

Résumé

Nous avons procédé à l'analyse pollinique de sédiments lacustres, de dépôts tourbeux et de couches archéologiques provenant de la rive nord du lac de Neuchâtel (Suisse). La reconstitution de la végétation tardiglaciaire et holocène est basée sur la synthèse des sites suivants :

- le Loclat et ses environs ;
- la baie de Saint-Blaise (Hauterive/Rouges-Terres) ;
- les établissements lacustres de Saint-Blaise/Bains des Dames (Néolithique récent et final).

Un cadre de référence s'est avéré indispensable pour saisir pleinement la complexité des assemblages polliniques des villages de Saint-Blaise. Pour ce faire, nous avons étudié des gisements naturels contemporains, grâce auxquels ce travail a pu être prolongé dans le temps (du retrait des glaciers jusqu'à l'époque actuelle).

Le Loclat – ou lac de Saint-Blaise – se trouve à environ un kilomètre au nord des palafittes de Saint-Blaise/Bains des Dames. Les sols qui le séparent du lac de Neuchâtel étaient autrefois marécageux. La situation géologique de cet endroit, à la jonction de la molasse du Plateau et des calcaires du Jura, constitue son intérêt majeur. La végétation comporte de nombreuses espèces qui s'associent de manière très diversifiée. Les connaissances archéologiques à propos de cette région sont particulièrement riches. Le carottage auquel nous avons procédé au milieu du petit lac (L-P1a) a permis d'atteindre une séquence tardiglaciaire et holocène complète qui retrace l'histoire de la végétation depuis le retrait du glacier du Rhône (environ 16 000 BP). Le diagramme pollinique atteste l'existence de 18 zones polliniques locales et de 24 sous-zones. La corrélation entre ces zones et les biozones régionales du Plateau suisse est satisfaisante. En conséquence, nous avons tenté de caler chronologiquement le profil LP-1a et de le comparer aux périodes archéologiques. Deux sondages terrestres proviennent de la zone riveraine, ne comprenant que l'Holocène récent, mais sous une forme très dilatée. Nous les avons analysés parce qu'ils contenaient assez de matière organique pour envisager des datations au radiocarbone (AMS). Le sondage LP-1a fonctionne comme profil de référence pour les carottages effectués sur les bords du lac de Neuchâtel, dont la sédimentation est complexe. Les hiatus y sont plus apparents, et la présence de la zone à *Pinus*, *Artemisia* et autres NAP (Dryas récent) a pu être prouvée avec certitude au Loclat. Dans les sédiments de la baie de Saint-Blaise, cette période, d'une part, comporte des lacunes ; d'autre part, elle est marquée par une extrême dominance du pin, qui la rend difficile à détecter. Le Tardiglaciaire a été divisé en cinq zones polliniques locales. L'alternance de dépôts sablo-limoneux à la base des sondages reflète la période exempte de végétation qui a suivi le retrait des glaciers. Les pollens exogènes et les pollens remaniés dominant alors. Plus tard se sont formés des gazons avec une végétation très diversifiée, de type arctico-alpin. Le bouleau nain (*Betula nana*) s'est répandu à la fin du Dryas ancien inférieur.

La phase à reforestation (zone à *Juniperus* et *Hippophae*) est particulièrement intéressante, parce qu'elle a pu être divisée en deux sous-zones. On y observe d'abord un pic de genévrier, puis un pic d'argousier lié à une expansion du bouleau arborescent. La succession est identique dans la baie de Saint-Blaise.

Par la suite, le bouleau s'est généralisé (zone à *Betula* et *Poaceae*). Le pin (*Pinus*) et le bouleau dominant le paysage durant les trois zones suivantes ; la zone à *Pinus*, *Betula* et *Corylus* constitue la première phase de l'Holocène. L'expansion du noisetier (*Corylus avellana*), de l'orme (*Ulmus*), puis du chêne (*Quercus*), du tilleul (*Tilia*) et du frêne (*Fraxinus excelsior*) modifie profondément l'aspect de la forêt (zone à *Corylus* et *Quercetum mixtum* ; zone à *Quercetum mixtum* et *Corylus*).

On peut identifier la zone à *Quercetum mixtum* et *Alnus* à une régression de l'orme et du tilleul ainsi qu'à un pic de l'aulne. Le hêtre (*Fagus*) commence à s'étendre. Les zones polliniques locales suivantes ont été distinguées pour l'Holocène récent :

- zone à *Quercus*, *Fagus* et *Corylus* ;
- zone à *Fagus*, *Abies* et *Betula* ;
- zone à *Quercus*, *Carpinus* et NAP ;
- zone à *Quercus*, *Juglans* et NAP ;
- zone à *Fagus*, *Alnus* et *Betula* ;
- zone à NAP et *Cannabaceae* ;
- zone à NAP ;

- zone à *Populus* et NAP ;
- zone à *Populus* et *Salix*.

L'influence humaine sur la végétation constitue le point crucial de cette interprétation. Les pollens de céréales apparaissent pendant le premier accroissement notable du hêtre (début de la zone à *Quercus*, *Fagus* et *Corylus*). Les plus anciens palafittes connus dans la région remontent à la civilisation de Cortaillod (Néolithique moyen ; vers 3800 avant J.-C.). Cependant, l'apparition des indicatrices de culture pourrait s'avérer un peu plus précoce, étant liée à des sites encore inconnus.

On peut observer un développement significatif des témoins d'agriculture (*Cerealia*, *Plantago lanceolata* parmi d'autres) probablement au début du Bronze final, peu avant l'apparition du charme (zone à *Quercus*, *Carpinus* et NAP). L'édification de grands établissements sur les bords du lac de Neuchâtel entraîna une plus large exploitation des forêts, et donc de nombreux défrichements. Les bois, désormais clairsemés, ainsi que les pâturages, ont été colonisés par le genévrier, essence favorisée, entre autres, par une pâture plus intense. Les pourcentages d'herbacées demeurent élevés jusqu'à l'époque romaine, au cours de laquelle les forêts littorales du Loclat ont également été défrichées (zone à *Quercus*, *Juglans* et NAP). Quelques vignes dominaient probablement le petit lac.

La période suivante (haut Moyen Âge) se caractérise par une reconstitution partielle du couvert forestier (zone à *Fagus*, *Alnus* et *Betula*). Archéologiquement, on connaît encore mal cette période de migrations. Durant le Moyen Âge (zone à NAP et *Cannabaceae*), la prolifération du chanvre est particulièrement frappante. Son traitement dans le lac (rouissage) entraîna même, à certains moments, la formation d'un milieu anaérobie de sorte que les sédiments correspondants sont laminés et fortement organiques. Les analyses polliniques attestent à nouveau la présence de vignes proches. L'agriculture extensive intensifia l'érosion des sols : le rythme de sédimentation augmenta nettement par rapport aux périodes précédentes. Les forêts qui entouraient le Loclat avaient quasiment disparu ; le peu qu'il en restait était surexploité et très dégradé. Ainsi, les techniques agraires et l'ouverture du paysage créèrent-elles des conditions favorables à la propagation de nombreuses herbacées. Les deux zones polliniques supérieures reflètent une forte présence de peupliers et des champs de maïs (époque actuelle).

Hauterive-Rouges-Terres. Dans la baie de Saint-Blaise, les sondages les plus intéressants pour une analyse pollinique proviennent de cuvettes présentes dans le fond, du lac. Deux d'entre eux ont été complètement analysés. La carotte la plus éloignée du bord (RT-P10) comporte la zone à *Juniperus* et *Hippophae* et celle à *Betula* et *Poaceae* particulièrement développées (plus de 90 cm). Dans ce sens, ce fut une véritable aubaine que les dépôts tardiglaciaires affleurent le long de l'autoroute pendant plus d'une année (dès 1992) ; ainsi, nous avons pu les relever à fond et les échantillonner de façon détaillée. Dans cette séquence, la période de la reforestation et celle du bouleau sont dilatées. Des sédiments romains et médiévaux sont attestés dans RT-P10, alors qu'ils manquent, la plupart du temps, sur le littoral. Ces sondages ont permis de mieux connaître les spécificités sédimentologiques de cette zone. En outre, nous avons pu compléter les résultats des études menées sur le site paléolithique d'Hauterive-Champréveyres, de même que l'histoire des fluctuations lacustres (des profils prélevés dans les affleurements entre le Loclat et le lac de Neuchâtel ont également été utiles dans cette optique).

Saint-Blaise/Bains des Dames. Nous avons commencé par analyser les profils issus des différents domaines sédimentaires des stations néolithiques.

Les fréquentes découvertes de tamier (*Tamus communis*) présentent un grand intérêt en raison de la rareté habituelle de ce type de pollen. Les habitants se sont probablement servi de cette plante comme d'un légume (asperge sauvage). Généralement, la preuve formelle de l'utilisation des plantes potagères est difficile à établir en raison de leurs mauvaises conditions de conservation dans les couches archéologiques.

Les strates comprennent des pollens d'origines très diverses. Nous avons donc étudié non seulement des profils, mais aussi ce que l'on pourrait qualifier d'artefacts (coprolithes ou agglomérats de mousse).

Les analyses faites à propos du fumier et des crottes de chèvres renseignent sur le fourrage. Par exemple la dominance de noisetier dans les crottes prouve que l'on paissait les chèvres avec les branchages de cet arbuste. Le bétail était probablement nourri aussi avec de la paille.

Deux concentrations de cailloux, interprétées par les archéologues comme des aires de rejet, et que l'on sait à présent associées à des maisons, contenaient des coprolithes d'origine probablement humaine.

Quelques-uns de ces échantillons ne renfermaient pratiquement que des pollens d'ail (*Allium*) dans des

proportions très élevées. Les Villageois utilisaient certainement l'ail des ours (*Allium ursinum*) comme légume. Cependant, il est impossible de déterminer les pollens d'*Allium* jusqu'au niveau de l'espèce ; on peut donc envisager qu'il ne s'agissait pas forcément de l'ail des ours, mais par exemple de ciboulette. Certaines autres concentrations polliniques extrêmes dans les coprolithes peuvent avoir été entraînées par l'ingestion de miel.

Un bol de bois comportait un encroûtement dont la concentration en pollens était suffisante pour élaborer un diagramme interprétable, de nouveau largement dominé par *Allium* (utilisé comme légume ou comme condiment).

Pour finir, nous avons examiné le contenu pollinique des mousses qui auraient pu être utilisées comme matériau d'isolation. En effet, les mousses fonctionnent comme pièges naturels à pollens et renferment donc la pluie pollinique issue de la végétation d'alors. À Saint-Blaise/Bains des Dames, on exploitait surtout *Neckera crispa*, une plante qui forme de vastes tapis sur les blocs calcaires dans les forêts du Jura.

Zusammenfassung

Am Nordufer des Neuenburgersees (Schweiz) wurden Proben aus Seesedimenten, Torfablagerungen und archäologischen Schichten pollenanalytisch untersucht. Die Rekonstruktion der spätglazialen und holozänen Vegetationsgeschichte erfolgt aus der Synthese der drei folgenden Lokalitäten:

- Bohrungen aus dem Loclat und dem Verlandungsgebiet;
- litorale Bohrungen aus der Bucht von Saint-Blaise (Hauterive/Rouges-Terres);
- die spät- und endneolithischen Seeufersiedlungen von Saint-Blaise/Bains des Dames.

Um die komplexen Pollenspektren aus den Dörfern zu verstehen, war ein Standardprofil unumgänglich. Deshalb wurden gleichaltrige Ablagerungen ausserhalb der anthropogenen Schichten untersucht. Dies erlaubte es, den zeitlichen Rahmen vom Rückzug der Gletscher bis heute auszudehnen.

Der Loclat (auch Lac de Saint-Blaise genannt) ist etwa 1 km nördlich von der neolithischen Ufersiedlung aus Saint-Blaise/Bains des Dames entfernt. Die Böden zwischen dem Loclat und dem Neuenburgersee waren ehemals versumpft. Die Lokalität ist deshalb interessant, weil der See im Übergang vom Molasseplateau zum Jura eingebettet ist. Die Vegetation ist in diesem Gebiet artenreich und vielfältig gegliedert. Die Gegend ist archäologisch gründlich erforscht.

Mit der Bohrung (L-P1a) aus der Mitte des kleinen Sees wurden die Ablagerungen mit der ganzen spätglazialen und holozänen Vegetationsgeschichte seit dem Rückzug des Rhonegletschers erfasst (rund 16 000 BP). Das Pollendiagramm weist 18 lokale Pollenzonen mit 24 Subzonen auf. Diese sind gut mit regionalen Biozonen des schweizerischen Mittellandes vergleichbar. Es wird versucht, das Profil L-P1a chronologisch einzustufen und die Pollenzonen mit den archäologischen Perioden in der Region zu vergleichen. Zwei weitere terrestrische Bohrungen stammen vom Uferstrand des Loclat. Sie umfassen nur das Jüngere Holozän, allerdings mit einer sehr hohen Sedimentationsrate. Die beiden Profile wurden analysiert, weil hier genügend organisches Material für Radiokarbondatierungen (AMS) vorhanden war. Die Bohrung aus dem Loclat gilt als Standardpollendiagramm zu den Uferbohrungen des Neuenburgersees, da die litoralen Ablagerungsschwierige Sedimentationsverhältnisse aufweisen. Hiaten werden besser sichtbar, und es konnte im Loclat die Jüngere Dryas (*Pinus-Artemisia*-NAP Zone) sicher nachgewiesen werden.

In den Sedimenten aus der Bucht von Saint-Blaise ist diese Periode einerseits durch Schichtlücken, andererseits durch extrem starke Föhrendominanzen maskiert und deshalb nur mit Mühe zu erkennen. Die Gliederung des Spätglazials erfolgt in 5 lokale Pollenzonen. Die abwechselnd sandigen siltigen Schichten an der Basis der Bohrung widerspiegeln die vegetationslose Periode nach dem Gletscherrückzug. Fernflug und aufgearbeitete Pollen dominieren in diesem Abschnitt. Später entstanden Rasen mit einer artenreichen, arktisch-alpinen Vegetation. Gegen das Ende der Ältesten Dryas breitete sich die Zwergbirke (*Betula nana*) aus.

Interessant ist die Phase der Wiederbewaldung (*Juniperus-Hippophae* Zone). Man beobachtet zuerst einen Wacholdergipfel. Dann folgt mit der Ausbreitung der Baumbirken ein Sanddorn-gipfel. Deshalb wurde die *Juniperus-Hippophae* Zone in zwei Subzonen unterteilt. Die gleiche Abfolge findet man in der Bucht von Saint-Blaise wieder.

Anschliessend werden die Baumbirken dominant (*Betula-Poaceae* Zone). Es folgen dann drei Zonen, wo die Föhre (*Pinus*) zusammen mit der Birke die Landschaft prägte, wobei die *Pinus-Betula-Corylus* Zone die erste Phase des Holozäns bildet. Das Aussehen des Waldes (*Corylus*-EMW Zone, EMW-*Corylus* Zone) änderte sich völlig mit der Ausbreitung der Hasel (*Corylus avellana*), Ulme (*Ulmus*) und später der Eiche (*Quercus*), Linde (*Tilia*) sowie Esche (*Fraxinus excelsior*). Die EMW-*Alnus* Zone ist durch den Rückgang der Ulme und der Linde sowie einem Anstieg der Erle gekennzeichnet. Die Buche beginnt sich auszubreiten. Für das jüngere Holozän wurden folgende lokale Pollenzonen ausgeschieden:

- *Quercus-Fagus-Corylus* Zone;
- *Fagus-Abies-Betula* Zone;
- *Quercus-Carpinus*-NAP Zone;
- *Quercus-Juglans*- NAP Zone;
- *Fagus-Alnus-Betula* Zone;
- NAP-*Cannabaceae* Zone;
- NAP Zone;

- *Populus*-NAP Zone;
- *Populus-Salix* Zone.

Schwerpunkt der Interpretation ist nun der menschliche Einfluss auf die Vegetation.

Getreidepollen taucht während der ersten kräftigen Ausbreitung der Buche auf (Beginn der *Quercus-Fagus-Corylus* Zone). Die ältesten in der Umgebung bekannten Seeufersiedlungen beginnen mit der Cortaillod-Kultur und sind um 3800 v. Chr. datiert, jedoch scheint der Beginn der Kulturzeiger etwas älter zu sein und kann mit noch unbekanntem Siedlungen in Verbindung gebracht werden.

Kurz bevor die Hainbuche im Gebiet erscheint, beobachtet man eine deutliche Zunahme der Kulturzeiger (*Cerealia*, *Plantago lanceolata*, usw.). Wahrscheinlich beginnt hier die Spätbronzezeit (Anfang der *Quercus-Carpinus*-NAP Zone). Mit dem Bau der grossen spätbronzezeitlichen Siedlungen am Neuenburgersee wurden die Wälder weit mehr genutzt und gerodet als vorher. Der Wacholder, der als eigentliches Weideunkraut gilt, breitete sich in aufgelichteten Wäldern oder auf Weiden aus. Bis zur römischen Zeit bleiben die Prozentwerte der Kräuter hoch. In der römischen Zeit wurden auch die Uferwälder am Loclat stark gerodet (*Quercus-Juglans*-NAP Zone). Vermutlich gab es oberhalb vom Loclat einige Rebberge.

Die nachrömische Zeit (Frühmittelalter) ist durch teilweise Wiederbewaldung der Gegend charakterisiert (*Fagus-Alnus-Betula* Zone). Archäologisch ist die Zeit der Völkerwanderungen noch wenig erforscht. Im mittelalterlichen Abschnitt (NAP-*Cannabaceae* Zone) fällt der Hanfgipfel besonders auf. Die Wasserröste des Hanfes verursachte in der Seemitte anaerobe Bedingungen. Das Sediment ist während dieser Phase laminiert und sehr organisch. Ebenfalls im Mittelalter lassen sich mittels der Pollenanalyse Weinberge in der Nähe vom Loclat nachweisen. Die extensive Bewirtschaftung erhöhte die Erosion der Böden. Die Sedimentationsrate steigt im Vergleich zu den früheren Perioden deutlich an. Die Gebiete am Loclat waren im Mittelalter weitgehend entwaldet. Die noch übriggebliebenen Wälder wurden übernutzt und waren stark degradiert. Die mittelalterliche Bewirtschaftungsweise und die offene Landschaft bot aber vielen Kräutern günstige Lebensräume. Die Pappelnpflanzungen und die Maiskulturen der Neuzeit finden sich in den zwei obersten Pollenzonen wieder.

Hauterive/Rouges-Terres. Die für die Pollenanalysen günstigsten Bohrungen aus der Bucht von Saint-Blaise stammen aus Vertiefungen im Seeboden. Zwei Bohrungen wurden vollständig analysiert. Im uferferneren Kern (RT-P10) sind die *Juniperus-Hippophae* Zone und die *Betula-Poaceae* Zone besonders mächtig entwickelt (etwas mehr als 90 cm). In dieser Hinsicht ist es ein Glücksfall, dass ab 1992 für mehr als ein Jahr längs der Autobahnbaustelle spätglaziale Ablagerungen aufgeschlossen waren, die wir gründlich dokumentieren und für Makrorestanalysen detailliert verproben konnten. Gerade die Periode der Wiederbewaldung und der Birkenzeit ist in dieser Abfolge gut entwickelt. Ebenfalls in RT-P10 wurden römerzeitliche bis mittelalterliche Ablagerungen, die im Litoral meistens fehlen, nachgewiesen. Diese Bohrungen dienten dazu, die sedimentologischen Verhältnisse besser kennenzulernen und die aus der jungpaläolithischen Station Hauterive-Champréveyres gewonnenen Erkenntnisse zu vervollständigen. Wichtig ist die Rekonstruktion vergangener Seespiegelstände. Dabei helfen auch die Profile aus den Aufschlüssen zwischen dem Loclat und dem Neuenburgersee.

Saint-Blaise/Bains des Dames. In der neolithischen Ufersiedlung von Saint-Blaise/Bains des Dames wurden zunächst Profile aus verschiedenen Bereichen der Grabung analysiert. Interessant sind die häufigen Funde von Schmerwurz (*Tamus communis*), weil hier wiederholt ein seltener Pollentyp nachgewiesen werden konnte. Sehr wahrscheinlich nutzten die Dorfbewohner diese Pflanze als Gemüse (Wildspargeln). Die Nutzung von Gemüsepflanzen ist in archäologischen Ablagerungen wegen der Erhaltungsbedingungen schwierig nachzuweisen.

Da die archäologischen Schichten Pollen verschiedenster Herkunft enthalten, war es wichtig, nicht nur Profile mit Mischpollenspektren zu untersuchen, sondern auch sogenannte Artefakte (Koprolithen oder Moospolster).

Die Pollenanalysen in Viehdung oder in Ziegenkot geben Auskunft über die Fütterung der Tiere. Die im Ziegenkot gefundenen Haseldominanzen weisen auf Reisisgütterung hin. Wahrscheinlich wurde das Vieh auch mit Druschabfällen und mit Stroh gefüttert.

Zwei Steinansammlungen, die von den Archäologen als Abfallhaufen interpretiert werden und je zu einer Hausstruktur zugeordnet werden können, enthielten zahlreiche menschenähnliche Koprolithen. Einige der Proben beinhalteten praktisch nur Lauchpollen (*Allium*) in sehr hoher Konzentration. Wahrscheinlich

wurde der Bärlauch (*Allium ursinum*) als Gemüse genutzt. Da jedoch der Lauchpollen nicht bis auf Artniveau bestimmt werden kann, kommen auch andere Laucharten in Frage (zum Beispiel Schnittlauch). Die sehr hohen Pollenkonzentrationen von insektenblütigen und windbestäubten Pflanzen, welche in einigen Kopolithen gefunden wurden, stammen vielleicht aus Honig.

In einer Nahrungskruste aus einem Holzgefäss war die Pollenkonzentration genügend hoch, um ein auswertbares Diagramm zu erhalten. Die Dominanz von *Allium* weist auf den Inhalt von Lauch als Gemüse oder als Gewürz hin.

Schliesslich ist auch die Pollenanalyse von Moospolstern, die früher oft als Isolationsmaterial dienten, interessant, weil die Pflanzen als natürliche Pollenfallen die Umgebung ihres Wuchsortes widerspiegeln. In Saint-Blaise wurde vorzugsweise das Krause Neckermoss (*Neckera crispa*), das in den Jurawäldern auf Kalkfelsblöcken grosse Polster bildet, gesammelt.

Riassunto

Nell'ambito di un progetto di analisi polliniche condotto lungo le rive settentrionali del Lago di Neuchâtel sono stati prelevati campioni da sedimenti lacustri, da depositi torbosi e da strati archeologici. La ricostruzione della vegetazione tardoglaciale e olocenica della regione si basa sulla sintesi dei dati emersi dall'esame dei pollini di campioni provenienti dalle tre località seguenti:

- dal Loclat e dalla zona circostante;
- dal litorale della Baia di Saint-Blaise (Hauterive/Rouges-Terres);
- dagli insediamenti lacustri di Saint-Blaise/Bains des Dames del Neolitico tardo e finale.

Per meglio comprendere la complessa situazione pollinica di questi villaggi, si è rivelato necessario disporre, quale punto di riferimento, di un profilo standard, ottenuto tramite l'esame delle sedimentazioni naturali della medesima epoca. Questo ci ha permesso inoltre di estendere la ricerca al arco di tempo che va dal ritiro dei ghiacciai sino ai giorni nostri.

Il Locla (chiamato anche Lac de Saint-Blaise) si trova a circa 1 km a nord dell'insediamento lacustre neolitico di Saint-Blaise/Bains des Dames. Un tempo la zona tra il Loclat et il Lago di Neuchâtel era paludosa. Il sito è particolarmente interessante poiché è situato nella zona di passaggio tra la molassa dell'Altopiano svizzero e il Giura. In questa regione la vegetazione è particolarmente ricca di specie e diversificata. Inoltre l'area è archeologicamente ben documentata.

Con la trivellazione eseguita al centro del piccolo lago (L-Pla) sono state toccate sedimentazioni che abbracciano tutte le fasi della vegetazione tardoglaciale e olocenica a partire dal ritiro del Ghiacciaio del Rodano (circa 16 000BP). Il diagramma pollinico rivela l'esistenza di 18 zone polliniche locali e di 24 sottozone che si possono paragonare con le biozone regionali dell'Altopiano svizzero. Si è tentato in seguito di classificare cronologicamente il profilo L-P1 a e di confrontare le zone polliniche con le fasi archeologiche della regione. Due altri sondaggi terrestri effettuati lungo la riva del Loclat comprendono non solo l'Olocene recente, però con una quota di sedimentazione molto alta. I due profili sono stati esaminati poiché contenevano entrambi materiale organico a sufficienza per permettere una datazione al radiocarbonio (AMS). Siccome sul litorale la sedimentazione è molto complessa, la carota del Loclat funge da profilo pollinico di riferimento per i campioni prelevati lungo la riva del Lago di Neuchâtel. Le lacune vi sono più evidenti ed è stato possibile attestarvi il Dryas recente (zona con *Pinus*, *Artemisia* e NAP).

Nei sedimenti della Baia di Saint-Blaise quest'epoca presenta delle lacune, mai è d'altra parte caratterizzata da una forte presenza del pino, il che la rende difficilmente individuabile.

Il Tardoglaciale è stato suddiviso in 5 zone polliniche locali: alla base della carota l'alternarsi di strati sabbiosi e limacciosi corrisponde alla fase priva di vegetazione in seguito al ritiro dei ghiacciai.

Dominano i pollini portati dal vento. Più tardi si formarono dei tappeti erbosi con una vegetazione di tipo artico-alpino molto diversificata. Verso la fine del Dryas antico inferiore comincia poi a diffondersi la betulla nana (*Betula nana*).

Di particolare interesse è la fase del ripopolamento forestale postglaciale (zona con *Juniperus* e *Hippophae*): si nota infatti prima un'alta concentrazione di ginepro cui segue, contemporaneamente all'espandersi della betulla, un'alta concentrazione di olivello spinoso. Per questo la zona con *Juniperus* e *Hippophae* è stata suddivisa in due sottozone. Nella Baia di Saint-Blaise si riscontra la medesima sequenza.

Nella fase successiva prevalgono le betulle arborescenti (zona con *Betula* e *Poaceae*). Seguono tre zone in cui pino (*Pinus*) et betulla dominano il paesaggio. La zona con *Pinus*, *Betula* e *Corylus* costituisce la prima fase dell'Olocene. Col diffondersi di specie quali il nocciuolo (*Corylus avellana*), l'olmo (*Ulmus*) e, più tardi, la quercia (*Quercus*), il tiglio (*Tilia*) e il frassino (*Fraxinus excelsior*), l'aspetto della foresta si trasforma profondamente (zona con *Corylus* e *Quercetum mixtum*, zona con *Quercetum mixtum* e *Corylus*). La zona con *Quercetum mixtum* e *Alnus* è caratterizzata dal regresso dell'olmo e del tiglio e dall'aumento dell'ontano. Comincia poi ad espandersi il faggio. Per l'Olocene recente è stato possibile distinguere le seguenti zone polliniche locali:

- zona con *Quercus*, *Fagus* e *Corylus*;
- zona con *Fagus*, *Abies* e *Betula*;
- zona con *Quercus*, *Carpinus* e NAP;

- zona con *Quercus*, *Juglans* e NAP;
- zona con *Fagus*, *Alnus* e *Betula*;
- zona con NAP e *Cannabaceae*;
- zona con NAP;
- zona con *Populus* e NAP;
- zona con *Populus* e *Salix*.

L'influenza di attività antropiche sulla vegetazione costituisce ora il punto centrale della nostra indagine. Durante la prima massiccia diffusione del faggio compaiono pollini di cereali (inizio della zona con *Quercus*, *Fagus* e *Corylus*). I primi impianti palafitticoli della zona noti appartengono alla cultura di Cortaillod (Neolitico medio, verso il 3800 a.c.), d'altra parte però le prime attestazioni di attività agricole potrebbero essere di poco anteriori e probabilmente sono da collegare ad altri insediamenti ancora da scoprire. In seguito, poco prima che compaia nella regione il carpino, si constata un notevole incremento di *Cerealia*, *Plantago lanceolata*, ecc., fenomeno che, verosimilmente, coincide con l'inizio della tarda Età del Bronzo (inizio della zona con *Quercus*, *Carpinus* e NAP). In quest'epoca, con la costruzione dei grandi insediamenti sul Lago di Neuchâtel, si intensifica lo sfruttamento dei boschi. Il ginepro comincia a diffondersi nei boschi ormai più diradati o sui prati. La percentuale di erbe rimane alta fino all'epoca romana, quando saranno dissoda e anche le foreste costiere del Loclat (zona con *Quercus*, *Juglans* e NAP). Probabilmente sulle pendici che circondano il laghetto vi erano dei vigneti.

Il periodo postromano (alto Medioevo) è caratterizzato da un parziale ripopolamento forestale della regione (zona con *Fagus*, *Alnus* e *Betula*). Dal punto di vista archeologico però questa fase non è ancora stata ben studiata. Nel settore corrispondente al Medioevo (zona con NAP e *Cannabaceae*) colpisce soprattutto la proliferazione della canapa. La macerazione della canapa nel lago ha persino causato al centro di esso delle condizioni anaerobiche. Durante questa fase la sedimentazione è infatti laminata e molto organica. Le analisi polliniche documentano l'esistenza di vigneti nella zona limitrofa al Loclat anche per il Medioevo. Lo sfruttamento agricolo estensivo ha incrementato l'erosione della terra e, rispetto alle fasi precedenti, aumenta nettamente il ritmo della sedimentazione. Nel Medioevo la regione del Loclat doveva essere quasi completamente disboscata; i pochi boschi rimasti venivano sfruttati in maniera eccessiva e si trovavano in uno stato di degrado avanzato. L'agricoltura medievale e il paesaggio aperto crearono però delle condizioni favorevoli per lo sviluppo di molte specie erbacee. Le due zone polliniche superiori, infine, rivelano la presenza delle piantagioni di pioppi e di granoturco dell'età moderna.

Hauterive/Rouges-Terres. Nella Baia di Saint-Blaise le rilevazioni sedimentologiche più interessanti per le indagini polliniche provengono da depressioni sul fondo del lago. Sono state analizzate in maniera completa due trivellazioni. Nel campio prelevato ad una certa distanza dalla riva (RT-P10) sono sviluppate in maniera particolarmente massiccia la zona con *Juniperus* e *Hippophae* e quella con *Betula* e *Poaceae* (più di 90 cm). Sotto questo aspetto fu veramente un caso fortunato che, a partire dal 1992 per più di un anno, nel cantiere dell'autostrada fu possibile documentare i depositi tardoglaciali e prelevare una gran quantità di campioni per analisi dettagliate. Infatti in questi sedimenti sono ben rappresentati il periodo del ripopolamento forestale e la fase della betulla. Nel RT-P10 si poterono rilevare anche sedimentazioni di epoca romana e medievale che, invece, mancano generalmente sul litorale. Queste indagini permisero di ampliare le conoscenze della situazione sedimentologica della zona, di completare i risultati emersi dalle ricerche compiute nell'insediamento di Hauterive-Champréveyres appartenente al Neolitico medio e di ricostruire la storia delle fluttuazioni lacustri. In questo contesto sono stati molto utili anche i profili prelevati nell'arca tra il Loclat e il Lago di Neuchâtel.

Saint-Blaise/Bains des Dames. Nell'insediamento di Saint-Blaise/Bains des Dames sono stati esaminati campioni provenienti da vari punti dello scavo. Va messa in evidenza la frequente presenza del tamaro (*Tamus communis*), un polline abbastanza raro, ma qui attestato più volte. Molto probabilmente gli abitanti del villaggio utilizzavano questa pianta come verdura (asparago selvatico). Generalmente negli strati archeologici, a causa delle condizioni poco favorevoli alla loro conservazione, è difficile documentare lo sfruttamento di verdure.

Dato che questi ultimi spesso contengono pollini di provenienza molto diversa si è rivelato importante analizzare non solo profili con spettri pollinici misti, ma anche cosiddetti artefatti (coproliti o cuscini di muschio).

Dalle analisi di pollini rinvenuti in letame o sterco di capra si ricavano informazioni sul foraggiamento del bestiame. Così, ad esempio, il prevalere di pollini di nocciuolo nello sterco di capra rivela che questi si nutrivano con rami di quell'arbusto. Probabilmente al bestiame si davano anche paglia e gli scarti della trebbiatura.

Il due aree con pietre ammassate, interpretate dagli archeologi come luoghi di deposizione di rifiuti e che possono essere associate alle strutture di due abitazioni, si rinvennero numerosi coproliti di probabile origine umana. Alcuni dei campioni contenevano praticamente solo pollini di aglio (*Allium*). Con ogni probabilità l'aglio orsino (*Allium ursinum*) veniva utilizzato come verdura. Siccome il polline d'aglio non può però essere classificato sino al livello della specie, potrebbe trattarsi anche di altri tipi di aglio come, ad esempio, l'erba cipollina. In alcuni coproliti la concentrazione di pollini di piante entomofile ed anemofile è forse da attribuire al consumo di miele.

Un resto di cibo rinvenuto all'interno di un recipiente di legno presentava una concentrazione di pollini abbastanza alta per poter elaborare un diagramma interpretabile. Predominava anche qui l'*Allium*, utilizzato come verdura o condimento.

Infine si è rivelata interessante l'analisi di pollini prelevati da cuscini di muschio, usati spesso come materiale isolante. I muschi, una specie di trappola naturale per i pollini delle piante circostanti, rispecchiano quindi la vegetazione dell'area in cui crescevano. A Saint-Blaise/Bains des Dames si raccoglieva soprattutto *Neckera crispa*, un tipo di muschio che forma grandi tappeti sui blocchi di calcare nelle foreste del Giura.

Summary

Pollen analyses were carried out on lake sediments, peat deposits and archaeological layers sampled from the north shore of Lake Neuchâtel (Switzerland). The reconstitution of the Late Glacial and Holocene vegetation was based on a synthesis of data obtained from the following sites:

- the Loclat and its surroundings;
- the Bay of Saint-Blaise (Hauterive/Rouges-Terres);
- the lakeshore settlements at Saint-Blaise/Bains des Dames (Late Neolithic).

A reference framework was deemed to be indispensable to fully exploit the complex pollen assemblages associated with the Saint-Blaise villages. To achieve this, contemporary pollen data was sought from «natural» pollen sites; as a result the period of time covered by this study was greatly expanded (from the retreat of the glaciers until the present day).

The Loclat – or Lake of Saint-Blaise – is situated approximately 1 km north of the Neolithic lake villages at Saint-Blaise/Bains des Dames; the Loclat was originally separated from Lake Neuchâtel by marshland. The geological position of this lake, between the molassic Swiss Plateau and the limestone hills of the Jura, gives this site considerable scientific interest. The vegetation today consists of numerous species associated in very diverse ways. There is a wealth of archaeological information about this region.

The core L-P1a, taken in the middle of the lake, produced a complete Late Glacial and Holocene sediment and pollen sequence, providing a vegetational history covering approximately the 16 000 years since the retreat of the Rhone Glacier. The pollen diagram divides into 18 local pollen zones and 24 sub-zones.

There is a good correlation between these zones and the regional biozones published for the Swiss Plateau. A chronological framework has, therefore, been proposed for L-P1a which includes regional archaeological periods. Two terrestrial cores from near the lakeshore were found to comprise solely of very diluted later Holocene sediments. These were analysed for pollen as they contained sufficient organic material to permit radiocarbon (AMS) dating. The Younger Dryas has been conclusively proved to be present within the Loclat profile (*Pinus-Artemisia*-NAP-LPAZ).

The Late Glacial period has been divided up into 5 local pollen zones. The alternation of the sand and silt deposits at the base of the cores corresponds to the period devoid of vegetation which followed the retreat of the glaciers; long distance and reworked pollen grains therefore dominate the analysed spectra.

Subsequently, a diverse arctic-alpine vegetation with abundant grasses colonised the area. Dwarf birch (*Betula nana*) became common towards the end of the Oldest Dryas.

The phase marking the beginning of reforestation (*Juniperus-Hippophae*-LPAZ) proved to be particularly interesting in this study as it could be divided into two sub-zones. A peak in juniper pollen was followed by a peak in sea buckthorn contemporary with the first significant expansion of tree birch. The same vegetational succession was observed for the Bay of Saint-Blaise. Subsequently, tree birch became widespread (*Betula-Poaceae*-LPAZ). Pine (*Pinus*) and birch then dominated the landscape throughout the succeeding three local pollen zones: Alleröd-Preboreal.

The *Pinus-Betula-Corylus*-LPAZ constitutes the first phase of the Holocene. The expansion of hazel (*Corylus avellana*) and elm (*Ulmus*), followed by oak (*Quercus*), lime (*Tilia*) and ash (*Fraxinus excelsior*), profoundly changed the appearance of the forest (*Corylus-Quercetum mixtum*-LPAZ; then the *Quercetum mixtum-Corylus*-LPAZ). The *Quercetum mixtum-Alnus*-LPAZ begins with a decline in elm and lime coinciding with a rise in alder; beech (*Fagus*) also starts to colonise the area.

The local pollen assemblage zones listed below have been distinguished for the succeeding later Holocene; human influence plays a crucial role in the interpretation of these zones:

- *Quercus-Fagus-Corylus*-LPAZ;
- *Fagus-Abies-Betula*-LPAZ;
- *Quercus-Carpinus*-NAP-LPAZ;
- *Quercus-Juglans*-NAP-LPAZ;
- *Fagus-Alnus-Betula*-LPAZ;
- NAP-*Cannabaceae*-LPAZ;
- NAP-LPAZ;
- *Populus*-NAP-LPAZ;
- *Populus-Salix*-LPAZ.

Cereal pollen appears during the first significant rise in the beech curve (the beginning of the *Quercus-Fagus-Corylus*-LPAZ). The oldest known Neolithic settlements in this region date back to the Cortaillod culture (Middle Neolithic; shortly before 3 800 BC); the earlier appearance, however, of pollen which seems to be associated with human agricultural activity might suggest that somewhat older sites may have existed nearby which are as yet undetected archaeologically.

Pollen indicators of agricultural activity (*Cerealia*, *Plantago lanceolata* among others) expanded considerably at a point which probably coincides with the start of the Late Bronze Age, shortly before the appearance of hornbeam (*Quercus-Carpinus*-LPAZ). The construction of large wooden villages at the edge of Lake Neuchâtel necessitated a more intense exploitation of the surrounding forests and, thus, numerous clearings. The significantly thinned forests included many areas of pasture land where juniper was able to colonise, especially if these were heavily grazed. The percentage of herbaceous pollen remained high until the Roman times, and during this period the forests bordering the Loclat were also cleared (*Quercus-Juglans*-NAP-LPAZ). There were probably some vineyards present nearby overlooking the Loclat.

The following period, the Early Middle Ages (476-700 AD), is characterised by a partial regeneration of forest cover (*Fagus-Alnus-Betula*-LPAZ). Archaeologically, we still know very little about this period of major population movements. During the Later Middle Ages (700-1500 AD; NAP-*Cannabaceae*-LPAZ), the proliferation of hemp pollen is particularly striking. Its processing in the lake (retting) provoked, during certain periods, the formation of an anaerobic environment, causing corresponding sediments to be both laminated and strongly organic. Pollen spectra attest, once again, to the presence of nearby vines. Extensive, and more intensive, agriculture led to increased soil erosion; the rate of sedimentation increased markedly in relation to preceding periods. The forests which had previously surrounded the Loclat almost disappeared, and the few that remained were overexploited and seriously degraded. Thus, agricultural techniques and the opening out of the landscape created favourable conditions for the propagation of numerous herbaceous plants. The penultimate pollen zone shows a strong expansion of poplar trees (*Populus*), while in the final zone, corresponding to the present day, maize fields are also in evidence.

Hauterive/Rouges-Terres. The L-P1a sequence provides a reference profile for cores taken from the edge of Lake Neuchâtel where sedimentation is complex. In the Bay of Saint-Blaise, sediments include hiatuses, but these are difficult to detect during the period from the Allerod to the Preboreal when pine pollen is predominant.

In the Bay of Saint-Blaise, the most interesting core sequences for pollen analysis came from depressions in the lake floor. Two of these have been analysed completely. The core taken furthest away from the lakeshore (RT-P10), includes particularly well developed *Juniperus-Hippophae* and *Betula-Poaceae*-LPAZ's (more than 90 cm). Following on from this, it was a godsend when a long sequence of Late Glacial deposits was exposed during two years (1992-1993) in the motorway trench (N5) near Rouges-Terres; we have been able to fully document these sediments and take detailed samples. In this new sequence, the period of reforestation and that of tree birch are particularly well developed (Oldest Dryas - Bölling).

Roman and Medieval sediments have been attested in RT-P10, though they are usually missing from the littoral region of the lakes. The series of cores has also allowed a better understanding of the sedimentological characteristics of this part of the lake. Moreover, the palynological and sedimentological results from Rouges-Terres complement those obtained from the Late Glacial and Holocene deposits studied in conjunction with the archaeological sites excavated at Hauterive-Champréveyres; the history of lake-level fluctuations for example. (The sedimentary exposures examined between the Loclat and the Lake of Neuchâtel have been equally useful in this respect).

Saint-Blaise/Bains des Dames. The study of this site began with the analysis of a series of pollen profiles from different areas, corresponding to the sedimentary variation connected with superimposed Neolithic villages.

The frequent discovery of *Tamus communis* is of great interest in view of the habitual rarity of this pollen type. The inhabitants probably used this plant as a vegetable ("wild asparagus"). Generally, it is difficult to provide definite proof for the utilisation of edible plants and vegetables due to the poor preservational conditions in archaeological layers.

The archaeological deposits contained pollen of very diverse origins. In addition to the sections, therefore, samples were also studied coming from what could be described as «artefacts» (coprolites and moss poulsters).

Analyses of manure fragments and goat droppings gave information about foddering practices. For example, the dominance of hazel pollen in some of the droppings shows that goats were fed on the branches of this particular tree (this type of fodder is known as «leafy hay» in the ethnological literature). The cattle were probably fed on straw.

Two accumulations of stones, interpreted by the archaeologists as rubbish tips and that we know to be associated with the houses, were found to contain coprolites which are thought to be human. Several of these contain almost only garlic (*Allium*) in very high concentrations. The villagers certainly used wild garlic (*Allium ursinum*) as a vegetable. It is impossible, however, to determine the pollen of *Allium* to species level, so in addition to wild garlic other types of *Allium* pollen, such as chives, may be present. Other coprolites showed additional types of extreme pollen concentrations which may be attributable to the consumption of honey.

A wooden bowl contained an encrustation, with a sufficiently high pollen concentration to allow an interpretable diagram, which was once again largely dominated by *Allium* (used as a vegetable or as a condiment).

Finally, moss poulsters, possibly used as insulating material, were also examined for their pollen content. In effect, moss functions as a natural pollen trap, thus retaining the pollen rain which comes from surrounding vegetation. *Neckera crispa* was the moss species predominantly used at Saint-Blaise/Bains des Dames; today this plant forms vast carpets on limestone cliffs and boulders in the forests of the Jura.

Translation: *Catherine Pillonel* and *Nigel Thew*