

LES DEPOTS TOURBEUX ET L'HISTOIRE DE LA VEGETATION SUR LE PLATEAU DES HAUTES-FAGNES (BELGIQUE)

Freddy DAMBLON ¹

(3 figures & 3 tableaux)

1. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Micropaléontologie et Paléobotanique, rue Vautier 29, B-1040 Bruxelles.

RESUME. Les analyses du pollen, des spores, des fruits et graines et des restes ligneux et tissulaires réalisées dans les dépôts quaternaires tourbeux et humifères sur le plateau des Hautes-Fagnes sont examinées d'une part sous les angles de la chronostratigraphie et de la paléo-écologie depuis le Tardiglaciaire jusqu'à nos jours et, d'autre part, comme instruments d'évaluation de l'impact des activités humaines sur le milieu forestier et sur les tourbières. Une attention particulière est réservée à la Via Mansuerisca.

MOTS-CLES: Haute-Ardenne, Tardiglaciaire, Holocène, palynologie, macrorestes, radiocarbone, Via Mansuerisca.

ABSTRACT: Peat deposits and history of vegetation on the Hautes-Fagnes plateau (Belgium). Analyses of pollen grains, spores, fruits, seeds and of tissular and wood remains on peats and soils from the Belgian «Hautes-Fagnes» are considered. On one hand the chronostratigraphy and palaeoecology of the deposits from the Lateglacial up to the present day are examined. On the other hand, an attempt is made for reckoning the impact of human activities on forested areas and peat bogs. Special attention is paid to datings from the Merovingian road Via Mansuerisca, which was passing through the peaty highmoor.

KEYWORDS. High-Ardenne, Late Glacial, Holocene, palynology, macroremains, radiocarbon, Via Mansuerisca.

1. INTRODUCTION

Commencées par Erdtman en 1927 et 1928, les études paléobotaniques sur le plateau des Hautes-Fagnes ont connu des hauts et des bas, notamment avec la querelle sur l'origine des «viviers» de la Baraque-Michel au cours des années 30. Mais c'est en 1959 que Maurice Streel, avec son «Etude phytosociologique de la Fagne Wallonne et de la Fagne de Cléfaye», donna une direction nouvelle à la paléobotanique du Quaternaire dans les Hautes-Fagnes. Dans son ouvrage orienté vers la dynamique actuelle des groupements végétaux turfifères, il cherchait à comprendre leur origine en reconstituant la succession des types de tourbe reconnus par les macrofossiles et datés indirectement par la palynologie. Ce travail a inspiré de nombreux chercheurs amoureux des fagnes, dont René

Schumacker et moi-même. Aujourd'hui, toujours assise sur les mêmes principes, la recherche en paléobotanique se développe, s'affine et se diversifie, notamment comme fondement pour la gestion de la réserve naturelle des Hautes-Fagnes. L'abondante documentation dont nous disposons aujourd'hui est dispersée dans de nombreuses publications, mémoires et thèses et méritait un effort de synthèse que nous tentons dans le travail qui suit.

Le plateau des Hautes-Fagnes comporte une grande variété de dépôts tourbeux et humifères dont la plupart sont installés entre les altitudes 500 et 694 m, au sommet de Botrange (Fig. 1). Grosso modo, les dépôts ayant fait l'objet d'analyses paléobotaniques peuvent être classés en sept catégories :

- Tourbes conservées dans les remparts de paises minérales (Konnerzvenn).

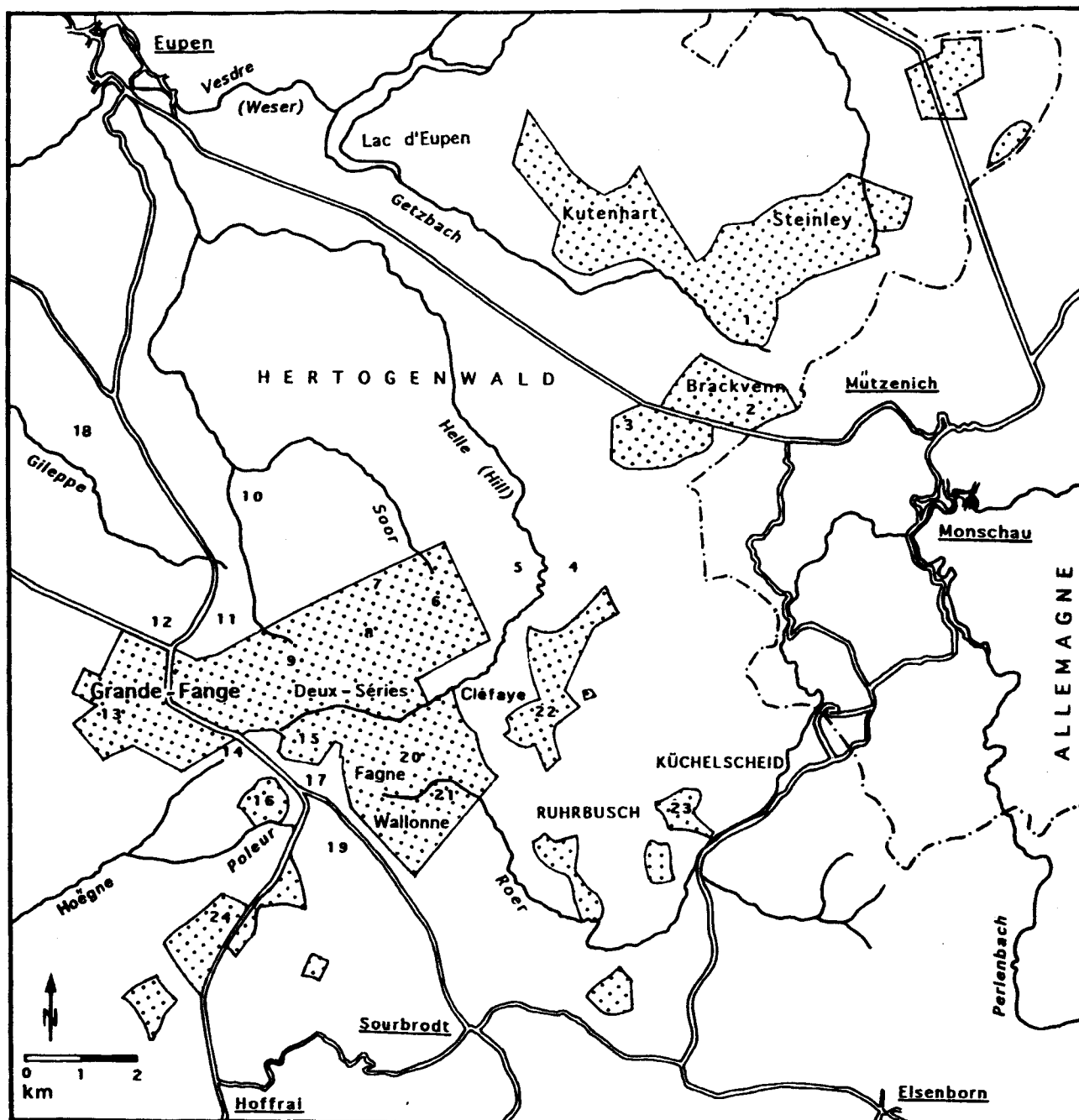


Figure 1. Carte de répartition des sites Pléistocène et Holocène étudiés sur le plateau des Hautes-Fagnes. Les principales tourbières et les fagnes sont tramées. Légende des sites par ordre des n°. 1: Konnerzvenn; 2: Brackvenn; 3: Misten (Königliches Torfmoor, Tourbière Royale); 4: Eckel; 5: Grand-Bongard; 6: Geitzbusch; 7: Duret; 8: Noir-Flohay; 9: Brochepierre; 10: La Robinette; 11: Les Biolettes; 12: Bellecroix; 13: «Vivier Frédéricq»; 14: Baraque Michel (Chapelle Fischbach); 15: fagne des Wéz; 16: fagne de la Poleur; 17: Mont Rigi; 18: Hestreux; 19: Botrange; 20: Drello; 21: Oneux; 22: fagne de Cléfaye (f. de Calbour); 23: Schwarzesvenn; 24: Fraineux.

- b) Sédiments de remplissage des cuvettes de paises minérales (fagne Wallonne, Grande-Fange, Mont-Rigi, Brackvenn, Konnerzvenn).
- c) Tourbières de vallée (Grand-Bongard).
- d) Tourbières hautes actives (fagne Wallonne, fagne de Cléfaye, tourbière Royale ou Misten).
- e) Tourbières de transition plus ou moins boisées (Drello, Cléfaye).
- f) Touradons de *Molinia* et d'*Eriophorum* (Cléfaye).
- g) Sols bruns acides sous forêt (Robinette).

Ces dépôts, exceptés les premiers qui relèvent du Tardiglaciaire, se sont constitués au cours de l'Holocène. Leur analyse palynologique a permis de reconstituer les étapes successives de l'histoire des forêts et des tourbières au cours des derniers 10.000 ans. Cette démarche repose notamment sur la connaissance de la dispersion et de l'enregistrement des pluies polliniques actuelles dans les différents types de végétation du plateau des Hautes-Fagnes.

2. LES RAPPORTS ENTRE VEGETATION ET PLUIES POLLINIQUES ACTUELLES DANS LES HAUTES-FAGNES

La méthode consiste à récolter des mousses - de préférence *Sphagnum* car ils contribuent à l'édition des tourbes - dans les coussins desquels les pluies saisonnières de pollen sont archivées (Heim, 1962, 1970). Les échantillons récoltés suivant des transects traversant différents types de végétation ont fait apparaître des contrastes marqués dans les spectres polliniques issus de ces formations végétales. De tels transects furent réalisés dans l'Hertogenwald et sur le haut-plateau en traversant des chênaies, des hêtraies, des pessières, des pinèdes, des boulaies, des aulnaies et des peuplements de molinie. Partout, les pourcentages de *Picea* sont faibles (20% en moyenne) par rapport à l'importance des plantations dans la région. En revanche, les feuillus apparaissent assez correctement représentés (*Fagus*, *Quercus*, *Alnus*) ou localement sous-représentés (*Betula*, *Pinus*). Heim note encore la sous-représentation générale des éricacées et des plantes herbacées à l'exception des graminées - en particulier *Molinia* - surtout en milieu ouvert.

La méthode sera reprise de manière détaillée par Damblon (1976, 1979) afin de comprendre la dispersion et l'enregistrement du pollen dans les sites tourbeux et leur environnement boisé immédiat. Seize transects à petite échelle furent réalisés au travers de hêtraies (Ruhrbusch, Schwarzesvenn), de chênaies à bouleaux (Eckel, Bongard), de peuplements de bouleau des Carpathes, de saule ou de peuplier tremble sur sols tourbeux (Drello, Fraineux), d'aulnaies (Oneux, Bongard), d'anciennes plantations de pin sylvestre au centre de la fagne (Noir-

Flohay), de plantations d'épicéa sur tourbe ou sur sol hydromorphe (fagne Wallonne, fagne de Cléfaye...), de peuplements de molinies sur tourbe (7 sites), de cariçaias, de jonchaies et enfin de tourbières hautes actives (fagne Wallonne, fagne de Cléfaye). Des microtransects furent aussi réalisés pour étudier la dispersion et la représentation d'*Eriophorum vaginatum*, *Erica tetralix*, *Empetrum nigrum*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium* div. sp., *Carex rostrata*... D'une manière générale, les résultats concernant les essences forestières confirment une représentation satisfaisante, à l'exception de *Picea* extrêmement déficitaire. Etant donné la forte production et la bonne dispersion du pollen des graminées sur le haut-plateau, en particulier de *Molinia caerulea*, les taxons forestiers ne présentent jamais dans les spectres polliniques des pourcentages élevés en dehors de leur propre peuplement. Sur les tourbières, les plantes turficoles dispersent leur pollen sur de courtes distances - quelques m à quelques cm - et leur représentation pollinique est encore diminuée par une production faible (les *Vaccinium*) ou irrégulière (*Eriophorum vaginatum*), par la dioécie (*Empetrum*) ou par l'extrême fragilité du pollen (*Narthecium ossifragum*, *Juncus*). Au contraire, *Calluna vulgaris* semble produire plus et disperser mieux ses tétrades. Quant aux cypéracées, certains *Carex* à gros épis (*C. rostrata*) sont localement bien représentés alors que d'autres, à épis plus grêle (*C. nigra*), sont toujours sous-représentés.

Cependant, malgré les distorsions observées, les principaux types de groupements végétaux caractérisant les zones tourbeuses ouvertes ou boisées peuvent être identifiés correctement au travers des spectres polliniques. De plus, ces derniers reflètent aussi la végétation au niveau des grandes superficies tourbeuses dans lesquelles la molinie domine.

3. LES DEPOTS DU TARDIGLACIAIRE ET L'ORIGINE DES PALSÉS MINÉRALES

Le plateau des Hautes-Fagnes comprend, à une altitude généralement supérieure à 550 m, plusieurs centaines de dépressions limitées par un rempart, remplies par du gyttja et de la tourbe. Leur forme peut être circulaire ($d = \pm 80$ m en moyenne) ou allongée suivant la plus grande pente.

L'origine de ces dépressions a été controversée depuis le début du siècle. L'origine anthropique fut soutenue par Bouillenne (1937) qui avaient découvert des restes de troncs couchés et brûlés dans le «Vivier Frédéricq» (Grande-Fange). Hélas, les spectres polliniques des couches inférieures étaient pollués ou remaniés (Bouillenne-Walrand & Darimont, 1939). Cette hypothèse anthropique est aussitôt contestée par Florschütz (1937) et Florschütz & Van

Oye (1938) qui analysent le «Vivier Fagnoul» en fagne Wallonne et mettent le Préboréal, et peut-être le Dryas III, en évidence dans le fond de la cuvette. L'origine tardiglaciaire leur paraît indiquée par la découverte de macrorestes de *Polytrichum sexangulare*, *Aulacomnium turgidum* et de macrospores de *Selaginella selaginoides* (Florschütz & Van Oye, 1939). La fin du dernier Dryas et le Préboréal sont ensuite repérés dans les viviers de Bellecroix (Van der Hammen, 1953) et dans un vivier de la fagne Wallonne (Slotboom, 1963).

A ce stade, il semble acquis que ces cuvettes se sont formées avant le Préboréal, époque du début de leur remplissage. En même temps, Pissart (1956) en démontrait l'origine périglaciaire. Par analogie avec les formes observées au Pays de Galles, Pissart (1963, 1965) les assimile ensuite à des cicatrices de pingos. Toutefois, ce type de genèse implique l'existence de dépôts perméables au dessous des couches superficielles limoneuses et du gyttja, et d'un système d'injection d'eau. Or, une campagne de sondages dans la zone à cuvettes n'a révélé aucune couche sableuse mais plutôt des sédiments imperméables constitués du mélange des apports loessiques et de la dégradation du substratum révinien quartzo-phylladeux (Pissart *et al.*, 1972, Juvigné & Pissart, 1979). Faut-il alors envisager que ces dépressions soient, en fait, des cicatrices de paises comme le suggère Washburn (in Pissart *et al.*, 1972)? Dès lors, les recherches s'orientent vers l'étude détaillée des structures conservées dans les remparts (Pissart, 1974, 1983 a, b). Le creusement de tranchées dans plusieurs remparts de «viviers» révèle que les couches internes ont été repoussées latéralement et plissées, puis recouvertes d'un limon soliflué, ce qui indique une genèse de type paise minérale par ségrégation de glace au sein d'un sol humide non perméable (Pissart *et al.*, 1975).

La question de l'âge de formation de ces structures périglaciaires est aussi relancée par Gullentops

qui découvre au sein du rempart d'un «vivier» à Massehottée (plateau des Tailles, Baraque-Fraiture) des minéraux lourds issus d'une éruption volcanique eifélienne (Mullenders & Gullentops, 1969). Ces minéraux ne sont pas observés dans les dépôts de remplissage de la cuvette. Ces auteurs en déduisent que ces dépressions se sont formées au cours du Dryas III. Une autre concentration de minéraux volcaniques est ensuite découverte dans un rempart de paise minérale de la Brackvenn mais sa datation s'avère problématique, y compris par la palynologie et surtout sans datation radiocarbone (Bastin *et al.*, 1974, Pissart *et al.*, 1975). L'hypothèse d'une genèse à la fin de la glaciation weichselienne est avancée mais sans conviction. Parallèlement, Woillard (1975 a, b) analyse le pollen dans 6 remplissages de cuvette ainsi que dans les couches limoneuses sous-jacentes de la Brackvenn et de la Konnerzvenn. Elle obtient une succession d'épisodes «froids» et «chauds» qu'elle rapporte, mais sans pouvoir utiliser le radiocarbone, à l'ensemble du Tardiglaciaire. Faut-il admettre alors que le remplissage de ces paises aurait débuté avant le Préboréal et que les buttes périglaciaires se seraient formées avant le Tardiglaciaire ?

La réponse sera donnée par l'examen d'une couche de tourbe déformée et conservée dans un rempart d'une cuvette de la Konnerzvenn (Pissart & Juvigné, 1980). La tourbe, incluse dans du limon éolien soliflué dont les couches ont été repoussées vers l'extérieur du système, renferme en effet une association minéralogique caractéristique de la téphra «Laacher See Tuf 5» émise au cours de la période Alleröd. Cette observation est nettement confirmée par un ensemble très cohérent de 5 dates radiocarbone (tab. 1) et par les analyses palynologiques (Pissart & Juvigné, 1980, Gewalt, 1983, Bastin, 1985). Ces dates et le diagramme pollinique montrent que la tourbe s'est accumulée au cours du Tardiglaciaire dans une dépression colonisée par *Equisetum* et des Cypéracées. Dès lors, le

Tableau 1. Liste des dates ¹⁴C publiées sur la paise minérale de la Konnerzvenn. BP = Before Present = conventionnellement avant 1950.

AGES RADIOCARBONE DANS LA PALSE MINERALE DE LA KONNERZVENN					
n°	Auteurs	Sites	Evénements paléobotaniques	N° labor.	Agés 14 C (BP)
1	Gewelt, 1983	Konnerzvenn	rempart, sommet tourbe tardiglaciaire	MBN - 191	10640 ± 130
2	Bastin, 1985	Konnerzvenn	rempart, couche à tephra	Lv - 1011	10820 ± 150
3	Juvigné, 1983	Konnerzvenn	rempart, couche à tephra	GrN - 10579	10830 ± 45
4	Pissart & Juvigné, 1980	Konnerzvenn	rempart, couche à tephra	GrN - 8891	11030 ± 160
5	Bastin, 1985	Konnerzvenn	rempart, base tourbe tardiglaciaire	GrN - 9258	12170 ± 90
6	Bastin 1985	Konnerzvenn	rempart, base tourbe tardiglaciaire	Lv - 1012	12710 ± 180

processus de formation s'explique par une croissance rapide au cours du Dryas III d'un noyau de glace de ségrégation sous la couche de tourbe d'âge Alleröd qui a été repoussée et emprisonnée dans le limon ruisselé depuis le sommet de la butte. L'hypothèse de Mullenders et Gullentops (1969) était ainsi confirmée.

4. LA VEGETATION AU COURS DU TARDIGLACIAIRE

Le diagramme de la Konnerzvenn (Bastin, 1985) est bien daté par le radiocarbone et la téphrochronologie. C'est pourquoi le dépôt tourbeux a fait l'objet d'une analyse de macrorestes afin de préciser la nature de la végétation du marécage à l'origine de la palse minérale (Damblon & Bastin, 1986). Des restes de coléoptères ont aussi été analysés (Coope, 1985). Les macrorestes végétaux sont essentiellement constitués de *Carex*. Plusieurs espèces de ces *Carex* (*C. disticha*, *C. cespitosa*, *C. elata*) sont relativement tolérantes vis-à-vis du carbonate de calcium alors que d'autres (*C. nigra*, *C. panicea*) sont considérées comme plus acidophiles. De nombreuses macrospores de *Selaginella selaginoides* suggèrent aussi l'existence de pelouses humides proches de suintements d'eau carbonatée (cf. Ellenberg, 1988, Rameau *et al.*, 1993). Ceci est vérifié par la présence d'un taux de carbonate appréciable (>11%) dans la couche limoneuse sous-jacente à la tourbe (Pissart & Juvigné, 1980).

Cinq phases d'évolution locale sont distinguées avec un optimum de *Selaginella* superposable à celui qu'enregistre le diagramme pollinique dans la zone attribuée au Dryas II. Leur succession suggère une acidification progressive d'un marais mésotrophe. Enfin, parmi les restes de ligneux, du bois de *Salix* et des fruits de *Betula nana* ont été identifiés.

Les restes de coléoptères, extraits de la tourbe découpée en 5 tranches successives, ont fourni des assemblages typiques des bas-marais à *Carex*. L'inférieur, rapporté par la palynologie au Bölling, est indicateur du climat le plus chaud tandis que le supérieur, correspondant au Dryas III, traduit le climat le plus froid (Coope, 1985).

Ces résultats conduisent à reconsidérer le diagramme pollinique Konnerzvenn A dans lequel l'extension maximale de *Pinus* caractérise l'Alleröd et encadre la téphra eifélienne. Si l'on accepte l'hypothèse d'un Bölling plus chaud que l'Alleröd, le Dryas moyen (Dryas II) nous apparaît plutôt comme une phase de forte humidité et de suintement favorisés sans doute par le dégel progressif du pergélisol weichselien. Au cours du Dryas II, les bouleaux nains et les saules sont les seuls arbrisseaux dans un en-

vironnement régional dominé par les composées, les graminées et les armoises mais au milieu duquel abondent les mares d'eau libre, les marais à *Carex* et les pelouses à sélaginelle. C'est donc la multitude des marécages se développant en période de réchauffement qui suggère le caractère toundroïde de la végétation tandis que les plantes de pelouse à caractère steppique colonisent les sols secs.

Au cours de l'Alleröd, le grand succès de *Pinus* - et celui, moindre, de *Betula* - s'explique par leur capacité à coloniser en premier la plupart des milieux découverts secs et humides. La végétation nous apparaît alors comme une mosaïque de marais et de pelouses arborées à *Pinus*. A la Konnerzvenn, le diagramme pollinique se termine au sommet du dépôt tourbeux avec une forte poussée des Cypéracées et le brusque recul de *Pinus*. La tourbe sommitale s'enrichit finalement en mousses (*Drepanocladus cf. exannulatus*) aux dépens des *Carex*. Dans ce milieu local gorgé d'eau, la chute des températures au Dryas III interrompt le développement du marécage et entraîne la formation d'un nouveau pergélisol dans la tourbe Alleröd et le limon sous-jacent qui provoque la croissance de la palse.

5. LES DEPOTS ET LA VEGETATION DE L'HOLOCENE

Les dépôts les plus anciens, d'époque préboréale, ont été découverts à partir de 1933 au sein des cuvettes de remplissage des paises minérales dans les fagne Wallonne, Grande-Fange, Brackvenn et Konnerzvenn principalement. Il est évident que d'autres remplissages du Préboréal sont enfouis dans certains dépôts tourbeux aujourd'hui plantés d'épicéas (Jonas, 1992). Leur délimitation devrait être facilitée grâce à l'emploi d'un détecteur radar adapté aux sédiments organiques (Halleux, 1991).

Une couche d'âge préboréal a encore été découverte dans la vallée de la Helle, dans le site du Grand-Bongard (530 m), à la base d'un dépôt tourbeux recoupé par la Helle (Gavray, 1982, Bonhomme *et al.*, 1985). Un autre profil du même site analysé par Gotjé *et al.* (1990) a fourni une séquence bien datée depuis le Préboréal jusqu'au Subatlantique.

En dehors des paises, les recherches paléobotaniques n'ont pas révélé de dépôts plus anciens que la fin du Boréal. Nous disposons ainsi de séquences dans la tourbière Royale ou Misten (Persch, 1950), dans la fagne des Wéz (Dricot, 1960, 1964), dans la fagne Wallonne et la fagne de Cléfaye (Damblon, 1969, 1970, 1978). Leur chronostratigraphie a été principalement établie par comparaison

Tableau 2. Liste des dates ^{14}C (âges BP) publiées sur les tourbières des Hautes-Fagnes.

AGES RADIOCARBONE DES TOURBIERES					
n°	Auteurs	Sites	Evénements paléobotaniques	N° Labor.	Agés 14 C (BP)
1	Dricot, 1960	fagne des Wéz	Sous le 1er maximum de Fagus (F1)	Lv - 20	1774 ± 120
2	Damblon, 1978	fagne de Cléfaye	2ème extension de Pinus après F1	Lv - 733	1820 ± 55
3	Damblon, 1978	fagne de Cléfaye	1ère extension de Fagus, pic de Pinus	Lv - 714	2300 ± 55
4	Gotjé et al., 1990	Grand-Bongard	Forte extension de Fagus	GrN - 14420	2730 ± 45
5	Dricot, 1960	fagne des Wéz	Fagus dépasse le Quercetum mixtum	Lv - 21	2764 ± 144
6	Damblon, 1978	fagne de Cléfaye	Fagus dépasse Corylus et Quercus	Lv - 771	2960 ± 50
7	Damblon, 1978	fagne de Cléfaye	Début extension de Fagus, pic de Corylus	Lv - 772	3360 ± 80
8	Schumacker, 1961	fagne Wallonne	Tourbe surmontant Scheuchzeria	B - 298	4690 ± 100
9	Gotjé et al., 1990	Grand-Bongard	Début de la chute d'Ulmus	GrN - 14419	5500 ± 80
10	Gotjé et al., 1990	Grand-Bongard	Maximum d'Alnus	GrN - 14418	6000 ± 80
11	Schumacker, 1961	fagne Wallonne	Tourbe sous Scheuchzeria	B - 297	6720 ± 120
12	Schumacker, 1961	fagne Wallonne	Tourbe sous Scheuchzeria	GrN - ?	6740 ± 70
13	Gotjé et al., 1990	Grand-Bongard	Recul de Corylus, extension d'Alnus	GrN - 14417	7170 ± 70
14	Gotjé et al., 1990	Grand-Bongard	Extension de Corylus, départ d'Ulmus	GrN - 14416	9230 ± 80
15	Gotjé et al., 1990	Grand-Bongard	Recul de Betula, extension de Corylus	GrN - 14415	9270 ± 70
16	Bonhomme et al., 1985	Grand-Bongard	Phase à Pinus (Préboréal)	Lv - 1103	9820 ± 90

avec d'autres diagrammes issus de pays voisins, spécialement de Hollande et d'Allemagne. Les dates au radiocarbone sont peu nombreuses, notamment à cause des moyens de sondage utilisés. Le tableau suivant (tab. 2) reprend les dates disponibles.

5.1. L'HISTOIRE DE LA VEGETATION FORESTIERE REGIONALE

Sur le plateau des Hautes-Fagnes, le réchauffement climatique holocène se traduit d'abord par un court stade pionnier à *Juniperus* puis par l'extension rapide de *Pinus*, de *Betula* et de *Salix*. A la fin de cette phase de forêt claire à pin-bouleau (Préboréal) débute la courbe pollinique de *Corylus* et apparaissent des grains de *Quercus* et d'*Ulmus* (Woillard, 1975, Gotjé et al., 1990). Plusieurs taxons des milieux ouverts subsistent encore à cette époque (*Ephedra*, *Artemisia*, *Centaurea cyanus*).

Comme partout en Europe occidentale, la forte extension de *Corylus*, datée autour de 9250 BP au Grand-Bongard (Gotjé et al., 1990), caractérise la phase suivante (période boréale). *Quercus* et *Ulmus* se répandent, ce dernier atteignant un maximum pendant la seconde partie de cette phase au cours de laquelle se manifestent déjà *Alnus*, *Fraxinus*, *Hedera* et *Tilia*. Il est probable que le noisetier ait été sur-représenté par son pollen à cause de sa répartition autour des zones humides et qu'il ait masqué l'importance de la colonisation forestière par l'orme et le chêne. Localement, on peut suivre la com-

pétition entre le noisetier et le pin dont des populations ont subsisté en fagne Wallonne au Boréal (Damblon, 1970).

L'extension de *Tilia* et l'apparition de *Viscum*, évaluées entre 7900 et 7500 BP (Dricot, 1960, Gotjé et al., 1990), correspondent à l'optimum climatique holocène. L'arrivée du tilleul est bien marquée dans tous les diagrammes polliniques, même si elle ne se manifeste que par de faibles pourcentages au centre des tourbières hautes. En revanche, la primauté de *Tilia* ressort nettement à la périphérie de Cléfaye où s'est développé, à cette époque, un marais à *Polygonum bistorta* et *Osmunda regalis* à la lisière humide d'une tiliaie riche en noisetier avec *Polypodium vulgare*, *Athyrium filix-femina* et autres fougères (Damblon, 1978). *Fraxinus* et *Alnus* font aussi une entrée en scène remarquable mais d'importance variable selon les sites. Incontestablement, la tourbière de la Poleûr, derrière le Mont-Rigi, enregistre à cette époque la proximité d'une frênaie (Morelle, 1989) tandis qu'une aulnaie à *Thelypteris* et *Polypodium* se développait au Grand-Bongard (Gavray, 1982, Gotjé et al., 1990).

Dans les couches des tourbières hautes, il est possible de mettre en évidence une première sous-phase à *Ulmus* suivie d'une seconde, plus riche en *Tilia* et en *Fraxinus*. Quant à *Corylus*, ses fluctuations et maxima nous apparaissent d'importance locale et de peu de valeur chronostratigraphique. *Corylus* présente des pourcentages très élevés à la base des tourbières car les marais sont apparus au

sein de bois humides à aulne et/ou à bouleau mais largement ceinturés de noisetiers.

La diminution des pourcentages d'*Ulmus*, généralement utilisée pour marquer la transition entre l'Atlantique et le Subboréal, est difficile à repérer dans les diagrammes des Hautes-Fagnes. Toutefois, on observe une zone pollinique dans laquelle *Tilia* reprend le dessus sur *Ulmus* et *Fraxinus*. Au Grand-Bongard, le recul d'*Ulmus* semble un peu plus récent que 5500 BP (Gotjé *et al.*, 1990). L'importance du tilleul à cette époque est d'autant mieux révélée que les enregistrements polliniques se rapprochent des «sêchamps» (sols secs) loessiques. Un excellent exemple nous est fourni par le site de la Robinette, au nord de la fagne des Deux-Séries, où le pollen de *Tilia* atteint 55% dans l'horizon de base d'un sol limoneux (Heim, 1985). Au Grand-Bongard, le tilleul résistera à la concurrence du hêtre jusqu'au début de la période subatlantique (Lejeune, 1980).

L'arrivée de *Fagus*, déjà perceptible à la fin de l'Atlantique, se manifeste au Subboréal par une courbe continue subordonnée aux autres taxons. *Acer* est présent sporadiquement. Enfin, localement, comme à Drello en Fagne Wallonne, des populations de *Pinus* subsistent aux alentours des zones humides où prolifèrent des bois d'aulne et de bouleau.

La forte extension de *Fagus* caractérise la dernière phase de l'Holocène (période subatlantique). La dominance du hêtre se produit autour de 2960 ± 50 BP à Cléfaye et se trouve acquise en 2764 ± 144 BP aux Wéz et en 2730 ± 45 BP au Grand-Bongard (tabl. 2). Un premier maximum de *Fagus* (F1) se manifeste vers 1700-1650 BP (Dricot, 1960) tandis que 3 autres pics du hêtre ont été estimés par interpolation autour de 700 AD (F2), 1200 AD (F3) et 1600 AD (F4) (Dricot, 1959, 1960).

Carpinus est le dernier arrivant dans la région, entre 2000 et 1750 BP. Il atteint un maximum au niveau du F3. Après ce F3, une extension relative de *Quercus* est observée dans les diagrammes de tourbières hautes (Persch, 1950, Dricot, 1960, Damblon, 1969).

Les horizons supérieurs de certaines tourbières ont encore enregistré une nette extension de *Pinus* attribuée aux plantations effectuées au milieu du XVIII^{ème} siècle, et finalement une courbe continue suivie d'une extension de *Picea* suite aux reboisements massifs réalisés au début du XX^{ème} siècle (Persch, 1950, Damblon, 1969). Ces derniers événements sont bien enregistrés au sein des touradons édifiés par *Molinia* et par *Eriophorum* (Damblon, 1978, 1981).

5.2. LE DEVELOPPEMENT DES TOURBIERES

5.2.1. Les remplissages de paises minérales au cours du Préboréal

Au début de l'Holocène, les multiples cuvettes de paises remplies d'eau étaient colonisées par les groupements aquatiques. Au «Vivier Fagnoul», Florschütz & Van Oye (1939) avaient déjà trouvé des poils stellaires de *Nymphaea*. Plus tard, les analyses réalisées à Bellecroix par Van der Hammen (1952), en Fagne Wallonne par Slotboom (1963), dans la Brackvenn et la Konnerzvenn par Woillard (1975 a) ont livré des assemblages polliniques concordants avec principalement des coenobes de *Pediastrum*, des spores d'*Equisetum*, d'*Isoetes*, de *Sphagnum* et du pollen de *Nuphar*, *Nymphaea*, *Potamogeton*, *Myriophyllum*, *Batrachium*, *Littorella*, *Menyanthes*, *Epilobium*, *Typha*, *Filipendula*, *Valeriana*, *Polygonum bistorta*, *Sanguisorba officinalis*, *Comarum palustre* et de cypéracées. De tels assemblages reflètent une zonation ou une intrication de groupements aquatiques et palustres alimentés par des suintements encore assez riches en carbonates mais dans lesquels apparaissent des îlots d'acidification édaphique.

Au cours des phases ultérieures de l'Holocène, ces cuvettes de paises se rempliront progressivement grâce à des groupements à sphaignes et cypéracées de plus en plus acidiphiles. Ainsi, la plupart des paises minérales seront intégrées dans le développement des grands complexes tourbeux atlantiques comme ceux de la fagne Wallonne, du Misten et de Cléfaye. Certaines de ces paises seront mises au jour à la suite de l'exploitation de la tourbe.

5.2.2. Le site du Grand-Bongard dans la vallée de la Helle (530 m)

Au Grand-Bongard, la rivière qui a recreusé la vallée au cours du Tardiglaciaire a fait son lit du côté gauche et s'est stabilisée à son niveau actuel dès le Préboréal (Gavray, 1982). Les premiers dépôts dégagés d'une paroi contiennent du pollen de cypéracées, ombellifères, *Filipendula*, *Sanguisorba*, *Polygonum bistorta*, des graines et fruits de *Scirpus sylvaticus*, *Juncus effusus*, *Carex curta* et des sclérotés de *Cenococcum geophilum* (Gotjé *et al.*, 1990), l'ensemble donnant l'image de suintements mouilleux et mésotrophes se développant au sein d'un bois clair à pin-bouleau comme ce devait être aussi le cas en fagne Wallonne (Damblon, 1970).

Dans le site du Grand-Bongard, les dépôts tourbeux accumulés au Boréal ont enregistré 3 stades de développement local du marécage:

- a) stade de prairie mouilleuse mésotrophe à *Carex rostrata/vesicaria*, *Comarum palustre*, *Carex paniculata*, *Juncus t. effusus*, *Calliergon stramineum*, *Polytrichum commune*, *Filipendula*, *Polygonum bistorta*, *Caltha palustris*... L'abondance des restes d'aiguilles et de cônes de *Pinus* et ceux de noisettes signalent la proximité d'un bois humide à pin-coudrier;
- b) stade de bois humide à *Betula-Salix* avec *Scirpus sylvaticus* mais comprenant des mares à *Menyanthes*;
- c) stade plus humide et moins boisé avec des bryophytes et *Comarum palustre*, *Polygonum bistorta*, *Equisetum sp.*

A la période atlantique, ce bas-marais encore mésotrophe se boise d'abord en *Betula* qui semble abriter *Melampyrum*, des fougères et des sphaignes, puis se laisse envahir par *Alnus* accompagné de *Lonicera*, de *Thelypteris* et de *Polypodium*. Progressivement, l'aulnaie s'éclaircit, s'acidifie, puis se laisse pénétrer par les bouleaux encore accompagnés de *Sphagnum*, *Melampyrum* et *Luzula sylvatica*. Localement, l'existence d'un groupement oligo-mésotrophe à *Sphagnum*, *Carex*, *Valeriana*, *Polygonum bistorta* et diverses ombellifères s'accorde avec un léger couvert d'aulne et de bouleau.

Après une courte phase à *Salix* favorisée par un incendie, l'évolution locale au Grand-Bongard se termine par une nouvelle et forte extension pollinique des cypéracées, graminées, *Sphagnum* div. sp., *Potentilla/Comarum* et des éricacées traduisant un embryonnement aux abords directs du site. Cet ensemble apparaît indicateur de conditions locales oligo-mésotrophes et plus sèches découlant du drainage provoqué par la rivière se déplaçant vers le site, et de perturbations locales sans doute attribuables au pâturage comme le suggère aussi l'abondance des spores de champignons coprophiles (Gotjé *et al.*, 1990). Aujourd'hui, le Grand-Bongard nous apparaît comme une fagne à molinie entourée d'aulnes, bouleaux et saules. Les versants de la rivière portent des chênaies à bouleau et des plantations d'épicéas (Lejeune, 1980).

5.2.3. Les tourbières de la fagne Wallonne (620 m)

La fagne Wallonne est une grande tourbière en selle (Sattelhochmoor) dont la partie encore active a été fortement réduite par l'exploitation de tourbe, surtout dans la partie ouest où l'on peut encore observer la tranche de découpe délimitant une langue qui subsiste entre Drello et Oneux.

Les analyses paléobotaniques ont porté sur la tranche d'exploitation et sur plusieurs sondages réalisés au coeur de la tourbière active (Streel, 1959,

Schumacker, 1961, Damblon, 1969, 1970) et, dans le site de Drello, au sein de la boulaie tourbeuse et dans la fagne tourbeuse à molinie (Damblon, 1978).

L'accumulation de tourbe a débuté dans un bas-marais à *Carex* avec des sphaignes au niveau du col, et dans des bois humides à aulne et bouleau installés sur les flancs argilo-limoneux de la dépression. Des souches de *Quercus* ont été signalées à la base (Bouillenne, 1938). La tourbe à bois de *Betula* a été datée de ± 6700 BP (Schumacker, 1961). Au sud de la tourbière centrale, cette tourbe à *Betula* est directement surmontée par une couche d'environ 40 cm formée de restes de *Scheuchzeria palustris* et de *Sphagnum* sp (Schumacker, 1961). Le spectre pollinique typiquement atlantique contient quelque 8% de dyades de *Scheuchzeria*. Cette couche se prolonge jusqu'au coeur de la tourbière, comme l'indique le pollen de *Scheuchzeria* retrouvé dans les dépôts de base de la tourbière centrale (Damblon, 1969). On assiste ici à l'asphyxie d'un bois tourbeux par le développement d'une tourbière de transition à scheuchzérie, plante aujourd'hui disparue de la région, qui prospère pendant la période la plus humide de l'Atlantique.

La tourbe à *Scheuchzeria* est surmontée par une tourbe à *Eriophorum vaginatum* et *Sphagnum* sect. *cuspidata*, riche en brindilles d'éricacées. Les enregistrements polliniques soulignent le rôle dynamique d'*Empetrum nigrum* et des éricacées (*Vaccinium*) dans la colonisation du tapis de sphaignes. Des débris de *Betula* y sont encore conservés. Cette tourbe riche en ligneux a été datée de ± 4700 BP (B-298). A ce dépôt succède une autre tourbe à *Sphagnum* sect. *acutifolia* et *S. sect. cuspidata* en association avec *Eriophorum vaginatum* qui devient le principal constructeur de tourbe. La proportion des restes de sphaignes devient progressivement plus élevée au milieu du col où l'on reconnaît *S. imbricatum* sur plusieurs mètres d'épaisseur. Ensuite, près de la surface, ce type de tourbe ombrotrophe est remplacé par un horizon dense d'*Eriophorum vaginatum* dont l'âge est estimé de 1200 à 1300 AD. Il est enfin surmonté par une nouvelle tourbe à *Sphagnum papillosum* et *Eriophorum vaginatum* comprenant des restes d'éricacées et de *Narthecium ossifragum*. Vers la périphérie de la tourbière centrale, les couches successives sont progressivement enrichies en restes de bois de *Betula* (Streel, 1959).

5.2.4. Le site et les environs de Drello (630 m)

Le site de Drello est occupé, en bordure d'un plat limoneux, par un bois de *Betula carpatica* et *Vaccinium myrtillus* sur tourbe. Ce bois est prolongé vers la rivière Helle par une vaste fagne tourbeuse à *Molinia caerulea*.

L'origine de cette boulaie est connue par 2 sondages réalisés au milieu du bois (Damblon, 1978). Sur un sol argilo-limoneux d'abord occupé par une station humide à pin-bouleau abritant des sphaignes, se développe - à la fin de la période atlantique - un bas-marais mésotrophe à *Juncus effusus*, *Equisetum*, *Succisa*, *Cirsium* au sein d'un bois humide à *Corylus*. Le bas-marais se boise ensuite en *Alnus* qui s'étend aux dépens de la corylaie. Cette aulnaie riche en fougères, notamment *Polypodium*, comprend des mares d'eau libre comme le suggèrent *Equisetum* sp. et *Phragmites australis*. Au Subatlantique, l'aulnaie s'acidifie et se transforme en boulaie claire à *Sphagnum* avec *Carex lasiocarpa*, *C. echinata*, *Empetrum nigrum*, *Calluna vulgaris* et d'autres éricacées. Cette transformation semble avoir été accélérée par des interventions humaines responsables du développement local d'une lande tourbeuse.

5.2.5. La fagne de Cléfaye (610 m)

Voisine de la fagne Wallonne, la fagne de Cléfaye (610 m) est plus étroite et limitée par le ressaut limoneux de Cléfaye à l'ouest (640 m) et le versant du Pannensterz à l'est (660 m). C'est aussi une tourbière de col en selle qui alimente la Helle au nord et le Schwarzbach au sud.

Au centre de la tourbière, les analyses du pollen et des structures tourbeuses (Streel, 1959, Damblon, 1969) ont révélé une évolution comparable à celle décrite au centre de la fagne Wallonne, mais deux différences essentielles apparaissent:

- a) il n'existe pas à Cléfaye de couche tourbeuse à *Scheuchzeria palustris*;
- b) les assemblages fossiles depuis la base sont plus riches en restes d'éricacées et traduisent un milieu un peu moins humide qu'en fagne Wallonne. Ces contrastes paléobotaniques correspondent bien aux différences observées dans le tapis végétal actuel des deux tourbières voisines. Elles peuvent s'expliquer par le fait que les pentes des versants de Cléfaye sont plus fortes et que le col y est plus étroit qu'en fagne wallonne. De plus, le versant de Botrange en fagne Wallonne contient un réservoir d'eau supérieur à celui des versants de Cléfaye et du Pannensterz, et les eaux issues de ce dernier sont en partie détournées vers la Helle et le Schwarzbach (Streel, 1959).

Dans la zone périphérique de Cléfaye, à l'ouest de la tourbière active, les dépôts tourbeux sont aussi constitués de restes d'*Eriophorum vaginatum* mais ils contiennent une proportion plus élevée de restes ligneux (*Betula*, *Pinus*, *Empetrum*, *Vaccinium*...). Les assemblages de macrorestes comportent également divers taxons de bas-marais oligo-mésotrophes (*Ca-*

rex nigra, *Juncus effusus*, *Molinia caerulea*,...) que l'on trouve d'abord dans les couches inférieures et ensuite près de la surface (Damblon, 1978).

Dans le profil Cléfaye 2, trois grandes phases locales peuvent être distinguées:

- a) un bas-marais oligo-mésotrophe se forme au Subboréal au sein d'un petit bois clair à bouleau en marge d'une chênaie qui dérive elle-même d'une tillaie atlantique;
- b) au début du Subatlantique, s'édifie une tourbière à *Sphagnum* - *Eriophorum vaginatum* qui garde un caractère soligène puisqu'elle porte encore *Carex nigra* et *Molinia caerulea*. Elle connaît aussi des phases de boisement modéré par *Betula* et par *Pinus* accompagnés de diverses éricacées, avec des périodes d'assèchement favorables aux incendies et des phases plus humides dont profite notamment *Carex rostrata*;
- c) à partir du Moyen Age, des incendies d'origine anthropique induisent le développement d'une lande tourbeuse à *Calluna*. Enfin, au XXème siècle, cette lande est envahie par *Molinia caerulea* qui élimine à peu près tous ses concurrents.

6. L'EMPRISE HUMAINE SUR LES HAUTES-FAGNES

6.1. LES SOURCES HISTORIQUES

Partout, dans les Hautes-Fagnes, le paysage porte la marque de la pression anthropique (Quenon *et al.*, 1994). Sur la base de la documentation géographique, archéologique et historique (Huberty, 1896, Renier, 1905, Gobelet d'Alviella, 1927, Bastin, 1928, 1934, Hoyois, 1949, 1953, Gérard, 1951, Bouillenne & al., 1956, Liégeois-Lemaître, 1957, Froment, 1963, 1966a, b, 1972, Corbiau, 1981, Noirfalise, 1990, Letocart & Quenon, 1994, etc...), il est possible d'évaluer l'ampleur des diverses activités d'exploitation du milieu par l'homme dans les forêts et dans les zones humides.

Les investigations archéologiques n'ont pas mis au jour d'établissements permanents sur le haut-plateau avant l'époque du Moyen Age, tant la région devait apparaître inhospitalière. L'unique témoin du passage des hommes est constitué par ce qui reste de la Via Mansuerisca enfouie sous les couches tourbeuses de la crête fagnarde (cf. 6.5.).

Depuis le Haut Moyen Age, les populations des communes de Jalhay, Sourbrodt et celles de la région de Mützenich et Monschau ont exercé leurs droits d'affouage (récolte du bois mort pour le chauffage), de coupe des taillis (aussi pour le bois de chauffage), de coupe du bois d'oeuvre, d'essartage et d'écobuage (coupe du bois, incinération et dis-

persion des cendres pour la culture temporaire du seigle), de pâturage en forêt pour les porcins, ovins et bovins. Au début du XVI^{ème} siècle, le charbonnage, déjà pratiqué au Moyen-Age, commence à faire des ravages dans l'Hertogenwald. Le Ruhrbusch en particulier est singulièrement réduit entre 1616 et 1618. Un peu partout, les aires de faulde (accumulation en butte du bois recouvert de terre pour la carbonisation) sont encore visibles dans les hêtraies du Ruhrbusch. Au XIX^{ème} siècle, la forêt est complètement délabrée et partout s'étendent les landes à bruyères parcourues par les moutons et les chèvres. Parmi les autres exploitations de la forêt, il faut encore mentionner l'écorçage des chênes qui a indirectement contribué à la sauvegarde de plusieurs chênaies, la collecte des glands et des faînes, et enfin, le petit artisanat sur bois.

Les cultures céréalières (seigle, avoine, froment, épeautre) se sont développées autour des villages mais, par la force des choses, elles sont toujours demeurées occasionnelles sur les milieux tourbeux. Des petites cultures temporaires ont été pratiquées par les faucheurs de fagnes et les herdiers sur les setchamps (sols secs) limoneux à côté des aires de pâturage, par exemple à Drello, à l'Oneux et à Duret où du seigle était encore cultivé en 1909 (Schwickerath, 1944).

Sur le plateau des Hautes-Fagnes, les plantations de résineux ont débuté vers 1750 par un essai d'introduction de *Pinus sylvestris* (Huberty, 1896, Poskin, 1949, Hoyois, 1953). Il en reste un témoin au Noir Flohay, à l'ouest du Grand-Bongard. L'épicéa a été planté à partir du milieu du XIX^{ème} siècle, d'abord sur les sols limoneux puis progressivement sur les sols hydromorphes et paratourbeux. Enfin, au début du XX^{ème} siècle, les plantations furent étendues aux milieux franchement tourbeux après leur drainage.

6.2. LES INDICES DES ACTIVITES HUMAINES DANS LES TOURBIERES

D'une manière générale, les diagrammes polliniques de tourbières hautes nous donnent une image très globale de l'impact humain sur la forêt fagnarde.

Dans les tourbières du Misten, des Wéz, de la fagne Wallonne et de Cléfaye, les fluctuations de la courbe pollinique de *Fagus* sont supposées refléter les vicissitudes de l'exploitation des hêtraies mais l'interaction avec les facteurs climatiques et la dynamique forestière empêche de reconstituer finement les modalités de l'exploitation forestière. En tous cas, à partir du premier maximum de *Fagus* (F1) vers 300-250 AD, la tendance globale est un recul des hêtraies qui s'accélère brutalement après

le F3 dont l'âge est estimé autour de 1200 AD, période où les établissements humains se sont développés dans la région.

La courbe de *Plantago lanceolata* est évidemment considérée comme le meilleur indice du pâturage. Son pollen apparaît dès le Néolithique, au cours du Subboréal, et devient plus abondant, puis dessine une courbe continue au long de la phase à *Fagus*. Dricot (1960) et Damblon (1969, 1970) ont reconnu une période gallo-romaine, puis le renouveau des activités pastorales à partir du XIII^{ème} siècle.

Quant aux céréales, qui se présentent aussi à partir du Subboréal, elles montrent des pourcentages significatifs au niveau du F1 (période romaine), disparaissent ensuite, puis se développent en courbe continue à partir du F3, donc vers le XIII^{ème} siècle. Les pourcentages toujours modestes (<3%) reflètent l'éloignement des cultures par rapport aux tourbières hautes. Les autres taxons synanthropiques (*Artemisia*, *Chenopodium*, *Rumex*, *Urtica*,...) sont observés essentiellement à partir des niveaux du Moyen Age.

Dans certains cas favorables, des actions humaines locales peuvent être décelées en périphérie des tourbières hautes, comme c'est le cas à la Robinette, à Drello et en bordure de Cléfaye.

Le site de la Robinette (550 m) est une plantation d'épicéa sur sol limoneux. Le diagramme pollinique établi par Heim (1985) met en évidence la coupe d'une forêt de *Tilia* d'époque subboréale-subatlantique. La destruction de la tiliaie à polypode est accompagnée du développement de la callune tandis que des céréales sont cultivées dans le voisinage. Il se développe alors un bois de *Betula* qui, plus tard, subira l'essartage pour une nouvelle culture temporaire de céréales. Un pic important de *Calluna* indique ensuite l'installation locale d'une lande à bruyère qui sera plantée en *Pinus sylvestris* au milieu du XIX^{ème} siècle. Il semble bien que soit enregistrée ici l'installation de la herderie signalée par Bouillenne *et al.* (1956). Le diagramme se termine par la nette extension de *Picea* qui rend compte de la plantation locale à la fin du XIX^{ème} siècle.

Le site de Drello a fourni un autre témoignage d'une forte pression anthropique à côté d'un setchamps limoneux (Damblon, 1978). Le diagramme pollinique et les macrorestes indiquent la proximité d'une culture de seigle et l'extension de landes tourbeuses à callune en bordure du replat limoneux jusque sur la tourbière plus ou moins boisée en bouleaux.

A la périphérie de Cléfaye, dans les couches de base de la fagne à molinie, la présence humaine est soupçonnée vers 3360 BP (Damblon, 1978). La

courbe pollinique de *Quercus* recule fortement dans une couche riche en charbons de bois. On constate aussi la présence de *Plantago*, généralement considéré comme un bon traceur des activités humaines, une nette extension de *Pteridium* et celle de *Calluna*. En même temps que disparaissent les graines de *Luzula sylvatica*, on observe l'apparition de débris carbonisés de *Polytrichum commune*. La chênaie a donc été incendiée puis une lande s'est développée dans le voisinage. Il est clair qu'une évolution semblable a pu se produire à la suite d'un incendie d'origine naturelle. Toutefois, il est possible qu'une extension temporaire du pâturage en forêt ait exercé une influence sur le développement du tapis végétal des zones tourbeuses marginales, comme c'est peut-être le cas en bordure de Cléfaye.

Dans les zones tourbeuses périphériques aujourd'hui fortement dégradées et colonisées par la molinie, les interventions de l'homme furent régulières à partir du Moyen Age. Les bois de bouleau sur tourbe étaient souvent coupés ou essartés pour étendre les landes à pâture. En bordure des setchamps, les landes riches en graminées étaient fauchées. Sur les sols tourbeux portant des callunes et des sphaignes, elles subissaient le stiernage (coupe des éricacées et ratissage des sphaignes pour la litière). Les aires de stiernage pouvaient s'avancer fort loin sur les tourbières hautes actives. Elles ont ainsi concerné la plupart des grandes fagnes, en particulier la fagne des Deux Séries, la fagne Wallonne et Cléfaye (Bouillenne *et al.*, 1956, Froment, 1969). Cette pratique du stiernage est apparue au cours du Moyen Age et s'est considérablement étendue à partir du XVIIIème jusqu'à la fin du XIXème siècle, notamment à la faveur de campagnes d'assèchement des fagnes humides à la fin du XVIIIème siècle.

L'expression paléobotanique de ces pratiques est difficile à percevoir dans les sondages au centre des tourbières actives sur lesquelles l'installation des éricacées remonte à la période atlantique. En revanche, l'impact des activités sur le milieu local apparaît plus prononcé dans les aires tourbeuses périphériques, comme on l'a vu à Drello et en bordure de Cléfaye. Ainsi, le profil Cléfaye 2 (Damblon, 1978) est interrompu vers 17,5-20 cm par un incendie qui détruit une population locale de *Pinus sylvestris*. Nous enregistrons ici un feu de tourbe comme ceux qui ont ravagé les fagnes depuis le Moyen Age. La tourbière à *Eriophorum* est alors colonisée par *Calluna* et *Polytrichum commune*, tandis que se développent *Molinia caerulea*, *Carex nigra* et *Juncus effusus*. La tourbière se transforme en lande tourbeuse qui devait subir la fauche ou le stiernage comme le suggère la présence de *Scirpus cespitosus*. Par ailleurs, des charbons de bois sont conservés dans tous les niveaux, soulignant la ré-

gularité des incendies sur la lande. Enfin, le profil de tourbe montre l'extension ultime de *Molinia* dont le pollen et les macrorestes dominant dans la zone pollinique à *Picea*.

6.3. L'EXTENSION DES POPULATIONS DE *MOLINIA CAERULEA* DANS LES LANDES TOURBEUSES ET SUR LES TOURBIERES

Depuis les années 30, le problème de l'origine des vastes peuplements de *Molinia* croissant en touradons a fait l'objet de controverses. Les documents écrits ne fournissent pas suffisamment de précisions sur l'importance passée et la répartition des fagnes à molinie, mais la progression constante de *Molinia* sur toutes les surfaces tourbeuses dégradées, en particulier dans les zones drainées en vue d'y planter l'épicéa est bien établie (Bouillenne, 1938, 1960, Bouillenne *et al.*, 1956, Robert, 1963, Froment, 1972, Jortay & Schumacker, 1988, 1989).

Les facteurs pouvant avoir favorisé le développement de *Molinia* sont de trois ordres:

- a) L'exploitation de tourbe sur front de taille et le tassement de la tourbe sur les aires ainsi dégagées (Vanden Berghen, 1951, Pahaut, 1969) ainsi que le drainage latéral.
- b) Le déboisement des bois de bouleau pubescent (*B. carpatica*) sur tourbe et le fauchage des fagnes ainsi aménagées (Schwickerath, 1937, Noirfalise *et al.*, 1971).
- c) Le drainage intensif des tourbières actives centrales ou périphériques en vue des plantations d'épicéas (Bouillenne, 1938, 1960, Van Beneden, 1963, Froment, 1969, 1972, etc...).

La première cause est incontestable pour les zones ayant subi l'exploitation de tourbe, par exemple sur le flanc ouest de la fagne Wallonne et dans la fagne de la Poleûr. Toutefois, plusieurs fagnes à molinie n'ont pas ou très peu été détournées, comme c'est le cas à Cléfaye. Par ailleurs, si le déboisement des boulaies tourbeuses est en cause, il faut croire qu'elles occupaient jadis une aire régionale très vaste, tout autour de ce qui subsiste des tourbières encore actives.

Afin de tester cette hypothèse, un transect de 13 sondages a été réalisé de part et d'autre de la Helle, entre Drello et le versant sud de la Fagne des Deux-Séries (Damblon, 1978). L'analyse des macrostructures tourbeuses a montré que: 1- la succession aulnaie - boulaie - lande tourbeuse est observée uniquement au sein des sondages dans le site de Drello; 2- au nord de Drello et au sud des Deux-Séries, les dépôts tourbeux sont constitués essentiellement par *Eriophorum vaginatum* et des restes épars de *Vaccinium* et de *Calluna*. Ils contiennent très peu ou

pas de restes de *Betula*. Il apparaît donc que la boulaie de Drello n'a pas occupé une aire beaucoup plus vaste qu'aujourd'hui. Toutefois, plusieurs sondages réalisés en fagne Wallonne, à la périphérie de la tourbière encore active, ont révélé la présence de nombreux restes ligneux de *Betula* qui témoigneraient d'une large extension des tourbières boisées en bouleau en marge de la tourbière active (R. Schumacker, comm. pers.). Ainsi, la connaissance précise de l'extension passée des boulaies tourbeuses doit encore être approfondie.

Mais la solution du problème se trouve au sein même des touradons de molinie qui, en s'accroissant en hauteur, ont enregistré la pluie pollinique comme l'ont fait les coussins de mousses (Damblon, 1978, 1980, 1981, 1992a, Dalimier, 1980, Dalimier *et al.*, 1985). Une dizaine de touradons édifiés par *Molinia* ou par *Eriophorum* prélevés en périphérie de Cléfaye ont subi l'analyse pollinique. Les diagrammes de ces touradons ont été raccordés à ceux issus des sondages effectués dans les mêmes sites. L'ensemble des diagrammes retrace l'histoire suivante.

Dans la zone ouest de Cléfaye, la périphérie de la tourbière s'est transformée en lande tourbeuse vers le XVIII^e siècle, entretenue par la pratique du stiernage. Au tout début du XX^e siècle se produit une floraison massive de la callune suite à l'abandon des pratiques traditionnelles de coupe des bruyères. La disparition finale des taxons de la lande tourbeuse est provoquée par le développement rapide des populations de *Molinia* formant les touradons. Cet envahissement par la molinie a d'abord été encouragé par la dispersion des semences au cours du fauchage/stiernage tandis que la croissance des touradons a été favorisée par la fréquence des incendies et par les fluctuations du plan d'eau provoquées par le drainage.

L'histoire du milieu est un peu différente dans la partie nord de Cléfaye où la lande tourbeuse provient de la destruction d'un bois d'*Alnus* et *Betula*. Mais ici encore, la lande se transforme en fagne à molinie au début du XX^e siècle suite à l'abandon du stiernage et à l'action conjuguée des facteurs incendie et drainage.

Ainsi, les vastes superficies occupées dans les Hautes-Fagnes par *Molinia caerulea* sont l'aboutissement d'une longue histoire qui remonte à l'origine des tourbières marginales. *Molinia* existait déjà au sein de divers milieux humides comme les bois d'aulne et de bouleau, les prairies mouilleuses, certains bas-marais ou d'autres groupements végétaux de caractère soligène. Cette graminée a disparu des tourbières qui devenaient ombrogènes mais elle a subsisté dans les aires tourbeuses périphériques plus ou moins boisées à la faveur des activités hu-

maines traditionnelles. Il est probable que les premiers drainages réalisés au XVIII^e siècle pour alimenter en eau l'industrie lainière verviétoise durant l'été ont contribué à l'assèchement de certaines fagnes (Deux-Séries) et déjà favorisé la molinie dans les landes tourbeuses en extension. Toutefois, c'est l'abandon des pratiques d'exploitation traditionnelle des landes et tourbières et la réalisation de drainages intensifs au début du XX^e siècle qui ont déclenché la rupture des équilibres ancestraux et provoqué le développement catastrophique des molinies particulièrement bien adaptées pour résister aux incendies et aux variations du niveau de la nappe.

6.4. LA DEGRADATION DES TOURBIÈRES HAUTES ACTIVES

Les tourbières hautes de la fagne Wallonne, de Cléfaye et du Misten ne sont pas épargnées par la progression de *Molinia*. En fagne Wallonne, environ 25% de la tourbière haute active a été envahi par cette graminée (Jortay & Schumacker, 1988 a, b, 1989). Par une cartographie détaillée de la partie nord de cette tourbière, et la comparaison avec des cartes de végétation antérieures, Hindryckx (1990) a pu étudier la progression de *Molinia* en bordure des anciennes tranches d'exploitation, le long d'une ancienne piste piétonne qui recoupe la tourbière, et près des fissures creusées dans la masse tourbeuse sous-jacente. Une régression des «Schlenken» à *Rhynchospora alba* se produit en même temps qu'une diminution des surfaces occupées par les sphaignes et un accroissement des populations de *Narthecium ossifragum* dans les zones d'écoulement.

L'origine de ces dégradations a été recherchée par l'analyse des macrorestes végétaux, par l'examen du taux d'humification de la tourbe et par la quantification des teneurs en eau et en matières minérales, d'une part dans la partie intacte de la tourbière et d'autre part dans la partie dégradée (Hindryckx, 1989, 1990).

Une accumulation de matières minérales a été mise en évidence dans les zones dégradées, essentiellement au dessous des populations de *Molinia*. Il est également apparu, par des relevés piézométriques, que des variations importantes de la nappe d'eau (± 40 cm dans les zones dégradées) déstabilisent le tapis de sphaignes. Cette dégénérescence de la tourbière active est provoquée d'abord par la proximité des anciennes tranches d'exploitation de la tourbière qui exercent encore leur action de drainage, et ensuite par l'excès de piétinement le long d'une piste qui recoupe la partie nord de la tourbière.

Ainsi, la recherche des causes et des modalités précises de la dégradation permettent de proposer des mesures conservatoires pour la sauvegarde de ce qui reste en Belgique des derniers écosystèmes naturels en danger de disparition (Hindryckx *et al.*, 1991).

6.5. LE PROBLEME DE LA VIA MANSUERISCA

Une ancienne route empierrée supportée par une infrastructure en bois est enfouie dans les dépôts tourbeux qui couvrent la crête des Hautes-Fagnes depuis Hestreux au nord-ouest jusqu'à la fagne Rasquin à l'est de la Baraque-Michel (Otte & Streeel, 1994). Cette chaussée traverse la Helle au nord de la fagne des Wéz.

Quand a-t-elle été construite ? Quand a-t-elle été abandonnée ?

Un premier document, daté de 670, mentionne la Via Mansuerisca comme limite nord-est du domaine abbatial de Stavelot et de Malmédy. Le toponyme réapparaît ensuite en 814 et en 950, puis est oublié pendant des siècles. En 1768, des vestiges empierrés sont découverts dans les fagnes de l'Hertogenwald et, très vite, ils sont rapportés à une chaussée d'époque romaine puis à la Via Mansuerisca citée dans les textes mérovingiens. Sur des bases essentiellement toponymiques, les historiens l'ont considérée comme une liaison entre Trier et Maastricht. En 1934, l'abbé J. Bastin publie les premières fouilles sérieuses de cette voie qui, dans la Fagne des Wéz, lui apparaît construite suivant une technique romaine. Mais depuis, Corbiau (1981) a souligné que ce type de construction, pas nécessairement d'époque romaine, était d'abord imposé par la nature du substrat tourbeux.

Un premier essai d'utilisation de la palynologie comme instrument de datation est tenté par Van Oye & Florschütz (1945) qui, à Brochepierre, s'efforcent de situer la Via Mansuerisca par rapport à un «Grenzhorizont» hypothétique dans la tourbière de Sourbrodt. Ces auteurs concluent que la Via fut construite au début de notre ère. Dricot (1960) reconsidère le problème au sein de la Fagne des Wéz. Malheureusement, les diagrammes obtenus au dessus et au dessous des vestiges de la Via apparaissent impropres à la datation de l'ouvrage à cause des travaux de décapage de la tourbe. Ce sera donc le radiocarbone qui donnera, pour un rondin de *Fagus*, une date estimée égale à 208 ± 119 AD (Lv-19; tabl. 3, n°10) qui semble soutenir l'hypothèse gallo-romaine. Pourtant, une autre date non publiée (433 ± 90 AD = 1517 ± 90 BP, Lv-, n° 9) fut jugée rajeunie par contamination (Dricot, 1959).

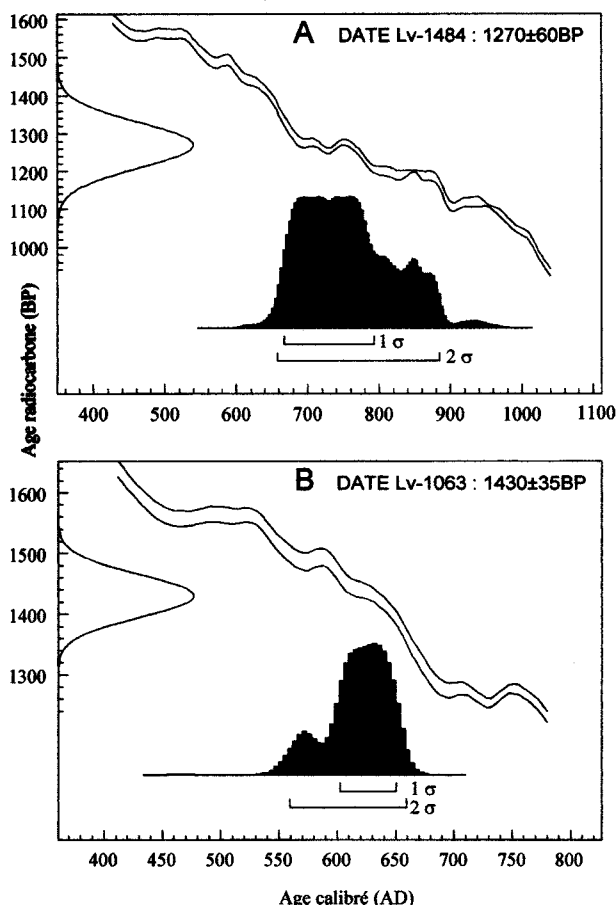


Figure 2. Via Mansuerisca. Exemples de graphe de distribution des probabilités de dates obtenues par calibration de 2 dates BP suivant Stuiver *et al.*, 1993 et adapté aux besoins des utilisateurs dans le programme OxCal (Bronk Ramsey, 1994). **A**) Pour la date n° 4 (cf. tabl. 1), le graphe montre que les probabilités les plus élevées se situent dans le domaine de calibration centré autour de 740 cal. AD. Les courbes obtenues pour les dates n° 3, 5 et 6 confirment ce résultat. En revanche, pour la date n° 8 (**B**), l'examen de l'histogramme montre clairement que, pour ce piquet de chêne, la probabilité la plus élevée se situe autour de 640-630 cal. AD.

En 1977, Corbiau (1981) procède à de nouvelles fouilles qui lui permettent de retrouver le tracé de la chaussée conservée depuis Hestreux jusqu'aux Wéz. Parmi les multiples rondins du radier, les bois de *Quercus* et d'*Alnus* ont été identifiés. Trois mardriers d'*Alnus* et un piquet de *Quercus* ont été datés au radiocarbone avec des résultats fluctuant entre 1430 ± 65 et 1260 ± 45 BP (tabl. 3, n° 8 et 3). D'autres dates plus anciennes oscillent entre 2148 (n° 12) et 790 BP (n° 1). A première vue, une telle fourchette de temps est surprenante et fait suspecter certaines erreurs mais elle peut apparaître finalement cohérente si nous prenons en compte les nouvelles tables de correction des dates 14 C (Stuiver *et al.*, 1993, van der Plicht, 1993, Bronk Ramsey, 1994) et le fait que les matériaux ligneux soumis à la datation sont évidemment plus anciens que la date d'abatage des arbres utilisés pour construire la Via.

Tableau 3. Liste des dates ^{14}C publiées sur la Via Mansuerisca. **BC** = Before Christ = avant l'an 0 conventionnel, **AD** = Anno Domini = après l'an 0 conventionnel. **(a)**: dates corrigées conventionnellement suivant la formule BP - 1950; **(b)**: dates calibrées par Dalemans & Streeel, 1986 et par Otte & Streeel, 1994, suivant Klein *et al.*, 1982; **(c)**: dates calibrées par Damblon, 1992, suivant la synthèse de Gilot & Mahieu, 1989; **(d)**: dates calibrées par l'auteur, suivant van der Plicht, 1993 (Program CAL 15); **(e)**: dates calibrées suivant le programme OxCal (Bronk Ramsey, 1994). Toutes les dates sont calibrées au niveau 1 sigma d'intervalle de confiance. Les valeurs indiquées en (d) et en (e) correspondent aux extrêmes définis par les courbes de calibration. Il faut rappeler que chaque date ^{14}C dépend de plusieurs variables aléatoires ou mal contrôlées telles que la radioactivité moyenne (l'âge moyen) des cernes du bloc de bois utilisé pour la construction, conservé dans la tourbe et prélevé pour la datation. Des contaminations du matériau ligneux par des humates sont également possibles. De plus, les dates calibrées varient suivant la précision des courbes dendrochronologiques mises au point pour la calibration. Le tableau suivant permet de comparer les résultats déjà publiés avec les nouveaux calculs (d) et (e) correspondant à des datations radiométriques de cernes annuels sur plus de 10 000 ans (Stuiver *et al.*, 1993).

AGES RADIOCARBONE DE LA VIA MANSUERISCA												
n°	Auteurs	Sites	Matériel archéologique	N° Labo.	Âges 14 C (BP)	Âges corrigés (a)	Âges calibrés (b)	Âges calibrés (c)	Âges calibrés (d)	Âges calibrés (e)		
1	Corblau, 1981	Wéz	Tenon de Fagus	Lv-11	790 ± 70	1160 ± 70 AD	-	-	1179 - 1290 AD	1171 - 1276 AD		
2	Otte, 1994	Brochepterre	Tenon de Fagus	OxA - 4948	1165 ± 55	-	-	-	794 - 965 AD	788 - 945 AD		
3	Corblau, 1981	Biolette	Rondin du radier (Ainus)	Lv-957	1260 ± 45	690 ± 45 AD	615 - 885 AD	680-790 AD	686 - 853 AD	679 - 785 AD		
4	Dalemans <i>et al.</i> , 1986	Wéz	Cheville de bois dans la Via	Lv-1484	1270 ± 60	-	610 - 880 AD	670-790 AD	676 - 854 AD	668 - 792 AD		
5	Corblau, 1981	Biolette	Rondin du radier (Ainus)	Lv-956	1280 ± 45	670 ± 45 AD	610 - 880 AD	670-780 AD	678 - 780 AD	677 - 771 AD		
6	Corblau, 1981	Biolette	Rondin du radier (Ainus)	Lv-958	1330 ± 50	620 ± 50 AD	590 - 850 AD	650-690 AD	660 - 768 AD	651 - 761 AD		
7	Corblau, 1981	Brochepterre	Rondin prélevé en 1933	Lv-1023	1400 ± 50	550 ± 50 AD	-	610-660 AD	612 - 672 AD	605 - 665 AD		
8	Corblau, 1981	Biolette	Piquet de Quercus	Lv-1063	1430 ± 65	520 ± 65 AD	460 - 645 AD	560-660 AD	558 - 668 AD	560 - 659 AD		
9	Dricot, 1960	Wéz	Rondin de Fagus	Lv sans n°	1517 ± 90	433 ± 90 AD	250 - 630 AD	-	446 - 630 AD	438 - 608 AD		
10	Dricot, 1960	Wéz	Rondin de Fagus	Lv-19	1742 ± 119	208 ± 119 AD	40 - 550 AD	-	140 - 420 AD	140 - 408 AD		
11	Lewalle, 1963	Wéz	Tenon prélevé en 1933	Ul.g sans n°	2050 ± 170	170 ± 170 BC	-	-	360 BC - 130 AD	356 BC - 110 AD		
12	Lewalle, 1963	Wéz	Tenon prélevé en 1933	Ul.g sans n°	2148 ± 275	248 ± 275 BC	-	-	520 BC - 200 AD	750 BC - 132 AD		
13	Dalemans <i>et al.</i> , 1986	Wéz	Tourbe au dessus de la Via	Lv-1948	720 ± 65	-	1225 - 1340 AD	1255-1290 AD	1248 - 1386 AD	1228 - 1379 AD		

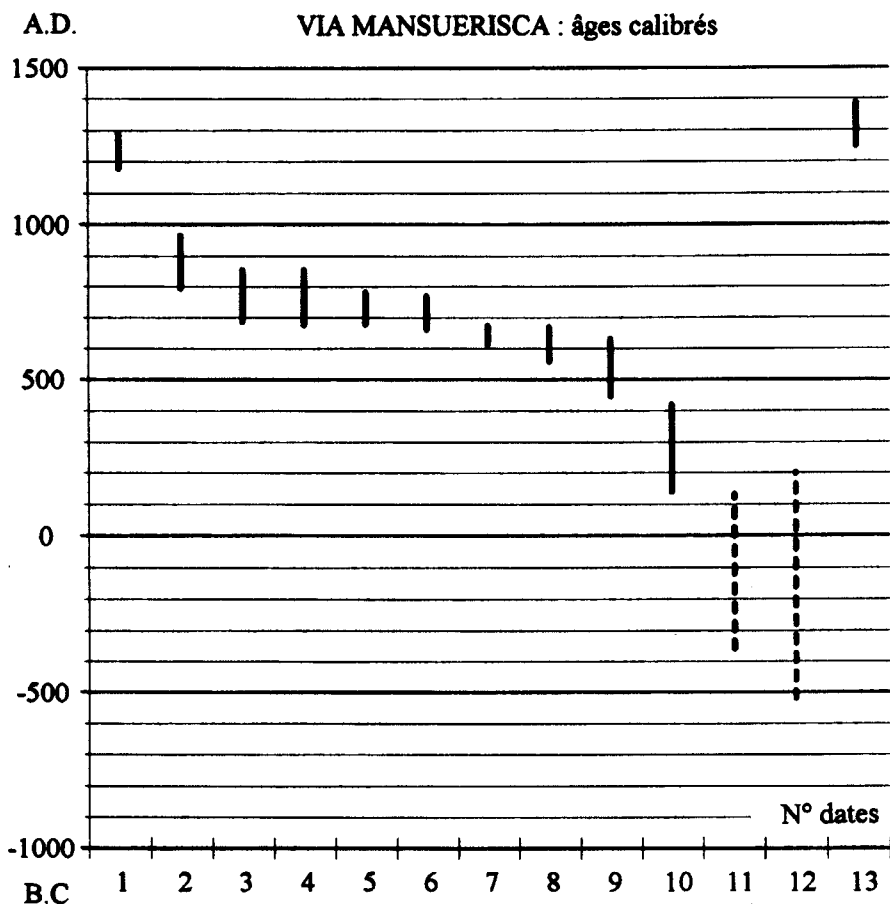


Figure 3. Via Mansuerisca. Distribution des dates 14 C calibrées d'après le «Groningen Radiocarbon Calibration Program» (CAL-15) de van der Plicht (1993). Les barres verticales représentent les périodes indiquées dans le tableau 3(d). La date n° 13 provient de l'échantillon tourbeux qui recouvre la Via. Les dates les plus fiables (n° 3, 4, 5 et 6) apparaissent centrées autour de 745-750 cal. AD (Fig. 2 a). Ainsi, la construction de la Via Mansuerisca peut être datée entre la fin du VIIème et le milieu du IXème siècles, mais essentiellement à l'époque mérovingienne. Ces dates doivent leur précision en partie au fait que plusieurs rondins d'*Alnus* (n° 3, 5, 6) ont été prélevés sur un même site (Les Biolettes) et sur un même radier de la chaussée. De plus, l'aulne est un arbre qui n'est jamais très âgé. Au contraire, le chêne (*Quercus*, n° 8) et le hêtre (*Fagus*, n° 9 & 10) ont pu atteindre des âges considérables - surtout à cette époque de faible intervention humaine - et l'utilisation de bois de coeur peut éventuellement expliquer l'âge plus ancien des matériaux n° 8 et 9 issus de ces dernières essences, et peut-être aussi l'ancienneté des dates n° 11 et 12, mais ces dernières sont plutôt sujettes à caution. Dans ce dernier cas, il faudrait admettre que des arbres âgés de 600 à 700 ans ont été abattus. Il est aussi possible que la présente distribution des dates calibrées découle d'une construction en plusieurs étapes qui demeurent à expliquer.

Mais c'est bien la palynologie qui fournira la clé du problème (Dalemans *et al.*, 1985, Dalemans & Streel, 1986). Etant donné que la Via s'allonge perpendiculairement à la plus grande pente, les traces d'activités humaines ont été recherchées dans la tourbe, tout à côté de la chaussée. Un transect de 5 sondages réalisés depuis la Via jusqu'à la Helle a révélé une forte accumulation minérale à côté de la chaussée et dans une couche tourbeuse qui montre une chute brutale de la courbe pollinique d'*Alnus*. Ces minéraux provenant de la couverture pierreuse sur la Via ont ruisselé latéralement sous l'action du charroi et des pluies. Les diagrammes polliniques suggèrent encore que l'accumulation minérale a pris place entre le second (F2) et le troisième (F3) maximum de *Fagus* dont les âges sont estimés à 700 AD et 1200 AD (Dricot, 1960). Enfin, la datation 14 C

d'une cheville en bois fixant un madrier (Lv-1484: 1270 ± 60 BP; tabl. 3, n° 4) a confirmé l'âge mérovingien (676-854 AD) de la construction (tabl. 3 et fig. 2 et 3). Par ailleurs, la tourbe recouvrant la chaussée a fourni une date (Lv-1948: 720 ± 65 BP; n° 13) montrant que la Via Mansuerisca a été abandonnée au cours du XIIIème siècle. Cette dernière date incite à ne pas rejeter à priori les dates les plus récentes de la Via, de 1165 ± 55 BP (n° 2) et même de 790 ± 70 BP (n° 1), qui proviennent sans doute de matériaux de réparation de la chaussée. Naturellement, une étude dendrochronologique des bois dégagés au cours d'une fouille systématique et minutieuse permettrait de contrôler la validité des dates disponibles et de reconstituer les étapes de construction et d'entretien de la Via Mansuerisca.

7. REMERCIEMENTS

A tous les amis et collègues qui m'ont soutenu et conseillé dans mes recherches, en particulier Maurice Streel et René Schumacker qui ont relu et critiqué le manuscrit. Je remercie très chaleureusement William Mullenders qui m'a fourni les moyens de réaliser mes recherches ainsi que André Munaut et Jean Heim, sans oublier Bruno Bastin (†) et Geneviève Woillard (†) toujours disponibles pour une discussion enrichissante. Ma gratitude s'adresse également à Gisbert Grosse-Brauckmann qui m'a initié aux analyses de macrorestes ainsi qu'à Etienne Gilot qui a réalisé et discuté avec moi la plupart des datations 14 C.

8. BIBLIOGRAPHIE

- BASTIN, B., 1985. Etude palynologique d'une couche de tourbe mise au jour dans le « rempart » d'une « palse » de la Konnerzvenn. *Hautes Fagnes*, 179: 72-73.
- BASTIN, B., JUVIGNE, E., PISSART, A. & THOREZ, J., 1974. Etude d'une coupe dégagée à travers un rempart d'une cica-trice de pingo de la Brackvenn. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 97: 341-358.
- BASTIN, J., 1928. La Fagne Wallonne. Topographie et Histoire d'un canton des Hautes-Fagnes. *La Terre Wallonne*, Charleroi, 14 p.
- BASTIN, J., 1934. La Via Mansuerisca. *Antiquité classique*, 1934: 363-383.
- BONHOMME, J.-M., GAVRAY, L., LEJEUNE, L., SCHUMACKER-LAMBRY, J., SCHUMACKER, R. & STREEL, M., 1985. Le complexe tourbeux du Grand Bongard. *Hautes Fagnes*, 180 (51): 6-7.
- BOUILLENNE, R., 1938. Le futur parc national des Hautes Fagnes. *Hautes Fagnes*, 1: 173 p.
- BOUILLENNE, R., 1960. Les Hautes-Fagnes. *Hautes Fagnes*, 4.
- BOUILLENNE, R. & M., 1937. Les viviers du plateau de la Baraque Michel. *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège*, 12: 404-427.
- BOUILLENNE, R., DEUSE, P. & STREEL, M., 1956. Introduction historique à l'étude de la Fagne des Deux Séries. *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège*, 5: 260-279.
- BOUILLENNE-WALRAND, M. & DARIMONT, F., 1939. L'habitat antique sur le plateau de la Baraque Michel. *Ass. fr. Avanc. Sc.*, 63ème sess., Liège: 1088-1090.
- BRONK RAMSEY, Ch. 1994. Analysis of Chronological Information and Radiocarbon Calibration: The Program OxCal. *Archaeological Computing Newsletter*, 41: 11-16.
- COOPE, G.R., 1985. Etude des Coléoptères inclus dans la tourbe découverte dans le rempart d'un vivier de la Konnerzvenn. *Hautes Fagnes*, 179: 74.
- CORBIAU, M.-H., 1981. La « Via Mansuerisca ». Etude archéologique du tracé et des structures. *Archaeologica belgica*, 235: 30 p.
- DALEMANS, C., OTTE, M. & STREEL, M., 1985. La « Via » dans les Wez: âge et environnement végétal. *Hautes Fagnes*, 180(51): 5.
- DALEMANS, C. & STREEL, M., 1986. La Via Mansuerisca, enfouie dans la fagne des Wez, est mérovingienne, pas romaine. *Hautes Fagnes*, 1986(5): 93-102.
- DALIMIER, I., 1980. *Etude paléoécologique et physiographique de la partie nord de la fagne de Cléfiay*. Univ. Liège, Mém. Lic. Sci. géogr., 106 p. + ann.
- DALIMIER, I., DAMBLON, F., SCHUMACKER-LAMBRY, J., SCHUMACKER, R. & STREEL, M., 1985. Etude de l'évolution récente de la végétation, dans la fagne de Cléfiay par l'analyse pollinique des « cespites » de linaigrettes et de molinies. *Hautes Fagnes*, 51(1985): 89-90.
- DAMBLON, F., 1969. Etude palynologique comparée de deux tourbières du plateau des Hautes-Fagnes: la Fagne Wallonne et la Fagne de Cléfiay. *Bull. Jard. bot. nation. Belg.*, 39(1): 17-45, 2 diagr. h.t.
- DAMBLON, F., 1970. Etude palynologique d'un profil de tourbe en Fagne Wallonne (Hautes-Fagnes, de Belgique). *Lejeunia* n. S. 49: 1-12, 1 diagr. h.t.
- DAMBLON, F., 1976. *Etude paléo-écologique de tourbières en Haute Ardenne*. Thèse Univ. Cath. Louvain, 630 p., 28 diagr., + annexes.
- DAMBLON, F., 1978. Etudes paléo-écologiques de tourbières en Haute Ardenne. *Minist. Agric., Admin. Eaux Forêts, Serv. Cons. Nat., Trav. 10*: 1-148 +16 pl. h.t.; ann: 10 tabl. 14 diagr., 7 cartes.
- DAMBLON, F., 1979. Les relations entre la végétation actuelle et les spectres polliniques sur le plateau des Hautes-Fagnes (Ardenne, Belgique). *Lejeunia*, n. s. 95: 1-65, fig. 1, 3-27 en ann.
- DAMBLON, F., 1980. Recherches paléo-écologiques sur le problème de la dégradation des Hautes-Fagnes belges. *Hautes Fagnes*, 1980(1): 9-29.
- DAMBLON, F., 1981. De l'analyse pollinique des touradons de Monocotylédones comme témoins de l'histoire récente de la végétation. *C. R. Acad. Sc. Paris*, sér.3, 292(23): 1191-1194.
- DAMBLON, F., 1992 a. Palaeobotanical analyses of *Eriophorum* and *Molinia* tussocks as a means of reconstructing recent history of disturbed mires in the Haute-Ardenne, Belgium. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 75: 273-288.
- DAMBLON, F., 1992b. Torfablagerungen und Vegetationsgeschichte des Venn-Plateaus. In: *Über Landschaft, Pflanzendecke, Vegetationsgeschichte und Moore im Hohen Venn*. Unterlagen für die Exkursion am 19. und 20. September 1992. Tagung der Sektion I und V der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde (DGMT). Darmstadt: 17-43.
- DAMBLON, F. & BASTIN, B., 1986. Etude paléoécologique d'une lentille tourbeuse ensevelie dans le rempart d'une palse de la Konnerzvenn (Hautes-Fagnes, Belgique). *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 120: 20-29.
- DRICOT, E., 1959. *Recherches palynologiques dans la Région des Hautes-Fagnes Belges*. Univ. Cath. Louvain, Mém. Ing. agr., sect. Eaux & Forêts, 159 p., 8 diagr., 5 tabl.
- DRICOT, E., 1960. Recherches palynologiques sur le plateau des Hautes Fagnes. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 92: 157-196.
- DRICOT, E., 1964. Etude palynologique des Hautes Fagnes. *Rev. verviét. Hist. nat.*, 3-4 & 7-8: 15 p.
- ELLENBERG, H., 1988. *Vegetation Ecology of Central Europe*. (4ème éd.), Cambridge Univ. Pr., Cambridge.
- ERDTMAN, G., 1927. Vestiges de l'histoire quaternaire récente des forêts belges. *Bull. Acad. roy. Belg.*, Cl. Sc., sér.5, 13(10-11): 656-660.
- ERDTMAN, G., 1928. Etudes sur l'histoire postarctique des forêts de l'Europe nord-ouest. III. Recherches dans la Belgique et au nord de la France. *Geol. För. Stockh. Förhandl.*, 50(3): 419-428.
- FLORSCHÜTZ, F., 1937. Palaeobotanisch onderzoek in verband met een vermoede menschelijke nederzetting op het plateau van het Belgisch Hoogveen (Hautes Fagnes). *Proc. Koninkl. Akad. Wetensch. Amsterdam*, Sect. Sc., 40(1): 181-185.

- FLORSCHÜTZ, F. & VAN OYE, E., 1938. Over de onderdomsbepaling van de «vijvers» op het plateau van het Belgisch Hoogveen. *Tijdschr. Konink. nederl. Aardrijksk. Genoot.*, 55(3): 454-461.
- FLORSCHÜTZ, F. & VAN OYE, E., 1939. Recherches analytiques de pollen dans la région des Hautes Fagnes belges (1ère partie). *Dodonaea. Biol. Jaarb.*, 6: 227-233.
- FROMENT, A., 1963. Le feu : facteur important dans l'évolution des groupements végétaux sur le plateau des Hautes-Fagnes. *Hautes Fagnes*, 29 : 161-166, ill. h.t.
- FROMENT, A., 1966. Les étapes de la recolonisation végétale après incendie de tourbe. Comparaison entre le plateau des Hautes-Fagnes et quelques autres tourbières européennes. *Lejeunia*, n.s.. 40 : 13 p., 2 ill. h.t.
- FROMENT, A., 1966. L'influence du drainage sur la végétation de la lande tourbeuse à *Scirpus cespitosus* dans la région des Hautes-Fagnes. *Hautes Fagnes*, 32: 50-55, ill. h.t.
- FROMENT, A., 1969. Le problème de la gestion scientifique de la réserve naturelle domaniale des Hautes-Fagnes. *Hautes Fagnes*, 3-21, 3 ill. h.t.
- FROMENT, A., 1972. Evolution récente du couvert végétal des hautes Fagnes de la Baraque Michel (1912-1972). *Les Naturalistes Belges*, 53(2): 49-78.
- GAVRAY, L., 1982. Contribution à l'étude paléocéologique du complexe tourbeux du Grand-Bongard (haute Ardenne nord-orientale). Univ. Liège, Mém. Lic. Sci. géogr., 77 p. + ann.
- GERARD, P., 1951. Etude de l'évolution forestière dans la Principauté de Stavelot et dans le Comté de Salm. *Bull. Soc. roy. forest. Belg.*, avr. 1951: 3-37.
- GEWELT, M., 1983. Nouvelle datation ^{14}C d'une couche de tourbe d'une butte périglaciaire fossile de la Konnerzvenn (Hautes-Fagnes, Belgique). *Ann. Soc. géol. Belg.*, 106(2): 321-333.
- GILOT, E. & MAHIEU, B., 1987. Calibrage des dates ^{14}C . *Helinium*, 27: 1-18.
- GOBELET D'ALVIELLA, 1927. *Histoire des bois et forêts de Belgique. Des origines à la fin du régime autrichien*. Lechevalier, Paris.
- GOTJE, W., VAN WAYJEN, M.C.A. & VAN GEEL, B., 1990. A palynological study of a holocene deposit from Grand Bongard (Hautes-Fagnes, Belgium). *Geol. en Mijnb.*, 69: 227-241.
- HALLEUX, L., 1991. Ground penetrating radar applied to the study of peat bogs and moors. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 113 (2): 115-123.
- HEIM, J., 1962. Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans les Ardennes belges. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 96: 5-92.
- HEIM, J., 1970. *Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale*. Univ. cath. Louvain, Publ. Lab. Palynol., 1970, 181 p., 43 tabl.
- HEIM, J., 1985. Etude palynologique d'un profil de sol à la Robinette (Commune de Membach-Baelen). *Hautes Fagnes*, 179: 90.
- HINDRYCKX, M.-N., 1989. Evolution récente de la dégradation de la végétation de la partie centrale de la tourbière de la fagne Wallonne (Hautes-Fagnes, Belgique). Base de sa sauvegarde et de sa restauration. Univ. Liège, Mém. Lic. Sci. bot., 97 p. + ann.
- HINDRYCKX, M.-N., 1990. Dans quelques années, pourra-t-on encore parler des tourbières hautes actives du plateau des Hautes-Fagnes ? Doc. Stat. sci. Hautes-Fagnes, *Hautes-Fagnes*, 1990(3): 69-77.
- HINDRYCKX, M.-N., DAMBLON, F. & SCHUMACKER, R., 1991. Nécessité des études paléocéologiques pour une gestion raisonnée des tourbières hautes. L'exemple des Hautes-Fagnes. Coll. «gérer la nature?», Anseremme 17-20 novembre 1989, Région Wallonne, Serv. Cons. Nat.: 73-88.
- HOYOIS, G., 1949. *L'Ardenne et l'ardennais. L'évolution économique et sociale d'une région*. Ed. univ. Bruxelles, I: 1-441.
- HOYOIS, G., 1953. *L'Ardenne et l'ardennais. L'évolution économique et sociale d'une région*. Ed. univ. Bruxelles, II: 442-983.
- HUBERTY, J., 1896. L'Hertogenwald belge, le barrage de la Gilleppe, les Hautes fagnes. Compte-rendu de l'excursion forestière de 1895, 2ème journée. *Bull. Soc. centr. forest. Belgique*, 3: 60-66, 147-161, 215-225, 294-306.
- JONAS, F., 1992. *Paléocéologie de la tourbière de Mont-Rigi-Bostrange*. Univ. Liège, Mém. Lic.
- JORTAY, A. & SCHUMACKER, R., 1988 a. La Réserve naturelle des Hautes-Fagnes deviendra-t-elle un observatoire Géo-biosphère? 1. L'évolution des végétations de tourbière haute active sur le plateau des Hautes-Fagnes. *Hautes Fagnes*, 3: 61-64 (*Doc. S.S.H.F.*, 9).
- JORTAY, A. & SCHUMACKER, R., 1988 b. La Réserve naturelle des Hautes-Fagnes deviendra-t-elle un observatoire Géo-biosphère? 2. L'évolution du couvert végétal dans la Réserve naturelle des Hautes-Fagnes. *Hautes Fagnes*, 4: 93-95 (*Doc. S.S.H.F.*, 10).
- JORTAY, A. & SCHUMACKER, R., 1989. Zustand, Erhaltung und Regeneration der Hochmoore im Hohen Venn (Belgien). *Telma*, 1989: 279-293.
- JUVIGNE, E., 1983. Two different ash-falls of Alleröd age in high Belgium. *Geol. en Mijnb.*, 62: 545-549.
- JUVIGNE, E. & PISSART, A., 1979. Un sondage sur le plateau des Hautes-Fagnes au lieu dit «La Brackvenn». *Ann. Soc. géol. Belg.*, 102: 277-284.
- KLEIN, J., LERMAN, J.C., DAMON, P.E. & RALPH, E.K., 1982. Calibration of radiocarbon dates. Tables based on the consensus data of the workshop on calibrating the radiocarbon time scale. *Radiocarbon*, 34(2): 103-150.
- LEJEUNE, I., 1980. *Etude paléocéologique et physiographique du complexe tourbeux du Grand-Bongard*. Univ. Liège, Mém. Lic. Sci. géogr., 71 p. + ann.
- LETOCART, M. & QUENON, J., 1994. L'exploitation des ressources de la forêt au 18e siècle. L'exemple de l'Hertogenwald d'après un rapport de P. Felden. In J. QUENON, R. SCHUMACKER & M. STREEL (éds), *Les Hommes et les Hautes-Fagnes*. A.S.B.L. «Haute-Ardenne» et Université de Liège: 74-78.
- LEWALLE, J., 1963. La Via Mansuerisca. *Chronique Archéologique du pays de Liège*, 54: 102-113.
- LIEGEOIS-LEMAITRE, M., 1957. Historique d'une forêt du Haut-Plateau ardennais en vue d'une étude phytogéographique. *Bull. Soc. roy. Sc. Liège*, 26(6): 354-368.
- MORELLE, E., 1989. *Etude paléocéologique de la mise en place des tourbières de la fagne de la Poleür*. Univ. Liège, Mém. Lic. Sci. bot., 54 p. + ann.
- MULLENDERS, W. & GULLENTOPS, Fr., 1969. The age of the pingos of Belgium. In T.L. PEWE (ed.) *The periglacial Environment. Past and Present*. Montréal.: 321-335.
- NOIRFALISE, A., 1990. Chronique forestière d'une commune principautaire: la commune de Jalhay. *Parcs Nationaux*, 45(2): 57-60.
- NOIRFALISE, A., DETHIOUX, M. & DE ZUTTERE, P., 1971. Les bois de bouleau pubescent en haute Belgique. (*Vaccinio-Betuletum pubescentis*). *Bull. Rech. agr. Gembloux*, 6(1-2): 203-214.
- OTTE, M. & STREEL, M. 1994. La Via Mansuerisca: première victoire sur l'obstacle naturel. In J. QUENON, R. SCHUMACKER & M. STREEL (eds), *Les Hommes et les Hautes-Fagnes*. A.S.B.L. «Haute-Ardenne» et Université de Liège: 22-30.
- PAHAUT, P., 1969. Texte explicatif de la planchette de Hoffrai 149 E, in *Carte des sols de la Belgique, I.R.S.I.A., Centre Cart. Sols*: 163 p.

- PERSCH, F., 1950. Zur postglazialen Wald- und Moorentwicklung im Hohen Venn (mit Beiträgen von F. Overbeck - Bonn). *Decheniana*, 104: 81-93.
- PISSART, A., 1956. L'origine périglaciaire des viviers des Hautes-Fagnes. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 79: 119-131.
- PISSART, A., 1963. Les traces de «pingos» du pays de Galle, Grande-Bretagne et du plateau des Hautes-Fagnes, Belgique. *Ann. Géomorphol.*, 7(2): 147-165, ill. h.t.
- PISSART, A., 1965. Les pingos des Hautes Fagnes. Les problèmes de leur genèse. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 88(5-6): 277-289.
- PISSART, A., 1974. Les viviers des Hautes-Fagnes sont des traces de buttes périglaciaires. Mais s'agissait-il de pingos? *Ann. Soc. géol. Belg.*, 97: 359-381.
- PISSART, A., 1983 a. Pingos et palses: un essai de synthèse des connaissances actuelles. *Abh. Akad. Wiss., Göttingen, math.-phys. Kl.*, 3. F. 35: 48-69.
- PISSART, A., 1983 b. Remnants of periglacial mounds in the Hautes-Fagnes (Belgium): structure and age of the ramparts. *Geol. Mijnb.*, 62: 551-555.
- PISSART, A., BASTIN, B. & JUVIGNE, E., 1975. L'origine des viviers des Hautes-Fagnes: traces de pingos ou de palses. *Hautes Fagnes*, 1975: 9-38.
- PISSART, A. & JUVIGNE, E., 1980. Genèse et âge d'une trace de butte périglaciaire (pingo ou palse) de la Konnerzvenn (Hautes-Fagnes, Belgique). *Ann. Soc. géol. Belg.*, 103: 73-86.
- PISSART, A. & JUVIGNE, E., 1985. L'âge et l'origine des viviers des Hautes-Fagnes. *Hautes Fagnes*, 179: 71.
- PISSART, A., JUVIGNE, E., WOILLARD, G. & THOREZ, J., 1972. Les cicatrices de pingos de la Brackvenn (Hautes-Fagnes). C.R. Excursion du 3 juillet 1971. In 'Processus périglaciaires étudiés sur le terrain', *Congr. & Coll. Univ. Liège*, 67: 281-294.
- POSKIN, A. 1949. *Traité de sylviculture*. Duculot, Gembloux: 530p.
- QUENON, J., SCHUMACKER, R. & STREEL, M. (eds), 1994. *Les Hommes et les Hautes-Fagnes*. A.S.B.L. «Haute-Ardenne» et Université de Liège: 121 p.
- RAMEAU, J.C., MANSION, D. & DUME, G., 1993. Flore forestière française. 2: Montagnes. Institut pour le développement forestier. Paris.
- RENIER, J.S., 1879-1905. *Histoire du Ban de Jalhay, comprenant sa commune avec sa seigneurie et celle de Surister*. 1879, 1ère partie: 206 p., 1905, 2ème partie: 336 p.
- ROBERT, F., 1963. Le problème des Hautes Fagnes. *Cahiers d'Urbanisme*, Bruxelles, 44-45: 50 p.
- SAUVAGE, J., 1954. Palynologie et pétrographie de tourbes et de sédiments de la cuvette parisienne et des Ardennes. *Mém. Serv. Carte géol. Alsace Lorraine*, 71 p.
- SCHUMACKER, R., 1961. Etude d'une tourbe à *Scheuchzeria palustris* dans les couches inférieures des dépôts de la Fagne Wallonne. *Bull. Soc. roy. Sc. Liège*, 11-12: 1-16.
- SCHWICKERATH, M., 1937. Die nacheiszeitliche Waldgeschichte des Hohen Venns und ihre Beziehung zur heutigen Vennvegetation (mit einem Beitrag von R. Potonié - Berlin). *Abhandl. preuss. geol. Landesanst.*, n.F., 184: 83 p.
- SCHWICKERATH, M., 1944. Das Hohen Venn und seine Randgebiete. Vegetation, Boden und Landschaft. *Pflanzensoziologie*, 6: 278 p.
- SLOTBOOM, R.T., 1963. Comparative geomorphological and palynological investigation of the Pingos (Viviers) in the Hautes Fagnes (Belgium) and the Mardellen in the Gutland (Luxembourg). *Z. Geomorph. Deutschl.*, 7: 194-231.
- STREEL, M., 1959. Etude phytosociologique de la fagne Wallonne et de la fagne de Cléfay (Structure et évolution des associations végétales à sphaignes dans les Hautes-Fagnes de Belgique). *Mém. 8°, Acad. roy. Sci. Belg., Cl. Sci.*, 31 (1): 109 p., 2 dépl. h.t.
- STUIVER, M., LONG, A. & KRA, R.S., 1993. Calibration 1993. *Radiocarbon*, 35(1) + disquette.
- VAN BENEDEEN, G., 1963. Le cycle de l'eau en fagne. In: La protection des Hautes Fagnes; présentation de quelques arguments. *Ed. Les Amis de la Fagne*, 1963: 55-89.
- VANDEN BERGHEN, C., 1951. Landes tourbeuses et tourbières bombées à Sphaignes de Belgique. Centre Cartogr. phytosoc. & Centre rech. écol. et phytosoc. Gembloux. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 84: 157-266.
- VAN DER HAMMEN, Th., 1952. Late-Glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. *Leidse geol. meded.*, 17: 71-184.
- VAN DER PLICHT, J., 1993. The Groningen radiocarbon calibration Program. In M. STUIVER, A. LONG & R.S. KRA (eds), Calibration 1993. *Radiocarbon* 35(1): 231-237.
- VAN OYE, L. & FLORSCHÜTZ, F., 1945. Recherches palynologiques dans la région des Hautes Fagnes belges. Deuxième partie. *Dodonaea, Biol. Jaarb.*, 12: 307-315.
- WOILLARD, G., 1975 a. Recherches palynologiques sur le Pleistocène dans l'est de la Belgique et dans les Vosges lorraines. *Acta Geographica Lovaniensia*, 14: 118 p., 40 diagr.
- WOILLARD, G., 1975 b. Les «Pingos» du plateau des Hautes Fagnes. *Les Naturalistes belges*, 56: 109-114.

Manuscrit reçu le 16/11/1994; accepté le 23/02/1995.