Histoire de la végétation de la région neuchâteloise de l'époque néolithique à nos jours : analyse pollinique d'une colonne sédimentaire prélevée dans le lac de Neuchâtel (Suisse)

Autor(en): **Richoz, Isabelle / Gaillard, Marie-José**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **79 (1988-1989)**

Heft 4

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-279240

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Histoire de la végétation de la région neuchâteloise de l'époque néolithique à nos jours. Analyse pollinique d'une colonne sédimentaire prélevée dans le lac de Neuchâtel (Suisse)

PAR

ISABELLE RICHOZ[1] et MARIE-JOSÉ GAILLARD[2]

Résumé.-RICHOZ I., GAILLARD M.-J., 1989. Histoire de la végétation de la région neuchâteloise de l'époque néolithique à nos jours. Analyse pollinique d'une colonne sédimentaire prélevée dans le lac de Neuchâtel (Suisse). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 79.4*: 355-377.
Cet article présente les résultats de la première analyse pollinique d'un sondage des sédiments profonds (à 138 m de fond) du lac de Neuchâtel, situé au large de nombreux sites archéologiques (fig. 1). La comparaison des résultats obtenus avec plusieurs diagrammes polliniques du Plateau suisse a permis d'établir une chronologie couvrant une grande partie de l'Holocène (depuis 6000 BP à nos jours). La dominance du sapin sur le hêtre jusqu'à la fin du Subboréal (environ 2500 BP) est caractéristique des diagrammes polliniques du Jura central et du sud-ouest. Les phases de défrichement qui ont été mises en évidence (augmentation des plantes anthropiques: céréales, espèces de pâturages et rudérales) peuvent être corrélées aux périodes archéologiques connues dans la région. L'histoire de la végétation et de l'influence de l'Homme est décrite pour toute la période représentée par le diagramme pollinique et comparée aux résultats obtenus dans d'autres sites du Plateau suisse.

Summary.-RICHOZ I., GAILLARD M.-J., 1989.Vegetation history of the past 6000 years in the area of Neuchâtel (Switzerland). Pollen-analysis of a sediment core from the central part of the Lake of Neuchâtel. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 79.4*: 355-377.
The first pollen-analysis of a deep sediment core from the central part of the Lake of Neuchâtel (at 138 m depth) is presented. The coring point is situated close to many archeological sites (fig. 1). Comparison of our results with several pollen diagrams of the swiss Plateau made it possible to establish a chronology for the past 6000 years BP.

[1]Musée botanique cantonal, 14 b., Av. de Cour, CH-1007 Lausanne
[2]Department of Quaternary Geology, University of Lund, Tornavägen 13, S-22363 Lund (Sweden)

The dominance of the fir (*Abies*) compared to the beech (*Fagus*), until the end of the Subboreal (c. 2500 BP), is characteristic of the pollen diagrams from the southwestern and central Jura. Several phases of forest clearings were indentified. The most significant ones correspond to the increase of human impact pollen-indicators (cereals and species characteristic of grazed areas and ruderal communities) and are correlated to known archeological periods in the area. Vegetation history and human impact are described for the past 6000 years and compared with the results obtained in other sites of the swiss Plateau.

1. Introduction

En 1977, l'Ecole Polytechnique de Zürich (Institut de Geologie, ETH) a effectué une série de carottages dans le lac de Neuchâtel en vue d'une étude géothermique (Finckh 1981). L'analyse pollinique présentée dans cet article concerne le sondage NE 77/1. Celui-ci provenant de la zone profonde du lac (à 138 m de fond), et situé au large de Neuchâtel et de nombreux sites archéologiques (fig. 1) présentait un intérêt particulier pour une étude palynologique de l'histoire de la végétation régionale. En effet, les nombreuses analyses polliniques de l'Holocène (période comprise entre 10'000 BP[3] et nos jours) déjà entreprises sur les sédiments du lac de Neuchâtel proviennent exclusivement des zones littorales, au sein ou à proximité des sites archéologiques (Liese-Kleiber 1976, 1977, 1982, 1985, manuscrits non publiés, Gaillard 1989). Ces séquences sédimentaires ne couvrent qu'une partie de l'Holocène et sont souvent caractérisées par des hiatus (dépôts manquants pour une certaine période, suite à leur érosion ou à un arrêt de sédimentation durant une période de bas niveau du lac). De tels phénomènes n'ont généralement pas lieu à plus grande profondeur où les sédiments se sont déposés de façon continue. Dès lors, le sondage NE 77/1 pouvait procurer une séquence sédimentaire ininterrompue couvrant une grande partie de l'Holocène et cet article présente le premier diagramme pollinique des sédiments profonds du lac de Neuchâtel. Il est plus aisé de reconstruire l'histoire de la végétation régionale sur la base de l'analyse pollinique de sédiments lacustres profonds, ceux-ci ayant enregistré les pluies polliniques provenant d'une vaste région (au minimum tout le bassin versant du lac) sans que des facteurs locaux n'aient influencé leur dépôt. En effet, les spectres polliniques obtenus dans les sédiments lacustres littoraux ou au sein d'un site archéologique sont difficiles à interpréter en termes de végétation en raison de certains types polliniques surreprésentés. Ces derniers proviennent généralement de l'activité de l'homme sur le site (pourcentages élevés de céréales par ex.) ou de la situation littorale (concentration vers le rivage des pollens à ballonets des conifères, Hopkins 1950). Ces spectres polliniques ne nous livrent ainsi qu'une image déformée de la végétation.

L'étude palynologique du sondage NE 77/1 a fait l'objet d'un travail de licence en Botanique à l'Université de Neuchâtel en 1986 (Richoz manuscrit).

---

[3] BP: Before present. Date-C14, âge avant 1950 apr. J.-C.
NB.Toutes les dates sont exprimées en BP non calibrées.

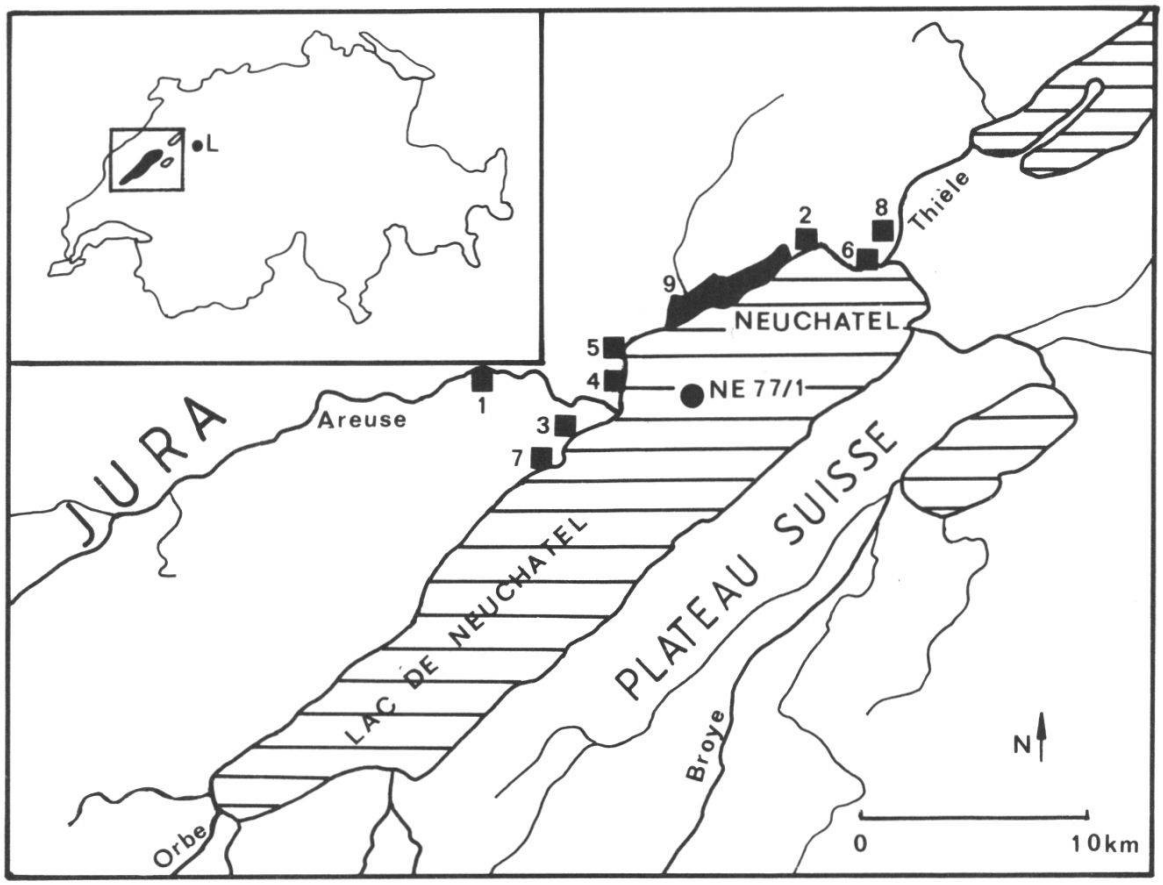


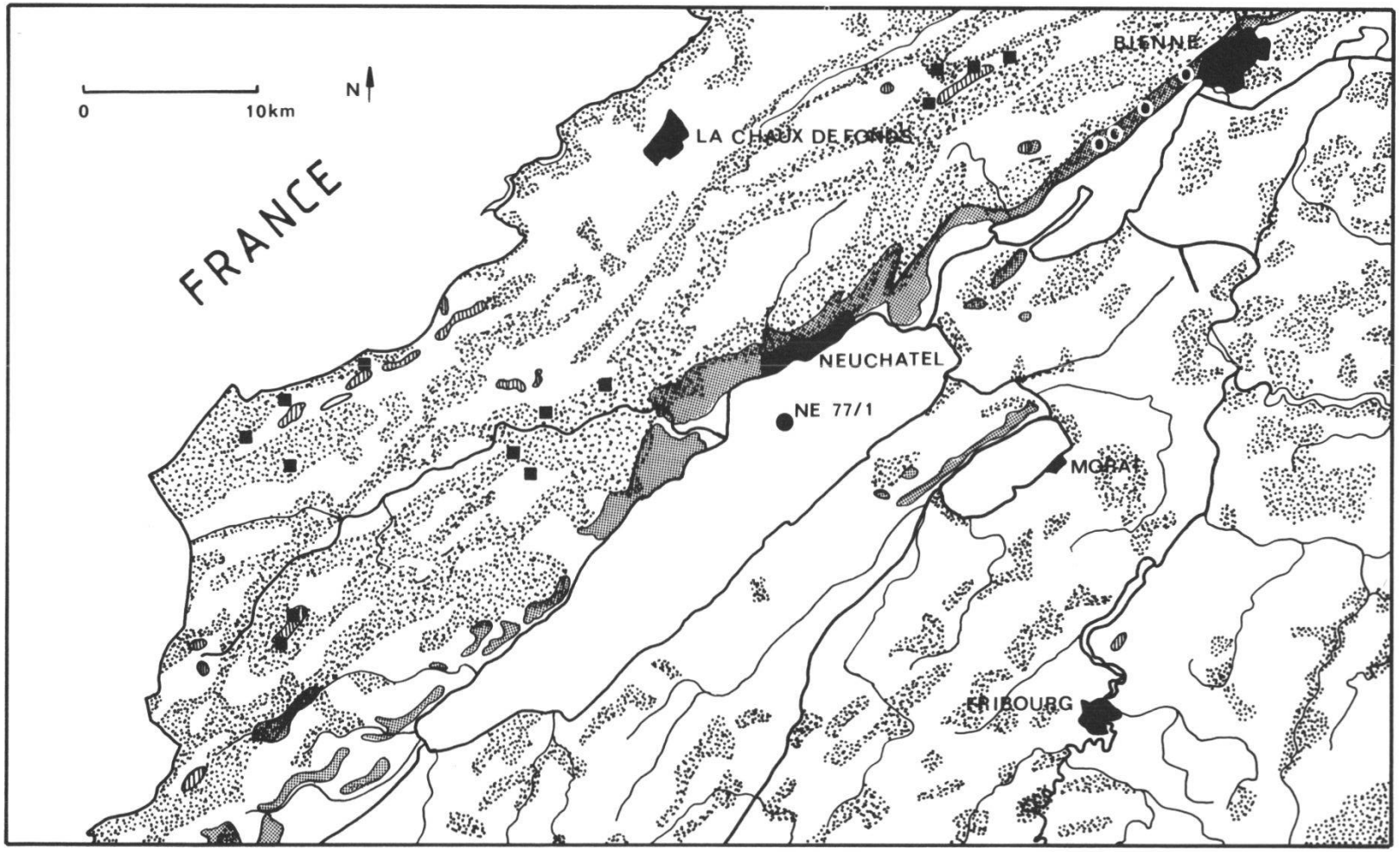
Figure 1.-Situation du sondage NE 77/1, du Lobsigensee et des différents sites archéologiques d'après les cartes d'Helvetia Archeologica (1980) et EGLOFF (1984).
1. Grotte de Cotencher; 2. Hauterive-Champréveyres; 3. Cortaillod; 4. Colombier; 5. Auvernier; 6. La Tène; 7. Bevaix; 8. Thièle-Wavre; 9. Nécropole de Serrières
L = Lobsigensee

2. DESCRIPTION DU MILIEU

Le lac de Neuchâtel est situé en bordure interne du Jura et orienté parallèlement à la chaîne montagneuse. Il se trouve à la limite des calcaires jurassiens, creusé en grande partie dans la molasse et les dépôts morainiques du Plateau suisse. Son bassin d'alimentation a une superficie de 2670 km^2 et fait partie du réseau hydrographique du Rhin par l'intermédiaire de l'Aar. Le 26,7 % de la surface du bassin d'alimentation est à une altitude supérieure à 1000 mètres (PORTNER 1951, SOLLBERGER 1974).

Le climat tempéré de la région subit les influences alternantes du climat océanique et continental, le lac égalisant ces deux tendances (SANDOZ 1949). Entre 1901 et 1980, la température annuelle moyenne pour Neuchâtel (alt. 487 m) a été de 9,2°C, variant entre 0°C pour le mois de janvier et 18,6°C pour le mois de juillet. Pour la même période, les précipitations annuelles moyennes sont de 976 mm (JORNOD 1988).

De part sa position intermédiaire entre la chaîne du Jura et le Plateau suisse, le lac de Neuchâtel se situe dans un paysage végétal très varié (fig. 2) (ANTONAZZIA *et al.* 1980, ATLAS DE LA SUISSE 1984). Au nord-ouest s'étendent



Ceinture du hêtre et du sapin blanc
Forêt de hêtre et de sapin, forêt de charme, chêne et hêtre, forêt des ravins humides, plantation d'épicea

Ceinture de la forêt mixte de chêne, de tilleul et d'érable
Forêt mixte de feuillus, taillis de noisetier, plantation de pin sylvestre

Ceinture du mélèze et de l'arolle
Forêt de mélèze, d'arole et de pin de montagne

Ceinture du chêne pubescent
Forêt de chêne pubescent

Champs, prairies, bas-marais, pâturages

Champs, prairies, vignes, pâturages

Ceinture steppique des montagnes méditerranéennes
Gazons secs à fétuques

Figure 2.–Végétation actuelle de la région neuchâteloise. Adaptation de la carte de l'Atlas de la Suisse (1984).

les pentes relativement boisées du Jura et au sud-ouest, sud-est et nord-est les plaines alluviales de l'Orbe, de la Broye et du Seeland aujourd'hui intensément cultivées. La ceinture végétale occupant la plus grande surface du territoire est celle du hêtre et du sapin blanc, dominant principalement dans le Jura à l'étage montagnard moyen. La ceinture de la forêt mixte de chêne, tilleul et érable dont le domaine est l'étage des collines est aujourd'hui fragmentée, les communautés naturelles étant limitées par la vigne et les champs. Des vestiges de la ceinture du mélèze et de l'arolle, très riche en espèces, subsistent dans les tourbières du Plateau suisse et du Jura. Les gazons secs à fétuques caractéristiques de la ceinture steppique des montagnes méditerranéennes (ATLAS DE LA SUISSE 1984) ornent les roches moutonnées ou des sols très pauvres. La ceinture du chêne pubescent formant des chênaies buissonnantes est aujourd'hui représentée par des fragments le long du Jura sur les pentes très sèches et exposées au sud.

Aux environs immédiats du lac de Neuchâtel nous trouvons deux unités de végétation humide. Le premier ensemble comprend les régions de nature marécageuse sans boisement dense qui se composent de roselières, d'étangs, de prairies à grandes et petites laiches, et de prairies humides présents sur les grèves naturelles du lac. Le deuxième ensemble regroupe les forêts naturelles humides, constituées d'une part de forêts de feuillus comme des aulnaies, saulaies, frênaies, érablaies installées sur les flancs humides du lac et des cours d'eau, et d'autre part de pinèdes naturelles caractérisées par la dominance du pin et du genévrier, présentes sur la rive sud-est du lac.

3. L'ARCHÉOLOGIE AU PAYS DE NEUCHATEL

L'intention de ce chapitre est de donner un compte rendu succint des recherches archéologiques effectuées sur la rive nord du lac de Neuchâtel (fig. 1). Nous voulons simplement citer quelques exemples et retracer l'histoire des occupations humaines dans ces grandes lignes. Pour plus de détails, le lecteur peut se référer par exemple à l'ouvrage classique de VOUGA (1944) ou à «Helvetia archaeologica 43-44» (1980), numéro spécial qui offre une synthèse couvrant les millénaires compris entre le Paléolithique moyen et le Haut Moyen -Age.

Sur la rive du lac ou à proximité, pratiquement toutes les phases de l'évolution humaine connues en Suisse occidentale (EGLOFF 1984) sont représentées. Du Paléolithique moyen a été découvert à la grotte de Cotencher et du Paléolithique supérieur à Hauterive-Champréveyres. Les stations littorales du Néolithique et de l'âge du Bronze (Bronze final surtout) sont très nombreuses (Cortaillod, Colombier, Auvernier, Hauterive-Champréveyres). L'apogée de l'âge du Fer européen, soit l'âge des Celtes, porte un nom neuchâtelois: la Tène. La culture gallo-romaine a laissé beaucoup de traces sur la rive du lac de Neuchâtel (villa de Colombier et barque de Bevaix) et dans la zone située entre les trois lacs jurassiens à Thièle-Wavre (mausolée et villa). La nécropole de Serrières (VIIe siècle) témoigne du temps des Mérovingiens (Haut Moyen-Age).

Ce bref aperçu montre à quel point le milieu a dû être influencé par l'Homme et ses nombreuses activités, en particulier dès le Néolithique ancien et jusqu'à nos jours. Ces différentes phases de développement doivent pouvoir

être mises en évidence dans les sédiments profonds du lac de Neuchâtel et le diagramme pollinique présenté dans cet article le démontre.

4. Stratigraphie

La colonne sédimentaire prélevée au point de sondage NE77/1 (fig. 1) mesure 7,8 mètres de long. Elle a été extraite en deux parties au moyen d'une sonde Kullenberg, la première couvrant les 80 cm de surface (0-0,8m) et la seconde les 7 mètres restants (0,8-7,8 m).

La série stratigraphique représentée dans les diagrammes polliniques par les symboles du système Troels-Smith (1955) est divisée en 5 zones:

Zone S1: 7,78 - 4,16 m
Séquence limono-argileuse grisâtre avec présence de granules de pyrite et fins débris végétaux.

Zone S2: 4,16 - 3,85 m
Séquence de transition limono-crayeuse avec présence de granules de pyrites assez nombreux.

Zone S3: 3,85 - 1,54 m
Séquence à limons crayeux blanchâtre avec horizons enrichis en particules organiques.

Zone S4: 1,54 - 0,34 m
Séquence limono-crayeuse plus ou moins organique beige jaunâtre.

Zone S5: 0,34 - 0 m
Séquence somitale limono-organique légèrement crayeuse.

5. Méthodes et présentation des résultats

Les 41 échantillons de 1 à 2 cm^3 prélevés en moyenne tous les 20 cm ont servis de base à l'analyse pollinique. Ils ont été traités en laboratoire selon la méthode classique de Faegri et Iversen (1975). Pour la détermination microscopique des pollens fossiles, les clés d'identification de Beug (1961), Faegri et Iversen (1975), Moore et Webb (1978), Punt et Clarke (1976-1984) ont été consultées, de même que la collection de référence de l'Institut botanique de l'Université de Berne. Les résultats sont présentés sous la forme de trois diagrammes.

La présentation des résultats du diagramme des pourcentages relatifs (fig. 3, en annexe) s'inspire des auteurs suisses (en particulier, Wegmüller 1966, Matthey 1971, Ammann 1975, Gaillard 1984a). Les fréquences polliniques sont exprimées en pourcentages de la somme des arbres, arbustes et herbacées terriphytes (plantes terrestres colonisant les sols bien drainés), ou somme A. Les plantes aquatiques ainsi que les Ptéridophytes sont exclues de la somme A. L'ensemble des pollens appartenant à des espèces arborescentes et herbacées sont désignés respectivement par l'abréviation PA (pollens d'arbres

et d'arbustes) et PNA (pollens d'herbacées). Le *Quercetum mixtum* associe les espèces de feuillus suivantes: *Acer*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus* et *Tilia*. Les taxons herbacés sont groupés de façon à obtenir une meilleure image de l'influence de l'homme sur la végétation. Le terme de plantes anthropiques (BEHRE 1981) s'applique aux plantes cultivées (*Cerealia*, *Secale*, *Humulus/Cannabis*) ainsi qu'aux plantes rudérales et indicatrices de pâturage (*Plantago lanceolata*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Rumex*, *Urtica*). Les importants pourcentages d'*Indeterminata* correspondent à un taux élevé de pollens corrodés.

Dans le diagramme des concentrations absolues (fig. 4, en annexe), les résultats sont exprimés en nombre de pollens par cm^3. Les concentrations polliniques absolues ont été obtenues selon la méthode de STOCKMARR (1971, 1973) en ajoutant des tablettes d'un nombre connu de spores de *Lycopodium* au volume connu de l'échantillon. La présentation des résultats s'inspire de GAILLARD (1984a). Seuls les taxons susceptibles d'apporter des éléments nouveaux aux questions posées ont été représentés.

Le diagramme de l'influence humaine sur la végétation (fig. 5, en annexe) comprend exclusivement les taxons polliniques indicateurs d'activités humaines, soit les espèces cultivées et rudérales, et les indicatrices de pâturage. La présentation s'inspire de celle adoptée par de nombreux auteurs en Europe, par exemple HJELMROOS-ERICSSON (1981), TOLONEN (1983) et GAILLARD (1984b).

6. RÉSULTATS

6.1. *Description des zones polliniques locales*
(diagramme des pourcentages relatifs, fig. 3)

1. Zone à *Quercus-Ulmus-Tilia*. 778 à 425 cm

Chute d'*Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus* après un maximum du *Quercetum mixtum* à 50%. *Abies* oscille entre 5 et 20%, atteignant ses pourcentages les plus élevés dans la partie la plus récente de la zone. Les herbacées sont faiblement représentées. Notons la présence de *Cerealia, Rumex*, *Artemisia*, *Humulus/Cannabis* et *Juniperus*.

1a. Sous-zone à *Ulmus-Cerealia*. 778 à 745 cm

Forts pourcentages d'*Ulmus* (9,5 à 13,5 %). Représentation faible des herbacées, mais notons la présence de *Cerealia*, *Rumex*, *Artemisia* et *Humulus/Cannabis*.

1b. Sous-zone à *Fagus-Abies*. 745 à 670 cm

Augmentation de *Fagus* et *Abies* alors qu'*Ulmus* et *Tilia* régressent. Disparition de *Cerealia*, *Rumex* et *Humulus/ Cannabis*.

1c. Sous-zone à *Corylus-Taxus*. 670 à 550 cm

Maintien de *Corylus* à 20%. *Taxus*, présent dès la base du profil, est bien représenté (7%). Baisse d'*Ulmus* et *Tilia* jusqu'à 1,5%. *Cerealia, Rumex* et *Humulus/Cannabis* réapparaissent.

1d. Sous-zone à *Alnus-Betula*. 550 à 425 cm

Alnus et *Betula* présentent respectivement un pic de 24% et 12%. *Quercus* (11%), *Ulmus* (1%) et *Tilia* (0,7%) diminuent progressivement. *Buxus* est présent pour la première fois.

2. Zone à *Quercus-Abies-Picea-Fagus*. 425 à 290 cm

Les valeurs du *Quercetum mixtum* (principalement *Quercus*) et d'*Abies* oscillent alternativement entre 15 et 30%. *Tilia* et *Ulmus* sont très faiblement représentés. *Picea* augmente nettement et présente deux maxima de 10 et 13%. *Fagus* atteint 10%. Les *Poaceae* diminuent alors que les *Cerealia* sont régulièrement représentées. *Buxus* est présent.

3. Zone à *Quercus-Fagus-Poaceae*. 290 à 175 cm

Les courbes de *Quercus*, *Abies* et *Fagus* oscillent alternativement pour atteindre tour à tour des valeurs dominantes. Augmentation très nette des *Poaceae*.

3a. Sous-zone à *Pinus-Poaceae*. 290 à 235 cm

Pinus atteint un maximum de 26% à 260 cm. Les herbacées présentent deux valeurs maximales de 15 et 20%. *Juniperus* atteint pour la première fois des valeurs supérieures à 15 %. *Carpinus* est représenté pour la première fois.

3b. Sous-zone à *Fagus-Secale*. 235 à 195 cm

Les pourcentages de *Fagus* (20%) dominent ceux du *Quercetum mixtum* et d'*Abies*. *Secale* fait son apparition à 220 cm. On constate une baisse simultanée des herbacées et de *Juniperus*. La courbe de *Buxus* est désormais continue.

3c. Sous-zone à *Juniperus-Rumex*. 195 à 175 cm

Juniperus présente un maximum à 180 cm. Le pic de 30% des herbacées est dû aux importants pourcentages de *Rumex, Humulus/Cannabis, Plantago lanceolata* et des *Cichoriaceae*. Apparition de *Juglans* dans le profil.

4. Zone à *Quercus-Carpinus-Juniperus-Juglans-Castanea-Cerealia*175 à 0 cm

Quercus est dominant. *Carpinus*, *Juniperus*, *Juglans* ainsi que les plantes anthropiques présentent leurs plus forts pourcentages. *Castanea* apparaît et atteint rapidement des valeurs élevées. *Buxus* est bien représenté, en particulier dans la seconde partie de la zone (sous-zone 4c et 4d).

4a. Sous-zone à *Carpinus-Alnus*. 175 à 130 cm

Carpinus atteint sa valeur maximale avec 3,2% et *Alnus* est caractérisé par un pic de 23%. L'apparition de *Castanea* accompagne une augmentation des *Cerealia* et la présence de *Secale*.

4b. Sous-zone à *Juniperus-Castanea*. 130 à 70 cm

Juniperus atteint des valeurs maximales avec 9,5%. *Alnus* et *Pinus* diminuent fortement. Les herbacées sont très abondantes, en particulier *Cerealia*, *Rumex*, *Apiaceae*, *Cichoriaceae* et *Brassicaceae*.

4c. Sous-zone à *Juglans-Humulus/Cannabis-Secale*. 70 à 30 cm

Juglans atteint de forts pourcentages. Les pourcentages de *Juniperus* diminuent progressivement. Les valeurs élevées des herbacées sont dues aux pourcentages

importants de *Secale*, *Cerealia*, *Humulus/Cannabis*, *Plantago lanceolata* et *Poaceae*. *Pinus*, *Ulmus*, *Fraxinus et Picea* augmentent aux dépens de *Quercus*.

4d. Sous-zone à *Cerealia-Plantago lanceolata*. 30 à 0 cm

Cerealia, *Plantago lanceolata* présentent leurs plus hauts pourcentages. *Juniperus* atteint de très faibles valeurs alors qu'*Ulmus* est à nouveau bien représenté. Notons l'augmentation de *Picea* alors que *Quercus* continue de diminuer. Les herbacées régressent dans la partie supérieure du profil.

6.2. *Apport du diagramme pollinique absolu* (fig. 4, en annexe)

Les concentrations polliniques absolues (nombre de pollens par cm^3 de sédiments) sont des valeurs indépendantes pour chaque taxon qui devraient permettre une meilleure évaluation des changements réels de la densité de végétation. Cependant, lors de l'interprétation de ces valeurs absolues, il faut tenir compte de nombreux facteurs pouvant les influencer, tels la nature du dépôt (minéral ou organique), l'apparition ou la disparition d'un fort producteur pollinique, la modification de la structure de la végétation et les changements de vitesse de sédimentation (GAILLARD 1984a).

6.2.1. *Concentrations polliniques absolues totales et sédimentation*

Nous observons quatres séquences:

1. Séquence limono-argileuse de 778 à 440 cm à concentrations absolues basses: 15×10^3 pollens /cm^3
2. Séquence limono-crayeuse de 420 à 140 cm à concentrations absolues moyennes: 30×10^3 pollens /cm^3
3. Séquence limono-crayeuse plus ou moins organique de 124 à 40 cm à concentrations absolues basses: 15×10^3 pollens /cm^3
4. Séquence limono-organique légèrement crayeuse de 20 à 0 cm à concentrations absolues élevées: 40×10^3 pollens /cm^3

Dans notre profil, les changements des concentrations polliniques absolues totales semblent être directement dépendants des changements de sédimentation, d'autant plus que ces variations sont synchrones pour la plupart des taxons représentés.

6.2.2. *Comparaison des concentrations polliniques absolues des arbres et des herbacées (PA et PNA)*

La diminution des espèces arborescentes au profit des herbacées, visible dans le diagramme des pourcentages relatifs (fig. 3) en particulier à 480, 180 et 140-100 cm, ne se marque pas dans le diagramme absolu (fig. 4) par une augmentation significative des valeurs de PNA vis à vis de celles de PA. La taille du bassin joue sans doute dans ce cas un rôle très important. L'aire de provenance des pollens étant très étendue pour un lac de cette superficie (apport par les vents et le réseau hydrographique), l'apport pollinique régional doit vraisemblablement masquer la réelle représentation des zones défrichées situées le long des rives.

6.2.3. *Comparaison des concentrations polliniques absolues et des pourcentages relatifs*

La baisse ou l'augmentation des pourcentages des taxons sont utilisées pour l'interprétation du diagramme pollinique en termes de végétation (chap. 6.4) de même que pour l'établissement d'une chronologie (chap. 6.3). C'est pourquoi il est important de pouvoir démontrer qu'un changement donné n'est pas un artefact dû au calcul relatif, mais un phénomène réel. Dans le but de rendre la discussion des résultats plus aisées, les pics de certains taxons clés ont été numérotés dans le diagramme des pourcentages relatifs (fig. 3) en s'inspirant des méthodes adoptées par MERKT *et al.* (1979) et AMMANN (1988) (voir aussi chap. 6.3 et 6.4). Ces niveaux sont également indiqués dans le diagramme des concentrations absolues (fig. 4) pour comparaison.

Dans le diagramme des concentrations absolues, les paliers successifs de la chute de l'orme ne sont pas aussi nets, sans doute en raison des très faibles valeurs de ce taxon. Nous pouvons cependant reconnaître la chute U3 et la baisse à des valeurs minimales dès 361 cm.

Les pics F1, F5 et F6 de *Fagus* sont significatifs en concentrations absolues ainsi que les pics A1, A4 et A5 d' *Abies*. A2 et A3 sont également significatifs si l'on tient compte de l'artefact provoqué par l'augmentation des concentrations polliniques totales à leurs niveaux postérieurs. La diminution d'*Abies* dès 280 cm n'est pas nette et ne devient significative qu'à partir de 180 cm. Ce «retard» est sans doute dû à l'augmentation des concentrations polliniques totales à 280 cm.

Le pic α de *Corylus* après A1 est manifeste de même que le pic α d'*Alnus* simultané à A1. Les pics β de *Betula* et *Alnus* restent significatifs en dépit de l'artefact à 539 cm. En effet, à 520 cm, les valeurs de *Betula* et *Alnus* restent plus élevées qu'elles ne le sont à 560 cm.

Il est difficile de juger de la réalité des pics γ qui paraissent être dus principalement à un artefact. Par contre, le pic δ succédant à A4, est un changement réel. Les pics ε de *Corylus* et *Alnus* après A5, ainsi que le pic ε de *Betula* correspondant à un maximum de *Pinus* sont également caractéristiques. Enfin, l'augmentation de *Betula* et *Alnus* (υ) après F5, et celle d'*Alnus* (χ) après F6, sont aussi des changements significatifs dans le diagramme des concentrations absolues.

Nous pouvons conclure que la plupart des changements observés dans le diagramme pollinique relatif sont réels et qu'en particulier les fluctuations alternatives d'*Abies* (puis de *Fagus*) avec *Betula*, *Alnus* et *Corylus* peuvent être interprétées en termes de changements de végétation (chap. 6.3 et 6.4).

6.3. *Tentative de datation de la séquence pollinique*

Les zones polliniques locales du site («local pollen assemblage zones», CUSHING 1967, BIRKS 1973) ont été définies uniquement à partir de leur contenu en pollens fossiles, indépendamment de l'évolution climatique, de la chronologie ou de la stratigraphie. La zonation a été effectuée par observation des fluctuations les plus importantes des taxons fossiles (GAILLARD 1984 a). Comparées aux zones polliniques régionales décrites et datées dans un grand nombre de sites du Plateau suisse (entre autres GAILLARD 1984a, ROESCH

1983, AMMANN 1985, LOTTER 1988), elles concourent à la reconstruction de l'histoire de la végétation et à l'établissement d'une chronologie. Les zones de FIRBAS (1954) définies et datées pour le Plateau suisse servent de base à la chronologie des auteurs suisses. Elles sont utilisées en tant que chronozones pour cette région et symbolisées par des chiffres romains.

Notre diagramme pollinique couvre les zones de Firbas VII à X (Atlantique récent à Subatlantique récent). Le site le plus proche du lac de Neuchâtel offrant une étude palynologique moderne et très détaillée est le Lobsigensee (fig. 1) (AMMANN 1985, 1988) que nous avons choisi comme site de comparaison principal. Nous avons tenté de retrouver dans notre diagramme pollinique les niveaux définis par AMMANN, tels que ceux correspondant à la chute des éléments de la chênaie mixte (Un = chutes d'*Ulmus*, Tn = chutes de *Tilia*, ϕn = chutes de *Fraxinus*) ou à des maxima (An = pics d'*Abies*, Fn = pics de *Fagus*). De même les pics d'*Alnus*, *Betula* et *Corylus* ont été indiqués de la même façon que pour le Lobsigensee par les lettres α à χ. Cependant, il faut noter ici que seuls les pics F5-υ, et F6-χ de notre diagramme peuvent être considérés comme des événements synchrones à ceux définis au Lobsigensee. Nos pics A1 à A5 et α à ε ne peuvent guère être corrélés chronologiquement dans le détail avec les pics F1 à F4 et α à ζ du Lobsigensee.

La base de notre sondage est caractérisée par la chute d'*Ulmus*. Il s'agit sans doute de U2 (AMMANN 1985), puisque les pourcentages n'excèdent pas 13,5 % alors qu'ils atteignent généralement 25-30 % avant U1 (HEITZ-WENIGER 1976, AMMANN 1985). La chute de *Fraxinus* ϕ1 succédant directement U2 au Lobsigensee est aussi bien visible dans notre diagramme. Selon AMMANN (1985), U2 correspond à la limite des zones VI/VII datée par FIRBAS (1954) à 6000 BP, date retenue pour la base de notre profil. En effet, les dates obtenues pour cette limite par ROESCH (1983) (6200 BP), AMMANN (1985) (6500 BP) et LOTTER (1988) (7400 BP) sont probablement trop vieilles en raison de la présence de calcaires plus anciens dans les sédiments lacustres («reservoir effect» OLSSON 1979).

La transition VII/VIII est généralement fixée à la fin de la chute de l'orme. Les chutes successives U3 et U4 définies au Lobsigensee (AMMANN 1985) se retrouvent dans le diagramme pollinique du lac de Neuchâtel. U3 est synchrone à la chute du tilleul T3. U4 est précédé de la chute de *Fraxinus* ϕ2 et suivi de la chute quasi complète de *Tilia* T4. Cette évolution est très semblable à celle décrite au Lobsigensee où la limite VII/VIII a été fixée au niveau T4 . C'est pourquoi nous avons choisi de fixer la limite VII/VIII entre 380 et 406 cm. Ce passage est généralement daté à 4500 BP (FIRBAS 1954). Les dates obtenues sur le Plateau suisse sont en général plus anciennes (5000 BP dans AMMANN 1985 et LOTTER 1988, 4800 BP dans ROESCH et HUFSCHMID 1983, 4700 BP dans GAILLARD 1984b) sans doute pour les mêmes raisons évoquées plus haut. Nous avons cependant retenu la date de 4800 BP proposée par ROESCH (1983) qui nous paraît être l'âge le plus souvent obtenu sur le Plateau suisse jusqu'à ce jour.

La limite des zones de Firbas VIII et IX est généralement définie par le début de la courbe continue de *Carpinus* (ROESCH 1983). Ce niveau se situe au Lobsigensee juste avant la chute ϕ3 de *Fraxinus*. Ces caractéristiques se retrouvent dans notre diagramme entre 280 et 300 cm. De plus il s'agit dans

les deux diagrammes de la première augmentation importante (supérieure à 15%) des herbacées. Une évolution identique a été décrite pour le lac de Morat (HADORN 1987). La limite VIII/IX est généralement datée à environ 2500 BP, mais comme dans les cas précédants, des dates plus vieilles ont souvent été obtenues (3600 BP dans AMMANN 1985; 2900 BP dans HUFSCHMID 1983; 2800 BP dans ROESCH 1983).

Finalement, la limite des zones IX/X de Firbas est définie au Lobsigensee par la chute définitive d'*Alnus* après son dernier pic χ et peu après le dernier pic de *Fagus* F6. Ce niveau correspond également dans la plupart des diagrammes suisses à l'augmentation nette de *Juglans*, à la baisse de *Carpinus* et à la forte augmentation des herbacées. Sur cette base nous pouvons fixer notre limite entre 124 et 140 cm. Nous avons retenu la date de 1200 BP pour cette transition (ROESCH 1983, LANG 1973).

La figure 6 présente la chronologie proposée et la corrélation de nos zones polliniques locales avec celles du Lobsigensee. Les périodes archéologiques (selon OSTERWALDER et SCHWARZ 1986 et HADORN 1987) sont indiquées pour comparaison. Ainsi les divers changements observés dans le diagramme pollinique peuvent être comparés directement à l'échelle archéologique et les différentes phases de végétation peuvent être attribuées à des périodes archéologiques particulières (chap. 6.4). La courbe temps/profondeur est une mesure de la vitesse de sédimentation au point de sondage. On constate que les sédiments très argileux de l'Atlantique récent se sont accumulés très rapidement (environ 3 mm/an). Ces conditions changent au Subboréal où la sédimentation plus calcaire devient plus lente environ 0,5 mm/an. Par contre au Subatlantique, les dépôts se forment à nouveau un peu plus rapidement 1,2 mm/an, ce qui peut s'expliquer par les nombreux défrichements qui mettent la contrée à nu et provoquent une plus forte érosion des sols dès l'Epoque romaine (ou dès l'âge du Fer?). Ce phénomène souvent observé (ROESCH 1983, AMMANN 1985) ne peut bien sûr pas se fonder sur un seul profil.

6.4 *Histoire de la végétation et influence de l'Homme*

6.4.1 *Phases de déforestation*

Dans ses grandes lignes, le diagramme pollinique des sédiments profonds du lac de Neuchâtel présente beaucoup de similarités avec les diagrammes des deux autres lacs jurassiens, le lac de Bienne (AMMANN 1975) et le lac de Morat (HADORN 1987), ainsi qu'avec celui du Lobsigensee (AMMANN 1985). Cependant un fait le différencie: les forts pourcentages d'*Abies*, alors que *Fagus* est faiblement représenté jusqu'au Subatlantique ancien. Au Lobsigensee et au lac de Morat, *Fagus* domine nettement *Abies* et AMMANN (1985, 1988) définit 6 pics de *Fagus* qui se répartissent dans les zones VII,VIII et IX de Firbas. Quatres pics de *Fagus* sont aussi présents dans le diagramme du lac de Morat (zone VIII et IX). Au lac de Bienne, *Abies* montre des pourcentages nettement plus élevés, et ce taxon domine souvent *Fagus* dans la zone VIII. La dominance d'*Abies* sur *Fagus* pendant l'Atlantique récent (VII) et le Subboréal (VIII) semble être un caractère typique des diagrammes du Jura central (MATTHEY 1971), du Jura du sud-ouest (WEGMÜLLER 1966) et de la partie sud du Plateau suisse entre le lac Léman et

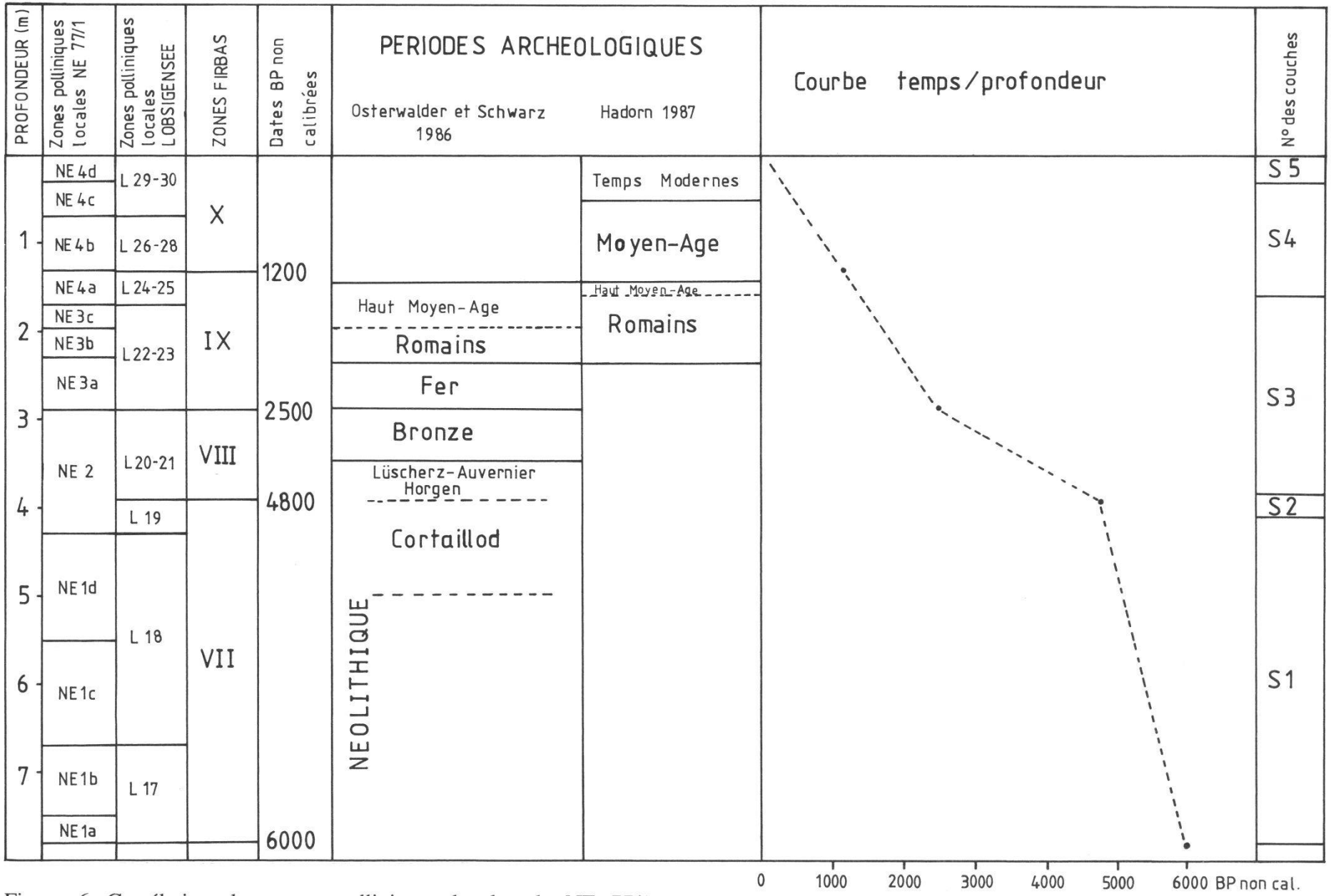


Figure 6.–Corrélation des zones polliniques locales de NE 77/1 avec celles du Lobsigensee. Les périodes archéologiques sont indiquées pour comparaison. La courbe temps/profondeur est une mesure de la vitesse de sédimentation au point de sondage.

le lac de Neuchâtel (GAILLARD 1985). On peut penser qu'*Abies* s'est répandu dans le Moyen-Pays romand depuis le Jura: une des voies de migration d'*Abies* depuis les Alpes méridionales en direction du Plateau suisse passant par cette chaîne (KRAL 1972, WEGMÜLLER 1977). *Fagus*, en provenance du nord-ouest était plus important dans la partie nord du Plateau suisse. Le bassin versant du lac de Neuchâtel comprenant toutes les pentes du Jura, il est compréhensible qu'*Abies* soit particulièrement bien représenté dans les sédiments étudiés.

Les pics d'*Abies* ont été numérotés de A1 à A5). Ils alternent avec des pics d'*Alnus*, *Betula* ou *Corylus*. A1 est simultané ou suivi d'*Alnus* et *Corylus* α, A2 de *Betula*, *Corylus* et *Alnus* β, A3 de *Betula*, *Corylus* et *Alnus* γ, A4 de *Betula* δ et A5 d'*Alnus*, *Betula* et *Corylus* ε. Dès le début du Subatlantique, les valeurs d'*Abies* baissent significativement et *Fagus* devient dominant. Il montre deux pics significatifs F5 et F6, eux-même suivis des pics de *Betula* et *Alnus* υ, et *Alnus* χ. Ces résultats sont confirmés par les concentrations polliniques absolues (chap. 6.2). Ces changements peuvent donc correspondre à des phases de déforestations (baisses d'*Abies*) suivies de l'expansion de buissons pionniers héliophiles sur les sols abandonnés (AMMANN 1988). Il est possible que ces phases de déforestation soient d'ordre régional et correspondent à des périodes d'utilisation intensive de la forêt. Comme au Lobsigensee, les phases de déforestation sont séparées par 100 à 350 ans et par conséquent, le diagramme pollinique n'enregistre pas une déforestation ponctuelle, mais bien des «explosions» d'activité humaine («pulses of human activity», AMMANN 1988).

Dans le cas du lac de Neuchâtel, les deux premières phases de déforestation après A1 et A2 correspondent sans doute au Néolithique ancien. Les déforestations suivant A3 et A4 peuvent correspondre à des périodes archéologiques particulières, respectivement au Cortaillod et au Néolithique récent (fig. 6). Les phases de déforestations suivant A5, F5 et F6 sont plus exactement associées à l'âge du Bronze et du Fer, aux Romains et au Moyen-Age (fig. 6).

6.4.2 *Histoire de la végétation et de l'influence de l'Homme depuis le Néolithique autour du lac de Neuchâtel*

Atlantique récent (zone VII): 6000-4800 BP

Les causes de la chute d'*Ulmus* ont maintes fois été discutées sans qu'une hypothèse ait été plus particulièrement retenue. IVERSEN (1941, 1944) et TROELS-SMITH (1960, 1984) proposent l'activité humaine comme facteur déterminant de la disparition de cette espèce et comme cause la coupe systématique des feuillages d'*Ulmus* et *Tilia* donnés en fourrage aux animaux domestiques. Pourtant, HEITZ-WENIGER (1976) et LIESE-KLEIBER (1982) constatent dans leurs diagrammes que la chute d'*Ulmus* est déjà amorcée avant la transition Atlantique ancien/Atlantique récent (6000 BP), période où l'on ne perçoit encore aucune activité néolithique. Une seconde hypothèse envisage *Ulmus* en concurrence défavorable face à *Fagus* et *Abies* (MATTHEY 1971, AMMANN 1975, HEITZ-WENIGER 1976) certainement due à des changements climatiques et édaphiques (IVERSEN 1941, FIRBAS 1949, WELTEN 1955). En effet, dans les diagrammes polliniques la diminution d'*Ulmus* est

contemporaine à l'augmentation de *Fagus* et *Abies*. Dans notre cas, l'augmentation d'*Abies* est nette, mais celle de *Fagus* n'est pas significative (chap. 6.4.1). *Abies* semble coloniser petit à petit les zones où le *Quercetum mixtum* aurait perdu du terrain. La dernière cause possible serait une maladie de l'orme, la «Dutch Disease», due à un champignon parasite (*Ceratocystis ulmi*) dont on a retrouvé la trace de l'insecte vecteur (*Scolytus scolytus*) dans des sédiments juste 10 cm au-dessous de la chute de l'orme (MOORE 1984). Les valeurs de *Quercus* restent constantes et impliquent que cette essence n'est pas responsable de la perte d'amplitude du *Quercetum mixtum* qui accompagne la chute d'*Ulmus*. Par contre, les pourcentages de *Tilia* diminuent généralement en même temps que ceux de l'orme.

Les premiers signes clairs de défrichements et de cultures sont représentés par la zone pollinique NE1d où la présence régulière des céréales est accompagnée de la chute d'*Abies* après A2 et du développement de *Betula* et *Alnus*. Cette phase peut être attribuée à la civilisation du Cortaillod (5100-4800 BP). Les premières traces de *Buxus sempervirens* (à 520 cm) datant de cette période concordent avec les résultats de WEGMÜLLER (1965, 1984), celles-ci étant datées d'environ 5500 BP dans le Jura du sud-ouest. Il semble également que l'immigration de cette espèce ait été favorisée par les défrichements. Les pourcentages peu élevés des herbacées démontrent que pour cette période, toute la région devait être recouverte d'une forêt de feuillus (valeurs dominantes du *Quercetum mixtum*) et parsemée de zones défrichées plus ensoleillées, colonisées par *Betula*, *Alnus* et *Corylus*. Les bords du lac et des rivières étaient sans doute caractérisés par des forêts riveraines, avec des essences telles qu'*Alnus*, *Fraxinus*, *Acer* et *Salix*. La chênaie devait être importante au pied du Jura sur les pentes ensoleillées (pourcentages importants de *Quercus*), la hêtraie à sapin se situant plutôt sur les hauts versants de la chaîne jurassienne. A la fin de l'Atlantique récent, le *Quercetum mixtum* diminue face à la hêtraie à sapin (*Fagus*, *Abies*), mais la chênaie reste importante. Les aulnaies et frênaies demeurent bien représentées.

Subboréal (zoneVIII): 4800-2500 BP

Cette zone comprend le Néolithique récent (4800-3800 BP) et l'âge du Bronze (3800-2500 BP). Elle correspond approximativement à la zone pollinique locale NE2 où l'on note la disparition presque complète d'*Ulmus* et *Tilia*, alors que la chênaie continue à bien prospérer. Les aulnaies ont également tendance à diminuer. Les plantes anthropiques comme *Artemisia*, *Urtica*, *Rumex* et les *Chenopodiaceae* sont à présent régulièrement représentées ainsi que les céréales, signe d'une augmentation de l'activité humaine. Les défrichements sont faiblement exprimés, mais l'on constate une augmentation significative de *Betula* (δ). De plus, la présence de *Pteridium aquilinum*, fougère indicatrice de zones de brûlis (TOLONEN 1983), atteste des défrichements rapides par le feu. On observe une augmentation de la diversité des taxons dans le diagramme due sans doute à la création de biotopes plus complexes liés aux zones de cultures, d'élevage ou de zones défrichées et non utilisées (bords de chemin, sols piétinés par l'Homme et le bétail aux alentours des villages et des champs). Cette nouvelle phase d'influence humaine sur la végétation représente sans doute les cultures de Horgen, Lüscherz et

Auvernier. L'âge du Bronze ne se marque pas de façon évidente dans notre diagramme. Cependant, une nette augmentation des rudérales (*Artemisia*, *Rumex*, *Cichoriaceae*, *Asteraceae*) et des céréales à la fin de la zone peut être attribuée au Bronze final.

Subatlantique ancien (zone IX): 2500-1200 BP
Les périodes archéologiques comprises dans cette zone sont l'âge du Fer (2500-2040 BP), l'Epoque romaine (2040-1700/1500 BP), le Haut Moyen-Age (1700/1500-1300 BP) et le début du Moyen-Age (1300-1200 BP).

Pendant l'âge du Fer, le paysage semble moins boisé suite aux défrichements créés pour les pâturages et les cultures, exprimés par une augmentation des herbacées et des *Cerealia*. Le développement des cultures serait dû à une amélioration des méthodes d'exploitation, tel peut-être le système de cultures en trois phases (deux années de cultures, une année de jachère) (ROESCH 1983). L'augmentation de *Juniperus* démontre l'existence de pâturages boisés. On mène désormais le bétail à pâturer dans les forêts et les jeunes pousses d'arbres ne peuvent se développer. Les forêts s'éclaircissent et les herbacées héliophiles se répandent de même que *Juniperus*, le bétail ne l'appréciant guère en raison de ses aiguilles piquantes (HADORN 1987). Ce type de pâturages boisés devait être créé aussi bien dans la chênaie que dans la hêtraie à sapin. En effet, dans notre diagramme les hauts pourcentages de *Juniperus* correspondent à de faibles pourcentages d'*Abies* et *Fagus*. La présence de *Pteridium* indique que les défrichements se faisaient par le feu. Il semble que le buis à cette période ait été particulièrement favorisé par les défrichements (WEGMÜLLER 1965).

L'Epoque romaine est caractérisée par l'introduction de *Juglans*, *Castanea* et *Secale* qui sont des espèces cultivées. Dans le profil, *Castanea* n'apparaît qu'à partir du Moyen-Age, mais peut avoir été présent antérieurement. En effet, ce taxon produit peu de pollens et il est probable que les premières plantations aient été trop peu importantes pour se refléter dans les sédiments du lac de Neuchâtel. Un net essor des plantes anthropiques traduit une utilisation plus intensive du sol, la présence de pâturages et de zones rudérales plus étendues. Comme au lac du Lobsigensee (AMMANN 1985, 1988) *Quercus* présente un maximum (entre les pics F5 et F6) alors que *Fagus* est caractérisé par un minimum. Cette explosion de *Quercus* est présente également dans la plupart des lacs du Plateau suisse (ROESCH 1983, HADORN 1987, LOTTER 1988). A cette époque, il devait y avoir deux formes d'exploitation des forêts pour nourrir le bétail: les pâturages boisés (cf. *Juniperus*) «*silvae vulgaris pascuae*» et les chênaies préservées pour leurs glands dont on nourrissait les porcs «*silvae glandiferae*» (GROSSMANN 1927 dans AMMANN 1989). Les défrichements par le feu sont toujours en vigueur (*Pteridium*).

Le Haut Moyen-Age se différencie par une chute des herbacées, en particulier des plantes anthropiques, au profit des arbres comme *Carpinus*, *Fagus* et *Fraxinus*. Ce changement de végétation est sans doute dû à cette période de Grandes Invasions qui aurait engendré une instabilité dans la population autochtone et créé l'abandon d'une partie des zones cultivées et des pâturages. Dans notre profil, cette période ressemble beaucoup à celle décrite par ROESCH (1983) et HADORN (1987).

Subatlantique récent (zone X): 1200 BP à nos jours
Cette zone comprend la plus grande partie du Moyen-Age (1300-500 BP) et les Temps Modernes (500 BP à nos jours).

Le Moyen-Age est caractérisé par de très importants défrichements qui sont confirmés par l'explosion des plantes anthropiques et de *Juniperus*. Les forts pourcentages de *Pteridium* laissent penser à une déforestation par le feu après les troubles du Haut Moyen-Age. *Quercus* se développe bien, car il est épargné par les friches: ses glands étaient utilisés pour la nourriture des porcs (HEITZ-WENIGER 1977). *Tilia* réapparait et semble mieux prospérer dans les forêts plus claires. Les plantations de *Juglans* et *Castanea* sont importantes. Les pollens de type *Humulus/Cannabis* appartiennent sans doute à *Cannabis sativa*, cultivé pour ses fibres utilisées dans la confection de vêtements et de cordes. La forte présence de ce type pollinique dans les sédiments lacustres provient généralement du fait que l'on faisait rouir le chanvre en bordures des lacs et les pollens se détachant, étaient transportés par l'eau et se déposaient sur les fonds lacustres. L'augmentation de *Secale* dans notre diagramme (zone pollinique NE4c) correspond effectivement à la fin du Moyen-Age et corrobore notre chronologie. D'après HAUSER (1972) le seigle est devenu plus couramment cultivé pendant les XVe et XVIe siècle. La courbe de *Pediastrum*, algue indicatrice de l'état trophique des lacs (GAILLARD 1984b), devient continue montrant l'augmentation du niveau trophique du lac due à l'activité de l'Homme.

Les Temps modernes voient se développer deux périodes dues aux changements rapides de la végétation influencée par les progrès économiques de l'Homme. Une première période (fin de la sous-zone 4c) où les céréales, le seigle et le chanvre sont intensément cultivés et qui doit correspondre au 17ème siècle. Par contre, on commence à percevoir une diminution de *Juniperus* probablement due à une intensification des cultures et au remplacement des pâturages boisés par des prairies grasses, phénomène encore souligné par une augmentation des plantes anthropiques. Le système de culture en trois phases a été abandonné au profit de méthodes plus modernes. L'abandon total des méthodes héritées du Moyen-Age se situerait pour le Seeland au cours de la deuxième moitié du XVIIIe siècle (MAEDER 1963). Les derniers pics de *Juglans* et *Castanea* dateraient également du XVIIIe siècle, leur culture systématique ayant ensuite été abandonnée. Dans la dernière partie du diagramme (sous-zone 4d), on constate que *Quercus* diminue au profit de *Picea*, *Abies* et *Fagus* favorisés par la silviculture probablement dès le XIXe siècle. L'importation de céréales bon marché grâce au développement des moyens de transports, une plus faible pollinisation des nouveaux types de céréales cultivées et la culture de la pomme de terre expliquerait l'origine de la diminution des pourcentages de *Cerealia* (ROESCH 1983, HADORN 1987). Finalement, l'introduction du coton sur le marché économique serait la cause de l'abandon de la culture du chanvre pour la confection des tissus (ROESCH 1983).

6.4.3 *Phases d'augmentation de l'impact humain*

La figure 5 représentant les types polliniques directement liés aux activités humaines telles que l'agriculture et l'élevage met en évidence plusieurs phases

d'augmentation de l'impact humain (1-7). Si notre chronologie est correcte (chap. 6.3), la phase 1 peut être le reflet de la culture du Cortaillod. Les quelques grains de type *Cerealia* sont accompagnés par une augmentation des *Poaceae* et d'*Artemisia*. Les premiers pollens de type *Cerealia* trouvés à la base du profil peuvent paraître précoces puisque les premiers grains trouvés au Lobsigensee et dans plusieurs sites suisses se situent généralement dans la deuxième partie de l'Atlantique récent (L18 au Lobsigensee). Cependant, des grains de type *Cerealia* ont aussi été trouvés dans des sédiments plus anciens, par exemple au Nussbaumersee dans les zones VI et VII (ROESCH 1983). Si ces trouvailles ne sont pas accompagnées par d'autres indicateurs liés à l'agriculture (telles que l'augmentation des rudérales), elles ne peuvent être interprétées sans équivoque: les pollens de type *Cerealia* peuvent fort bien provenir de graminées sauvages (BEUG 1961). La phase 2 peut correspondre aux cultures du Néolithique récent (Horgen, Lüscherz et Auvernier). Il est difficile de distinguer clairement les phases du Bronze et du Fer dans notre diagramme. La phase 3 peut correspondre d'une part au Bronze final et d'autre part au début de l'âge du Fer. La phase 4 appartient sans doute encore à l'âge du Fer, ceci en raison de l'absence des taxons typiques de la période romaine, tels que *Juglans*, *Castanea* et *Secale* (ROESCH 1983, HADORN 1987).

Les phases 5 et 6 sont clairement associées à l'Epoque romaine et au Moyen-Age respectivement. Enfin, la phase 7 comprend la fin du Moyen-Age et le Début des Temps Modernes jusqu'à environ 300 BP. La partie supérieure du diagramme des pourcentages relatifs (fig. 3), dès l'âge romain, est tout à fait comparable aux diagrammes du Plateau suisse couvrant la même période, tels que ceux du lac de Morat (HADORN 1987), du Lobsigensee (AMMANN 1985) et du Nussbaumersee (ROESCH 1983). La limite entre la période romaine et le Haut Moyen-Age est définie par des âges différents selon les auteurs: 1700 BP (OSTERWALDER ET SCHWARZ 1986) et 1500 BP (HADORN 1987). Cependant la phase 5 de notre diagramme doit être attribuée sans aucun doute aux Romains. Le Haut Moyen Age est très bien marqué par une diminution de l'impact humain sur la végétation pendant une période d'abandon des cultures. La différence la plus marquante, dans notre diagramme (fig. 3), est sans doute l'absence de maxima importants de *Cannabis* au début du Moyen Age. Ce fait peut s'expliquer par la grandeur du bassin. La préparation du chanvre pour l'extraction des fibres se pratiquant sur les rives du lac, les pollens de *Cannabis* ont commencé par être concentrés dans les zones littorales. Puis après plusieurs centaines d'années d'une telle pratique, les concentrations polliniques de *Cannabis* sont devenues plus importantes au centre du lac également.

7. CONCLUSIONS

1.–L'analyse pollinique d'une colonne de 7,8 m de sédiments lacustres provenant de la zone profonde du lac de Neuchâtel (fig. 1) a permis la reconstruction de la végétation régionale pour les différentes périodes archéologiques connues dans la région depuis le Néolithique à nos jours (fig. 6).

2.–La comparaison de nos résultats avec plusieurs diagrammes polliniques du Plateau suisse nous a permis d'établir une chronologie pour notre colonne sédimentaire et de dater la base du profil à environ 6000 BP.

3.–Cinq pics d'*Abies* et deux de *Fagus* suivis de pics de *Betula*, *Corylus* et *Alnus*, répartis dans les zones VII, VIII et IX ont été mis en évidence. Ces épisodes peuvent être attribués à des périodes de défrichement (baisse d'*Abies* et de *Fagus* après un pic) suivis de l'expansion de buissons pionniers héliophiles (*Corylus*, *Betula*, *Alnus*) sur les sols abandonnés.

4.–La dominance d'*Abies* sur *Fagus* jusqu'à la fin du Subboréal est une caractéristique de notre diagramme et des sites situés dans le Jura. Les pics A1 à A5 sont comparables aux pics F1 à F4 du Lobsigensee (AMMANN 1988), mais ne sont pas forcément parfaitement synchrones. Par contre, les pics F5 et F6 dans notre diagramme semblent être l'exacte réplique de ceux du Lobsigensee.

5.–Le caractère régional du diagramme a rendu difficile la distinction des périodes du Néolithique, du Bronze et du Fer: le paysage très boisé de l'époque masque la réelle représentation des zones de végétation ouverte. Dans les spectres polliniques, les zones de cultures sont indiquées par la présence de pollens de céréales, les zones pâturées ou rudérales (bords de chemin, sols piétinés par l'Homme et le bétail aux alentours des villages et des champs) par la présence d'*Artemisia*, *Rumex*, *Urtica*, *Plantago lanceolata*, *Chenopodiaceae* et *Juniperus* (indicateur de pâturages boisés) qui sont nommées communément plantes anthropiques.

6.–Les premiers défrichements appartiennent au Néolithique ancien. On note dès la civilisation du Cortaillod (fin de l'Atlantique récent) le passage d'une forêt de feuillus (*Quercetum mixtum*) à la hêtraie à sapin (*Fagus*, *Abies*) qui devient dominante au Néolithique récent et au Bronze (Subboréal).

7.–Dès l'âge du Bronze, une plus grande diversité de taxons provient sans doute de la création de biotopes plus complexes dus à l'activité humaine, tels que les zones défrichées pour les pâturages et les cultures, ainsi que les zones rudérales (lieux de passages).

8.–Dès l'âge du Fer les défrichements sont plus importants et les cultures de céréales se développent certainement grâce à une amélioration des méthodes d'exploitation. L'augmentation de *Juniperus* (indicateur de pâturages boisés) atteste que les forêts devaient être pâturées par le bétail.

9.–L'Epoque romaine est caractérisée par l'introduction de *Secale*, *Castanea* et *Juglans*. Deux formes de mise en valeur de la forêt pour la nourriture du bétail apparaissent: l'exploitation des pâturages boisés et la conservation des chênaies pour les glands.

10.–Durant la période du Haut Moyen-Age, suite aux Grandes Invasions, la très nette régression des plantes cultivées et anthropiques, ainsi que la recolonisation des zones ouvertes par les arbres peuvent être attribuées à un abandon d'une partie des cultures et de l'élevage dû à une instabilité économique.

11.–L'essor de l'exploitation agricole du Moyen-Age se marque par des défrichements importants, les cultures intensives des céréales et de *Cannabis sativa*, ainsi que les plantations de *Juglans* et *Castanea*. La chênaie est favorisée pour ses glands.

12.–Aux Temps Modernes, après une exploitation intensive du sol pour les cultures céréalières, des changements économiques et agricoles entraînent une baisse de cette activité. La diminution de *Juniperus* indique que les pâturages boisés sont remplacés par des prairies grasses. Il y a abandon des cultures de

Cannabis sativa dû à l'introduction du coton sur le marché économique. *Juglans* et *Castanea* ne sont plus systématiquement cultivés.

13.–En dépit de la grandeur du lac de Neuchâtel et de son bassin d'alimentation, nous constatons que les sédiments profonds ont enregistrés de façon significative toutes les périodes successives d'occupation sur ses rives, du Néolithique ancien (Cortaillod) à nos jours. Cela démontre l'impact croissant de l'Homme sur la végétation et l'évolution graduelle d'un paysage entièrement forestier à l'Atlantique récent à un paysage de plus en plus ouvert.

8. Remerciements

Nous exprimons nos plus sincères remerciements à Brigitta Ammann et au Professeur Gerhard Lang pour l'accueil qui a été fait à Isabelle Richoz à l'Institut de Botanique de Berne. Leurs conseils ainsi que ceux de leurs nombreux collègues lui ont été d'un grand secours pendant toute la durée de ce travail. Nous voulons également remercier le professeur Michel Egloff et Beat Arnold (Musée cantonal d'Archéologie de Neuchâtel) pour avoir encouragé une collaboration avec l'Institut de Botanique de Neuchâtel par l'intermédiaire du professeur Philippe Küpfer, que nous remercions aussi. Cette initiative a permis la réalisation de ce travail en palynologie en rapport avec les recherches archéologiques en cours sur les rives du lac.
Ce travail a bénéficié d'une aide du Fonds Wilczek, du Musée botanique cantonal à Lausanne.

9. Bibliographie

Ammann B., 1975. Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz. 56*, 76 p.

Ammann B., 1985. Lobsigensee - Late-Glacial and Holocene environments of a lake on the Central Swiss Plateau. *In* Lang, G. (Ed.), Swiss lake and mire environments during the last 15000 years. *Diss. Bot. 87*: 127-134.

Ammann B, 1988. Palynological Evidence of Prehistoric Anthropogenic Forest Changes on the Swiss Plateau. *In* Birks et al. (Ed.), The cultural Landscape-Past, Present and Future. *Cambridge University Press*: 289-299.

Ammann B., 1989. Late-Quaternary palynology at Lobsigensee, regional vegetation history and local lake development. *Habil. Manuskr. Universität Bern.*

Atlas de la Suisse, 1984. Feuille 17 *Edition de l'Office fédéral de topographie, Wabern-Berne.*

Antoniazza M., Béguin C., Hegg O., Müller H.-U. et Zoller H., 1980. Biogéographie appliquée à la région du lac de Neuchâtel; estimation de la valeur naturelle des écosystèmes riverains. *Bull. sc. neuch. géogr. 25.*

Behre K.E., 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et spores, vol. XXIII*: 225-245.

Beug H. J., 1961. Leitfaden der Pollenbestimmung. *Gustav Fischer Verlag Stuttgart,* 63 p.

Birks H.J.B., 1973. Past and present vegetation of Isles of Skye. A palaeoecological study. *Cambridge University Press,* 415 p.

Cushing E.J., 1967: Late-Wisconsin pollen stratigraphy and the glacial sequence in Minnesota. *In* Cushing & Wright (Eds), Quaternary palaeoecology. *Yale University Press, New Haven*: 59-88.

Egloff M., 1984. Die ersten Einwohner im Kanton Neuenburg. *Archéologie suisse 7/2*: 28-33.

FAEGRI K. et IVERSEN J., 1975. Texbook of Pollen Analysis. *Munksgaard, Copenhagen, Denmark*, 295 p.

FIRBAS F., 1949: Waldgeschichte Mitteleuropas I et II. *Gustav Fischer, Jena*, 180 p.

FIRBAS F., 1954. Die Synchronisierung der mitteleuropäischen Pollendiagramme. *Dan. Geol. Unders. 2, Rk 80* : 12-21.

FINCKH P., 1981. Heat-flow measurements in 17 perialpine lakes. *Geol. Soc. of America Bull., Part. II*: 452-514.

GAILLARD M.-J., 1984a. Etude palynologique de l'évolution tardiglaciaire et postglaciaire de la végétation du Moyen-Pays Romand. *Diss. Bot. 77*, 322 p.

GAILLARD M.-J., 1984b. A palaeohydrological study of Krageholmssjön (Scania, South Sweden). Regional vegetation history and water-level changes. *Lundqua report 25*, 40 p.

GAILLARD M.-J., 1985. Postglacial palaeoclimatic changes in Scandinavia and central Europe. A tentative correlation based on studies of lake level fluctuations. *Ecologia Mediterranea, Tome XI (fasc.1)*: 159-175.

GAILLARD M.-J., 1989. New reuslts on the Late-Glacial history and environment of the Lake of Neuchâtel (Switzerland). Sedimentological and palynological investigations at the Palaeolithic site of Hauterive-Champréveyres. *Eclog. Helv. 82.1*: 203-218

HADORN P., 1987. Pollenanalytische Untersuchungen über die jüngere nacheiszeitliche Vegetations-und Siedlungsgeschichte am Murtensee. *Archéol. fribourg., Ed. Univ. Fribourg*: 105-127.

HAUSER A, 1972. Wald und Feld in der alten Schweiz. Artemis Verlag, Zürich

HEITZ-WENIGER A., 1976. Zum Problem des mittelholozänen Ulmenabfalls im Gebiet des Zürichsees. *Bauhinia 5*: 215-229.

HEITZ-WENIGER A., 1977. Zur Waldsgeschichte im unteren Zürichseegebiet während des Neolithikums und der Bronzezeit Ergebnisse pollenanalytischer Untersuchungen. *Bauhinia 6/1*: 61-81.

HELVETIA ARCHEOLOGICA 43/44, 1980: 500 siècles d'archéologie neuchâteloise. *Schwabe & Co AG, Basel*, 209 p.

HJELMROOS-ERICSSON M., 1981. Holocene development of lake Wielke Gacno area, north-western Poland. *Lundqua Thesis 10*, 101 p.

HOPKINS J. S., 1950. Differential flotation and deposition of coniferous and deciduous tree pollen. *Ecology 31*: 633-641.

HUFSCHMID N., 1983. Pollenanalytische Untersuchungen zur postglazialen Vegetationsgeschichte rund um den Zürichsee anhand von anthropogen unbeeinflussten Moor-und Seesedimenten. *Diss. Universität Basel*, 126 p.

IVERSEN J., 1941. Land occupation in Denmark's Stone Age. *Dan. Geol. Unders., Rk 2*.

IVERSEN J., 1944. *Viscum*, *Hedera* and *Ilex* as climate indicators. *Geol. Fören. Stockh. Föhr. 66* /3

JORNOD G., 1988. Observations météorologiques faites en 1987 à l'Observatoire cantonal de Neuchâtel. Rapport d'activité 1987. *Bull. soc. neuch. Sc..nat. 111*: 129-136.

KRAL F., 1972. Grundlagen zur Enstehung der Waldgeselleschaften im Ostalpenraum. *In* Frenzel B. (Ed.), Vegetationsgeschichte der Alpen. *Gustav Fischer Verlag Stuttgart* .

LANG G., 1973. Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. *Pflanzensoziologie, 17,* Fischer Verlag, Jena: 451 p.

LIESE-KLEIBER H., 1976. La fouille du «Garage Martin-1973» *Cahiers d'archéol. rom. 8*: 145-158.

LIESE-KLEIBER H., 1977. Pollenanalytische Untersuchungen der spätneolitischen Ufersiedlung Avenue des Sports in Yverdon am Neuenburgensee. *JbSGUF 60*: 7-41.

LIESE-KLEIBER H., 1982. Pollenanalytische Untersuchungen in den Cortaillod-Stationen von Auvernier-Port am Neuenburgersee. *Cahier d'archéologie romande, 25.*

LIESE-KLEIBER H., 1985. Pollenanalysen in urgeschichtlichen Ufersiedlungen. Vergleich von Untersuchungen am westlichen Bodensee und Neuerburgersee. *Materialhefte zur Vor-und Frühgeschichte in Baden-Württemberg*: 200-240.

LIESE-KLEIBER H., manuscrit non publié. Pollenanalytische Ergebnisse aus der spätbronzezeitlichen Station Auvernier-Nord am Neuerburgersee.

LIESE-KLEIBER H., manuscrit non publié. Pollenanalytische Untersuchungen der Lüscherz-Station Auvernier Brise-Lames.

LOTTER A., 1988. Paläoökologische und paläolimnologische Studie des Rotsees bei Luzern. *Diss. Bot. 124*: 187 p.

MAEDER F., 1963. Die Landwirtschaft des Seelandes und Murtenbiets um die Wende des 18. Jahrhunderts. *Der Seeburtz 13.*

MATTHEY F., 1971. Contribution à l'étude tardi- et postglaciaire de la végétation dans le Jura central. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 53,* 86 p.

MERKT J., MÜLLER H. et STREIF H., 1979. Stratigraphische Korrelierung spät- und postglazialer limnischer Sedimente in Seebecken Südwestdeutschlands. *Schlussbericht Teil A, DFG-Forschungsvorhaben Str., 142/2*, 74 p.

MOORE P.D. et WEBB J.A., 1978. An illustrated guide to pollen Analysis. *Hodder and Stoughton, London,* 133 p.

MOORE P. D., 1984. Hampstead Heath clue to historical decline of elms. *Nature vol. 312.*

OLSSON I.U., 1979. A warning against radiocarbon dating of samples containing little carbon. *Boreas 8*: 203-207.

OSTERWALDER CH. et SCHWARZ P.-A. (red.), 1986. Chronologie. Datation archéologique en Suisse. *Antiqua 15, public. SSPA*: 241 p.

PORTNER Cl., 1951. La formation du sédiment calcaire du lac de Neuchâtel. *Univ. Neuch., thèse.*

PUNT W. et CLARKE G.C.S., 1976-1984. The Northwest European Pollen Flora I-IV. Elsevier, Amsterdam.

RICHOZ I., manuscrit non publié. Description par l'analyse pollinique de la végétation autour du lac de Neuchâtel, depuis l'Atlantique récent à nos jours. *Institut de Botanique, Université de Neuchâtel,* 49 p.

ROESCH M., 1983. Geschichte der Nussbaumer Seen und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit auf Grund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. *Mitt. Thurg. ges. 45*: 110 p.

SANDOZ R., 1949. La température à Neuchâtel de 1864 à 1943. *Bull. soc. neuch. sc. nat* 72: 143-216.

SOLLBERGER H., 1974. Le lac de Neuchâtel. Ses eaux, ses sédiments, ses courants sous-lacustres. *Uni. Neuch., thèse.*

STOCKMARR J., 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores 13*: 615-621.

STOCKMARR J., 1973. Determination of spore concentration with an electronic particle counter. *Damn. Geol. Unders. 1972*: 87-89.

TOLONEN K., 1983. The Post-glacial Fire Record. *In* Wein R.W. & MacLean D.A.: The role of Fire in Northern Circumpolar Ecosystems. *John Wiley & Sons Ltd*

TROELS-SMITH J., 1955. Characterization of unconsolidated sediments. *Danm. Geol. Unders. 3.* /10, 73 p.

TROELS-SMITH J., 1960. Ivy, Mistletoe and Elm, climate indicators-fodder plants. A contribution to the interpretation of the pollen zone VII-VIII. *Danm. Geol. Unders. 4,* 32 p.

TROELS-SMITH J., 1984. Stall-Feeding and Field-Manuring in Switzerland about 6000 years ago. *Tools & Tillage: 13-25.*

VOUGA D., 1944. Préhistoire du pays de Neuchâtel «des origines aux Francs». *Université et société neuchâteloise des Sciences naturelles.*

WEGMÜLLER S., 1965. Der Nachweis des fossilen Pollens von *Buxus sempervirens* L. *Ber. Schweiz. Bot. Ges. 75*: 297-302.

WEGMÜLLER S., 1966. Ueber die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Jura. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 48,* 143 p.

WEGMÜLLER S., 1977. Pollenanalytische Untersuchungen zur spät-und post-glazialen Vegetationgeschichte der französischen Alpen (Dauphiné). *S. Wegmüller (Ed.) Verlag Paul Haupt Bern* , 185 p.

WEGMÜLLER S., 1984. Zur Ausbreitungsgeschichte von *Buxus sempervirens* L .im Spät- und Postglazial in Süd- und Mitteleuropa. *Diss. bot. 72, festsch. Welten*: 333-344.

WELTEN M., 1955. Pollenanalytische Untersuchungen über die neolitischen Siedlungverhältnisse am Bürgäschisee. *In.* Pfahlbauproblem. *Monogr. Ur- und Frühgesch. Schweiz. 11*: 59-88.

Manuscrit reçu le 16 octobre 1989

Ce travail comporte également 3 dépliants hors-texte:

Fig. 3.-Diagramme des pourcentages relatifs.
Fig. 4.-Diagramme des concentrations absolues.
Fig. 5.-Diagramme de l'influence humaine.