

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION¹ DU 13 JUIN 1981, EN HESBAYE ET AU LIMBOURG NEERLANDAIS, CONSACREE A LA CHRONOSTRATIGRAPHIE DES LOESS DU PLEISTOCENE SUPERIEUR²

par

P. HAESAERTS³, E. JUVIGNE⁴, O. KUYL⁵,
H. MUCHER⁶ et W. ROEBROEKS⁵

(4 figures)

1.- INTRODUCTION (P. Haesaerts)

Les loess de Hesbaye ont fait l'objet de nombreuses études depuis la fin du siècle dernier, mais c'est à F. Gullentops (1954) que l'on doit le premier schéma stratigraphique cohérent basé sur une approche paléoclimatique des dépôts, schéma dont les principaux termes sont repris ci-dessous.

- **Loess hennuyen** : loess inférieur attribué à l'avant-dernière glaciation. Ils sont distincts minéralogiquement des loess sus-jacents.
- **Sol de Rocourt** : sol forestier à caractère interglaciaire, attribué à l'Eemien et défini dans les profils de la sablière de Rocourt.
- **Loess hesbayen** : loess à stratification nivéo-éolienne, mis en place sous climat froid et humide au cours de la première partie de la dernière glaciation.
- **Sol de Kesselt** : sol caractérisé par une décalcification et un faible enrichissement en argile de la partie supérieure des loess hesbayens, défini dans la briqueterie Nelissen à Kesselt où il est associé à une surface de discontinuité soulignée localement par un chenal d'érosion.
- **Loess brabantien** : loess homogène, poussiéreux, mis en place sous climat froid et sec pendant la seconde partie de la dernière glaciation ; il présente généralement à la base un horizon brun-grisâtre, souligné par des langues obliques, séparé du sol de Kesselt par un cailloutis dispersé.

Le problème majeur réside donc dans la détermination du contexte chronostratigraphique de l'épisode interstadiaire associé au sol de Kesselt, celui-ci constituant en quelque sorte la coupure majeure de la dernière glaciation. F. Gullentops propose en 1957 un parallélisme entre cet épisode et l'interstade Würm II/Würm III (cfr. F. Bordes, 1954) qui marque la séparation entre la Paléolithique moyen et le Paléolithique

supérieur mais, par la suite, il suggère une corrélation avec l'interstade de Denekamp daté vers 30.000 B.P. aux Pays-Bas (J. Vandenberghe et F. Gullentops, 1977).

D'autres auteurs ont également abordé ce problème ; R. Paepe notamment, par comparaison avec la coupe de Zelzate près de Gand, situe le sol de Kesselt vers 28.000 B.P. (R. Paepe et R. Vanhoorne, 1967) et y voit un équivalent du sol de Stillfried B défini par J. Fink (1954) en Autriche.

Par ailleurs, B. Bastin (1971) situe également vers 28.000 B.P. une amélioration climatique qu'il a enregistrée par la palynologie à Kesselt dans l'horizon à langues, attribué erronément au sol de Kesselt dans une nouvelle description des profils de la briqueterie faite par F. Gullentops (in B. Bastin, 1971). En conséquence, B. Bastin attribue le chenal d'érosion, présent sous l'horizon à langues, à une amélioration climatique antérieure à celle du sol de Kesselt ; il désigne l'ensemble sous le terme de "interstade Arcy-Kesselt" et le situe entre

(1) L'excursion était organisée par la Société Géologique de Belgique et patronnée par BELQUA.

Président : A. Beugnies

Directeurs : P. Haesaerts et E. Juvigné

Participants : Mmes Leroy-Gourhan, Utrix-Closset

MM. Bartholomé, Bibus, Brunnacker, Bastin, Bosch, Cordy, Clarice, Demoulin, de Heinzelin, Ek, Langhor, Lacroix, Lautridou, Mergen, Meijs, Mortier, Mucher, Ozer, Pissart, Pestiaux, Paulissen, Paepe, Roebroeks, Scheppers, Seret, Somme, Semmel, Zonneveld.

Excusés : MM. de Moor et Gullentops.

(2) Manuscrit déposé le 28 juillet 1981.

(3) Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, rue Vautier, 31, 1040 Bruxelles.

(4) Université de Liège, Laboratoire de Géomorphologie et Géologie du Quaternaire, Place du XX Août, 4000 Liège.

(5) Rijks Geologische Dienst, Spaarne 17, Haarlem, Nederland.

(6) Universiteit van Amsterdam, Fysich geografisch en bodemkundig laboratorium, Dapperstraat, 115, Amsterdam, Nederland.

32.000 et 28.000 B.P. par référence à la séquence obtenue par Ar. Leroy-Gourdan (1967) dans la Grotte du Renne à Arcy-sur-Cure (Yonne).

Enfin, en 1974, P. Haesaerts relève la confusion introduite dans la littérature entre l'horizon à langues et le sol de Kesselt *sensu stricto* pour lequel il propose un parallélisme avec un horizon décalcifié enrichi en argile, antérieur à 31.000 B.P., observé au sein des loess de la dernière glaciation dans le bassin de la Haine.

A ces données d'interprétations apparemment contradictoires, sont venues s'ajouter ces dernières années des observations nouvelles relatives aux sols fossiles et aux tufs volcaniques, ainsi que plusieurs datations C^{14} , allant dans le sens d'un rajeunissement de la séquence loessique de la dernière glaciation en Hesbaye. Ceci justifiait l'excursion du 13 juin 1981.

2.- ROCOURT ; SABLIERE DE LA S.A. SABLES ET GRAVIERS (P. Haesaerts et E. Juvigné)

2.1.- Exposé de P. Haesaerts

La sablière de Rocourt, *locus typicus* du sol interglaciaire dit "de Rocourt" (cfr. F. Gullentops, 1954), est située vers 185 m d'altitude, au niveau de l'interfluve Meuse-Geer. Le profil actuel s'étend sur une centaine de mètres de distance le long d'un versant en pente douce orienté à l'est, lequel se raccorde latéralement à une large dépression. La succession des dépôts pléistocènes s'y établit comme suit (voir fig. 1) et également P. Haesaerts et B. Van Vliet-Lanoë, 1981, (fig. 8).

- Loess hennuyen (B,C) *

Loess ocre reposant sur les sables oligocènes (Tongrien).

- Sol de Rocourt (DA, DB, DC)

Limon argileux brun-rouge à forte structure lamellaire à polyédrique (DA, DB), surmonté d'un horizon décimétrique de limon blanchâtre (DC). Celui-ci se raccorde vers le bas à un réseau de langues de dégradation, subverticales en DA mais s'infléchissant jusqu'à l'horizontale au sommet de DB.

L'analyse micromorphologique effectuée par B. Van Vliet-Lanoë (1975) a démontré le caractère complexe du sol de Rocourt ; il en résulte que seule la moitié inférieure du sol (DA) correspondrait à un horizon B3 en place d'un sol lessivé, la moitié supérieure du sol (DB et DC) ayant enregistré les témoins de deux pédogénèses de type sol brun lessivé d'intensité décrois-

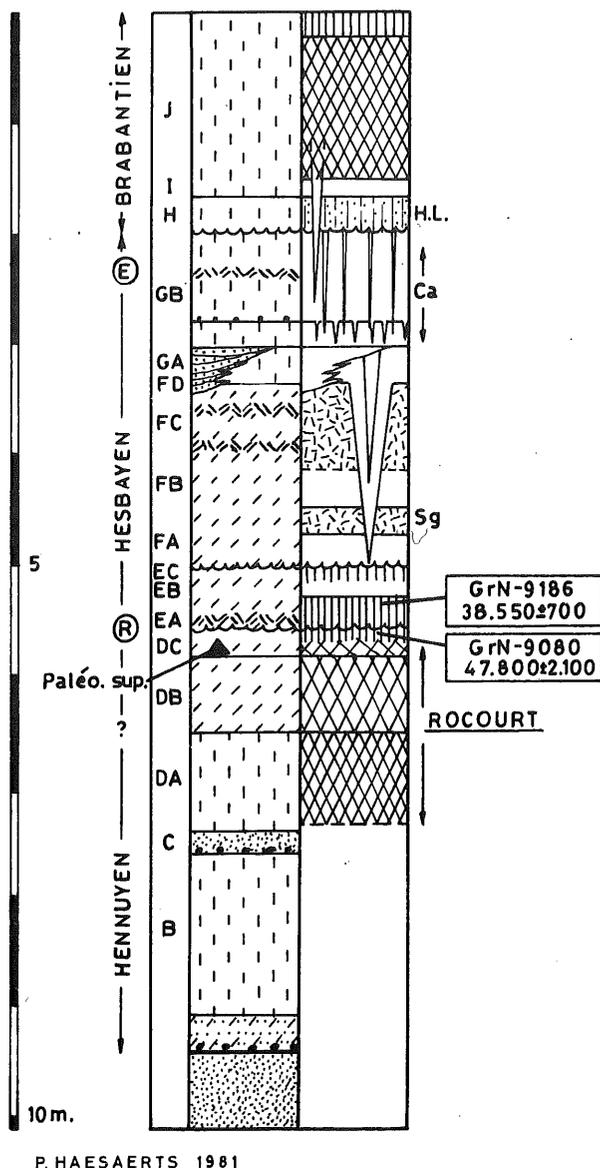


Figure 1.- Séquence des dépôts pléistocènes de la sablière S.A. Sables et Gravier à Rocourt.

Les symboles graphiques utilisés correspondent à ceux préconisés dans "La stratigraphie des loess d'Europe", suppl. au Bull. de l'AFEQ, 1969, p.7. En outre, les symboles suivants ont été ajoutés : E = Eltviller Tuff ; E = tuf de Rocourt ; Sg = structure de ségrégation de glace ; Ca = sédiments calcaires ; H.L. : horizon à langues. Les datations C^{14} sont exprimées en B.P.

* Toutes les abréviations de ce type se rapportent à la figure 1.

sante développées à chaque fois dans des colluvions remaniées des horizons sous-jacents. Par la suite, l'ensemble fut affecté par un mouvement de fauchage le long de la pente, ce dont témoigne l'allure infléchie des langues de dégradation.

- **Horizon humifère à la base des loess hesbayens (EA)**

Cet horizon comprend en fait deux dépôts distincts séparés par un hiatus. En effet, d'après B. Van Vliet-Lanoë (1975), le tiers inférieur de cet horizon (EA 1) a subi le mouvement de fauchage qui affecte le sol de Rocourt, ce qui n'est pas le cas des 2/3 supérieurs de l'horizon (EA 2) lesquels correspondent à un dépôt colluvial incorporant de fines lentilles de loess.

C'est dans l'horizon humifère et dans le loess argileux directement sus-jacent (EB - EC) que B. Bastin (1969) a enregistré les 3 extensions successives de pollens arboréens interprétées comme les témoins des interstades d'Amersfoort, de Brørup et d'Odderade.

- **Partie inférieure des loess hesbayens (EB, EC)**

Limon argileux s'inscrivant à la suite de EA 2 ; la partie supérieure du dépôt, légèrement humifère, pourrait correspondre à la troisième amélioration climatique enregistrée par B. Bastin (1959) et rapportée à l'interstade d'Odderade.

- **Loess hesbayen hydromorphe (FA, FD)**

Loess non calcaire, brun-grisâtre avec horizons étirés de loess gris déferrifié (FA, FC) surtout bien développé dans la dépression où il est associé à un gley de toundra (FC) avec structure de ségrégation de glace en profondeur, pénétré par une double génération de grands coins de glace (FD).

L'ensemble suggère un sédiment loessique remanié par ruissellement suivi d'un double épisode rigoureux caractérisé par le développement d'un permafrost.

- **Loess hesbayen calcaire (GA, GB)**

Loess calcaire jaune pâle, finement stratifié (GB) avec petits chenaux de fonte à la base (GA) ; la partie supérieure du loess est affectée par la décalcification dépendant de la pédogenèse holocène.

- **Horizon à langues, base des loess brabantiens (HA, HB)**

Loess brunâtre décalcifié, souligné par des langues obliques (HA) ; localement, cet horizon est pénétré par des coins de glace partant de plus haut (HB).

- **Loess brabantien (I, J)**

Loess jaune brunâtre (I) dans lequel s'est développé le sol lessivé holocène (J).

En résumé, deux éléments importants distinguent la présente séquence de celle proposée par F. Gullentops : d'une part, le caractère polygénétique du sol de Rocourt et de l'horizon humifère sus-jacent et d'autre part, l'individualisation au sein des loess hesbayens d'un dépôt loessique calcaire jaune pâle. Celui-ci tranche nettement sur les loess hydromorphes non calcaires sous-jacents, dont il est séparé par un double réseau de coins de glace associé à un gley de toundra avec structure de ségrégation de glace en profondeur.

2.2.- **Exposé de E. Juvigné**

Il existe dans la coupe présentée cinq niveaux de poussières volcaniques.

Niveau 1

Dans l'horizon supérieur du sol actuel, il existe une faible quantité de minéraux volcaniques (moins de 1 minéral dense volcanique transparent de plus de 100 μm par gramme de sol). Ces minéraux sont à mettre en corrélation avec les tufs volcaniques émis dans la région du Laacher See (Eifel oriental) à la fin de l'Alleröd (E. Juvigné, 1980).

Niveau 2

Environ 50 cm sous la base de l'horizon à langues, une bande noire discontinue, ne dépassant pas 3 mm d'épaisseur, est nettement visible à l'oeil nu dans le loess hesbayen calcaire (GB). Sa présence a été signalée pour la première fois en 1971 par H. Rohdenburg et A. Semmel. Sa nature volcanique vient d'être confirmée par l'analyse des minéraux denses transparents dont l'association est composée presque essentiellement de pyroxènes monocliniques (E. Juvigné et A. Semmel, 1981). Ce tuf volcanique en place est mis en corrélation avec l'Eltviller Tuff connu en Allemagne depuis 1967 (A. Semmel, 1967).

Niveau 3

Environ 1 m sous le tuf précédent, soit dans la partie supérieure des loess hesbayens hydromorphes (FC), des lentilles brun foncé, pouvant atteindre 1 cm d'épaisseur, contiennent jusqu'à 200 minéraux denses volcaniques transparents de plus de 100 μm par 50 grammes de sédiment. Il s'agit dans l'ordre d'import-

tance de pyroxènes monocliniques dentelés, de hornblende brune et d'enstatite.

Niveau 4

Environ 30 cm sous le niveau précédent, apparaît une autre couche brun foncé dont le profil se dessine suivant celui d'un sol à butte. L'épaisseur de cette bande peut atteindre 3 cm. La présence de pyroxènes monocliniques prismatiques idiomorphes y a été décelée. Leur largeur apparente au microscope ne dépasse qu'exceptionnellement 60 μm . Ces minéraux ne représentent qu'une très faible part du spectre global, si bien que la présence d'un tuf volcanique en place à ce niveau n'est pas certaine. Ces pyroxènes attestent cependant d'une explosion volcanique originale sinon synchronique du moins antérieure au dépôt de la couche brun foncé qui les contient.

Niveau 5

Au sein de l'horizon humifère (EA 2), existe la plus forte concentration de minéraux volcaniques de toute la séquence ; la teneur atteint jusqu'à 700 minéraux denses volcaniques transparents de plus de 100 μm par 50 grammes de sol. La taille des grains y est aussi la plus importante ; leur largeur apparente au microscope peut atteindre près de 300 μm . Le spectre consiste dans l'ordre décroissant en pyroxènes monocliniques, hornblende brune et enstatite. Les pyroxènes monocliniques montrent des contours extrêmement dentelés.

Le présent niveau de poussières volcaniques a été découvert en 1954 par F. GULLENTOPS. Par la suite, nous l'avons découvert dans divers sites de Belgique et désigné sous le nom de tuf de Rocourt (E. Juvigné, 1977).

Récemment, nous avons également trouvé ce tuf avec A. Semmel dans un profil de loess de la vallée du Main (Am Bingert, R.F.A.). Les minéraux sont, comme dans les profils belges, dispersés dans un horizon humifère situé à la base de la séquence würmienne et connu en Hesse sous le nom de Mosbacher Humuszone. Cette découverte étend de façon considérable la connaissance de la zone de dispersion du tuf de Rocourt et accroît son intérêt stratigraphique.

CONCLUSIONS

Les poussières du niveau 1 sont en position remaniée au sommet du sol actuel.

Le niveau 2 est un tuf volcanique en place qui peut être mis en corrélation avec l'Eltviller Tuff. Il pose un problème stratigraphique important qui doit être discuté.

Le niveau 3 ressemble étroitement au niveau 5. Les deux pourraient être remaniés à partir d'un même tuf déposé sur le plateau mais l'hypothèse de 2 tufs distincts ne peut être écartée. Le niveau 3, visible à l'oeil nu, pourrait être en place. Le niveau 5 est probablement en position remaniée ; il y correspond, la plus forte concentration de minéraux volcaniques ainsi que les grains les plus volumineux de toute la séquence, mais aucune bande originale visible à l'oeil nu n'a été observée.

Le niveau 4, par ses pyroxènes monocliniques nettement distincts de ceux de tous les autres niveaux, atteste d'une retombée particulière de poussières volcaniques, peut-être synchronique du dépôt du limon qui les contient.

Cette conclusion a été illustrée de planches photographiques des types de pyroxènes monocliniques propres aux niveaux 2, 3, 4 et 5.

A. Semmel présente la position stratigraphique de l'Eltviller Tuff dans les loess de Hesse et du Palatinat.

1. En Hesse, il existe quatre Nassböden (E1 à E4). Ils sont tous postérieurs au Lohner Boden qui a été mis en corrélation avec le sol de Stillfried B.
2. L'Eltviller Tuff est situé entre les Nassböden E3 et E4 (A. Semmel, 1967). Le Nassboden E4 serait l'équivalent de l'horizon à langues visible à Rocourt au-dessus du tuf volcanique mis en corrélation avec l'Eltviller Tuff. Entre le Nassboden E1 et le Lohner Boden existe en Hesse un autre tuf volcanique appelé Rambacher Tuff (A. Semmel, 1967).
3. Des sites archéologiques du Gravettien, tous postérieurs à 30.000 B.P., ont été trouvés sous le tuf, de même qu'un crâne d'*Homo sapiens* daté 31.200 B.P.
4. Sur des coquilles prélevées dans le Nassboden E2 sous-jacent au tuf, des datations C^{14} de 21.100 et 18.500 B.P. ont été trouvées (A. Semmel, 1967).

K. Brunnacker présente la position de l'Eltviller Tuff dans la stratigraphie des loess de l'Eifel et

de la Niederrheinische Bucht. Il le situe entre le Boden II parallélisé avec le sol de Stillfried B et le Boden III pour lequel il a proposé une corrélation avec l'interstade de Laugerie-Lascaux. Le Boden III est l'équivalent de l'horizon à langues visible à Rocourt.

P. Haesaerts présente ses découvertes archéologiques et les datations absolues qu'il a obtenues sur des échantillons de la coupe de Rocourt.

Il mentionne la découverte, dans l'horizon blanchâtre du sol de Rocourt (DC), d'une importante concentration de silex taillés apparentés au Paléolithique supérieur par leur technologie (P. Haesaerts, 1978), puis il donne lecture des datations C¹⁴ obtenues à la suite de cette découverte pour le sommet et la base de l'horizon humifère.

Soit : - E.A.2. : GrN - 9081 = 35.900 ± 1000 B.P.
sur extrait
: GrN - 9186 = 38.550 ± 700 B.P.
sur résidu

- E.A.1 : GrN - 9080 = > à 47.800, sur extrait.

Ces datations, apparemment cohérentes, confirment donc la présence d'un hiatus important au sein de l'horizon humifère. En outre, contrairement au schéma chronostratigraphique classiquement admis, elles impliqueraient un âge relativement récent pour les loess hesbayens, ce qui semble en accord avec la présence de l'Eltviller Tuff sous l'horizon à langues à Rocourt.

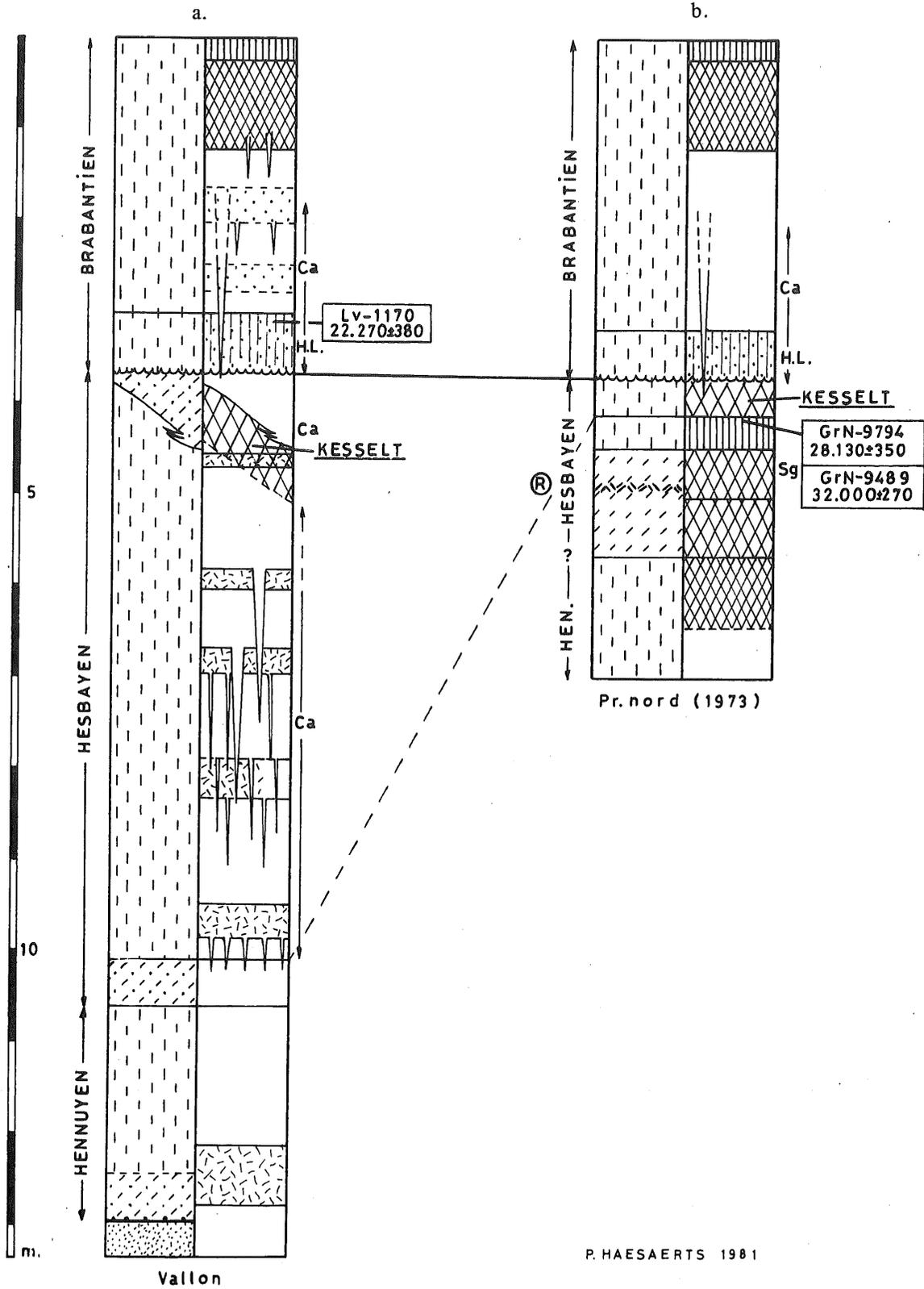
DISCUSSION

Dans leurs exposés, A. Semmel et K. Brunnacker ont demandé où était le sol de Kesselt. E. Juvigné répond que F. Gullentops (1954) a écrit qu'il n'existe pas de preuve formelle de la présence du sol de Kesselt à Rocourt.

- B. BASTIN : Est-il possible de distinguer le Rambacher Tuff de l'Eltviller Tuff par la minéralogie et quel est l'âge du Rambacher Tuff ?
- E. JUVIGNE : Il n'existe qu'un seul résultat d'analyse du Rambacher Tuff. Il n'est pas possible sur cette seule base de le différencier de l'Eltviller Tuff. En ce qui concerne l'âge du Rambacher Tuff, il est connu

en Hesse au-dessus du Lohner Boden (Stillfried B) et sous l'Eltviller Tuff.

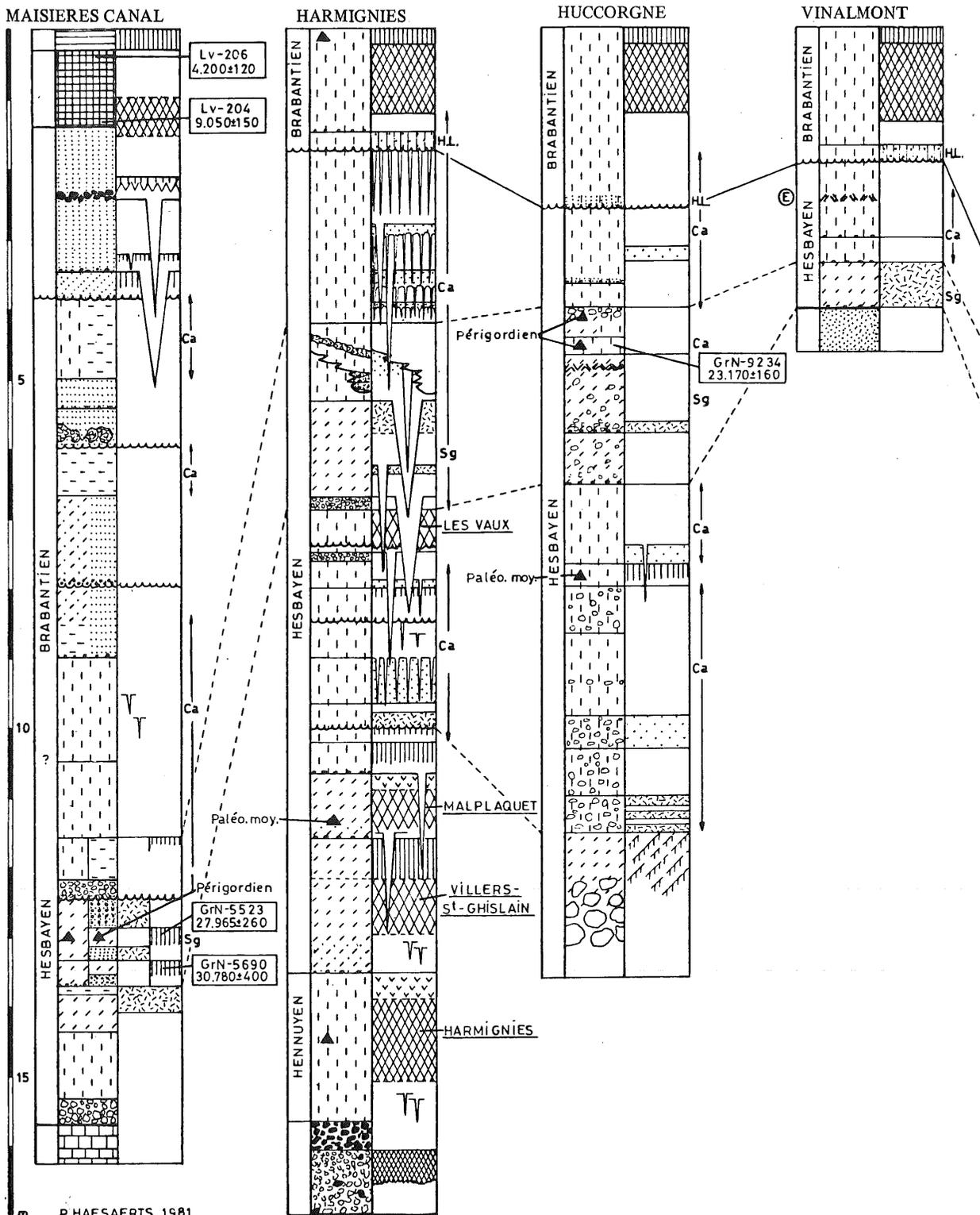
- J. SOMME : Peut-on raccorder les tufs volcaniques sur base de leur seule composition minéralogique ?
- E. JUVIGNE : C'est possible quand il existe des minéraux spécifiques, mais il faut nécessairement tenir compte du contexte stratigraphique général. En ce qui concerne le tuf que nous parallélisons avec l'Eltviller Tuff, il n'y a pas de minéraux spécifiques. Une autre corrélation a été proposée récemment par F. Gullentops (Excursion de la Société belge de Géologie, 28-3-1981). Celui-ci a suggéré le volcan d'Ormont comme point d'émission de notre tuf. Cette corrélation ne me semble pas acceptable car les pyroxènes monocliniques sont très différents (Juvigné montre des planches photographiques des pyroxènes de l'Eltviller Tuff et du volcan d'Ormont).
- J. SOMME : Que devient le sol de Rocourt dans la nouvelle interprétation ?
- P. HAESAERTS : Sur la base de la typologie des sols, le sol de Rocourt est comparable au pédocomplexe inférieur de la Cuesta d'Harmignies (fig.3, col.2) lequel comprend les sols d'Harmignies, de Villers-Saint-Ghislain et de Malplaquet (P. Haesaerts, 1978). Ces sols ont été rapportés respectivement au dernier interglaciaire et aux premiers épisodes tempérés froids du début glaciaire en tenant compte d'une part de la composition des assemblages de minéraux lourds des dépôts (E. Juvigné, 1978) et d'autre part de la position de ce pédocomplexe par rapport aux nappes alluviales qui jalonnent l'incision du réseau hydrographique de la Haine (P. Haesaerts, 1980 ; D. Cahen, P. Haesaerts, B. Szabo et W. Van Neer, 1981).
- J. SOMME ; Les artefacts découverts sous l'horizon humifère appartiennent-ils au Paléolithique supérieur ou sont-ils de type Paléolithique supérieur ? Cette question est justifiée par des découvertes similaires faites récemment à Seclin (France) et à Rheindahlen (R.F.A.).
- P. HAESAERTS : L'assemblage lithique de Rocourt est de type paléolithique supérieur. Il se distingue nettement des industries de Seclin et de Rheindahlen par la prédominance du débitage laminaire et par l'absence de débitage Levallois ; d'autre part, les outils, bien que peu abondants, sont tous de type lame à dos abattu. Semblable assemblage typologique ne peut être utilisé comme moyen de datation,



P. HAESAERTS 1981

Figure 2.- Séquence stratigraphique des dépôts pléistocènes de la briqueterie Nelissen à Kesselt. Légende, voir figure 1.

- d'autant plus que les datations C¹⁴ de l'horizon humifère donnent des âges trop anciens pour le Paléolithique supérieur.
- J. SOMME : Il faut accorder une importance fondamentale à la signification morphostratigraphique de quelques horizons. Il faut ensuite confronter le schéma stratigraphique aux données de la biostratigraphie et ensuite rendre compte de l'ensemble.
 - P. HAESAERTS : Il ne faut pas raisonner indéfiniment dans le même système lithostratigraphique. Il est préférable de comparer différentes séquences construites à partir d'arguments divers (lithostratigraphie, sols fossiles, phénomènes périglaciaires, datations C¹⁴, archéologie, etc ...) Le schéma final se doit d'intégrer de manière cohérente l'ensemble des arguments.
 - R. PAEPE : L'aspect morphostratigraphique est fondamental. Un exemple significatif est donné par l'horizon cryoturbé que l'on voit à la base du Brabantien et que l'on peut suivre d'Amersfoort jusque dans le Bassin de Paris. Cet horizon est le résultat de conditions climatiques très particulières.
 - H. MUCHER : Les langues fauchées de la partie supérieure du sol de Rocourt peuvent également s'expliquer par un écoulement boueux périglaciaire. En ce qui concerne les loess les plus récents, Slager de Wageningen a montré qu'il existe des loess tardiglaciaires.
 - E. PAULISSEN : Existe-t-il dans d'autres profils des renseignements sur l'hiatus important qui existe entre le sommet du sol de Rocourt et la base de l'horizon humifère ?
 - P. HAESAERTS : Dans les coupes de loess, les hiatus sont fréquents mais le plus souvent difficilement perceptibles et quantifiables. Des hiatus de l'ordre de plusieurs millénaires ont été reconnus dans la partie inférieure de plusieurs coupes de Moyenne Belgique, notamment à Wezembeek Oppem où un dépôt tourbeux daté 33.050 ± 850 B.P. reposait directement sur un sol lessivé de type interglaciaire (voir fig. 3, colonne 5).
 - B. BASTIN : J'ai réalisé un diagramme pollinique sur des échantillons prélevés dans une paroi qui n'existe plus et ne puis transposer mon diagramme sur la paroi examinée aujourd'hui.
 - P. HAESAERTS : La remarque de B. Bastin est acceptable en ce qui concerne la moitié inférieure du diagramme ; pour la moitié supérieure par contre, la colonne stratigraphique qui l'accompagne ne laisse guère de doutes sur son attribution au limon humifère EA 2 et au limon argileux EB sus-jacent.
- 3.- CARRIERE DE LIXHE (P. Haesaerts et E. Juvigné)
- E. JUVIGNE signale que la coupe de loess est actuellement étudiée par F. Gullentops. Il montre une séquence comprenant deux dépôts de loess calcaire séparés par un horizon à langues. L'Eltviller Tuff se présente en une bande continue de plusieurs mm d'épaisseur dans le loess inférieur stratifié. Ce tuff a été découvert dans cette coupe par A. Semmel et E. Juvigné au cours de l'excursion du Congrès DEUQUA de septembre 1980.
 - P. HAESAERTS ; Présente cette coupe comme un relais entre Rocourt et Kesselt. Il insiste sur le fait qu'à Lixhe l'horizon à langues est surmonté d'un loess calcaire poudreux (Brabantien) et est ainsi nettement isolé du sol holocène. Il rappelle qu'à Rocourt la zone de décalcification du sol holocène descend sous l'horizon à langues.
 - A. SEMMEL : fait remarquer qu'au cours du Congrès DEUQUA, F. Gullentops a présenté l'horizon à langues sous le nom de sol de Kesselt.
 - E. JUVIGNE : arrose la coupe d'HCl et démontre qu'il n'y a pas d'horizon décalcifié sous l'horizon à langues jusqu'au niveau du tuf volcanique ; il conclut à l'absence du sol de Kesselt à cet endroit. Il donne lecture d'un résultat récent obtenu par F. Gullentops pour l'horizon à langues. Il s'agit de deux datations C¹⁴ obtenues sur humates extraits de l'horizon à langues à Lixhe (GrN - 10328 = 22.190 ± 130 B.P.) et à Kesselt (Lv - 1172 = 22.270 ± 380 B.P.).
- Il insiste alors sur le double intérêt de cette citation :
1. F. Gullentops s'en tient dans ce texte à sa définition originale du sol de Kesselt.
 2. L'âge proposé pour l'horizon à langues limite à plus de environ 22.200 B.P. le moment du dépôt de l'Eltviller Tuff. En conséquence, la période d'émission se situerait entre environ 22.200 B.P. et 30.000 B.P.



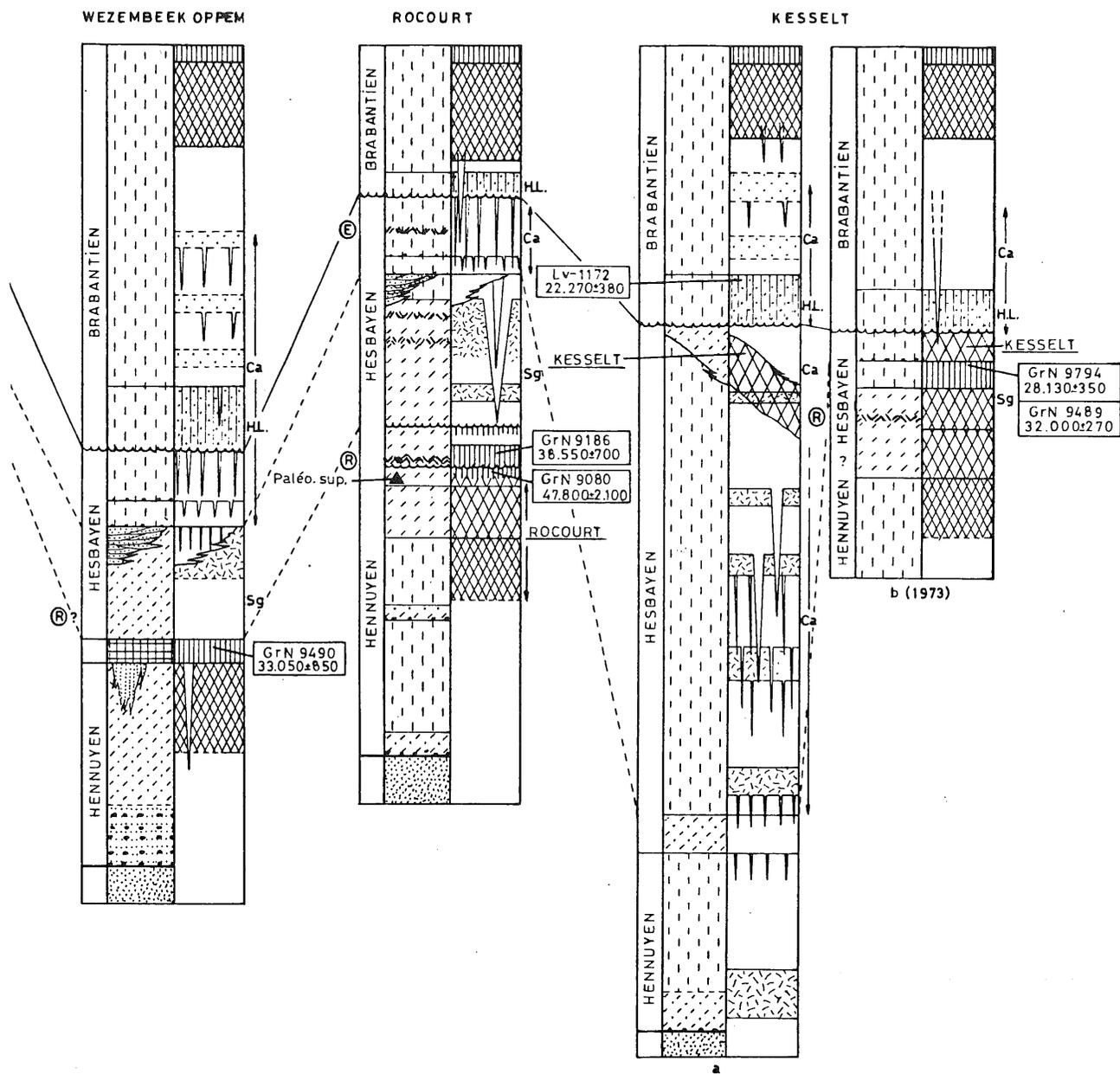


Figure 3.- Tableau comparatif de diverses séquences loessiques de Moyenne Belgique.
Légende, voir figure 1.

- E. MEIJS : Le tuf volcanique est bien présent dans le chenal étudié par F. Gullentops.
- E. JUVIGNE : C'est précisément là que nous l'avons découvert en septembre 1980. Cette fine couche avait été vue par F. Gullentops mais celui-ci ne lui avait accordé aucune signification particulière.
- A. SEMMEL : Y a-t-il d'autres horizons à langues de ce type dans les loess belges ?
- P. HAESAERTS : Nous n'en connaissons qu'un seul ; à chaque fois il s'inscrit au contact entre un loess jaune grisâtre homogène (Brabantien) et un loess jaune pâle finement stratifié (Hesbayen).
- J. SOMME : C'est un horizon à langues similaire à celui de Lixhe qui a servi de repère pour les corrélations entre les loess de Belgique et ceux du Nord de la France.
- P. HAESAERTS situe l'horizon à langues et le sol de Kesselt dans le contexte morphologique. Il signale que les profils de la briqueterie recoupent un large vallon fossile orienté selon un axe \pm est-ouest, que colmatent plus de 10 m de loess. Alors que les loess brabantiens et l'horizon à langues suivent la topographie actuelle, les loess hesbayens par contre présentent des variations d'épaisseur importantes, de l'ordre de 1 à 5 m selon les endroits. C'est également le cas de l'horizon décalcifié du sol de Kesselt qui atteint près de 3 m d'épaisseur au centre du vallon fossile.
P. Haesaerts interroge ensuite B. Bastin sur la signification du diagramme pollinique qu'il a réalisé dans la briqueterie.
- B. BASTIN : Au cours du prélèvement de mes échantillons, F. Gullentops m'a indiqué l'horizon à langues en qualité de sol de Kesselt. J'ai mis en évidence un accroissement important des pollens d'arbres dans l'horizon à langues. De forts pourcentages d'arbres subsistent cependant au-dessus de cet horizon mais la présence des hystrichosphères y atteste un remaniement.

4.- BRIQUETERIE NELISSEN A KESSELT

(P. Haesaerts et E. Juvigné)

4.1.- Coupe dans le sol de Kesselt et l'horizon à langues.

- E. JUVIGNE : regrette le départ de R. Paepe au moment précis d'engager la discussion sur un problème qui les divise, à savoir l'usage qui a été fait du vocable "Sol de Kesselt". Il présente le sol de Kesselt *sensu stricto* et l'horizon à langues. Il lit la description et l'interprétation donnée par F. Gullentops en 1954 et arrose la séquence d'HCl pour bien faire ressortir la présence d'un horizon décalcifié sous l'horizon à langues.
Il insiste également sur le fait que, à partir de 1966, dans la littérature, le nom de sol de Kesselt a été systématiquement appliqué à l'horizon à langues sans se soucier de la présence éventuelle d'un horizon pédologique décalcifié et enrichi en argile entre et sous les langues. Il cite en exemple un article de R. Paepe (1966).
Il rappelle d'une part la datation C¹⁴ de l'horizon à langues obtenue récemment par F. Gullentops (environ 22.200 B.P.) et d'autre part la corrélation proposée en 1957 par F. Gullentops entre le sol de Kesselt, *sensu stricto*, et l'interstade Würm II/Würm III de F. Bordes correspondant à la transition entre le Paléolithique moyen et le Paléolithique supérieur. Il en résulte que le cailloutis décrit entre les langues et le sol de Kesselt représenterait une lacune stratigraphique d'au moins 10.000 ans. Il est donc inadmissible d'associer systématiquement l'horizon à langues au sol de Kesselt comme l'ont fait certains auteurs.
- E. PAULISSEN : Pourquoi une partie du double interstade Arcy-Kesselt doit-il être mis en relation avec le creusement du chenal d'érosion affectant le sol de Kesselt sous l'horizon à langues intact ?
- P. HAESAERTS : Cette interprétation est liée à la confusion entre le sol de Kesselt *sensu stricto* et l'horizon à langues. J'ai observé le chenal d'érosion décrit par F. Gullentops (1954), environ 50 m au nord du profil actuel (fig. 2 a). A cet endroit, l'horizon décalcifié atteignait 80 cm d'épaisseur et se poursuivait latéralement sous le chenal d'érosion dont il soulignait la limite inférieure. Ceci laisse donc supposer que le creusement du chenal était déjà réalisé lors de la formation du sol de Kesselt ; le remplissage du chenal, par contre, serait postérieur à la pédogenèse car, outre des colluvions sablo-limoneuses non calcaires, il incorpore dans sa partie inférieure de grandes lentilles de loess pur très riche en carbonate, lesquelles enregistrent sans doute les premiers apports loessiques brabantiens.
D'autre part, il ne nous a pas été possible de déceler un enrichissement en argile au niveau du sol de Kesselt en place, mais bien dans la partie supérieure du remplissage colluvial du chenal qui présente des teneurs en argile de l'ordre de 19 ‰, supérieures de 2 à 3 ‰ à celles des loess sus et sous-jacents.

- H. MUCHER : L'étude en lames minces du profil de Nagelbeek démontre la présence de structures pédologiques et de débris organiques dans l'horizon à langues. Par contre, sous cet horizon, aucune trace de pédogenèse n'a été observée. En conséquence, c'est l'horizon à langues qui doit être considéré comme repère pédostratigraphique. D'autre part, à Nagelbeek, ni l'horizon à langues ni l'horizon sous-jacent ne sont décalcifiés. Dans l'horizon à langues, il s'agit de carbonates recristallisés tandis que dans l'horizon sous-jacent, les carbonates sont primaires. A Kesselt, la décalcification me semble étroitement liée à la géomorphologie.
 - J.P. LAUTRIDOU : La décalcification n'est pas nécessairement le résultat d'une pédogenèse ce qui met en doute l'existence du sol de Kesselt.
 - E. JUVIGNE : Le sol de Kesselt *sensu stricto* n'a été décelé par F. Gullentops que dans le profil de Kesselt et peut-être à Safraanberg. Tous les autres auteurs qui ont utilisé ce terme l'ont en général appliqué à l'horizon à langues.
 - J. SOMME : L'horizon cryoturbé sert de moyen de corrélation à longue distance ; il faut lui donner un nom.
 - A. PISSART : Au cours d'une excursion précédente passant par Rocourt et Kesselt, il avait été déclaré qu'il n'y avait pas davantage de matière humique dans l'horizon à langues que dans les horizons sus et sous-jacents. En conséquence, on avait admis que la coloration de l'horizon à langues ne pouvait s'expliquer que par l'arrivée de limon gris. Les datations C^{14} qui viennent d'être faites démontrent au contraire un enrichissement en matière humique ; d'autre part, H. Mucher vient de rapporter l'existence de structures pédologiques, si bien que l'horizon à langues peut maintenant être considéré comme un sol. Dans un article dont je suis co-auteur (A. Pissart *et al.*, 1970), la confusion a été faite entre l'horizon à langues et le sol de Kesselt.
 - E. JUVIGNE demande à B. Bastin si son diagramme pollinique de l'horizon à langues pourrait refléter l'interstade de Laugerie-Lascaux dans la mesure où K. Brunnacker vient de proposer une corrélation entre son Boden III (Laugerie-Lascaux) et l'horizon à langues.
 - B. BASTIN : C'est possible dans la mesure où on ne peut actuellement caractériser chaque interstade par un assemblage pollinique original.
 - P. HAESAERTS : Les datations C^{14} obtenues par F. Gullentops s'opposent à une corrélation avec l'interstade de Laugerie-Lascaux.
 - Ar. LEROY-GOURHAN : Si on admet un âge d'environ 27.000 B.P. pour le sol de Kesselt, *sensu stricto*, on ne peut plus maintenir la corrélation faite par F. Gullentops entre ce sol et le passage du Paléolithique moyen au Paléolithique supérieur. En effet, on admet aujourd'hui un âge d'environ 35.000 B.P. pour cette transition.
 - A. BEUGNIES : Un stratotype a été défini ici et il semble que cette définition ne soit plus opportune. Il faudrait d'abord laisser tomber en désuétude le terme sol de Kesselt et ensuite donner un nom à l'horizon à langues en le définissant dans un stratotype.
 - P. HAESAERTS : L'horizon décalcifié, observé sous l'horizon à langues, s'est développé à partir du sommet des loess hesbayens. J'estime que cet horizon répond parfaitement à la définition initiale du sol de Kesselt proposée par F. Gullentops (1954) ; par conséquent, cette dénomination doit être maintenue.
- 4.2.- Coupe dans le vallon fossile.
- La coupe présentée par P. Haesaerts est située en contrebas du profil précédent ; elle comprend environ 4,50 m de loess hesbayen finement stratifié ainsi que 4 horizons gris soulignés par des précipitations d'hydroxydes de fer, lesquels correspondent aux Nassböden décrits par F. Gullentops (1954). P. Haesaerts arrose la coupe d'HCl et souligne de la sorte la limite de décalcification du sol de Kesselt qui se situe ici à près de 3 m sous l'horizon à langues.
- E. JUVIGNE montre dans cette séquence des bandes noires qui consistent en précipitations de manganèse et signale n'avoir pas trouvé l'Eltviller Tuff dans la carrière de Kesselt.
 - E. MEIJS : J'ai trouvé quelques minéraux volcanique dans cette séquence.
 - E. JUVIGNE : J'ai fait une observation identique mais les concentrations sont insuffisantes pour conclure à la présence de l'Eltviller Tuff.

4.3.- Coupe au nord du vallon fossile

- E. JUVIGNE présente une coupe située à environ 10 m de celle qu'il a découverte et décrite en 1973 (fig. 2 b). Il montre le sol de Rocourt ainsi qu'un horizon humifère sous-jacent qu'il a rapporté au sol de Warneton. Il signale la présence des minéraux volcaniques du tuf de Rocourt à l'état remanié avec un maximum de concentration sous l'horizon humifère. Il arrose la séquence d'HCl et fait remarquer l'absence de décalcification et conséquemment du sol de Kesselt directement sous l'horizon à langues. Il insiste une nouvelle fois sur le fait que pour lui le sol de Kesselt est un phénomène local même dans le *locus typicus*.

- P. HAESAERTS signale avoir observé le sol de Kesselt en place sous l'horizon à langues dans la coupe ouverte en 1973 (fig. 2 b) et attribue la faible épaisseur des loess hesbayens en cet endroit à la position marginale de la coupe par rapport au vallon fossile. Il donne ensuite lecture des datations C^{14} qu'il a obtenues dans la même coupe pour la partie supérieure de la couche humifère soit :

- GrN-9489 = 32.000 + 270 B.P. (sur extrait), et

- GrN-9794 = 28.130 + 350 B.P. (sur résidu).

Il relève le caractère ambigu de ces datations dû au fait que l'âge obtenu pour l'extrait soit supérieur à celui obtenu pour le résidu du même échantillon et estime que cette inversion pourrait résulter d'une infiltration de matière humique plus ancienne en provenance de la partie inférieure du dépôt, auquel cas 28.000 B.P. constituerait alors un âge maximum pour le sommet de la couche humifère. Il propose donc de rapporter l'ensemble des loess hesbayens calcaires de Kesselt au Pléniglaciaire supérieur, ce qui implique un âge de peu antérieur à 22.000 B.P. pour la pédogenèse du sol de Kesselt, compte tenu des datations obtenues sur les humates de l'horizon à langues à Lixhe et à Kesselt.

- P. HAESAERTS présente ensuite un tableau comparatif situant les séquences de Rocourt et de Kesselt dans un cadre stratigraphique régional (fig. 3). Il fait observer que dans la plupart des sites étudiés, la succession "loess hesbayens calcaires - horizon à langues - loess brabantiens" est présente à chaque fois au-dessus d'un complexe limoneux plus ou moins hydromorphe, lequel incorpore des habitats du Périgordien supérieur datés respectivement 27.965 ± 260 B.P. (GrN - 5523) à Maisières-Canal et 23.170 ± 160 B.P. (GrN - 9234) à Huccorgne (1). En outre,

la partie supérieure de ce complexe a enregistré le développement d'un ou de plusieurs permafrosts, ce dont témoigne la forte structure de ségrégation de glace partout présente à ce niveau, ainsi que les larges coins de glace qui y sont associés à Harmignies et à Rocourt. Enfin, à Wezembeek Oppem, ce complexe est sus-jacent à une couche tourbeuse datée 33.050 ± 850 B.P. (GrN-9490), datation comparable à celles obtenues pour les horizons humifères à Rocourt et à Kesselt.

En conséquence, il estime l'ensemble des données disponibles actuellement, compatible avec un âge pléniglaciaire supérieur pour les loess hesbayens calcaires et situe le début de la sédimentation peu après 28.000 B.P.

Il signale également que cette nouvelle interprétation est en accord avec les données téphrostratigraphiques dans la mesure où la présence de l'Eltviller Tuff au sein des loess hesbayens calcaires permet une corrélation avec la partie supérieure de la couverture loessique sus-jacente au Lohner boden (Stillfried B) en Hesse.

- E. PAULISSEN demande à P. Haesaerts si tout le Hesbayen et ses 5 sols ont pu se développer en 6.000 ans.

- P. HAESAERTS signale que les loess hesbayens atteignent au maximum 6 m d'épaisseur à Kesselt, ce qui pour une durée de 6.000 ans représente une vitesse de sédimentation minimum globale de 1 mm par an. Il estime cette valeur compatible avec le type de sédimentation loessique, d'autant plus qu'à Kesselt les loess se sont accumulés dans un vallon qui a probablement fonctionné comme piège à sédiments.

5.- CARRIERE BRULL A NAGELBEEK

(O. Kuyl, H. Mucher et W. Roebroeks ; traduction du néerlandais par P. Haesaerts).

La Carrière Brull à Nagelbeek (commune de Schinnen, Pays-Bas) recoupe un ensemble de sables miocènes et de dépôts fluviatiles mosans d'âge Pléistocène inférieur ou moyen (Dépôts de Sint-Geertruid), lesquels y sont surmontés d'une couverture loessique d'une dizaine de mètres d'épaisseur.

(1) La datation obtenue pour le Périgordien supérieur de Huccorgne fournit probablement un âge minimum car elle fut effectuée sur le collagène de fragments osseux récoltés entre 1 et 2 m sous la surface du sol actuel.

L'analyse paléomagnétique des dépôts mosans effectuée par Bruins (Landbouw Hoogschool, Wageningen) a révélé une magnétisation inverse pour la partie inférieure de cette unité ; on peut donc supposer que l'inversion magnétique Brunhes-Matuyama se serait produite lors de la mise en place au Sud-Limbourg des dépôts de Sint-Geertruid appartenant à la Formation de Sterksel (Bruins, 1980).

La coupe de loess de Nagelbeek a fait l'objet de diverses études, notamment par les membres du Rijks Geologische Dienst Heerlen (voir O. Kuyl, 1980) ; parallèlement, W. Vreeken et H. Mucher ont effectué une étude détaillée d'environ 400 m de coupe (voir fig. 4), basée entre autre sur une approche micromorphologique des dépôts, dont les résultats ne sont que partiellement publiés (W. Vreeken et H. Mucher, 1981 ; H. Mucher et W. Vreeken, 1981).

Nous nous limiterons ici à un bref aperçu de la stratigraphie des dépôts loessiques classiquement subdivisés en loess inférieur, loess moyen et loess supérieur. Le loess inférieur, attribué au Saalien, appartient à la formation d'Eindhoven, tandis que le loess moyen et le loess supérieur, d'âge weichselien, font partie intégrante de la formation de Twenthe (W. Zagwijn et Van Staaldin, 1975).

5.1.- Loess inférieur.

A Nagelbeek, le loess inférieur est représenté par environ 2,50 m d'un limon brun jaune (10 YR 5/6), non calcaire, au sommet duquel s'est développé un paléosol ; quant à la partie inférieure du limon, elle est caractérisée par une structure lamellaire sub-horizontale ainsi que par quelques concrétions calcaires et précipitations d'hydroxydes de fer en anneaux de Liesegang.

Dans l'ensemble, le paléosol au sommet du loess inférieur est fortement tronqué, excepté en quelques endroits où un profil complet a pu être observé. Celui-ci comprend les horizons suivants :

- horizon A 2 : 15 cm de limon brun jaune (10 YR 6/6) à brun clair (10 YR 7/4) ;
- horizon B 1 : 15 cm de limon brun jaune (10 YR 5/6) ;
- horizon B 2t : 55 cm de limon brun foncé (7,5 YR 5/6) ;
- horizon B 3 : 50 cm de limon brun jaune (10 YR 5/6).

Ce paléosol a été désigné sous le nom de "Sol de Rocourt", sur la base de son contexte stratigraphique et de ses caractères morphologiques, par référence au "Sol de Rocourt" décrit par F. Gullentops (1954).

Le mode de dépôt du sédiment dans lequel s'est formé le paléosol a pu être reconstitué en comparant

les données de l'analyse micromorphologique et des données expérimentales (H. Mucher *et al.*, 1981). Il en résulte que la pédogenèse s'est développée dans un sédiment éolien remanié sous l'action combinée de deux processus : un remaniement par ruissellement non accompagné de précipitations (afterflow), suivi d'un remaniement par ruissellement associé à des précipitations liquides (rainwash), lequel alterne avec de courts épisodes de "afterflow". Une exception est constituée par un profil proche de la station + 13 m (Fig. 4) où les 130 cm supérieurs du paléosol (vers 111 m d'altitude) correspondent à un loess en place (H. Mucher et W. Vreeken, 1981).

5.2.- Loess moyen.

Localement, le loess inférieur est surmonté d'environ 25 cm d'un limon dont la couleur, la texture et l'organisation interne sont similaires à celle de l'horizon A2 du "sol de Rocourt" ; en lame mince cependant, il montre une légère stratification sub-horizontale ce qui a conduit W. Vreeken et H. Mucher (1981) à le désigner sous le nom de "pseudo horizon A2".

Au-dessus de cet horizon s'observent localement 90 cm d'un limon jaune brun, calcaire, stratifié, issu d'un remaniement du "sol de Rocourt" ; dans la partie supérieure de ce limon fut enregistrée une nouvelle pédogenèse de type sol brun lessivé dont il ne subsiste qu'un horizon B2 ou B3 faiblement développé. O. Kuyl (1980) ainsi que W. Vreeken et H. Mucher (1981) ont proposé un parallélisme entre ce sol et le "sol de Warneton" décrit en Belgique (R. Paepe et R. Van Hoorne, 1967). W. Vreeken et H. Mucher (1981) en particulier ont insisté sur le fait qu'il s'agissait là d'une corrélation basée exclusivement sur le contexte stratigraphique du profil et non sur ses caractères morphologiques ; ils ont par ailleurs envisagé l'attribution de cette pédogenèse à un épisode final de l'Eemien, lequel serait alors séparé de la pédogenèse du "sol de Rocourt" par une période d'instabilité du paysage se traduisant par une reprise de l'érosion.

Le loess sus-jacent à ce "sol de Warneton" passe progressivement vers le haut à un loess calcaire nettement stratifié et pourrait refléter un contexte climatique froid et humide, ce que suggèrent également les fines fentes de gel observées dans la partie inférieure du dépôt. En effet, une étude récente effectuée par H. Mucher, en collaboration avec le "Centre de Géomorphologie du C.N.R.S." à Caen (France) ainsi qu'avec J. De Ploey de Louvain (Belgique), laisse supposer que la formation de ce type de fente nécessiterait un climat nettement froid, dans la mesure où des tempéra-

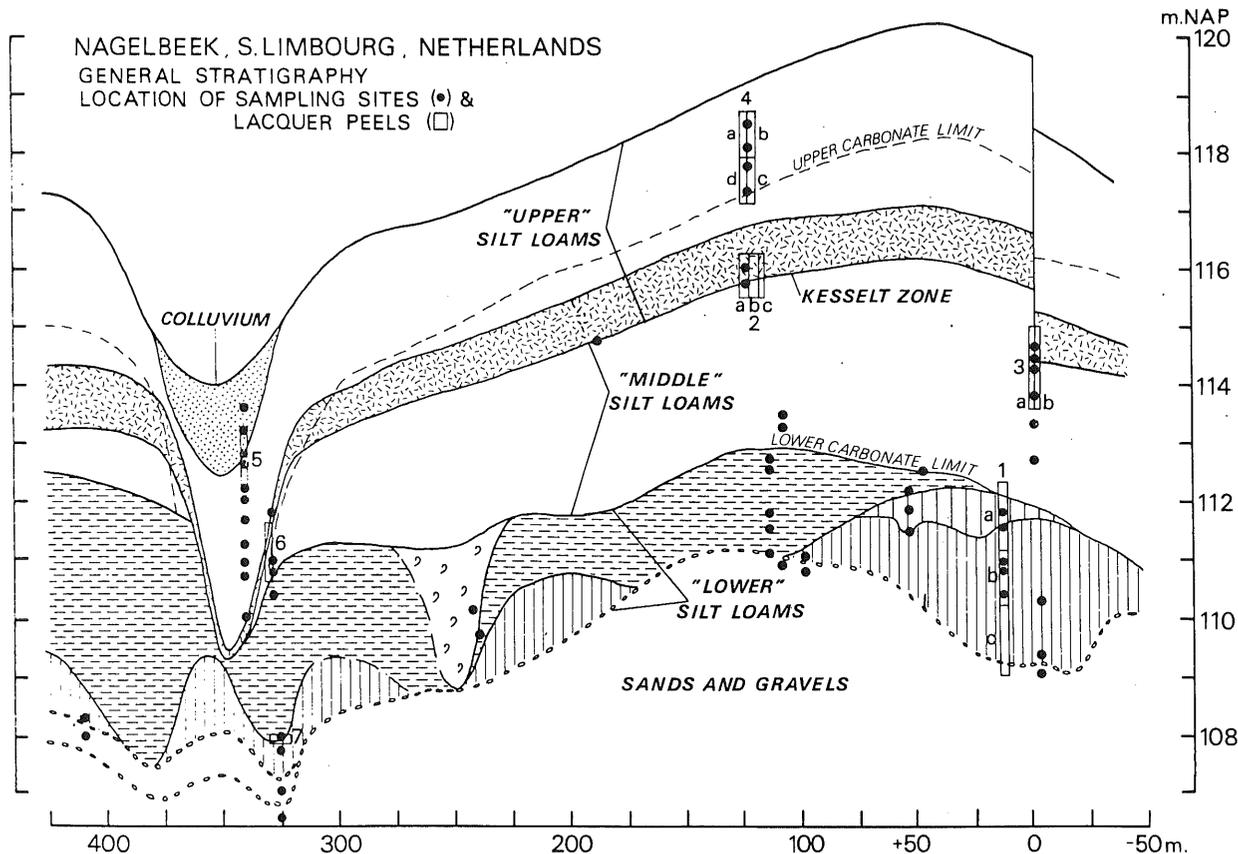


Figure 4.- Carrière Nagelbeek ; transect simplifié à exposition N.N.O.
(cfr. Fig. 3A, B, C et D in Vreeken et H. Mucher, 1981)

tures de l'ordre de -10°C reproduites expérimentalement n'ont point abouti à la formation de fentes de gel ni même de fissures millimétriques dans le sol.

Une faune de mollusques a été récoltée dans le remplissage d'un chenal situé à proximité de la station + 250 m entre ± 109 et ± 111 m d'altitude (Fig. 4) et fut analysée par Meijer (1979) du Rijks Geologische Dienst (Haarlem, Pays-Bas). Il s'agit d'une faune froide suggérant un environnement périglaciaire. La datation C^{14} GrN - 9014 = 26.800 ± 400 B.P. fut obtenue sur un échantillon composé essentiellement de coquilles de *Trygia* sp. Cette datation paraît cependant trop jeune eu égard à l'âge de ± 45.000 B.P. escompté du fait du contexte lithostratigraphique de l'unité ; la différence résulte sans doute d'une élimination insuffisante des carbonates secondaires de l'échantillon daté.

Mentionnons pour terminer la présence dans le loess moyen de deux bandes grises (Nassböden ?) qui n'ont pas encore fait l'objet d'une étude approfondie, ainsi que la mise en évidence dans la partie supérieure de cette unité, de l'Eltviller Tuff par E. Meijs (1980)

d'une part et E. Juvigné et A. Semmel (1981) d'autre part.

Les minéraux lourds de l'Eltviller Tuff ont également été analysés au Laboratoire de Géographie physique et de Pédologie (Amsterdam) selon la méthode de décantation combinée à une centrifugation de type "overflow" pour les fractions fines ; ils consistent principalement en clinopyroxènes (augites basaltiques aegiriques et titanifères) et en olivine, auxquels s'ajoutent de faibles pourcentages de verres volcaniques (liés à des clinopyroxènes verts) et de titanite, l'ensemble de ces minéraux ayant été extrait des fractions 32-50, 50-75 et 75-150 μm (voir également E. Meijs, 1980).

Le loess moyen étant dans l'ensemble carbonaté lors de son dépôt, il ressort de la figure 4 que la décalcification s'est faite à partir du sommet de la couverture loessique et qu'elle fut conditionnée dans une large mesure par le contexte géomorphologique et hydrologique local. Ceci est bien exprimé à hauteur de la station + 350 où la limite de décalcification supérieure s'incurve fortement au niveau d'une ancienne dépression.

5.3.- Loess supérieur.

La limite entre le loess moyen et le loess supérieur se situe au niveau de la base de la "Kesselt zone" (figure 4). Cet horizon témoignerait d'une faible pédogénèse dans la mesure où l'analyse micromorphologique révèle la présence de carbonates secondaires, de matière humique et de bioturbations ("biopores"), caractères qui le distinguent nettement du loess sous-jacent. Ultérieurement, cet horizon fut déformé par des cryoturbations, qui sont à l'origine de l'aspect plissé qui le caractérise. Immédiatement sous la "Kesselt zone", s'observe une couche de limon finement stratifié dépourvu de tout caractère pédologique.

Il importe également de souligner la présence d'une grande fente de gel qui, au départ du loess supérieur, traverse la "Kesselt zone" et pénètre le loess moyen sous-jacent. C'est au sommet du loess supérieur que s'est développé le sol holocène, lequel est localement surmonté de colluvions dont le dépôt débuta probablement il y a quelque 2.000 ans pendant la période romaine.

En guise de conclusion, les aspects suivants de l'analyse micromorphologique des dépôts loessiques de Nagelbeek méritent d'être soulignés ici

1. L'analyse en lame mince de sédiments apparemment homogènes peut révéler la présence de fines stratifications.
2. Le caractère stratifié d'un dépôt, visible macroscopiquement, peut s'avérer en lame mince le résultat d'une accentuation d'une structure lamellaire suite à une infiltration d'argile, de manganèse ou d'hydroxydes de fer.
3. La présence de carbonates dans un dépôt ne peut être invoquée à l'appui de certaines théories que s'il s'agit de carbonates primaires.
4. L'identification correcte de paléosols ne peut se concevoir sans analyse micromorphologique.

DISCUSSION

E. JUVIGNE rapporte que B. Bastin a étudié l'horizon à langues de Nagelbeek mais n'a pu réaliser de diagramme pollinique en raison de la pauvreté en pollen.

- G. SERET : Le tuf de Rocourt existe-t-il à Nagelbeek ?
- E. JUVIGNE : Je l'ai recherché sans succès dans trois séquences différentes.

- A. SEMMEL : Le sol qu'on nous présente comme Eemien pourrait être plus ancien car il ne ressemble pas au sol de Rocourt.
- H. MUCHER : C'est possible mais ce type de pseudogley est fréquent dans la région.
- J. de HEINZELIN : On ne voit pas de structures pédologiques dans le présent sol Eemien.
- H. MUCHER : Ces structures sont par contre bien visibles au microscope.
- E. JUVIGNE arrose l'horizon à langues et les niveaux sous-jacents. Il constate l'absence de décalcification et insiste à nouveau sur l'absence du sol de Kesselt.

6.- DISCUSSION FINALE

- A. PISSART : Je rappelle la proposition de A. Beugnies de donner un nom à l'horizon à langues. Le nom de sol de Kesselt ne peut être utilisé que dans son sens premier. Cette question devrait être discutée ultérieurement par un groupe de spécialistes. Je propose qu'une excursion semblable soit organisée prochainement en Allemagne de façon à suivre l'Eltviller Tuff dans les coupes de loess jusqu'en Hesse.
- A. BEUGNIES : Il est important de donner un nom à l'horizon à langues. Ce nom ne devrait pas contenir le vocable Kesselt pour éviter toute confusion. Je solliciterai F. Gullentops et R. Paepe pour qu'ils fassent connaître leurs avis sur la question. La proposition d'une excursion complémentaire en Allemagne doit être retenue.
- C. EK propose qu'au moins un chercheur de chaque pays représenté se prononce clairement sur le nom à donner à l'horizon à langues et sur l'usage à réserver au sol de Kesselt.
- J. SOMME : R. Paepe a déjà proposé le nom de "cryoturbated soil horizon" pour l'horizon à langues.
- E. JUVIGNE : Dans sa thèse, F. Gullentops l'a appelé "horizon à langues". R. Paepe a effectivement proposé en 1966 le vocable "cryoturbated soil horizon" mais l'a malheureusement mis en corrélation avec le sol de Kesselt.
- P. HAESAERTS : Les règles de nomenclature excluent un second usage du terme "Kesselt".
- E. JUVIGNE : Il y a maintenant trois raisons différentes de considérer l'horizon à langues comme un véritable sol :
 - 1.- B. Bastin a démontré qu'il correspond à un interstade ;

- 2.- Les datations C¹⁴ rapportées par F. Gullentops attestent la présence de matières organiques fossiles ;
- 3.- H. MUCHER y a découvert des microstructures typiques d'un sol.
- J.P. LAUTRIDOU : J'ai utilisé en Normandie "niveau de Kesselt" parce que je ne trouvais pas de sol. Ce qui est important, c'est le faciès à langues qui permet de faire des corrélations de la Normandie à la Belgique. Il jalonne partout un niveau d'érosion fondamental. Ceci le distingue de niveaux identiques dits de Saint-Romain et de Goderville qu'on trouve en Normandie au-dessus du niveau de Kesselt.
 - E. MEIJS : A la carrière Nékami, nous avons aussi un autre niveau cryoturbé sous l'horizon à langues.
 - A. BEUGNIES : On pourrait dire niveau à langues de Lixhe car le faciès y est typique et une des 2 premières datation C¹⁴ a été obtenue dans ce site.
 - E. JUVIGNE : Le nom de Lixhe doit être exclu car cette coupe va disparaître intégralement par exploitation de la craie sous-jacente.
 - P. BOSCH : Lixhe a déjà été utilisé dans les formations du Crétacé.
 - E. JUVIGNE : Le nom de Nagelbeek pourrait être retenu car il n'a pas encore été utilisé, le faciès de l'horizon à langues y est typique et H. Mucher en a démontré la valeur pédologique.
 - K. BRUNNACKER : Le nom de sol de Kesselt doit être abandonné, il s'agit de matériaux remaniés. L'horizon à langues est l'équivalent du Boden III.
 - G. SERET : Le niveau repère effectivement utilisé dans la stratigraphie des loess est le "niveau à langues" défini à Kesselt par F. Gullentops. La conservation du sol de Kesselt est moins généralisée. Il y aurait lieu de corriger la définition du strato-type. Au lieu de retenir le "sol de Kesselt", on adopterait le "niveau à langues de Kesselt". Je préfère niveau (car niveau d'érosion) à horizon.

En conclusion, le nom qui devrait désigner l'horizon à langues devrait évoquer trois choses importantes :

1. Le faciès à langues.
2. La nature pédologique (sol ou horizon).
3. Une localité type dont le nom n'a pas encore été utilisé, où le faciès est typique et où la coupe pourra être préservée. Dans cette optique, le nom de Nagelbeek est le mieux indiqué.

En conséquence, nous suggérons le vocable "HORIZON A LANGUES DE NAGELBEEK".

BIBLIOGRAPHIE

- BASTIN, B., 1969. Premiers résultats de l'analyse pollinique des loess en Belgique. Bull. AFEQ, 18, 3-11.
- BASTIN, B., 1971. Recherches sur l'évolution du peuplement végétal en Belgique durant la glaciation du Würm. Acta Geographica Lovaniensia, 9, 136 p.
- BORDES, F., 1954. Les limons quaternaires du bassin de la Seine. Stratigraphie et Archéologie paléolithique. Arch. Inst. Paléont. Hum., 26, 472 p.
- BRUINS, H.J., 1980. Paleomagnetische datering van de Maasterrassen in Zuid-Limburg en de genese van de hiermee verbonden Oud-Pleistocene Lössachtige sedimenten. Rapport Tap Project, L.H. Wageningen.
- CAHEN, D., HAESAERTS, P., SZABO, B. et VAN NEER, W., 1981. The middle Paleolithic site of Mesvin IV (Mons, Belgium) : contribution to the stratigraphy and the archeology of the Middle Pleistocene of Belgium. Nature, sous presse.
- FINK, J., 1954. Die fossilen Böden im österreichischen Löss. Quartär, 6 (2), 85-107.
- GULLENTOPS, F., 1954. Contributions à la chronologie du Pléistocène et des formes du relief en Belgique. Mém. Inst. Géol. de Louvain, 18, 125-252.
- GULLENTOPS, F., 1957. Stratigraphie du Pléistocène supérieur en Belgique. Geol. en Mijn., 19, 305.
- HAESAERTS, P., 1974. Séquence paléoclimatique du Pléistocène supérieur du bassin de la Haine. Ann. Soc. Géol. Belg., 97, 105-137.
- HAESAERTS, P., 1978. Contexte stratigraphique de quelques gisements paléolithiques de plein air de Moyenne Belgique. Bull. Soc. Roy. Anthrop. Préhist. Belgique, 89, 115-133.
- HAESAERTS, P., 1980. Stratigraphie des dépôts limoneux du Pléistocène supérieur de Moyenne Belgique : essai de zonation paléoclimatique. In "Problèmes de stratigraphie quaternaire en France et dans les pays limitrophes. Suppl. Bull. AFEQ, N.S.1, 167-173.
- HAESAERTS, P. et VAN VLIET-LANOË, B., 1981. Phénomènes périglaciaires et sols fossiles observés à Maisières-Canal, à Harmignies et à Rocourt. Biuletyn Peryglacjalny, 28, 291-324.
- JUVIGNE, E., 1974. Découverte de minéraux volcaniques à Kesselt (Limbourg). Ann. Soc. Géol. Belg., 97, 87-88.
- JUVIGNE, E., 1977. Zone de dispersion et âge des poussières volcaniques du tuf de Rocourt. Ann. Soc. Géol. Belg., 100, 13-22.
- JUVIGNE, E., 1978. Les minéraux denses transparents des loess de Belgique. Zeit. für Geomorph., 22, 68-88.
- JUVIGNE, E., 1980. Vulkanische Schwermineral in rezenten Böden Mitteleuropas. Geol. Rundschau, 63, 982-996.

- JUVIGNE, E. et SEMMEL, A., 1981. Un tuf volcanique semblable à l'Eltviller Tuff dans les loess de Hesbaye (Belgique) et du Limbourg néerlandais. *Eiszeit. und Gegenwart*, 31, 83-90.
- KUYL, O.S., 1980. Nagelbeek, in : O. Fränze (ed.), *Führer zur Exkursion 2 der Deutschen Quartärvereinigung vom 14. bis 16.9.1980*. Kiel, 84-96.
- LEROI-GOURHAN, Ar. et A., 1964. *Chronologie des grottes d'Arcy-sur-Cure (Yonne)*. *Gallia-Préhistoire*, 7, 1-64.
- MEIJER, T., 1979. Onderzoek naar de ontwikkeling van de mollusken-fauna in de löss van Nagelbeek (Gem. Schinnen, Limburg). Intern. Rapport nr. 1315 van de Rijks Geologische Dienst, Afd. Macropalaeontologie Kaenozoicum, Haarlem, Nederland, 19 pp.
- MEIJS, E.P.M., 1980. A short note on the presence of the Eltviller Tuff layer in the surroundings of Maastricht. *Geologie en Mijnbouw*, 59, 4, 409-410.
- MUCHER, H.J., DE PLOEY, J. and SAVAT, J., 1981. Response of loess materials to simulated translocation by water : micromorphological observations. *Earth Surface Processes and Landforms*, 6, 3-4, 331-336.
- MUCHER, H.J. and VREEKEN, W.J., 1981. (Re)deposition of loess in southern Limbourg, The Netherlands. 2. Micromorphology of the Lower Silt Loam Complex and comparison with deposits produced under laboratory conditions. *Earth Surface Processes and Landforms*, 6, 3-4, 355-363.
- PAEPE, R., 1966. Comparative stratigraphy of Würm loess deposits in Belgium and Austria. *Bull. Soc. belge Géol.*, 75(2), 203-216.
- PAEPE, R. and VANHOORNE, R., 1967. The stratigraphy and paleobotany of the Late Pleistocene in Belgium. *Mém. Explic. Cartes Géol. de la Belgique*, 8, 96 p.
- PISSART, A., PAEPE, R. et BOURGUIGNON, P., 1970. Dépôts fluviaux éoliens et paléols sur la terrasse de Hermée. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 92, 429-445.
- RODENBURG, H. et SEMMEL, A., 1971. Bemerkungen zur Stratigraphie des Würm-Lösses im westlichen Mitteleuropa. *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 99, 246-252.
- SEMMEL, A., 1967. Neue Fundstellen von vulkanischem Material in hessischen Lössen. *Notizbl. hess. L.-Amt. Bodenforsch.*, 95, 104-108.
- VANDENBERGHE, J. et GULLENTOPS, F., 1977. Contribution to the stratigraphy of the Weichsel Pleniglacial in the Belgian coversand area. *Geol. en Mijn.*, 56, 123-128.
- VAN VLIET-LANOË, Br., 1975. Bijdrage tot de paleopedologie van Boven-Pleistocene, voor namelijk in het Bekken von de Haine. *Doct. thesis Rijksuniversiteit Gent*.
- VREEKEN, W.J. and MUCHER, H.J., 1981. (Re)deposition of loess in southern Limbourg, The Netherlands. 1. Field evidence for conditions of deposition of the Lower Silt Loam Complex. *Earth Surface Processes and Landforms*, 6, 3-4, 337-354.
- ZAGWIJN, W.H. en VAN STAALDUINEN, C.J. (ed.), 1975. *Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland*. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.

REMARQUES DE R. PAEPE APRES LECTURE DU MANUSCRIT

Je regrette avoir fait, à l'époque, une tentative de corrélation avec un niveau stratigraphique introduit par Monsieur F. Gullentops, niveau qui s'avère bien plus mal défini qu'il n'apparaît dans le mémoire publié en 1954 (Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain, Tome XVIII).

Les auteurs du présent article n'ont pas remarqué mes réserves à cet égard dans la publication de 1967 (Mémoires des Cartes géologiques et minières de la Belgique, n° 8).

Par ailleurs ils présentent une stratigraphie basée sur des datations radiocarbones, n'ayant pas fait l'objet d'un contrôle litho-stratigraphique par les facies. C'est ce dernier contrôle que Monsieur J. Somme et moi-même avons appelé la "morphostratigraphie", lors de l'excursion du 13 juin 1981.

C'est pourquoi je pense que le présent travail constitue un apport scientifique important mais qui néglige toutefois les principes de stratigraphie fondamentale. L'interprétation de la coupe de Rocourt me semble pour cette raison tout-à-fait erronée.

REMARQUES DE F. GULLENTOPS APRES LECTURE DU MANUSCRIT

Nous nous limiterons à quelques remarques afin de dissiper des malentendus supplémentaires.

Le point central de l'excursion était manifestement le sol de Kesselt. Rappelons que nous nous sommes servi en 1954 de cet hiatus de sédimentation pour séparer le sous-étage hesbayen (en-dessous) du sous-étage brabantien (au-dessus). Cet hiatus de sédimentation était accompagné d'une oxydation, d'un enrichissement très faible en argile et d'une décalcification dont nous signalions déjà en 1954 la variabilité avec la topo-

graphie. La complexité, mais aussi l'importance climatique de ce niveau étaient soulignées par la présence d'un ravinement, suivi d'un remplissage. Le nouveau loess brabantien est nettement humifère à la base et en 1954 nous interprétions cet humus comme une illuvation à partir du sol holocène. Immédiatement après, nous avons abandonné cette origine vu l'improbabilité de percolation d'humus à travers un loess calcareux qui le précipite nécessairement. Dans d'innombrables excursions, nous avons invariablement expliqué cet humus comme provenant de la végétation immédiatement post-Kesselt, ensevelie de plus en plus rapidement sous un nouvel apport croissant de loess. Il est évident que si j'ai choisi l'horizon gris des langues pour l'extraction fastidieuse des acides humiques, c'est que j'en connaissais le contenu en humus.

Sol de Kesselt et limon humifère sus-jacent se succèdent immédiatement dans le temps et sont suivis par la pointe de froid qui a produit le mélange intime et dès lors les langues. Sur des parois de carrières, cet ensemble caractéristique est visible de loin, l'élément le plus reconnaissable étant les langues grises. Vu l'ambiguïté qui s'est développée, nous désignerons dorénavant l'horizon roux comme Kesselt A et l'horizon gris humifère comme Kesselt B. L'âge radiocarbone de l'horizon Kesselt B n'était pas connu jusqu'ici, ce qui rendait spéculatives les corrélations avec d'autres stratigraphies. Les dates que nous avons obtenues maintenant (1981) permettent de serrer la chronologie. Elles donnent un âge moyen de 22.200 B.P. pour Kesselt B.

La découverte d'un tuf volcanique macroscopique d'abord à Rocourt (H. Rohdenburg et A. Semmel, 1971) puis à Nagelbeek (E. Juvigné et A. Semmel, 1981), lors de l'excursion que je conduisais en 1980 pour la DEUQUA et sa découverte en de nombreux endroits par E. Meijjs (1980), ouvrent une nouvelle voie de corrélation vers l'Est où le sol de Kesselt semble perdre certaines de ses caractéristiques. A ce propos, nous avons attiré l'attention sur deux faits lors de l'excursion à Lixhe que je conduisais pour la Société belge de Géologie, en mars 1981.

a. Il existe également dans les loess hesbayens de très fines bandes noires qui recourent la stratification du limon et qui sont des précipités de manganèse. Il faut donc confirmer par analyse minéralogique la nature volcanique des bandes noires et c'est évidemment la raison pour laquelle nous n'avons pas reconnu la cendrée pré-Kesselt. A Kesselt deux fines bandes noires sont des précipités de manganèse ; des analyses de petits grumeaux montrent un contenu en manganèse de 2 0/0.

b. La provenance de ce tuf est encore inconnue. Les augites titanifères qui en forment la masse sont très communes dans les produits volcaniques de l'Eifel ; elles existent déjà dans les projections du volcan d'Ormont qui est le plus proche (75 km de distance seulement). Loin de suggérer une provenance, nous incitons à la prudence dans la désignation d'une origine précise pour les poussières volcaniques en cause ici.

F. GULLENTOPS, 1980.- *L'importance des hiatus en stratigraphie du Quaternaire.* in *Probl. Strat. Quat.*, AFEQ, 1980, 163-164.

F. GULLENTOPS, 1981.- *Fossil periglacial phenomena in NE Belgium.* Excursion des 26-27/9/1978. *Biul. Perygl.*, 28, 345-365.

F. GULLENTOPS, 1981.- *About the climate of the last glaciation in NW Europa.* Preprint of conference of 2th June 1981 in *Symposium Quat. Clim. Variations.* U.C.L.

REPONSE DE P. HAESAERTS AUX REMARQUES DE R. PAEPE

Le contrôle des datations C¹⁴ par la "morphostratigraphie" prôné par R. Paepe nous semble quelque peu aléatoire dans le cas des horizons humifères de Rocourt, de Kesselt et de Wezembeek Oppem.

Dans le cadre stratigraphique régional proposé à la figure 3, l'intégration des données relatives à la lithostratigraphie, aux niveaux volcaniques, aux sols fossiles et à l'archéologie préhistorique, implique nettement un rajeunissement des dépôts limoneux hesbayens directement sous-jacents aux horizons humifères datés par le C¹⁴. Selon cette nouvelle interprétation, la mise en place des horizons humifères est donc à situer au sein d'un long laps de temps couvrant la Pléniglaciaire A et l'Interpléniglaciaire, ce qui est compatible avec les datations obtenues.

D'autre part, le rappel par R. Paepe des réserves relatives à la corrélation entre le sol de Zelzate et le sol de Kesselt émises à la page 25 du mémoire de 1967, nous paraît paradoxal. En effet, il n'est plus fait mention de ces réserves dans les conclusions de ce mémoire ni dans les nombreuses publications que R. Paepe a consacrées par la suite à la stratigraphie des dépôts du Pléistocène supérieur. Au contraire, chaque fois, c'est sur la relation "sol de Zelzate = 28.000 B.P. = horizon pédologique cryoturbe = sol de Kesselt" que fut articulé le schéma stratigraphique proposé par R. Paepe.