqu'à présent je n'y ai pas trouvé trace de « termites ». Ne sachant si l'espèce Pléistocène du sous-genre *Thoracotermes* possède des caractères anatomiques différents assez importants pour la différencier spécifiquement d'*E. (T.) macrothorax*, Sj. actuel, et bien que, d'autre part, constatant

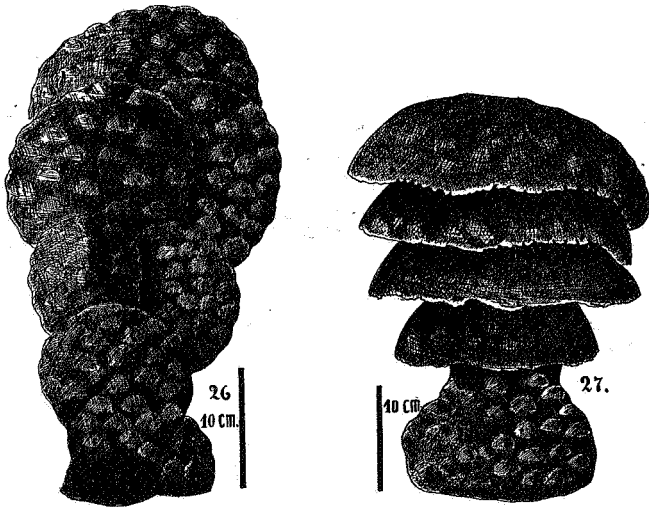


FIG. 20. — Nid d' « *Eutermes (Thoracotermes) macrothorax* » Sjöst (Bas-Congo, Kasai, Sankuru).

FIG. 21. — Nid d' « *Eutermes (Thoracotermes) macrothorax* » Sjöst, en argile du Pléistocène supérieur altérée par matières humiques (Kalina).

que les éléments des fragments de nids fossiles de Kalina sont totalement différents quant à leur nature des nids actuels de la région, je n'ai pas vu la nécessité de considérer les auteurs de ces nids fossiles comme une variété du Pléistocène supérieur de l'espèce *E. (T.) macrothorax*, Sj.; l'avenir nous apprendra peut-être si nous avons affaire à une variété spéciale.

Les fragments de nids d'*Eutermes* (*Thoracatermes*) *macrothorax*, Sjöst, que j'ai rencontrés dans le Pléistocène supérieur du Stanley-Pool possèdent une belle couleur rouge brique qui tranche franchement sur la teinte brun-jaune du limon dans lequel ils étaient inclus comme des nucléoles ponctuant les linéoles noirâtres des coupes verticales, notamment de la terrasse de 11 mètres de Kalina (T<sup>3</sup>).

Cette couleur rouge brique est-elle la teinte naturelle du sol auquel l'insecte a emprunté ses éléments, ou est-elle, au contraire, le résultat soit d'une oxydation produite par la calcination, soit d'une déshydratation causée par la latéritisation secondaire du nid?

L'observation d'un nodule (fig. 19) que j'ai coupé après avoir constaté que la partie extérieure présentait une coloration brunâtre assez différente, montre que la localisation rouge brique est disposée principalement à l'intérieur du nodule. Dans le cas d'une oxydation par calcination ou d'une déshydratation par latéritisation secondaire, la localisation de la couleur rouge brique aurait été surtout superficielle, ce qui n'est pas le cas. Par conséquent, la couleur rouge brique des fragments de nids d'*E. (Thoracatermes) macrothorax* Sjöst, n'est pas le résultat d'une calcination ni d'une latéritisation secondaire.

L'expérimentation que j'ai effectuée sur plusieurs autres nodules à coloration rouge brique bien nette m'a montré que lorsque ces nodules sont placés dans un cristalliseur contenant de l'eau, on les voit, après quelques heures de séjour dans ce bain, se dissoudre comme si l'on traitait un nodule de limon argileux quelconque; toutefois, ils ne présentent plus la même plasticité que les limons argileux employés pour la fabrication des briques. Cette expérience confirme l'opinion que les fragments de nids fossiles d'*E. (T.) macrothorax*, Sjöst., que j'ai récoltés à Kalina, n'ont pas subi l'action du feu, comme l'ont fait certains blocs de termitières utilisés en guise de pierres de foyer par les indigènes actuels de la région. Par conséquent, leur couleur rouge brique doit être celle du sol plus ou moins latéritisé auquel leurs éléments ont été empruntés.

Cette constatation présente une certaine importance.

Au point de vue de la paléanthropologie, elle nous permet d'avoir une idée approximative de la température du biotope du Stanley-Pool quelque temps avant que les facteurs géologiques aient agi pour recouvrir simultanément les vestiges d'industrie anthropique à facies archéolithique et les restes d'industrie ananthropiques, ceux-là d'*E. (T.) macrothorax*

Sjöst, isoptère de faune chaude. Cette faune est confirmée d'ailleurs par les concrétions de copal fossile trouvées parfois à deux mètres de profondeur dans les sables lacustres ou lagunaires qui entourent Kalina (voir cartes fig. 4 et 22).

Au point de vue paléo-ethnographique, l'absence de tessons de poterie dans la couche supérieure du limon ne peut être expliquée par leur dissolution lors de l'infiltration des eaux atmosphériques, car dans ce cas les fragments non calcinés de nids d'*E. (T.) macrothorax* Sjöst, se seraient, eux aussi, désagrégés.

Le point de vue géologique est tout aussi intéressant; nous avons vu précédemment que la partie supérieure du limon fluvio-lacustre avait été remanié.

Nous avons conclu d'autre part à l'*impossibilité* du remaniement par éboulis des pentes et par solifluction, à l'*improbabilité* du remaniement par ruissellement et à la *possibilité* de ce remaniement, soit par alluvionnement secondaire, soit par action éolienne.

La présence de fragments de nids d'*Eutermes (Thoracotermes) macrothorax* Sjöst dans les parties moyenne et supérieure du limon brun clair du Pléistocène supérieur de Kalina constitue un fait nouveau dans l'élaboration de cette étude. La non-destruction à l'intérieur de ce limon de nucléoles solubles permet-elle d'élucider le problème de la cause du remaniement?

Si ce remaniement avait été provoqué par des phénomènes de ruissellement, les fragments de nids d'*E. (T.) macrothorax* Sjöst, se seraient désagrégés sous l'action de l'eau, ce qui n'a pas eu lieu. Par conséquent, le remaniement n'a pas été effectué par le ruissellement des eaux atmosphériques, c'est-à-dire que l'*improbabilité*, constatée précédemment pour d'autres motifs, devient une *impossibilité*.

Si ce remaniement avait été causé par des phénomènes d'alluvionnement secondaire, les fragments de nids d'*E. (T.) macrothorax*, Sjöst se seraient aussi dissous, ce qui n'a pas eu lieu. Par conséquent, ce remaniement ne peut être le résultat d'un alluvionnement secondaire; c'est-à-dire que la *possibilité* énoncée précédemment devient une *impossibilité*.

Si ce remaniement avait été occasionné par l'action dynamique des vents, les fragments de nids fossiles d'*E. (T.) macrothorax*, Sjöst ne se seraient pas dissous, fait qui a été constaté au cours de mes fouilles sur le Stanley-Pool. Par conséquent, il est fort probable que le remaniement en question provient

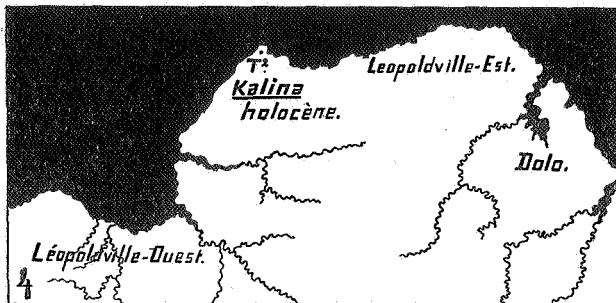
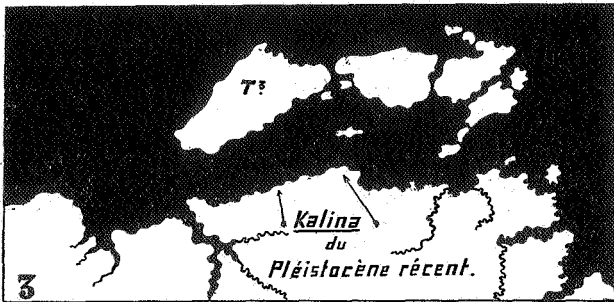
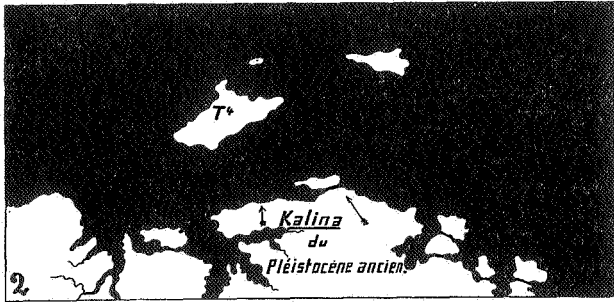
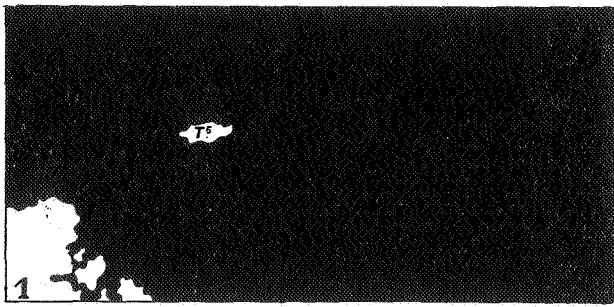


FIG. 22. — Émergence et creusement progressif des terrasses du Stanley-Pool.

1. Émergence de la terrasse T<sup>5</sup> et creusement de la terrasse T<sup>4</sup>.
2. Émergence de la terrasse T<sup>4</sup> et creusement de la terrasse T<sup>3</sup>.
3. Émergence de la terrasse T<sup>3</sup> et creusement de la terrasse T<sup>2</sup>.
4. Émergence de la terrasse T<sup>2</sup> et creusement de la terrasse T<sup>1</sup>.



de l'action éolienne; c'est-à-dire que la *possibilité* énoncée précédemment et concurremment avec une autre cause devient une *grande probabilité*, exclusive de l'autre cause.

Par conséquent, au point de vue géologique, la trouvaille de ces fragments de nids d'*Eutermes (Thoracotermes) macrothorax* Sjöst, associés à des vestiges d'industrie anthropique à facies archéolithique, nous donne une bonne approximation sur la nature du phénomène qui est intervenu pour recouvrir côté à côté des vestiges d'industries ananthropique et anthropique : l'action éolienne, qui explique les stratifications noirâtres observées dans la partie supérieure du limon.

#### IV. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

La terrasse T<sup>a</sup> de la rive gauche du Stanley-Pool se divise en deux parties bien nettes : la partie la plus méridionale représente l'ancienne berge du Stanley-Pool au cours du Pléistocène supérieur; la partie septentrionale comprend un complexe de quatre grandes îles du Stanley-Pool, dont la plus importante lors du Pléistocène supérieur était celle de Kalina. Ces quatre grandes îles étaient accompagnées, surtout au Sud, de quelques îlots d'importance beaucoup moindre; elles étaient bornées au Nord par des bas-fonds et au Sud par des plages fluvio-lacustres au bord desquelles croissaient des copaliers dont nous retrouvons actuellement les concrétions dans les sables des plaines où coulent les rivières Gombe et Belgika. Sur ces anciennes îles du Pléistocène supérieur s'étale une nappe de limon brun-jaune dont la partie supérieure a été remaniée par l'action éolienne. Ce limon contient des vestiges d'industrie anthropique de facies archéolithique. Dans la partie supérieure de ce limon les vestiges archéolithiques voisinent avec des fragments de nids fossiles d'*Eutermes (Thoracotermes) macrothorax* Sjöst.

Ce limon est localisé stratigraphiquement entre un cailloutis à industrie paléolithique et une couche de terrains humiques holocènes à industries néolithiques et modernes.

#### V. — BIBLIOGRAPHIE

- AMELOT (1883), *Plan de la station de Léopoldville.*  
 ANTOINE (L<sup>t</sup>) (1894), *Itinéraire au Sud-Ouest de Stanley-Pool* (croquis).  
 ASSELBERGHS, E. (D<sup>r</sup> Sc.) (1920). Observations géologiques dans le bassin du Kwango (partie Sud-Ouest du Kasai). (*Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XLII, Congo, 7, pp. 81-111.)

- AUGOUARD (R. P.) (1882), Voyage au Stanley-Pool (1 carte). (*Les Missions catholiques.*)
- BABET, V. (1929), *Étude géologique de la zone du chemin de fer Congo-Océan et de la région minière.* Paris, Larose
- BALL et SHALER (1912), Contribution à l'étude géologique de la partie centrale du Congo belge, y compris la région du Kasai. (*Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXIX, Congo, pp. 205-206.)
- BENTLEY, W.-H. (R. P.) (1882), Voyage d'exploration au Stanley-Pool. (*Revue maritime et coloniale.*)
- BUTGENBACH (1931), Quelques mots à propos des latérites. (*Bull. des séances de l'Inst. Roy. Col. Belge*, t. II, fasc. 2, pp. 320-326.)
- CHOLET, J. (1890), Esquisse des itinéraires entre Brazzaville, Manyanga et Loango au 2/500.000<sup>e</sup>. (*C. R. des séances de la Soc. de Géogr. de Paris.*)
- COLETTE, J.-R.-F. (1927), Trouvailles paléolithiques au Congo belge. (*C. R. du Congrès intern. d'Anthropologie*, Amsterdam.)
- (1929), Le préhistorique dans le Bas-Congo. (*Bull. de la Soc. roy. belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, pp. 42-47. Bruxelles.)
- (1931), 1. Industries paléolithiques du Congo belge. (*C. R. du Congrès intern. d'Anthropologie*, Paris.)
- (1931), 2. Essai biométrique sur la station préhistorique de Kalina (Congo belge). (*Ibidem*, Paris.)
- (1933), Comparaison entre les faciès uélien et léopoldien du néolithique congolais. (*Bull. du Cercle zoologique congolais*, pp. 95-97, vol. X, fasc. 4. Tervueren.)
- COMBER, T. J. (1884), A boat journey round Stanley-Pool. (*Proc. of the R. Geogr. Soc.*, 1 carte.)
- CORNET, J. (1893), Aperçu géologique de la partie méridionale du bassin du Congo. (*Bull. de la Soc. roy. belge de Géographie.*)
- (1895), Dans la région des calcaires. (*Le Mouvement géographique*, n° 26, p. 337.)
- (1896), Les dépôts superficiels et l'érosion continentale dans le bassin du Congo. (*Bull. de la Soc. belge de G., P. et H.*, t. X, *Mémoires*, pp. 44-116.)
- (1897), Étude sur la géologie du Congo Occidental, entre la côte et le confluent du Ruki. (*Ibidem*, t. XI.)
- (1898), La géologie du bassin du Congo, d'après nos connaissances actuelles. (*Ibidem*, t. XII, p. 53.)
- COSTERMANS (Cap<sup>t</sup>) (1900), *Itinéraire de Léopoldville, Kimpoko, Bankana, Kisantu, Kimuenza.*
- CRUDGINGTON (1881), Notes of journey to Stanley-Pool. (*The Miss. Herald.*)
- CRUDGINGTON et BENTLEY (1881), Voyage au Stanley-Pool. (*Proc. of the Geogr. Soc. of London.*)
- DE DORLODOT, L. (1928), Sur la découverte de deux niveaux de pléistocène à outillages paléolithiques à la pointe de Kalina (Stanley-Pool). (*Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. LI.)

- DELHAYE, F. (1917), Les vallées d'érosion du Congo et ses antécédents tectoniques. (*C. R. de l'Acad. des Sc. de Paris*, t. 165, pp. 1108-1110.)
- (1932), 1. Quelques observations générales sur le bassin du Congo. Sur les terrasses du bassin du Congo dans les dépendances de l'ancien lac congolais. (*C. R. de la 56<sup>e</sup> session de l'A. F. A. S.*, pp. 206-211.)
- (1932), 2. Les terrasses alluviales du Kasai. (*Ibidem*, pp. 211-215.)
- DELPORTE, A. (s. d.), *Croquis du Stanley-Pool*.
- DESNEUX, J. (1904), *Isoptera*, fam. *Termitidae*. (*Genera Insectorum*, 52 p., 10 fig., 2 pl., fasc. 25. Bruxelles.)
- (1918), Un nouveau type de nids de termites. (*Rev. de Zool. afric.*, vol. V, fasc. 3, pp. 298-312.)
- DROGMANS, H. (1901), *Notices sur le Bas-Congo*. Bruxelles, 301 p.
- DUPONT, E. (1887), *Lettres sur le Congo* (récit d'un voyage scientifique entre l'embouchure du fleuve et le confluent du Kasai). Paris, 724 p., 11 pl. et cartes, 12 fig.
- EYMAR (1892/1893), *Le port de Dolo*.
- FROGGAT (1913), White ants. (*Farmers Bull.*, n° 60. Dept. of Agric. New S. Wales, Nov.)
- FULLER, C. (1915), Observations on some South African Termites. (*Annals of the Natal Museum*, Vol. III, 2<sup>e</sup> part., pp. 329-504, Pl. XXV and XXXV, Oct.)
- GOFFART, F. (1908), *Le Congo physique, politique et économique*. Bruxelles, 2<sup>e</sup> édit. revue et mise à jour par MORISSENS, G., 502 p.
- HAGEN, H. (1855/1860), Monographie der Termiten. (*Linnean Entomologica. Stettin Entom. Verein.*, X, 1855; XII, 1858; XIV, 1860.)
- (1858), *Catalogue of the Specimens of Neuropterous Insects in the Collections of the British Museum*.
- (1861), Three fossil Species from Sicilien. (*Entom. Weekly Intell. London.*)
- HANDLIRSCH, A. (1907/1908), *Die Fossilen Insekten und die Phylogenie der recente Formen. Ein Handbuch für Paleontologie und Zoologie*. Leipzig, 2 vol., 1430 p.
- HEER, O. (1848), Ueber die verweltlichen Kafer von Oeningen, die Florfliegen, fossile Ameisen. (*Mitth. Naturf. Gesellsch. Zurich.*)
- (1849), Die Insektenfaunen der Tertiargebilde von Oeningen und von Rodsboj, in Croatien. (*Allgem. Schweiz. Gesellsch. Naturw. Zurich.*)
- HEGH, E. (1922), *Les Termites*, 756 p., 460 fig., 1 carte.
- HOLMGREN (1913), *Monographie der Termiten der Orientalische Region*.
- JESSEN (Cap<sup>t</sup> de steamer) (s. d.), *Croquis du chenal de Dolo, avec sondages*.
- JOHNSTON, H. H. (1884), *The River Congo, from its Mouth to Bolobo*. Londres.
- LAMERRE, A. (1909), Sociétés d'insectes (Termites et Hyménoptères). (*Ann. de la Soc. Entom. de Belgique*, t. LIII, p. 505.)

- LATREILLE (1804-1805), *Histoire naturelle générale et particulière des Crustacés et des Insectes*, vol. III, p. 293; vol. XIII, p. 51.
- LIAGRE (R. P.) (1894), De Matadi au Stanley-Pool (1 croquis). (*Précis hist.*)
- LIEBRECHTS, CH. (L<sup>t</sup>) (1888), Rapport sur Léopoldville. (*Publ. de l'État Indépendant du Congo*, n° 2.)
- LINNE (1788/1793), *Systema Naturae*, vol. I, 5<sup>e</sup> part., p. 2961.
- MAHIEU (Cap<sup>e</sup> com<sup>t</sup>) (1898), *Travaux d'établissement de la ligne télégraphique et téléphonique entre Boma et l'Équateur*.
- MATHIEU, F.-F. (1912), Observations géologiques faites sur les rives du Congo, du Stanley-Pool aux Stanley-Falls. (*Ann. de la Soc. géol. de Belgique*; publications relatives au Congo belge. Annexe au tome XXXVIII des *Annales*, pp. 61-68, 1 carte et 3 fig.)
- MENSE (Dr) (s. d.), Le parc de Mangele, au Sud de Léopoldville. (*Mouvement géographique*.)
- MONTHAYE (Cap<sup>e</sup> com<sup>t</sup>) (1899), *D'Anvers à Léopoldville*.
- MORGAN, E. D. (1884), *Notes on the lower Congo, from its Mouth to Stanley-Pool*. Londres.
- PASSAGEZ, J. (L<sup>t</sup>) (1928/1930), *Plan du District urbain de Léopoldville en 10 feuilles à l'échelle 1/5.000<sup>e</sup>. Équidistance de 1 m.* Impr. lith. de l'Institut cartographique militaire, Service cartographique du Ministère des Colonies.
- RAHIER (L<sup>t</sup>) (1898), *Le port de Dolo*.
- ROGERS, J.-L. (Rév<sup>d</sup>) (1890), Stanley-Pool. (*Miss. Herald*.)
- ROLIN, P. (1891), *Considérations sur le choix et l'emplacement d'une ville et d'un port, sur la rive méridionale du Stanley-Pool* (1 croquis).
- SCHIOITZ (L<sup>t</sup>) (1894), *Croquis de la rive méridionale du Stanley-Pool*.
- SCUDDER, S. H. (1877), 1. On the first discovered Traces of fossil Insects in the american Tertiaries. (*Bull. Geol. Geogr. Survey of the U. S. Washington*.)
- (1877), 2. A carboniferous Termes from Illinois (*Termes contusus*, n. sp.). (*Proc. Boston, Soc. Nat. Hist.*, t. XIX, p. 300.)
- (1883), The fossil White Ants of Colorado. (*Proc. Amer. Acad.*, T. XIX, P. I, p. 133.)
- (1886), Systematic Review of our present Knowledge of fossil insects. (*Bull. U. S. Geol. Survey*.)
- (1890), The Tertiary Insects of North America. (*U. S. Geol. Survey. Washington*.)
- SILVESTRI, F. (1914), Contribuzioni alla conoscenza dei Termitidi et Termitofili dell' Africa Occidentale. (*I. Termitidi*, 146 p., 84 fig.)
- SJÖSTEDT, Y. (1900), Monographie der Termiten Afrikas. (*Kung. Svenska Vet. Akad. Handl.*, t. 34, n° 4, 326 p., 9 pl.)
- SLUYS, M. (1923), Comparaison des terrains sédimentaires du Sud-Afrique et du Bassin congolais. (*Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XLV, p. 288.)
- STEEL, D. (1913), Notes on the geologic Work of Termites in Belgian Congo. (*The American Naturalist*, vol. XLVII, p. 429.)

- STERZEL (1878/1880), On the fossil Termites. (*Ber. Ges. Chemm.*)
- VON ROSSEN, K. (s. d.), Fossile *Termitidae*. (*Trans. Congr. Et.*, 2, pp. 318-335.)
- VON SCHWERIN (1887), Le parc de Mangele, près de Léopoldville. (*Mouvement géographique.*)
- SHAGERSTROM (Cap<sup>t</sup> de steamer) (1890), *Carte annotée du chenal de Dolo*.
- STANLEY, H. M. (1884), *Cinq années au Congo*. Bruxelles, Inst. de Géogr.
- TAGGENBROCK (Cap<sup>t</sup> de steamer) (1900), *Note sur le régime des eaux dans le Bas-Congo*.
- VAN DEN BOGAERDE (1890), *Aux environs du point terminus du chemin de fer du Congo (Dolo-Kinshasa)*.
- VAUTHIER, G. (1889), Le chemin de fer du Congo, de Matadi à Léopoldville (1 carte). (*Bull. de la Soc. de Géographie de Bruxelles.*)
- WAUTERS, A.-J. (s. d.), *Plan du chemin de fer de Matadi au Stanley-Pool* (3<sup>e</sup> édition), au 100.000<sup>e</sup>.
- WILVERTH (L<sup>t</sup>) (1900), *Notes sur la région s'étendant entre le Stanley-Pool et Tshianjumu*.
- ZBOŃSKI (1889), Esquisse géologique du Bas-Congo. (*Rev. Univ. des Mines*, 3<sup>e</sup> sér., t. VI, p. 152.)

### A propos de l'analyse chimique des eaux minérales,

par P.-G. LIÉGEOIS (1).

La question des eaux minérales et thermales est actuellement en vogue; elle le devient d'ailleurs périodiquement au gré de la mode et des intérêts.

Comme pour la minéralogie, l'étude des eaux minérales n'est pas seulement une question de géologie ou d'hydrologie, mais encore une question de physico-chimie. On ne nous en voudra pas de le rappeler ici.

Les eaux minérales ou thermales sont analysées par les mêmes méthodes que toutes les autres eaux; il n'y a pas de méthode qui leur soit propre : hydrotimétrie, docimasie, spectroscopie, PH, radio-activité; il n'y a là rien de particulier aux eaux minérales ou thermales. En conséquence, le tableau des résultats et la façon de les présenter ne peuvent être laissés à la fantaisie des amateurs. On ne devrait plus devoir rappeler, notamment, que, depuis une dizaine d'années, la Sorbonne a imposé le calcul des teneurs en ions positifs et négatifs; au surplus, qu'il est indispensable, si l'on poursuit l'étude appro-

(1) Note présentée à la séance du 16 juillet 1935.

fondie d'une source minérale ou thermale, d'indiquer, avec l'analyse, les températures et pressions du griffon et de l'air ambiant. On peut remplacer ces dernières données par la date exacte à laquelle on a opéré.

En outre, les prélèvements d'eaux thermales ou minérales doivent s'effectuer au griffon et l'on procède à l'analyse, autant que possible, sur place.

Empressons-nous d'ajouter que l'analyse complète sur les lieux est généralement difficile.

Supposons qu'elle soit impossible. Dans ce cas, on signale la chose et l'on mentionne la durée et le mode de transport immédiatement après avoir indiqué les circonstances de la prise.

Tout au plus peut-on procéder de la façon suivante : d'une part effectuer une analyse sommaire au griffon et, d'autre part, effectuer une analyse complète au laboratoire.

Mais, dans cette hypothèse, on doit donner les deux résultats et on ne peut les amalgamer sous aucun prétexte.

Supposons une eau gazeuse, radioactive et fortement minéralisée, donnant après quelques heures, quelles que soient les précautions prises, un abondant dépôt.

On doit évidemment mesurer au griffon le gaz libre et la radioactivité. Ensuite, comme pour toutes les eaux, noter le dépôt, filtrer, puis analyser le filtrat.

Toute autre méthode pêche par la base : elle conduirait à donner, comme éléments dissous, des substances qui n'étaient peut-être qu'en suspension dans l'eau, sous forme colloïdale notamment.

Nous avons été étonné de trouver ici-même <sup>(1)</sup>, dernièrement, une méthode inaugurant en la matière; on avait, en effet :

- a) cherché les gaz dissous à la source;
- b) agité l'eau pour former un dépôt maximum, et analysé celui-ci;
- c) dosé les substances solubles dans l'eau agitée;
- d) dosé les mêmes substances dans l'eau brute (ni agitée, ni filtrée).

Jusqu'ici, nous sommes d'accord.

Mais où nous ne sommes plus du tout d'accord, c'est lorsque, reprenant dans chacune des opérations ci-dessus les éléments les plus favorables, on les réunit pour donner une prétendue composition de l'eau. Nous disons que cette méthode n'a abso-

---

(1) *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XLIV, 1934, pp. 516-525.

lument rien de scientifique, et aucun chimiste, à notre connaissance, n'a pu l'approuver.

En effet, lorsque le dépôt s'effectue, il y a simultanément des modifications dans les teneurs du liquide en gaz et en éléments dissous. On ne peut donc obtenir aucune indication sincère sur la composition de l'eau si, dans le même tableau, on signale des corps existant avant ou après des manipulations amenant un précipité, en même temps que l'on signale des corps existant dans ce précipité lui-même, analysé séparément. Cette méthode conduirait fatalement à une augmentation des teneurs : les substances du précipité provenant de combinaisons, décompositions, substitutions nombreuses, non seulement entre les éléments constituant de l'eau, mais encore avec les gaz et poussières de l'air ambiant.

---