

Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande
Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise
Band: 95 (2003)

Artikel: Histoire du paysage lémanique sur la base de deux nouvelles séquences polliniques lacustres à Nyon et à Versoix (Suisse)
Autor: Rachoud-Schneider, Anne-Marie
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-835908>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Histoire du paysage lémanique sur la base de deux nouvelles séquences polliniques lacustres à Nyon et à Versoix (Suisse)

Anne-Marie Rachoud-Schneider

Résumé

Un sondage exécuté au centre du delta de la Promenthouse à Nyon et un carottage effectué dans la baie de Versoix ont livré des séquences palynologiques du Tardiglaciaire et de l'Holocène permettant de retracer la transformation du paysage végétal de la partie occidentale du lac Léman. Ainsi à Versoix, pour la première fois dans le Léman, la variation du couvert végétal et l'arrivée de taxons exotiques (cèdre, platane, ambroisie) ont pu être mis en évidence depuis l'époque du Haut Moyen Age jusqu'à nos jours. Les valeurs de l'activité du ^{137}Cs dans le sédiment confirment cette interprétation chronologique. En outre d'autres recherches lithostratigraphiques à Nyon et à Versoix (géologie, datations au ^{14}C et au ^{137}Cs , paléomagnétisme) ont également permis de dresser un tableau cohérent de l'évolution environnementale du bassin lémanique depuis le dernier retrait glaciaire.

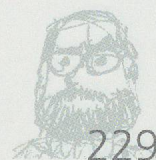
De nombreux sondages géologiques ont été effectués ces dernières années dans la baie de Versoix et au centre du delta de la Promenthouse à Nyon. La datation palynologique relative des profils sismiques et sédimentologiques établis par les géologues a permis la reconstitution de l'histoire du lac Léman (Baster 2002, Girardclos 2001) et de l'évolution courantologique (Girardclos et al. à paraître). D'autre part une courbe des variations séculaires du champ magnétique a pu être obtenue dans un des carottages de Nyon ; cette courbe combinée avec les caractéristiques lithostratigraphiques, le diagramme pollinique et les datations radiométriques a fourni une séquence de référence bien datée et de haute résolution pour l'Europe centrale (Baster et al. 2003). L'analyse palynologique a permis de retracer l'histoire de la végétation et de l'influence humaine dans la région durant le Tardiglaciaire et l'Holocène.

Nous présentons dans cet article les séquences polliniques obtenues dans deux sondages SG1 à Versoix (Girardclos 2001) et BI18 à Nyon (Baster 2002). Les faits marquants acquis par l'étude de ces

deux sondages sont les suivants : la reconstitution pour la première fois dans le Léman d'une séquence tardiglaciaire et de la transition à l'Holocène dans un seul sondage (Nyon BI18), l'analyse détaillée de séquences bien développées du Subatlantique ancien et récent, c'est-à-dire des zones IX et X de Ammann (1989) - englobant du point de vue de l'archéologie - les époques de l'âge du Fer, de la période gallo-romaine, du haut Moyen Age, du Moyen Age et des Temps Modernes jusqu'à nos jours.

Laboratoire

Les échantillons palynologiques, de 1 ou 2 cm^3 , ont tous été traités selon la méthode habituelle de Erdtmann (HCl, KOH, HF, acétolyse, KOH, glycérine) et colorés à la fuchsine basique. Des tablettes de lycopes ont été ajoutées aux échantillons pour obtenir les Concentrations polliniques Absolues, ou CA, selon la méthode de Stockmarr (1971). Pour quelques échantillons il a été nécessaire de pratiquer une flottaison avec une liqueur lourde (liqueur de Thoulet ou le sodium polytungstate) afin de concentrer au maximum le stock pollinique disponible.



Microscopie

Les pollens ont été comptés avec un microscope Olympus BX40 aux objectifs 20, 40, 60 et 100. Les collections de référence des laboratoires de Lausanne et de Berne ont été nécessaires. Les clés de détermination de Faegri et Iversen (1975), de Moore et Webb (1978), de Punt et al. (1976-1995), ainsi que les atlas de Reille (1992, 1995, 1998) ont été utilisés. La conservation pollinique est généralement bonne dans le sondage SG1 de Versoix ; par contre pour le sondage de Nyon, l'analyse pollinique a été abandonnée dans certains niveaux pratiquement stériles ou à stock pollinique corrodé. L'objectif fixé de 500 pollens au minimum par échantillon a presque toujours pu être atteint.

Construction des diagrammes

La somme pollinique de base comprend tous les pollens (AP+NAP=100%) (AP = pollen arboréen, NAP = pollen non arboréen); les pollens des plantes aquatiques et les spores de *Filicineae* en sont exclus. Aucun coefficient de correction n'a été appliqué. Les dessins des diagrammes ont été réalisés avec le programme POLPROF, adapté pour PC (Tranquillini 1988).

Insertion chronologique des zones polliniques locales

Pour le Tardiglaciaire et le début de l'Holocène, les zones polliniques locales se rattachent aux biozones définies sur le Plateau suisse (Ammann 1989, Ammann 2000) (fig. 1). La chronologie adoptée jusqu'à 6000 BP suit celle bien ancrée par de nombreuses datations AMS des travaux de Ammann (1989), Ammann et Lotter (Ammann 1989), Lotter et al. (1992), de Hajdas et al. (1993). Pour l'Holocène moyen et supérieur, au vu de l'absence de données radiométriques plus fiables, nous avons utilisé la biozonation établie par Ammann et Lotter (Ammann 1989, Ammann et al. 1996), par Van der Knaap et Ammann (1997) et par Lotter (1999), ainsi que les dates estimées de Ammann (1989) et de Rachoud-Schneider (1999). Pour la partie supérieure du Subatlantique récent, nous nous sommes inspirés des travaux récents de Van der Knaap et al. (2000). La corrélation avec les sondages de la rade de Genève (Rachoud-Schneider 1999) est indiquée lorsque cela est possible.

Description des zones polliniques locales, ou ZPL

Le Sondage BI18 de Nyon

(Rachoud-Schneider in Baster, 2002, fig. 2, 3 et 4)

- NY - 1, ZPL à NAP - *Pinus*,
de 851,5 à 781,5 cm

La zone pollinique locale NY-1, à NAP - *Pinus* peut être divisée en deux sous-zones. De 851,5 à 822,5 cm, *Pinus* domine totalement *Juniperus*, *Hippophae*, *Salix*, *Ephedra distachya* et *Ephedra fragilis*. Les NAP atteignent plus de 60%. *Artemisia*, les Chenopodiaceae, les Cyperaceae et les Poaceae sont abondantes. *Helianthemum*, *Rumex*, les Apiaceae, *Saxifraga oppositifolia*, les Caryophyllaceae, les Brassicaceae et les Rosaceae sont bien représentées. Nous pouvons aussi noter l'occurrence de *Centaurea montana*, *Centaurea nigra* et de *Saxifraga granulata*. Les spores de *Selaginella selaginoides* et de *Botrychium* apparaissent régulièrement. Les pollens corrodés sont fréquents. Des grains isolés de *Abies* et de *Picea* indiquent vraisemblablement du matériel remanié. De 820 à 781,5 cm, les différences majeures sont l'augmentation de *Juniperus* au-dessus de 10% et la diminution de *Helianthemum*.

- NY - 2, ZPL à *Juniperus* - *Hippophae*,
de 770 à 680 cm

Les valeurs des AP s'accroissent de 52 à 78%. *Juniperus* domine *Pinus* et *Betula*. *Pinus* diminue alors que *Betula* se développe. *Hippophae* et *Salix* atteignent des valeurs plus élevées dans la partie supérieure de cette zone. *Ephedra distachya* et *Ephedra fragilis* sont sur le déclin. Les grains isolés de *Abies* et de *Picea* deviennent plus rares. Le déclin des NAP est prononcé. *Artemisia*, les Chenopodiaceae et les Poaceae diminuent de manière abrupte. *Thalictrum*, les Caryophyllaceae et *Helianthemum* disparaissent progressivement. *Saxifraga oppositifolia* ne se rencontre plus qu'en grain isolé. Les Cyperaceae se maintiennent. Les spores de *Selaginella selaginoides* et de *Botrychium* sont encore présentes. Les pollens corrodés atteignent toujours des taux élevés.

- NY - 3, ZPL à *Pinus* - *Betula*,
de 667 à 633 cm

Les valeurs des AP rejoignent des taux très élevés. *Pinus* domine maintenant largement *Betula*. *Juniperus*, *Hippophae* et *Salix* déclinent rapidement. *Ephedra distachya* et *Ephedra fragilis* se raréfient. Parmi

Histoire du paysage lémanique sur la base de deux nouvelles séquences polliniques lacustres

Biozones (Ammann & Lotter 1989)	Dates ¹⁴ C BP Non calibrées (* dates estimées)	Zones Polliniques Locales	Brève description de la végétation	Climat	Stades glaciaires	Périodes archéologiques
X Subatlantique récent		Ge - 11c2 Ge - 11c1	Apparition d'Ambrosia Développement des exotiques, forte anthropisation de la végétation ; expansion du noyer, du châtaignier, des céréales, seigle y compris, du chanvre ; recul de la hêtraie-sapinière		Petit Age Glaciaire	Subactuel Temps Modernes Moyen Age
	* 1 300-1 000					
IX Subatlantique ancien		Ge -11b Ge 11a	Anthropisation croissante de la végétation ; apparition du charme, du noyer et du châtaignier, essor des chênaies.		Göschenen 2 Göschenen 1	Haut Moyen Age Epoque romaine Age du Fer
	* 2 800-2 500					
VIII Subboréal		Ge - 10	Etablissement de la hêtraie-sapinière ; chute définitive de l'orme ; épicéa prend de l'importance		Löbben Rotmoos 2 Piora	Age du Bronze Néolithique récent et final
	* 5 000-4 800					
VII Atlantique récent		Ge - 9	Passage des forêts mixtes de feuillus à la hêtraie sapinière		Rotmoos 1 Piora	Néolithique moyen
	* 6 000					
VI Atlantique ancien		Ge - 8	Augmentation des forêts de feuillus (chêne, orme, tilleul et frêne) ; recul probable du noisetier immigration du sapin, puis du hêtre		Frosnitz Misox	
	* 9 000-8 000					
V Boréal		Ge - 7 Ge - 6	Expansion des forêts de feuillus ; rôle important du noisetier		Venediger	
	* 9 500-9 000					
IV Préboréal		Ge - 5 Ge -4	Forêts denses de bouleau et de pin ; immigration de feuillus mésothermophiles, tels que le noisetier, l'orme et le tilleul	hausse des températures		
	* 10 000					
III Dryas récent		Ge - 3	Eclaircissement dans les forêts de pin et de bouleau	net refroidissement	Egesen	
	10 800					
II Alleröd		Ge - 2	2-forêts denses de pin et de bouleau 1-immigration du pin dans les forêts de bouleau			
	12 000					
Ibc Bölling			Phase de reforestation : 2-forêts de bouleau arborescent 1-important développement du genévrier et de l'argousier	hausse des températures		
	12 600					
Ia Dryas ancien inférieur		Ge - 1	Végétation sans arbres : 2-lande à arbrisseaux nains, tels que le bouleau nain, le genévrier et l'argousier 1-steppe riche en espèces pionnières	hausse probable des températures		
	19 000-15 000					

Fig. 1 Développement de la végétation et évolution climatique depuis le dernier âge glaciaire dans le bassin lémanique. Etabli par A.-M. Rachoud-Schneider (à paraître).

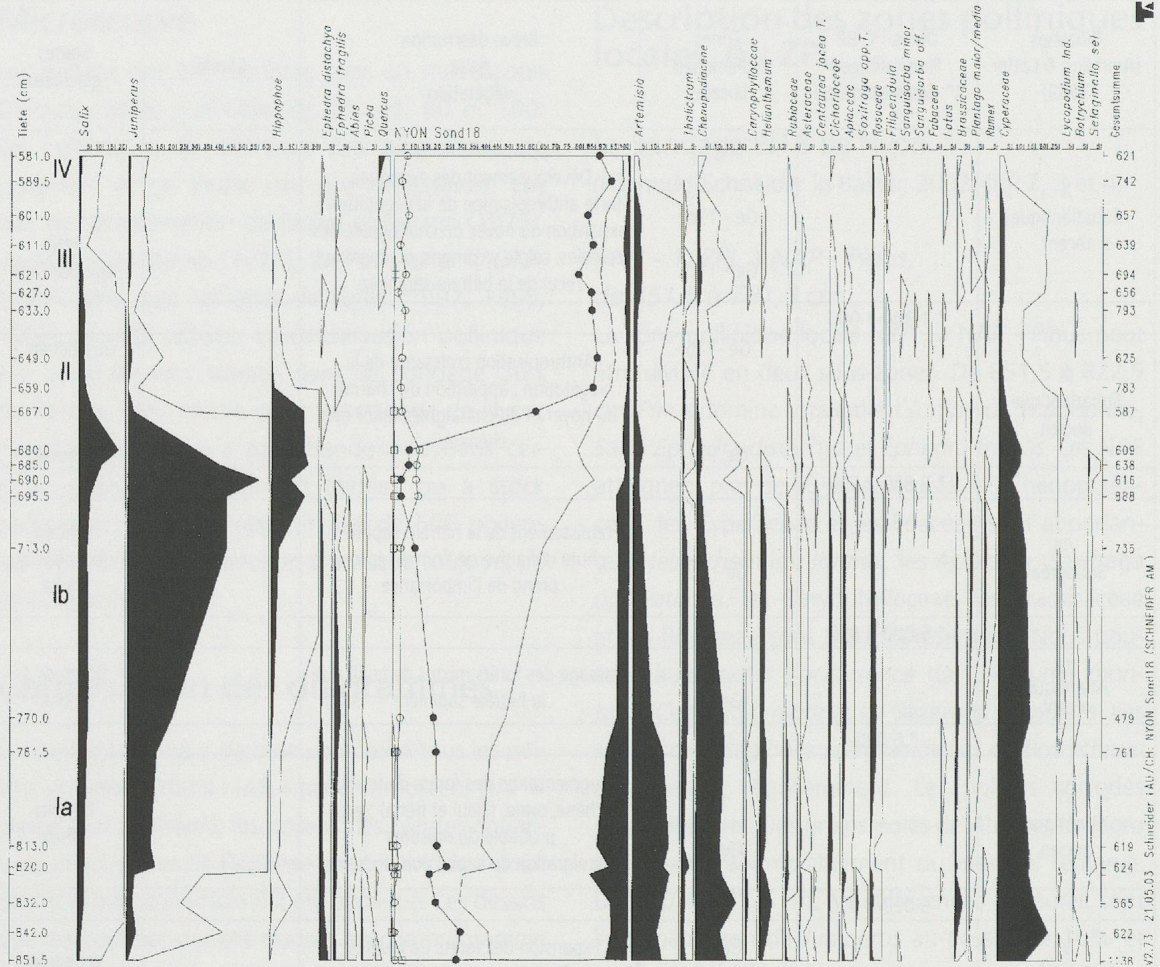


Fig. 2 Nyon, sondage BI18. Séquence pollinique simplifiée du Tardiglaciaire et de l'Holocène inférieur.

les NAP, presque tous les taxons sont à la baisse, particulièrement les Poaceae, *Artemisia*, les Chenopodiaceae, les Cyperaceae, *Rumex*, *Thalictrum*, *Helianthemum* et les Caryophyllaceae. *Filipendula* fait son apparition. *Botrychium* n'est présent qu'en grain isolé. *Selaginella selaginoides*, ainsi que *Abies* et *Picea* ont disparu.

- NY - 4, ZPL à *Pinus - Artemisia*, de 627 à 601 cm

Pinus domine toujours *Betula*. *Ephedra fragilis* et *Hippophae* augmentent légèrement. Les taxons herbacés se diversifient à nouveau. La hausse de *Artemisia*, des Chenopodiaceae, de *Thalictrum*, des Poaceae, de *Helianthemum* et des *Rumex* est consistante.

- NY - 5, ZPL à *Pinus - thermophilous*, de 589,5 à 581 cm

La chute des herbacées est flagrante. *Artemisia*, les Poaceae, les Cyperaceae, les Chenopodiaceae, *Thalictrum*, *Helianthemum* et *Rumex* sont les taxons

plus touchés. *Pinus*, de même que *Betula* mais dans une moindre mesure augmentent. *Quercus* entame sa courbe empirique. Les spores de *Dryopteris filix-mas* apparaissent. Les taux de pollens corrodés sont bas.

La séquence pollinique s'interrompt de 581 à 430 cm. Dans cet intervalle, les pollens sont tellement corrodés qu'il n'a plus été possible d'obtenir des sommes polliniques statistiquement admissibles, l'analyse pollinique a dû être abandonnée.

- NY - 6, ZPL à *Quercus - Abies*, de 430 à 270 cm

Quercus, le composant principal du *Quercetum mixtum*, co-domine dans un premier temps avec *Abies*, jusqu'à ce que *Abies* décline fortement. Les valeurs de *Fagus* et de *Ulmus*, quant à elles, restent toujours très basses. *Picea* s'étend graduellement. *Pinus* est maintenant relégué à l'arrière-plan. *Juniperus* finit par disparaître. Après l'avènement de la diversification des herbacées, celle-ci va en augmentant. Les Poaceae, les

Rosaceae, les Ranunculaceae, *Rumex*, *Artemisia*, les Chenopodiaceae et les Cyperaceae sont les taxons les plus prospères. *Plantago lanceolata*, *Plantago maior*, *Plantago media* et *Trifolium* T. sont plus discrets. Les *Cerealia* T. se manifestent d'abord en grain isolé, puis démarrent leur courbe continue. Les spores de *Pteridium* passent par des pics imposants. Les pollens corrodés sont fréquents dans certains niveaux.

- NY - 7, ZPL à *Quercus* - *Carpinus*,
de 240 à 53 cm

Quercus a drastiquement chuté de 39 à 13 % en une seule fois. Le déclin de *Abies* est graduel mais irréversible. *Carpinus*, *Buxus*, *Juglans*, *Castanea* et *Vitis* font leur entrée, les trois derniers cités évoluent alors en courbe continue. *Juniperus* et *Pinus* reprennent de l'importance. L'essor des NAP et leur diversification est manifeste. Les courbes des *Cerealia* T. et de *Plantago lanceolata* s'amplifient. *Secale*, *Humulus/Cannabis* T. et même *Centaurea cyanus* surviennent eux aussi.

Le sondage Sg1 de Versoix

(Rachoud-Schneider in Girardclos 2001, fig.5, 6 et 7)

- Ver - 1a, ZPL à *Quercus* - *Juglans*,
de 555,5 à 321,5 cm

Les AP passent de 80% à 90% environ. *Quercus* domine nettement *Alnus*, *Betula* et *Corylus*, ainsi que *Pinus*. *Abies*, *Picea* et particulièrement *Fagus* restent effacés. *Juglans* évolue directement en courbe continue, alors que les apparitions de *Castanea*, de *Carpinus* et de *Buxus* sont plus éparées. Parmi les NAP, les Poaceae et les Cyperaceae sont les taxons prépondérants. Les *Cerealia* T., de même que *Secale* et *Humulus/Cannabis* T. apparaissent sporadiquement ; *Plantago lanceolata*, *Urtica*, *Rumex*, les Chenopodiaceae également. Les valeurs des spores de *Pteridium* et de l'algue *Pediastrum* sont basses.

- Ver - 1b, ZPL à *Quercus* - *Humulus/Cannabis* T.,
de 291,5 à 170,5 cm

Les AP diminuent et se stabilisent autour des 80%. *Quercus* régresse, alors que *Ulmus* et *Tilia* augmentent légèrement, de même que *Carpinus*. *Alnus* et *Betula* diminuent, de même que *Pinus*. *Corylus* se maintient. *Abies* s'accroît. *Juglans*, *Juniperus* et *Buxus* se développent. *Castanea* entame une courbe continue. L'avancée des PNA est principalement

due à l'essor des Poaceae. Les *Cerealia* T., *Secale* et *Humulus/Cannabis* T. évoluent en courbe continue. *Centaurea cyanus* et *Polygonum aviculare* apparaissent. Les Brassicaceae, *Plantago major/media*, *Rumex*, *Urtica*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium* T., *Anthemis* T. s'ajoutent plus régulièrement au cortège des herbacées. *Pteridium* passe par des pics plus importants. *Pediastrum* se maintient en de faibles valeurs. *Anthoceros punctatus* apparaît en grain isolé.

- Ver - 1c, ZPL à *Quercus* - *Pinus*,
de 140,5 à 49,5 cm

Les AP chutent à nouveau, ils n'atteignent plus que 68% à la base de cette ZPL. *Quercus* poursuit sa lente régression, accompagné cette fois-ci par un déclin prononcé de *Abies*, ainsi que de *Fagus*. *Pinus*, *Juglans* et cette fois-ci *Castanea* aussi s'étendent notablement. *Corylus* se maintient. *Alnus* et *Betula* sont relégués à l'arrière-plan. *Juniperus* est toujours bien représenté. Le foisonnement des herbacées se généralise. Les Poaceae sont toujours abondantes. Les valeurs des Cyperaceae se gonflent ; celles des *Cerealia* T. et de *Secale* acquièrent de l'importance. *Humulus/Cannabis* T. passe par deux pics substantiels de plus de 5%. *Polygonum convolvulus* et *Succisa pratensis* apparaissent aux côtés de *Polygonum aviculare* et de *Centaurea jacea* T. *Pteridium* s'efface. *Pediastrum* augmente un petit peu.

- Ver - 1d, ZPL à *Quercus* - *Picea*,
de 19,5 à 5,5 cm

Les PA oscillent entre 68% et 78%. Les valeurs de *Quercus* et de *Abies* se réduisent, comme celles de *Castanea* et de *Juniperus*. *Pinus*, *Picea* et *Juglans* après une forte avancée s'amenuisent eux aussi. Par contre il convient de noter les extensions de *Fagus*, de *Carpinus*, de *Fraxinus*, ainsi que de *Tilia*, *Ulmus* et *Taxus* dans les niveaux supérieurs. *Betula* et *Alnus* font de même. *Cedrus* et *Aesculus* se manifestent dès 16,5 cm ; *Platanus* dès 13,5 cm. La croissance des PNA principalement sous la poussée des Poaceae est flagrante. *Plantago lanceolata*, *Rumex*, *Urtica* et les Chenopodiaceae étendent leur influence. Les *Cerealia* T., *Secale* et *Humulus/Cannabis* T. se raréfient, puis refont surface dans les derniers niveaux. La régression des Cyperaceae est définitive. *Ambrosia* apparaît dès 13,5 cm. Un grain de *Fagopyrum*, mais en mauvais état de conservation a été identifié dans ce même niveau. *Pteridium*

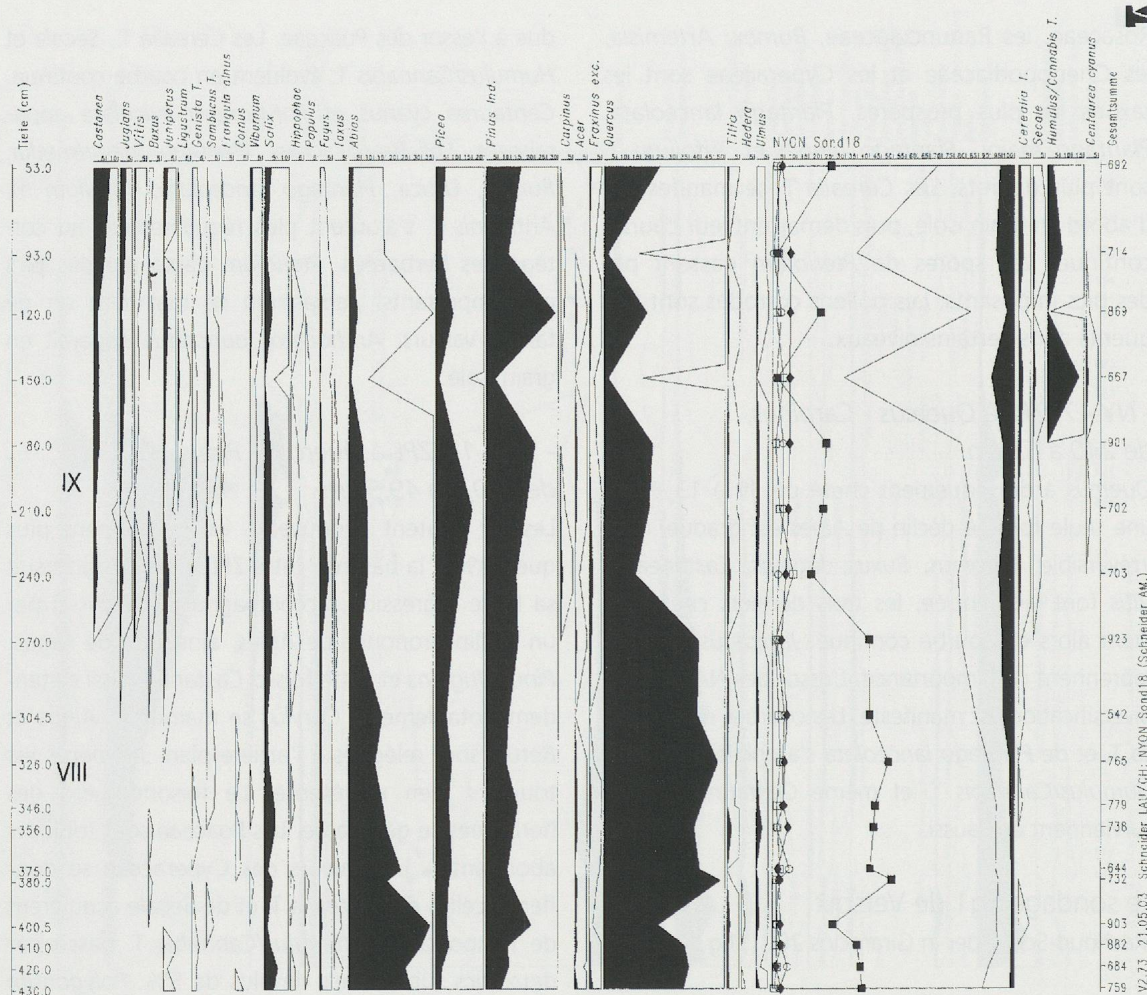


Fig. 3 Nyon, sondage B118. Séquence pollinique simplifiée du Subboréal et du Subatlantique. Diagramme principal (AP et herbacées choisies).

disparaît dans les niveaux supérieurs. *Sparganium* et *Potamogeton* indet. apparaissent eux aussi dans les niveaux supérieurs. Les algues *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh. et *Pediastrum boryanum* var. *longicorne* Reinsch., s'accroissent et atteignent des valeurs records de 23% à 5,5 cm. Ce taxon est un genre planctonique plutôt estival très répandu dans les lacs ou retenues d'eau, très fréquent dans les sédiments fossiles lacustres. Dans ce dernier niveau, il est accompagné par *Tetraedron minimum* (A. Br.) Hansg. et *Scenedesmus opoliensis* P. Richt. (J.-C. Druart, déterminations et communication personnelle).

Les zones polliniques régionales ou biozones

La séquence pollinique du sondage B118 de Nyon (fig. 3, 4 et 5) se déroule du Dryas ancien inférieur jusqu'au Subatlantique d'environ 19-15 ka BP et

se termine dans le courant du Moyen Age, mais avec une interruption pour les biozones du Boréal et de l'Atlantique (fig. 1). Quatre Zones Polliniques Locales (ZPL) ont pu être identifiées pour la période du Tardiglaciaire. La ZPL à NAP- *Pinus* se rapporte au Dryas ancien inférieur (Ia), la ZPL à *Juniperus* - *Hippophae* au Bölling (Ibc), la ZPL à *Pinus* - *Betula* à l'Allerod (II) et la ZPL à *Pinus* - *Artemisia* au Dryas récent (III). Trois ZPL ont pu être définies pour la période de l'Holocène. La ZPL à *Pinus* - *thermophilous* se réfère au Préboréal (IV), la ZPL à *Quercus* - *Abies* au Subboréal (VIII) et la ZPL à *Quercus* - *Carpinus* au Subatlantique (IX, X).

La séquence pollinique du sondage SG1 de Versoix (fig. 5, 6 et 7) se déroule du Subatlantique récent à nos jours, elle s'étale donc sur environ 2 millénaires. quatre ZPL ont pu être distinguées à l'intérieur de cette biozone.

Tardiglaciaire, sondage B118 de Nyon, fig. 1, 2, 3 et 4

Dryas ancien inférieur ou zone Ia : 19 000 - 15 000 à 12 600 BP

La Zone Pollinique Locale (ZPL) NY-1 à NAP-*Pinus* est attribuée au Dryas ancien inférieur (Ia). Les valeurs élevées de *Pinus* sont attribuées à un apport lointain, extra-régional et à des remaniements de dépôts interstadias ou interglaciaires antérieurs. L'occurrence de grains isolés de *Abies* et de *Picea* conforte cette hypothèse. De tels spectres polliniques sont couramment retrouvés dans la zone basale de sédimentation des grands lacs du Plateau suisse (Rachoud-Schneider 1997, Sidler 1984), mais également dans de plus petits lacs comme le Lobsigensee (Ammann 1989). Ces tendances sont similaires à celles observées dans la ZPL Ge-1 dans la rade de Genève (Rachoud-Schneider 1999) et dans la ZPL L1 du Lobsigensee (Ammann 1989). Cela n'implique pas que ces dépôts datent exactement de la même époque, mais plutôt qu'ils se sont mis en place peu de temps après la fonte du glacier au niveau local.

Les sols maigres et encore peu évolués sont rapidement colonisés par une végétation herbacée pionnière composée majoritairement d'héliophiles et de steppiques comme les armoises, les hélianthèmes, les Chénopodiacées et les Poacées. Les premiers arbrisseaux nains tels que l'uvette, le saule nain et le genévrier apparaissent timidement. Malgré la hausse des températures, le climat demeure froid et ne permet pas encore l'implantation d'une végétation forestière. De larges zones de terrain restent encore peuplées d'une végétation éparse, spécialement en altitude.

Bölling ou zone Ibc : 12 600 à 12 000 BP

La ZPL NY-2 à *Juniperus* - *Hippophae* est attribuée au Bölling (Ibc), plus précisément à la partie inférieure de cette biozone. Dans la baie de Genève, elle peut être corrélée à la base du sondage F2R (Moscarriello 1996), elle a aussi été reconnue à Corsier ou à Messery (ZPL Mes 2) (Reynaud 1982).

A la faveur d'une amélioration climatique, on admet que les températures atteignent rapidement des valeurs comparables à celles d'aujourd'hui, se déroule la première phase de reforestation du

territoire. Les steppes sont envahies par des arbres et des arbustes, puis des forêts claires de bouleau s'implantent.

Allerod ou zone II : 12 000 à 10 800 BP

La ZPL NY-3 à *Pinus* - *Betula* est attribuée à la biozone de l'Allerod (II). Le niveau de 667 cm correspond vraisemblablement à la première partie de cette période, lorsque le pin immigre dans la région. Les niveaux suivants représentent la seconde partie de cette période lorsque les forêts de pin ont envahi tout le paysage.

A 636,5 cm la présence des cendres volcaniques du Laacher See (Laacher See Tephra ou LST) (Baster 2002) indique un âge d'environ 11 000 - 11 200 BP (Hajdas et al. 1993, Lotter et al. 1995, Van den Bogaard et Schmincke 1985), ce qui est en accord avec l'interprétation des données polliniques.

Dryas récent ou zone III : 10 800 à environ 10 000 BP

La ZPL NY-4 à *Pinus* - *Artemisia* est attribuée à la biozone du Dryas récent (III) qui correspond à la dernière détérioration climatique majeure du Tardiglaciaire. Elle peut être corrélée à la ZPL Ge-3 dans la rade de Genève. L'éclaircissement des forêts est clairement indiqué par un accroissement des herbacées héliophiles et des arbrisseaux, spécialement le genévrier et l'uvette.

Holocène, sondage B118 de Nyon, fig. 3 et 4

Au début de l'Holocène, la végétation semble réagir très rapidement, en quelques décennies à un brusque réchauffement climatique.

Préboréal ou zone IV : environ 10 000 à environ 9 500 BP

La ZPL NY-5 à *Pinus* - *thermophilous* peut globalement être attribuée à la biozone du Préboréal (IV), probablement à la première partie de cette période, lorsque les feuillus mésothermophiles immigrent (dans ce diagramme seulement le chêne) dans les forêts de pin et de bouleau.

Boréal ou zone IV : 9 500 - 9 000 à 9 000 - 8 000 BP

La biozone du Boréal n'a pas été enregistrée dans cette séquence, mais elle a été reconnue dans d'autres parties du lac, dans la rade de Genève



peut-être en fait des périodes où les vestiges archéologiques ont été moins bien conservés, sont situées entre le Néolithique final et le Bronze ancien, durant le Bronze moyen et entre la fin du Bronze final et le début de l'âge du Fer.

La séquence pollinique du sondage BI18 redémarre au cours du Subboréal. La ZPL NY-6 à *Quercus - Abies* est attribuée à la biozone du Subboréal (VIII) après la chute définitive de l'orme, lorsque des forêts denses de sapin et de hêtre couvrent le Plateau. Par contre les forêts de chêne semblent demeurer particulièrement bien développées dans la région de Nyon, tout comme dans le Bassin genevois (Rachoud-Schneider 1999). Cette tendance semble avoir persisté jusqu'au Moyen Age, puisqu'elle est corroborée par les études de Meyer (1941) à partir des archives de Nyon entre autres sur la répartition antérieure du chêne en Suisse occidentale : il signale à plusieurs reprises dans la région de Nyon la représentation particulièrement importante du chêne (et du châtaignier) dans la zone occupée par les feuillus. L'action de l'homme sur le couvert forestier est reflétée par la courbe continue des Céréales et par le déploiement des herbacées. Cet épisode peut être globalement corrélé avec la ZPL Ge-10 et MES 7.

Une datation radiométrique AMS sur des charbons à 400 cm de profondeur (Baster 2002) a fourni une date de $4\ 135 \pm 65$ BP ou $2\ 890$ à $2\ 560$ avant J.-C. calibrée à deux sigma selon la courbe de Stuiver et al. (1998), ce qui correspond du point de vue de l'archéologie au Néolithique récent (Corboud 1996) et est en parfaite adéquation avec la biozotation palynologique.

Subatlantique ou zones IX et X : 2 700 - 2 500 à nos jours

Rappelons tout d'abord que le Subatlantique ancien comprend l'âge du Fer (800-500 av. J.-C.), l'époque romaine (50 av. J.-C. à 500 de notre ère) et le haut Moyen Age (500 à 1000 de notre ère). Deux phases froides encadrent l'optimum de l'époque romaine : Göschenen I qui a lieu à la transition du Subboréal et du Subatlantique ancien, au cours de l'âge du Fer se subdivise en deux grandes crues au moins. Le climat à l'époque romaine plus doux que l'actuel a provoqué un fort retrait glaciaire. Au cours de l'Antiquité tardive et du haut Moyen Age, au

moins trois grandes crues glaciaires se succèdent pendant la phase froide de Göschenen II vers 400, 600 et 800 après J.-C.

Quant au Subatlantique récent, il englobe la plus grande partie du Moyen Age d'environ 1300 BP à 500 BP, et les Temps Modernes d'environ 500 BP à nos jours. Entre 1350 et 1850, l'Europe a subi une période plus froide appelée le Petit Age Glaciaire. Les glaciers se déploient à nouveau dans des vallées libérées des glaces lors de l'Optimum du Moyen Age, une période de douceur climatique qui s'étend de 800 à 1350.

La ZPL NY-7 à *Quercus - Carpinus* est attribuée globalement à la biozone du Subatlantique (IX, X) qui est caractérisée par l'apparition et l'expansion du charme, du noyer, du châtaignier, de la Vigne, du Chanvre, du Seigle et du Bleuet. Les forêts de sapin perdent du terrain au profit des chênaies, des chênaies-charmaies et de peuplements de pin. Les cultures de Céréales, Seigle y compris, prennent de l'ampleur. Le déploiement des valeurs du genévrier indique l'augmentation des surfaces pâturées. Bien que les pics de *Humulus/Cannabis T.* situés à 150 et 93 cm de profondeur soient des phénomènes locaux, ils n'en demeurent pas moins d'assez bons marqueurs chronologiques habituellement rapportés en Suisse à la période du Moyen Age. La courbe de *Humulus/Cannabis T.* reflète les pratiques du rouissage du Chanvre au bord du lac. D'autres événements similaires ont déjà été recensés dans le Léman à Versoix (voir plus bas) et dans la rade de Genève (Rachoud-Schneider 1999). D'autre part l'absence de pollens de platane, de marronnier, de cèdre, de *Mercuriale* annuelle et d'Ambrosie nous permet d'écarter les temps subrécents pour la partie terminale de ce profil. Cet épisode peut être corrélé plus précisément avec la ZPL Ge-11 dans la rade de Genève (Rachoud-Schneider 1999) et à la ZPL MES 8 de Messery (Reynaud 1982) près de Nyon, donc au Subatlantique.

A 248 cm, une datation radiométrique sur des charbons (Baster 2003) a fourni une date de 1515 ± 40 BP ou une date comprise entre 430 et 640 après J.-C. calibrée à deux sigma selon la courbe de Stuiver et al. (1998), ce qui correspond du point de vue de l'archéologie au haut Moyen Age ce qui est en accord avec l'interprétation palynologique.

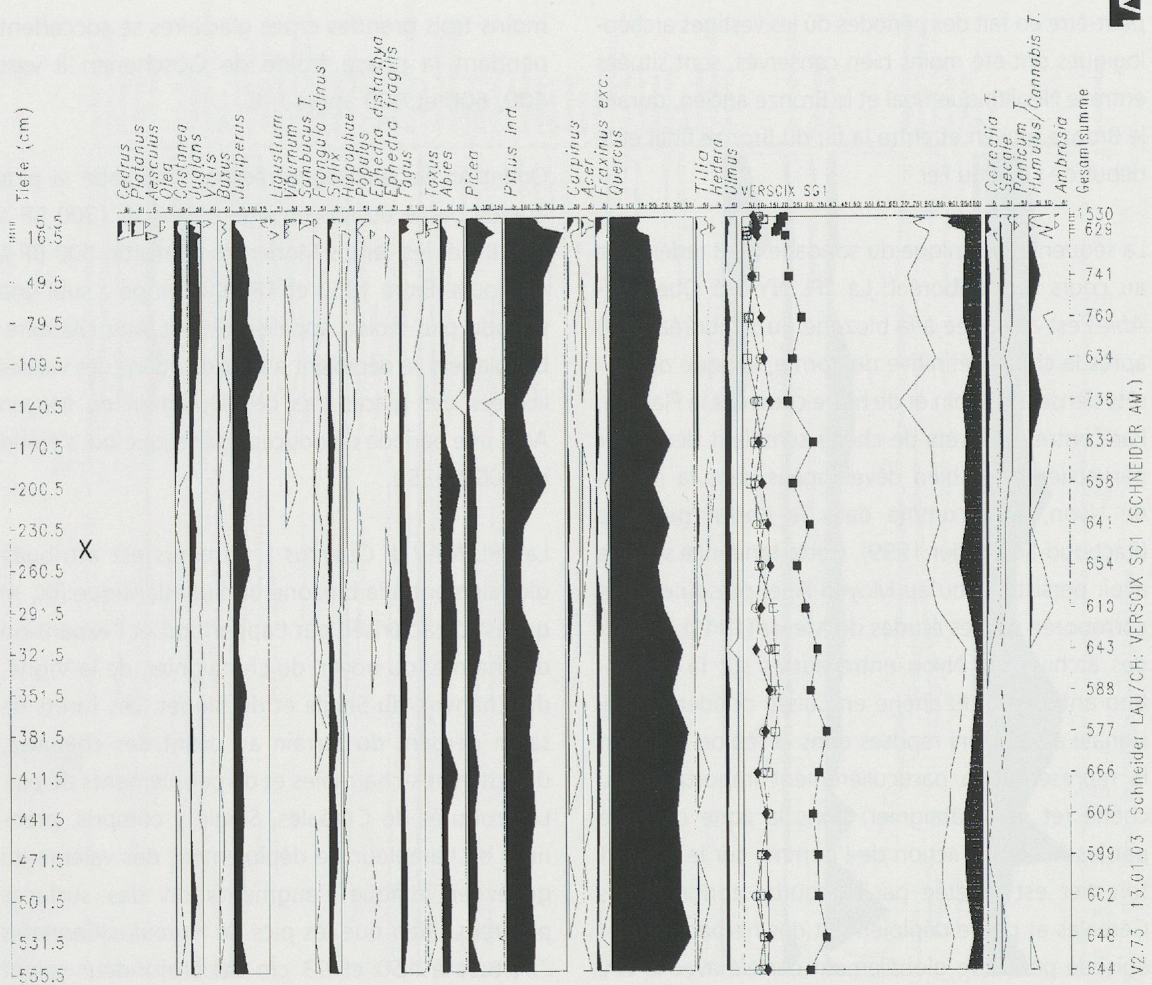


Fig. 5 Versoix, sondage SG1. Séquence pollinique simplifiée du Subatlantique. Diagramme principal (AP et herbacées choisies).

Le Subatlantique récent ou zone X à Versoix, fig. 5, 6 et 7

Le sondage SG1 est attribué dans sa totalité à la biozone du Subatlantique récent ou zone X. En effet, les pollens marqueurs types du Subatlantique pour le Plateau suisse sont immédiatement présents : le noyer, le charme, le châtaignier, ainsi que le Seigle et le Chanvre. En comparant avec le diagramme R2 de la rade de Genève (Rachoud-Schneider 1999), nous pouvons affiner la datation en précisant Subatlantique récent : en effet seule cette biozone a livré des valeurs aussi basses du hêtre, même si celles-ci ont tendance à remonter dans les niveaux supérieurs. De plus les évolutions du sapin blanc, de l'épicéa et du pin sont elles aussi similaires. Les comportements du noyer, du châtaignier, du charme et du buis, entre autres, peuvent également être rapprochés. Malheureusement le sondage de la rade R2 s'interrompt abruptement aux alentours de 500 BP et la comparaison s'évanouit, alors que la sédimentation

du sondage SG1 de Versoix s'est poursuivie jusqu'à nos jours. Ce sondage de 5,50 m nous a donc livré une séquence pollinique unique en son genre dans le Bassin lémanique, extrêmement bien détaillée pour cette période encore mal documentée.

Les zones polliniques locales Ver-1a et Ver-1b de Versoix correspondent à la ZPL Ge-11c1 du sondage R2 de la rade de Genève. Le dernier changement majeur dans le développement de la végétation, à savoir le recul impressionnant de la hêtraie-sapinière sous la pression anthropique croissante, a déjà eu lieu. Les aulnaies riveraines ont aussi déjà régressé. Cette séquence débute en conséquence vraisemblablement au cours du bas Moyen Age. En Ver-1a, l'influence humaine bien que plus faiblement enregistrée qu'en Ver-1b, est néanmoins clairement appréhendée. Les Céréales, le Seigle et peut-être le Chanvre sont déjà cultivés. Les plantations de noyer semblent plus développées que celles de châtaignier.

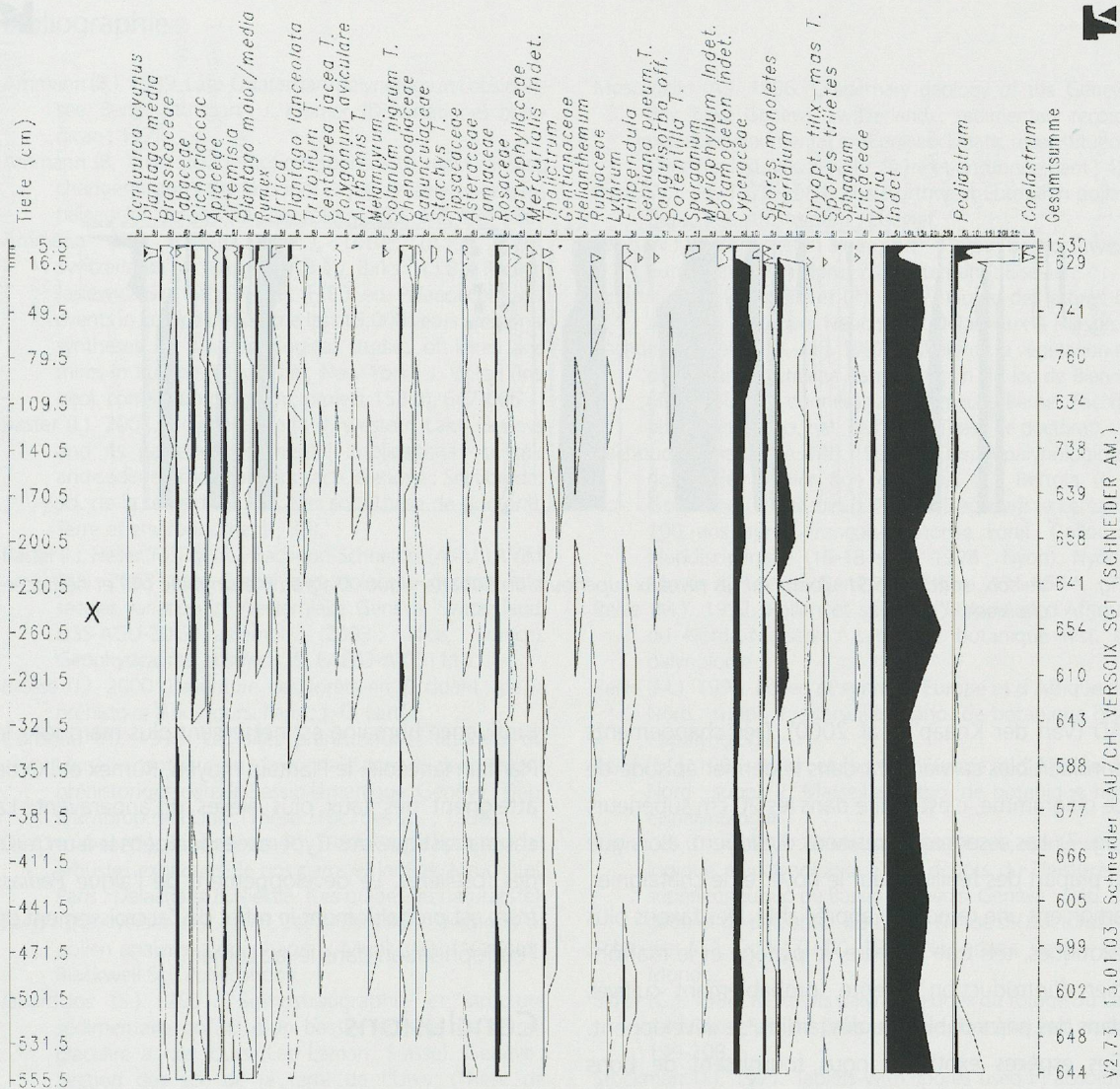


Fig. 6 Versoix, sondage SG1. Séquence pollinique simplifiée du Subatlantique. Diagramme des herbacées.

En Ver-1b, le paysage s'ouvre quelque peu. Les cultures de Céréales, de Seigle et de Chanvre sont plus régulièrement attestées. Les pâturages boisés (taux de *Juniperus*) semblent s'étendre légèrement, ainsi que les chênaies-charmaies, forêts exploitées par l'homme.

La ZPL Ver-1c correspond à la ZPL Ge-11c2 lors du dernier déclin du sapin et d'une extension des plantations de noyer et de châtaignier, ainsi que d'une augmentation des surfaces cultivées de Céréales, de Seigle et de Chanvre. On note aussi un accroissement des surfaces pâturées.

La ZPL Ver-1d débute vraisemblablement après les années 1900 (Van der Knaap et al. 2000), puisque les pics de *Humulus/Cannabis* T. ne se rencontrent plus dès 19,5 cm. Le Chanvre n'est pratiquement

plus cultivé lors de l'avènement du coton en Europe. Les courbes du Seigle et des Céréales suivent ces mêmes tendances. L'ouverture du paysage reste cependant importante et les cultures de Céréales et de Chanvre semblent même reprendre de l'importance. Dans un premier temps, l'épicéa et le pin s'étendent massivement, le sapin blanc aussi, bien que dans une moindre mesure ; il s'agit certainement du reflet de l'extension des reboisements de résineux effectués dès le 19^e siècle. Dans le même temps les plantations de noyer et de châtaignier se maintiennent. Dès 13,5 cm la présence du pollen de *Ambrosia* permet d'attribuer un âge déterminé aux niveaux supérieurs. En effet, l'Ambrosie est une mauvaise herbe d'origine américaine introduite récemment chez nous ; les premières occurrences de ces pollens ont été régulièrement datées dans de nombreuses séquences à travers toute la Suisse aux environs de 1950

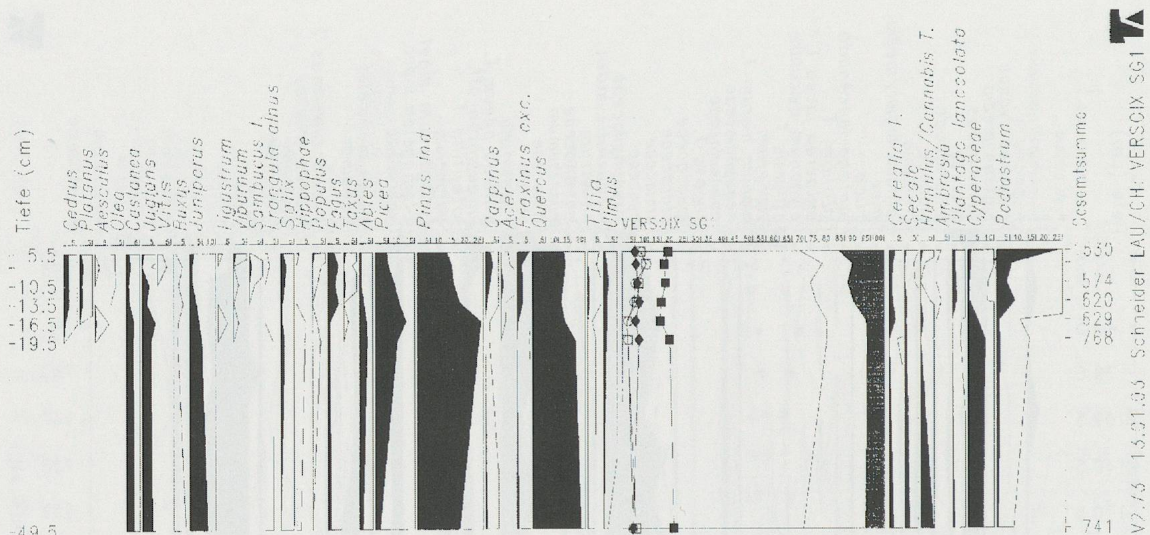


Fig. 7 Versoix, sondage SG1. Zoom sur les niveaux supérieurs du Subatlantique. Diagramme simplifié (AP et herbacées choisies).

AD (Van der Knaap et al. 2000). Des changements considérables surviennent dans le dernier épisode de ce diagramme, c'est-à-dire dans les 20 cm supérieurs (fig. 7). Les essences de résineux diminuent, alors que la plupart des feuillus, sauf le noyer et le châtaignier, amorcent une remontée appréciable. Des taxons plus exotiques, tels que le cèdre, le platane et le marronnier d'introduction récente, probablement cultivés dans des parcs publics ou des jardins, se développent. Ces espèces exotiques nous fournissent de bons repères chronologiques. Le marronnier par exemple est parvenu en Europe centrale et occidentale vers le milieu du 16^e s. (Schnieper et Godet 1999). En Europe beaucoup de cèdres furent plantés entre 1750 et 1880 (du Chatenet et Bauer-Bovet 1987). Le cèdre de l'Atlas fut introduit en France en 1839, il a été utilisé plus massivement à partir des années 1860 pour les reboisements (Brosse 2000). Les Romains introduisirent le platane oriental, originaire des Balkans et d'Asie, en Italie vers 360 avant J.-C. ; d'Italie il envahit toute l'Europe. En 1561 on le retrouve en Angleterre et Buffon l'implante en France en 1750. le platane occidental originaire lui d'Amérique est introduit en France en 1640 (Quartier et Bauer-Bovet 1982).

Remerciements

Je remercie le Fonds national suisse de la recherche scientifique pour le financement de ces études (projet 2000 – 052432). Je remercie également Jacqueline van Leeuwen pour son aide efficace lors des déterminations polliniques dans les niveaux les plus récents, Dr. J.-C. Druart pour la détermination plus précise des algues, Prof. Dr. W. Wildi, Dr. S. Girardclos et Dr. I. Baster pour leur collaboration fructueuse et leur soutien.

L'influence humaine est nettement plus marquée ; le Plantain lancéolé, le Plantain moyen, Rumex et l'Ortie atteignent des taux plus élevés qu'auparavant. La chute drastique des Cyperacées fait penser à un recul des roselières. Le développement de l'algue *Pedicularis* est probablement le reflet de l'accroissement de l'eutrophisation dans le lac Léman.

Conclusions

Les valeurs de l'activité du ¹³⁷Cs mesurées dans le sommet du sondage permettent de dater ces sédiments de la deuxième moitié du 20^e s. (Girardclos 2001) ; elles confirment les résultats de l'analyse pollinique.

Les séquences polliniques du Petit-Lac offrent un potentiel d'investigation plus étendu que prévu pour la reconstruction de l'évolution de la végétation du Bassin lémanique du Tardiglaciaire à l'Holocène. Les séquences du Subatlantique bien développées dans le lac méritent une attention particulière puisqu'elles font généralement défaut dans les marais du Plateau suisse.

Bibliographie

- Ammann (B.). 1989. Late-Quaternary palynology at Lobsigensee. Berlin, Stuttgart : J. Kramer. (Dissertationes botanicae ; 137).
- Ammann (B.), ed. 2000. Biotic responses to rapid climatic changes around the Younger Dryas. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 159, 3/4, 191-366.
- Ammann (B.), Gaillard (M.-J.), Lotter (A.F.). 1996. Switzerland. In : Berglund (B.E.), Birks (H.J.B.), Ralska-Jasiewiczowa (M.), Wright (H.E.), ed. *Palaeoecological events in Europe during the last 15,000 years : regional syntheses of palaeoecological studies of lakes and mires in Europe*. Chichester, New-York : J. Wiley. (Int. geol. correlation program ; project 158 B), 647-666.
- Baster (I.). 2002. Holocene delta in western Lake Geneva and its palaeoenvironmental implications : seismic and sedimentological approach. Genève : Section des sci. de la terre de la Fac. des sci. (Thèse de doctorat, Terre et environnement ; 38).
- Baster (I.), Heller (F.), Egli (R.), Rachoud-Schneider (A.-M.), Wildi (W.). 2003. Late Glacial and Holocene geomagnetic secular variation in Westernlake Geneva, Switzerland. EGS-AGU-EUG assembly (2003 ; Nice, France). *Geophysical res. abstracts*, 5, EAE03-A-051116.
- Brosse (J.). 2000. L'aventure des forêts en Occident : de la préhistoire à nos jours. Paris : J.-C. Lattès.
- Corboud (P.). 1996. Les sites préhistoriques littoraux du Léman : contribution à la connaissance du peuplement préhistorique dans le Bassin lémanique. Genève : Dép. d'anthrop.de l'Univ. (Thèse : Fac. des sci. ; 1996).
- Du Chatenet (G.), Bauer-Bovet (P.). 1987. Guide des arbres et arbustes exotiques de nos parcs et jardins. Neuchâtel, Paris : Delachaux & Niestlé. (Les guides du naturaliste).
- Fægri (K.), Iversen (J.). 1975, rééd. de 1964. *Textbook of pollen analysis*. Copenhagen : Munksgaard, Oxford : Blackwell Sci. Publications.
- Girardclos (S.). 2001. Sismostratigraphie et structure sédimentaire en 3D d'un bassin lacustre, du retrait glaciaire à nos jours (Lac Léman, Suisse). Genève : Section des sci. de la terre de l'Univ. (Thèse de doctorat, Terre et environnement ; 33).
- Girardclos (S.), Baster (I.), Wildi (W.), Pugin (A.), Rachoud-Schneider (A.-M.). (A paraître). Bottom-current and wind-pattern changes as indicated by Late Glacial and Holocene sediments from western Lake Geneva (Switzerland). In : Ariztegui (D.), Wildi (W.), ed. *Lake systems from Ice Age to Industrial Time*. *Eclogae Geologicae Helveticae*, Suppl., 1.
- Hajdas (L.), Ivy (S.D.), Beer (J.), Bonani (G.), Imboden (D.), Lotter (A.F.), Sturm (M.), Suter (M.). 1993. AMS radiocarbon dating and varve chronology on Lake Soppensee : 6 000 to 12 000 14C years BP. *Climate dynamics*, 9, 107-116.
- Lotter (A.F.). 1999. Late-glacial and Holocene vegetation history and dynamics as shown by pollen and plant macrofossil analyses in annually laminated sediments from Soppensee, Central Switzerland. *Vegetation hist. and archaeobotany*, 8, 165-184.
- Lotter (A.F.), Birks (H.J.B.), Zolitschka (B.). 1995. Late-glacial pollen and diatom changes in response to two different environmental perturbations : volcanic eruption and Younger Dryas cooling. *J. of paleolimnology*, 14, 23-47.
- Lotter (A.F.), Eicher (U.), Siegenthaler (U.), Birks (H.J.B.). 1992. Late-glacial climatic oscillations as recorded in Swiss lake sediments. *J. of quaternary sci.*, 7, 3, 187-204.
- Meyer (A.K.). 1941. Holzartenwechsel und frühere Verbreitung der Eiche in der Westschweiz : Kanton Waadt : vom Jura zum Jorat. *Annls de l'Inst. fédéral de rech. forestières*, 22, 63-141.
- Moore (P.D.), Webb (J.A.). 1978. *An illustrated guide to pollen analysis*. London : Hodder and Stoughton.
- Moscariello (A.). 1996. Quaternary geology of the Geneva Bay (Lake Geneva, Switzerland) : sedimentary record, palaeoenvironmental and palaeoclimatic reconstitution since the last glacial cycle. (Terre et environnement ; 4).
- Punt (W.), ed. 1976-1984. *The Northwest European pollen flora*, 1-4. Amsterdam : Elsevier.
- Punt (W.), Blackmore (S.) Hoen (P.P.). 1995. *The Northwest European Pollen Flora*, 7. Amsterdam : Elsevier.
- Quartier (A.), Bauer-Bovet (P.). 1982. *Guide des arbres et arbustes d'Europe*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.
- Rachoud-Schneider (A.-M.). 1997. Histoire de la végétation et de l'emprise humaine dans la région du lac de Bièvre (Berne, Suisse) : données palynologiques. Berne : Fac. de philosophie et sci. nat. de l'Univ. (Thèse de doctorat).
- Rachoud-Schneider (A.-M.). 1999. Le Léman palynologique depuis le dernier âge glaciaire. In : Bertola (C.), Goumand (C.), Rubin (J.-F.), ed. *Découvrir le Léman : 100 ans après François-Alphonse Forel*. Colloque pluridisciplinaire (16-18 sept. 1998 ; Nyon) : Musée du Léman, Genève : Slatkine, 431-450.
- Reille (M.). 1992. *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Marseille : Labo. de botanique hist. et palynologie.
- Reille (M.). 1995. *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord : suppl. 1*. Marseille : Labo. de botanique hist. et palynologie.
- Reille (M.). 1998. *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord : suppl. 2*. Marseille : Labo. de botanique hist. et palynologie.
- Reynaud (C.). 1982. Etude stratigraphique, sédimentologique et palynologique des dépôts du Pleistocène supérieur au sud du Bassin genevois. Genève : Dép. de géol. et de paléontol. de l'Univ. (Thèse de doctorat).
- Schnieper (C.), Godet (J.-D.). 1999. *Nos arbres*. Vevey : Eds Mondo.
- Sidler (C.). 1984. Résultats palynologiques du forage du Lac de Zürich. *Rev. de paléobiologie (Genève)*, vol. spéc, 199-208.
- Stockmarr (J.). 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollens et spores*, 13, 615-621.
- Stuiver (M.), Becker (B.). 1993. High-precision decadal calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-6000 BC. *Radiocarbon*, 35, 1, 35-65.
- Stuiver (M.), Reimer (P.J.), Bard (E.), Beck (J.W.), Burr (G.S.), Hugen (K.A.), Kromer (B.), MacCormac (G.), Van Der Plicht (J.), Spurk (M.). 1998. INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon*, 40, 3, 1041-1084.
- Tranquillini (A.). 1988. POLPROF : ein Programm zum computergesteuerten Zeichnen von Pollenprofilen. *Ber. des Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereins in Innsbruck*, 2, 27-34.
- Van den Bogaard (P.), Schmincke (H.-U.). 1985. Laacher See Tephra : a widespread isochronous Late Quaternary tephra layer in Central and Northern Europe. *Bull. of the Geol. Soc. of America*, 96, 1554-1571.
- Van der Knaap (W.O.), Ammann (B.). 1997. Depth-age relationships of 25 well-dated Swiss Holocene pollen sequences archived in the Alpine palynological database. *Rev. de paléobiologie (Genève)*, 16, 2, 433-480.
- Van der Knaap (W.O.), Van Leeuwen (J.F.N.), Fankhauser (A.), Ammann (B.). 2000. Palynostratigraphy of the last centuries in Switzerland based on 23 lake and mire deposits : chronostratigraphic pollen markers, regional patterns, and local histories. *Rev. of palaeobotany and palynology*, 108, 85-142.
- Voruz (J.-L.). 1991. *Le Néolithique suisse : bilan documentaire*. Genève : Dép. d'anthrop. et d'écologie de l'Univ. (Docum. du Dép. d'anthrop. et d'écologie de l'Univ. de Genève ; 16).

