

CHAPITRE XVIII

LES TERRASSES FLUVIALES

ET LA HAUTE BELGIQUE AU QUATERNAIRE

par P. MACAR.

Le présent chapitre constitue un complément au précédent. Il groupe deux paragraphes distincts, qui ont été négligés à dessein dans l'exposé de R. TAVERNIER (1). Rédigés indépendamment, les deux exposés traduisent des conceptions différentes sur certains points. Il n'est insisté à ce sujet que lorsque la clarté du texte le rend nécessaire.

I. — LES TERRASSES FLUVIALES

Parmi la diversité de dépôts qui caractérise d'ordinaire les terrains pléistocènes, les alluvions anciennes des rivières, qui apparaissent sur des replats étagés aux flancs des vallées, jouent en général un rôle important. Ces terrasses fluviales sont surtout représentées en Belgique dans le bassin de la Meuse, qui s'étend principalement en Haute Belgique. Toutefois, des terrasses apparaissent également dans le bassin de l'Escaut ; elles semblent surtout bien représentées dans la vallée de la Haine. Si le bassin de l'Yser, limité à la Basse Belgique, n'a pas fourni de tels dépôts, par contre la Sûre et l'Our, qui représentent chez nous le bassin du Rhin, comportent des terrasses, mais uniquement en dehors de notre territoire.

Les terrasses présentent donc surtout de l'importance dans le bassin de la Meuse, et la Meuse elle-même comporte, bien entendu, les niveaux les plus nombreux et les mieux définis.

* * *

Certains niveaux supérieurs de la Meuse ont une origine qui fut très discutée, mais les travaux les plus récents les considèrent comme quaternaires et fluviatiles (MACAR, 1945 ; TAVERNIER, 1948 ; MACAR et VAN LECKWIJCK, 1949). Il s'agit du ou des niveaux dénommés « *traînée mosane* » (MACAR, 1945) et constitués essentiellement de petits galets bien arrondis

(1) Lequel a transmis au présent auteur, qui l'en remercie vivement, des renseignements inédits découlant des recherches pédologiques actuelles en Haute Belgique.

— les « dragées » — de quartz blanc, qu'accompagnent d'autres galets de roches siliceuses ou silicifiées et notamment des « Kiesel-oolithes » ou cailloux d'oolithe silicifiée. Ces dépôts, rangés avec d'autres dans l'« Onx » de la carte géologique belge, s'étendent surtout suivant une bande de plusieurs km de large sur les plateaux de la rive gauche de la Meuse, entre Mons-Crotteux (ouest de Liège) et Namur, ainsi qu'au sud ouest de cette ville.

Ils comportent de nombreux amas, dont l'altitude moyenne débute vers 250 m à 7 km au sud ouest de Namur, pour se maintenir ensuite entre 180 et 215 m entre Namur et Mons-Crotteux. En ce dernier point, ils sont exploités dans plusieurs gravières et forment un cailloutis de 2 m d'épaisseur environ. Ils y sont affectés de cryoturbations et surmontés parfois de 2 à 3 m de sables blancs ou jaunes avec minces lits de graviers blancs à galets oolithiques.

Signalés en premier lieu par VAN DEN BROECK (1888), ils furent surtout étudiés par STAINIER (1893) et LORIÉ (1919), ainsi que par OOSTINGH (1925). Leur âge et leur origine surtout ont fait l'objet de controverses.

Ils furent longtemps rangés dans le Tertiaire, d'abord dans l'Oligocène (VAN DEN BROECK ; LOHEST ; FOURMARIER, 1931), ensuite dans le Pliocène inférieur (CORNET, 1904), puis dans le Pliocène supérieur (RUTOT, 1908 ; LERICHE, 1929) et même dans l'Icénien (TAVERNIER, 1942). Actuellement, l'Icénien est rangé d'ordinaire dans le Quaternaire et les travaux récents (TAVERNIER, 1948 ; MACAR et VAN LECKWIJCK, 1949) y placent également la traînée mosane.

Mais la discussion a porté surtout sur l'origine — marine ou continentale — de ces dépôts. L'origine marine fut défendue notamment par M. LOHEST et J. CORNET (qui considérait ces dépôts comme formés par la mer diestienne) et envisagée par P. FOURMARIER (1931, 1934), mais avec réserves. Un âge assez récent, en effet, est peu favorable à une telle origine. Pour lever cette difficulté, le Major STEVENS, en 1945, proposa de considérer ces dépôts comme dus au remaniement, en milieu continental, de dépôts marins d'âge plus ancien.

L'origine fluviale fut défendue dès le début par VAN DEN BROECK, puis par STAINIER, LORIÉ et OOSTINGH, c'est-à-dire par la plupart de ceux qui ont étudié ces dépôts en détail sur le terrain. Cette origine est aussi indiquée par la majorité des critères pétrologiques des cailloux (dissymétrie, aplatissement, inclinaison) selon les normes de A. CAILLEUX. Elle s'accorde par ailleurs avec celle des dépôts tout à fait analogues qui existent dans la vallée du Rhin, où ils forment un niveau de terrasses caractéristique, la « Kieseloolith-terrasse ».

Les dépôts de la traînée mosane accusent des différences d'altitude qui pourraient faire supposer l'existence de deux niveaux. La question n'est pas tranchée. Soulignons toutefois que, dans la vallée du Rhin, un second niveau, moins riche en cailloux oolithiques, existe localement entre Bonn et Coblenze, où il forme l'« Oberterrasse ».

Des dépôts analogues à la traînée mosane se retrouvent plus au nord, à l'est de Visé (FLIEGEL, LORIÉ) et dans le massif culminant de l'Ubagsberg (Limbourg hollandais méridional), où ils surmontent encore les terrasses de la Meuse à facies typique.

Plus au nord encore se rencontrent, tant dans le Limbourg hollandais qu'en Campine, d'épaisses nappes de cailloux blancs, avec Kieseloolithes, et de sables blancs. A la partie supérieure de ce niveau s'intercalent des couches ou lentilles argileuses, à flores généralement

considérées comme quaternaires (Argiles de Reuver, parfois considérées comme pliocènes, Argiles de Tegelen, souvent raccordées à l'interglaciaire Günz-Mindel, Argiles de la Campine). Dans les formations sableuses des indices : horizons nombreux à grains de quartz éolisés, cryoturbations, indiqueraient un climat froid et portent (TAVERNIER, 1948) à synchroniser ces couches avec la première glaciation quaternaire (GÜNZ).

Des conclusions identiques pratiquement ont été tirées (VAN LECKWIJCK et MACAR, 1949) de l'examen détaillé des cryoturbations diverses ⁽¹⁾ affectant, à Mons-Crotteux, les dépôts de la traînée mosane, dont le raccord avec ces formations (lesquelles comprennent notamment les couches désignées sous le nom de Sables de Mol) paraît ainsi bien établi.

D'après des recherches récentes (MEUNIER, 1953), ces cailloutis comprennent un pourcentage important de grès et de quartzites paléozoïques (30 % en moyenne), qui doivent provenir de Haute Belgique et indiquent que les terrains anciens de cette région devaient selon toute probabilité affleurer largement au moment de leur dépôt.

* * *

Passons à présent à l'étude des dépôts de terrasses typiques formant replats sur les versants du bassin de la Meuse. Même mis à part les dépôts de la traînée mosane, la Meuse présente encore, du moins dans son cours aval, un grand nombre de niveaux de terrasses.

Ceux-ci sont surtout développés en aval de Liège, entre cette ville et la région de Heerlen, en Limbourg hollandais. Bien que le nombre de niveaux ait fait l'objet de controverses (BRIQUET KLEIN, MOUCHAMPS, LEFÈVRE, VAN RUMMELEN), les travaux récents, tant en Belgique qu'en Hollande, admettent en général une dizaine de niveaux distincts (MACAR, 1938 : 10 niveaux ; BRUEREN, 1945 : 11 niveaux ; VAN STRAATEN, 1946 : 10 niveaux). L'accord n'est pas complet quant aux raccords des divers lambeaux en niveaux, mais les différences portent uniquement sur des points de détail.

En principe, on peut distinguer dans cette région, trois niveaux de basses terrasses ⁽²⁾ (n^{os} 1, 2 et 3 de la nomenclature P. MACAR, 1938, adoptée ci-après), assez étroites et s'écartant peu de la plaine alluviale actuelle, qu'elles surmontent de 10 à 30 m environ ; quatre niveaux de hautes terrasses (n^{os} 4, 5, 5', 6) situées entre 50 et 100 m au-dessus de la plaine alluviale mais convergeant avec celle-ci vers le nord ; et trois ou quatre ⁽³⁾ niveaux de très hautes terrasses (n^{os} 7, 8, (8) et 9) qui s'incurvent vers l'est au nord de Visé, pour se diriger vers Aix-la-Chapelle, en contournant vers le sud le massif tertiaire de l'Ubagsberg, tout en restant à haute altitude (120 à 150 m au-dessus de la plaine alluviale). Parmi les très hautes terrasses, seuls les deux niveaux inférieurs (7 et 8) ont été jusqu'ici observés en Belgique.

⁽¹⁾ Voir chapitre 2, ci-après.

⁽²⁾ Les termes de basses, hautes et très hautes terrasses utilisés ici ont avant tout un sens morphologique. Ils ne correspondent qu'en partie aux expressions de R. TAVERNIER dans le chapitre précédent. Ce dernier, en gros, désigne sous le nom de basse terrasse une partie des dépôts de la plaine alluviale, appelle moyennes terrasses les basses terrasses ci-dessus, et hautes terrasses l'ensemble des hautes et très hautes terrasses.

⁽³⁾ BRUEREN et VAN STRAATEN, en gros, subdivisent en 2 le niveau n^o 8.

Tous ces niveaux ne se retrouvent plus guère en amont de Liège. Localement, entre Liège et Namur, on retrouve parfois quatre à cinq niveaux superposés (à Angleur : FOURMARIER, 1938 ; Seraing : ANCIEN, 1948 ; Huy : TILMON, 1936), mais certains lambeaux de terrasse ne sont révélés qu'à l'occasion de travaux d'art et n'apparaissent pas ou guère dans la topographie. Deux niveaux seulement (n^{os} 4 et 5) se retrouvent avec une continuité suffisante dans cette section du fleuve pour être aisément repérables (MOUCHAMPS, 1933).

En amont de Namur, un seul niveau présente encore cette propriété : c'est la plus basse des hautes terrasses (n^o 4), généralement désignée en Belgique sous le nom de terrasse principale (1). Cette terrasse constitue un niveau repère intéressant, car on a pu la reconnaître également dans la plupart des affluents de la Meuse. On l'a signalée dans la Sambre jusqu'à Erquelines au moins, dans l'Ourthe jusqu'à Laroche, dans la Vesdre jusqu'à Eupen, dans l'Amblève jusqu'à Ligneuville, dans la Lesse jusqu'à Belvaux. On la retrouve aussi dans certains sous-affluents : la Salm, la Hoegne, la Wamme, la Lomme. Dans la Meuse elle-même, elle se poursuit aisément jusqu'à Givet. A la traversée du Massif de Rocroi ses lambeaux sont ensuite plus épars, mais Melle RIGO (1935) a pu reconnaître ce niveau jusqu'à Mézières, où il se raccorde à la terrasse principale de la Meuse lorraine. Il est curieux de noter que, dans cette même région à substratum résistant, et où la Meuse est très encaissée, se retrouvent cependant trois ou quatre lambeaux plus élevés, raccordés en un niveau supérieur, et situés de 45 à 65 m au-dessus de la terrasse principale. Ce niveau se retrouverait à 25 m au-dessus de la même terrasse dans la Meuse lorraine, qui présente en outre, d'après VIDAL DE LA BLACHE (1908), un niveau plus élevé encore, dominant de 75 m la même terrasse repère.

Dans la vallée de la Lesse Mlle HOL (1917), à la suite de DUPONT (1866), signale aussi des lambeaux supérieurs à la terrasse principale, et les groupe en deux niveaux situés à 30 et 60 m au-dessus de celle-ci. Le premier d'entre eux semble correspondre au niveau supérieur de la Meuse en amont de Givet. Dans l'état actuel des connaissances, il n'est guère possible de raccorder sans trop faire appel à l'hypothèse ces niveaux élevés et lointains de la Meuse et de la Lesse avec les hauts niveaux de la Meuse en aval de Liège : la distance qui sépare les deux régions (100 km) est vraiment trop grande.

Plus près de Liège, on observe également des lambeaux supérieurs à la terrasse principale dans les vallées de l'Ourthe, de la Vesdre et de l'Amblève. Dans l'Ourthe toutefois, ces niveaux sont renseignés (SCHMIT, 1930) comme trop irréguliers et trop mal conservés pour autoriser des raccords. Dans la Vesdre, une terrasse supérieure est distinguée, et il en est de même dans l'Amblève. Mais leur raccord avec les niveaux mosans n'apparaît pas clairement.

A côté des hautes terrasses, dont il vient d'être question, il existe également en amont de Liège, dans le bassin mosan, des basses terrasses. La Meuse elle-même ne comporte un

(1) Ou encore terrasse de Pontisse, terrasse de la Campine. Notons que le terme terrasse principale a été souvent utilisé en Hollande avec une acception plus vaste désignant soit l'ensemble non différencié des hautes terrasses, soit même parfois l'ensemble des hautes et très hautes terrasses.

A titre d'indication, les autres terrasses sont souvent (ou peuvent être) désignées comme suit : n^o 1 : Terrasse de Jupille ; n^o 2 : Terrasse de Herstal ; n^o 5 : Terrasse de Brumagne ; (n^o 5' : Terrasse de Hoignée) ; (n^o 6 : Terrasse de Trembleur) ; n^o 7 : Terrasse supérieure (ou de Rabozée).

niveau bien défini que dans sa vallée lorraine, niveau situé à 10 m au-dessus de la plaine alluviale. Plus en aval, depuis Mézières jusqu'à Liège, on ne connaît guère que quelques lambeaux épars de basses terrasses. La Sambre présente aussi une basse terrasse située à quelques mètres au-dessus de la plaine alluviale actuelle mais qui, d'après Mlle MOUCHAMPS, s'étend uniquement entre la frontière française (au moins) et Tamines, et manque plus à l'aval.

Dans la Vesdre, d'après Mlle CHAPÉLIER (1948), il existe deux niveaux inférieurs, situés à 5 et 10 m au-dessus de la plaine alluviale. L'Ourthe, l'Amblève et la Lesse ne montrent que des lambeaux épars, malaisés à raccorder. Par contre, un niveau de basse terrasse existe aussi dans la Semois jurassique, c'est-à-dire en amont de Herbeumont. C'est le seul niveau existant dans la Semois. Vu sa localisation, il paraît correspondre, comme la plaine alluviale bien développée de la Semois jurassique, à un profil d'équilibre partiel formé à l'amont des roches résistantes que traverse la Semois ardennaise.

Quant aux autres niveaux cités ci-dessus, leur raccord avec les niveaux de la Basse Meuse ne semble aisé que pour les deux niveaux de la Vesdre, qui correspondent selon toute probabilité aux deux plus basses terrasses de la Meuse (n^{os} 1 et 2).

En résumé, si une dizaine de niveaux de terrasse existent à l'aval de Liège, par contre un seul de ces niveaux, la terrasse principale, se poursuit nettement à grande distance vers l'amont, aussi bien dans la vallée de la Meuse que dans celle de ses affluents. Le niveau immédiatement supérieur remonte dans la Meuse jusqu'à Namur mais n'est pas reconnu dans l'Ourthe ou la Vesdre. D'autres niveaux, de hautes ou de basses terrasses, se retrouvent de-ci, de-là, dans la Meuse ardennaise et lorraine, la Lesse, la Sambre, la Vesdre, mais leur raccord avec les niveaux d'aval sont incertains.

Les raisons de la brusque diminution des niveaux en amont de Liège sont sans doute multiples (MACAR, 1947). Un niveau de terrasse a normalement tendance à se rétrécir, voire à disparaître vers l'amont ; cette tendance est accentuée à Liège du fait que la Meuse reçoit ici son principal affluent, l'Ourthe, et que son débit est donc fortement augmenté à partir de ce point. D'autre part, les terrains du substratum sont plus résistants vers l'amont à partir de Visé, où la Meuse passe des schistes, grès et calcaires du Paléozoïque supérieur à la craie sénonienne. Les niveaux supérieurs à la terrasse principale (n^o 4) ont pâti du grand développement de cette dernière, qui a pu détruire presque tous leurs fragments là où ces niveaux étaient étroits c'est-à-dire vers l'amont. Enfin, et surtout peut-être, les études des terrasses ont été faites de façon plus détaillée à l'aval de Liège qu'à l'amont et des lambeaux peu étendus peuvent avoir, et ont vraisemblablement été négligés à l'amont.

En conclusion, la grande différence dans le comportement des terrasses en amont et en aval de Liège semble donc s'expliquer assez aisément sans faire appel à des causes extérieures.

Il n'en est pas de même, par contre, de l'allure des terrasses. Celles-ci sont tout d'abord affectées par des failles : dans le Limbourg hollandais surtout (BRUEREN, KLEIN, VAN RUMMELEN), mais aussi dans le Limbourg belge (MACAR, 1946), plusieurs failles déplacent les hautes terrasses. La principale est sans doute la faille de Rotem-Heerlerheide, qui limite au nord le plateau de Campine recouvert par les alluvions de la terrasse principale. Ces allu-

vions disparaissent, au nord de la faille, sous des dépôts de basse terrasse. La faille déplace même, vraisemblablement, la base des graviers de la plaine alluviale de la Meuse (GROSJEAN).

L'allure des terrasses indique aussi d'autres déformations, attribuables à des mouvements épéirogéniques.

Entre Givet et Mézières, les raccords les plus probables indiquent une allure en dôme, dessinée par deux niveaux de terrasses et interprétée comme une accentuation récente du bombement épéirogénique de l'Ardenne (RIGO).

Une allure similaire se marque plus au nord : entre Namur et Liège, la terrasse principale et le niveau immédiatement supérieur sont subhorizontaux, tandis qu'à l'aval ils plongent rapidement vers le nord. Cette allure a généralement (FOURMARIER, 1926 ; MOUCHAMPS ; MACAR, 1938) mais non par tous (LEFÈVRE), été considérée comme le résultat d'un autre bombement.

L'âge des terrasses a fait l'objet de discussions assez nombreuses, surtout en Hollande, où se trouvent la plupart des critères intéressants.

Les fossiles sont rares et assez peu probants. *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus tarandus* ont été signalés à divers endroits dans les dépôts de la basse terrasse inférieure de la Meuse (n° 1). Mais RUTOT y a découvert également une défense qui fut rapportée à *Elephas antiquus*. *Elephas Trogontherii* a été trouvé dans la terrasse principale à la Montagne St-Pierre, près de Maastricht. *Elephas meridionalis* et *Rhinoceros etruscus* ont été signalés en Hollande dans des dépôts appartenant à des terrasses supérieures.

Les trois premières de ces formes indiquent un climat froid et le Pléistocène supérieur, les deux dernières appartiennent à la faune chaude et s'étendent au plus jusqu'au Quaternaire inférieur. Quant aux deux autres formes restantes, elles sont surtout cantonnées vers le milieu de la période, et si *Elephas antiquus* indique un climat chaud, *E. Trogontherii* est plus douteux, car il a été aussi considéré (SOERGEL) comme un animal de steppe froide. Ces caractères, de toute façon, sont loin d'être absolus : on a signalé, par exemple, la coexistence dans un même gisement d'*E. primigenius* avec *E. meridionalis* et la superposition d'une faune à *E. antiquus* à une faune à *E. primigenius*.

Une relation directe entre les terrasses et les glaciations nordiques s'observe aux environs de Nimègue : la terrasse principale de la Meuse y est en effet déformée par la calotte glaciaire qui atteignit ces lieux et qui correspond à la glaciation de Riss (= SAALE). Cette terrasse est donc antérieure à cette glaciation, ou du moins à son dernier stade (Riss II).

D'autres indices peuvent être tirés de la confrontation des terrasses de la Meuse avec celles du Rhin. Ainsi, dans la Meuse, le loess recouvre toutes les terrasses et seule la plaine alluviale en est exempte. Par contre, la « Niederterrasse » du Rhin n'a pas de vrai loess au-dessus d'elle. Elle est donc généralement synchronisée avec la plaine alluviale de la Meuse, rapportée comme elle à la dernière période glaciaire (Würm).

Bien que les dépôts du Rhin et de la Meuse se côtoient et même parfois se mêlent sur une longue distance, la corrélation entre les niveaux de terrasses des deux fleuves prête encore à discussion. On admet en général que la basse terrasse inférieure (n° 1) de la Meuse passe

latéralement à l'« Untere Mittelterrasse » du Rhin. Mais la terrasse principale de la Meuse est raccordée tantôt à la « Hauptterrasse » du Rhin, tantôt à la « Hoch », ou « Hohe terrasse » (= Obere Mittelterrasse) qui lui est immédiatement inférieure, mais appartient au groupe des « terrasses moyennes » du Rhin. Au point de vue âge, la première est souvent synchronisée avec la glaciation de Mindel, la seconde avec la glaciation de Riss. Notons que, dans les terrasses du Rhin, on n'observe pas un niveau beaucoup plus étendu que les autres, comme c'est le cas pour la terrasse principale de la Meuse.

A notre connaissance, des indices de climat froid (cryoturbations contemporaines du dépôt, ou encore, cailloux roulés de sable mêlés aux galets de roche dure, et qui ne peuvent s'y trouver que parce qu'ils étaient congelés au moment du dépôt) ont été relevés jusqu'ici, outre dans la traînée mosane, dans trois terrasses différentes de la Meuse, soit dans la terrasse principale (n° 4), le niveau immédiatement supérieur (n° 5), et la basse terrasse moyenne (n° 2). Ces niveaux doivent donc s'être formés, à tout le moins en partie, lors des périodes glaciaires.

Certains, apparemment les plus nombreux, étendent cette conclusion à l'ensemble des niveaux et répartissent ces derniers dans les phases glaciaires. La basse terrasse inférieure (n° 1) est rangée tantôt dans le Würm (TAVERNIER, 1948), tantôt dans le Riss II (BRUEREN, 1945), les autres basses terrasses (nos 2 et 3) dans le Riss ; la terrasse principale (n° 4), comme déjà dit, est datée du Riss I ou du Mindel ; enfin, les terrasses plus élevées sont rangées dans le Mindel, ou peut-être encore dans le Günz pour les plus élevées.

D'autres, au contraire (M. A. LEFÈVRE, 1935) placent les niveaux de terrasse dans les périodes interglaciaires, hypothèse encore tout récemment préconisée par F. GULLENTOPS (1954) pour trois des quatre terrasses observées en Haute-Vesdre. A notre avis, rien n'indique *a priori* que les terrasses doivent être exclusivement réparties soit dans les phases glaciaires, soit dans les interglaciaires, mais une formation essentiellement en climat froid ne peut guère être refusée aux trois terrasses à phénomènes périglaciaires contemporains signalées ci-dessus.

Comme on s'en doute, les synchronisations précédentes sont influencées par les hypothèses préconisées pour l'origine des terrasses elles-mêmes. Ici encore, la question fut et reste controversée.

Les terrasses du bassin mosan ont tout d'abord été mises en relation avec les glaciations des Vosges (LOHEST), qui auraient, dans la pensée des auteurs, fourni la source des épaisses nappes de cailloutis conservées dans leurs niveaux. Ensuite, il fut en général fait appel à des mouvements tectoniques (KLEIN, 1914 ; FOURMARIER, 1926 ; MOUCHAMPS, 1933).

En 1935, Mlle LEFÈVRE s'efforce d'expliquer les quatre « complexes morphologiques » qu'elle estime pouvoir distinguer dans la Basse Meuse en faisant appel uniquement à des variations du niveau de base d'origine eustatique.

Toutefois, Mlle LEFÈVRE rejette le schéma général préconisé par DEPERET pour les rivières atlantiques et méditerranéennes. Ce schéma suppose, comme on sait, 4 terrasses à altitude relative constante de 100 m, 65 m, 30 m et 10 m environ, en relation avec les 4 périodes

glaciaires généralement distinguées au Quaternaire et admet, en plus des effets eustatiques des glaciations, un abaissement continu du niveau de base pendant cette période. Mlle LEFEVRE n'admet que 3 niveaux de terrasses, d'âge interglaciaire et suppose un abaissement rapide, puis un lent relèvement du niveau de base.

Une hypothèse générale, qui tend actuellement à prendre de l'extension, est celle prônée notamment par SOERGEL et ZEUNER, et qui attribue essentiellement les niveaux de terrasses à des variations de débit des rivières dues aux variations climatiques du Quaternaire. Les terrasses coïncident dans cette hypothèse avec les périodes glaciaires. Ces terrasses *climatiques* doivent s'être développées à assez grande distance des rivages pour n'avoir pas subi l'effet des variations eustatiques concomitantes du niveau de base. Plus près des rivages, elles doivent être remplacées par des terrasses *climatico-eustatiques* où ces variations ont superposé leurs effets aux précédents.

Cette hypothèse est sans doute adoptée de façon plus ou moins exclusive par ceux qui synchronisent actuellement terrasses et glaciations. On peut y objecter que les terrasses climatiques doivent être d'ordinaire des terrasses de remblaiement. Or, les terrasses mosanes paraissent bien essentiellement des terrasses d'érosion : les sondages et levés de détail indiquent une base sensiblement plane, et l'épaisseur des dépôts, aux points où ils sont bien conservés, est à peu près partout la même d'une terrasse à l'autre, et égale en outre à celle de la plaine alluviale correspondante.

Il semble bien qu'aux théories faisant appel exclusivement à un seul mode d'origine, les idées exprimées plus récemment opposent des concepts plus nuancés. Ainsi, R. TAVERNIER (1948) admet que les terrasses sont dues à la fois à des phénomènes climatiques et des mouvements tectoniques. F. GULLENTOPS (1954), dans une étude locale, admet une dualité d'origine des terrasses. D'autres encore (ZONNEVELD, 1947 ; HOL, 1948 ; MACAR, 1947) s'accordent pour déclarer que mouvements épéirogéniques, variations de climat et phénomènes eustatiques ont tous joué un rôle.

On admettra qu'il est extrêmement malaisé, vu l'existence, en outre, de mouvements épéirogéniques locaux et aussi, vu les difficultés de corrélation à l'amont de Liège, de déterminer la part revenant à chacun de ces facteurs dans l'origine des nombreux niveaux actuellement reconnus. Ce grand nombre de niveaux, par ailleurs, est déjà à lui seul un indice en faveur d'une origine complexe.

* * *

Les terrasses du bassin de l'Escaut ont été beaucoup moins étudiées que celles du bassin de la Meuse. On ne trouve de travaux un peu détaillés que pour l'Escaut, la Lys et la Haine. Il ne s'ensuit pas que les autres affluents de l'Escaut sont dépourvus de terrasses : ainsi trois terrasses au moins sont signalées par RUTOT (1919) dans la Senne (à 10, 30 et 60 m au-dessus de la plaine alluviale) et une basse terrasse dans la Dendre et le Rupel.

L'Escaut et la Lys ont fait l'objet d'une étude détaillée de Mlle ERMEL (1935). Elle admet l'existence de 4 niveaux de terrasses ou plutôt de 4 « nappes de cailloutis » qui proviendraient

de leur remaniement, et se situent vers 45-50 m ; 25-40 m ; 20-30 m et 10-20 m au-dessus de la rivière, dont elles tendent à se rapprocher vers l'aval.

Rappelons aussi qu'au nord de Gand existe, presque entièrement colmatée, une ancienne et large vallée de l'Escaut, la *Vallée Flamande* (TAVERNIER, 1946). Son creusement est daté du début de l'interglaciaire Riss-Würm, lorsque le niveau de la mer était inférieur à l'actuel.

Les terrasses du bassin de la Haine ont été étudiées par divers auteurs (RUTOT, HALLEZ, CORNET). RUTOT, en 1919, y signale 4 niveaux de terrasses situés dans la Haine à 100 m, 60 m, 30 à 40 m et 30 à 10 m au-dessus de la rivière, dans la Trouille à 80 m, entre 60 et 80 m, entre 30 et 40 m, et 2 et 10 m.

Il est à noter que RUTOT croyait reconnaître les mêmes niveaux dans la Lys et la Meuse, ce que les études plus récentes n'ont pas confirmé. Dans le bassin de la Haine, toutefois, les divers travaux sont concordants. Ainsi, J. CORNET mentionne d'assez nombreux lambeaux de la basse terrasse (10 à 20 m) et de la haute terrasse (50 à 55 m) ainsi que deux affleurements de la moyenne terrasse (30 m), et deux de la très haute terrasse (à 70 et 90 m.). Les auteurs s'accordent aussi sur la synchronisation de ces terrasses avec la chronologie de Depéret, alors neuve et fort en faveur, et qui venait d'être étendue par V. COMMONT au nord de la France.

Mlle ERMEL, par contre, rejette l'hypothèse eustatique pour l'Escaut et la Lys, du moins comme facteur essentiel de la formation de leurs terrasses, et se prononce en faveur d'une origine épéirogénique.

Bien que les études détaillées soient beaucoup moins avancées dans le bassin de l'Escaut, les divergences dans les niveaux relevés dans l'Escaut et la Lys, d'une part, et le bassin de la Haine, d'autre part, sont en faveur d'une conclusion analogue à celle atteinte pour le bassin de la Meuse, à savoir que les phénomènes ayant donné naissance aux terrasses ont sans doute été complexes et que mouvements épéirogéniques, mouvements eustatiques et variations climatiques ont apparemment combiné leurs effets pour produire cette complexité.

II. — LA HAUTE BELGIQUE AU QUATERNAIRE

L'évolution de la Haute Belgique pendant les temps quaternaires n'a guère été étudiée jusqu'ici. C'est que, à part les terrasses des rivières, qui font l'objet du chapitre précédent, cette période géologique n'y a guère laissé de dépôts aisément observables. Toutefois, plusieurs études récentes, dont certaines non publiées ou même encore en cours, montrent que les documents sont bien plus abondants qu'il n'était supposé jusqu'à présent. La plupart de ces travaux mettent l'accent sur les *phénomènes périglaciaires*, qui ont joué un rôle important dans notre pays au cours des diverses périodes glaciaires et dont le rôle en Haute Belgique commence seulement à être mis en lumière.

Ces phénomènes, déjà bien connus dans le nord du pays, ont été décrits tout d'abord dans la région liégeoise, sur les deux rives de la Meuse (VAN LECKWIJCK et MACAR).

C'est à Mons-Crotteux (10 km ouest sud ouest de Liège) qu'ils se révèlent de loin les plus complets et les plus variés. Des involutions typiques s'y montrent développées dans les couches supérieures sablo-graveleuses de la « traînée mosane ». Elles se montrent recoupées par des crevasses de gel qui affectent ces dépôts et les sables oligocènes sur lesquels ils reposent. Enfin, des langues de solifluction s'observent dans les limons supérieurs de la carrière.

Ces derniers phénomènes datent incontestablement de la dernière période glaciaire (Würm). Par contre, les crevasses de gel sont plus anciennes que les limons supérieurs. Quant aux involutions, elles se montrent plus anciennes non seulement que les crevasses de gel qui les recourent, mais aussi que les nombreux phénomènes de dissolution dus à la craie sous-jacente et que certains limons anciens conservés dans des cuvettes et grabens résultant de cette dissolution. Elles paraissent même recoupées par les couches tout à fait supérieures de la traînée mosane.

Se basant sur ces faits, VAN LECKWIJCK et MACAR considèrent les crevasses de gel comme datant du Riss et rattachent les involutions au Quaternaire inférieur et, selon toute probabilité, à la période de Günz.

Si l'on ajoute à ces phénomènes des involutions observées près de Dalhem au sein des dépôts d'une haute terrasse de la Meuse qu'on s'accorde à dater de l'époque mindelienne, il semble bien que l'on rencontre, dans la région de Liège, des manifestations périglaciaires correspondant aux quatre grandes glaciations quaternaires classiques.

Aux phénomènes de Mons-Crotteux s'ajoutent encore, au voisinage de Liège, mais cette fois en Haute Belgique proprement dite, des crevasses de gel et des allures en guirlande observées dans des sables oligocènes de Bonnelles et du Sart-Tilman.

En Ardenne même, des phénomènes aussi variés ont été rarement observés. Toutefois, J. ALEXANDRE (1953) a décrit récemment des nappes de solifluction, accompagnées de crevasses de gel et de festons de cryoturbation, qui recouvrent une basse terrasse de la Vesdre à Béthane.

F. GULLENTOPS (1954) décrit aussi ces phénomènes, ainsi que des sortes de sols striés observés au voisinage, et d'autres cryoturbations relevées dans la région de Laroche. Ces dernières sont surtout des solifluctions, parfois agrémentées d'ébauches de sols polygonaux, de débris finement lités ou « Fliesserde », ou encore de pointes d'injection avec cailloux dressés.

Les nappes de solifluction, dans l'ensemble, paraissent très fréquentes en Ardenne, et même peut-être, plus généralement, en Haute Belgique. Elles ont essentiellement été découvertes au cours de travaux de levé de la carte pédologique, effectués en Ardenne condrosienne, au Condroz et en Famenne par R. MARÉCHAL, au Pays de Herve par P. PAHAUT, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse par P. BOURGUIGNON, en Ardenne enfin par R. MARÉCHAL (1949), A. PECROT, P. AVRIL et J. DECKERS.

D'après des recherches encore inédites de J. ALEXANDRE, de telles nappes sont aussi fréquentes dans le bassin des Deux Ourthes. Elles comblent souvent le fond des parties supérieures des vallées du Haut-Plateau. Parfois deux coulées de solifluction d'âge différent s'observent, la plus ancienne apparaissant en terrasse au-dessus de la seconde.

Dans les Hautes-Fagnes, les phénomènes périglaciaires se sont manifestés notamment sous forme de coulées pierreuses. Celles-ci avaient déjà fait l'objet de nombreux travaux, et suscité des controverses (STAMM, 1912 ; QUAAS, 1917 ; FOURMARIER, 1920, 1923, 1945 ; GUILLEAUME 1923, 1926, ; RENIER, 1934) au sujet de leur origine, que l'on a notamment considérée comme glaciaire, ou même artificielle.

Une étude récente de A. PISSART, tout en confirmant nettement leur origine périglaciaire, défendue déjà par P. FOURMARIER, a montré que ces coulées étaient nettement plus nombreuses qu'on ne l'avait cru jusqu'ici : une douzaine d'entre elles sont à présent connues. Leur localisation n'est pas, comme on l'avait cru, en relation avec la reprise d'érosion nette qui affecte le réseau hydrographique, mais elles sont toujours situées à des endroits vers lesquels convergent les pentes d'alentour.

La pente longitudinale de la vallée en ces endroits est en général très faible, de l'ordre de quelques degrés, et l'étude de l'orientation des gros blocs de quartzite revinien qui forment la partie supérieure des accumulations confirme qu'il s'agit bien de phénomènes de solifluction. En outre, ces blocs forment un véritable dallage de pierres, surmontant un limon de désagrégation qui ne contient plus que des fragments plus petits : les gros blocs ont migré vers la surface, après la mise en place de la coulée, par un processus de soulèvement différentiel dû au gel. Les coulées, qui montrent d'ordinaire une allure bombée en coupe transversale, sont généralement encadrées par deux ruisseaux qui se rejoignent directement à l'aval de l'accumulation. Enfin, certaines formes du terrain du plateau des Hautes-Fagnes, et notamment des abrupts non structuraux apparaissant sur les versants de quelques vallées, semblent nettement dus aux processus d'érosion du climat périglaciaire.

En dehors des Hautes-Fagnes, d'autres phénomènes disposés sur des pentes plus fortes (15 à 20°), tels notamment les gros blocs de quartzite descendus sur les versants de l'Amblève à l'endroit des Fonds de Quarreux, et certaines coulées élémentaires observées sur le plateau de St-Hubert, ainsi que dans la région de Laroche et du Plateau de la Baraque Fraiture, doivent en majeure partie leur origine, selon toute vraisemblance, à des actions périglaciaires analogues.

Mentionnons enfin que, d'après des recherches en cours de A. PISSART, certaines particularités des tourbières des Hautes-Fagnes seraient aussi attribuables à la cryoturbation.

Il est peut-être prématuré de vouloir tirer une synthèse de ces observations encore relativement éparses. Toutefois, on ne peut plus douter de l'importance, en Haute Belgique, de phénomènes périglaciaires, qui permettront bientôt sans doute de préciser nettement l'évolution de la région au Quaternaire.

Comme déjà signalé précédemment par R. TAVERNIER, des *limons* analogues aux limons de Moyenne Belgique couvrent aussi des superficies assez considérables en Haute Belgique. Au cours du siècle précédent, A. DUMONT et E. DUPONT avaient déjà levé des cartes donnant l'extension de ces dépôts limoneux, mais ce n'est que par le levé de la cartepédologique actuellement en cours que l'on s'est rendu compte de l'importance de ces anciennes observations, qui étaient peu à peu tombées dans l'oubli.

D'après les divers travaux pédologiques signalés ci-dessus, les limons peuvent encore atteindre des épaisseurs considérables et sont parfois très purs dans le Condroz, l'Entre-Sambre-et-Meuse, l'Ardenne condrusienne et le Pays de Herve. Le plus souvent cependant la couverture limoneuse de ces régions est peu épaisse, très hétérogène et reflète fortement la nature du substratum. De ce fait, d'ailleurs, c'est dans le Condroz, le Pays de Herve et l'Entre-Sambre-et-Meuse que l'on peut le mieux observer le passage latéral des limons homogènes aux limons hétérogènes remaniés par solifluction. En Famenne, les dépôts limoneux d'origine nivéo-éolienne semblent moins importants ; bien que reconnus, d'après R. MARÉCHAL, sur certains plateaux calcaires des environs, à Bomal notamment, ils n'ont pas encore été signalés dans la Famenne proprement dite, à substratum schisteux.

Il en est de même en Ardenne, où, cependant, des études de minéraux denses effectuées sur des limons superficiels de la région de Laroche par F. GULLENTOPS et de la Baraque Michel par P. BOURGUIGNON révèlent un mélange d'éléments locaux et d'éléments apportés. D'après GULLENTOPS, la staurotide, la hornblende verte et l'épidote y indiquent un apport éolien venu du nord, comme pour les limons de Moyenne Belgique, tandis que l'augite, le sphène et l'enstatite y proviennent des manifestations éruptives de l'Eifel. Les poussières de ces dernières se retrouvent, sous forme d'augite et de sphène, dans les alluvions des rivières (R. TAVERNIER et J. LARUELLE). Elles indiquent un transport vers l'ouest plus important qu'il n'était généralement supposé jusqu'ici.

Aux cryoturbations et aux limons viennent s'ajouter enfin les *paléosols*, comme eux révélés surtout par les levés pédologiques. Parmi les sols anciens retrouvés en Ardenne, et qui ne se limitent évidemment pas à la période quaternaire, on a découvert notamment des paléosols rouges ou rouge-brun, qui semblent bien témoigner de climats anciens plus chauds que l'actuel. Or, certains d'entre eux paraissent correspondre à des phases interglaciaires. Les recherches sont ici moins avancées encore. Toutefois le mémoire récent, déjà cité, de F. GULLENTOPS (1954) souligne le parti qui peut être tiré de ces découvertes en présentant un essai de synthèse basé surtout sur terrasses, loess, cryoturbations et paléosols observés en quelques points de Haute Belgique et de Hesbaye. Cet essai, à peine paru, est trop récent pour pouvoir être ici l'objet d'un examen critique. Le travail se révèle surtout important par les observations détaillées qu'il fait connaître, mais aussi en outre par un large emploi de données nouvelles du type de celles résumées ci-dessus. Signalons à ce propos qu'en deux points de la région de Laroche, il décrit des phénomènes de solifluction sur lesquels s'est développé un sol de teinte plus ou moins rouge, phénomènes qui, pour cette raison, sont considérés comme datant du Riss. Il admet également que la période de Würm peut être divisée en Ardenne en deux stades : un premier stade à climat très froid et humide, caractérisé par d'intenses solifluctions, et un second stade à climat froid mais moins humide, au cours duquel se seraient déposés les limons éoliens qui se sont ensuite mélangés, par solifluction et autres actions de cryoturbation, aux éléments d'altération provenant du sous-sol.

BIBLIOGRAPHIE

I. — TERRASSES FLUVIALES

- ANCION, Ch. et autres (1948). — Etude géologique du Bassin Houiller de Liège. La Concession de Marihaye. *Assoc. Etude Paléont. Stratigraph. Houillères*, publ. n° 3, 102 p., v. pp. 14-16.
- BELLIÈRE, M. (1924). — Un nouveau gisement d'Onx de la planchette de Malonne. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XLVIII, pp. B 94-97.
- BOURGUIGNON, P. (1952). — Morphologie de la Terrasse de Herstal en aval de Liège. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LXXV, pp. B 177-180.
- BRIQUET, A. (1907). — Les gisements d'oolithe silicifiée dans la région de la Meuse. *Ann. Soc. Géol. Nord.*, t. XXVI, pp. 203-205.
- BRIQUET, A. (1907b). — La vallée de la Meuse en aval de Liège. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXI, Mém., pp. 347-364.
- BRIQUET, A. (1908a). — La Meuse en aval de Sittard. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. 22, pp. B 365-385.
- BRIQUET, A. (1908b). — Sur les dépôts tertiaires de la Meuse. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXII, pp. 23-24.
- BRUEREN, J. W. R. (1945). — Het Terrassenlandschap van Zuid Limburg. *Meded. v.h. Geol. Sticht., Uitkomsten v. Nieuwe geol. palaeont. Onderzoek v.d. Ondergr. v. Nederl.*, Ser. C, VI, n° 1, 93 p.
- CAILLEUX, A. (1945). — Distinction des galets marins et fluviaux. *Bull. Soc. Géol. France*, t. XIII, pp. 375-404.
- CHAPELIER, A. (1948). — L'origine du cours de la Vesdre. *Bull. Soc. belge Et. Géogr.*, t. XVII, pp. 144-153.
- COMMENT, V. (1912). — Note sur le Quaternaire du Nord de la France, de la vallée du Rhin et de la Belgique. *Ann. Soc. Géol. Nord.*, t. XLI, pp. 12-52.
- CORNET, J. (1904). — Etude sur l'évolution des rivières belges. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XXXI, pp. M 261-500.
- CORNET, J. (1909). — Un ancien méandre encaissé de la Sambre à Gozée (Abbaye d'Aulne). *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XXXVI, pp. B 226-230.
- CORNET, J. (1925a). — Note sur les terrasses pléistocènes du Bassin de la Haine. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XLIX, pp. B 50-53.
- CORNET, J. (1925b). — Le Pléistocène de la tranchée de Bouvy. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XLVIII, pp. B 147-149.
- DELVAUX, E. (1886). — Les anciens dépôts de transport de la Meuse appartenant à l'assise moséenne, observés dans les ballastières de Gelieren près de Genck, en Campine. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XIV, pp. 98-116.
- DUPONT, E. (1866). — Etude sur le terrain quaternaire des vallées de la Meuse et de la Lesse dans la province de Namur. *Bull. Acad. roy. Belg.*, 2^e série, t. XXI, pp. 366.
- DUSSART, F. (1948). — Les Sablières et les Gravières de la Campine orientale. *Centenaire de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège (A. I. Lg.). Congrès 1947, Sect. Géologie*, Liège, pp. 163-170.
- ERENS, A. (1889). — Note sur les roches cristallines recueillies dans les dépôts de transport situés dans la partie méridionale du Limbourg hollandais. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XVI, pp. M 395-444.
- ERMEL, A. (1935). — Etude de l'évolution hydrographique de l'Escaut et de la Lys. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. I.VIII, pp. B 239-252.
- FLIEGEL, G. (1907). — Eine angebliche alte Mündung der Maas bei Bonn. Beobachtungen über die Beziehungen der pliocänen und diluvialen Flussaufsättungen von Maas und Rhein. *Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., Monatsber.* v. 59, pp. 256-266.
- FORIR, H. (1897). — Quelques mots sur les dépôts tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 1897-1898, pp. M 33-39.
- FORIR, H. et LOHEST, M. (1896). — Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société Géologique de Belgique et de la Société Royale Malacologique de Belgique, tenue à Liège et à Bruxelles du 5 au 8 septembre 1896. Premières journées. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XXIII, pp. CXXXIV-CXXXIX.
- FOURMARIER, P. (1905). — Le cours de la Meuse aux environs de Huy. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XXXIV, pp. M 219-236.
- FOURMARIER, P. (1926). — Les dernières ondulations du sol en Belgique et les terrasses de la Meuse. *Soc. Géol. Belg. Livre Jubilaire*, pp. 110-114.
- FOURMARIER, P. (1931). — Observations sur l'âge des dépôts Onx de la carte géologique au 40.000^e dans la région de Liège. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LIV, pp. B 274-287.
- FOURMARIER, P. (1934). — Observations nouvelles sur les dépôts tertiaires des environs de Liège. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LVII, pp. 178-189.
- FOURMARIER, P. (1938). — La coupe des tranchées de la nouvelle route du Condroz entre Angleur et Sart-Tilman. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LXII, pp. B 20-27.
- FOURMARIER, P. et SCHMIT, N. (1931). — Les terrasses du bassin de l'Ourthe. *C. R. Cgr. Intern. de Géogr.*, Paris, t. II, pp. 90-110.
- GROSJEAN, A. (1942). — Indices de mouvements tectoniques récents en Campine. Leur utilisation pour le tracé superficiel de la faille de Rotem. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LI, pp. 142-148.
- GULLENTOPS, F. (1954). — Contributions à la chronologie du pléistocène et des formes du relief en Belgique. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, t. XVIII, pp. 123-252.

- HACQUAERT, A. et TAVERNIER, R. (1947). — Excursion géologique en Campine in *La Géologie des Terrains récents dans l'ouest de l'Europe*. Bruxelles, pp. 452-481.
- HALET, F. (1923). — Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, tenue les 4, 5 et 6 septembre 1923. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. 33, pp. 204-273, v. pp. 233-240 et 268-273.
- HALET, F. (1925). — Les failles de la région du Haut-Démer. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. 35, pp. B 120-148.
- HALET, F. (1932). — La Géologie du flanc occidental de la vallée de la Meuse à l'ouest de l'enclave de Maestricht, d'après les sondages d'études du Canal Albert. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. XLII, pp. 195-225.
- HALLEZ, Dr. (1919). — Le Quaternaire dans le Bassin de la Haine. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXIX, pp. 202-206.
- HEUPGEN, J. (1923). — Les alluvions de la basse terrasse de la Sambre, à Gozée. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XLVII, pp. B 30.
- HOL, J. B. L. (1917). — Beiträge zur Hydrographie der Ardennen. *Yahresber. Frankfurter Ver. f. Geogr. u. Statistik*, 79 u. 80 Jahrg., 1914-1916.
- HOL, J. B. L. (1948). — Geomorphologie van Nederland, in *Handboek der Geographie van Nederland*, deel I, Zwolle, pp. 240-319.
- KLEIN, W. C. (1914). — Het diluvium langs de limburgsche Maas. *Verhandl. v. h. Geol. Mijnb. Genootsch. v. Nederl. en Kolon.*, Geol. Ser., dl II, pp. 1-112.
- LEFEVRE, M. A. (1928). — Le cône alluvial de la Meuse. *Ann. Soc. Scient. Brux.*, Série B, t. 48, pp. 121-138.
- LEFEVRE, M. A. (1934-1935). — La Basse Meuse. Etude de morphologie fluviale. *Bull. Soc. belge Et. Géogr.*, t. IV, pp. 163-273 et t. V, pp. 130-201.
- LERICHE, M. (1929). — Sur l'ancienne extension des sables de Berg (Rupélien inférieur). *Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXXIX, pp. 94-98.
- LOHEST, M. (1889). — Alluvions anciennes de la Meuse. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XVII, pp. LXXXII-LXXXV.
- LOHEST, M. (1895). — Les dépôts tertiaires de l'Ardenne et du Condroz. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XXIII, pp. 37-59.
- LORIE, J. (1919). — Le Diluvium ancien de la Belgique et du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XLII, pp. M. 221-409.
- MACAR, P. (1938). — 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). *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LXI, pp. B 187-217.
- MACAR, P. (1939). — Les terrasses de la Meuse en aval de Liège. *Cgr. Assoc. franç. Avanc. des Sc.*, Liège, pp. 1022-1024.
- MACAR, P. (1945). — La valeur, comme moyen de corrélation, des cailloux d'oolithe silicifiée et l'origine des graviers dits *Onx* des Hautes Fagnes. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LIV, pp. 215-253.
- MACAR, P. (1946). — Sur une faille affectant la terrasse principale de la Meuse à Lanaye. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LXX, pp. B 25-35.
- MACAR, P. (1947a). — Les niveaux de terrasses quaternaires du Bassin de la Meuse, in *La Géologie des terrains récents dans l'ouest de l'Europe*. Bruxelles, pp. 397-412.
- MACAR, P. (1947b). — Les cailloutis dits « Onx ». *Congr. du Centenaire de l'A. I. Lg., Section Géologie*, Liège, pp. 171-173.
- MACAR, P. et VAN LECKWIJCK (1949). — Phénomènes de cryoturbation, dont certains rapportés au Quaternaire inférieur, affectant les dépôts dits « Onx » de la région liégeoise. *Acad. roy. Belg., Bull. Cl. Sc.*, 5^e série, t. XXXV, pp. 70-81.
- MEUNIER, J. (1953). — La Traînée Mosane. Quelques résultats de recherches. Mémoire inédit, Université de Liège, Section de Géographie. 56 p., 15 tableaux.
- MOUCHAMPS, L. (1933). — Les terrasses de la Sambre et de la Meuse. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LVI, pp. B 232-248.
- OOSTINGH, G. H. (1925). — Fluviatiele Afzettingen langs de Maas in België en Frankrijk. *Gedenkboek R. Schuilting*, pp. 219-236.
- RENIER, A. (1903). — Une terrasse de la vallée de la Vesdre. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XXX, pp. B 108-109.
- RENIER, A. (1905). — Deuxième note sur les terrasses de la Vesdre. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XXXII, pp. B 73-75.
- RENIER, A. (1909). — Troisième note sur les terrasses de la vallée de la Vesdre. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XXXVI, pp. B 255-258.
- RENIER, A. (1930). Observations sur les terrasses fluviales de la vallée de la Vesdre aux environs d'Eupen. *Ann. Soc. Scient. Brux.*, t. XLIX, série B, C. R. pp. 334-337.
- RIGO, M. (1936). — Etude des terrasses fluviales sur le versant sud de l'Ardenne. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LIX, pp. M 1-30.
- RUTOT, A. (1893). — Note sur la découverte d'une défense de Mammouth dans les alluvions anciennes de la Meuse à Smeermaes. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. VII, pp. 94-97.
- RUTOT, A. (1908). — Sur l'âge des dépôts connus sous le nom de sable de Moll, d'Argile de la Campine, de cailloux de quartz blanc, d'argile d'Andenne et de sable à facies marin noté o m dans la légende de la carte géologique de Belgique au 40.000^e. *Acad. roy. Belg., Cl. des Sc.*, Mém. in 4^e, 2^e série, t. II, fasc. I, 47 p.
- RUTOT, A. (1919). — Le Quaternaire de la Belgique et la classification de V. Commont pour les couches quaternaires du Nord de la France. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXIX, pp. 151-196.
- SCHMIT, N. (1930). — Les terrasses du bassin de l'Ourthe. Thèse inédite. Séminaire de Géographie de l'Université de Liège.
- SOERGEL, W. (1939). — Das diuviale System. *Fortschr. d. Geol. u. Palaeont.*, Bd. XII, H. 39, pp. 155-292.
- STAINIER, X. (1894). — Le cours de la Meuse depuis l'ère tertiaire. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. VIII, pp. M 83-101.

- STAINIER, X. (1926). — Histoire de la Meuse quaternaire dans les environs de Huy. *Ann. Soc. Scient. Brux.*, t. 46, vol. jubilé, pp. 272-285.
- STEVENS, Ch. (1913). — Etude des terrasses de la Sambre. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XLI, pp. B 56-62.
- STEVENS, Ch. (1945). — Le problème belge des Kieseloolithes. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LIV, pp. 52-68 et 178-184.
- TAVERNIER, R. (1942). — L'âge des argiles de la Campine. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LI, pp. 193-209.
- TAVERNIER, R. (1943). — De Kwartaire Afzettingen in België. *Natuurwet. Tijdschr.*, t. XXV, pp. 121-137.
- TAVERNIER, R. (1948). — Les formations quaternaires de la Belgique en rapport avec l'évolution morphologique du pays. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LVII, pp. 609-641.
- TILMON, J. (1936). — Questions de morphologie dans la région de Huy. *Bull. Cercle Géogr. Liégeois*, 8^e année, pp. 38-44.
- VAN DEN BROECK (1889). — Les cailloux oolithiques des graviers tertiaires des hauts plateaux de la Meuse. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. III, pp. 404-410.
- VAN DEN BROECK et RUTOT, A. (1888). — Deuxième note sur la reconnaissance géologique et hydrologique des emplacements des forts de la Meuse. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. II, pp. 81-90.
- VAN LECKWIJCK, W. et MACAR, P. (1949). — Phénomènes pseudo-tectoniques, la plupart d'origine périglaciaire, dans les dépôts sablo-graveleux dits « Onx » et les terrasses fluviales de la région liégeoise. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LXXIII, pp. M 3-78, 10 fig., 32 photos.
- VAN RUMMELEN, F. H. (1941). — De Wordingsgeschiedenis der Maasterrassen in Zuid-Limburg en aangrenzend Gebied. *Waterwinning in Zuid-Limburg*, Maastricht.
- VAN RUMMELEN, F. H. (1942). — De Maasterrassen in Zuid-Limburg en aangrenzend Gebied en hunne wordingsgeschiedenis. *Meded. Behoor. b.h. Jaarversl. ov. 1940 en 1941. Geol. Bur. v.h. Mijrgeb., Geol. Sticht.*, Heerlen, pp. 85-107.
- VAN STRAATEN, M. L. J. U. (1946). — Grindonderzoek in Zuid-Limburg *Meded. v.d. Geol. Sticht. Uitkomsten v. nieuwe geol. palaeont. Onderzoek. v.d. Ondergr. v. Nederl.*, Ser., C. n° 2, 146 p.
- VAN STRAATEN, M. L. J. U. (1947). — Etude quantitative des graviers de la Meuse, in *La Géologie des Terrains récents dans l'ouest de l'Europe*, Bruxelles, pp. 372-383.
- VIDAL DE LA BLACHE, J. (1908). — Etude sur la vallée lorraine de la Meuse, Paris.
- ZEUNER, F. E. (1945). — The Pleistocene period, its climate, chronology and faunal successions. *Ray. Soc. Public.*, London, n° 130.
- ZONNEVELD, J. I. S. (1947). — Het Kwartair van het Peel-gebied en de naaste omgeving. *Meded. v.d. Geol. Sticht., Uitkomsten v. nieuwe geol. palaeont. Onderzoek. v.d. Ondergr. v. Nederl.* Ser. C.-VI, n° 3, 223 p.
- ZONNEVELD, J. I. S. (1947). — Quelques remarques sur la stratigraphie et la paléogéographie quaternaire du sud est des Pays-Bas, in *La Géologie des terrains récents dans l'ouest de l'Europe*. Bruxelles, pp. 372-383.

II. — HAUTE BELGIQUE AU QUATERNAIRE

- ALEXANDRE, J. (1953). — Les dépôts de la basse terrasse de la Vesdre à Béthane. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, Liège, t. LXXVI, pp. B 169-180.
- ALEXANDRE, J. — Travaux en cours dans le bassin supérieur de l'Ourthe.
- BOURGUIGNON, P. (1953). — Associations minéralogiques des limons et argiles des Hautes-Fagnes. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, Liège, t. LXXVII, pp. B 39-60.
- FOURMARIER, P. (1920). — Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société Géologique de Belgique, tenue à Sourbrodt du 28 mars au 31 août 1920. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. XLIII, 1919-1920, pp. B 269-303.
- FOURMARIER, P. (1923). — Les prétendus phénomènes glaciaires de la Baraque Michel. *Acad. Roy. Belg., Cl. Sc.*, 5^e série, t. IX, p. 217.
- FOURMARIER, P. (1934). — Observations au sujet des coulées pierreuses du plateau de la Baraque Michel. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LVII, pp. B 164-171.
- FOURMARIER, P. (1945). — A propos des coulées pierreuses de la Baraque Michel. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LXVIII, pp. 127-131.
- GUILLEAUME, Ch. (1923). — Contribution à l'étude du modelé des Hauts-Plateaux ardennais. Mémoire inédit, Institut de Géologie, Univ. de Liège.
- GULLENTOPS, F. (1952). — Découverte en Ardenne de minéraux d'origine volcanique de l'Eifel. *Bull. Acad. Belg., Cl. Sc.*, Bruxelles, t. XXXVIII, pp. 736-740.
- GULLENTOPS, F. (1954). — Contributions à la chronologie du Pléistocène et des formes du relief en Belgique. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, t. XVIII, pp. 123-252.
- LECKWIJCK, W. VAN et MACAR, P. (1949). — Phénomènes pseudo-tectoniques, la plupart d'origine périglaciaire, dans les dépôts sablo-graveleux dits « Onx » et les terrasses fluviales de la région liégeoise. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, Liège, t. LXXIII, pp. M 3-78, 6 p., 10 fig.

- LECKWIJCK, W. VAN et MACAR, P. (1951). — Nouvelles observations sur des phénomènes périglaciaires dans la région de Liège. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LXXV, pp. B 49-72.
- MACAR, P. et VAN LECKWIJCK, W. (1949a). — Phénomènes de cryoturbation, dont certains rapportés au Quaternaire inférieur, affectant les dépôts dits « Onx » de la région liégeoise. *Bull. Acad. Belg., Cl. Sc.*, Bruxelles, t. XXXV, pp. 170-81.
- MACAR, P. et VAN LECKWIJCK, W. (1949b). — Compte rendu de l'excursion du 20 mars 1949, consacrée à l'étude de phénomènes périglaciaires dans la région de Liège. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, Liège, t. LXXII, pp. B 203-205.
- MARÉCHAL, R. (1949). — De Bodemkartering op het Plateau des Tailles. *Natuurwet. Tijdschrift*, Gand, vol. 31, pp. 119-121.
- MARÉCHAL, R. (1951). — Bijdrage tot de kennis der oppervlakkige lagen in de Condrusische Ardennen. Thèse de doctorat. Gand.
- MARÉCHAL, R. (1954). — De oppervlakkige lagen van de Condrusische Ardennen. *Natuurwet. Tijdschrift*, Gand (à l'impression).
- PECROT A. et AVRIL, P. — Mémoire à l'impression dans les publications de l'Institut Agronomique de Gembloux.
- PISSART, A. (1952). — Recherches de traces de périglaciaire en Ardenne par l'étude d'accumulations pierreuses. Mém. de Lic. en Sc. géogr. déposé à l'Université de Liège, 222 p.
- PISSART, A. (1953). — Les coulées pierreuses du plateau des Hautes-Fagnes. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, Liège, t. LXXVI.
- QUAAS, A. (1917). — Zur Frage der Venn-Vergletscherung. *Neues Jahrbuch für Miner., Geol., Paläont.*, v. XVI, Beil. Bd.
- RENIER, A. (1934). — L'origine artificielle des coulées pierreuses de la Statte. *Ann. Soc. Scient.*, Bruxelles, série. B, t. LIV, pp. 324-331.
- STAMM, K. (1912). — Glacialspuren im Rheinischen Schiefergebirge. *Verhandl. Naturhist. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westfalens* Bonn, pp. 151-214.
- TAVERNIER, R. et LARUELLE, J. (1953). — Bijdrage tot de Petrologie van de recente afzettingen van het Ardennese Maasbekken. *Natuurwet. Tijdschrift*. Gand, Jg. 34 (1952), pp. 99-110.

Textes explicatifs de la carte des sols de la Belgique

(édition provisoire polycopiée) :

- DECKERS, J. — Planchette de Champlon 187,W ; Gand, 1953.
Planchette de La Roche 187,E ; Gand, 1953.
Planchette de Dochamps 178,E ; Gand, 1954.
- MARÉCHAL, R. — Planchette de Chénée 134,E ; Gand, 1951.
Planchette de Nandrin 146,E ; Gand, 1952.
Planchette de Tavier 147,W ; Gand, 1952.
Planchette d'Esneux 147,E ; Gand, 1954.
Planchette de Clavier 157,E ; Gand, 1953.
Planchette de Hamoir 158,W ; Gand, 1953.
- MARÉCHAL, R. et HEBRARD, G. — Planchette de Seraing 134, W ; Gand, 1950.
- PAHAUT, P. — Planchette de Dalhem 122,W ; Gand, 1953.
Planchette de Fléron 135,W ; Gand, 1951.
Terroir de Ster-Francorchamps, Gand, 1954.