

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE

SOUS LA PRÉSIDENTENCE D'HONNEUR DE SA MAJESTÉ LE ROI

Procès-verbaux des Séances

T. LXI, BULL. N° 7.

AVRIL 1938.

La séance ordinaire du mois d'avril, coïncidant avec les fêtes de Pâques, a été supprimée et remplacée par une excursion qui a eu lieu le dimanche 24 avril et qui fut organisée et dirigée par notre confrère P. Macar.

Compte rendu de l'excursion du 24 avril 1938, consacrée à l'étude des terrasses de la Meuse entre Liège et l'Ubagsberg (Limbourg hollandais)

par P. MACAR.

Cette excursion ⁽¹⁾ avait pour but de montrer les principaux résultats d'un levé de détail des terrasses de la Basse-Meuse, levé que j'ai entrepris depuis 1932, et qui fera l'objet d'une publication ultérieure. La présente note se borne à la description des choses vues au cours de l'excursion, et mentionne simplement, sans les détailler, les autres observations nécessaires à l'établissement de conclusions. Elle n'a pas pour but principal de démontrer le bien fondé de celles-ci, et ne cherche pas à les confronter avec les travaux antérieurs, mais constitue essentiellement, comme son titre l'indique, un compte rendu d'excursion. Néanmoins, la publication du travail complet n'étant pas imminente, j'ai cru utile de détailler quelque peu ce compte rendu.

⁽¹⁾ A laquelle ont participé : MM. Ch. Ancion, G. Borgniez, L. Calembert, P. Fourmarier, R. N. Gentile, le Capitaine A. Gilliard, A. Grosjean, A. Jockin, M^{lle} H. Loir, MM. P. Macar, R. Mazahéri, P. Michot, I. de Radzitzky d'Ostrowick, M^{lles} M. Rigo, N. Schmit, M. le Major Ch. Stevens.

Au premier arrêt, je résume rapidement le but de l'excursion et souligne l'intérêt de la région au point de vue de l'étude des terrasses. Tandis qu'en amont de Liège les terrasses de la Meuse ne forment que d'étroits replats localisés aux environs immédiats du fleuve, par contre, en aval de cette ville, elles s'épanouissent de plus en plus. Les alluvions anciennes y recouvrent la Campine, le Limbourg hollandais et une bonne partie de la Hollande et s'étagent à des altitudes très diverses, depuis +200 m. au Sud, jusqu'à — 150 m. au moins vers le Nord.

Dans cette immense accumulation, on a essayé depuis longtemps de reconstituer d'anciens cours de la Meuse, en y distinguant des niveaux de terrasses, et de chercher les causes du dégagement de ces niveaux et, le cas échéant, de leurs déformations subséquentes. Le problème s'est révélé fort difficile : il a donné lieu à toute une série d'hypothèses. Un bref résumé de ces dernières fait apparaître les facteurs principaux de la question.

En 1907, Briquet ⁽¹⁾ reconnaît dans la Basse-Meuse 14 niveaux de terrasses, convergeant faiblement vers l'aval, dont il attribue la formation à des variations de débit du fleuve.

En 1914, Klein ⁽²⁾ ne distingue plus que trois niveaux : une basse terrasse et deux hautes terrasses, et encore doute-t-il de l'existence de la terrasse supérieure. Il pense que les dénivellations observées dans les alluvions anciennes sont dues essentiellement à l'existence de failles qui les déplacent. Après avoir attribué les terrasses à des variations de débit en relation avec la fonte des glaciers des Vosges ⁽³⁾, Klein abandonne cette conception et les considère comme résultant de mouvements du sol.

En 1926, M. Fourmarier ⁽⁴⁾ attribue les déformations qu'il observe dans les terrasses de la Meuse à un bombement récent dont l'axe, de direction Est-Ouest, passerait aux environs de Liège.

⁽¹⁾ A. BRIQUET. — La vallée de la Meuse en aval de Liège. *Bull. Soc. belge de Géol.*, vol. XXI, 1907, Mém. pp. 347-364.

⁽²⁾ W. C. KLEIN. — Het diluvium langs de limburgsche Maas. *Verhandel. van het Geolog.-Mijnbouk. Genootschap v. Nederl. en Kol.*, Geol. Ser., deel II, pp. 1-112, juin 1914.

⁽³⁾ W. C. KLEIN. — Compte rendu de la Sess. extraord. de la Soc. Géol. de Belg. et de la Soc. belge de Géologie, tenue à Maasticht et à Heerlen du 14 au 17 Sept. 1912. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XXXIX, 1913, pp. B 339-399.

⁽⁴⁾ P. FOURMARIER. — Les dernières ondulations du sol en Belgique et les terrasses de la Meuse. *Soc. Géol. de Belg., Livre jubil.*, 1926, pp. 110-114.

En 1933, Mlle Mouchamps ⁽¹⁾, à la suite de levés effectués entre Givet et Maastricht, reprend cette hypothèse. Elle distingue en aval de Liège 5 niveaux de terrasses : 2 basses terrasses et 3 hautes terrasses et les considère comme résultant d'un bombement anticlinal s'effectuant par saccades.

En 1934, M. Pannekoek ⁽²⁾ confirme l'existence des trois niveaux de hautes terrasses reconnus par Mlle Mouchamps et cherche à les distinguer par des moyens pétrographiques, en se basant sur le pourcentage de quartz que contiennent leurs dépôts.

Enfin, en 1934-35, Mlle Lefèvre ⁽³⁾ publie un important mémoire où sont défendues des idées très différentes. Abandonnant complètement une hypothèse précédente, émise par elle en 1925 ⁽⁴⁾, et qui faisait appel à un fleuve venant de l'Est pour expliquer le relief du Sud du Limbourg hollandais, Mlle Lefèvre attribue les quatre « complexes morphologiques » qu'elle distingue dans la Basse-Meuse à des mouvements verticaux du niveau de base marin, résultant probablement de phénomènes eustatiques. Les déformations du sol et les failles n'auraient exercé aucune influence. Les trois « complexes morphologiques » — le quatrième est la plaine alluviale actuelle — sont constitués, dans la région visitée par l'excursion, par des plaines d'érosion dégagées en terrasses. A un niveau d'érosion supérieur, dont les points les plus bas restent à altitude constante, entre 180 et 200 m., succède une haute terrasse. Celle-ci est prolongée, au Nord de Maastricht et en Campine par un cône alluvial, vaste accumulation de matériaux déposés hors de la vallée même du fleuve, sur une surface préexistante, et qui est semblable à celles qui se produisent en région montagneuse au débouché des torrents dans la plaine. Enfin, une basse terrasse s'étend de Liège à Maaseyk et se prolonge en « plaine de remblaiement », surface supérieure subhorizontale d'une accumulation de matériaux s'entassant sur grande épaisseur au fur et à mesure d'un relèvement progressif

⁽¹⁾ L. MOUCHAMPS. — Les terrasses de la Meuse et de la Sambre. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LVI, 1933, pp. B 232-248.

⁽²⁾ A. J. PANNEKOEK. — Het Hoofdterras van de Maas tusschen Luik en Maastricht. *Natuurhistorisch Maandblad*, 23^e Jrg., n^o 6, 1934, pp. 78-80.

⁽³⁾ M. A. LEFÈVRE. — La Basse-Meuse. Etude de morphologie fluviale. *Bull. Soc. belge d'Et. Géogr.*, t. IV, n^o 2, 1934, pp. 163-273 et t. V, n^o 1, 1935, pp. 130-201.

⁽⁴⁾ M. A. LEFÈVRE. — Le cône alluvial de la Meuse. *Ann. Soc. Scient. de Brux.*, série B, t. XLVIII, 1928, Mém. pp. 121-138.

du niveau de la mer. Le niveau supérieur de 180 m., par contre, ne comporterait qu'un à deux mètres de dépôts alluviaux de faible calibre (2 à 3 cm.).

En résumé, les niveaux de terrasses qu'on a cru pouvoir distinguer jusqu'à présent dans la région varient entre trois et quatorze. On a expliqué le nombre et l'allure de ces niveaux par des variations de débit ou de charge du fleuve, par l'action de failles récentes, par des déformations récentes du sol, par des variations du niveau de base dus à des mouvements eustatiques. Une dernière hypothèse, émise par Schoo ⁽¹⁾ en 1921, attribue les dénivellations de la « haute-terrasse » à des dissolutions d'ampleur variable de la craie qui, entre Visé et Maastricht, en forme le soubassement.

En 1927, van Baren ⁽²⁾, qui admet 4 à 5 niveaux de terrasses, après avoir résumé les diverses opinions émises, n'en adopte aucune et conclut que l'étude des terrasses (hollandaises) en est encore à ses débuts. Les travaux plus récents n'ayant fait qu'accentuer les divergences de vue, non seulement en ce qui concerne l'origine des niveaux de terrasses, mais même au point de vue du nombre de niveaux et de leur allure, cette conclusion ne peut guère être modifiée. Néanmoins, les principales hypothèses possibles ont sans doute été actuellement émises. Dès lors, le travail postérieur doit consister essentiellement, à mon avis, à reprendre plus en détail l'étude des terrasses de la Meuse, afin de déterminer, à l'aide de faits d'observation plus nombreux, quelle théorie l'emporte ou quelle part doit revenir à chacune d'elles.

Le premier problème, et le plus important, est l'identification des différents niveaux de terrasses. Quelles méthodes peut-on employer à cet effet ?

La méthode paléontologique ne peut guère être utile, les dépôts de terrasses ne contenant que très exceptionnellement des fossiles.

Les méthodes pétrographiques sont plus intéressantes. Divers critères peuvent être utilisés. Ainsi :

⁽¹⁾ J. H. SCHOÖ. — Oplossingsverschijnselen in het Krijtgebied van Zuid-Limburg. *Verhandel. van het Geolog.-Mijnbouwk. Genootschap voor Nederl. en Kol.*, Geol. Ser., deel V, p. 69, 1921.

⁽²⁾ VAN BAREN. — De Bodem van Nederland, t. II, p. 516.

1) La composition du cailloutis permet d'ordinaire de déceler rapidement si l'on a affaire à des dépôts de la Meuse, du Rhin ou d'un affluent secondaire. Les cailloux de quartzite revinien, de porphyroïde de Mairus, de poudingue de Burnot, d'arkose gedinienne, de silex sénoniens sont caractéristiques des alluvions mosanes. Comme roches caractéristiques le Rhin a déposé, par contre, des cailloux de grès bigarré triasique, de roches éruptives basiques (andésite, diabase, basalte), des cailloux d'agate et des « Eiskiesel ». Les affluents secondaires ont apporté des éléments d'origine locale, auxquels peuvent se mêler des cailloux du fleuve principal si une terrasse de ce dernier s'est trouvée à portée de l'affluent.

2) Les terrasses supérieures de la Meuse contiennent une plus grande proportion de cailloux de quartz blanc que les terrasses inférieures. Ce caractère est utile pour distinguer les dépôts tout à fait supérieurs, où le pourcentage est nettement plus grand que dans les dépôts moins élevés. Parmi ces derniers, la proportion de cailloux de quartz varie très peu d'un niveau à l'autre et ne peut donc servir à les différencier.

3) Le degré d'altération de certains cailloux peut également être utilisé comme critère. Ainsi, on a remarqué que les porphyroïdes de Mairus se trouvent à l'état frais dans la plaine alluviale et les basses terrasses et à l'état altéré dans les terrasses supérieures. Outre que ces cailloux sont rares, ce caractère distingue seulement les basses terrasses des hautes terrasses qui, dans la région étudiée, se différencient sans difficulté par la morphologie.

4) Enfin, l'étude des éléments denses contenus dans les alluvions sableuses a donné également des résultats intéressants. Elle a permis à Edelman et Van Baren (1) de distinguer, dans le Limbourg méridional, trois « provinces pétrographiques » différentes correspondant à la « terrasse supérieure », la « terrasse médiane » et, ensemble, la « terrasse inférieure » et la plaine alluviale. Néanmoins, ces distinctions se font plus aisément par la morphologie dans la région étudiée. Plus au Nord par contre,

(1) C. H. EDELMAN. — *Petrologische Provincies in het Nederlandsche Kwartair*, Amsterdam 1933.

C. H. EDELMAN et F. A. VAN BAREN. — *La Pétrographie des sables de la Meuse néerlandaise. Sediment.petrologische Onderzoekingen. II. Wageningen 1935.*

là où les trois ensembles différenciés ci-dessus s'enchevêtrent, la méthode pourra sans doute rendre de grands services.

En résumé, dans la région qui nous occupe, les caractères pétrographiques servent surtout de moyen de contrôle. La détermination du nombre de niveaux de terrasses doit donc s'appuyer essentiellement sur des considérations d'ordre géométrique. Le problème consiste en somme à raccorder de proche en proche les lambeaux de terrasses, compte tenu de tous leurs caractères et des modifications subséquentes qu'ils ont subi ou pu subir, de façon à reconstituer d'anciens cours de la Meuse, en tenant compte également des caractères divers que ces derniers peuvent présenter. On s'adresse évidemment en premier lieu aux niveaux les plus importants, les mieux conservés, ou les plus caractéristiques. Le problème est trop connu pour qu'il soit utile d'insister. Ce problème est à la fois d'ordre géologique et géomorphologique. Négliger un de ces deux aspects doit exposer évidemment à de graves erreurs, et c'est sans doute une des causes des larges divergences de vues qui existent sur la question.

D'autre part, étant donné la multiplicité des hypothèses possibles et des facteurs qui peuvent intervenir, on conçoit l'importance primordiale d'une étude détaillée, comportant le levé précis d'un grand nombre de points d'observations ⁽¹⁾. Dans les nombreux travaux rappelés ci-dessus, on ne trouve guère de renseignements suffisamment précis pour être utilisés dans une telle étude : seul Klein relate un certain nombre d'observations détaillées faites en des points bien repérés.

On a souvent discuté sur l'élément à adopter comme base des raccords : faut-il prendre le sommet ou la base de la terrasse? Dans une étude de détail, il est évident que toutes les observations doivent être utilisées, qu'elles soient relatives à la base, au sommet ou à tout autre niveau. Cependant, il apparaît immédiatement, du moins dans la région étudiée, que la base de la terrasse est le seul élément qui puisse être déterminé en de nombreux points. C'est le seul, en particulier, que les sondages décèlent avec précision. Le sommet topographique d'un replat de terrasse, quand il existe, ne correspond que rarement au som-

⁽¹⁾ Cft. Ch. STEVENS. — Sur le degré d'approximation des terrasses fluviales. *Cgr. Intern. de Géogr. de Varsovie*, 1934, t. II, pp. 623-625. Varsovie 1936.

met du dépôt fluviatile. Selon les endroits, ce dernier a disparu par érosion, ou bien est recouvert de dépôts limoneux éoliens ou de ruissellement dont l'épaisseur peut dépasser 10 m. De plus, ces dépôts sont souvent difficiles à distinguer des alluvions fluviatiles immédiatement sous-jacentes, celles-ci, en général, étant aussi limoneuses. Le sommet d'une terrasse n'est donc qu'exceptionnellement déterminable avec précision, tandis que la base, de loin l'élément le mieux connu, est le seul utilisable en pratique comme niveau-repère.

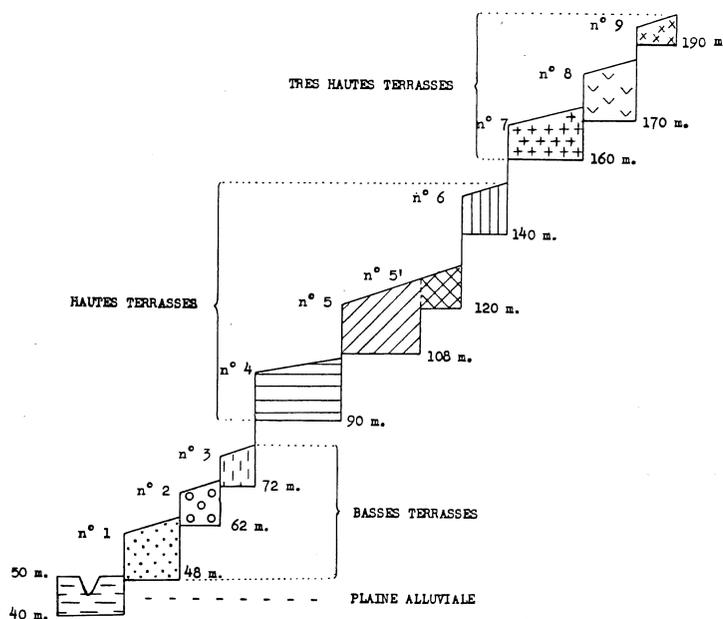


FIG. 1. — Diagramme schématique des terrasses de la Meuse à la hauteur de Maastricht (cotes données par rapport au zéro d'Ostende).

Je résume maintenant, en quelques mots, le résultat de mes travaux dans la région : il est possible de distinguer, entre Liège et l'Ubagsberg, neuf niveaux de terrasses, dont l'une se divise, en plus, en deux sous-niveaux. Ces terrasses ont été, pour la facilité, numérotées de 1 à 9, de bas en haut. Elles se groupent facilement trois par trois. Trois niveaux de basses terrasses sont situés à faible hauteur au dessus de la plaine alluviale actuelle et ont une allure peu différente à celle-ci, du moins entre Liège

et Bunde (voir pl. I). Trois niveaux de hautes terrasses leur succèdent. Situés, dans les mêmes limites, à une altitude notablement plus élevée, ils sont plus étendus que les précédents. Les deux hautes terrasses inférieures, (n^o 4 et 5) ont une pente nettement plus forte que la pente du fleuve. La haute terrasse moyenne (n^o 5) se subdivise en deux sous-niveaux. Enfin, des trois terrasses les plus élevées, que j'appellerai très hautes terrasses (1), l'inférieure seule (n^o 7) est très étendue. En faible pente de Liège à Visé, elle est ensuite pratiquement horizontale et se dirige vers le Nord-Est en décrivant un double méandre. Entre cette terrasse et le rebord Nord du Plateau de Herve sont conservés deux niveaux plus élevés (n^{os} 8 et 9), qui ont la même allure et se distinguent de tous les autres par une plus grande proportion de cailloux blancs.

La figure 1 représente schématiquement la disposition des terrasses. Les cotes figurées sont celles d'une coupe idéale tracée aux environs de Maastricht, mais s'incurvant vers le Sud-Est pour recouper les terrasses supérieures. La carte (pl. I) montre l'extension des différents niveaux dans la région visitée par l'excursion, ainsi que l'itinéraire de celle-ci et les points d'arrêt prévus. On se rend compte que le trajet effectué comporte en ordre principal, une coupe Sud-Nord de Liège à Maastricht, suivie d'une coupe Ouest-Est de Maastricht à la frontière allemande.

* * *

Le premier arrêt (point 1) a lieu dans une ballastière ouverte, à Jupille, dans la terrasse la plus basse (n^o 1). L'affleurement montre environ 5 mètres d'alluvions fluviatiles grossières, recouvertes d'une faible épaisseur de dépôts de pente, où les cailloux se mêlent au limon. La base des dépôts de pente est légèrement inclinée vers la vallée, et repose de ce fait sur la tranche du dépôt fluviatile, où se marque par endroits une stratification irrégulière, d'allure générale horizontale. Le long de la route, en amont comme en aval, une série d'autres gravières, les unes abandonnées, les

(1) La subdivision en « basses », « hautes », et « très hautes » terrasses — de préférence à basses, moyennes et hautes terrasses — cadre mieux avec les appellations des travaux précédents. Les terrasses 4 et 5, en effet, ont toujours été, jusqu'ici, qualifiées de « hautes terrasses ». Cependant, la comparaison avec les terrasses du Rhin pourrait, dans la suite, faire préférer l'autre classification.

autres encore en activité, sont ouvertes dans le même dépôt. Elles se répartissent sur plus d'un km. de longueur. Néanmoins, sur toute cette étendue, la terrasse n'est indiquée dans la topographie par aucun replat net. On note seulement une légère inflexion dans la pente du versant. Plus au Nord, on verra que la même terrasse se marque au contraire par un replat étendu. Ici, l'érosion latérale postérieure en a enlevé pratiquement toute trace. Il ne subsiste plus qu'une mince bande d'alluvions anciennes, recouvertes de dépôts de pente d'épaisseur croissante vers le versant (1).

Le sommet de la terrasse n'est pas déterminable avec précision ; il doit se trouver vers 70 à 75 m. d'altitude. La base était visible jadis à peu de distance. On peut l'observer actuellement à quelque 1200 m. en aval, à l'extrémité de la voie de garage du charbonnage de Violette (point 2). En cet endroit, qui n'a pu être visité faute de temps, les bancs inclinés du Houiller sont arasés par la terrasse, à la cote 63 environ. La plaine alluviale de la Meuse, au voisinage, se trouve en moyenne à la cote 60 (2). La terrasse est donc ici entièrement au-dessus de la plaine alluviale. La base est visible sur quelques mètres et montre des irrégularités correspondant à l'existence de bancs de grès plus résistants dans le substratum. Ces bancs forment saillie par rapport aux schistes voisins, et montrent une surface supérieure polie et irrégulièrement mamelonnée.

Le lambeau de terrasse de Jupille, qui se prolonge jusqu'à cet endroit, atteint ainsi une longueur totale de plus de 2 km.

L'autocar gravit ensuite la route en lacets qui escalade le versant droit de la Meuse. On atteint le plateau puis on s'arrête à la bordure extrême de celui-ci, près du nouveau cimetière de Wandre-Rabozée (point 3). Le cimetière est situé sur une terrasse, dont les cailloux roulés s'observent en grand nombre dans les remblais voisins. Les cailloux de quartz blanc sont plus nombreux que dans la basse terrasse, mais ne paraissent pas

(1) Ce caractère est observable directement aux environs immédiats de la gravière visitée.

(2) A Liège même, on peut admettre les chiffres suivants : cote du sommet de la plaine alluviale : 62 m. ; cote de la Meuse (niveau d'étiage) : 60 m. (avant le Canal Albert, 58 m. environ) ; cote de la base des alluvions : 51 m., ce dernier chiffre correspondant à la moyenne de plusieurs puits et sondages.

dépasser 30% de la masse. Le diamètre moyen des cailloux, environ 3 à 4 cm., est analogue à celui de la basse terrasse. Quelques blocs roulés de 20 à 30 cm. de diamètre sont visibles çà et là.

A la lisière Ouest du cimetière, une gravière abandonnée montrait, lors de mes levés, une bonne coupe dans le dépôt d'alluvions. Les schistes houillers du substratum y étaient surmontés d'une couche d'argile sableuse de 0.50 à 1 m. d'épaisseur, sur laquelle reposait 3,50 m. de cailloutis entrelardé de lentilles sableuses. Par suite des travaux d'aménagement du cimetière, cette coupe a disparu en bonne partie. Néanmoins, on peut encore distinguer le contact du cailloutis et de l'argile, et les schistes houillers sont visibles en contrebas, dans le talus de la route. L'argile contient quelques petits cailloux de quartz très bien roulés et des grains de glauconie : il s'agit d'une formation marine, en l'espèce l'argile smectique (Cp 2 c) du Sénonien. Elle forme ici un mince lambeau isolé, mais affleure de façon continue à 1 km. à l'Est. La base de la terrasse est nette et se situe à la cote 166 environ. Remarquons en passant que la gravière est située à une altitude trop basse sur la carte ; la cote ci-dessus est déterminée sur le terrain à partir d'un point voisin situé sur le plateau, point dont l'altitude a beaucoup plus de chance d'être figurée exactement. Ce procédé, utilisé systématiquement dans mes recherches, est indispensable dans une étude détaillée, et doit fournir en général, des mesures exactes à deux ou trois mètres près.

Dans le même lambeau, un autre affleurement a donné pratiquement la même cote de base (167 m.). Dans le lambeau voisin, et tout à fait similaire, de Barchon, quatre points d'observation fournissent la base, partout située entre 166 et 170 m. Les faibles différences observées restent à la fois dans les limites de précision des mesures, et dans les limites d'irrégularité que peut montrer normalement la base d'un dépôt fluviatile (1). Les deux lambeaux de Rabozée et de Barchon doivent donc correspondre à un ancien cours fluvial dont la base, dans l'étendue de ces lambeaux, ne montre pas de dénivellation systématique appréciable.

Les alluvions ont été recoupées sur 7 m. en un endroit. En se

(1) Des sondages pratiqués dans les alluvions actuelles de la Meuse montrent parfois, en des points voisins, des différences atteignant 4 m., et dues vraisemblablement à des effets d'érosion tourbillonnaire ou à d'anciens chenaux à érosion plus marquée.

basant sur l'ensemble des observations, on peut estimer à une dizaine de mètres leur épaisseur moyenne avant toute érosion subséquente.

En somme, à part une légère différence de composition, la terrasse montre des caractères analogues à la terrasse n° 1 vue précédemment, ou encore, comme on verra, aux niveaux intermédiaires. La terrasse observée ici porte en effet dans ma nomenclature le n° 7, et il existe toute une série de niveaux moins élevés, qui ne sont pas représentés ici, mais dont plusieurs apparaissent immédiatement en aval.

Les terrasses de la rive droite, entre Liège et Visé, ont été étudiées très en détail, en raison de leurs conditions de gisement particulières. En effet :

1) Le substratum y est constitué presque partout de roches non calcareuses : schistes et grès houillers, parfois surmontés d'une mince couche d'argile ou d'argilite de l'assise de Herve. On n'a donc pas à craindre de descente locale de terrasses due à la dissolution du substratum.

2) On se trouve en dehors de la région à grandes failles radiales, et les terrasses ont donc peu de chances d'être affectées par des failles.

3) Les terrasses se sont édifiées ici, en majeure partie, sur des terrains paléozoïques plus résistants à l'érosion que les terrains d'aval. Si l'on y trouve par conséquent différents niveaux de terrasses, ceux-ci ont toute chance de se prolonger vers l'aval, où il se pourrait d'ailleurs qu'existent des niveaux supplémentaires.

4) Enfin, à la différence de l'autre rive de la Meuse, le plateau recouvert d'alluvions est fortement découpé par tout un chevelu de rivières, ce qui permet de nombreuses observations.

La région présente donc, au point de vue du problème des terrasses, un intérêt primordial qui justifie l'attention lui accordée dans mes recherches et au cours de cette excursion.

Quittant Rabozée, on se dirige vers le Nord. Une descente nette de la route mène au replat suivant, où l'on peut observer bientôt, au Nord de Hoignée, un nouvel affleurement de terrasse (point 4). Il s'agit du niveau n° 5 ; un niveau intermédiaire manque donc entre celui-ci et le précédent. La terrasse repose sur des schistes houillers, visibles en place à quelques mètres du cailloutis. La base se place vers la cote 136. Dans une demi-

douzaine de points d'observation situés au Sud, elle oscille assez irrégulièrement entre les cotes 136 et 143. Par contre, plus au Nord, on note les cotes 129, puis 125, et des cotes analogues (124 et 127) se retrouvent à proximité, dans le replat voisin de Richelle. Les cotes de base paraissent donc s'ordonner en deux séries, correspondant à deux paliers différents. Aucun ressaut séparant ces deux paliers ne s'observe dans la topographie. Cependant, dans la partie Sud, des dépôts de terrasse sont visibles jusqu'à l'altitude de 150 m. environ, tandis que dans la partie Nord les replats culminent à 140 et 145 m. On doit donc supposer soit l'existence de deux paliers, soit une forte pente de la terrasse vers le Nord. D'après les cotes de base, cette pente dépasserait 7 m./km., et serait ainsi plus de quinze fois supérieure à la pente moyenne de la plaine alluviale actuelle. Une telle pente ne peut-être originelle. Si elle est due à un mouvement du sol celui-ci devrait se marquer dans les terrasses supérieures voisines : or, on n'y observe aucune dénivellation comparable. De même, une faille devrait se prolonger et l'on n'en voit pas trace aux environs.

L'existence de deux paliers différents dans la terrasse n° 5 est donc extrêmement probable. Plus au Nord, en territoire hollandais, la même terrasse est largement développée, et les cotes de sa base, la plupart décelées par sondages, paraissent également s'ordonner en deux niveaux distincts (voir carte pl. 1). Enfin, plus au Nord encore, aux environs de Rumpen, Klein ⁽¹⁾ a reconnu deux niveaux qui, à première vue, doivent se raccorder aux précédents. Les deux paliers apparaissent donc comme très continus, et la terrasse peut être subdivisée en deux sous-niveaux. Le niveau supérieur a été désigné par le chiffre 5'. Comme il accompagne partout le niveau inférieur et s'y montre intimement lié, il m'a paru préférable de le considérer comme un sous-niveau de celui-ci, plutôt que d'en faire un niveau de terrasse distinct.

Du point 4 on distingue très bien, sur la rive gauche de la Meuse, un large palier en contrebas du plateau. Il s'agit du grand lambeau de terrasse de Hermée, qui se poursuit sans discontinuité depuis Liège jusqu'au droit de Visé. L'altitude du replat de Hoignée (maximum 154 m.) est comparable à celle (maximum 148 m.) que ce palier possède en face. Par contre, la base de la terrasse

⁽¹⁾ *Op. cit.*, p. 35-36.

de Hermée s'y trouve, d'après 5 observations précises, à la cote 114 en moyenne, soit plus de 20 m. en dessous de la base du lambeau de terrasse de Hoignée (niveau 5'). Ici, une méthode de corrélation basée uniquement sur le sommet des replats conduit évidemment à une erreur notable, qui s'explique aisément : sur la rive gauche, la terrasse est recouverte d'une forte épaisseur de limon (1), tandis que le replat de la rive droite en est pratiquement dépourvu.

Pour raccorder la terrasse de Hermée à celle de Hoignée (niveau 5') il faudrait supposer, pour cette dernière et dans la partie intermédiaire disparue, une forte pente Ouest (plus de 10 m./km.). Les observations relatives au lambeau de Hoignée se trouvant toutes à son rebord Ouest, et la terrasse étant assez étroite, on n'a pas d'indice net sur sa pente transversale. Mais la forte pente nécessaire ne se retrouve pas dans l'allure des terrasses voisines, contemporaines ou plus anciennes, des deux rives. Cette pente ne pourrait donc s'expliquer par un mouvement du sol. D'autre part, si elle était originelle, on aurait affaire ici à une terrasse polygénique, c'est-à-dire à des alluvions déposés alors que la rivière érodait encore sensiblement tout en se déplaçant latéralement. On ne s'expliquerait pas, dans ce cas, la forte épaisseur d'alluvions (plus de 10 m.) qu'on observe sur la terrasse de Hoignée, épaisseur tout à fait semblable à celle des terrasses voisines dont le profil transversal est subhorizontal.

Il n'est donc pas possible de raccorder par dessus la Meuse, le replat de Hoignée (niveau 5') à celui de Hermée. On verra plus loin les raisons qui font de ce dernier un niveau différent du niveau 5 proprement dit. Le replat de Hermée appartient au niveau n° 4, qui, comme le niveau 5, possède une grande extension. Il forme la terrasse de la Campine et a été souvent désigné sous le nom de terrasse principale (2).

Quittant le replat de Hoignée et se dirigeant vers l'Est, on traverse la vallée de la Julienne pour atteindre le replat voisin. On s'arrête peu avant l'entrée du village de Housse (point 5)

(1) Recoupé sur 9 m. d'épaisseur à certain endroit, et probablement plus épais au point culminant.

(2) Ce niveau 4, presque entièrement localisé sur la rive gauche de la Meuse, doit probablement se subdiviser aussi en deux sous-niveaux. N'ayant pas encore réuni toutes les observations relatives à la rive gauche de la Meuse, j'ai laissé provisoirement cette question de côté.

pour observer un affleurement, à la vérité assez mauvais, mais cependant intéressant. A faible distance d'un petit sentier se dirigeant au Sud, des schistes houillers sont visibles en place. Dans le sentier même, des cailloux roulés se montrent englobés dans un sable à facies fluviatile. Ce dépôt paraît bien en place. D'ailleurs, dans une prairie à l'entrée du sentier, se remarque une excavation — probablement une ancienne gravière —, dont le fond plat doit correspondre à la base de la terrasse. Une mare desséchée (encore figurée sur la carte à 1/20.000) et une source y indiquent en effet un substratum imperméable surmonté d'un terrain aquifère. La base de la terrasse s'observe d'autre part en divers points plus au Nord, où elle est également jalonnée de sources. En ces points, comme en d'autres points du lambeau voisin de Trembleur (voir pl. I), elle est partout, pratiquement, à même altitude, soit entre 150 et 152 m. Ici, elle se situe à la cote 153. Or, et c'est l'intérêt du point 5, on se trouve ici au bord interne du lambeau de terrasse. Immédiatement au Sud en effet, une légère dénivellation se marque dans le profil du replat, puis on observe, à quelques centaines de mètres, les cotes de base comprises entre 166 et 170 m. du lambeau de Barchon (niveau 7). La terrasse de Housse appartient donc à un niveau (n° 6) différent de ce dernier, et ce niveau n° 6 est pratiquement horizontal sur l'étendue des replats de Housse et de Trembleur. Cette allure horizontale montre d'autre part qu'on a affaire à un niveau différent de celui de Hoignée (n° 5'), dont la base est située à 10 mètres en contrebas.

Notre itinéraire nous fait traverser ensuite les replats de Housse et de Trembleur, et nous amène, par une descente rapide, au Nord de ce dernier. Au village de Feneur, un léger replat interrompt la descente. On y observe, le long du talus de la route (point 6), un dépôt de terrasse reposant sur le terrain houiller à la cote 126. La même terrasse couvre le replat étendu de Richelle, qu'on aperçoit en face, et celui de Bombayé situé immédiatement à l'Est. Elle représente le niveau 5, qui se développe ici au point d'acquérir près de 5 km. de largeur. La Berwinne et ses affluents le découpent en plusieurs lambeaux et permettent de nombreuses observations. Les cotes de la base oscillent entre 120 et 127 m., sauf en quelques points douteux ou à substratum calcaire, où les cotes sont presque partout un peu moins élevées.

La répartition des cotes observées est essentiellement irrégulière ; on distingue cependant une certaine pente de la terrasse vers l'aval. Dans le sens transversal, on ne peut discerner aucune allure nette : la terrasse paraît néanmoins à peu près horizontale jusqu'à proximité de son rebord interne, où elle semble se relever quelque peu, du moins dans sa partie Sud. Quoi qu'il en soit, le niveau 5 ne peut être raccordé au niveau 4 situé sur la rive gauche de la Meuse. La base de ce dernier doit se trouver, en moyenne, à plus de 10 mètres en contrebas ; aussi un tel raccord exigerait-il une pente transversale de plus de 3 m. km., qui est incompatible avec les faits observés.

Un coup d'œil jeté sur la carte permet de constater que l'évolution de la Meuse s'est faite ici dans un sens bien déterminé. Les niveaux de terrasses vus jusqu'à présent sur le plateau se relaient en effet comme s'ils constituaient des stades successifs d'un méandre qui s'accroît.

De Feneur, on gagne Dalhem puis on traverse le replat de Bombaye (toujours niveau 5) et l'on s'arrête, sur la route de Warsage, à la limite Nord de ce replat (point 7). Cette limite est marquée par un abrupt très net, de direction Est-Ouest. Devant nous s'étend une large dépression subhorizontale, de forme plus ou moins semi-circulaire. A l'Est, elle s'adosse aux hauteurs du Pays de Herve, qui dépassent rapidement 200 mètres. Au Nord, on distingue deux replats d'altitude différente. Le plus élevé (Snauwenberg, au S. de Mheer), culmine vers 170 m. et correspond au niveau 7 ; la terrasse qui le recouvre a sa base à la cote 160. Le second replat, vers 135 m. d'altitude, représente le niveau 5 ; il se prolonge vers le Nord jusqu'au delà de Maastricht. Vers l'Ouest la dépression, qui est coupée en deux par la Berwinne, se montre suspendue au-dessus de la vallée de la Meuse. Cette dépression, qui couvre une surface d'environ 15 km², est recouverte, sous un limon superficiel, d'un dépôt de terrasse analogue à ceux rencontrés jusqu'ici. Les observations relatives à la base de la terrasse permettent de la situer vers la cote 95, à l'Ouest comme à l'Est. La forme de la dépression s'accorde remarquablement avec l'allure « en courbe qui s'accroît » des diverses terrasses vues au Sud : elle dessine en effet le méandre suivant, évolué jusqu'au stade du recouplement.

Ces caractères montrent que cette dépression correspond à une terrasse de la Meuse, dont la base est à 15-20 mètres en dessous de celle du niveau 5. Il s'agit du niveau 4 qui, jusqu'ici, n'a été vu que de loin, sur la rive gauche de la Meuse.

Notre route longe la dépression jusqu'à Warsage, puis la traverse. A Fouron-le-Comte, on retrouve sa bordure, qu'on suit, vers l'Est, jusqu'au hameau de Vitchen. Une petite carrière est ouverte à proximité, sur le versant droit de la Voer (point 8), dans 6 à 7 mètres d'un cailloutis constitué essentiellement de silex anguleux ou à peine arrondis. Dans la masse, on observe cependant des galets bien roulés et notamment des quartzites pyritifères du Revinien. On devine une disposition stratifiée horizontale. Une lentille limoneuse allongée horizontalement, qui apparaît à mi-hauteur, confirme l'allure de la stratification et indique avec celle-ci que le dépôt est, au moins en partie, d'origine fluviatile. Il s'agit, à mon avis, d'un dépôt de terrasse se rattachant au niveau 4 voisin, mais dont le facies particulier résulte de sa position. Il est en effet situé à la fois au bord interne de la terrasse et immédiatement en aval de l'embouchure de la Voer à l'époque du dépôt de cette terrasse. Les silex proviennent du glissement, sur la pente du versant, des silex maestrichtiens qui tapissent le sommet adjacent, et du transport par la Voer de silex issus des dépôts analogues de son bassin hydrographique. Ces cailloux doivent avoir été repris par la Meuse, qui y a ajouté les galets bien roulés. En effet, ni le sommet adjacent, ni le bassin de la Voer ne montrent de dépôt de terrasse de la Meuse, qui auraient pu fournir ces galets. Le facies particulier rencontré ici disparaît d'ailleurs en aval : on observe en effet, à l'Ouest de Fouron-le-Comte, un cailloutis fluviatile strictement situé sur le prolongement de celui-ci, et où se retrouve la composition habituelle des dépôts de la Meuse.

L'excursion quitte à présent la Belgique pour se diriger vers Maastricht par la route directe, qui reste constamment sur la basse terrasse inférieure (niveau n° 1). Le temps fait défaut pour visiter à la hauteur de Gronsveld (point 9), une grande carrière ouverte dans le cailloutis de cette terrasse. Cette carrière montre que la base du dépôt est ici en dessous du sommet de la plaine

alluviale : la disposition est donc inverse de celle observée à Jupille.

Après s'être restauré à Maastricht, on poursuit vers le Nord. La route, qui prolonge celle d'Eysden, se maintient sur la basse terrasse inférieure et à faible distance de son rebord externe. Aussi distingue-t-on fréquemment le petit abrupt qui la sépare de la plaine alluviale. A proximité du village de Roten, la route quitte cet abrupt, traverse la terrasse et gravit un léger ressaut. De part et d'autre du chemin (point 10) s'ouvrent des gravières où apparaissent les dépôts d'une terrasse plus élevée, qui se marque par un petit replat. Entre ce replat et le versant de la vallée s'intercale un lambeau de terrasse encore plus élevé, qui s'allonge au pied du versant. Ce lambeau, assez mal défini dans la topographie, mais visible dans quelques gravières, domine la terrasse inférieure d'une dizaine de mètres environ. Vers le Sud, au village de Bemelen (1), il forme un replat net.

Les deux terrasses ici décrites ont évidemment une extension trop limitée pour qu'on puisse à priori les considérer comme correspondant à des niveaux définis. Mais le lambeau le moins élevé se raccorde aisément à une série de lambeaux similaires, disséminés vers l'amont jusqu'à Herstal au moins, et toujours situés à peu près à même hauteur au-dessus de la basse terrasse inférieure (n° 1). Le niveau ainsi défini — niveau n° 2 — est de plus largement représenté, en aval, à partir d'Elsloo (2), de même qu'en face, sur la rive gauche, où il a surtout été décelé par les sondages d'étude du Canal Albert. Ces sondages, très soigneusement étudiés et décrits par M. F. Halet (3), ont d'autre part révélé l'existence de deux lambeaux de terrasse plus élevés, dont l'altitude correspond précisément à celle du lambeau allongé de Bemelen. Les trois lambeaux représentent, selon toute probabilité, des fragments d'une même nappe alluviale ancienne, qui forme le niveau de terrasse n° 3.

Au point 10, on se trouve au bord externe d'un lambeau appartenant au niveau 2. La gravière visitée, sise à l'Est du chemin,

(1) Situé à 2 km. au Nord-Est de Heer.

(2) En dehors des limites de la carte pl. I.

(3) F. HALET. — La géologie du flanc occidental de la vallée de la Meuse à l'Ouest de l'enclave de Maastricht d'après les sondages d'étude du Canal Albert. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XLII, 1932, pp. 195-225.

est ouverte dans 7 à 8 mètres d'alluvions sableuses et caillouteuses. On y observe de nombreuses lentilles, ainsi que des contournements bizarres des surfaces de contact entre couches différentes, qui paraissent s'interpénétrer par endroits. La figure 2 reproduit un fragment de coupe levée en 1932, coupe dont l'original a disparu depuis par suite des progrès de l'exploitation, mais qui montre des allures tout à fait semblables à celles observées lors de l'excursion.

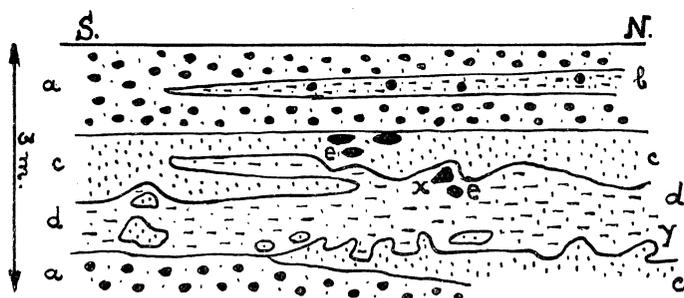


FIG. 2. — Allures contournées et interpénétrations de couches dans une gravière à Roten. *a* : cailloutis ; *b* : limon avec rares cailloux ; *c* : sable gris brun ; *d* : limon sableux ; *e* : galets.

A plusieurs endroits, l'allure contournée semble en relation avec la présence, dans la couche inférieure, d'un gros caillou situé au voisinage du contact (*x*, fig. 2). Ce cas ne paraît pas général, même en tenant compte de ce que le caillou peut se trouver en dehors du plan de la paroi et, partant, être invisible. Certains contournements montrent des surplombs locaux très nets (*y*, fig. 2). On remarque, d'autre part, que des contacts irréguliers sont surmontés de contacts réguliers. Les premiers ne proviennent donc pas de glissements récents, dus à la proximité de l'abrupt qui borde la terrasse. Les contacts ont d'ailleurs une allure d'ensemble subhorizontale qui rend déjà cette explication peu plausible.

M. Fourmarier suggère que ces contournements résultent de l'action des eaux du fleuve, qui auraient créé des ravinements locaux dans la couche inférieure avant de déposer la couche

supérieure. Il fait observer à ce sujet que les sables mouillés de certaine façon peuvent tenir en paroi abrupte et même en surplomb. M. le Major Stevens émet l'hypothèse que des phénomènes de solifluxion sont également intervenus. Quoi qu'il en soit, on est d'accord pour considérer ces contournements curieux et imparfaitement élucidés comme contemporains du dépôt. Sans relation directe avec le problème des terrasses, ils constituent une particularité intéressante qui valait la peine d'être observée.

On reprend en sens inverse le chemin parcouru, jusqu'à Heer où l'on emprunte, vers l'Est, la route Maastricht-Aix-la-Chapelle. A quelques centaines de mètres du carrefour (point 11), une paroi presque verticale, haute de cinq mètres, limite un massif constitué de limon sableux très fin, qui surmonte le cailloutis de la basse terrasse inférieure (n° 1). Ce dernier est visible, sur 2 à 3 mètres d'épaisseur, dans une fosse au pied du massif ⁽¹⁾. Le limon, très fin et tenant en paroi verticale, présente les caractéristiques habituelles d'un loess. On y a trouvé des poupees calcaires. L'origine des « loess » du Limbourg hollandais a été et est encore discutée. D'après Druif ⁽²⁾, l'étude de leurs minéraux denses montre que leur origine première est éolienne, et qu'ils se sont formés essentiellement aux dépens de formations quaternaires nordiques. Ces conclusions confirment donc la théorie généralement admise ⁽³⁾ qui considère les sédiments loessiques de l'Europe Nord-Occidentale comme provenant en premier lieu des parties fines des moraines dues aux calottes glaciaires scandinaves, ou des produits de remaniements de ces moraines.

Le loess est ici épais de 5 m., mais on peut se rendre compte de visu qu'il diminue d'épaisseur vers l'Ouest. Au point 9, il n'existe pas, et le sommet de la terrasse n° 1 coïncide avec la surface du sol. Par contre, sur la rive gauche de la Meuse, à

⁽¹⁾ Dans les cailloux extraits de cette fosse, M. Ancion trouve un petit galet de granite. Le granite n'affleure pas dans le bassin actuel de la Meuse, mais existe dans le bassin de la Haute Moselle qui était anciennement, comme on sait, un affluent de la Meuse. Le galet trouvé ici provient, selon toute vraisemblance, du remaniement d'une terrasse plus ancienne.

⁽²⁾ J. H. DRUIF. — Over het ontstaan der limburgsche löss in verband met haar mineralogische samenstelling. 330 p., Utrecht 1928.

⁽³⁾ Vera MALYCHEFF. — Le loess. *Rev. de Géogr. phys. et de Géol. dynamique*, t. II, 1929, pp. 149-182; t. III, 1930, pp. 379-399; t. IV, 1931, pp. 263-281; t. V, 1932, pp. 323-361; t. VI, 1933, pp. 131-164.

Kaberg ⁽¹⁾, 6 à 8 m. de loess ⁽²⁾ surmontent la même terrasse, et, à Maastricht, un sondage a atteint le cailloutis de cette terrasse sous 12 m. de limon. On voit combien la surface du sol est un indice peu sûr de l'altitude du sommet d'une terrasse, et on comprend la nécessité d'observations aussi nombreuses et détaillées que possible. Les sondages d'études du Canal Albert, en révélant l'existence de larges lambeaux de terrasses jusqu'ici insoupçonnés, et invisibles dans la topographie, témoignent d'ailleurs de l'insuffisance d'une étude exclusivement morphologique.

La route d'Aix-la-Chapelle, que l'on continue à suivre, effleure l'extrémité méridionale du lambeau de Bemelen, appartenant au niveau n° 3, puis s'élève par une longue pente jusqu'au plateau. La partie Ouest de celui-ci est constitué par un énorme lambeau du niveau 5, lambeau dont nous avons aperçu l'extrémité Sud des hauteurs de Bombye (point 7) et qui se poursuit au Nord jusqu'à la Geul. Les dépôts de la terrasse sont visibles au Sud de Cadier, dans une vaste gravière (point 12), où le cailloutis affleure sur 7 à 8 m. d'épaisseur. Sur toute la longueur de la gravière (40 m. environ), ce cailloutis présente une stratification horizontale remarquablement nette et continue. Il est surmonté de 50 cm. de limon seulement.

Dans la gravière s'observent d'énormes blocs d'une sorte de béton naturel. Il s'agit de parties du cailloutis qui ont été agglomérées par un ciment calcaire. En effet, un bloc analogue est visible en place dans la partie supérieure du cailloutis. On remarque que dans ce bloc, nouvellement mis à jour par l'exploitation, le ciment est beaucoup plus friable que dans les autres, qui sont à l'air libre depuis longtemps. Sans doute s'est-il produit un phénomène de durcissement par recristallisation analogue à celui que présente le tuffeau de Maastricht. Le calcaire du ciment, amené par la circulation des eaux, provient soit du loess, dont l'épaisseur augmente vers l'Est, ou du tuffeau qui, dans cette direction, existe à altitude plus élevée qu'ici, sous les niveaux

⁽¹⁾ A 2 km. au Nord de Maastricht.

⁽²⁾ D'après des observations personnelles et d'après : F. HALET. — Le Quaternaire des environs de Smeermaes. *In* Compte rendu de la Sess. Extraord. de la Soc. belge de Géologie, etc. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXXIII, 1923, pp. 268-273.

de terrasse supérieurs, soit enfin des cailloux de craie ou de calcaire de la terrasse même, encore que ces cailloux soient plutôt rares.

Le sommet de la terrasse est ici à la cote 120 ⁽¹⁾ environ. La base n'est pas visible, mais quelques observations voisines permettent de la situer entre 105 et 110 m. Par contre, à peu de distance à l'Est, plusieurs sondages et de rares affleurements fournissent des cotes de base situées entre 118 et 122 m. Pour des raisons exposées plus haut (p. 188), je considère ces dernières comme appartenant à un sous-niveau supérieur, le niveau 5'.

Notre itinéraire, se poursuivant vers l'Est, ne rencontre plus que des très hautes terrasses (niveaux 7, 8 et 9). Aussi est-il opportun d'examiner à présent l'allure des terrasses moins élevées. Parmi les hautes terrasses, le niveau 5 est de loin le plus continu et le mieux représenté dans la région étudiée. Depuis le replat au Nord de Hoignée (base à 127 m. en moyenne) jusqu'ici, soit sur 15 km. environ, la base est descendue d'une vingtaine de mètres. Le niveau 5' marque une allure tout à fait analogue, et il en est de même du niveau 4. Par contre, la Meuse et ses alluvions (tant la base que le sommet) ont une pente qui est plus de deux fois moindre ⁽²⁾. Terrasses et plaine alluviale se rapprochent donc vers l'aval. Cette disposition persiste et s'accroît d'ailleurs plus au Nord.

Quelle est la cause de la pente plus forte de ces hautes terrasses ? On a vu que, là où on peut les observer, les profils transversaux des terrasses se montrent pratiquement horizontaux. Le fleuve, étant resté à même hauteur pendant toute la durée nécessaire à l'édification des terrasses, avait donc réalisé à ce moment son profil d'équilibre ⁽³⁾. La largeur des anciennes plaines alluviales que constituent les terrasses précitées était d'autre part au moins

⁽¹⁾ Par rapport au zéro d'Ostende. Toutes les cotes sont ici rapportées à ce zéro, qui est à 2 mètres environ sous le zéro d'Amsterdam (N.A.P.), base des cotes néerlandaises.

⁽²⁾ Cotes moyennes à Maastricht : niveau d'étiage : 44 m. ; plaine alluviale : 50 m., base des alluvions : 40 m.

(Les altitudes correspondantes à Liège sont données p. 195).

⁽³⁾ Cft. H. BAULIG. — La notion du profil d'équilibre : Histoire et critique. *Congr. Intern. de Géogr. du Caire*, Avril 1925, t. III, p. 59.

P. MACAR. — A propos du profil d'équilibre des rivières et de ses modifications. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LIX, 1936, pp. B 173-175.

égale à celle de la Meuse actuelle. Si l'on suppose que les facteurs du creusement (débit, charge, calibre) étaient alors les mêmes qu'à présent, la Meuse devait se trouver à un stade d'évolution au moins aussi avancé, et avoir une pente longitudinale au moins aussi faible.

Cette condition n'étant pas remplie, on doit supposer soit que les facteurs du creusement étaient différents, — débit moindre, charge plus grande, calibre plus fort — soit que les terrasses ont subi une déformation tectonique.

Comme on ne connaît pas d'une manière quantitative l'effet sur la pente d'équilibre d'une variation donnée d'un ou de plusieurs facteurs du creusement, les déductions faites à ce sujet comportent toujours une certaine part d'hypothèse. Néanmoins, on ne peut manquer de noter les grandes ressemblances que présentent entre elles les terrasses et la plaine alluviale. Le calibre moyen des alluvions ne marque pas de variation nette : si une différence existe, c'est plutôt dans le sens d'une augmentation de calibre du haut vers le bas. L'épaisseur des alluvions est aussi peu variable : dix à quinze mètres environ. Ici encore, les alluvions sont au moins aussi épaisses sur les terrasses que dans la plaine alluviale alors que, à moins d'un remblaiement subséquent, un débit moindre à l'époque des dépôts des terrasses devrait y amener une épaisseur d'alluvions moindre. Il semble donc peu probable que soit intervenu, pour provoquer un changement de pente d'équilibre qui va du simple au double, une modification des facteurs du creusement dont on ne peut déceler aucun indice. De plus, les travaux relatifs au bassin hydrographique de la Meuse en amont de Liège ⁽¹⁾ montrent que la forte pente des hautes-terrasses ne s'y poursuit pas. Au contraire, les hautes-terrasses de la Meuse, prennent une allure horizontale, et celles du bassin de l'Ourthe se rapprochent en général vers l'amont de la plaine alluviale. Rien ne permet de supposer, d'autre part, un changement brusque des facteurs du creusement à partir de Liège.

(¹) En particulier L. MOUCHAMPS, *op. cit.*, et

P. FOURMARIER et N. SCHMIT. — Les terrasses du bassin de l'Ourthe. *C. R. du Congr. Intern. de Géogr. de Paris*, 1931, t. II, pp. 90-110.

La première hypothèse ne peut donc être retenue. Par contre, une déformation tectonique locale, postérieure à la formation du niveau 4, explique de façon satisfaisante les faits observés jusqu'ici. Elle seule peut rendre compte de la différence d'allure des hautes terrasses en amont et en aval de Liège. Déjà, dans la région étudiée, la forte pente de trois profils d'équilibre voisins et sensiblement parallèles fait immédiatement songer à une action tectonique. L'allure des basses-terrasses qui, on l'a vu, convergent également vers la plaine alluviale en aval de Liège, paraît bien résulter d'une accentuation du même mouvement, à l'existence duquel elle apporte ainsi un argument supplémentaire.

En première approximation, on peut concevoir ce mouvement comme une ride anticlinale, d'axe à peu près Est-Ouest, recoupant la Meuse aux environs de Liège (1). On notera cependant que ce mouvement n'est décelé jusqu'ici, du moins vers l'aval, que par une coupe Nord-Sud, et peut en conséquence être plus complexe ou avoir un axe dirigé de façon plus ou moins oblique à cette coupe.

Cette réserve trouve de suite sa justification. Examinons, en effet, l'allure du niveau 6. On a vu qu'à Housse-Trembleur, les cotes de base de ce niveau étaient comprises entre 150 et 155 m. En aval, on ne trouve plus de traces du niveau 6, sauf à 5 km. au Nord-Est de Cadier, aux environs de Sibbe (voir pl. 1), où plusieurs observations indiquent un important lambeau de terrasse intermédiaire entre les niveaux 5 (ou plutôt 5') et 7. Les cotes de base sont ici situées entre 137 et 145 m. La pente du niveau 6 est donc, dans la même région, nettement plus faible que celle des autres niveaux de hautes terrasses. On se rend compte déjà que l'hypothèse d'une seule et simple ride anticlinale ne suffit pas.

De Cadier, l'excursion se poursuit vers l'Est. La route est absolument rectiligne. Horizontale sur 2 km., elle monte ensuite brusquement pour franchir un ressaut de terrain que le profil de la route fait nettement ressortir. On s'élève ainsi de quarante mètres environ pour atteindre Margraten. Au Sud-Est du village, on peut observer une petite excavation (point 13) presque entièrement envahie par un champ cultivé. Les parois restantes

(1) Cft. P. FOURMARIER, *op. cit.*, p. 111.

montrent, sur 1 à 3 m. d'épaisseur, un cailloutis de terrasse analogue à ceux vus jusqu'ici, c'est-à-dire constitué en majeure partie de galets de roches paléozoïques de teintes diverses. Un pointement de craie indique qu'on se trouve pratiquement à la base du dépôt, et que cette base doit être fort irrégulière. Le sommet de la craie est à peu près à la cote 160. Aux environs, quelques points d'observation et un sondage recoupant 5,50 m. de cailloutis fournissent, à 1 ou 2 mètres près, la même cote de base, à laquelle on peut donc faire confiance.

Le lambeau de terrasse de Margraten se place immédiatement au dessus de celui de Sibbe. D'autre part, si l'on suit vers le Sud le ressaut qui limite son rebord externe, on est conduit aux replats de Mheer et du Snauwenberg, sis à la frontière hollando-belge, et qui représentent le niveau 7. La terrasse de Margraten appartient donc au même niveau. Mais la base de ce dernier se trouve aussi à la cote 160 aux deux points précités : cette base se maintient horizontale sur une distance de 7 à 8 km. Le niveau a par conséquent, entre la frontière et Margraten, une pente moindre que le niveau 6, comme ce dernier avait une pente plus faible que les niveaux inférieurs. Cette disposition ordonnée semble à première vue produite par un exhaussement progressif, à l'époque de la formation de ces niveaux, de la région située au Nord-Est.

Après Margraten, la route, toujours rectiligne, gravit bientôt un nouveau ressaut, moins élevé que le précédent. Près du hameau de Hut, une gravière (point 14) est ouverte dans un dépôt caillouteux, visible sur 3 à 4 m. d'épaisseur, et où s'observent, comme dans l'affleurement précédent, des galets de roches paléozoïques. Mais ceux-ci n'ont plus la prépondérance, qui est acquise par les cailloux roulés de quartz blanc et de roches décolorées blanchâtres. Ce changement de facies excepté, le cailloutis ressemble aux précédents. Les cailloux sont emballés dans un sable grossier, et l'on y voit une stratification subhorizontale. Lors de mes levés, cette dernière était soulignée par des lentilles interstratifiées de sable et de limon brun.

Le cailloutis a nettement l'aspect d'un dépôt fluviatile. D'après ses relations topographiques avec l'affleurement précédent, il doit représenter le niveau de terrasse immédiatement supérieur, c'est-à-dire, le niveau 8. Les mêmes relations s'observent d'ail-

leurs, plus au Sud, entre le replat du Snauwenberg (niveau 7) et les gravières de Hoogkruts, dont les cailloutis ont le facies de celui de Hut. A Hoogkruts, la base est à la cote 170 et un sondage a recoupé 18 m. de dépôts graveleux. Ici, la base n'est pas visible, mais le sol de la carrière est également à la cote 170. Le niveau 8 paraît donc avoir une allure subhorizontale analogue à celle du niveau inférieur (1). Quant à la différence de facies, elle s'explique aisément : à l'époque des terrasses les plus élevées, les lambeaux de terrains tertiaires et secondaires devaient être moins réduits qu'à présent, et contribuaient pour une plus large part à l'alimentation des plaines alluviales de la Meuse, qui se trouvaient d'ailleurs à une altitude proche de certains d'entre eux. On a pu remarquer déjà, au début de l'excursion une augmentation de la proportion de cailloux blancs du niveau 1 au niveau 7.

A l'entrée de la carrière de Hut, on observe un énorme bloc de grès quartzite blanc. Ce grès est, selon toute probabilité, d'âge tertiaire et analogue à ceux que l'on rencontre parfois dans la région et au Sud, jusqu'après de la Baraque Michel (2).

Notre route descend ensuite dans la vallée de la Gulp puis, traversant la Geul et l'Eiserbeek, gravit les pentes qui mènent au massif de l'Ubagsberg. On se trouve ici dans une région dépourvue de dépôts de terrasses. Le sous-sol est constitué de craie, que surmonte, à l'Ubagsberg même, un petit lambeau de sable oligocène. Le massif de l'Ubagsberg forme un flot qui s'élève au-dessus de la nappe des cailloux mosans, et dont les points hauts dépassent 210 m. d'altitude.

Près d'un de ces sommets, au Moulin de l'Ubagsberg (point 15), on peut observer, sur la paroi d'une ancienne carrière, le sable oligocène, jaune, à grain fin, légèrement micacé, que surmonte une mince couche de cailloux. Ceux-ci sont bien roulés, bien calibrés, de faible diamètre, et formés presque exclusivement

(1) Entre Hoogkruts et Hut, je ne connais ni sondage, ni bon affleurement de terrasse. L'extension du niveau 8 est donc hypothétique. A l'Est de Reymerstock, quelques observations relatées par KLEIN me font supposer l'existence d'une terrasse de la Gulp se rattachant au niveau 7.

(2) A. RENIER. — Une visite à la Brach-Kopf. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LX, 1936, pp. B 23-26.

I. DE MAGNÉE et P. MACAR. — Note complémentaire sur les « grès » blancs de la Brach-Kopf (Hautes-Fagnes). *Ibid.*, pp. B 26-29.

de silex et de quartz blanc. Le facies est tout différent des dépôts de terrasse précédents. On y trouve également des cailloux d'oolithe silicifiée : après quelques minutes de recherches, Mlle Loir en découvre bientôt deux. Ces cailloux, très rares dans les terrasses mosanes, caractérisent les graviers dits « Onx », dont le cailloutis ici présent constitue un affleurement typique. Ces graviers sont en général considérés comme pliocènes, par analogie avec des cailloux pliocènes de même facies qui existent à une quinzaine de km. au Nord. Néanmoins, des cailloux oolithiques ont été trouvés également dans les graviers oligocènes, et un grand nombre de dépôts Onx a un substratum oligocène. Il est donc possible qu'une partie au moins de ces dépôts soit oligocène. La question, qui a déjà été l'objet de longues discussions (1), est loin d'être éclaircie. Quoi qu'il en soit, on se trouve ici devant un gravier plus ancien que les cailloutis des terrasses mosanes, et très vraisemblablement d'origine différente.

Du Moulin de l'Ubagsberg, la vue s'étend très loin en toutes directions.... lorsque le temps est propice. Ce n'est malheureusement pas le cas aujourd'hui. On devine néanmoins, vers le Nord et le Nord-Est, une descente brusque du terrain. Ce ressaut correspond au passage d'une faille, la faille de Kunrade, que relaie vers l'Est la faille de Benzenrade. Celle-ci est la première d'une série de failles importantes, dirigées du Sud-Est vers le Nord-Ouest, qui découpent les terrains tertiaires en une série de gradins descendant vers le Nord-Est.

Vers le Sud, l'horizon est bouché. Mais en poursuivant notre itinéraire vers Simpelveld nous arrivons à un moment donné au rebord Sud du massif. La route plonge vers la vallée et un panorama étendu se révèle brusquement. Devant nous, une large surface subhorizontale en constitue le trait le plus saillant. Elle est recouverte de cailloutis qui représente le niveau 7. A partir de Margraten, celui-ci s'incurve en effet, vers l'Est, décrit une courbe à convexité tournée vers le Nord entre Margraten et Gulpen, puis une courbe inverse entre Gulpen et Simpelveld. Au droit de ce dernier point, l'ancienne plaine alluviale et ses

(1) Voir P. FOURMARIER. — Vue d'ensemble sur la Géologie de la Belgique. *Soc. Géol. Belg.*, Mém. in-4, 1934, pp. 176 et 181-2.

Ch. STEVENS. — Le Relief de la Belgique. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, t. XII, 1938, pp. 340-363

deux versants sont remarquablement bien conservés. La terrasse acquiert une largeur de 3 à 4 km. ; elle est limitée par le massif de l'Ubagsberg d'une part, et les hauteurs des environs de la frontière allemande d'autre part. Ces hauteurs sont visibles devant nous à l'horizon.

L'état de préservation exceptionnel de l'ancienne plaine alluviale et de ses versants est dû à une cause particulière qui apparaît immédiatement sur la carte (pl. I). Les terrasses inférieures au niveau 7 ont, à partir de Schin-op-Geul, un cours nettement différent de ce dernier, dont elles sont séparées par le massif de l'Ubagsberg. Après la formation du niveau 7, la Meuse a donc modifié brusquement son cours, par suite, sans doute, d'un phénomène de capture. Aussi le cours ancien, n'étant plus soumis qu'à l'action érosive de petits ruisseaux, est-il resté presque inaltéré.

De Simpelveld, une route nouvelle conduit directement à Nijswiller en traversant le lambeau principal de la terrasse. Les dépôts de celle-ci sont visibles en de nombreuses gravières qui s'échelonnent entre Nijswiller et la frontière allemande. Toutes présentent des caractères très semblables. Dans l'une d'elles (point 16), nous pouvons observer 8 à 10 m. d'alluvions fluviales. On remarque que les lits sableux sont plus nombreux que dans les gravières vues jusqu'ici. Ce fait n'a rien d'étonnant : on est, en suivant le tracé du niveau 7, à plus de 25 km. du point où ce niveau quitte définitivement le substratum paléozoïque, qui fournit la plupart des galets de grande dimension. Une modification de facies semblable, et même en général plus marquée, s'observe à des distances comparables dans les niveaux inférieurs.

Ici, en effet, les couches graveleuses sont encore nombreuses, surtout à la partie inférieure de la carrière. Elles sont d'ailleurs exploitées, et les tas de cailloux triés, analogues à ceux des gravières précédentes, montrent de très nombreux galets atteignant des diamètres de 10 à 20 cm. Ces galets, parmi lesquels on remarque des blocs de poudingue burnotien et des quartzites reviniens pyritifères, ont dû être transportés par un courant d'eau assez fort, ce qui implique une certaine pente. Or, si on rassemble, entre Nyswiller et la faille de Benzenrade, les données — une dizaine — relatives à la base de la terrasse, on constate que celle-ci s'établit en moyenne à la cote 159. On a vu qu'à Mheer la base du niveau 7 se trouvait en somme à la même cote (160). La

terrasse a donc une pente pratiquement nulle sur une distance de plus de 25 km. On ne peut concevoir que des galets du calibre observé ici aient pu être transportés par le fleuve, sur une pente nulle, à une telle distance. Il faut donc admettre que la disposition actuelle n'est pas originelle, et que la pente initiale a été modifiée par un mouvement du sol comportant un relèvement de la région située vers le Nord-Est (perpendiculairement à la direction générale de la terrasse). Ceci vient confirmer les déductions tirées, à Margraten, de l'allure comparée des niveaux 6 et 7 et des niveaux inférieurs.

La faille de Benzenrade recoupe le niveau 7 à peu près perpendiculairement à sa direction (voir pl. 1). Au delà de cette faille, on retrouve les mêmes dépôts fluviatiles. Mais les sondages et des travaux ayant recoupé la faille montrent ⁽¹⁾ que celle-ci déplace la terrasse dont la base se retrouve à la cote (moyenne) 146. Le jeu de cette faille est vraisemblablement en relation avec le mouvement tectonique qui a modifié l'inclinaison de la terrasse.

L'allure et les limites d'action des mouvements du sol qui ont joué ici ne pourront évidemment être déterminés qu'après étude complète de toute la région avoisinante. En première hypothèse, on peut supposer que la région située entre Mheer et la faille s'est inclinée vers le Sud-Ouest, la région au delà de la faille restant en place. Peut-être serait-il plus plausible d'envisager la formation d'une légère ride anticlinale d'axe Nord-Ouest—Sud-Est, dont la région en deçà de la faille forme le flanc Sud et dont la voûte s'est ensuite effondrée à partir de la faille. Entre Nijswiller et celle-ci les cotes de base de la terrasse indiquent vraisemblablement l'existence d'une légère contrepente : les cotes situées à l'Ouest sont, en effet, de quelques mètres plus basses en moyenne que celles observées près de la faille. Cette contrepente probable semble résulter directement de l'action de cette dernière.

Le brusque changement de cours de la Meuse après la formation du niveau 7 a peut-être aussi une origine tectonique : il s'explique en tous cas aisément si l'on suppose que le relèvement du sol diminue d'importance vers le Nord.

⁽¹⁾ W. J. JONGMANS en F. H. VAN RUMMELEN. — Nieuwe gegevens omtrent de storing van Benzenrade. *Geol. Bureau voor het Nederl. Mijng gebied*, Heerlen 1930, pp. 45-65.

Les mouvements envisagés ci-dessus ont surtout pour mérite de donner une explication à la fois plausible et simple des faits. Les mouvements réels sont peut-être plus complexes, et tels que leur décomposition en axes synclinaux et anticlinaux ne correspond qu'à une approximation grossière. Néanmoins, comme on ne connaît pas de façon précise les pentes originelles des niveaux de terrasses, il est peu probable qu'on puisse déceler avec beaucoup plus d'exactitude l'allure de ces mouvements.

Remarquons enfin que l'amplitude du relèvement vers le Nord-Est n'est pas très considérable : en supposant que le niveau de terrasse n° 7 avait une pente originelle analogue à celle de la plaine alluviale de la Meuse entre Liège et Maastricht, la dénivellation initiale entre Mheer et la faille de Benzenrade atteindrait 10 à 15 mètres. Ce chiffre correspond à l'ampleur du rejet de la faille, et est donc en faveur de la première explication envisagée.

De Nijswiller, notre itinéraire se poursuit vers le Sud. La route traverse la Geul, puis gravit la pente abrupte de son versant ouest. Au hameau de Kosberg un replat, petit mais très net, s'indique un peu en dessous de l'altitude 200. Un replat similaire s'observe à 500 mètres au Sud-Est. En deux autres points, des replats analogues se retrouvent à même altitude. Tous sont recouverts d'alluvions, dont la base est située à peu près vers la cote 190. Si on les raccorde entre eux, ils définissent un niveau de terrasse — le niveau n° 9 — dont l'allure est parallèle à celle des deux niveaux inférieurs.

Le dépôt du lambeau de Kosberg est visible notamment dans une carrière où affleurent 4 à 5 m. de sables et de cailloux roulés (point 17). Les cailloux comprennent une proportion notable de cailloux blancs ou blanchis, mais aussi des galets de roches paléozoïques et, en particulier, de quartzite revinien. Le facies est analogue à celui du niveau n° 8, vu à Hut (point 14). Les lits sableux dominant plus encore qu'à l'affleurement précédent (point 16) et les lits graveleux se trouvent surtout dans la partie inférieure. Les couches sont fort irrégulières et portent la trace de ravinements, d'effondrements et de dérangements locaux.

Dans la partie tout à fait inférieure de la carrière, on observe deux pointements, l'un de craie glauconifère, l'autre d'argile brune également glauconifère. Leur contact avec le dépôt flu-

viatile est très irrégulier. Les deux pointements sont séparés par une bande verticale, large d'un à deux mètres, et à remplissage sableux, bande qui se prolonge à travers les alluvions de la terrasse jusqu'au sommet de la carrière. A une vingtaine de mètres vers l'Est s'observe une bande analogue, contre laquelle vient buter une couche épaisse de cailloutis, qui ne se retrouve pas de l'autre côté. La bande constitue donc le remplissage d'une faille, et cette faille affecte la terrasse. L'autre bande est vraisemblablement une branche de la même faille, dont la direction paraît à peu près Sud-Ouest—Nord-Est.

D'autre part, Klein a décrit, aux environs de Valkenburg (Fauquemont), deux exemples de failles de direction Est-Ouest, qui affectent les hautes-terrasses, et a mesuré pour l'une d'elles un rejet vertical de 0,75 m. (1), tandis que pour l'autre le déplacement serait horizontal (2). On voit que le cas de la faille de Benzenrade n'est pas unique, et que des failles moins importantes et de direction différente déplacent également les terrasses. Malgré cette cause perturbatrice, les niveaux de terrasses reconnus en territoire belge se retrouvent aisément dans le Sud du Limbourg hollandais. Sans doute les rejets sont-ils en général insuffisants pour amener une différence sérieuse dans les cotes de base. Les quelques observations rapportées ci-dessus appuient cette hypothèse. Seules, les grandes failles de direction Sud-Est — Nord-Ouest, qui produisent dans les terrains plus anciens les rejets les plus importants, auraient produit dans les terrasses des dénivellations marquées.

Au Sud du replat de Kosberg, un abrupt qui se prolonge vers l'Est et vers l'Ouest nous sépare du Pays de Herve. On se trouve ici à la limite Sud de l'immense nappe d'anciennes alluvions de la Meuse qui couvre presque tout le Limbourg hollandais.

L'excursion se termine ici. Elle avait surtout pour but de faire ressortir les principaux résultats d'une étude détaillée de ces alluvions entre Liège et l'Ubagsberg, en montrant qu'il existe dans cette région toute une série de niveaux de terrasses, et que ceux-ci ont subi — surtout les plus anciens — l'effet de mouvements tectoniques divers — larges ondulations et failles — et complexes.

(1) W. C. KLEIN. — *Het diluvium...* p. 41.

(2) W. C. KLEIN. — Note sur la faille de Schin-op-Geul, près de Fauquemont. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XL, 1913, p. 390.

Ces résultats, s'ils diffèrent de ceux exprimés dans les études antérieures marquent néanmoins des similitudes dignes de remarque, avec certains d'entre eux, et notamment avec ceux obtenus par Briquet et Mlle Mouchamps, celle-ci reprenant les conceptions de M. Fourmarier. Je suis heureux de pouvoir rendre hommage à ces travaux, d'autant plus qu'ils ont été l'objet de critiques d'une sévérité injustifiée.

Il reste une question primordiale qui n'a pas été envisagée encore : quelles sont les causes de la formation des divers niveaux de terrasses relevés dans la région? Ce problème déborde très largement le cadre de celle-ci, et l'on comprend que l'examen d'une faible portion du bassin hydrographique de la Meuse permet tout au plus de donner à ce sujet quelques indications. Celles-ci se déduisent surtout du nombre de niveaux de terrasses. Il paraît peu vraisemblable qu'une dizaine de niveaux importants puissent devoir *uniquement* leur dégagement soit à des variations eustatiques du niveau de la mer, soit à des modifications de débit ou de charge ⁽¹⁾ dues à des changements de climat, soit à l'ensemble de ces facteurs. En effet, les changements importants du climat quaternaire sont enregistrés par les glaciations, dont dépendent également les mouvements eustatiques ⁽²⁾. Or, on admet très généralement quatre périodes glaciaires au Quaternaire. Les facteurs précédents, agissant seuls, n'auraient donc pu dégager que quatre terrasses importantes. Par conséquent, à moins d'admettre des variations hypothétiques, sans cause et sans autre effet connus, de ces facteurs, il faut faire appel à des mouvements du sol. Déterminer le nombre, la nature et l'allure de ces mouvements, ainsi que le degré d'importance des autres facteurs dans la formation des terrasses sont des problèmes qui restent à résoudre, et que l'étude détaillée des régions voisines contribuerait vraisemblablement à éclaircir.

(1) Les observations ne montrant pas de modifications de calibre appréciables, du moins dans le sens nécessaire.

(2) A l'exception, bien entendu, de ceux qui pourraient résulter de mouvements orogéniques.

