

UN SONDAGE SUR LE PLATEAU DES HAUTES FAGNES, AU LIEU-DIT "LA BRACKVENN"¹

par

E. JUVIGNE & A. PISSART²

(3 figures)

RESUME.- Un sondage de 22 m 50 a été réalisé sur le plateau des Hautes-Fagnes dans une zone où les traces de buttes périglaciaires (pingos ou palsas) sont très nombreuses.

Ce sondage a montré l'existence de 16 m de dépôts quaternaires de solifluxion et de ruissellement. Les 4 m supérieurs datent de la dernière glaciation. Le substratum paléozoïque est très profondément altéré.

ABSTRACT.- A boring of 22 m 50 has been made on the Hautes-Fagnes Plateau in an area where remains of frosts mounds (pingos or palsas) are very numerous. The bore revealed 16 m of solifluxion and slopewash deposits of Quaternary age. The top 4 m date from the last glaciation. The Paleozoic substratum is very deeply weathered.

INTRODUCTION

Des cuvettes circulaires entourées d'un rempart, et appelées localement "viviers", sont très nombreuses en plusieurs régions du Plateau des Hautes Fagnes, en Belgique (fig. 1). Il s'agit de traces de buttes périglaciaires interprétées tout d'abord comme dues à l'apparition de glace d'injection (PISSART, 1956, 1965) puis, plus tard, comme résultant de la formation de glace de ségrégation (PISSART, 1974). Les formations sur lesquelles sont apparues ces buttes n'ont jusqu'à présent pas fait l'objet d'une étude détaillée. Le présent travail tend à combler cette lacune.

Le socle du plateau des Hautes Fagnes est d'âge cambrien. Il est constitué de phyllades, quartzophyllades et quartzites. Des placages de sables marins sont conservés en quelques endroits; ils témoignent de l'extension de transgressions tertiaires en des lieux qui sont actuellement à plus de 500 mètres d'altitude. En outre, des lentilles argileuses subsistent localement sous la couverture limoneuse quaternaire; elles enrobent parfois des silex et sont le témoin de la dissolution de matériaux crayeux du Crétacé qui, jadis, recouvraient la région concernée. La couverture quaternaire, elle-même, est constituée d'un mélange de débris du substrat et de limon d'origine éolienne. De plus, P. BOURGUIGNON (1953) a reconnu dans des sols actuels du plateau des associations de minéraux denses d'origine volcanique. Ceux-ci ont été ensuite retrouvés dans plusieurs sites des régions environnantes par E. JUVIGNE (1). En vue de

préciser la nature géologique du substratum sur lequel sont apparues des buttes périglaciaires, le Service Géologique de Belgique (2) a réalisé, en 1971, trois sondages dans la Fagne de la Brackvenn (fig. 2), dans une zone où les cuvettes entourées d'un rempart sont les plus abondantes. Les deux premiers sondages, réalisés sur des versants (fig. 2, n° 2 et 3) n'ont recoupé qu'une très faible épaisseur de formations quaternaires; ils ont été décrits précédemment (A. PISSART, 1974). Le troisième a fait l'objet d'une étude détaillée dont nous présentons ci-dessous les résultats essentiels (fig. 2, n° 1).

I.- LOCALISATION GEOGRAPHIQUE ET CARACTERES GEOMORPHOLOGIQUES DU SITE DU SONDAGE 1

Le sondage dont il est question ici a été réalisé à l'altitude de 613 mètres, dans le fond de la tête de

1 *Manuscrit déposé le 19 octobre 1979, communication présentée le 7 mai 1974.*

2 *Laboratoire de géomorphologie et de géologie du Quaternaire. Université de Liège, Place du XX Août, 7, B 4000 Liège (Belgique).*

(1) *E. JUVIGNE in BASTIN et al. (1974), in A. PISSART et al. (1975). E. JUVIGNE (1977 a et 1977 b), B. BASTIN et E. JUVIGNE (1978).*

(2) *Nous tenons à remercier le Service Géologique de Belgique, et plus particulièrement M. DELMER, Inspecteur général, et M. GRAULICH, Directeur, pour la réalisation de ces sondages et pour nous avoir autorisés à en effectuer l'étude.*

vallée où la Getzbach prend sa source. Ce site est à proximité immédiate du carrefour de la grand-route Eupen-Montjoie et de la route forestière de la Getzbach (fig. 2).

Le micro-relief aux environs du sondage est peu apparent. Sur photographie aérienne, les différences de végétation permettent toutefois de noter que le site choisi correspond à une zone où les traces de buttes périglaciaires sont contiguës. Il apparaît également que le sondage a été réalisé sur la face interne d'une dépression peu marquée.

II.- DESCRIPTION DU SONDAGE

De haut en bas dans le sondage, on note les unités lithologiques suivantes (3) :

(3) La nomenclature utilisée pour exprimer la texture est celle utilisée par le Centre de Cartographie des Sols, qui réalise la carte pédologique de la Belgique. Elle se rapporte à la fraction granulométrique inférieure à 2 mm.

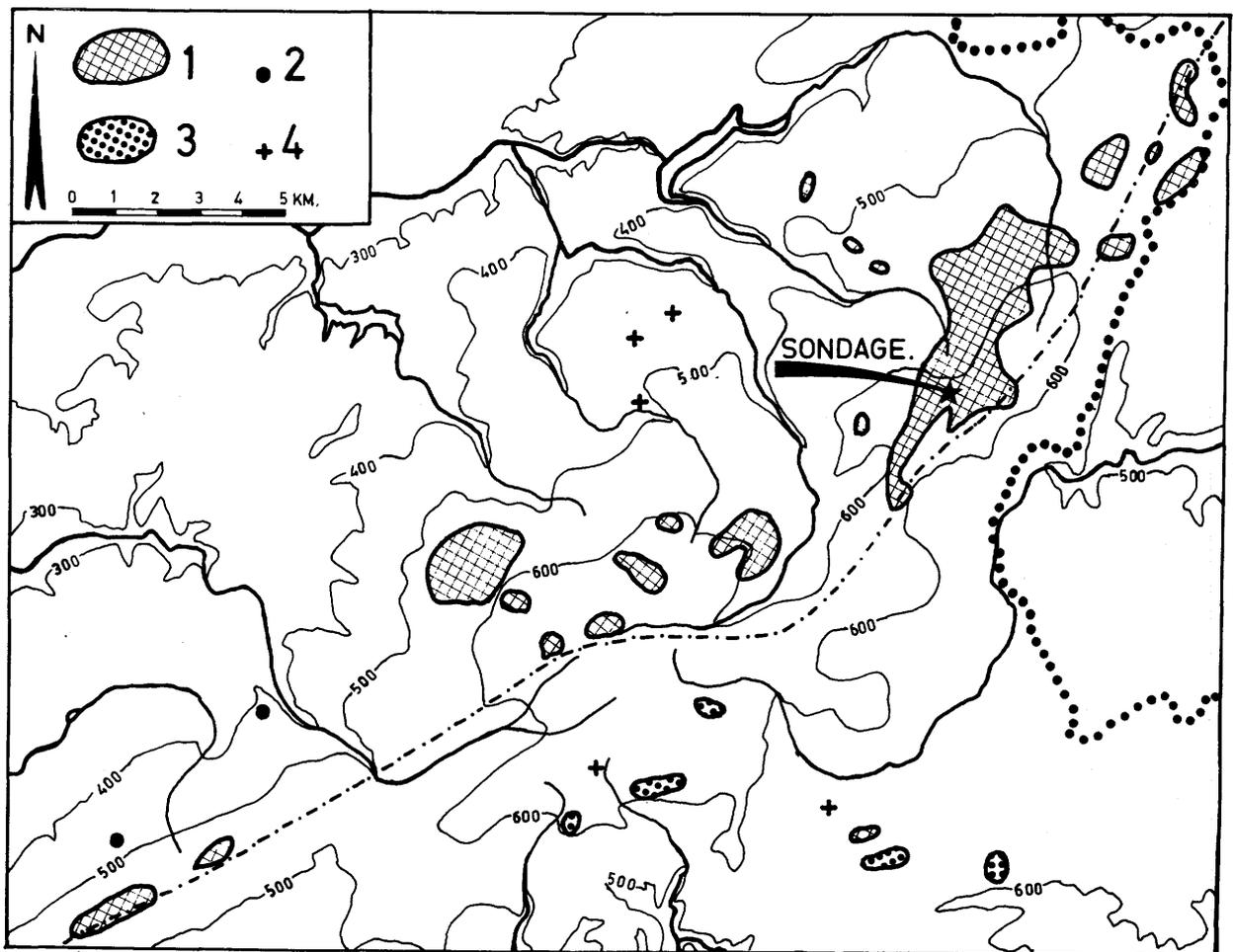


Figure 1.- Carte de la répartition des viviers sur le plateau des Hautes Fagnes. Ce document résulte de l'étude des photos aériennes et d'observations de terrain. Il s'agit de la carte publiée par A. PISSART en 1956, qui a été complétée suite aux travaux de fin d'études de A. DEMOULIN et A. DEPIEREUX (Travaux de fin d'études de la licence en Sciences géographiques, 1979, inédits, conservés à l'Université de Liège).

- Légende :
1. Zone où les viviers sont nombreux.
 2. Vivier isolé.
 3. Zone où des viviers semblent exister d'après l'étude des photos aériennes.
 4. Vivier hypothétique isolé.

n° éch.	profondeur	nature	n° éch.	profondeur	nature
0	0,00- 0,10	humus.	19	10,35-11,00	limon lourd, brun-ocre (10 YR 6/6), légèrement tacheté, à nombreux cailloux.
1	0,10- 0,75	limon brun-gris (2,5 Y 6/2) à taches de "rouille" abondantes et traces de racines.	20	11,00-11,50	limon brun jaunâtre (10 YR 5/6) à nombreux débris de phyllade.
2	0,75- 1,80	limon brun-olive (2,5 Y 5/4), à rares taches de rouille.	21	11,50-11,80	limon sableux lourd, brun foncé (7,5 YR 5/6) à nombreux débris de phyllade.
3	1,80- 2,20	limon lourd verdâtre (2,5 Y 5/5).	22	11,80-12,20	limon brun jaunâtre (10 YR 5/6), homogène.
4	2,20- 2,60	non observé.	23	12,20-12,75	argile limoneuse brun foncé (7,5 YR 5/6) à nombreux débris de phyllade et de quartzite.
5	2,60- 4,00	limon homogène gris-brun (2,5 Y 5/2) enrobant quelques débris de phyllade.	24	12,75-13,00	argile limoneuse brun jaunâtre (10 YR 5/4) à débris de phyllade.
6	4,00- 4,35	bloc de quartzite revinien.	25	13,00-13,40	idem (10 YR 5/6).
7	4,35- 4,90	limon sableux lourd, brun jaunâtre (10 YR 5/8) à nombreux débris de phyllade.	26	13,40-14,00	limon lourd sableux.
8	4,90- 5,75	argile rouge jaunâtre (5 YR 5/8) à nombreux débris de phyllade et de quartzite.	27	14,00-14,75	argile rouge jaunâtre à lie-de-vin (5 YR 6/6), au toucher talqueux et à nombreux débris de phyllade.
9	5,75- 6,50	argile limoneuse rouge jaunâtre (7,5 YR 6/6).	28	14,75-16,00	limon lourd rouge (2,5 YR 4/8) tacheté de plages grises.
10	6,50- 7,10	argile limoneuse brun foncé (7,5 YR 5/6).	29	16,00-16,35	argile brun foncé (7,5 YR 5/6) à nombreux débris de phyllade.
11	7,10- 7,35	argile limoneuse brun jaunâtre (10 YR 6/4) à gros débris de quartzite.	30	16,35-16,80	argile limoneuse blanche (2,5 YR 8/2).
12	7,35- 7,65	argile limoneuse tachetée (taches grises : 2,5 Y 7/2; taches brunes : 10 YR 6/4).	31	16,80-17,30	limon sableux, tacheté, devant lie-de-vin (5 YR 6/6) vers le bas.
13	7,65- 8,00	limon lourd à taches moins abondantes et plus dispersées (cf. pseudogley).	32	17,30-18,00	limon argileux jaunâtre à brunâtre (10 YR 6/6) avec une passée de limonite-goethite à à 17,60 m.
14	8,00- 8,70	limon lourd moins argileux et à marmorisation très faible (10 YR 6/3).	33	18,00-19,30	argile rougeâtre (5 YR 5/5).
15	8,70- 9,00	limon lourd, homogène, gris (2,5 Y 6/2), à cailloutis de quartzite.	34	19,30-19,50	argile brun foncé (7,5 YR 5/8).
16	9,00- 9,40	argile limoneuse brun jaunâtre (10 YR 6/4) à cassure conchoïdale et à texture légèrement marbrée.	35	19,50-21,80	argile rouge (5 YR 5/6).
17	9,40-10,10	limon homogène brun jaunâtre (10 YR 5/8).	36	21,80-22,50	quartzite revinien peu altéré.
18	10,10-10,35	gros bloc revinien altéré.			

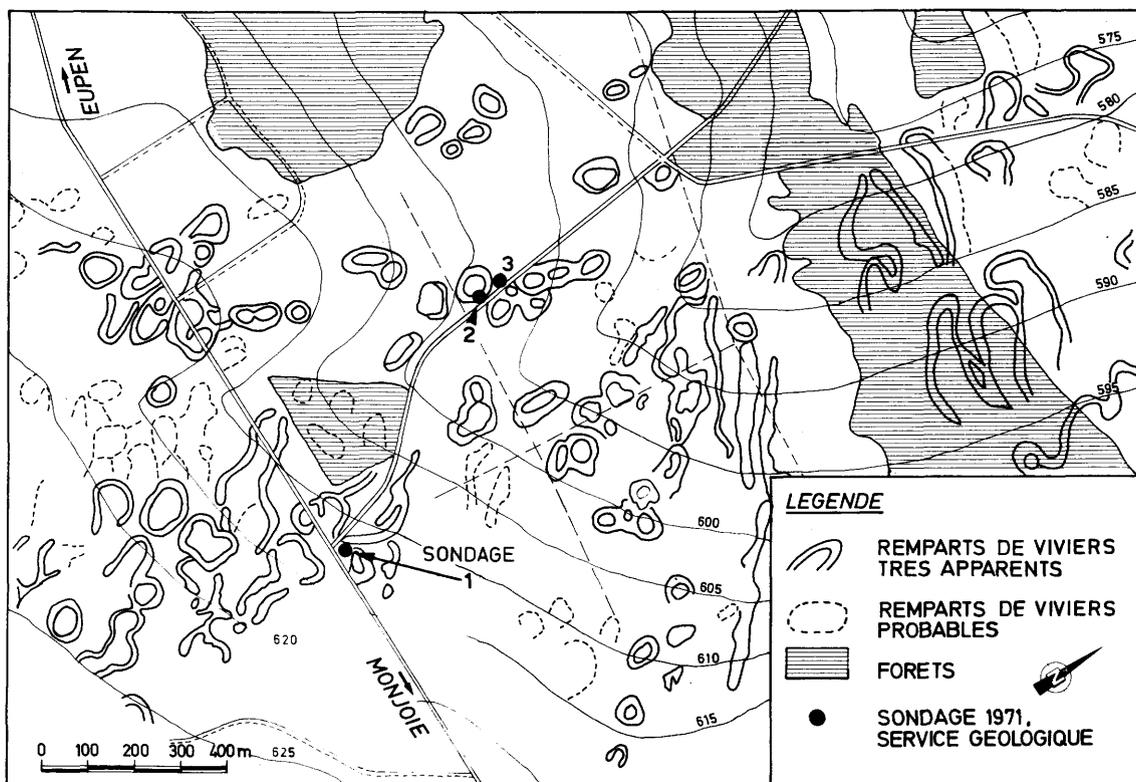


Figure 2.- Carte donnant la répartition des viviers de la Brackvenn et la localisation des sondages effectués par le Service Géologique en 1971. Le sondage décrit dans le présent article est le sondage 1. Les sondages 2 et 3 ont été décrits par A. PISSART en 1974.

Quelques résultats intéressants ressortent de la description des formations recoupées par le sondage.

Il est étonnant de trouver à proximité du sommet du plateau des Hautes Fagnes une couverture de terrains meubles atteignant une épaisseur voisine de vingt mètres. Les niveaux recoupés se distribuent verticalement en deux entités distinctes au point de vue macroscopique. Les 14 mètres supérieurs sont essentiellement limoneux et présentent le plus souvent une charge caillouteuse (quartzites et phyllades). Cet ensemble est toutefois entrecoupé de quelques couches plus argileuses. Celles-ci sont comparables aux dépôts qui occupent l'intervalle stratigraphique compris entre 14 et 22 mètres. A cette dernière profondeur, apparaît le quartzite cambrien peu altéré.

La distribution verticale, la nature et l'origine des divers matériaux ont fait l'objet d'études granulométriques et minéralogiques. Les résultats peuvent être comparés à ceux obtenus à proximité par l'étude du rempart d'un vivier (B. BASTIN *et al.*, 1974).

III.- GRANULOMETRIE

Les courbes granulométriques ont été établies par tamisage (fraction grossière), et densimétrie (fraction fine). Les résultats globaux sont présentés sur la figure 3.

Les limons éoliens purs sont caractérisés granulométriquement par :

- a) un mode et une médiane d'environ $30 \mu\text{m}$,
- b) un classement excellent, la fraction comprise entre 10 et $50 \mu\text{m}$ comprenant la plus grande partie du matériau.

Dans ce travail, le classement est mesuré à l'aide de l'indice d'hétérométrie de CAILLEUX; la fraction inférieure à $2 \mu\text{m}$ est, en effet, supérieure à 25 0/o et, de ce fait, il est impossible d'utiliser un autre indice. A titre de comparaison, rappelons qu'au nord de Liège, l'indice d'hétérométrie de CAILLEUX varie de 0,3 à 0,8 dans les loess, suivant que le matériau est frais ou

pédologiquement évolué ("terre à brique") (PISSART *et al.*, 1969).

Sur la base de ces critères, l'analyse granulométrique conduit à reconnaître 3 types de matériaux dans les différents niveaux recoupés par le sondage : a) le substratum phylladeux argilisé; b) des limons soliflués; c) des mélanges en diverses proportions d'argile du substratum et de limon (désigné comme "matériaux mixtes").

A tous les niveaux, des galets anguleux de quartzite et de quartzophyllade plus ou moins altérés ont été observés.

De la surface, jusqu'à la profondeur de 14 mètres, les dépôts comprennent une forte proportion d'éléments dont la taille est comprise entre 10 et 50 μm . Le classement y est bon et le mode est celui des loess. La fraction supérieure à 1 mm y dépasse cependant

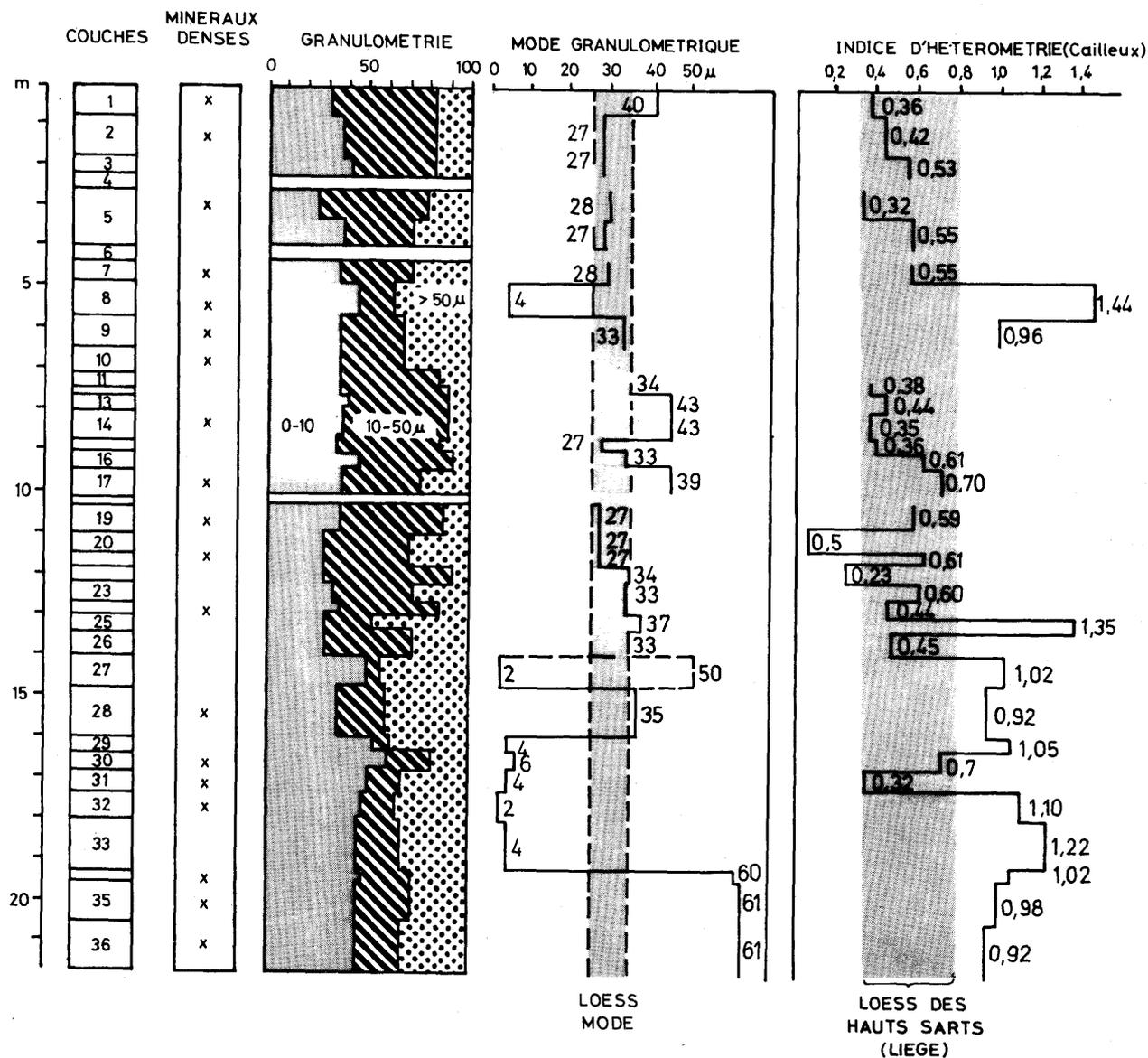


Figure 3.- Tableau résumant les principales observations se rapportant au sondage étudié. La première colonne donne la profondeur en mètres; la seconde, le découpage en unités lithologiques tel qu'il est apparu dans la description du sondage; la troisième colonne, intitulée "minéraux denses", montre la localisation des échantillons analysés; la colonne "granulométrie" donne pour chaque unité, l'importance de 3 fractions granulométriques, les blancs correspondant à des parties du sondage pour lesquelles des observations manquent; les deux dernières colonnes présentent les variations de mode et d'indice d'hétérométrie de CAILLEUX avec, pour comparaison, des données obtenues pour des limons éoliens typiques.

10. 0/o; c'est là une preuve de contamination par des débris de roches quartzieuses et phylladeuses héritées du substratum et non désagrégées par l'altération. L'incorporation de ces débris dans le matériau loessique résulte de l'action de la solifluxion et du ruissellement.

Au sein des formations limoneuses, deux couches se particularisent aux profondeurs de 4,90-5,75 m et 13,00-13,40 m. Elles ne contiennent que peu de particules comprises entre 10 et 50 μm . Le mode principal est, pour chacune, inférieur à 5 μm , et le classement est mauvais. Ces caractères permettent de rapporter ces dépôts à des coulées de solifluxion remaniant le substratum argilisé. Les limons les plus homogènes apparaissent entre les profondeurs de 7,35 et 9,40 m. La fraction grossière y est très réduite (inférieure à 5 0/o). Ces dépôts sont interprétés comme des loess étalés par ruissellement.

Les formations essentiellement argileuses comprises entre les profondeurs de 14 et 22 m ne contiennent pas de limons d'origine éolienne. En effet, le mode caractéristique des loess n'y apparaît pas, sauf de manière très atténuée entre 15 et 16 mètres. La quantité de la fraction 10-50 μm y est également plus faible que dans les niveaux supérieurs loessiques.

CONCLUSION

La granulométrie indique l'existence, en-dessous de 14 m, d'un matériau argilisé, engendré par altération des roches phylladeuses du substratum cambrien. Cette argile se différencie des dépôts loessiques s'étageant de la surface jusqu'à la profondeur de 14 mètres; ces derniers dépôts sont constitués de limons éoliens remaniés par solifluxion et par ruissellement.

Deux couches, situées vers 5 et 13 mètres, sont constituées d'argile et de galets issus de la désagrégation du substratum et mis en place par solifluxion.

IV.- MINÉRAUX DENSES

Les échantillons dont les minéraux denses ont été étudiés sont localisés sur la figure 3. Ils ont été prélevés de façon ponctuelle dans la partie centrale de chaque unité étudiée.

Plusieurs associations de minéraux denses ont été reconnues dans les couches recoupées par le sondage.

¹⁰ Des associations de loess caractérisées par la hornblende verte, l'épidote et le grenat dans la classe granulométrique de 30 à 60 μm . Elles peuvent

être divisées en trois catégories :

- 1) une association présentant des pourcentages élevés en hornblende verte (20 à 34 0/o), épidote (10 à 20 0/o) et grenat (2 à 8 0/o) a été observée dans les échantillons 1, 2 et 5. Par comparaison aux résultats obtenus par F. GULLENTOPS (1954) et E. JUVIGNE (1978), nous attribuons un âge vistulien aux limons qui sont présents dans les couches précitées.
- 2) une association composée essentiellement d'ubiquistes (zircon, rutile, tourmaline) dont la largeur des grains peut atteindre 100 μm . Elle existe seule dans les échantillons 30, 32, 34, 35 et 36.
- 3) une association à ubiquistes dominants dans laquelle le groupe hornblende verte + épidote + grenat n'excède pas 20 0/o caractérise les échantillons 6, 8, 9, 10, 14, 17, 19, 21 et 24.

Elle résulte probablement du mélange des matériaux du substratum désagrégé avec des limons d'origine éolienne.

- ²⁰ Une autre association comprend des ubiquistes auxquels s'ajoutent disthène, andalousite et staurotide. Ces derniers minéraux sont nettement plus gros que ceux des loess; une fraction importante d'entre eux ont des dimensions comprises entre 50 et 100 μm . Les grains peuvent atteindre 170 μm . Ils sont souvent bien émoussés. Il s'agit de minéraux déjà signalés antérieurement par I. de MAGNEE et P. MACAR (1935) dans les sables oligocènes sur le plateau des Hautes Fagnes. Cette association apparaît dans l'échantillon 28. Elle résulte du mélange par des agents de transport en masse de matériaux provenant du substratum désagrégé et de sables tertiaires.
- ³⁰ Une association de minéraux volcaniques à hornblende brune, pyroxènes monocliniques et enstatite. Elle se présente dans les échantillons 1, 2 et 5. La retombée a eu lieu au début de la dernière glaciation (E. JUVIGNE, 1977 b), si bien que la présence de ces minéraux permet d'attribuer un âge vistule aux niveaux qui les contiennent.

CONCLUSION

L'étude des associations de minéraux denses conduit à établir une stratigraphie des niveaux recoupés par le sondage et à identifier par la même occasion l'origine des matériaux. De la surface jusqu'à 14,75 m, toutes les couches étudiées contiennent des minéraux caractéristiques des loess et sont incontestablement des dépôts quaternaires. Les minéraux volcaniques et l'implantation du groupe hornblende verte

+ épidote + grenat observés dans les échantillons 1, 2 et 5 attestent que ces dépôts datent de la dernière glaciation. Entre 14,75 et 21,80 m, nous avons observé essentiellement les minéraux du socle, ce qui permet de proposer l'origine locale de cette formation. Entre 14,75 et 16,00 m, aux minéraux du socle s'ajoutent des traces de minéraux des sables tertiaires provenant de l'ancienne couverture du plateau.

CONCLUSIONS GENERALES

Il est surprenant de trouver près du sommet du plateau des Hautes Fagnes près de 20 m de dépôts quaternaires. Leur présence, au fond de la tête de vallée où la Getzbach prend sa source, démontre que le petit ruisseau qui coule en cet endroit a été incapable d'emporter tous les apports descendant des versants pendant le Quaternaire. C'est évidemment pendant les périodes périglaciaires que les agents de transport en masse ont été les plus efficaces; aussi, il est permis de supposer que c'est sous de telles conditions, alors que la couverture végétale était fortement réduite, que les dépôts de pente percés par le sondage, se sont mis en place.

L'accumulation étudiée est essentiellement constituée de limon éolien, d'argile et de débris provenant de la désagrégation du substratum revinien. Entre 14,75 m et 16 m de profondeur, une association de minéraux denses provenant du remaniement de sables tertiaires a été observée. Se trouvant à la surface quand le remblaiement a commencé, il est normal qu'elle ait été retrouvée non loin du contact entre le remblaiement et le Paléozoïque.

Peu de résultats stratigraphiques certains résultent de cette étude. La présence d'enstatite atteste que les 4,00 m supérieurs se sont mis en place au cours de la dernière glaciation.

Ce sondage atteste, comme d'autres décrits précédemment par A. PISSART (1974) qu'une profonde altération chimique affecte le substratum de cette région. Il est toujours malaisé de dire s'il s'agit d'une altération tertiaire ou beaucoup plus ancienne. La Fagne de la Brackvenn est, en effet, une surface qui s'écarte peu du prolongement de la surface de base du Crétacé, comme elle peut être dessinée au nord. Il n'est donc pas exclu qu'il s'agisse d'une altération très vieille, semblable à celle que mentionne R. LEGRAND (1968) au sommet du Paléozoïque, soit directement sous le Crétacé, dans une zone qui s'étend de Wavre à Ostende, en passant sous Bruxelles, Alost et

Gand. S'il en était bien ainsi, et si les "viviers" sont associés à l'existence de cette altération, la répartition des "viviers", principalement sur le versant septentrional des Hautes Fagnes (voir fig. 1) est aisée à expliquer. Ils seraient en majorité localisés sur la surface d'érosion prémaastrichtienne qui peut seulement être localisée sur cette partie du haut plateau.

BIBLIOGRAPHIE

- BASTIN, B., JUVIGNE, E., PISSART, A. & THOREZ, J., 1974. Etude d'une coupe dégagée à travers un rempart d'une cicatrice de pingo de la Brackvenn. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 97 : 341-358.
- BASTIN, B. & JUVIGNE, E., 1978. L'âge des dépôts de la vallée morte des Chôdières (Malmédy). *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 101 : 289-304.
- BOURGUIGNON, P., 1953. Associations minéralogiques des limons et argiles des Hautes Fagnes. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 76 : 39-59.
- de MAGNEE, I. & MACAR, P., 1935. Données nouvelles sur les sables des Hautes Fagnes. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 59 : 263-288.
- DEMOULIN, A., 1979. Contribution à l'étude géomorphologique du plateau des Hautes Fagnes. Mémoire de licence en Sciences géographiques. Inédit. Conservé à l'Université de Liège.
- GULLENTOPS, F., 1952. Découverte en Ardenne de minéraux d'origine volcanique de l'Eifel. *Bull. Acad. Roy. Belg. (Cl. Sc.)*, 38 : 736-740.
- GULLENTOPS, F., 1954. Contribution à la chronologie du Pléistocène et des formes du relief en Belgique. *Mém. de l'Inst. de Géol. de l'Univ. de Louvain*, 18 : 252 p.
- JUVIGNE, E., 1977a. La zone de dispersion des poussières émises par une des dernières émissions du volcan du Laachersee (Eifel). *Zeit. für Geomorph. N.F.*, 21 : 323-342.
- JUVIGNE, E., 1977b. Zone de dispersion et âge des poussières volcaniques du tuf de Rocourt. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 100 : 13-22.
- JUVIGNE, E., 1978a. Les minéraux denses transparents des loess de Belgique. *Zeit. für Geomorph.*, 22 : 66-88.
- LEGRAND, R., 1968. Le Massif de Brabant. Mémoire pour servir à l'explication des cartes géologiques et minières de la Belgique, 9, 148 p., 5 pl., Serv. Géol. Belg., Bruxelles.
- PISSART, A., 1956. L'origine périglaciaire des viviers des Hautes Fagnes. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 79 : 119-131.
- PISSART, A., 1963. Les traces de pingos du Pays de Galles (Grande Bretagne) et du plateau des Hautes Fagnes (Belgique). *Zeit. für Geomorph.*, 7 (2) : 147-165.
- PISSART, A., 1974. Les viviers des Hautes Fagnes sont des traces de buttes périglaciaires; mais s'agissait-il réellement de pingos ? *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 97 : 359-381.

PISSART, A., BASTIN, B., JUVIGNE, E. & THOREZ, J., 1975. Etude génétique, palynologique et minéralogique des dépôts périglaciaires de la vallée de la Soor (Hautes Fagnes, Belgique). Ann. Soc. Géol. Belg., 98 : 415-439.

PISSART, A., PAEPE, R. & BOURGUIGNON, P., 1969. Dépôts fluviatiles, éoliens et paléosols sur la terrasse de Hermée. Ann. Soc. Géol. Belg., 92 : 429-445.