

NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LES SABLES OLIGOCENES DES HAUTES FAGNES (BELGIQUE)¹

par

Alain DEMOULIN²

(6 figures et 3 tableaux)

RESUME.- Cinq nouveaux gisements de sable découverts sur le plateau des Hautes Fagnes, entre Spa et Solwaster, sont décrits. Les analyses morphoscopiques, granulométriques et minéralogiques permettent de les attribuer à l'Oligocène marin de la région et de leur reconnaître un caractère littoral accusé. Elles confirment également la distinction de deux entités au sein de cette formation sur le plateau des Hautes Fagnes.

ABSTRACT.- Five new sand-deposits are described on the Hautes Fagnes plateau, between Spa and Solwaster. Their granulometrical and mineralogical analysis, and the morphoscopy of the grains of quartz show their Oligocene age and their coastal character. They also confirm the distinction of two units in the Oligocene sands of the Hautes Fagnes plateau.

I.- INTRODUCTION

La connaissance des sables oligocènes du plateau des Hautes Fagnes souffre encore de nombreuses incertitudes résultant notamment de la nature même de ceux-ci, mais découlant également du nombre restreint des gisements qui en ont été étudiés dans cette région. Aussi une étude exhaustive de ces sables s'avère-t-elle hautement souhaitable et, en tout cas, tout nouveau dépôt observé et analysé est riche d'enseignements. Dans cet article, je me propose donc de décrire des coupes réalisées dans les gisements du Bois des Minières et du Tir Communal, au SE de Spa, ainsi que dans la sablière de la Hoëgne à Solwaster, trois sites déjà signalés au début de ce siècle mais n'ayant fait l'objet d'aucune investigation particulière. J'analyserai également deux nouveaux dépôts de sable oligocène, que j'ai eu la chance de découvrir à Rondfahai, à mi-chemin entre Cokaifagne et l'aérodrome de Spa-Malchamps, d'une part, et au «Trou Laurent», à proximité de Solwaster d'autre part.

La figure 1 illustre la position de ces divers gisements à mi-hauteur du flanc nord du plateau des Hautes Fagnes. A l'exception du sable du Trou Laurent, conservé à 507 m d'altitude, l'ensemble

des dépôts oligocènes considérés se situent à une altitude constante de 485-490 m. A celle-ci est associé un site remarquable, dont la continuité se manifeste précisément depuis les abords de Spa jusqu'aux environs de Solwaster, à savoir un replat large d'environ 200 à 300 m et rompant la régularité du versant septentrional des Hautes Fagnes. C'est sur ce replat que sont alignés du SO au NE les gisements étudiés ci-dessous, de même que les sablières bien connues de Cokaifagne, que l'on peut considérer comme le *Locus Typicus* des sables oligocènes du plateau des Hautes Fagnes.

A côté d'une description, aussi minutieuse que le permettait l'état du terrain, des conditions de gisement reconnues sur les coupes et fouilles réalisées, et en l'absence de toute trace de fossile, y compris les microfossiles, les dépôts sableux de Spa et Solwaster ont été soumis aux analyses suivantes : morphoscopie des grains de quartz, granulométrie du sédiment et minéraux denses transparents.

1. Communication présentée le 4 juin 1985; manuscrit déposé après révision, le 18 juillet 1985.

2. Aspirant F.N.R.S. Laboratoire de Géomorphologie et Géologie du Quaternaire, Université de Liège, place du XX-Août, 7, B-4000 Liège (Belgique).

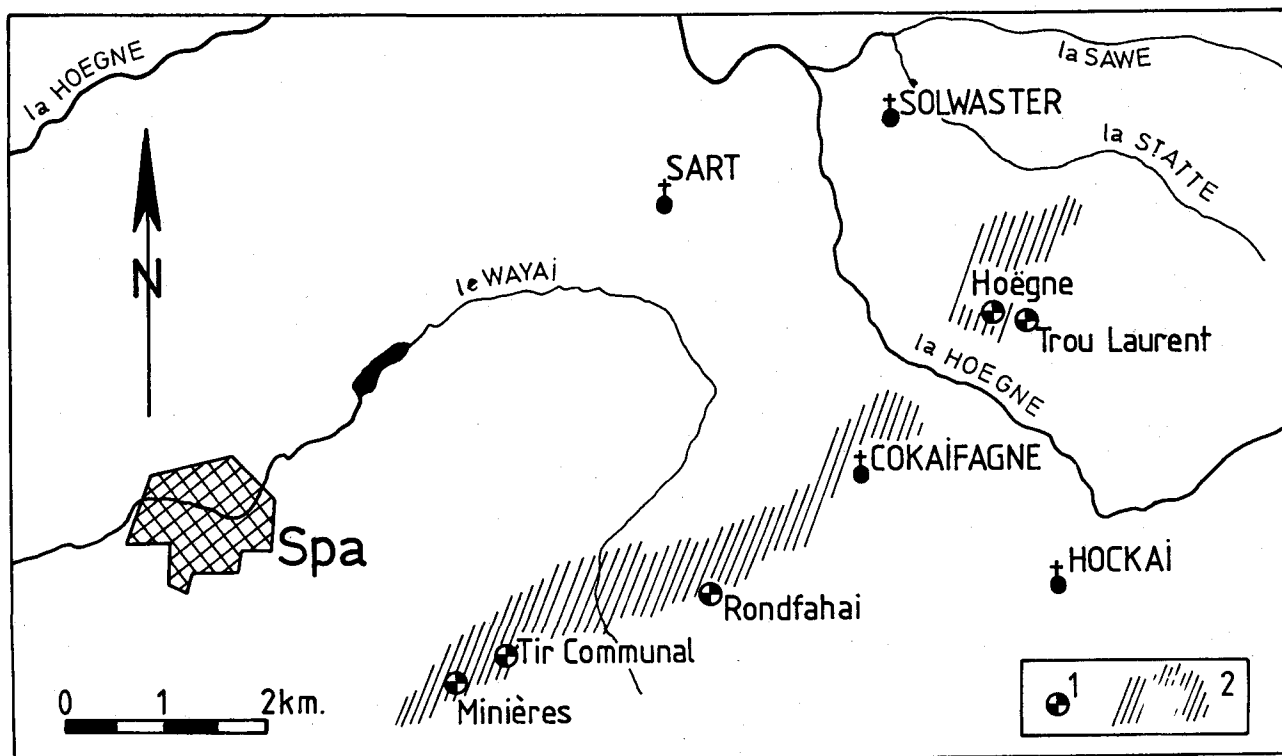


Fig. 1.- Situation des gisements sableux étudiés.
1. dépôt sableux. 2. replat.

L'examen morphoscopique des grains de quartz a suivi dans ses grandes lignes la méthode proposée par A. Cailleux (1943). Toutefois, aux catégories proposées par ce dernier a été ajoutée celle des «sub-émoussés», ainsi que le préconise le L.I.G.U.S. (1958). Pour chaque échantillon, quarante grains dont la taille est comprise entre 200 et 400 μm ont été dénombrés, ainsi que quarante grains de dimension comprise entre 400 et 600 μm . Au préalable, les échantillons ont été attaqués à HCl à chaud, afin de débarrasser les grains de leur coating ferrugineux et de détruire les éventuels agrégats.

Les analyses granulométriques ont pour leur part suivi les voies classiques du tamisage à sec de la fraction supérieure à 74 μm , alors que la fraction fine passait au bac à sédimentation. Environ 400 g de sédiment ont été traités pour chaque échantillon. Enfin, les minéraux denses des sables oligocènes ont été séparés selon la méthode proposée par E. Juvigné (1974) et faisant appel à la centrifugation. Appliquée à 6 g de sédiment, celle-ci a permis la séparation complète de la fraction dense. Sur chaque lame, cent grains ont été comparés, de taille comprise entre 80 et 420 μm .

2.- DESCRIPTION DES COUPES

2.1.- BOIS DES MINIERES

(5°54'09''E - 50°28'30''N)

Dès 1924, C. Guilleaume signalait dans le bois des Minières au sud-est de Spa, la présence de dépôts sableux fort étendus, mais sans préciser le moins du monde leur position. Il rapportait simplement qu'on y observait sous la terre végétale plus d'un mètre de sable blanc quartzueux renfermant de nombreuses dragées de quartz blanc. Après de très longues recherches dans ce secteur, j'ai enfin pu découvrir en mai 1981 un endroit où effectivement un gisement sableux affleurerait.

Cet endroit se trouvait à 485 m d'altitude sur le replat interrompant la régularité du versant nord de la crête de la Vecquée, environ deux kilomètres et demi au sud-est de Spa. Il est situé à l'extrémité sud-est de la piste de dégagement de l'aérodrome de Spa, 800 m au sud-ouest de la route Spa-Francorchamps. Le site où j'ai pu réaliser une fouille, grâce au concours de l'Administration des Eaux et Forêts et de M. l'ingénieur Noé, est constitué par une dépression allongée selon la pente du versant sur plusieurs dizaines de mètres.

Large de 7 à 8 m et profonde d'environ 1,5 m, elle présente un fond plat. Par ailleurs, le dépôt que j'y ai mis à jour s'observe également dans les drains du coupe-feu voisin, qui descend vers le nord-ouest : leurs parois montrent sur une distance d'au moins 200 m un même gravier gris contenant dragées de quartz, ainsi que silex, quartz et quartzites pas ou très peu roulés.

Voici la coupe découverte dans le dépôt sableux par une fouille de 2,5 m, limitée à cette profondeur car l'endroit se trouve dans le périmètre de protection des sources de Spa-Monopole.

- a) tourbe : 30 à 40 cm.
- b) gravier gris-brun empâté dans un sable argileux (7,5 R 5/1), très fin au sommet et traversé de passées argilo-sableuses gris noir, d'épaisseur variable et plus ou moins inexistant sur la paroi nord-ouest de la fouille : 5 à 40 cm.
- c) sable moyen gris clair (2,5 Y 7/2 de la Standard Soil Colour Chart) : 20 à 30 cm.
- d) niveau induré quoique encore friable, de couleur brun noir : 5 à 10 cm.
- e) sable moyen jaune (2,5 Y 7/4 ou 6/6) localement induré et traversé de bariolures ocres. Dans ce sable était empâté un gros bloc parfaitement roulé de quartzite à veines de quartz, dont la taille atteignait 40 cm : au moins 150 cm.

La fouille ayant dû être arrêtée à cette profondeur, il n'est pas possible de préciser l'épaisseur totale du dépôt ni le substratum sur lequel il repose. Notons par ailleurs que le gravier sommital contient de nombreuses dragées de quartz blanc de l'ordre du centimètre ou moins, mais également beaucoup de petits cailloux anguleux de quartz. En outre, il contient essentiellement des éléments non roulés de taille le plus souvent inférieure à 5 cm mais pouvant atteindre parfois 25 cm et parmi lesquels on trouve des quartzites et quartz mais aussi des silex. Ceux-ci, présentant quelquefois un léger émoussé, sont pour la plupart cacholongisés mais certains montrent encore un cœur frais et brun. Enfin, dans la mesure où l'exiguïté de la fouille permet de le préciser, il semble bien que ce gravier repose en discordance sur le sable sous-jacent, sa limite inférieure étant irrégulière.

2.2.- TIR COMMUNAL (5°54'35''E - 50°28'39''N)

A un kilomètre au nord-est du dépôt du bois des Minières est conservé un autre lambeau sableux à une altitude identique de 485 m. Il est situé en

bordure de la route Spa-Francorchamps, à hauteur de l'ancien Tir Communal de Spa, aujourd'hui abandonné, sur le même replat que le dépôt précédent, replat qui se prolonge d'ailleurs encore vers le nord-est, à mi-flanc du versant nord de la crête de la Vecquée.

Ce dépôt avait déjà été observé par J. Anten qui, en 1920, y décrivait sous 1 m de dépôts de pente, 30 cm à 2 m de sable jaune argileux contenant des cailloux roulés très altérés et ravinant des sables rouges et blancs à stratification horizontale. De nouveau avec l'aide de l'Administration des Eaux et Forêts, j'ai effectué une fouille dans ce gisement, 50 m en contrebas de l'endroit où J. Anten l'avait observé.

A cet endroit, sous 20 cm de terre végétale, les dépôts de pente limoneux empâtant des blocs anguleux de quartzite ne sont épais que de 60 cm. Par dessous, on passe directement à un sable grossier ocre foncé (5 et 7,5 YR 5/8). Celui-ci a été mis à jour sur une hauteur de 1,7 m mais la fouille n'a pas atteint la base du dépôt dont l'épaisseur et le substratum ne peuvent être précisés. La partie supérieure du sable montre clairement un litage, déterminé par l'alternance de lits de couleurs différentes, ocre et rouge-mauve foncé, et légèrement inclinés au nord-ouest. Localement induré, ce sable devient quelque peu plus argileux vers le bas. On remarquera également qu'à moins d'un kilomètre du dépôt précédent, celui-ci, à l'exception de quelques cailloux plus ou moins anguleux englobés dans les 30 cm supérieurs des couche sableuses, ne montre aucune trace d'un cailloutis ou d'un gravier sus-jacent. Enfin, notons l'extrême variabilité de l'épaisseur des dépôts de pente masquant les gisements sableux des Hautes Fagnes. Inexistants au bois des Minières, ils sont épais de 0,6 à 1 m ou 1,5 m à moins d'un kilomètre de là et même d'une paroi à l'autre d'une fouille, ils sont plus ou moins importants, ce qui explique la chance nécessaire à la découverte de sables dans les Hautes Fagnes, car ils sont fréquemment recouverts par 2 m de ces dépôts encombrés souvent d'énormes blocs quartzitiques.

2.3.- RONDFAHAI (5°56'40''E - 50°29'07''N)

Trois kilomètres à l'ENE du Tir Communal de Spa, on trouve un autre gisement sableux conservé à nouveau en position de replat à une altitude d'environ 490 m sur le flanc nord du massif des Hautes Fagnes. Ce dépôt, situé en plein bois de Hatrai, est accessible par un chemin partant de la route empierrée qui traverse le bois de part en part du nord-est au sud-ouest, environ 600 m au sud-ouest de l'autoroute Verviers-Prüm. Il m'a été aimablement renseigné par M. le

garde-forestier Bovy, qui avait remarqué lors d'affouillements le long du chemin, la présence d'un sable rouge foncé.

Etant donné des moyens et un temps fort limités, je n'ai pu réaliser à cet endroit qu'une fouille profonde de 1 m qui, sous 20 cm de tourbe, a mis à jour 80 cm d'un sable argileux rouge brique (10 R 3/6) encombré de blocs de quartzite anguleux atteignant jusqu'à 20 cm, ainsi que de débris de grès induré. A une vingtaine de mètres de là, vers le haut, un sondage à la tarière est descendu jusqu'à 2 m de profondeur dans le même matériau sablo-argileux rouge brique. Par ailleurs, des terriers de blaireau creusés dans le sable montrent que les animaux en ont extirpé, outre des cailloux de quartz non roulés, des morceaux de grès indurés mais également des silex, souvent un peu émoussés et modérément altérés. Enfin, en bordure du chemin, les déblais d'un drain montrent un sable gris (7,5 R 4/2), décoloré par les processus pédogénétiques subactuels et contenant en grand nombre dragées et petits cailloux non roulés de quartz blanc.

Ces observations, quoique sommaires, indiquent néanmoins que ce dépôt, jamais signalé auparavant, est épais d'au moins 2 m. D'autre part, si la partie supérieure en a été perturbée ultérieurement, il est cependant vraisemblable qu'on ait affaire à un dépôt comparable à ceux décrits précédemment au sud-est de Spa, ou à ceux bien connus des sablières de Cokaifagne, donc à un dépôt en place sur ce replat à 490 m. Mais il faut encore une fois noter, comme au Tir Communal, l'absence d'un niveau caillouteux individualisé par-dessus le sable.

2.4.- SOLWASTER, LA SABLIERE DE LA HOEGNE (5°58'41''E - 50°30'24''N)

Prolongeant l'alignement de dépôts sableux conservés aux alentours de 480 m d'altitude, on retrouve encore au-delà de la rive droite de la Hoëgne, plusieurs gisements disséminés au sud-est du village de Solwaster. Dès 1888, G. Dewalque avait d'ailleurs déjà remarqué qu'un manteau plus ou moins subcontinu de sables couvre le versant du plateau des Hautes Fagnes entre les vallées de la Hoëgne et de la Statte.

La sablière décrite ci-dessus se situe à 490 m d'altitude, le long de la route forestière menant de Solwaster à la passerelle du Centenaire sur la Hoëgne, environ 600 m après que cette route ait pénétré dans les bois. Elle domine ainsi le flanc nord de la vallée de la Hoëgne, et se trouve elle aussi en position de replat à mi-versant du plateau.

Abandonnée depuis longtemps pour l'exploitation régulière, cette sablière est encore parfois visitée par des particuliers du village; aussi, quoique ses parois soient fort éboulées et couvertes de végétation, elle est encore facilement accessible et une coupe à la pelle mécanique a permis d'en rafraîchir la paroi nord-est. Haute de près de 6 m, cette coupe met à jour sous 20 cm de terre végétale une masse de sable moyen, homogène, de couleur jaune à orangée (7,5 YR 6/8 de la Standard soil colour chart) sur une épaisseur de 5,5 m. Des passées de sable de couleur plus beige ainsi que de minces lignes d'induration ferrugineuse soulignent un litage horizontal fort régulier. Par dessous, on observe un cailloutis de base de couleur brun-rouge foncé développé sur 40 cm d'épaisseur. Il est constitué de cailloux le plus souvent céphalaires, pouvant atteindre 30 cm de long. Il s'agit essentiellement de quartzites cambriens très bien roulés. Enfin, ce cailloutis de base repose lui-même sur le substratum paléozoïque et son produit d'altération à savoir des blocs quartzitiques enrobés dans une argile blanche caractéristique. Par ailleurs, si le sable est identique sur toute la hauteur de la sablière, il semble que latéralement on passe à un sable un rien plus grossier et de couleur rouge brique prononcée (10 R 3/6), tout au moins à la base du dépôt. En effet, à 50 m de la sablière, j'ai creusé une fouille qui a recoupé sous 40 cm de terreau et 30 cm de limon un sable de ce type, traversé de passées noirâtres et localement induré. Découvert sur 1,25 m, ce sédiment contenait en outre quelques cailloux dans sa partie inférieure. Malheureusement, le substratum sur lequel il repose n'a pu être mis à jour, mais en tout cas, cette fouille réalisée à 485 m d'altitude, 2 m sous le niveau du plancher de la sablière, a vraisemblablement recoupé une couche de la base du dépôt sableux en cet endroit.

Ainsi, cette sablière, malgré le fait qu'elle ne montre qu'une masse sableuse unique, sans différenciation de niveaux, me paraît intéressante par l'épaisseur du dépôt qu'elle a exploité, qui est supérieure par exemple à celle des dépôts de Cokaifagne ou de tout autre gisement du plateau des Hautes Fagnes. Par ailleurs, ce gisement, apparemment dépourvu de tout niveau caillouteux intercalaire, semble bien en place, comme en témoignent le cailloutis de base, la pureté du sable et le litage régulier qu'on peut observer lorsque la paroi est rafraîchie.

2.5.- TROU LAURENT (5°59'03''E - 50°30'29''N)

Si, à l'exception de la sablière de la Hoëgne décrite ci-dessus, je n'ai pu retrouver les autres endroits où G. Dewalque avait observé des dépôts

sableux au sud de Solwaster, j'ai par contre eu la chance d'en découvrir de nouveaux sur ce même interfluve entre Hoëgne et Statte. C'est ainsi que grâce à M. Arnould, garde forestier retraité, j'ai pu examiner un trou excavé dans un coupe-feu à 507 m d'altitude environ et dans lequel les fermiers des alentours viennent à l'occasion prélever du sable.

Ce trou se situe à peu près 600 m à l'est de la sablière de la Hoëgne, au milieu d'un coupe-feu partant de la croix du Tapeu et se dirigeant au sud vers la Hoëgne. Sans être localisé sur un replat à l'instar des gisements précédents, il se trouve à la base d'une rupture de pente, à un endroit où l'inclinaison du versant se réduit sensiblement.

Profond d'un mètre, il fait affleurer sous 20 cm de terre végétale au moins 80 cm d'un sable jaune-ocre (2,5 Y 7/6) assez fin. Localement induré, ce sable contient des dragées de quartz blanc ainsi que des lentilles claires plus argileuses. Il correspond ainsi parfaitement au faciès typique des sables tertiaires marins de la région et est également identique à celui que G. Dewalque a décrit dans d'autres excavations proches, aujourd'hui disparues.

3.- LES ANALYSES

3.1.- MORPHOSCOPIE DES GRAINS DE QUARTZ

Si l'on se réfère à la norme communément admise définie par A. Cailleux (1943), selon laquelle un sable est d'origine marine lorsque plus de 30 % de ses grains sont émoussés-luisants à la taille de 300 μm , il est évident que l'ensemble des dépôts étudiés ci-dessus a été accumulé en milieu marin. En effet, malgré l'introduction dans les comptages d'une classe supplémentaire, les grains sub-émoussés, non distingués par A. Cailleux, les sables considérés montrent tous un pourcentage de grains émoussés-luisants très largement supérieur à 30 %. Par ailleurs, on remarquera qu'en général, les grains les plus gros d'un sédiment sont les mieux roulés, et la classe granulométrique de 400 à 600 μm présente presque toujours un pourcentage de grains émoussés-luisants supérieur à celui de la classe de 200 à 400 μm , confirmant ainsi la règle qui prétend qu'un grain plus gros est plus sensible au façonnement de l'agent de transport.

Les sables de Spa et de Solwaster présentent dans leur majorité, pour la classe de 200 à 400 μm , une proportion de grains émoussés-luisants supérieure à 60 %, auxquels s'ajoutent de 15 à 40 % de grains sub-émoussés. Les grains

Tableau 1.- Morphoscopie des grains de quartz.

| | 200-400 μm | | | | 400-600 μm | | | |
|----------------|-----------------------|------|------|-----|-----------------------|------|------|----|
| | NU | EL | SE | RM | NU | EL | SE | RM |
| Minières 1 | 7,5 | 52,5 | 37,5 | 2,5 | 7,5 | 77,5 | 15 | - |
| 2 | 10 | 65 | 25 | - | - | 92,5 | 7,5 | - |
| 3 | 2,5 | 72,5 | 25 | - | - | 95 | 5 | - |
| Tir Communal 1 | - | 90 | 10 | - | - | 97,5 | 2,5 | - |
| 2 | - | 82,5 | 17,5 | - | - | 95 | 5 | - |
| 3 | - | 82,5 | 17,5 | - | - | 90 | 10 | - |
| 4 | - | 85 | 15 | - | - | 95 | 5 | - |
| Rondfahai | 7,5 | 62,5 | 30 | - | 10 | 67,5 | 22,5 | - |
| Solwaster 1 | 2,5 | 85 | 12,5 | - | 2,5 | 87,5 | 10 | - |
| 2 | 2,5 | 80 | 17,5 | - | - | 87,5 | 12,5 | - |
| Trou Laurent | 15 | 40 | 45 | - | 5 | 62,5 | 32,5 | - |

non-usés pour leur part totalisent le plus souvent 0 à 10 % du sédiment, et les ronds-mats sont pour ainsi dire inexistantes. Il faut en outre noter que si la plupart des grains sont parfaitement émoussés, leur caractère luisant est très souvent perdu suite à la présence du coating ferrugineux qui les recouvre et qui leur confère un aspect mat et dépoli, lequel apparaît toutefois également sur les grains non-usés et ne peut ainsi être confondu avec un picotis d'origine éolienne. Dans la classe granulométrique supérieure, de 400 à 600 μm , l'émoussé du sédiment apparaît encore mieux, avec en général 70 à 95 % des grains émoussés-luisants et de 10 à 20 % de sub-émoussés. Toujours en l'absence de ronds-mats, les non-usés n'interviennent plus, le plus souvent, que pour moins de 5 % dans cette classe. L'ensemble de ces résultats témoigne pour les sables de Spa et de Solwaster d'un émoussé tellement important qu'il semble bien qu'il s'agisse en fait de dépôts littoraux accumulés sur un estran où à peine plus loin vers le large, dans la zone où l'action des vagues se fait sentir jusque sur le fond marin. Certains niveaux qui comptent presque 100 % de grains émoussés-luisants et moins de 2 % de non-usés dans les deux classes granulométriques peuvent en tout cas être assimilés à des sables de plage largement ouverte vers la mer et battue par les vagues. Il s'agit de sables assez grossiers, ainsi que le montrent les analyses granulométriques, et qu'on retrouve particulièrement au gisement du Tir Communal et à la base du dépôt du Bois des Minières, au sud-est de Spa.

Tableau 2.- Indices granulométriques.

| | médiane | classsem. | skewness | $s < 74 \mu\text{m}$ |
|----------------|-------------------|-----------|----------|----------------------|
| Minières 1 | 292 μm | 0,71 | 0,41 | 4,7 |
| 2 | 324 | 0,64 | 0,52 | 4 |
| 3 | 289 | 0,74 | 0,41 | 7,7 |
| Tir Communal 1 | 332 | 0,46 | 0,46 | 12,8 |
| 2 | 325 | 0,50 | 0,45 | 11,5 |
| 3 | 326 | 0,48 | 0,44 | 9,2 |
| 4 | 328 | 0,44 | 0,42 | 11,7 |
| Rondfahai | 160 | 3,14 | 0,69 | 30 |
| Solwaster 1 | 202 | -0,39 | -0,21 | 2,2 |
| 2 | 248 | 0,49 | -0,09 | 4,4 |
| Trou Laurent | 180 | 0,65 | 0,01 | 10,2 |

Les résultats des analyses granulométriques sont rapportés d'une part sous forme de courbes cumulatives présentées aux figures 2 à 6 et d'autre part à l'aide d'un tableau renseignant la médiane, le classement, l'asymétrie et le pourcentage incombant à la fraction fine, inférieure à $74 \mu\text{m}$, pour chaque échantillon étudié.

En l'absence de doute sur la non-contamination de ceux-ci, une première constatation d'ordre général est que la fraction fine, silteuse et argileuse de ces sables est le plus souvent mineure, par opposition aux observations effectuées sur le sable de même nature que j'ai décrit à proximité, en bordure de l'autoroute A 27 à Cokaifagne (Demoulin, 1982).

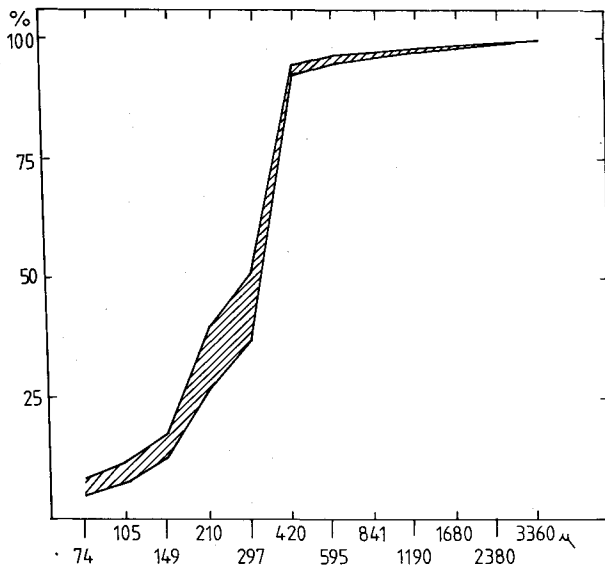


Fig. 2.- Courbes granulométriques cumulatives des sables du Bois des Minières.

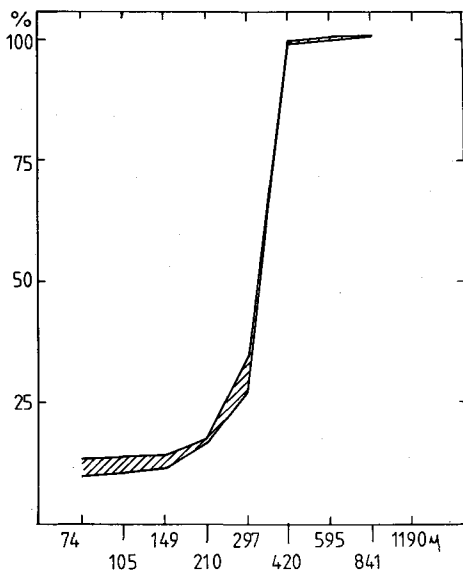


Fig. 3.- Courbes granulométriques cumulatives des sables du Tir Communal.

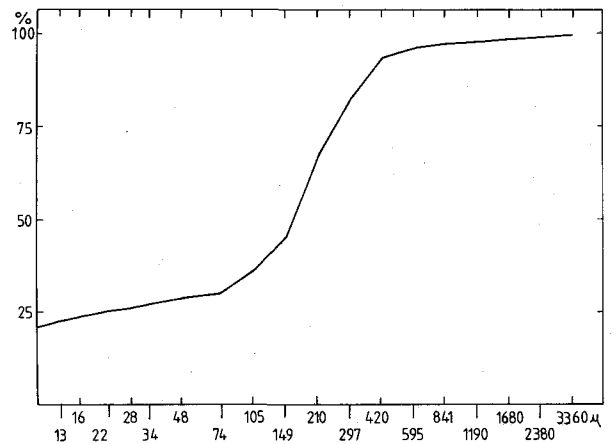


Fig. 4.- Courbe granulométrique cumulative du sable de Rondfahai.

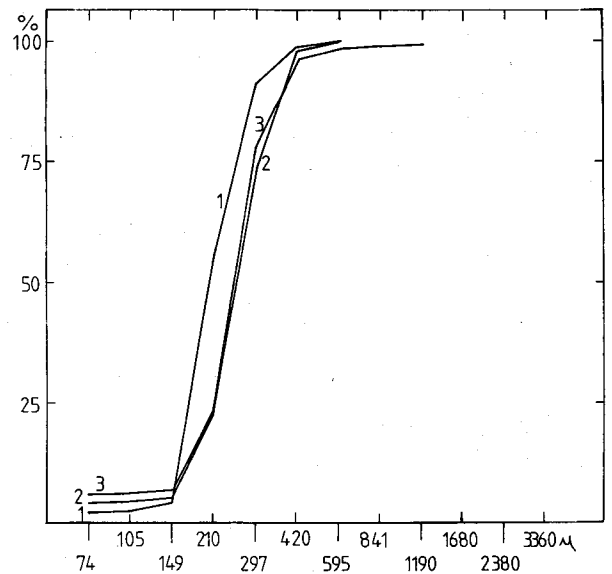


Fig. 5.- Courbes granulométriques cumulatives des sables de la Sablière de la Hoëgne à Solwaster.

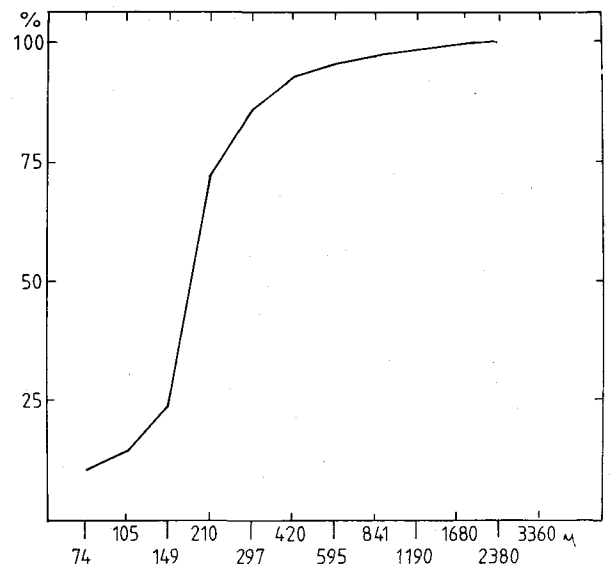


Fig. 6.- Courbe granulométrique cumulative du sable du Trou Laurent.

Considérant maintenant les paramètres granulométriques calculés, je vais d'abord envisager l'asymétrie des sables. Etant donné la fonction à laquelle obéissent les courbes cumulatives, fonctions définies comme suit : $f(x)$ = pourcentage de grains de diamètre $< x$, l'indice d'asymétrie utilisé ($S_k = [\Phi 84 + \Phi 16 - 2\Phi 50] / [\Phi 84 - \Phi 16]$, Inman, 1952) présente des valeurs positives lorsque la courbe est moins sélective pour la fraction fine que pour la fraction grossière ou, d'une manière plus imagée, lorsqu'elle présente une queue plus accentuée au niveau des fins. C'est la situation qui se présente le plus généralement pour les sables tertiaires marins des Hautes Fagnes, et en particulier pour ceux de Spa et Rondfahai. Toutefois, certains gisements ne suivent pas cette règle. On constate en effet une asymétrie négative dans le dépôt de Solwaster, lequel est en fait pratiquement dépourvu de fraction fine.

Quant à l'indice de classement, il traduit un classement d'autant meilleur que sa valeur est proche de 0. L'allure des courbes granulométriques témoigne dès l'abord d'un classement généralement excellent des sables de Spa et Solwaster, confirmant ainsi leur caractère de sédiments marins. Les valeurs calculées pour l'indice de classement vérifient cette observation, puisqu'elles sont fréquemment inférieures à 0,7.

Toutefois, il faut constater que le dépôt de Rondfahai possède un classement réellement mauvais. L'indice et la courbe cumulative qui le caractérisent lui confèrent en effet un triage médiocre, laissant supposer pour ce gisement, au moins dans sa partie supérieure où l'échantillon a été prélevé, une certaine contamination ultérieure.

Il reste maintenant à considérer les enseignements apportés par la médiane des sables de Spa et Solwaster. On peut d'emblée distinguer deux catégories, la première rassemblant les sédiments du Bois des Minières et du Tir Communal, dont la médiane est de l'ordre de 290 à 330 μm , et la seconde regroupant les autres gisements. Parmi ceux-ci, ceux de Rondfahai et du Trou Laurent sont les plus fins, avec des médianes respectivement de 160 et 180 μm , alors que les sables de Solwaster présentent une médiane intermédiaire, comprise entre 200 et 250 μm . Si on se rapporte aux observations réalisées sur le gisement oligocène de Cokaifagne autoroute, constituant le *Locus Typicus* de cette formation sur le haut plateau, on constate que les sables de la première catégorie correspondent au niveau inférieur grossier (couches J et K) décrit dans ce site, alors que ceux de Rondfahai et du Trou Laurent appartiennent au niveau supérieur fin (couches E à H de la coupe de Cokaifagne). Quant

aux sables de Solwaster, ils trouvent leur pendant à Cokaifagne dans le niveau I, intermédiaire entre les deux unités précitées.

3.3.- MINERALOGIE

Les analyses minéralogiques sont d'une importance primordiale dans l'étude des sables des Hautes Fagnes puisque, jusqu'à présent, elles constituent le seul critère d'identification des sables tertiaires du plateau. La validité de ce critère reste discutable sur le plan stratigraphique, mais il n'empêche que les minéraux denses apportent d'indéniables enseignements quant à la reconnaissance de ces sables.

Les comptages effectués, dont les résultats figurent au tableau 3, identifient parfaitement l'association minéralogique des sables de Spa et Solwaster à celle qu'ont précédemment reconnue P. Macar et I. de Magnée (1936) ainsi que P. Bourguignon (1954) pour les sables oligocènes marins des Hautes Fagnes. Cette association est caractérisée par la présence aux côtés des minéraux ubiquistes de minéraux paramorphiques que sont le disthène, le staurolite, l'andalousite et la topaze; l'épidote intervient dans cette association au titre de constituant accessoire. La part des minéraux paramorphiques est ainsi comprise entre 10 et 20 % du total des minéraux identifiés. Par ailleurs, l'ensemble des lames observées montrent pour les sables marins oligocènes de Spa et Solwaster des grains de 100 à 500 μm très bien roulés; seul le dépôt du Trou Laurent où le sédiment est plus fin, témoigne d'un émoussé moindre de ses grains. Quant à l'échantillon récolté à Rondfahai, il témoigne de la présence de grains de plus petite taille assez abondants parmi les gros grains bien émoussés.

Enfin, en ce qui concerne les ubiquistes, les pourcentages de tourmaline relevés sont le plus

Tableau 3.- Minéraux denses transparents.

| | zircon | rutile | tourmaline | disthène | staurolite | andalousite | topaze | épidote | anatase | |
|----------------|--------|--------|------------|----------|------------|-------------|--------|---------|---------|--------------------|
| Minières 1 | 31 | 4 | 45 | 5 | 3 | 8 | 3 | 1 | - | 1 corindon bleu |
| 2 | 30 | 8 | 37 | 8 | 2 | 8 | 3 | 2 | 1 | |
| 3 | 24 | 10 | 44 | 7 | 4 | 3 | 7 | 1 | - | |
| Tir Communal 1 | 37 | 22 | 20 | 4 | 2 | 8 | 6 | 1 | - | |
| 2 | 39 | 20 | 19 | 6 | 3 | 8 | 5 | - | - | |
| 3 | 42 | 26 | 18 | 2 | 5 | 1 | 4 | 1 | 1 | |
| 4 | 35 | 23 | 23 | 1 | 3 | 4 | 9 | 2 | - | |
| Ronfahai | 42 | 7 | 31 | 8 | 3 | 3 | 3 | 2 | - | 1 brookite |
| Solwaster 1 | 28 | 11 | 39 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 1 | |
| 2 | 38 | 10 | 30 | 5 | 3 | 8 | 4 | 1 | - | |
| Trou laurent | 25 | 7 | 47 | 6 | 5 | 6 | 3 | 1 | - | |

souvent nettement supérieurs à ceux notés par P. Macar et I. de Magnée (1936) ou P. Bourguignon (1954) pour des dépôts similaires, ce qui doit être mis sur le compte de techniques de séparation différentes des minéraux denses, ainsi que je l'ai déjà précisé (Demoulin, 1982).

4.- CONCLUSION

En conclusion, les cinq dépôts étudiés ci-dessus apparaissent bien être des gisements de sable oligocène marin, ainsi qu'en témoigne leur association de minéraux denses. Les conditions de gisement montrent à suffisance qu'il s'agit de dépôts en place, et la coupe ouverte à Solwaster découvre également que ce sable oligocène repose directement sur le socle paléozoïque, en l'absence de toute trace de sédiments crétacés. Par ailleurs, le gisement de la sablière de la Hoëgne à Solwaster est à ce jour le dépôt le plus épais de sable oligocène connu sur le plateau des Hautes Fagnes, puisqu'avec ses 5 m de puissance, il surpasse les sablières de Cokaifagne, développées sur 3 à 4 m. Toutefois, ces dernières présentent des coupes plus caractéristiques de la formation oligocène.

Les analyses morphoscopiques pour leur part démontrent le caractère franchement littoral des dépôts sableux de Spa et Solwaster, dont les grains présentent un émoussé comparable à ceux du gisement de Cokaifagne autoroute. Quant à la granulométrie, elle confirme tout à la fois le caractère marin de ces sables bien classés et l'existence de deux niveaux distincts que j'ai reconnu à Cokaifagne autoroute (Demoulin,

1982). C'est ainsi que les cinq dépôts étudiés ci-dessus constituent avec les trois sablières de Cokaifagne des points privilégiés d'observation d'une couverture sableuse oligocène sub-continue conservée vers 480-500 m d'altitude sur un large replat développé dans une direction SO-NE depuis les environs de Spa jusqu'à Solwaster. Dans l'état actuel des connaissances, cette morphologie remarquable à mi-hauteur du flanc nord du plateau des Hautes Fagnes, et sur laquelle sont conservés des sables littoraux peut être interprétée comme la trace d'une plage façonnée à l'Oligocène, lors d'une phase assez longue de stabilisation du rivage tongrien à ce niveau.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTEN, J., 1920.- Sur la présence d'un nouveau gisement de sable tertiaire sur la planchette de Sart-lez-Spa. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 42 : B171-173.
- BOURGUIGNON, P., 1954.- Les sables des Hautes Fagnes. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 77 : B201-241.
- CAILLEUX, A., 1943.- Distinction des sables marins et fluviaux. *Bull. Soc. Géol. France*, 5e série, 13 (4, 5, 6) : 125-138.
- DEMOULIN, A., 1982.- Un nouveau gîte de sable oligocène à proximité de Cokaifagne (Belgique). *Ann. Soc. géol. Belg.*, 105 : 241-247.
- DEWALQUE, G., 1888.- Sur quelques dépôts tertiaires des environs de Spa. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 15 : 192-195.
- GUILLEAUME, C., 1924.- Dépôts sableux non encore décrits du haut plateau ardennais. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 47 : B129-135.
- INMAN, D.L., 1952.- Measures for describing the size distribution of sediments. *J. Sediment. Petrol.*, 22 : 125-145.
- JUVIGNE, E., 1974.- Un perfectionnement de la méthode de séparation des minéraux denses. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 97 : 289-290.
- L.I.G.U.S., 1958.- Méthode améliorée pour l'étude des sables. *Rev. Géomorph. dynam.*, 9 : 43-54.
- MACAR, P. & de MAGNEE, I., 1936.- Données nouvelles sur les sables des Hautes Fagnes. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 59 : B263-288.