

# Il y a 8000 ans, le climat et la végétation des Hautes-Fagnes ont changé considérablement en quelques centaines d'années

par Florence DEROCHE, Philippe GERRIENNE et Maurice STREEL  
Département de géologie de l'Université de Liège, Unité de paléobotanique, paléopalynologie et micropaléontologie, Sart-Tilman B 18, B-4000 LIEGE 1, Belgique

## 1. Introduction

1.1. Il y a 8000 ans environ, l'Atlantique ancien s'inscrit dans une époque de changement climatique et de transformation des paysages dans l'Hémisphère Nord, parmi les plus importantes de l'Holocène (la période qui, il y a un peu plus de 11.000 ans, a suivi le Tardiglaciaire). Sur l'Amérique du Nord, les proportions relatives de terre, de mer et de glace et, en particulier la calotte glaciaire des Laurentides, se sont modifiées de manière telle qu'elles ont entraîné des changements dans la circulation océanique et atmosphérique. Au début de l'Holocène, les contrastes saisonniers étaient plus marqués que de nos jours, avec la prévalence d'étés plus chauds et d'hivers plus froids pendant la phase dite "Boréale". En Europe occidentale, dans les latitudes moyennes comme celles des Hautes-Fagnes, l'évaporation estivale était maximale et donc la disponibilité en eau, minimale. Le noisetier (*Corylus*), arbre héliophile de relativement petite taille, semble avoir été mieux adapté à la sécheresse saisonnière que d'autres espèces d'arbres. Ultérieurement, pendant l'Atlantique ancien, des arbres de haute taille comme le tilleul (*Tilia*), le chêne (*Quercus*), le frêne (*Fraxinus*) et l'orme (*Ulmus*), plus dépendants d'un climat humide purent se répandre, surplombant *Corylus* d'un feuillage beaucoup plus dense et limitant ainsi son extension (Tinner & Lotter, 2001).

1.2. Nous avons cherché à préciser dans le temps ces transformations du paysage dans les Hautes-Fagnes par l'analyse pollinique et quelques datations par le radiocarbone 14. En bordure des Hautes-Fagnes (vallée de la Helle, au Grand-Bongard), Gotje et al. (1990) datent la fin du recul du noisetier coïncidant avec l'extension de l'aulne, de  $7170 \pm 70$  années radiocarbone BP, soit 8120-7800 années cal BP (pour "calendar Before Present") ou environ 8.0 ka (k=mille; a= ago, en anglais, soit "il y a", en français). Nous retiendrons cette date provisoirement avant d'analy-

ser de nouvelles datations au radiocarbone (voir § 7).

1.3. Nous avons préféré analyser les proportions et les concentrations des principaux pollens et spores dans les dépressions, comblées de tourbe, de restes de lithales d'origine périglaciaire, abondants dans la région (Pissart, 2003). Contrairement aux tourbières à sphaignes qui ont seulement commencé à s'installer pendant la période de transition qui nous occupe, les tourbières des lithales, plus anciennes, permettent d'examiner des séquences stratigraphiques plus longues, accumulées généralement dès la fin du Tardiglaciaire, et par là des enregistrements polliniques moins influencés par les stades boisés locaux qui ont caractérisé l'installation de ces tourbières à sphaignes.

## 2. Matériel et méthode

2.1. Trois sondages (L22, L27 et LV1; Fig. 1a, 2a, et 3a) réalisés respectivement dans les traces de lithales 22, 27 et 119 de la Fagne des Deux-Séries ont été analysés. Les sondages L22 et L27 sont distants l'un de l'autre d'une centaine de mètres. Le sondage LV1 est situé à 2,5 km à l'Est des premiers. Les coordonnées géographiques sont les suivantes : coordonnées Lambert, LV1 138275/274100, L22 137690/271890, L27 137590/271930. Nous avons choisi ces lithales parce qu'elles avaient été repérées préalablement et étudiées par radar de subsurface par C. Wastiaux-Schumacker (inédit). Ces lithales n'affleurant pas la surface de la tourbière, on pouvait présumer que la tourbe s'y était accumulée de manière ininterrompue jusqu'aujourd'hui, sans être perturbée par l'activité humaine récente. Chacune d'elles montre des réflecteurs plans à différentes profondeurs. L'origine de ces réflecteurs est encore inconnue mais pourrait provenir de niveaux plus enrichis en matière minérale (Wastiaux et al., 2000) ou de différences d'humification de la tourbe (Charlier, 2002). Nous avons étudié ces sondages

en analysant les valeurs relatives et les concentrations en pollens. Les concentrations (exprimées en nombre de pollens et spores par gramme de tourbe fraîche ou sèche) sont inversement proportionnelles à la vitesse d'accumulation de la tourbe. Cette technique a été utilisée par Hindryckx & Streel (2000) dans la fagne du Misten, travail auquel nous renvoyons le lecteur pour plus de détail.

2.2. Les lithales 22 et 27 (sondages L22 et L27) n'avaient pas préalablement fait l'objet d'analyse palynologique ou d'analyse du radiocarbone 14. En revanche, la lithale 119 avait déjà été étudiée par Vargas-Ramirez (1999 et 2003) dans le sondage LV2 (Fig. 1a), parallèle au sondage LV1 étudié ici. L'analyse pollinique décrite par cet auteur et des analyses du radiocarbone 14 réalisées près de la base du sondage LV2 démontrent que la tourbe a commencé à s'accumuler dans le fond de la cuvette dès la fin du Tardiglaciaire. On y observe aussi très nettement la transition Boréal-Atlantique, connue vers 8850 années calendriers BP.

2.3. Nous avons recherché dans chaque sondage deux critères de détermination de ce que nous appellerons dorénavant l'"horizon critique". Le premier, le critère principal, correspond au début de la courbe de croissance des pollens d'aulne (*Alnus*) suivi d'un passage rapide de ses proportions à des valeurs importantes. Le second critère est la fin de la décroissance de la courbe des pollens de noisetier, une limite qui est moins abrupte que celle de la croissance de l'aulne, car le noisetier conserve, pendant l'Atlantique, des proportions non négligeables. L'horizon critique était bien visible dans le diagramme pollinique du lithale 119 (Vargas-Ramirez, 1999 et 2003) et donc repérable facilement dans le sondage LV1. En revanche, dans un premier temps, nous avons cherché à repérer l'horizon critique dans les quelques mètres de tourbe des sondages L22 et L27 sans, pour autant, être obligés d'analyser les deux sondages

sur toute leur longueur. Dans ce but, nous avons d'abord traité et analysé des échantillons de 5 cm d'épaisseur de tourbe tous les 25 cm. Nous avons ainsi repéré un intervalle de 25 cm de tourbe où chercher l'horizon critique. Ensuite, dans cet intervalle, nous avons prélevé et analysé des échantillons d'un cm d'épaisseur tous les 5 cm et enfin tous les cm de part et d'autre de l'horizon critique, une fois reconnu.

### 3. Sondage LV1 (Fig. 1a et 1b)

L'horizon critique se situe entre 174 cm et 175 cm et correspond approximativement à la base de la série de réflecteurs plans, et de leurs échos, enregistrés par le radar de subsurface dans la partie supérieure de la lithalse. Les concentrations sont élevées. En dessous du niveau 175 cm, elles oscillent autour de 500.000 alors qu'au dessus de cette limite, elles sont plus élevées, de l'ordre de 1.500.000-2.000.000 et très variables d'un centimètre à l'autre. On observe également que l'augmentation des concentrations correspond à la régression du noisetier.

Le fond de la lithalse se trouvant à 420 cm de la surface du sol et l'accumulation de tourbe ayant commencé, selon Vargas Ramirez (2003) à la fin du Tardiglaciaire, il y a un peu plus de 11000 ans, il a donc fallu 3000 ans pour qu'environ 245 cm de tourbe s'accumulent alors que les 175 cm suivants (de l'horizon critique jusqu'à la surface) se sont accumulés en 8000 ans. Ceci traduit un ralentissement considérable de la tourbification au dessus de l'horizon critique comme le suggèrent les calculs des concentrations. Ces dernières sont beaucoup plus élevées au dessus de l'horizon critique et sont surtout très variables d'un centimètre à l'autre.

### 4. Sondage L22 (Fig. 2a et 2b)

L'horizon critique se situe entre les niveaux 204 cm et 205 cm, soit juste en dessous du début d'une série de réflecteurs plans et de leurs échos dans la partie supérieure de la lithalse.

Les concentrations oscillent généralement entre 50.000 et 200.000. On constate un pic de concentration à 203 cm, caractérisant une tourbification plus lente. Il n'y a pas de changement de concentration très marqué en regard de l'augmentation de l'*Ainus* et de la

décroissance du *Corylus*. Cependant, à partir du niveau 208 cm où une concentration minimale caractérise le maximum de *Corylus*, au fur et à mesure que le *Corylus* décroît, jusqu'au centimètre 200, la concentration augmente faiblement mais régulièrement. Le fond de la lithalse se trouvant à 450 cm de la surface du sol, il aura fallu environ 3000 ans pour que 245 cm de tourbe s'accumulent et 8000 ans pour l'accumulation des 205 cm restants. Cette tourbière semble donc également avoir souffert d'un ralentissement considérable de la tourbification, mais on ne constate pas, dans cette lithalse, d'accroissement notable des concentrations dans les limites très restreintes de l'intervalle étudié.

### 5. Sondage L27 (Fig. 3a et 3b)

Une augmentation brutale d'*Ainus* se marque de 297 cm à 296 cm passant de 17% à 59% en un seul centimètre. Parallèlement le pourcentage de *Corylus* diminue de plus de moitié à cette même limite. L'horizon critique se place donc entre 296 cm et 297 cm.

Comme dans le sondage L22, les concentrations oscillent généralement entre 50.000 et 200.000 sauf au sommet de la partie analysée du sondage. En effet à partir de 296 cm, elles augmentent et dépassent 500.000. Il existe donc un important changement de part et d'autre de l'horizon critique. Ces concentrations brutalement élevées traduisent, comme explicité précédemment, un ralentissement de la tourbification, voire l'existence de lacunes.

Le fond de la lithalse, se situant à 575 cm, date sans doute d'environ 11.0 ka et l'horizon critique ayant été déterminé entre 296 cm et 297 cm, un peu plus de 275 cm de tourbe se sont accumulés en 3000 ans. Les 300 cm sus-jacents s'étant constitués en environ 8000 ans, on constate, comme pour les autres sondages, un ralentissement de la tourbification. Ce ralentissement est bien décelé par le calcul des concentrations qui atteignent des valeurs dix fois supérieures au dessus de l'horizon critique.

### 6. Comparaisons des concentrations de pollens dans les trois sondages

La figure 4 met bien en évidence la différence des valeurs de

concentration en pollens de part et d'autre de l'horizon critique dans les sondages LV1 et L27. Cette différence est moins évidente dans le sondage L22. Mais l'observation la plus surprenante concerne la faible concentration moyenne dans le sondage L22 comparée à la forte concentration moyenne (près de 8 fois supérieure) dans le sondage LV1. Ces deux tourbières ayant accumulé en 11.000 ans des épaisseurs de tourbe comparables (respectivement 450 cm et 420 cm), on conçoit difficilement que l'influx pollinique (la pluie pollinique locale par année) ait pu différer à 2,5 km de distance dans une telle proportion. Nous croyons au contraire que l'influx pollinique était, en moyenne, relativement homogène dans la fagne des Deux-Séries, mais que le régime d'alimentation en eau des tourbières se développant dans les lithalses pouvait être très différent d'un endroit à l'autre. Ceci implique une alimentation non seulement par la pluie mais aussi par infiltration de la nappe sous-jacente (Hambuckers et al. 1995). Les faibles concentrations polliniques en L22 pourraient s'expliquer par un régime très irrégulier alternant des périodes de croissance rapide et des arrêts complets de la construction de la tourbière. Cette hypothèse trouve un écho dans le paragraphe suivant consacré aux datations par le radiocarbone 14. En revanche, la différence entre les concentrations en L27 et en LV1 peut correspondre en partie à une plus grande activité turfigène dans la première tourbière (épaisse de 575 cm) que dans la seconde (épaisse de 420 cm).

### 7. Datations par le radiocarbone 14

7.1. Les dates  $^{14}\text{C}$  ont été transformées en dates calendriers (années cal BP). Quatre échantillons provenant du sondage LV1 et deux échantillons provenant des sondages L22 et L27 ont été analysés au "Centrum voor Isotopen Onderzoek" à Groningen (NL) en vue d'une datation par le radiocarbone 14. Ce sont les niveaux 163-167 (GrN-28171), 171-174 (GrN-27889) et 177-180 (GrN-27890), 188-191 (GrN-27891) pour le LV1, respectivement au dessus et en dessous de l'horizon critique, le niveau 317-320 (GrN-28907) pour le L27, 20 cm sous l'horizon critique, et le niveau 205-208 (GrN-28906) pour le L22, juste en dessous de celui-ci.

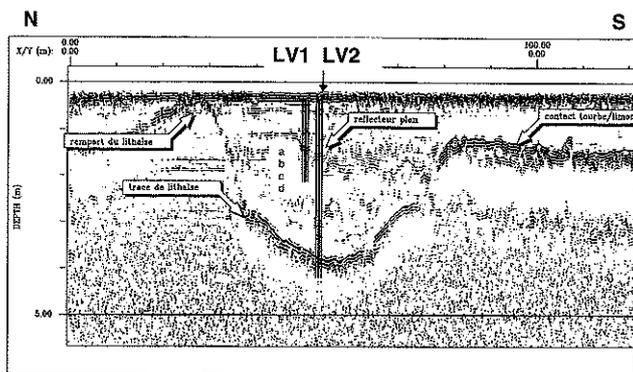


Fig. 1a : Coupe transversale dans la lithalse 119 (sondages LV1 et LV2) d'après Wastiaux-Schumacker dans Vargas-Ramirez (1999, 2003). Dates cal BP : a :  $6085 \pm 95$ , b :  $7700 \pm 140$ , c :  $8315 \pm 145$ , d :  $8265 \pm 155$ . La ligne horizontale interrompue indique la position de l'horizon critique (voir texte).

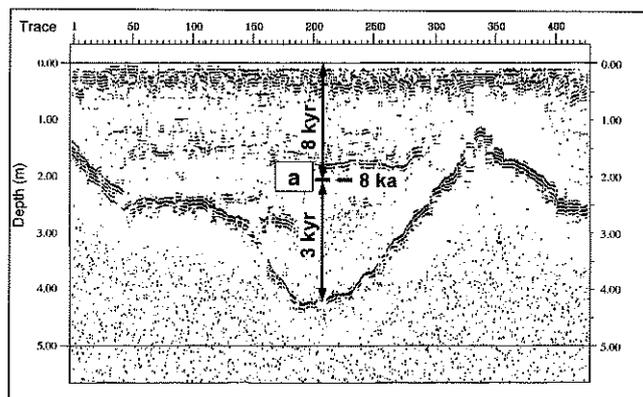


Fig. 2a : Coupe transversale dans la lithalse L22 d'après Wastiaux-Schumacker dans Charlier (2002). Date cal BP : a :  $5745 \pm 145$ .

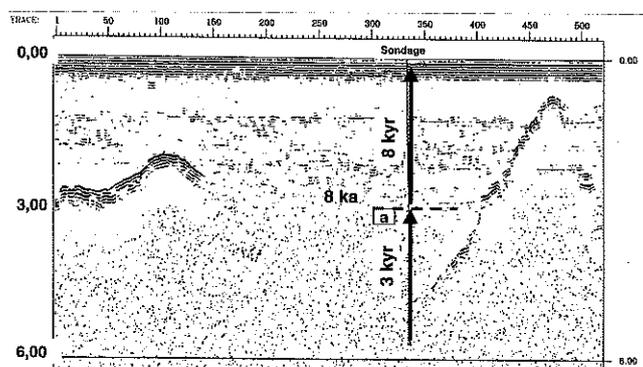


Fig. 3a : Coupe transversale dans la lithalse L27 d'après Wastiaux-Schumacker dans Charlier (2002). Date cal BP : a :  $8290 \pm 120$ .

Concentrations / val. rel. pollens

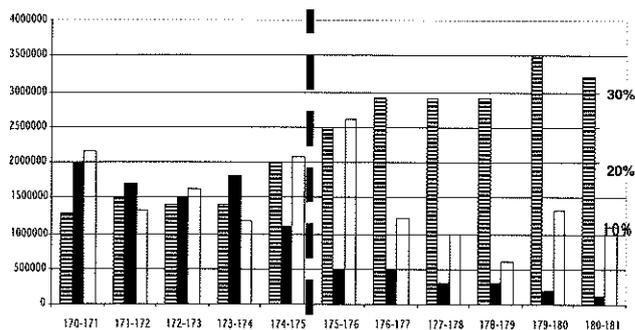


Fig. 1b : Histogramme de comparaison entre les quantités moyennes de pollens par gramme de poids frais (en blanc) et les pourcentages de *Corylus* (ligné horizontalement) et d'*Ainus* (en noir) dans le sondage LV1. La ligne verticale interrompue indique la position de l'horizon critique.

Concentrations / val. rel. pollens

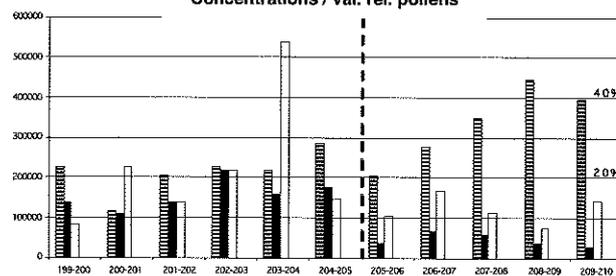


Fig. 2b : Histogramme de comparaison entre les quantités moyennes de pollens par gramme de poids frais (en blanc) et les pourcentages de *Corylus* (ligné horizontalement) et d'*Ainus* (en noir) dans le sondage L22. La ligne verticale interrompue indique la position de l'horizon critique.

Concentrations / val. rel. pollens

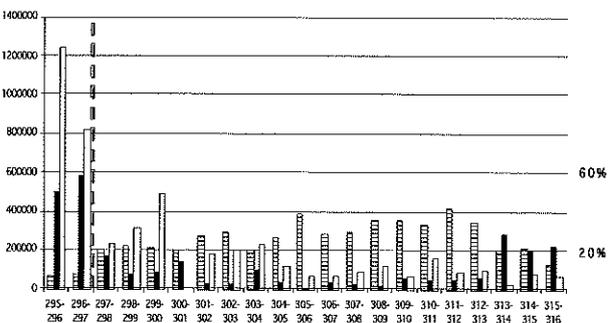


Fig. 3b : Histogramme de comparaison entre les quantités moyennes de pollens par gramme de poids frais (en blanc) et les pourcentages de *Corylus* (ligné horizontalement) et d'*Ainus* (en noir) dans le sondage L27. La ligne verticale interrompue indique la position de l'horizon critique.

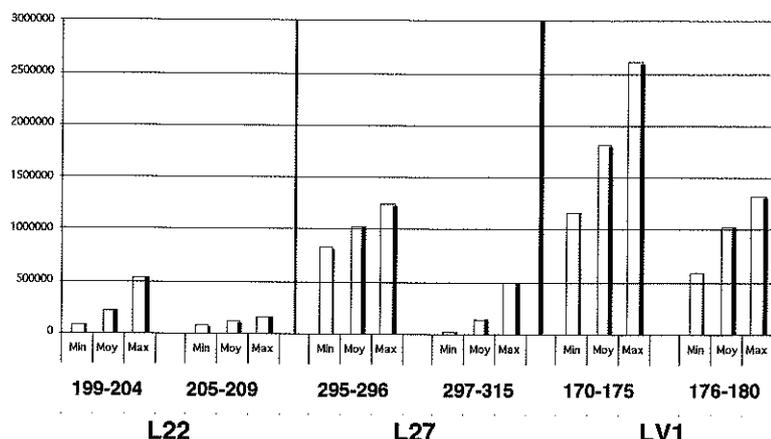


Fig. 4 : Histogramme de comparaison entre les quantités minimales, moyennes et maximales de pollens par gramme de poids frais, de part et d'autre de l'horizon critique dans les trois sondages.

7.2. Les niveaux 177-180 et 188-191 du sondage LV1 ont été datés respectivement de 8460-8170 années cal BP et 8420-8110 années cal BP alors qu'ils se situent environ entre 3 et 15 centimètres en dessous de l'horizon critique, que nous avons reconnu à 174-175 cm. On remarquera que, tenant compte des intervalles de confiance, ces deux dates se recouvrent largement. Le niveau 317-320 du sondage L27 a été daté de 8410-8170 années cal BP. L'échantillon étant situé à environ 20 cm sous l'horizon critique, la date est en bon accord avec les dates obtenues à partir du sondage LV1. L'horizon critique (principalement le départ de l'extension d'*Alnus*) doit donc bien se situer aux environs de 8.0 ka avec une certaine probabilité pour un âge un peu plus récent que 8290 années cal BP, moyenne des trois dates disponibles.

7.3. En revanche, les dates obtenues au dessus de l'horizon critique dans le sondage LV1 sont, à première vue, surprenantes. Les niveaux 163-167 et 171-174 qui se situent à environ 10 et 2 centimètres au dessus de l'horizon critique ont été respectivement datés de 6180-5990 années cal BP et 7840-7560 années cal BP. Plus surprenant encore, le niveau 205-208, prélevé immédiatement sous l'horizon critique (204-205) dans le sondage L22, est daté de 5890-5600 années cal BP. Force nous est donc d'admettre l'existence de lacunes importantes à partir d'environ 8.0 ka dans deux des trois sondages. Ces lacunes sont également détectées par l'analyse des concentrations mais cette technique ne permet pas d'évaluer leur ampleur. Dans le sondage L22,

il est probable que le processus de tourbification se soit arrêté pendant des centaines d'années à partir de l'horizon critique et qu'ainsi s'explique l'absence dans ce sondage des fortes variations de concentrations observées dans les deux autres sondages immédiatement au dessus de cette zone. On peut comprendre aussi pourquoi la date obtenue immédiatement sous l'horizon critique est si différente de la date approximative de 8.0 ka acceptée jusqu'à présent pour cet horizon. En effet, lors de la reprise de l'édification de la tourbière, après l'arrêt prolongé évoqué ci-dessus, une végétation marécageuse à *Carex rostrata* (ou d'autres herbacées), a pu se développer dans la lithalse. Or, on sait que plus de 90 % de la biomasse d'une telle végétation peut se trouver dans le sol sous forme de rhizomes (Charman, 2002). Cette végétation souterraine peut donc avoir contaminé la tourbe sous-jacente et rajeunir ainsi la matière organique que nous avons soumise à l'analyse <sup>14</sup>C. Les accroissements de pourcentages des cypéracées et poacées enregistrées pour les niveaux inférieurs à 205 cm étayent cette hypothèse.

## 8. Fluctuation de la nappe aquifère dans les lithales de la fagne des Deux-Séries

Les condensations et lacunes suggèrent une fluctuation importante, et propre à chaque lithalse, de la nappe aquifère locale. Lorsque cette nappe descend (par excès d'évaporation sur les apports en eau), la matière organique est dégradée par l'oxygénation du milieu, conduisant ainsi à de faibles taux d'accumulation de la tourbe (et de fortes con-

centrations en pollens), voire à des absences de dépôt de tourbe. Lorsque cette nappe aquifère remonte (par excès d'apport d'eau sur l'évaporation), les conditions anaérobiques réduisent l'activité des microorganismes qui détruisent la matière organique, conduisant alors à des taux plus élevés d'accumulation de la tourbe (et de faibles concentrations en pollens). Mais une inondation extrême du milieu, en réduisant brutalement la couverture végétale de la tourbière, peut conduire aussi à un ralentissement de la construction de la tourbe. L'analyse sommaire des macrorestes végétaux (Deroche 2004) ne permet pas une meilleure approche du problème car la tourbe, en dessous et au dessus de l'horizon critique, est très dégradée.

## 9. Relation entre les concentrations en pollens et les réflecteurs plans reconnus par le radar de sub-surface

L'ensemble des observations qui précèdent nous amène à suggérer une relation entre les concentrations en pollens, et par conséquent la vitesse d'accumulation de la tourbe, et la présence de réflecteurs plans mis en évidence par le radar de sub-surface. En effet, dans les trois tourbières examinées, l'horizon critique qui, rappelons-le, sépare des zones de tourbière à vitesses d'accumulation de tourbe différentes, correspond plus ou moins à la base d'un ensemble de réflecteurs plans. Une succession de lacunes sédimentaires et de tourbes différemment saturées en eau pourrait étayer l'hypothèse émise par Charlier (2003) sur le rôle joué par le degré d'humification de la tourbe (voir § 2). Malheureusement, la résolution du radar de sub-surface, qui est bien moindre que celle de l'analyse pollinique que nous avons réalisée tous les centimètres, et l'épuisement des carottes de tourbe étudiées par Charlier (2003) ne nous ont pas permis de tester cette hypothèse plus en détail en contrôlant ses observations.

## 10. Discussion

10.1. La forte décroissance de *Corylus* sous l'horizon critique est le seul critère de comparaison à notre disposition pour corréliser nos observations avec d'autres sites mieux datés en Europe. L'extension de la courbe d'*Alnus* paraît en effet

un phénomène propre aux Hautes-Fagnes, peut-être à cause de leur position en première loge de l'influence océanique. Dans le sondage étudié par Vargas-Ramirez (2003), la courbe de décroissance de *Corylus* est présente dès 25 cm en dessous de l'horizon critique. Elle s'amorce vers 8000 années radio-carbone BP, soit vers 8850 années cal BP, c'est-à-dire, par définition, au début de l'Atlantique (Mangerud et al. 1974). Elle est observée à partir de 8600 années cal BP par Tinner et Lotter (2001) en Suisse centrale (596 m d'altitude) et en Allemagne du sud (474 m d'altitude). La courbe de *Corylus* atteint un minimum, selon Tinner & Lotter (2001), vers 8050 années cal BP en Suisse centrale ou vers 8150 années cal BP en Allemagne du sud. Ces auteurs mettent en relation ce minimum avec l'événement froid 8.2 ka qui a duré seulement quelques décennies et a été identifié dans plusieurs sites de part et d'autre de l'Atlantique nord (Alley et al., 1997; Baldini et al., 2002; Barber et al., 1999; Clarke et al., 2004; Klitgaard - Kristensen et al., 1998; Veski et al., 2004). On admet généralement que ce refroidissement autour de l'Atlantique Nord a été la conséquence d'une décharge rapide, dans la mer du Labrador, d'eau douce provenant d'énormes lacs glaciaires. Cette décharge s'est effectuée lors de la phase finale de la fonte de la calotte glaciaire des Laurentides qui a entraîné l'ouverture de la Baie d'Hudson. La libération soudaine d'une quantité importante d'eau douce dans l'Océan aurait eu pour effet de modifier la circulation thermo-haline, perturbant ainsi la remontée du Gulfstream dans l'Atlantique Nord et entraînant aussi momentanément une diminution du transfert de chaleur de l'océan vers l'atmosphère. Cette décharge a été comparable à celle qui aurait provoqué l'événement froid de la fin du Tardiglaciaire : le "Dryas récent" (voir Pissart 2003), décharge qui se serait effectuée, cette fois-là, par le golfe du St. Laurent. De manière paradoxale, l'événement froid 8.2 ka serait ainsi une conséquence de la déglaciation pourtant liée à un réchauffement progressif du climat.

10.2. Si les pourcentages minima de *Corylus* semblent bien correspondre, de l'Europe centrale à l'Europe du nord, à l'événement 8.2 ka, en revanche, le déclin de cette espèce s'amorce indiscutablement en Allemagne du sud et en Suisse centrale plusieurs centaines d'années plus tôt ; plus tôt d'ailleurs que le début du drainage catastrophique

des lacs glaciaires (8470 années cal BP, selon Nesje & Dahl 2001). Le déclin de la courbe pollinique de *Corylus* semble plutôt correspondre à une humidification progressive du climat de l'Europe occidentale suite à la diminution de la superficie occupée par la calotte glaciaire des Laurentides.

10.3. *Alnus* est peu présent pendant le Boréal dans les Hautes-Fagnes. Commencant à croître et fleurir tôt dans la saison, *Alnus glutinosa* est particulièrement sensible au gel du début du printemps (Veski et al. 2004). Il requiert d'autre part des conditions édaphiques humides. Ceci suggère que l'expansion d'*Alnus* a demandé un climat plus humide et plus chaud en hiver que précédemment et, par conséquent, on peut émettre l'hypothèse que le début de la courbe de croissance d'*Alnus* est postérieur à l'événement 8.2 ka. Bien que l'événement 8.2 ka ne soit pas identifié jusqu'à présent dans la fagne des Deux-Séries par une caractéristique particulière de la végétation ou de la tourbe, on peut admettre qu'il se situe peu en dessous de l'horizon critique que nous avons localisé dans les 3 sondages. L'appréciation de l'intervalle de temps qui sépare l'événement 8.2 ka de l'horizon critique est cependant rendue difficile par la présence de condensations et/ou de lacunes dans le dépôt tourbeux.

## 11. Conclusion

A partir de 8.0 ka, la croissance des tourbières édifiées à l'intérieur des lithalses étudiées dans la fagne des Deux-Séries a été fortement ralentie. Le climat et la végétation des Hautes-Fagnes ont changé considérablement en quelques centaines d'années, conduisant, vers 8.0 ka, à une transformation radicale du paysage. Dans les Hautes-Fagnes, des forêts d'aulnes se sont étendues dans les dépressions où s'est amorcée, à la faveur d'un climat soudainement plus humide, l'installation des grandes tourbières à sphaignes. Sur les crêtes, les forêts basses de noisetiers, sous le couvert clair de pins (*Pinus*) et de bouleaux (*Betula*), ont été progressivement remplacées par de hautes futaies denses de chênes, frênes, tilleuls et ormes. Il faudra attendre 5200 ans (la transition Subboréal-Subatlantique, vers 2800 ans cal BP) pour que d'autres changements climatiques introduisent un nouveau type de forêt : la forêt de hêtres.

## REFERENCES

- Alley, R.B., Mayewski, P.A., Sowers, T., Stuiver, M., Taylor, K.C., Clark, P.U., 1997. Holocene climatic instability, a prominent widespread event 8200 yr ago. *Geology* 25, 483-486.
- Baldini, J.U.L., McDermott, F., Fairchild, I.J., 2002. Structure of the 8200-year cold event, revealed by a speleothem trace element record. *Science* 296, 2203-2206.
- Barber, D.C., Dyke, A., Hillaire-Marcel, C., Jennings, A.E., Andrews, J.T., Kerwin, M.W., Bilodeau, G., McNeely, R., Southon, J., Morehead, M.D., Gagnon, J.-M., 1999. Forcing of the cold event of 8,200 years ago by catastrophic drainage of Laurentide lakes. *Nature* 400, 344-349.
- Charlier, J., 2002. Réflexion radar au sein de la tourbe de remplissage de traces périglaciaires de la fagne des Deux-Séries (Hautes-Fagnes, Belgique). Mémoire licence géographie, ULg (Inédit).
- Charman, D., 2002. Peatlands and Environmental Change. Wiley & Sons Ltd, England, 301p.
- Clarke G.K.C., Leverington D.W., Teller J.T., Dyke A.S., 2004. P aleohydraulics of the last outburst flood from glacial Lake Agassiz and the 8200 BP cold event. *Quaternary Science Reviews* 23, 389-407.
- Deroche, F., 2004. Etude paléocologique de détail aux alentours de la transition Boréal-Atlantique dans les lithalses de la fagne des Deux-Séries (Hautes-Fagnes, Belgique). Mémoire licence géographie, ULg (Inédit).
- Gotjé W., Van Wayjen M.C.A., Van Geel B., 1990. A palynological study of Holocene deposit from Grand-Bongard (Hautes-Fagnes, Belgium). *Geologie en Mijnbouw* 69, 227-241.
- Hambuckers, A., Schumacker, R., Remacle, J., Frankard, P., 1995. La présence de groupements végétaux à caractère mésotrophe au milieu des tourbières des Hautes-Fagnes (Belgique) est-elle liée à des intrusions de tonalite dans les couches révinennes ? *Belg. Journ. Bot.* 128 : 48-56.
- Hindryckx, M.-N., Streef, M. (2000) L'altération des bords de la tourbière active du Misten par l'exploitation de la tourbe pourrait dater du début du 14<sup>e</sup> siècle. *Hautes Fagnes* 2000-4, 95-101.
- Klitgaard-Kristensen D., Sejrup H.P., Hafliðason H., Johnsen S., Spurk M., 1998. A regional 8200 cal. Yr BP cooling event in northwest Europe, induced by final stages of the Laurentide ice-sheet deglaciation? *Journal of Quaternary Science* 13, 165-169.
- Mangerud, J., Andersen, S.T., Berglund, B.E., Donner, J.J., 1974. Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. *Boreas* 3, 109-128.
- Nesje, A., Dahl, O., 2001. The Greenland 8200 cal. Yr BP event detected in loss-on-ignition profiles in Norwegian lacustrine sediment sequences. *Journal of Quaternary Science* 16, 155-166.
- Pissart, A., 2003. The remnants of Younger Dryas lithalsas on the Hautes Fagnes Plateau in Belgium and elsewhere in the world. *Geomorphology* 52, 5-38.
- Tinner W. & Lotter A.F., 2001. Central European vegetation response to abrupt climate change at 8.2 ka. *Geology* 29 : 551-554.
- Vargas-Ramirez, V.L., 1999. Etude palynologique, paléocologique, granulométrique et minéralogique des sédiments (tourbe et limon) dans une trace de lithalse de la fagne des Deux-Séries (Hautes-Fagnes, Belgique). Mémoire DES en Sc. Naturelles de la Terre et de la Vie, Université de Liège (Inédit).
- Vargas-Ramirez, V.L., 2003. Evolucion palynologica de turbas holocenas en una lithalse de la meseta de Hautes-Fagnes (Belgica). *Polen* 13, 69-83.
- Veski, S., Seppä, H., Ojala, A.E.K., 2004. Cold event at 8200 yr B.P. recorded in annually laminated lake sediments in eastern Europe. *Geology* 32 (8), 681-684.
- Wastiaux, C., Halleux, L., Schumacker, R., Streef, M., Jacquemotte, J.-M., 2000. Development of the Hautes-Fagnes peat bogs (Belgium): new perspectives using ground-penetrating radar. *Suo* 51, 3, 115-120, Helsinki.