

# L'AGE DES DEPOTS DE LA VALLEE MORTE DES CHODIRES (MALMEDY)<sup>1</sup>

par

Bruno BASTIN<sup>2</sup> & Etienne JUVIGNE<sup>3</sup>

(5 figures et 3 tableaux)

**RESUME.**- Par l'étude des pollens et des minéraux denses, les auteurs démontrent que le début de la sédimentation dans le fond de la vallée morte des Chôdières remonte au Vistule 2a.

**ABSTRACT.**- The investigation of pollen and heavy minerals has shown that sedimentation started in Vistule 2a time in the Chôdières dead valley.

## 1.- LE SITE (fig. 1), TOPOGRAPHIE ET MORPHOLOGIE

Le Trô Maret prend sa source au sommet du plateau des Hautes Fagnes, à 3 km au sud-ouest de Botrange et se jette dans la Warche, 2 km à l'amont de Malmédy.

A. PISSART (1953), par une étude géomorphologique, a démontré que le Trô Maret s'écoulait autrefois par l'actuelle vallée des Chôdières, recevait l'Eau Rouge au lieu-dit "Le Rosi", et poursuivait son cours par la vallée inférieure de l'Eau Rouge.

Cet auteur écrivait encore : "La capture est suffisamment récente pour qu'on puisse retrouver clairement les différentes particularités qui caractérisent d'ordinaire le phénomène". Il désignait ainsi :

- la vallée morte du Trô Maret au lieu-dit "Duzos Moupa",
- la vallée disproportionnée de l'Eau Rouge,
- l'encassement important du Trô Maret dégageant une terrasse élevée.

Le même auteur insistait aussi sur l'édification d'un cône de déjection par l'Eau Rouge après la capture. En effet, le ruisseau résiduel Les Chôdières n'a pu évacuer, comme le faisait le Trô Maret, les sédiments apportés par l'Eau Rouge à la confluence. Ce cône de déjection a donc formé un barrage en travers de la vallée morte, qui est devenue par le fait même un piège sédimentaire.

## 2.- OBJECTIF DES RECHERCHES

Dans les dépôts quaternaires situés dans la vallée

des Chôdières à l'amont du cône de déjection de l'Eau Rouge, des recherches ont été réalisées par B. BASTIN, E. JUVIGNE et A. PISSART.

Dans le présent article, nous exposons essentiellement les résultats stratigraphiques permettant de déterminer l'âge des dépôts.

Séparément, E. JUVIGNE & A. PISSART (1979) publieront les résultats géomorphologiques et lithostratigraphiques.

## 3.- RESULTATS DES RECHERCHES

Deux sites ont été étudiés (fig. 1). Le premier est localisé à l'entrée de la vallée morte des Chôdières, où nous avons fait exécuter une excavation par une pelle mécanique. Le second se trouve 225 m à l'amont de la confluence entre l'Eau Rouge et le ruisseau des Chôdières : il a été étudié par sondage.

### 3.1.- ETUDE DU SITE 1 (fig. 2)

#### 3.1.1.- Description du dépôt

En-dessous d'une couverture de colluvions d'environ 1 m d'épaisseur, nous avons observé un dépôt très mal classé sur environ 13 m d'épaisseur : il sera décrit de façon détaillée par E. JUVIGNE & A. PISSART (1979). Il ressemble tout-à-fait à ceux que

<sup>1</sup> Communication présentée le 6 mars 1979, manuscrit déposé le 10 novembre 1978.

<sup>2</sup> Université de Louvain, Laboratoire de Palynologie et de Phytosociologie, 4, Place Croix du Sud, B-1348 Louvain-la-Neuve.

<sup>3</sup> Université de Liège, Laboratoire de Géomorphologie et de Géologie du Quaternaire, 7, place du XX Août, B-4000 Liège.

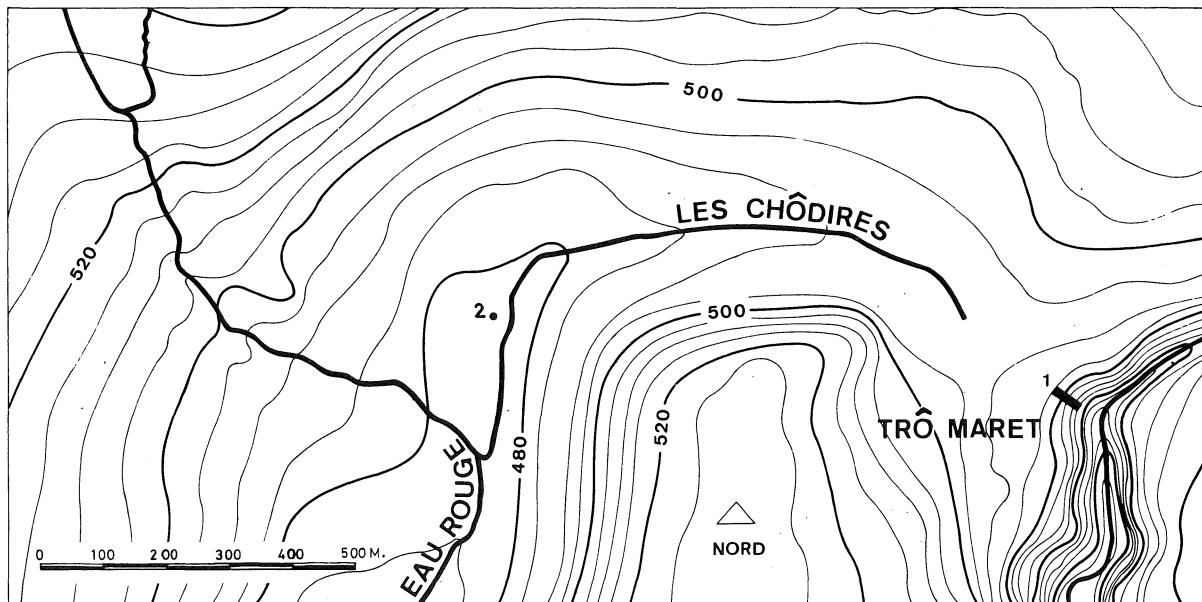


Figure 1.- La région de la vallée morte du Trô Maret et la localisation des deux sites étudiés.

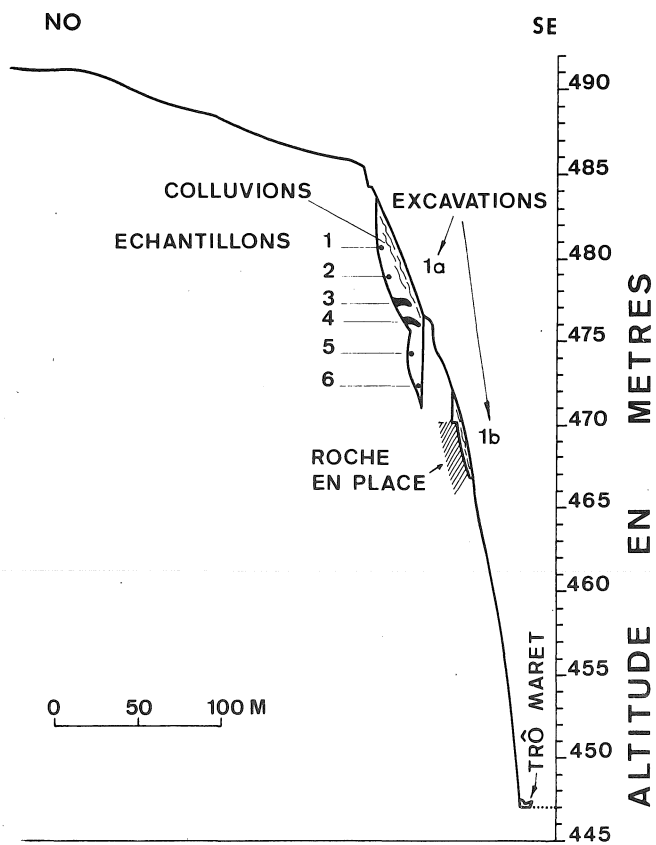


Figure 2.- Position altimétrique et profil des excavations réalisées dans le site n° 1.

nous avons décrits précédemment dans la vallée de la Soor (A. PISSART *et al.*, 1975). Il résulte probablement d'une sédimentation effectuée par des coulées boueuses sous climat périglaciaire.

### 3.1.2.- Présence de minéraux volcaniques

Nous avons étudié les minéraux denses de trois échantillons prélevés à des niveaux différents du cailloutis (échantillons 2, 4 et 6, fig. 2). Tous trois contenaient plusieurs dizaines de minéraux volcaniques caractéristiques du tuf de Rocourt : enstatite et augite aciculaire associée à d'autres pyroxènes monocliniques et à la hornblende basaltique (E. JUVIGNE, 1978a).

Il résulte de l'âge du tuf (Vistule 1 ou début du Vistule 2 selon E. JUVIGNE 1978a) que la couche étudiée s'est mise en place pendant la dernière glaciation.

### 3.1.3.- Etude palynologique du dépôt

Les échantillons 2 à 6 de l'excavation 1a ont fourni des spectres polliniques assez homogènes présentant les caractéristiques suivantes (fig. 3) :

1. Parmi les arbres, qui atteignent en moyenne 56 0/o, *Pinus* (20,5 0/o), *Betula* (14,5 0/o), *Corylus* (9 0/o), *Alnus* (8,5 0/o), *Carpinus* (1 0/o) et *Picea* (1 0/o) sont présents en courbe continue\* et fournissent plus de 95 0/o des pollens d'arbres.
2. Parmi les plantes herbacées, les *Cypéracées* (12,5 0/o), les *Filicales* (9,5 0/o), les *Graminées* (9 0/o), *Calluna* (5,5 0/o), les *Cichoriées* (4 0/o), les *Chénopodiacées* (1 0/o), *Botrychium* (0,5 0/o) et les *Anthémidées* (0,5 0/o) sont présentes en courbe continue et fournissent plus de 95 0/o des spores et pollens de plantes herbacées.
3. De la base au sommet du dépôt, on remarque parmi les arbres d'une part la régression de *Pinus* (prédominant\* en 6, codominant\* en 5, 4, 3 et dominé\* en 2), d'autre part l'extension de *Betula* (dominé en 6, codominant en 5, 4, 3 et prédominant en 2).

Parmi les plantes herbacées, les *Graminées* augmentent progressivement de la base au sommet du dépôt, en même temps que se maintiennent ou s'étendent les taxons héliophiles : les *Chénopodiacées*, *Botrychium*, *Thalictrum* et *Selaginella*. Parallèlement, on assiste à une nette extension de *Sphagnum*, indiquant l'installation locale de petites dépressions tourbeuses.

Les spectres polliniques reflètent donc de bas en haut l'installation d'un paysage végétal ouvert, té-

moignant d'un climat froid et humide de caractère océanique, comme l'indiquent la persistance de *Corylus* et de *Calluna* et l'extension de *Sphagnum*.

Toutes ces caractéristiques sont celles que nous avons soulignées dans les spectres polliniques de la base des dépôts périglaciaires de la vallée de la Soor, que nous rapportons au tout début du Mésowürm (A. PISSART *et al.*, 1975). La dominance\* des arbres dans les spectres polliniques du dépôt caillouteux du Trô Maret nous incite à situer la mise en place de ce dépôt peu avant que ne débute le remblaiement de la vallée de la Soor à la cote 355 m. Nous rapporterons donc l'ensemble du dépôt de l'excavation 1 du Trô Maret au Vistule 2a (*sensu* E. JUVIGNE, 1976a).

## 3.2.- ETUDE DU SITE 2

### 3.2.1.- Technique du sondage

Ce site étant inaccessible aux excavatrices, nous y avons effectué un sondage à l'aide d'une sonde à moteur portable. La chambre de prélèvement de cette sonde consiste en un cylindre métallique de 6 cm de diamètre. Grâce à des charnières latérales, il peut être ouvert pour dégager la carotte. Un moteur enfonce ce cylindre dans le sol par percussion, sans rotation et, en conséquence, la superposition et les structures des couches sont conservées en place.

Sur le terrain, le prélèvement des sédiments a été fait en enfonçant des boîtes en zinc de 30 cm (longueur) x 4 cm (largeur) x 4 cm (profondeur) au sein des carottes extraites par la sonde à charnières décrite ci-dessus. En procédant de cette façon, nous avons systématiquement éliminé la zone périphérique qui est la seule exposée à d'éventuelles contaminations lors de l'enfoncement de la sonde.

A l'endroit du sondage, nous avons en outre creusé à la bêche une tranchée de 175 cm de profondeur de façon à compléter nos observations.

### 3.2.2.- Description du dépôt.

Les observations relatives à la granulométrie, l'éroussé des galets, la teneur en carbone et le contenu en calcaire seront publiées séparément (E. JUVIGNE & A. PISSART, 1979); elles ont permis de conclure à l'existence :

\* Les termes signalés par un astérisque dans le commentaire des diagrammes polliniques ont été définis de façon précise par B. BASTIN (1979).

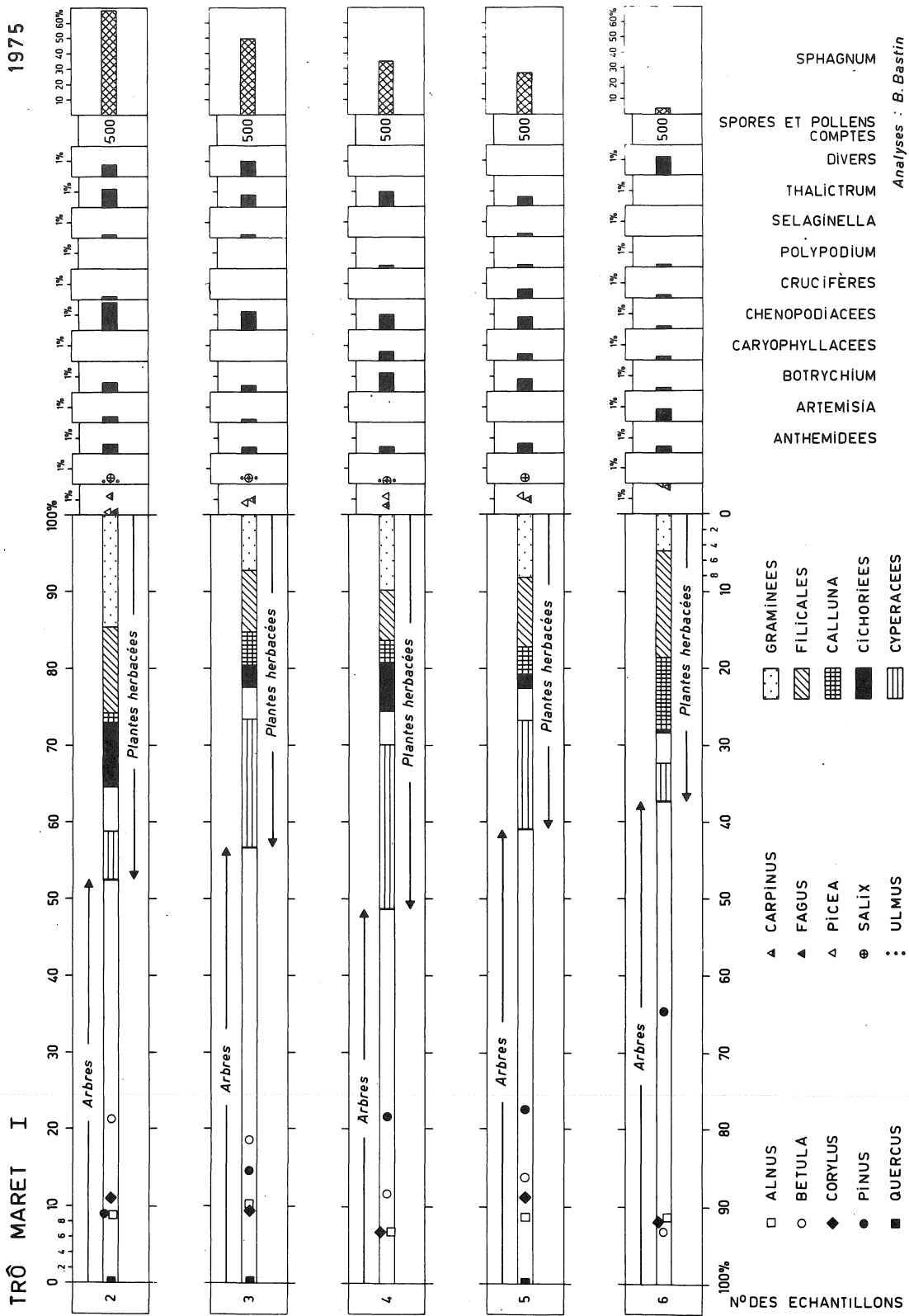


Figure 3.- Spectres polliniques de cinq échantillons prélevés dans les dépôts du site n° 1.

1. d'une couche de tourbe (0 à 94 cm) formée *in situ*,
2. de deux lentilles appartenant au cône de déjection de l'Eau Rouge (94 à 150 cm),
3. d'un épais dépôt périglaciaire descendu du versant droit (150 à 463 cm).

### 3.2.3.- Etude palynologique

#### 3.2.3.1. Commentaire général du diagramme pollinique (fig. 4)

L'examen des courbes de l'ensemble des arbres, de *Pinus* et d'*Alnus*, permet de subdiviser le diagramme Trô Maret II en trois parties, au sein desquelles l'étude détaillée de la succession des groupements végétaux nous a conduit à reconnaître une dizaine de périodes, correspondant chacune à une ou plusieurs fluctuations climatiques.

- de 461 à 221 cm :

L'ensemble des arbres atteint en moyenne 71 0/o, et est supérieur à 50 0/o dans tous les niveaux. *Pinus* atteint en moyenne 33 0/o; il est prédominant ou codominant dans 27 niveaux, est dépassé par *Alnus* dans 6 niveaux, mais reste toujours supérieur à 10 0/o. *Alnus* atteint en moyenne 16 0/o, il dépasse 20 0/o et est prédominant ou codominant dans 10 niveaux, il est toujours supérieur à 5 0/o.

Le rôle prépondérant des arbres, et parmi eux du Pin dans la plupart des niveaux, ainsi que le rôle important de l'Aulne, indiquent que cette partie du diagramme pollinique reflète des conditions climatiques interstadias, ayant permis non seulement le maintien mais parfois même la dominance d'une Aulnaie dans la vallée du ruisseau Les Chôdières. L'analyse détaillée de cette partie du diagramme montrera qu'elles correspondent aux Oscillations de Laugerie, de Lascaux (?) et d'Angles-sur-l'Anglin, sans qu'il soit cependant possible d'établir des coupures nettes individualisant chacune d'entre elles.

- de 213 à 113 cm :

Considérée dans son ensemble, cette partie du diagramme est caractérisée par un net recul des arbres (qui n'atteignent plus que 34,5 0/o en moyenne), signe évident d'une péjoration climatique, au sein de laquelle nous distinguons 3 phases.

De 213 à 173 cm, les arbres régressent à 51,5 0/o en moyenne, mais alors que *Pinus* devient nettement prédominant (35,5 0/o), *Alnus* n'atteint plus que 5 0/o en moyenne, bien que sa courbe reste continue. Nous en concluons que quelques Aulnes arrivent à se main-

tenir çà et là, mais qu'il n'y a plus de véritable Aulnaie dans la vallée du ruisseau Les Chôdières.

De 169 à 141 cm est enregistrée la phase la plus froide du diagramme, l'ensemble des arbres régressant à 14 0/o en moyenne, dont 5 0/o de *Pinus* et seulement 0,5 0/o d'*Alnus*. Quelques arbres isolés parviennent à résister aux rigueurs du climat, dans un paysage très ouvert comme en témoigne l'apparition à partir de 165 cm d'une courbe continue de spores de taxons héliophiles et pionniers : *Botrychium*, *Lycopodium* et *Selaginella*.

De 137 à 113 cm, le diagramme reflète une phase de recolonisation forestière : l'ensemble des arbres remonte à 40 0/o en moyenne, dont 24,5 0/o de *Pinus* qui est à nouveau prédominant ou codominant, cependant que la courbe d'*Alnus* ne dépasse pas 0,5 0/o en moyenne. Une dernière fluctuation froide se marque en 129 et 125 cm, niveau à partir duquel la forêt se reconstitue de façon définitive, l'ensemble des arbres dépassant à nouveau 50 0/o à partir de 121 cm.

Sans même analyser en détail la succession des groupements végétaux, il est clair que les niveaux 213 à 113 cm peuvent être rapportés au Tardiglaciaire puis au début de l'Holocène.

- De 109 à 1 cm :

L'ensemble des arbres atteint en moyenne 79,5 0/o. *Pinus* régresse à 2,5 0/o en moyenne, au contraire d'*Alnus* qui atteint 44,5 0/o en moyenne et est nettement prédominant de 97 à 29 cm.

La forte extension de l'Aulne, synchrone du début de la courbe continue du Tilleul, correspond à l'Atlantique, période à partir de laquelle la vallée du ruisseau Les Chôdières est recolonisée par une Aulnaie, puis par une Boulaie pubescente. Ces groupements végétaux naturels se seraient maintenus jusqu'à nos jours, si l'Homme ne les avait pas éliminés récemment, pour installer des plantations d'Epiceas.

#### 3.2.3.2. La période des Oscillations de Laugerie, Lascaux (?) et Angles-sur-l'Anglin

Considérée dans son ensemble, la partie du diagramme pollinique s'étendant de 461 à 221 cm, soit 31 niveaux successifs, présente les caractéristiques suivantes :

- Parmi les arbres, dominants dans tous les niveaux avec 71 0/o en moyenne, *Pinus* (33 0/o) est prédominant dans 19 niveaux, *Alnus* (16 0/o) est prédominant dans 4 niveaux, et ils codominent ensemble dans 6 niveaux. Dans les 2 niveaux inférieurs, *Pinus*

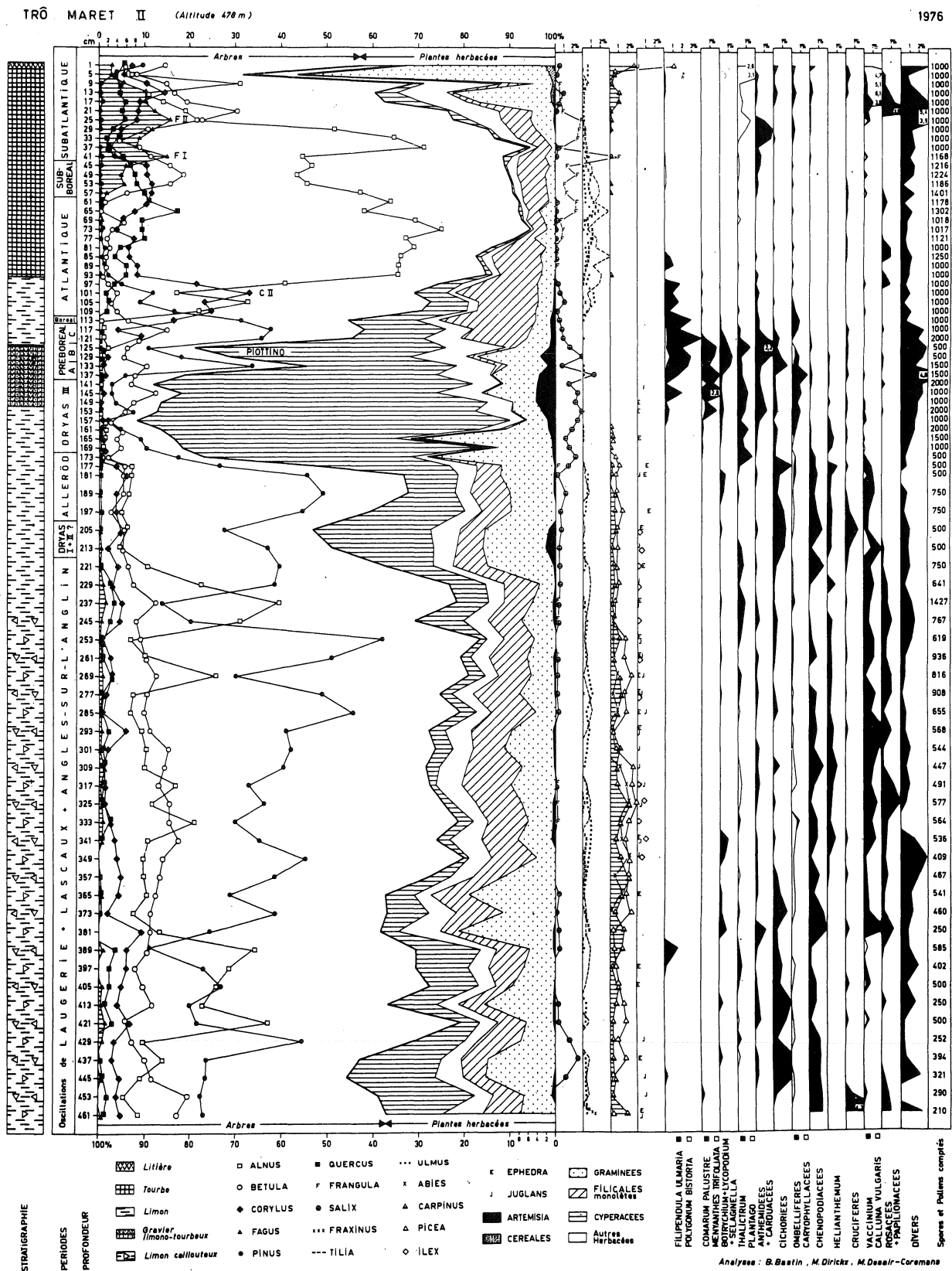


Figure 4.- Diagramme pollinique des couches du site n° 2.

Analyses: B. Bastin, M. Dirckx, M. Desair-Coremans

est codominant avec *Betula*. La courbe de *Pinus* et d'*Alnus* présente cependant des fluctuations quelque peu anarchiques.

- Cinq autres arbres sont présents en courbe continue : *Betula* (11,5 %) qui dépasse 5 % dans tous les niveaux, *Corylus* (3,5 %) qui atteint ou dépasse 5 % dans quelques niveaux, *Picea* (1,4 %), *Quercus* (1,2 %) et *Carpinus* (0,9 %) qui restent inférieurs à 5 % dans tous les niveaux.
- Trois arbres sont présents en courbe subcontinue\* : *Fagus* (0,5 %) atteint au maximum 1,4 %; *Tilia* (0,4 %) et *Ulmus* (0,4 %) atteignent au maximum 1 %.
- Trois arbres sont présents en courbe discontinue\* : *Abies* (0,5 %) atteint au maximum 2,2 %; *Salix* (0,3 %) atteint au maximum 2,5 % et *Juglans* (0,3 %) atteint au maximum 1 %.
- Quatre arbustes apparaissent de façon sporadique\* : *Ephedra* (0,1 %), *Fraxinus* (0,1 %), *Ilex* (0,1 %) et *Frangula* (moins de 0,1 %).
- Parmi les plantes herbacées, les trois principaux taxons présents en courbe continue ont des pourcentages moyens proches l'un de l'autre : les Graminées (9 %), les Filicales (7,5 %) et les Cypéracées (7,5 %).
- Sept taxons herbacés, héliophiles et pionniers, sont présents soit en courbe continue : *Chenopodium* (0,8 %), soit en courbe subcontinue : les Cichoriées (0,5 %), soit en courbe discontinue : *Vaccinium* (0,7 %), *Helianthemum* (0,3 %), *Artemisia* (0,2 %) et les Anthémidées + Carduacées (0,2 %).

Ces caractéristiques doivent être interprétées en tenant compte de la topographie environnante, de la végétation potentielle de ce secteur du District Ardennais, et de l'estimation des parts respectives de l'apport pollinique local, de l'apport pollinique du voisinage, de l'apport pollinique régional et de l'apport pollinique lointain.

A. PISSART (1953) a résumé les grands traits de la topographie environnante : "... il apparaît, qu'au cours d'une période géologique récente, le cours supérieur du Trô Maret, les Chôdières et l'Eau Rouge ne formaient qu'un seul et même cours d'eau, ... Le tracé de ce cours d'eau originel peut être reconstitué de la façon suivante : cours supérieur du Trô Maret jusqu'à l'est (*sic*) de Mont Xhoffraix, ensuite un large méandre en forme de S, empruntant une vallée morte et marécageuse au lieu-dit "Duzos Moupa" enfin le tracé du

ruisseau Les Chôdières lequel prend sa source à la cote 475 m...

Les Chôdières spécialement et, plus bas, l'Eau Rouge coulent dans une vallée qui paraît beaucoup trop large pour leurs débits actuels. La largeur de cette vallée dépasse partout 150 m. C'est une vallée fortement dissymétrique dont le versant de rive gauche est très abrupt. Il est absolument inconcevable que les Chôdières avec sa faible force d'érosion actuelle, ait creusé cette vallée, qui d'ailleurs se continue en amont du lieu où apparaît ce ruisseau ...".

De l'esquisse d'une description botanique de l'Ardenne faite par C. VANDEN BERGHEN (1970), on retiendra les observations suivantes :

- Les alluvions qui tapissent le fond des vallées portent une aulnaie (*Alnetum glutinosae*) dans les sites constamment ou fréquemment inondés.
- Les colluvions de la base des versants (exposés au sud ou à l'est) sont fréquemment occupées par une chênaie-charmaie (*Querceto-Carpinetum medioeuropaeum*) dans laquelle *Fagus sylvatica* est présent.
- Les taillis de chênes (*Quercus robur*), de charmes (*Carpinus betulus*) et de noisetiers (*Corylus avellana*) occupent les surfaces, souvent en forte pente, qui ne furent pas essartées.
- Les groupements forestiers notés sur les pentes ombragées, exposées au nord ou à l'ouest, présentent un caractère montagnard accentué. On observe parfois, dans des sites difficilement accessibles, une futaie dont le couvert arborescent est très mélangé, avec *Fagus sylvatica*, ..., *Fraxinus excelsior*, *Ulmus scabra*.

Enfin, J. HEIM (1970) a montré que la pluie pollinique totale qui tombe en un endroit, comprend :

- a) un apport pollinique local,
- b) un apport pollinique du voisinage : 1 à 500 m.
- c) un apport pollinique régional : 500 m à 10 km.
- d) un apport pollinique lointain : plus de 10 km.

En tenant compte de ces données, nous pouvons à présent tenter de reconstituer les groupements végétaux proches du site n° 2 durant la période couverte par les niveaux 461 à 221 cm.

- La vallée du ruisseau Les Chôdières est parsemée de bouquets d'Aulnes, de Bouleaux, de Saules et de Bourdaines, dont le faible ombrage permet la flo-

raison des Laïches et des Myrtilles, et la sporaison des Fougères. L'apport pollinique local se compose donc des pollens d'*Alnus* (16 ‰), de *Betula* (11,5 ‰), de *Salix* (0,3 ‰), de *Frangula* (0,1 ‰), des *Cypéracées* (7,5 ‰), de *Vaccinium* (0,7 ‰) et des spores des *Filicales monolètes* (7,5 ‰). L'apport pollinique local est donc de 43,6 ‰.

- Les versants exposés au secteur sud-est sont colonisés par une Chênaie-Charmaie à la base, puis plus haut par des taillis dans lesquels des Noisetiers, des Tilleuls et quelques Noyers voisinent avec les Chênes et les Charmes. Les versants exposés au secteur nord-ouest portent une Hêtraie montagnarde dans laquelle, outre le Hêtre, croissent l'Épicéa, le Sapin, l'Orme et le Frêne. L'apport pollinique du voisinage se compose donc des pollens de *Quercus* (1,2 ‰), de *Carpinus* (0,9 ‰), de *Corylus* (3,5 ‰), de *Tilia* (0,4 ‰) et de *Juglans* (0,3 ‰), en provenance des versants à exposition sud-est, et des pollens de *Fagus* (0,5 ‰), de *Picea* (1,4 ‰), d'*Abies* (0,5 ‰), d'*Ulmus* (0,4 ‰) et de *Fraxinus* (0,1 ‰), en provenance des versants à exposition nord-ouest. L'apport pollinique du voisinage est donc de 9,2 ‰.
- A l'apport pollinique régional, nous rapporterons les pollens de *Pinus* (33 ‰), d'*Ephedra* (0,1 ‰), d'*Ilex* (0,1 ‰), des *Graminées* (9 ‰), de *Chenopodium* (0,8 ‰), des *Cichoriées* (0,5 ‰), d'*Artemisia* (0,2 ‰), des *Anthémidées* et *Carduacées* (0,2 ‰). L'apport pollinique régional peut donc être estimé à 43,9 ‰.
- Seuls les pollens d'*Helianthemum* (0,3 ‰), peuvent être rapportés à coup sûr à un apport pollinique lointain.

Si l'on compare cette estimation de la part des différents apports polliniques à l'emplacement du site n° 2 aux résultats obtenus par J. HEIM (1970) en Ardenne, on constate que pour l'apport pollinique local notre estimation est légèrement inférieure aux résultats obtenus par J. HEIM, que pour l'apport pollinique du voisinage nos chiffres et ceux de J. HEIM sont identiques, cependant que notre estimation de l'apport pollinique régional au site n° 2 est supérieure de quelque 10 ‰ à la valeur moyenne obtenue par J. HEIM. Cette différence provient sans doute de ce que nous avons rapporté l'ensemble des pollens de Pin et des Graminées au seul apport pollinique régional, alors qu'une partie de ces pollens provenaient vraisemblablement aussi de la vallée du ruisseau Les Chôdières et des versants proches.

Ces réserves étant faites, il apparaît que la succession des spectres polliniques de 461 à 221 cm rend compte de conditions écologiques comparables à celles que l'on peut actuellement observer en Ardenne. Les groupements végétaux que nous avons reconstitués diffèrent cependant de la végétation potentielle actuelle de ce secteur de l'Ardenne par la dominance de *Pinus*, la présence de *Picea* et d'*Abies*, et le rôle modeste de *Quercus* et de *Fagus* parmi les arbres. Ce sont ces différences qui confèrent à la période couverte par les spectres 461 à 221 cm un cachet climatique nettement interstadiaire.

Nous avons précédemment montré qu'au sein de la dernière glaciation, des oscillations caractérisées par l'alternance de la dominance du Pin et de l'Aulne, ou par leur codominance ensemble, ne pouvaient être rapportées qu'à la période interstadiaire complexe des oscillations de Laugerie, Lascaux et Angles-sur-l'Anglin (B. BASTIN, 1971, 1975a, 1975b; P. HAESAERTS & B. BASTIN, 1977). Si les deux premières de ces oscillations sont actuellement largement admises dans la littérature, l'oscillation d'Angles-sur-l'Anglin est par contre encore un sujet de controverses. Ignorée par M.M. PAQUEREAU (1976), mise en doute par M. GIRARD (1976), elle n'est que depuis peu acceptée par N. PLANCHAIS (1976), Y. GUILLIEN & S. DE SAINT MATHURIN (1976) et Ar. LEROI-GOURHAN & J. RENAULT-MISKOVSKY (1977).

Alors que du point de vue de la reconstitution des groupements végétaux, le diagramme pollinique Trô Maret II permet de définir clairement l'environnement végétal de la dernière période d'amélioration climatique précédant le Tardiglaciaire, du point de vue chronostratigraphique par contre, il ne permet pas de départager les partisans de la succession de deux fluctuations climatiques (Laugerie et Lascaux) et les partisans de la succession de trois fluctuations climatiques (Laugerie, Lascaux et Angles-sur-l'Anglin). D'une part, en effet, il n'est pas possible de mettre en évidence parmi les niveaux 461 à 221 cm de nettes phases de péjoration climatique qui scinderaient la séquence en une succession de phases stadiaires et interstadiiaires, d'autre part on ne peut distinguer au sein de ces niveaux que deux phases légèrement plus tempérées :

- de 421 à 389 cm, avec une augmentation simultanée d'*Alnus* (+ 13,7 ‰), de *Corylus* (+ 2,0 ‰), de *Quercus* (+ 1,2 ‰) et des *Cypéracées* (+ 5,0 ‰), et une diminution concomitante de *Pinus* (- 12,5 ‰) et de *Betula* (- 2,5 ‰).



- de 245 à 229 cm, avec une augmentation simultanée d'*Alnus* (+ 15,9 ‰), de *Corylus* (+ 0,6 ‰), de *Quercus* (+ 1,3 ‰) et des *Cypéracées* (+ 1,2 ‰), et une diminution concomitante de *Pinus* (- 9,0 ‰), de *Betula* (- 2,4 ‰) et des *Graminées* (- 4,0 ‰).

Il ne faut dès lors pas écarter la possibilité qu'à une ou plusieurs reprises l'érosion ait enlevé des sédiments, et que cette partie du diagramme pollinique ne corresponde qu'à deux des oscillations ci-dessus, voire même à une seule d'entre elles.

### 3.2.3.3.- Le Tardiglaciaire et le Préboréal.

Ainsi que nous l'avions mentionné dans le commentaire général du diagramme pollinique, à partir de 213 cm s'amorce un premier recul des arbres, et parmi ceux-ci d'*Alnus* principalement, en même temps que les *Cypéracées* connaissent une forte extension, et qu'*Artemisia* dépasse pour la première fois 1 ‰. Ce sont là les premières manifestations d'une péjoration climatique que nous rapportons au Tardiglaciaire.

Le début du Tardiglaciaire est mal individualisé dans le diagramme Trô Maret II, mais l'Alleröd, le Dryas récent et le Préboréal sont par contre enregistrés de façon très classique. Il est de ce fait intéressant de comparer la succession des groupements végétaux dans la vallée "Trô Maret - Les Chôdières - Eau Rouge", au cours de ces périodes, avec les successions synchrones mises en évidence sur le plateau des Hautes Fagnes par G. WOILLARD (1975) (1). C'est l'objet du tableau 1 ci-dessous, dans lequel nous relèverons certains faits remarquables.

- Pour les taxons dont les pollens ont un bon pouvoir de dissémination, les pourcentages enregistrés sur le plateau et dans la vallée sont très proches. C'est le cas de *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Salix* et *Artemisia*.
- Certains taxons jouant un rôle important sur le plateau sont totalement absents dans la vallée : *Juniperus* et *Myriophyllum alterniflorum*.
- En général, les plantes aquatiques et des milieux palustres apparaissent plus tôt sur le plateau, y atteignent des pourcentages plus importants, et disparaissent plus tard que dans la vallée. C'est le cas de *Filipendula ulmaria* et d'*Equisetum*.
- *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata* et *Polygonum bistorta* apparaissent simultanément au Dryas récent, que ce soit sur le plateau ou dans la vallée. L'apparition simultanée de ces taxons constitue donc un trait caractéristique du Dryas récent

dans ce secteur de l'Ardenne.

- Aussi bien sur le plateau que dans la vallée, *Fagus* et *Picea* se maintiennent jusqu'au Dryas récent, cependant que *Carpinus* disparaît à l'Alleröd sur le plateau, et au Dryas récent seulement dans la vallée.

La régression de l'ensemble des arbres, amorcée à 213 cm, est très nette au Dryas récent, où ils n'atteignent plus que 14 ‰ en moyenne. Parmi les arbres qui arrivent à se maintenir sur place, la péjoration climatique affecte principalement *Pinus* (qui n'atteint plus en moyenne que 5 ‰), *Alnus* et *Corylus* (tous deux 0,5 ‰ en moyenne).

De 137 à 117 cm par contre, l'ensemble des arbres remonte à 38 ‰ en moyenne, ce qui traduit la réextension de *Pinus* (23,5 ‰), de *Betula* (8,5 ‰) et de *Corylus* (3 ‰), et la réapparition de *Quercus* (0,2 ‰) en courbe subcontinue. Nous rapporterons donc ces six niveaux au Préboréal. Au sein de cette période se marque clairement l'oscillation froide de Piottino en 129 et-125 cm, niveaux dans lesquels une régression de *Pinus* et *Betula* entraîne un recul momentané des arbres, en même temps que se marque une extension des taxons héliophiles et pionniers, indicateurs d'un climat froid : *Botrychium*, *Lycopodium*, *Selaginella* et *Thalictrum*. Cette phase de péjoration climatique se situant au sein d'une période pendant laquelle *Corylus* s'étend progressivement et atteint en moyenne 3 ‰, il est clair que l'oscillation de Piottino se situe bien au sein du Préboréal, et non pas au sein du Dryas récent, comme l'ont récemment soutenu certains auteurs (G. PATZELT, 1973; J.L. DE BEAULIEU, 1977; M. KÜTTEL, 1977). Soulignons qu'au cours de l'oscillation de Piottino, *Carpinus*, *Fagus* et *Picea* sont absents de la vallée du ruisseau Les Chôdières, alors qu'ils s'y rencontraient encore au début du Dryas récent. Cette dernière caractéristique pourrait peut-être servir de critère pour distinguer un Piottino d'un Dryas récent, dans des cas douteux.

### 3.2.3.4.- Le Boréal, l'Atlantique, le Subboréal et le Subatlantique

A 113 cm, alors que *Pinus* commence à régresser, *Corylus* dépasse 15 ‰ et supprime *Betula*. Nous rapporterons de ce fait ce spectre pollinique au Boréal, pé-

(1) Contrairement à G. WOILLARD (1975), nous avons subdivisé le Préboréal en trois phases au lieu de cinq, en regroupant en une seule phase d'une part le Préboréal B et C, d'autre part le Préboréal D et E de cet auteur. En outre, nous avons partiellement modifié l'interprétation des diagrammes Brackvenn III et V, et Konnerzvenn I proposée par G. WOILLARD (1975).

Taxons	117 et 121 cm Préboréal C		125 et 129 cm Piottino		133 et 137 Préboréal A	169 à 141 Dryas III	173 à 197 Alleröd	205-213 cm ? Dryas II ?	205-213 cm ? Dryas I ?	Trô Maret II B. BASTIN, 1978	
	Préboréal E. B I et III	Préboréal D B I-V, K I-II	Préboréal C B I-V, KI-II	Piottino B II - V, KI	Préboréal A B II à V	Dryas réc. B II-IV, K I	Alleröd B IV, KI-II	Dryas moy. K I-II	Bölling K I-II	Dryas anc. K I-II	
	G. WOILLARD, 1975 Brackvenn et Konnerzvenn										
Pollens arboréens	56,5 % 50 % à 90 %	40 % à 85 %	25 % 30 % à 65 %	15 % à 35 %	32,0 % 20 % à 45 %	14,0 % 0,7 à 40 %	52,0 % 20 % à 60 %	48,5 % 21,0 %	48,5 % 40 % à 65 %	31,0 %	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Pinus	36,5 % P4 (25-50 %)	15-45 %	14,5 % P2 (10-30 %)	10 %	19,5 % P1 (+ 17 %)	5,0 %	36,5 % 15 % à 40 %	32,0 % 9,5 %	32,0 % 10 % à 35 %	9,5 %	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Betula	11,6 % B4 (48-50 %)	B3 (20-40 %)	17 %	5,6 % B2 (5-25 %)	8,8 % B1 (+ 17 %)	4,5 % 5,0 %	4,0 % 5 % à 15 %	5,0 % 5,5 %	5,0 % 10 % à 25 %	11,0 %	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Alnus	0,7 % 0,5 % à 1,5 %	-	-	1,0 % 0,5 %	0,1 % 0,5 %	0,5 % 0,3 %	5,0 % 3,5 %	5,0 % 1,7 %	5,0 % 4,5 %	3,5 %	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Corylus	6,5 % 0,5 % à 10 %	0,3 %	0,2 %	1,3 %	1,0 % 0,2 %	0,5 % 0,3 %	3,5 % 1,7 %	3,0 % 0,8 %	3,0 % 4,5 %	1,8 %	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Salix	0,5 % 2,5 %	4,0 %	3,0 %	3,0 % 3,5 %	2,5 % 4,0 %	2,0 % 4,5 %	1,1 % 1,7 %	0,5 % 0,8 %	0,5 % 0,8 %	4,5 %	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Carpinus	-	-	-	-	-	Disparaît	C. discont. Disparaît	C. continue Sporadique	Sporadique	C. continue Sporadique	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Fagus	-	-	-	-	-	Disparaît	Sporadique	C. continue Sporadique	Sporadique	C. continue Sporadique	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Picea	-	-	-	Disparaît	Sporadique	Disparaît	C. continue Sporadique	C. continue C. continue	C. continue	C. continue	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Ephedra	-	Disparaît	Sporadique	C. discont.	Sporadique	Disparaît	C. discont. Sporadique	C. discont. Sporadique	Sporadique	C. discont. Sporadique	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Juniperus	-	Disparaît	C. continue	C. continue	C. continue	Sporadique	-	Sporadique	-	-	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Spores et pollens herbacés	43,5 % 10 % à 50 %	15 % à 60 %	75,0 % 35 % à 70 %	65 % à 85 %	68,0 % 55 % à 80 %	51,5 % 60 % à 90 %	47,5 % 40 % à 80 %	51,5 % 79,0 %	35 % à 60 %	51,5 % 69,0 %	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Botrych. + Lycop. + Selaginella	-	Disparaissent	Courbe continue Sporadiques	Sporadiques	C. continue Sporadiques	C. discont. Sporadiques	Apparaiss. C. continue	-	C. continue	C. continue	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Artemisia	1,0 % 0,5 %	2,0 %	3,0 % 2,0 %	4,0 %	2,5 % 4,5 %	2,5 % 4,5 %	0,3 % 0,9 %	2,0 % 0,7 %	0,4 %	2,0 % 0,6 %	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Filipendula ulmaria	2,0 %	2,5 % 4,5 %	2,5 %	1,8 % 2,5 %	1,8 % 1,8 %	0,3 % 0,4 %	-	0,7 %	-	0,8 %	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Comarum palustre	Disparaît	Disparaît	Courbe continue Sporadique	Sporadique	C. continue Sporadique	Apparaît	-	-	-	-	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Equisetum	Disparaît	Régresse	Courbe continue C. continue	C. continue	C. continue	Apparaît	Sporadique	Sporadique	Sporadique	Sporadique	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Menyanthes trifoliata	Sporadique	Sporadique	-	-	Sporadique	Apparaît	-	-	-	-	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Myriophyllum alterniflorum	Disparaît	C. continue	C. continue	Sporadique	Sporadique	Sporadique	Sporadique	Sporadique	Apparaît	-	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Polygonum bistorta	Disparaît	Disparaît	Courbe continue Sporadique	Sporadique	C. continue Sporadique	Apparaît	-	Disparaît	C. continue	Apparaît	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn
Sparganium	Sporadique	Sporadique	Apparaît	-	-	Sporadique	-	-	-	-	Trô Maret II Brackvenn et Konnerzvenn

Tableau 1.- Comparaison des phases tardiglaciaires et préboréales dans les diagrammes du Trô Maret, de la Brackvenn et de la Konnerzvenn.

riode représentée dans le diagramme pollinique par ce seul niveau, ce qui semble indiquer l'existence d'un hiatus au sein de la couche limoneuse sous-jacente à la tourbe.

A 109 cm est enregistré le début à la fois de la courbe continue de *Tilia*, et de la forte extension d'*Alnus*. Ce sont les caractéristiques classiques de la base de l'Atlantique, qui vont de pair avec le croisement des courbes de *Pinus* et d'*Alnus*, critère supplémentaire de la base de l'Atlantique, retenu par F. DAMBLON (1969) pour le plateau des Hautes Fagnes.

Tout d'abord codominant avec *Alnus* dans les deux niveaux inférieurs, *Corylus* atteint 33 % et devient prédominant à 101 cm, avant de régresser progressivement jusqu'à la fin de l'Atlantique. Le niveau 191 cm correspond donc au C II, second maximum de *Corylus*, caractéristique du début de l'Atlantique.

A 89 cm est enregistré le commencement de l'extension de la courbe de *Frangula*, qui restera continue jusque vers la fin du Subatlantique, avec une valeur moyenne de 1,4 %, et un maximum de 7 % à 41 cm. A 73 cm enfin, débute la courbe continue de *Fagus*, qui reste cependant inférieure à 1 % jusqu'à 61 cm.

De 57 à 45 cm sont enregistrés plusieurs changements dans le diagramme pollinique, qui nous ont amené à rapporter ces quatre niveaux au Subboréal :

- une extension de *Betula* se marque de 57 à 45 cm, niveaux où il atteint 14 % en moyenne et dépasse aussi bien *Corylus* que *Quercus*. Une semblable extension de *Betula* au Subboréal a précédemment été mise en évidence en Ardenne par F. GULLENTOPS *et al.*, (1966) à Chevron dans la vallée de la Lienne, soit à moins de 25 km à l'ouest-sud-ouest du Trô Maret. Il pourrait donc s'agir d'une caractéristique subboréale régionale du secteur de l'Ardenne situé au sud-ouest du plateau des Hautes Fagnes.
- alors que durant la seconde moitié de l'Atlantique, *Corylus* n'atteignait plus en moyenne qu'environ 8 % et était supplanté par *Quercus*, de 57 à 45 cm sa moyenne remonte à plus de 10 % et il supplante à nouveau *Quercus*. Nous y voyons l'équivalent des maximums C III et C IV de *Corylus*, caractéristiques du Subboréal, mais qu'il n'est cependant pas possible d'individualiser dans le diagramme pollinique Trô Maret II.
- A partir de 57 cm, *Fagus* dépasse pour la première fois 1 % et se rapproche en moyenne de 5 %, en même temps que *Quercus* commence à régresser, ce qui amènera les courbes de *Fagus* et de *Quercus* à se croiser au niveau 41 cm. Or, ce croisement

a été retenu comme un des critères de la transition Subboréal-Subatlantique en Ardenne méridionale par M. COUTEAUX (1969) et sur le plateau des Hautes Fagnes par F. DAMBLON (1970).

A partir de 41 cm, la période Subatlantique se caractérise à la fois par une évolution naturelle des groupements végétaux maintes fois reconnue dans les diagrammes polliniques ardennais, et par des changements de nature anthropique, aboutissant finalement à une modification profonde des groupements végétaux. Du point de vue de l'évolution naturelle des groupements végétaux, soulignons les deux maximums de *Fagus* à 41 et 25 cm, que nous rapportons classiquement au F I et au F II, d'autant plus que la courbe continue de *Carpinus* démarre à 29 cm, soit peu après le F I, fait précédemment mis en évidence en Ardenne par M. COUTEAUX (1969). Soulignons aussi que bien qu'elle reste subcontinue, la courbe de *Tilia* régresse fortement dès le début du Subatlantique, au cours duquel sa moyenne s'abaisse à 0,2 %, alors qu'elle atteignait 1,5 % à l'Atlantique et 1,4 % au Subboréal.

L'influence anthropique au cours du Subatlantique se marque nettement à partir de 17 cm par la régression de l'ensemble des arbres, qui n'atteignent plus à partir de ce niveau que 56 % en moyenne, alors que depuis l'Atlantique et jusqu'à ce niveau, ils atteignaient précédemment 85 %. Ce recul des arbres traduit la forte extension des Graminées (25,4 %), l'apparition d'une courbe continue de *Calluna* (4,2 %) et de Céréales (0,9 %), qu'accompagnent de nombreuses rudérales : *Plantago* (1,4 %), les Crucifères (0,2 %), les Ombellifères (0,2 %), etc... Ces faits reflètent les défrichements et les implantations de cultures sur les plateaux et les grandes plaines alluviales avoisinantes, qui précèdent de peu le défrichement et le drainage des environs immédiats du Trô Maret, en vue de l'installation de plantations d'Epicéas, dont les premières floraisons se marquent dans la litière par une brusque extension de 7 % de pollens de *Picea*.

### 3.2.3.5.- Conclusions

Après avoir commenté en détail la succession des groupements végétaux enregistrée dans le diagramme pollinique Trô Maret II, nous voudrions souligner trois apports essentiels de ce diagramme à notre connaissance de la double période de transition : Fin du Pléniglaciaire-Tardiglaciaire et Tardiglaciaire-Holocène.

a) Grâce à une approche écologique détaillée de la période interstadaire complexe pendant laquelle se succèdent les oscillations de Laugerie, Lascaux et

Angles-sur-l'Anglin, nous avons pu montrer que les phases d'amélioration climatique correspondant à ces oscillations avaient été suffisamment marquées pour permettre le développement d'une végétation diversifiée, dans laquelle pas moins de dix taxons arboréens apparaissent en courbe continue ou sub-continue : *Pinus* (33 ‰), *Alnus* (16 ‰), *Betula* (11,5 ‰), *Corylus* (3,5 ‰), *Picea* (1,4 ‰), *Quercus* (1,2 ‰), *Carpinus* (0,9 ‰), *Fagus* (0,5 ‰), *Tilia* (0,4 ‰), et *Ulmus* (0,4 ‰). En outre, pendant une partie de cette période interstadiaire, *Abies* (0,5 ‰) et *Juglans* (0,3 ‰) apparaissent en courbe continue ou subcontinue.

Ces faits indiquent clairement que la vallée du ruisseau Les Chôdières a constitué au cours de la dernière glaciation une aire de refuge dans laquelle ont pu subsister des arbres mésophiles et thermophiles, dont les pollens sont souvent systématiquement considérés comme "remaniés" par certains auteurs, lorsqu'ils apparaissent dans des phases pléniglaciaires dont on n'a parfois pas hésité à comparer la végétation à celle de "déserts polaires" (T. VAN DER HAMMEN *et al.*, 1967; W.H. ZAGWIJN & R. PAEPE, 1968; T. VAN DER HAMMEN & T.A. WIJMSTRA, 1971).

- b) Le Dryas récent semble bien être la phase froide la plus marquée du Tardiglaciaire en Ardenne, car outre le fait que les arbres y régressent à 14 ‰ seulement en moyenne, ce n'est qu'au cours de cette période que disparaissent *Fagus*, *Carpinus*, *Picea*, *Quercus*, *Tilia* et *Ulmus*, qui s'étaient maintenus jusqu'alors dans la vallée du ruisseau Les Chôdières, quoique étant déjà en nette régression depuis le Dryas ancien.
- c) Le diagramme pollinique Trô Maret II confirme enfin que le Dryas récent n'est pas la dernière récurrence de climat froid qui ait atteint l'Ardenne à la transition Tardiglaciaire-Holocène, puisque l'oscillation froide de Piottino est ici tout aussi clairement enregistrée au sein du Préboréal, qu'elle ne l'avait été dans les diagrammes polliniques du Préboréal obtenus sur le plateau des Hautes Fagnes par G. WOILLARD (1975).

### 3.2.4.- Etude des minéraux denses transparents

#### 3.2.4.1.- Présence des minéraux des loess

Neuf échantillons ont été choisis dans les diverses couches de la séquence; les séparations densimétriques ont été effectuées suivant une méthode décrite par E. JUVIGNE (1974).

Plus de cent minéraux ont été déterminés dans chaque lame suivant la "méthode du ruban" de D. VAN HARTEN (1965). Les résultats sont rassemblés dans le tableau 2.

En comparant les résultats des échantillons du Trô Maret avec ceux obtenus antérieurement en Moyenne Belgique (E. JUVIGNE, 1978b) nous constatons que l'association minéralogique de tous les niveaux de la séquence étudiée est typiquement celle des loess vistuliens non contaminés par des limons locaux ou des loess prévistuliens.

Nous remarquons encore que le taux de minéraux denses transparents de plus de 60  $\mu$  ne dépasse jamais 1 ‰. Ceci confirme la très faible influence de la fraction sableuse d'origine locale sur l'association minéralogique.

#### 3.2.4.2.- Présence de minéraux volcaniques

Nous avons également étudié l'évolution stratigraphique des concentrations de minéraux denses volcaniques transparents. Les résultats exprimés en nombres de minéraux de plus de 63  $\mu$  par gramme de sédiment de moins de 420  $\mu$  sont représentés à la figure 5.

#### Remarque :

Nous avons tamisé les récoltes de minéraux denses à 63  $\mu$  de façon à éliminer les minéraux des loess pour éviter le montage de plusieurs lames par échantillon. Ceci aurait accru considérablement la durée des recherches et les risques de confusion au cours des déterminations.

#### 3.2.4.2.1.- Les traces du tuf de Rocourt

La figure 5 montre qu'à partir de 447 cm existent des traces de pyroxènes monocliniques (avec notamment l'augite aciculaire), de hornblende basaltique et d'enstatite, c'est-à-dire des minéraux connus dans le tuf de Rocourt (E. JUVIGNE, 1978a). Rappelons que nous les avons signalés précédemment dans le dépôt du Trô Maret étudié ci-dessus (3.1.2.) dépôt qui, dans le présent site, doit être sous-jacent aux couches traversées. Notre observation confirme que la séquence étudiée débute pendant le Vistule.

#### 3.2.4.2.2.- Un tuf à hornblende brune et sphène

##### a) Position stratigraphique et composition

Un enrichissement spectaculaire en minéraux volcaniques se manifeste dans la partie supérieure de la séquence entre 157 et 94 cm.

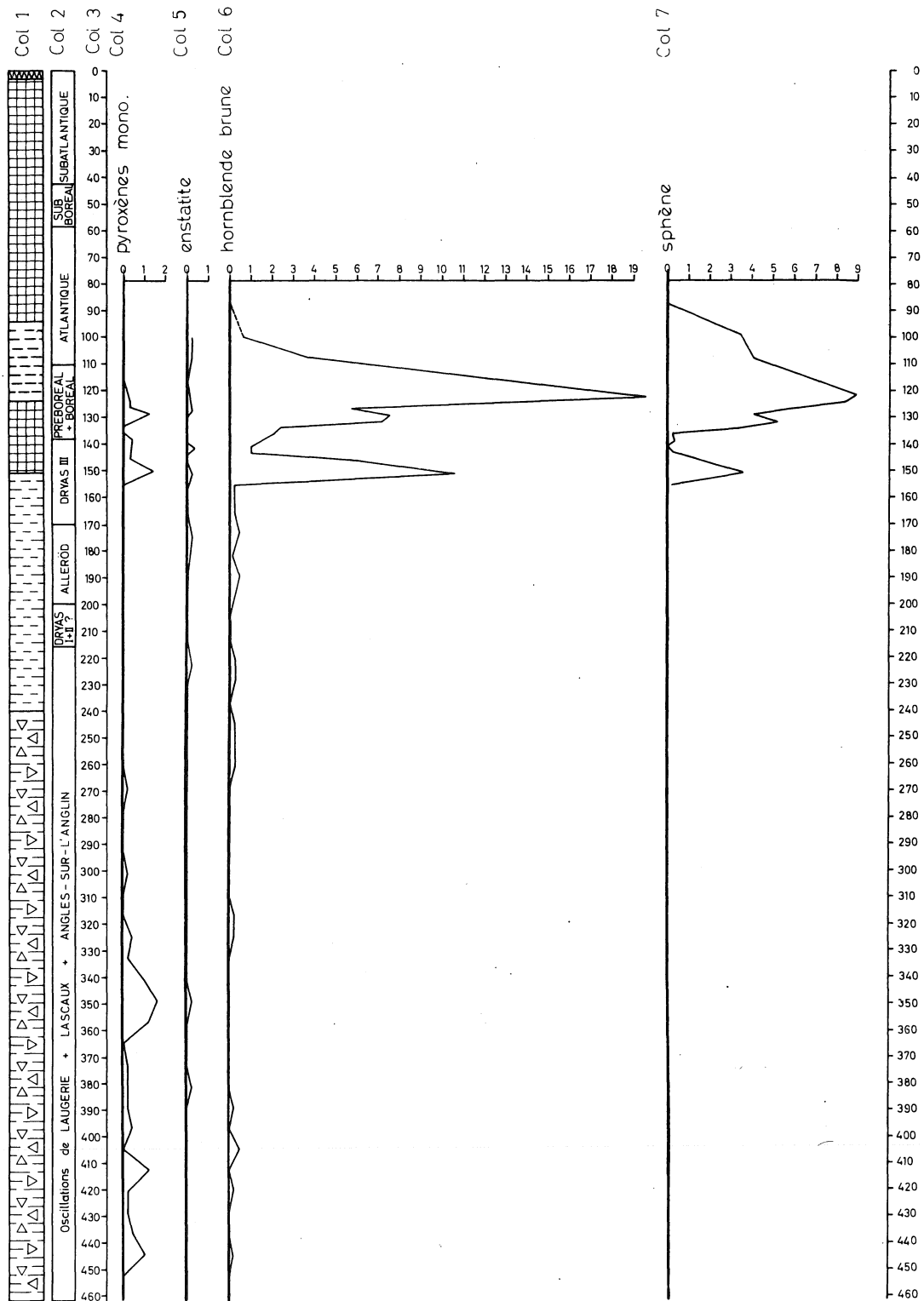


Figure 5.- Répartition verticale des minéraux d'origine volcanique dans les couches du site n° 2.

Col. 1 : Principales unités lithostratigraphiques citées au paragraphe 3.2.2.

Col. 2 : Echelle chronostratigraphique établie par B. Bastin sur base du diagramme pollinique de la figure 4.

Col. 3 : Echelle de profondeur graduée en centimètres.

Col. 4 à 7 : Nombres de minéraux volcaniques de plus de  $63\mu$  par gramme de sédiment de moins de  $420\mu$ .

Profondeurs	Zircon	Tourmaline	Rutile + anatase + brookite	Grenat	Épidote	Disthène	Hornblende verte	Hornblende brune	Sphène	Minéraux troubles	Indéterminés	Hornblende verte + grenat zircon + rutile	Hornblende verte/épidote	% de minéraux denses de > 60 µ
110	22,7	4,2	6,7	7,6	14,3	0	23,5	4,2	2,5	4,2	10,0	1,06	1,6	0,8
135	25,2	5,2	6,9	6,1	10,4	0	26,1	2,6	1,7	5,2	10,5	1,00	2,5	0
160	20,8	1,7	5,8	9,2	20,0	0,8	21,7	1,7	0,8	5,8	11,7	1,16	1,1	0
200	26,2	5,6	6,5	7,5	14,0	0	30,8	0	0,9	0,9	7,9	1,17	2,2	0
250	24,3	4,8	4,8	9,6	11,5	0	30,8	0	0	6,7	7,7	1,4	2,7	0
300	24,8	4,8	5,7	10,5	12,5	0	25,7	0,9	0	6,7	8,6	1,19	2,1	0
350	29	2,8	6,5	12,1	9,3	0,9	22,4	0,9	0,9	8,4	7,4	0,97	2,4	0,9
400	24,7	3,7	10,1	8,2	8,3	0	21,1	0,9	0	12,8	10,1	0,84	2,5	0,9
450	23,8	7,6	4,8	9,5	9,5	0,9	29,5	0	0,9	2,8	9,5	1,37	3,1	0
A	10 à 30	5 à 10	5 à 10	5 à 10	15 à 30	0 à 2	20 à 35		0 à 2		5 à 15	0,7 à 4,1	0,5 à 6,6	0 à 2
B	30 à 40	5 à 20	10 à 15	0 à 5	30	2	2 à 20		2			0 à 0,7	0 à 1,7	2

Tableau 2.- A. Loess vistuliens non contaminés par des limons locaux ou des loess prévistuliens  
B. Loess prévistuliens.

Remarque : Nous avons montré (E. JUVIGNE, 1978b) que les variations des pourcentages se font progressivement à partir du contact "Prévistule-Vistule".

Age des tufs	Sites	Auteurs	Composition en %						
			Hornblende brune	Pyroxène monoclin.	Sphène	Apatite	Magnétite	Biotite	Olivine
Préboréal	Vance	F. GULLENTOPS in G. WOILLARD (1975)	47	26	15	6	4	2	0
Alleröd	Vance	G. WOILLARD (1975)	47	26	15	6	4	2	0
Alleröd	Vance	A. HULSHOF & al. (1968)	41,3 à 43,5	39,3 à 45,5	13 à 17,2	non considéré	non considéré	non considéré	0
Alleröd	Haute Belgique et Eifel	E. JUVIGNE (1978)	26 à 53	18 à 42,3	4 à 35	non considéré	non considéré	0 à 5	0 à 6
Vistule 3	Brackvenn	E. JUVIGNE (1976)	60	5	35	non considéré	non considéré	non considéré	0
?	Trô Maret 94 à 143 cm	E. JUVIGNE présent article	59,3	2,3	38,5	non considéré	non considéré	non considéré	0
?	Trô Maret 145 à 157 cm	E. JUVIGNE présent article	71,2	6,9	21,9	non considéré	non considéré	non considéré	0

Tableau 3.- Composition du tuf du Trô Maret et des tufs connus en Belgique dans les dépôts pléniglaciaires, tardiglaciaires et holocènes.

La hornblende brune et le sphène sont les seuls minéraux volcaniques abondants. Toutes les enstatites et quelques hornblendes brunes et pyroxènes monocliniques de ces niveaux appartiennent probablement au tuf de Rocourt remanié comme c'est le cas plus bas jusqu'à 447 cm.

Les courbes de concentration montrent l'existence de deux pics nettement individualisés : l'un à 153 cm, l'autre à 123 cm.

Les associations minéralogiques calculées sur l'ensemble des échantillons compris d'une part entre 94 et 143 cm et d'autre part entre 145 et 157 cm sont représentées dans le tableau 3.

Les écarts ne sont certes pas négligeables mais précédemment dans deux autres études basées sur un plus grand nombre d'échantillons, de telles différences au sein d'un même tuf ont été acceptées (E. JUVIGNE, 1976b et 1977). En conséquence, nous proposons ici l'existence d'un seul tuf dont les minéraux se trouvent à l'état remanié dans les sédiments du cône de l'Eau Rouge. Dans ce cas les couches qui contiennent ces poussières volcaniques sont donc postérieures à l'éruption.

#### b) Identité du tuf

Nous avons rassemblé dans le tableau 3 les résultats obtenus dans notre pays au sujet de retombées volcaniques postérieures au tuf de Rocourt.

En se basant sur des diagrammes polliniques dans lesquels des minéraux volcaniques ont été situés, on peut distinguer au maximum trois tufs récents d'âge différent, respectivement Préboréal, Alleröd et Vistule 3. Cependant, dans aucun site, plusieurs de ces tufs n'ont été trouvés en superposition. Cet argument négatif jette provisoirement un doute sur l'opportunité d'en faire des tufs distincts et, dans une étude récente, E. JUVIGNE (1977) a conclu à une large extension, notamment sur la Haute Belgique, du "Laachersee Tuf 5 final" d'âge Alleröd.

Nous avons espéré que le "piège sédimentaire" du Trô Maret permettrait de trancher cette question de la multiplicité des tufs récents, mais il n'en est rien et nous préférons, avant de prendre une position ferme, attendre de nouvelles observations.

#### 4.- CONCLUSION GENERALE

C'est avant le début de la dernière glaciation que le Trô Maret s'écoulait par la vallée des Chôdires et con-

fluait avec l'Eau Rouge au lieu-dit "Le Rosi".

Les résultats minéralogiques démontrent que la mise en place des dépôts étudiés a débuté pendant la dernière glaciation.

Les spectres polliniques permettent de préciser que le début de la sédimentation se situe au Vistule 2a et que les 463 cm supérieurs du site 2 se sont mis en place à partir de l'oscillation de Laugerie.

#### REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement le F.N.R.S. qui nous a accordé un subside pour réaliser des fouilles à l'aide d'une excavatrice.

M. ROGMAN, Ingénieur des Eaux et Forêts à Malmédy, et M. THUNUS, Brigadier des Eaux et Forêts à Bévercé, nous ont aidés à découvrir les propriétaires des parcelles à fouiller et à traverser, ainsi qu'à obtenir les autorisations nécessaires. M. LEROUX nous a aimablement autorisé à réaliser les fouilles sur les parcelles dont il est propriétaire. M. J. SOLHEID, Brigadier e.r. des Eaux et Forêts nous a apporté sa longue expérience pour réaliser dans des terrains souvent instables les accès qui ont permis le travail de l'excavatrice. A toutes ces personnes qui ont montré le plus grand intérêt pour nos recherches, nous adressons nos plus vifs remerciements.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BASTIN, B., 1971. Recherches sur l'évolution du peuplement végétal en Belgique durant la glaciation de Würm. *Acta Geographica Lovaniensia*, 9, 136 pp.
- BASTIN, B., 1975a. Mise en évidence d'une oscillation temporelle correspondant au Magdalénien III dans le gisement d'Angles-sur-l'Anglin (Vienne). *C.R. Acad. Sc. Paris, sér. D*, 280 (11) : 1353-1356.
- BASTIN, B., 1975b. Etude palynologique du gisement magdalénien d'Angles-sur-l'Anglin (Vienne, France). *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 98 (1) : 21-36.
- BASTIN, B., 1979. Essai de définition d'une terminologie précise applicable au commentaire des diagrammes polliniques se rapportant au Quaternaire. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 112 (1) : sous presse.
- COUTEAUX, M., 1969. Recherches palynologiques en Gaume, au Pays d'Arlon, en Ardenne méridionale (Luxembourg belge) et au Gutland (Grand-Duché de Luxembourg). *Acta Geographica Lovaniensia*, 8, 193 pp.
- DAMBLON, F., 1969. Etude palynologique comparée de deux tourbières du plateau des Hautes Fagnes de Belgique : la Fagne Wallonne et la Fagne de Clefay. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 39 (1) : 17-45.

- DAMBLON, F., 1970. Etude palynologique d'un profil de tourbe en Fagne Wallonne (Hautes Fagnes de Belgique). *Lejeunia*, n. sér., 49 : 1-12.
- DE BEAULIEU, J.L., 1977. Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises. Thèse Univ. Aix-Marseille III, 358 pp.
- GIRARD, M., 1976. La végétation au Pléistocène supérieur et au début de l'Holocène dans les Alpes, le Jura, la Bourgogne et les Vosges. In : "La Préhistoire française, I : Civilisations paléolithiques et mésolithiques", Paris : 515-524.
- GUILLIEN, Y. & DE SAINT-MATHURIN, S., 1976. Le gisement du Roc-aux-Sorciers et la séquence climatique du Magdalénien. *Bull. Soc. Préhist. Franç.*, 73 (1) : 15-21.
- GULLENTOPS, F., MULLENDERS, W., SCHAILLEE, L., GILOT, E. & BASTIN-SERVAIS, Y., 1966. Observations géologiques et palynologiques dans la vallée de la Lienne. *Acta Geographica Lovaniensia*, 4 : 192-204.
- HAESAERTS, P. & BASTIN, B., 1977. Chronostratigraphie de la fin de la dernière glaciation, à la lumière des résultats de l'étude lithostratigraphique et palynologique du site de Maisières-Canal (Belgique). *Géobios*, 10 (1) : 123-127.
- HEIM, J., 1970. Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale. Louvain, 243 pp.
- JUVIGNE, E., 1974. Un perfectionnement de la méthode de séparation des minéraux denses des loess. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 97 (1) : 289-290.
- JUVIGNE, E., 1976a. La stratigraphie du Quaternaire. In : "Géomorphologie de la Belgique, Hommage au Professeur P. Macar." Liège : 169-179.
- JUVIGNE, E., 1976b. Contribution à la connaissance de la stratigraphie du Quaternaire par l'étude des minéraux denses transparents de l'Eifel au Massif central français, et plus particulièrement en Belgique. Thèse Univ. Liège, 232 pp.
- JUVIGNE, E., 1977. La zone de dispersion des poussières émises par une des dernières éruptions du volcan du Laachersee (Eifel). *Zeitschr. für Geomorph.*, 21 (3) : 323-342.
- JUVIGNE, E., 1978a. Zone de dispersion et âge des poussières volcaniques du tuf de Rocourt. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 100 : 13-22.
- JUVIGNE, E., 1978b. Les minéraux denses transparents des loess de Belgique. *Zeitschr. für Geomorph.*, 22 (1) : 68-88.
- JUVIGNE, E. & PISSART, A., 1979. Etude géomorphologique et lithostratigraphique dans la région du Trô Maret. (en préparation).
- KÜTTEL, M., 1977. Pollenanalytische und geochronologische Untersuchungen zur Piottino-Schwankung (Jüngere Dryas). *Boreas*, 6 (3) : 259-274.
- LEROI-GOURHAN, Ar. & RENAULT-MISKOVSKY, J., 1977. La Palynologie appliquée à l'Archéologie : méthodes, limites et résultats. In : "Approche écologique de l'Homme fossile". *Suppl. Bull. Ass. Franç. Et. Quat.*, 47 : 35-49.
- PAQUEREAU, M. M., 1976. La végétation au Pléistocène supérieur et au début de l'Holocène dans le Sud-Ouest. In : "La Préhistoire Française, I : Civilisations paléolithiques et mésolithiques.", Paris : 525-533.
- PATZELT, G., 1973. Holocene variations of glaciers in the Alps. In : "Les méthodes quantitatives d'étude des variations du climat au cours du Pléistocène.", *Coll. Intern. C.N.R.S.*, 219 : 51-59.
- PISSART, A., 1953. Un phénomène de capture près de Mont-Xhoffer. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 76 : B129-B133.
- 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 (2) : 415-438.
- PLANCHAIS, N., 1976. La végétation au Pléistocène supérieur et au début de l'Holocène dans le Bassin de Paris et les plaines de la Loire moyenne. In : "La Préhistoire Française, I : Civilisations paléolithiques et mésolithiques.", Paris : 534-538.
- VANDEN BERGHEN, C., 1970. Esquisse d'une description botanique de l'Ardenne. *Acta Botan. Neerl.*, 19 (2) : 216-226.
- VAN DER HAMMEN, Th., MAARLEVELD, G.C., VOGEL, J.C. & ZAGWIJN, W.H., 1967. Stratigraphy, climatic succession and Radiocarbon dating of the last glacial in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw*, 46 (3) : 79-95.
- VAN DER HAMMEN, Th. & WIJMSTRA, T.A., 1971. The Upper Quaternary of the Dinkel Valley (Twente, Eastern Overijssel, The Netherlands). *Meded. Rijks Geol. Dienst, N.S.*, 22 : 55-213.
- VAN HARTEN, D., 1965. On the estimation of relative grain frequencies in heavy mineral slides. *Geologie en Mijnbouw*, 44 : 357-363.
- WOILLARD, G., 1975. Recherches palynologiques sur le pléistocène dans l'est de la Belgique et dans les Vosges lorraines. *Acta Geographica Lovaniensia*, 14, 118 pp.
- ZAGWIJN, W.H. & PAEPE, R., 1968. Die Stratigraphie der weichselzeitlichen Ablagerungen der Niederlande und Belgiens. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 19 : 129-146.