



Évolution / Evolution

# Impact anthropique sur la végétation de la région d'Évian depuis le Néolithique moyen : l'enregistrement pollinique de la Beunaz (971 m n.g.f., Haute-Savoie, France)

Frédéric Guiter<sup>a,b,\*</sup>, Valérie Andrieu-Ponel<sup>a</sup>, Jacques-Louis de Beaulieu<sup>a</sup>,  
Philippe Ponel<sup>a</sup>, Gérard Nicoud<sup>c</sup>, Bernard Blavoux<sup>d</sup>

<sup>a</sup> IMEP, UMR CNRS 6116, bât. Villemain, domaine du Petit-Arbois, av. Philibert, BP 80, 13545 Aix-en-Provence cedex 04, France

<sup>b</sup> Case 461, faculté des sciences et techniques Saint-Jérôme, 13397 Marseille cedex 20, France

<sup>c</sup> LGHAM, université de Savoie, domaine scientifique, 73376 Le Bourget-du-Lac, France

<sup>d</sup> Laboratoire d'hydrogéologie, université d'Avignon et des pays de Vaucluse, 33, rue Louis-Pasteur, 84000 Avignon, France

Reçu le 18 janvier 2005 ; accepté après révision le 15 mars 2005

Disponible sur Internet le 7 avril 2005

Présenté par Michel Thellier

## Résumé

L'étude paléoécologique d'un profil sédimentaire prélevé dans la tourbière de la Beunaz (au sud-est d'Évian, Haute-Savoie, France) a permis, pour la première fois, de reconstituer en détail l'évolution de la végétation du plateau d'Évian. Les données polliniques, radiométriques et micro-anthracologiques ont montré que le couvert forestier a subi de profondes perturbations dès 4615 ± 75/–70 ans BP, notamment en raison d'épisodes réguliers de déforestation. Il s'agissait probablement de défrichements à vocation agro-pastorale, car de nombreux vestiges archéologiques contemporains de ces périodes attestent une occupation humaine dense sur l'ensemble de la rive sud du lac Léman. *Pour citer cet article* : F. Guiter et al., *C. R. Biologies 328 (2005)*. © 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

## Abstract

**Palynological evidence of anthropogenic pressure on vegetation dynamics in the Évian area since the middle Neolithic: the pollen record of La Beunaz (971 m a.s.l., northern Alps, France).** This paper presents a pollen diagram from La Beunaz peat-bog (southeast of Évian, Haute-Savoie, France), which provides the first detailed record of human impact on vegetation of the southern bank of Lake Geneva since the Middle Neolithic. The radiocarbon-dated pollen profile is correlated with micro-charcoal record and archaeological data. The results suggest that several phases of deforestations since 4615 ± 75/–70 years BP occurred, in relation to human activities (agriculture, pastoralism). Tombs and vestiges of lacustrine villages indicate that the

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [frederic.guiter@univ.u-3mrs.fr](mailto:frederic.guiter@univ.u-3mrs.fr) (F. Guiter).

region was intensively and recurrently occupied by man during at that time. **To cite this article:** F. Guiter et al., C. R. Biologies 328 (2005).

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

*Mots-clés:* Analyse pollinique ; Micro-charbons ; Anthropisation ; Néolithique ; Haute-Savoie ; France

*Keywords:* Pollen analysis; Micro-charcoals; Human impact; Neolithic; Haute-Savoie; France

---

## Abridged English version

During the last decades, the community of palaeoecologists has long endeavoured to reconstruct the vegetation dynamics in connection with past human activities during the Holocene. The term of ‘cultural landscapes’ symbolizes well the entwined relationships between the man and his environment. Particular attention was paid to involving palaeoecological and archaeological investigations in order to study the evolution of past vegetation landscapes.

Numerous pollen studies and archaeological investigations, carried out on the northern bank of Lake Geneva, highly improved the knowledge of vegetation changes and human impact in Northern Alps and in the Jura Mountains. The field archaeology has also been described in some detail for the southern bank of Lake Geneva. In contrast, there has been little palaeoenvironmental work, due to a perceived lack of suitable deposits in this area. This paper presents a pollen diagram and a micro-anthracological record from La Beunaz peat-bog (Haute-Savoie, France), providing the first detailed record of human impact on vegetation on the Évian Plateau.

The pollen and radiometric data indicate that the base of the profile (dated to  $4615 \pm 75/-70$  years BP) is contemporaneous with several archaeological vestiges dated to the Middle Neolithic. These results invalidate the hypothesis that the onset of the mire was following the ultimate retreat of the Rhone Glacier. The pollen record shows that dense *Abieto-Fagetum* forests dominated the landscape between  $4615 \pm 75/-70$  and  $3130 \pm 35$  years BP. However, recurrent periods characterized by high micro-charcoals accumulations coupled with lowering pollen frequencies of *Abies* and *Fagus* suggest that several deforestations have affected local vegetation. Numerous remains of lacustrine villages, dated to the Middle and Late Neolithic, have been found on the shore of Lake Geneva. Around 150 tombs, contemporaneous

with this period, have also been recently discovered, confirming that the Évian Plateau was intensively occupied by men. The pollen record is characterized by regular occurrences of anthropogenic pollen markers and evidenced that agro-pastoral activities have undoubtedly influenced the evolution of the vegetation in a large area.

After  $2490 \pm 35$  years BP, the human impact increases dramatically as this is testified by a strong decrease of the AP/NAP curve. Occurrences of *Juglans* and *Castanea* confirm that Roman populations settled in the region.

Therefore, archaeological data confronted with results provided by the present study show that the current vegetal landscapes of the Évian Plateau result from long interactions between human activities and the natural environment, since the Middle Neolithic.

There is no doubt that climate change has also influenced the development of the human societies and correlatively their impacts on vegetation. This is particularly relevant for populations living on the shore of Lake Geneva, whose level has highly fluctuated at the boundary between Subboreal and Subatlantic. Future palaeoenvironmental studies – as a combination of palaeoecology, archaeology and palaeoclimatology – should be planned in the area with a view to shading light on this issue.

## 1. Introduction

Depuis plusieurs décennies, les contributions des études pollen-analytiques aux recherches archéologiques n’ont cessé de croître, car elles permettent de replacer l’Homme dans son environnement et de retracer l’histoire du paysage et de la végétation en relation avec les activités anthropiques.

En Europe et dans les Alpes, tout particulièrement, l’agriculture et le pastoralisme ont profondément perturbé les dynamiques naturelles de la végétation depuis six millénaires au moins. Le terme de *cultural* ou

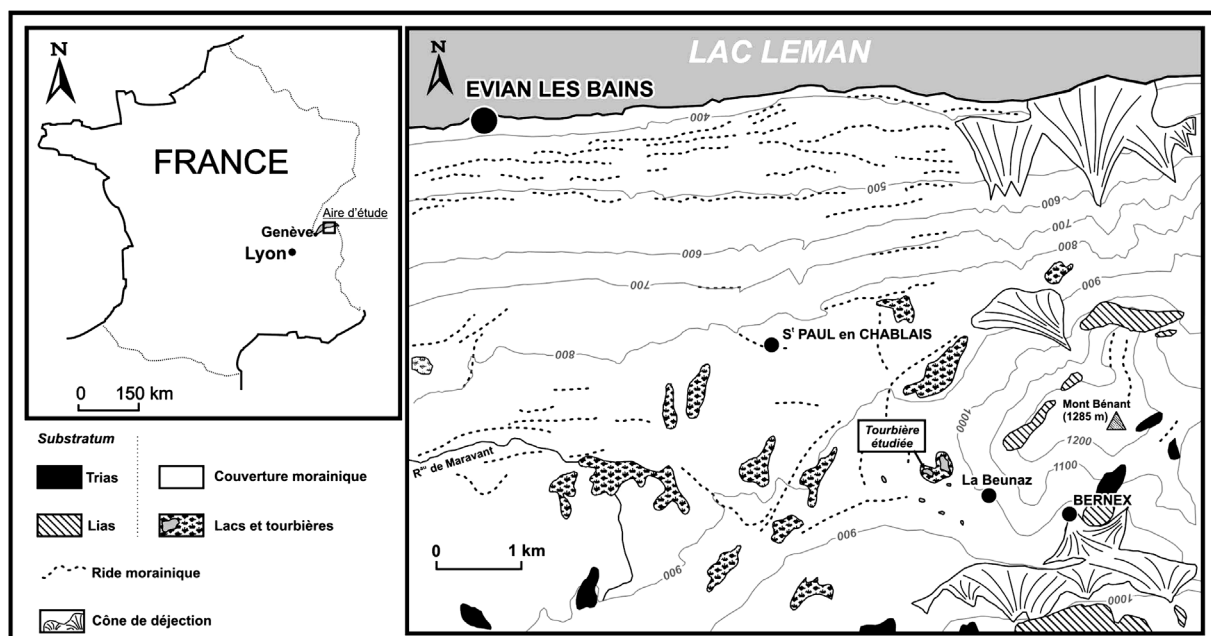


Fig. 1. Localisation du site et contexte géomorphologique.

de *rural landscapes*, fréquemment employé en écologie actuelle [1] et en paléoécologie [2,3], exprime bien cette interaction entre les sociétés humaines et leurs environnements. La reconstitution de l'évolution holocène de ces « paysages culturels » passe donc nécessairement par la confrontation des données paléo-écologiques aux témoignages archéologiques.

Sur la rive suisse du lac Léman, l'abondance de milieux humides et la richesse en vestiges préhistoriques et antiques ont permis ce type d'investigations [4–8]. De nombreuses études paléoenvironnementales dans le proche Massif jurassien [9–11], le bas Dauphiné [12,13] ainsi que dans les Alpes centrales et méridionales [14–17] ont également retracé en détail la dynamique holocène de la végétation, en relation avec l'occupation humaine de ces régions.

En revanche, aucune étude pollinique approfondie n'a vu le jour sur la rive méridionale du lac Léman, à l'exception de quelques travaux pionniers [18,19]. Cette lacune est probablement due à l'extrême difficulté de découvrir des dépôts holocènes exploitables par la palynologie, en raison de mauvaises conditions taphonomiques (Wegmüller, commun. pers., p. 20).

La région d'Évian et de Thonon-Les-Bains (Fig. 1) recèle néanmoins un très grand nombre de tourbières

et d'abondants vestiges archéologiques. Au cours de l'été 2004, à proximité de Thonon-Les-Bains (Fig. 1), la plus grande nécropole néolithique de France a été mise à jour !<sup>1</sup>

Composé d'environ 150 tombes et daté entre 4500 et 3000 ans av. J.-C., cet imposant lieu de sépultures témoigne ainsi de la densité de l'occupation humaine aux abords du lac, au moins depuis le Néolithique moyen. L'impact d'une telle pression sur la végétation environnante a dû être considérable.

Un seul profil tourbeux, prélevé dans la tourbière de la Beunaz, a livré un enregistrement paléoécologique de qualité et contemporain de la nécropole découverte à Thonon-Les-Bains [20].

Cette note présente les résultats des analyses polliniques, radiométriques, lithologiques et micro-anthropologiques menées à la Beunaz et tente de répondre à deux questions majeures :

- (1) quelle fut l'évolution de la végétation sur la rive méridionale du lac Léman depuis le Néolithique moyen ?

<sup>1</sup> Communiqué de presse de l'Inrap du 20 juillet 2004.

- (2) quel fut l'impact des activités humaines sur le couvert végétal, dans une région où la densité des vestiges archéologiques suggère une intense pression d'occupation des territoires [21,22] ?

Cette étude constitue une première contribution inédite à ces la réponse à ces deux questions.

## 2. Localisation. Contexte géomorphologique. Végétation

Entre les communes de Saint-Paul-en-Chablais et Bernex s'étage une série de petits lacs et tourbières sur le versant sud-est du mont Bénant (Fig. 1). Ces milieux humides sont disposés de façon irrégulière entre deux séries de rides morainiques : leur origine serait alors glaciaire [23].

La tourbière étudiée est située à 971 m d'altitude au nord-ouest du lac principal de la Beunaz (Fig. 1). Elle est entourée par une hêtraie dense relictuelle, caractéristique de l'étage montagnard dans cette partie du plateau d'Évian. Quelques rares spécimens de *Picea* et d'*Abies* se mêlent également à la hêtraie. Le marais est couvert par des Cypéracées (*Eriophorum angustifolium*, *Carex* sp., *Molinia* sp.), quelques massifs à sphaignes et une phragmitaie (en bordure nord). *Betula pubescens*, *Frangula alnus* et *Picea abies* croissent également sur la tourbière en phase de comblement.

## 3. Matériel et méthodes

### 3.1. Analyses polliniques. Lithologie

Un profil sédimentaire de 690 cm a été prélevé au centre de la tourbière au moyen d'un carottier russe [24] ; un pas d'échantillonnage de 5 cm a été choisi et l'extraction pollinique a été réalisée selon une méthode dérivée de Faegri et al. [25].

L'expertise sous microscope a été effectuée au grossissement 500× sous immersion d'huile ; la somme pollinique moyenne comptée est de 395 grains. Les pourcentages polliniques ont été calculés sur la base des sommes polliniques totales, dont sont exclus les grains de pollen des taxons aquatiques et les spores.

Le diagramme pollinique en fréquences relatives est présenté sur la Fig. 2. Des taxons très peu représentés et n'apportant pas d'information écologique ou biostratigraphique déterminante ne sont pas représentés, par souci de clarté graphique. La zonation du diagramme a été conçue en tenant compte des assemblages polliniques majeurs et de leur évolution chronologique [26]. La lithologie du profil sédimentaire est reportée sur le diagramme (Fig. 2). Il faut signaler un hiatus entre 368 et 380 cm, correspondant à une absence de sédiment (Fig. 2) liée à une poche d'eau.

### 3.2. Analyse des micro-charbons

Les particules charbonneuses n'ont pas fait l'objet de traitements d'extraction spécifiques et ont été dénombrées au cours de l'analyse pollinique, car plusieurs auteurs ont montré l'intérêt des comptages couplés micro-charbons/pollen [27,28], en particulier pour mettre en évidence des occurrences de feux d'amplitude régionale [29].

Les résultats de nos comptages sont exprimés en nombre de micro-charbons par gramme de sédiment et sont présentés sur la Fig. 3 conjointement avec les courbes polliniques :

- (1) des fréquences relatives de *Corylus*, des taxons de la hêtraie sapinière (*Abies*, *Fagus*) et de la chênaie mixte (*Quercus caduc.*, *Fraxinus*, *Acer*, *Tilia*, *Ulmus*, *Hedera*) ;
- (2) des concentrations (nombre de grains par gramme de sédiment) des taxons de la hêtraie sapinière (*Abies*, *Fagus*) et de la chênaie mixte (*Quercus caducifolié*, *Fraxinus*, *Acer*, *Tilia*, *Ulmus*, *Hedera*).

### 3.3. Datations <sup>14</sup>C

Sept échantillons de matière organique (tourbe, bois) ont été préparés et datés par AMS au Poznan Radiocarbon Laboratory. Un échantillon de gyttja, prélevé à la base du profil, a été daté par le Centre de datation par le radiocarbène de Lyon. Les résultats des huit datations sont présentés dans le Tableau 1 ainsi que sur le diagramme pollinique (Fig. 2). Seul l'âge 3585 ± 35 ans BP (obtenu sur sédiment) est incohérent dans la chronologie obtenue (Fig. 2) ; il n'est donc pas retenu dans l'interprétation des résultats.

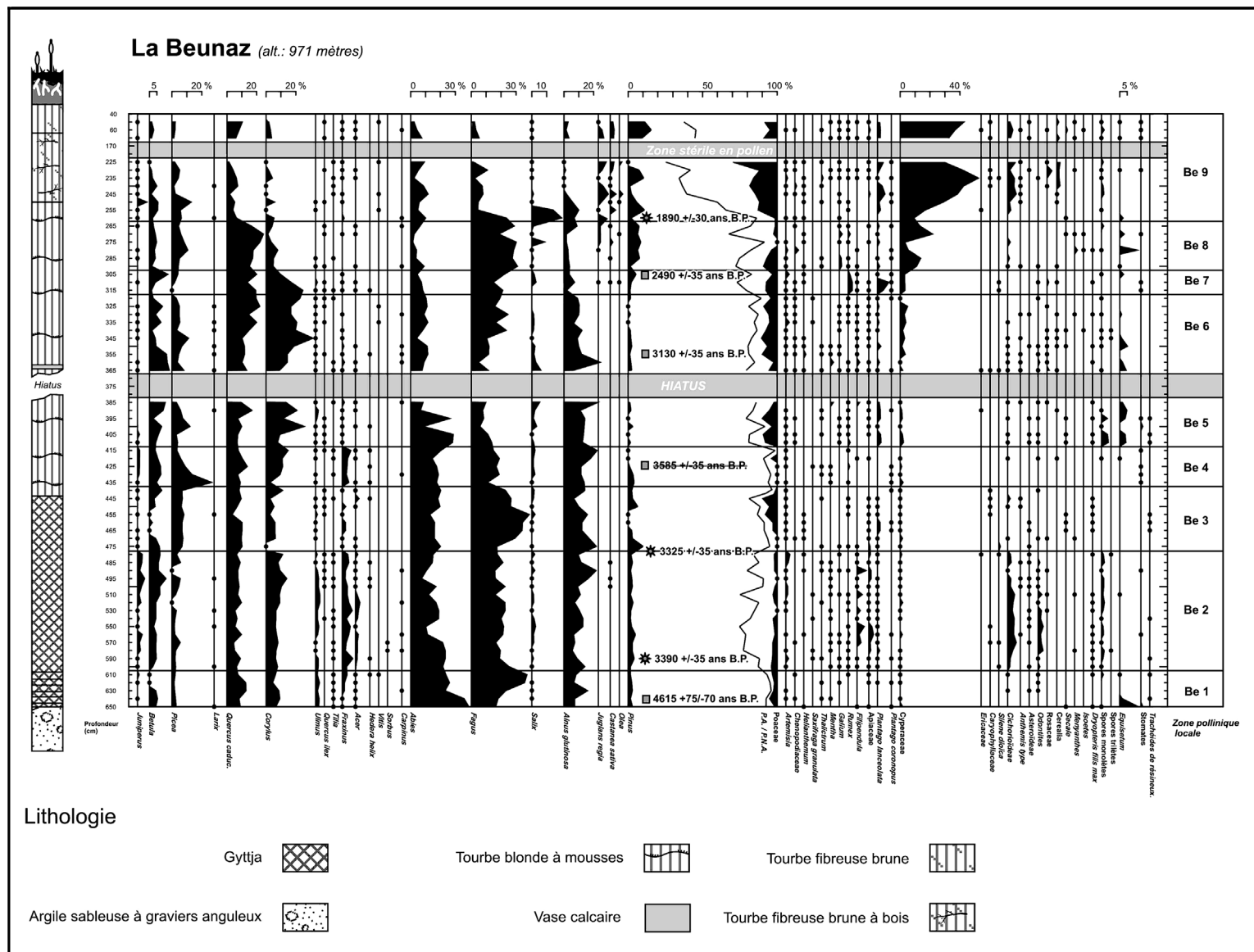


Fig. 2. Diagramme pollinique simplifié (fréquences relatives) et lithologie du profil de la Beunaz (les âges <sup>14</sup>C marqués par une étoile ont été obtenus sur bois, les autres ont été mesurés sur sédiment tourbeux et sur gytja à la base).

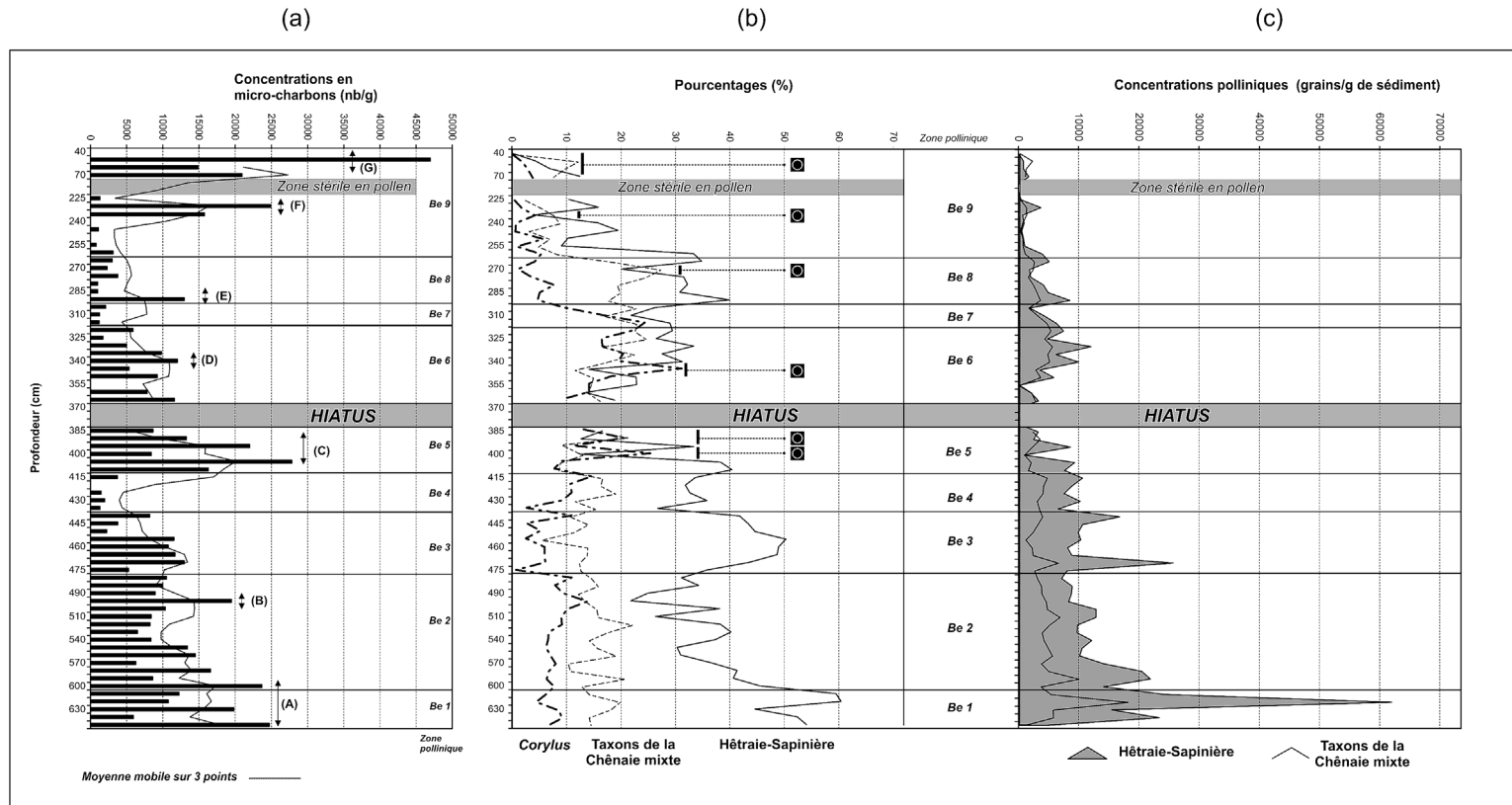



Fig. 3. Évolution des concentrations en micro-charbons (a), des fréquences polliniques de *Corylus*, des taxons de la chênaie mixte, de la hêtraie–sapinière (b) et des concentrations des taxons de la hêtraie–sapinière et de la chênaie mixte (c). Les lettres entre parenthèses désignent les pics remarquables des concentrations maximales en micro-charbons. Les périodes désignées par le symbole  sont caractérisées par des pourcentages de la hêtraie–sapinière inférieurs à ceux de *Corylus* ou à ceux de la chênaie mixte.

Tableau 1  
Datations  $^{14}\text{C}$ 

Réf. échantillon/nature	Niveau/intervalle stratigraphique (cm)	Âge non calibré (années $^{14}\text{C}$ BP)	Âge $^{14}\text{C}$ calibré (années BC/AD)
Poz-5742 (bois)	260	1890 $\pm$ 30	50 AD–220 AD
Poz-5738 (tourbe)	258–260	1900 $\pm$ 30	20 AD–220 AD
Poz-5739 (tourbe)	305–308	2490 $\pm$ 35	790 BC–380 BC
Poz-5740 (tourbe)	352–356	3130 $\pm$ 35	1500 BC–1300 BC
Poz-5741 (tourbe)	422–425	3585 $\pm$ 35	2040 BC–1870 BC
Poz-5744 (bois)	478	3325 $\pm$ 35	1690 BC–1510 BC
Poz-5745 (bois)	590	3390 $\pm$ 35	1770 BC–1600 BC
AA-11954 (gyttja)	645–650	4615 $\pm$ 70	3650 BC–3050 BC

## 4. Résultats et discussion

### 4.1. Âge et modalité de mise en place de la tourbière de la Beunaz

Le profil lithologique révèle qu'un marais peu profond s'est rapidement mis en place sur le site de la Beunaz, car la dynamique sédimentaire débute vers 4615  $\pm$  75/–70 ans BP (Néolithique moyen) par des dépôts fins de gyttja sur des faciès détritiques argilo-sableux. Puis entre 3325  $\pm$  35 et 3130  $\pm$  35 ans BP, le milieu humide se comble avec la formation de tourbes blondes fibreuses et compactes.

L'interprétation palynostratigraphique des données polliniques, recueillies à la base du profil de la Beunaz, confirme le calage chronologique livré par l'âge  $^{14}\text{C}$  obtenu à la base du profil (4615  $\pm$  70 ans BP).

En effet, le début de l'enregistrement pollinique (zone pollinique Be 1, Fig. 2) est largement dominé par les taxons arboréens, en particulier par *Abies* et *Fagus*. Or, la présence massive du sapin et du hêtre est enregistrée dans de nombreux profils polliniques alpins à la transition Atlantique/Subboréal :

- dans le bas Dauphiné, le développement d'une sapinière est observé pendant l'Atlantique ; *Fagus* se mêle ensuite à *Abies* vers 7000 ans BP, mais la véritable expansion de la hêtraie sapinière a lieu pendant le Subboréal [12,13] ;
- dans les Alpes françaises centrales et méridionales, la domination d'*Abies* et de *Fagus* est également observée dans les enregistrements polliniques entre 5000 et 3000 ans BP [14,30,31] (Subboréal) ;
- en Suisse, le fort développement de la hêtraie sapinière caractérise les profils polliniques à la tran-

sition Atlantique supérieur/Subboréal ; son optimum est toujours daté entre 5300 et 3000 ans BP [5,32–34]. Un profil prélevé dans la rade de Genève a livré un enregistrement pollinique caractérisé par un optimum d'*Abies* et de *Fagus* vers 4030  $\pm$  60 ans BP [35].

Les données polliniques sont bien en accord l'âge néolithique (subboréal) estimé par la mesure radiométrique de la base du profil de la Beunaz.

La mise en place de la tourbière est donc très postérieure au Tardiglaciaire et n'a pas d'origine glaciaire, comme Gagnebin l'avait proposé [23]. Un effondrement des terrains pendant l'Holocène a pu engendrer une dépression à l'origine de la tourbière. En effet, la géologie de cette partie du plateau est marquée par la présence, à faible profondeur, du substratum composé de gypse et de cargneules [20,36], dont la dissolution entraîne fréquemment la formation de dolines. La nature carbonatée détritique caillouteuse de la base du profil sédimentaire de la Beunaz conforte cette hypothèse : la tourbière étudiée a certainement une origine karstique ! [20].

### 4.2. Dynamique de la végétation

L'enregistrement pollinique débute pendant la période majeure d'implantation de la civilisation de Cortaillod sur la rive méridionale du lac Léman, au Néolithique moyen :

- des tombes datées de 3850 ans av. J.-C. témoignent d'une présence humaine importante dans la région d'Évian [22] ;

- de nombreux vestiges palafittiques ont été découverts en rive sud-lémanique, tous datés entre 4500 et 3000 ans BP *uncal.* [37].

L'étude pollinique du profil de la Beunaz nous a permis de reconstituer l'évolution de la végétation et d'estimer les perturbations que cette occupation humaine a pu engendrer sur les paysages forestiers du plateau d'Évian.

#### 4.2.1. Zone pollinique Be 1 : premier optimum de *Fagus*

Le profil pollinique débute par une chute significative des taux d'*Abies* suivie d'un premier optimum de *Fagus*.

*Abies* et *Fagus* sont d'ailleurs alternativement dominants tout au long de l'enregistrement pollinique. Ce type de dynamique est décrit pour la première fois en Suisse par Welten [38], mais également dans les profils polliniques du Moyen Pays romand [5], dans le profil de Cerin [39], du Grand Lemps [12,13] et dans une séquence paléolacustre lémanique [35].

Dans les Alpes, cette expansion et ces dynamiques alternées du sapin et du hêtre ont probablement été conditionnées par des phénomènes de compétition, par des perturbations d'ordre climatique ou par des feux [40–42]. Cette dernière hypothèse pourrait expliquer le déclin momentané du sapin observé au début de l'enregistrement pollinique de la Beunaz : en effet, la zone pollinique Be 1 est à la fois caractérisée par des concentrations élevées de micro-charbons (pics A, Fig. 3) et par des diminutions significatives des taux d'*Abies*. Ainsi, des feux sont peut-être responsables du déclin transitoire du sapin observé à la Beunaz, momentanément à la faveur du hêtre, dont les pourcentages polliniques demeurent élevés.

La chênaie située à plus basse altitude, n'aurait pas été affectée par ces incendies : les taux de *Quercus* restent stables autour de 10 %. Aucune dynamique marquée n'est observée ; *Tilia*, *Acer*, *Fraxinus* et *Ulmus* sont représentés par des courbes continues. Ces éléments indiquent la présence et la stabilité d'une chênaie caducifoliée mixte sur le bas plateau d'Évian.

Enfin, une courbe continue de *Picea* est également enregistrée dans la zone pollinique Be 1. L'implantation de l'épicéa dans la hêtraie–sapinière n'apparaît pas comme synchrone dans l'ensemble de l'arc alpin :

généralement, un âge proche de 3000 ans BP est retenu pour la Haute-Savoie [43,44], mais *Picea* apparaît :

- vers 4700 ans BP dans des profils nord alpins [30] ;
- aux alentours de  $5970 \pm 60$  ans BP dans la région d'Annecy [45] ;
- vers 4000 ans BP dans le Mercantour [14] et le bas Dauphiné [12].

La datation radiométrique de la base du profil pollinique de la Beunaz indique que *Picea* était déjà présent sur le plateau d'Évian vers 4600 ans BP ; mais son implantation sur la rive sud-lémanique est certainement antérieure, car il est présent en continu dans les enregistrements polliniques, vers 6000 ans BP en Suisse centrale [34] et vers la fin de l'Atlantique en Suisse occidentale [46].

#### 4.2.2. Zone pollinique Be 2 : premier déclin de la hêtraie–sapinière

La zone Be 2 est caractérisée par une diminution du pollen arboréen, correspondant à un net retrait de la hêtraie–sapinière (Fig. 2) : après la chute d'*Abies* initiée précédemment (zone Be 1), les taux de *Fagus* diminuent à leur tour vers  $3390 \pm 35$  ans BP. La progression des fréquences de *Juniperus* (qui forment désormais une courbe) et l'augmentation des taux d'*Artemisia* (Fig. 2) témoignent également d'une nette ouverture du milieu.

Par ailleurs, les taux polliniques et les concentrations de *Corylus* augmentent significativement en fin de zone Be 2, caractérisée par les pourcentages les plus faibles d'*Abies* et de *Fagus* ainsi que par des concentrations en micro-charbons élevées (pic B, Fig. 3). D'après Tinner et al. [42], *Corylus* est une essence ubiquiste héliophile, qui a tendance à remplacer rapidement *Abies* après incendie.

L'évolution de la flore herbacée est clairement marquée par une recrudescence de taxons rudéraux à nitrophiles tels que les Cichorioïdeae, Apiaceae, *Filipendula*, *Odontites*, *Rumex* et de *Plantago lanceolata*. Le développement de ce type de végétation « prairiale » indique que des perturbations importantes ont certainement eu lieu sur le couvert forestier environnant :

- des activités agropastorales se sont probablement implantées sur le plateau d'Évian ;



- l'augmentation des taux de Cichorioïdeae (zone Be 2), souvent observée à la suite de feux dans des enregistrements polliniques suisses [42], témoigneraient également de défrichements.

Signalons enfin qu'une étude pédologique a mis en évidence une période d'érosion massive et de fort colluvionnement, certainement liée à une intense déforestation du haut plateau évienais vers environ  $4210 \pm 116$  ans BP [47]. L'augmentation significative des taux de spores monolètes et les occurrences régulières de *Dryopteris filis-max*, observées dans l'enregistrement pollinique de la Beunaz, sont également caractéristiques d'une probable ouverture des forêts et d'une instabilité des sols [48].

Tous ces indices convergent vers l'hypothèse de déforestations importantes (opérées principalement sur la hêtraie-sapinière). Des feux d'origine anthropique seraient ainsi responsables de ces défrichements, probablement à vocation agropastorale.

La chênaie mixte n'a été que peu perturbée car :

- les pourcentages de *Quercus* et d'*Ulmus* restent stables,
- les courbes polliniques de *Fraxinus* et d'*Acer* sont continues et croissantes.

Cette relative stabilité de la chênaie mixte pendant le déclin de la hêtraie-sapinière est également observée dans de nombreux profils suisses au début du Subboréal [5,41,46,49,50].

#### 4.2.3. Zone pollinique Be 3 : second optimum de *Fagus*

Le hêtre atteint son second optimum aux dépens du sapin, dont les fréquences varient peu. En revanche, l'augmentation significative des taux de *Picea* indique son développement croissant et sa substitution progressive au sapin. Les taux de *Quercus* restent stables, alors que ceux de *Fraxinus*, de *Tilia* et d'*Acer* diminuent sensiblement. *Ulmus* décline également et ne recouvrera plus ses valeurs antérieures. En Suisse, la dégradation des populations d'orme n'est pas synchrone avec celle des populations ouest-européennes, et s'étage entre 6000 et 4000 ans BP [2].

L'origine de la régression d'*Ulmus* n'est pas clairement établie : bien que la compétition ait pu précipiter

sa chute [51], ou encore des maladies [52] la pression anthropique est certainement un facteur majeur de son déclin [34]. Welten [53] évoque des pratiques de récolte de rameaux d'ormes et de frênes pour le fourrage d'hiver, qui pourraient expliquer la diminution des pourcentages de *Fraxinus* et d'*Ulmus* souvent observés dans les profils polliniques suisses lémaniques.

La zone Be 3 est également caractérisée par des occurrences significatives de *Plantago lanceolata* et de *Secale*, qui témoignent probablement de pratiques culturelles et pastorales dans la région.

#### 4.2.4. Zone pollinique Be 4 : optimum de *Picea*

La zone est marquée par un pic maximal de *Picea*, associé à une chute transitoire de *Fagus* (les taux d'*Abies* demeurent constants). Ce maximum est daté de  $3585 \pm 35$  ans BP, mais cet âge doit être rejeté, car il est discordant avec le reste de la série de datations  $^{14}\text{C}$  (voir Tableau 1 et Fig. 2).

La hêtraie-sapinière se maintient en tant que formation forestière dominante (Figs. 2 et 3). *Fraxinus* est à nouveau représenté par une courbe continue, alors que les pourcentages de *Quercus* n'augmentent pas. On observe également, pour la même période, une recrudescence du frêne dans certains profils polliniques du Plateau suisse [53].

Le cortège herbacé anthropogénique n'est pas fortement représenté dans la zone Be 4 ; le rapport PA/PNA est très élevé et les concentrations en micro-charbons sont faibles (Figs. 2 et 3), ce qui ne plaide pas en faveur d'activités humaines importantes pendant cette période. Signalons toutefois la présence singulière de *Cerealia*.

#### 4.2.5. Zones polliniques Be 5–Be 6 : nouvelle dégradation de la hêtraie-sapinière

*Fagus* décline, puis *Abies*, après deux maximums transitoires. Les pourcentages de la hêtraie-sapinière sont en nette diminution, alors que *Corylus* atteint son optimum dans la zone pollinique Be 6 (Fig. 2).

À nouveau, une phase à *Corylus* est observée consécutivement à des pics de concentrations maximales en micro-charbons (zone pollinique Be 5, pic C, Fig. 3). L'optimum du noisetier intervient vers  $3130 \pm 35$  ans BP. Son expansion est certainement liée à des incendies, mais également au déclin des grandes for-

mations forestières qui occupent le plateau d'Évian (chênaie et hêtraie-sapinière).

Le cortège herbacé est dominé par les Poaceae et *Plantago lanceolata*, représentés par une courbe continue (zone pollinique Be 5, Fig. 2), associés à *Artemisia*, *Rumex*, *Galium*, *Cerealia*, *Secale*, les Chenopodiaceae et les Apiaceae, sous forme d'occurrences régulières. Le développement de cette flore anthropogénique variée témoigne d'une intensification des perturbations liées à la mise en culture des terrains et au pastoralisme.

#### 4.2.6. Be 7–Be 8 : dernier optimum de Fagus

*Fagus* atteint son dernier optimum dans la zone pollinique Be 8; *Abies* achève son déclin et ne concurrence plus *Fagus*. On observe également une dernière phase d'expansion de *Quercus* (zone Be 8, Fig. 2). Cet optimum tardif du chêne, daté à la Beunaz entre  $2490 \pm 35$  ans BP et  $1890 \pm 30$  ans BP, est enregistré dans des profils polliniques suisses (pendant le Subatlantique [5,34], sud-lémaniques [35,54] et dauphinois [12,13]. D'après Welten [53], ce développement de la chênaie serait lié à sa préservation par l'homme, dans le but de faire paître le bétail porcin en sous-bois.

Cette dernière phase à *Quercus*, caractéristique du Subatlantique nord-alpin est généralement attribuée à l'époque romaine [2,32,34,41,50]. Les premières occurrences de *Juglans* et de *Castanea* attestent cette occupation romaine dans l'ensemble des Alpes du Nord [22,55]. La date de  $2490 \pm 35$  ans BP (790~380 ans av. J.-C.) obtenue à la Beunaz pour l'apparition du noyer et du châtaignier doit donc être vieillie.

Les Romains ont peut-être précipité le déclin du sapin dans la région d'Évian : son bois était prisé comme matériau de construction pour les bâtiments et les navires [56,57]. Par ailleurs, ils pratiquaient certainement une gestion forestière des défrichements sur les sous-bois [31,57]. Le pic E de micro-charbons (Fig. 3), contemporain de la chute des taux de *Corylus*, pourrait indiquer que des débroussaillages sélectifs ont été pratiqués en sous-bois.

Les courbes continues de *Rumex*, *Plantago lanceolata* (zone pollinique Be 7, Fig. 2), et les occurrences régulières de *Galium* témoignent également des perturbations liées à la romanisation massive de la région genevoise [58,59], et plus largement du Bassin lémanique.

#### 4.2.7. Be 9 : intensification de la pression anthropique

Cette période est marquée par une accentuation de la détérioration du couvert forestier. On observe :

- une chute brutale du rapport PA/PNA et le déclin de toutes les espèces forestières caducifoliées (Fig. 2);
- des concentrations en micro-charbons très élevées (pics F et G, Fig. 3);
- une recrudescence de *Juglans*, *Castanea*, *Cerealia*, *Plantago lanceolata*, des Cichorioïdeae et des Rosaceae, toujours en association avec un cortège anthropogénique varié (Chenopodiaceae, *Rumex*, *Mentha*, *Galium*);
- une augmentation rapide des taux de Poaceae.

Les déclins rapides de *Quercus* et de *Corylus*, datés de  $1890 \pm 30$  ans BP (50~220 ans apr. J.-C.) sont indubitablement liés à une pression anthropique croissante sur le plateau d'Évian mais également dans l'ensemble de l'Europe, à partir de la seconde moitié du Subatlantique.

L'enregistrement de la végétation locale indique une asphyxie progressive du marais en cours de comblement, avec l'accroissement brutal des taux de Cyperaceae. *Salix* connaît également un bref développement (début de zone Be 9, Fig. 2).

Les deux mètres supérieurs du profil n'ont pas livré d'enregistrement pollinique continu : des hiatus et des concentrations polliniques trop faibles (sans doute en raison de problèmes taphonomiques) ne permettent pas de reconstituer l'évolution récente de la végétation, notamment au Moyen Âge.

### 4.3. Occupation de la région par l'homme

#### 4.3.1. Témoignages archéologiques

L'enregistrement pollinique de la Beunaz témoigne de profondes perturbations dans l'évolution de la végétation sur le haut plateau d'Évian. L'origine principale de ces dégradations est indubitablement anthropique, car les données archéologiques indiquent une occupation humaine massive des rives du lac Léman, au moins depuis la seconde moitié de l'Holocène.

De nombreux vestiges archéologiques ont révélé qu'une civilisation magdalénienne s'est installée dans la région genevoise immédiatement après les derniers

retraits glaciaires [58] : il s'agissait principalement de chasseurs-cueilleurs vivant, soit dans des abris sous roche [59], soit en bordure de lacs subalpins [60], et dont l'impact sur les communautés végétales était certainement modeste (en raison du nomadisme de ces peuples).

Les premiers indices de sédentarisation dans la région d'Évian apparaissent au cours du Néolithique [37]. De nombreux témoignages d'habitats lacustres ont été mis à jour en bordure du lac Léman : lors de campagnes de fouilles en 1996 et 1997, un grand nombre de pilotis sur les rivages du lac ont été découverts à proximité de Thonon-les-Bains. Les analyses radiométriques et dendrochronologiques de ces bois de chêne immergés ont montré que cette occupation débute dès le Néolithique ancien, vers  $5720 \pm 50$  ans BP (datation sur pieu à Port Ripaille, Thonon), pour s'intensifier à l'âge du bronze, vers  $3075 \pm 40$  ans av. J.-C. [21] : au total, près de 23 gisements ont livré des vestiges d'habitats préhistoriques à protohistoriques sur les bords du lac Léman. Ces deux phases principales d'occupations palafittiques, au Néolithique et à l'âge du bronze, sont connues dans l'ensemble du bassin genevois [61], mais également dans le proche Jura [10,62].

Enfin, la découverte récente d'une grande nécropole néolithique en bordure du lac Léman a confirmé que la rive sud-lémanique était densément peuplée dès le début la période couverte par l'enregistrement pollinique de la Beunaz. L'étude en cours des tombes mises à jour (Baudais, INRAP, comm. pers.) va certainement apporter de précieuses informations sur la nature et l'ampleur démographique de ces peuplements littoraux.

#### 4.3.2. Une occupation humaine influencée par des changements climatiques ?

Des travaux ont mis en évidence une variabilité climatique importante pendant l'Holocène, influant sur les niveaux des grands lacs circum-alpins [60,63,64]. Ces variations de niveau n'étaient certainement pas sans conséquences sur les sociétés vivant en zones littorales de ces lacs.

Des comparaisons entre l'évolution des niveaux lacustres, du climat et de l'impact anthropique ont effectivement mis en évidence le fait que des périodes d'intense activité humaine étaient fréquemment corrélées

à des épisodes d'instabilité des niveaux de ces lacs [55,65,66].

D'après Magny et Olive [63], le lac Léman aurait subi de fortes et rapides élévations de son niveau à la transition Subboréal/Subatlantique. Se pourrait-il alors que les populations littorales aient été contraintes à plusieurs reprises d'abandonner leurs habitats lacustres, pour s'implanter en partie haute sur le plateau [61] ? Seules de nouvelles études pluridisciplinaires (analyses polliniques, anthracologiques, pédologiques, lithostratigraphiques, archéologiques) permettraient de répondre à cette question.

### Remerciements

Nous tenons à remercier la société Danone Eau France pour le soutien financier qu'elle a apporté au programme pluridisciplinaire Aqualp II dont fait partie de travail.

### Références

- [1] M. Antrop, Why landscapes of the past are important for the future, *Land. Urban Plann.* 70 (2005) 21–34.
- [2] B. Ammann, Palynological evidence of prehistoric anthropogenic forest changes on the Swiss Plateau, in : H.H. Birks, H.J. Birks, P.E. Kaland, D. Moe (Eds.), *The Cultural Landscape – Past, Present, and Future*, Cambridge University Press, 1988, pp. 289–302.
- [3] E. O'Rourke, Socio-natural interaction and landscape dynamics in the Burren, Ireland, *Land. Urban Plann.* 70 (2005) 69–83.
- [4] M. Welten, Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz, *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 85 (1972) 69–74.
- [5] M.-J. Gaillard, Étude palynologique de l'évolution tardi- et postglaciaire de la végétation du Moyen Pays romand (Suisse), thèse, 1984, 581 p.
- [6] M.-J. Gaillard, G. Lemdahl, Lateglacial insect assemblages from Grand-Marais, south-western Switzerland. Climatic implications and comparison with pollen and plant macrofossil data, *Diss. Bot.* 234 (1994) 287–308.
- [7] B. Ammann, A.F. Lotter, U. Eicher, M.-J. Gaillard, B. Wohlfarth, W. Haeblerli, G. Lister, M. Maisch, F. Niessen, C. Schlüchter, The Würmian Late Glacial in lowland Switzerland, *J. Quat. Sci.* 9 (1994) 119–125.
- [8] L. Wick, Vegetational response to climatic changes recorded in Swiss Late Glacial lake sediments, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 159 (2000) 231–250.
- [9] H. Richard, Nouvelles contributions à l'histoire de la végétation franc-comtoise tardiglaciaire et holocène à partir des

- données de la palynologie, thèse, université de Franche-Comté, 1983, 155 p.
- [10] H. Richard, Palynological micro-analysis in Neolithic lake dwellings, *J. Archaeol. Sci.* (1992) 1–19.
- [11] C. Bégeot, H. Richard, P. Ruffaldi, G. Bossuet, Enregistrement pollinique des changements climatiques de l'interstade Bölling/Alleröd dans l'est de la France, *Bull. Soc. géol. Fr.* 1 (2000) 51–58.
- [12] J. Clerc, Recherches pollen-analytiques sur la paléocologie tardiglaciaire et holocène du bas Dauphiné, thèse, université Aix-Marseille-3, 1988, 179 p.
- [13] J. Clerc, M. Magny, J. Mouthon, Histoire du milieu lacustre du bas Dauphiné : Le Grand Lemps. Étude palynologique des remplissages tardiglaciaires et holocènes, et mise en évidence des fluctuations lacustres à l'aide des analyses sédimentologiques et malacologiques, *Rev. Paléobiol.* (1989) 1–19.
- [14] J.-L. de Beaulieu, Contribution pollen-analytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises, thèse, université Aix-Marseille-3, 1979, 358 p.
- [15] G. Digerfeldt, J.-L. de Beaulieu, J. Guiot, J. Mouthon, Reconstruction and paleoclimatic interpretation of Holocene lake-level changes in Lac de Saint-Léger, Haute Provence, southeast France, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* (1997) 231–258.
- [16] F. David, Le Tardiglaciaire des Ételles (Alpes françaises du Nord) : instabilité climatique et dynamique de végétation, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. III* 324 (2001) 373–380.
- [17] H. Noël, E. Garbolino, A. Brauer, E. Lallier-Vergès, J.-L. de Beaulieu, J.-R. Disnar, Human impact and erosion during the last 5000 years as recorded in lacustrine sedimentary organic matter at Lac d'Annecy, the French Alps, *J. Paleolimnol.* 25 (2001) 229–244.
- [18] J. Becker, Étude palynologique des tourbes flandriennes des Alpes françaises, thèse, Mém. Serv. Carte Géol. Alsace et de Lorraine (1952) 9–14.
- [19] J. Sauvage, C. Serruya, Au sujet de la présence d'un Dryas dans les sédiments du lac Léman, au large de Thonon-les-Bains (Haute-Savoie), *C. R. Acad. Sci. Paris* 259 (1964) 3310–3313.
- [20] F. Guiter, Contribution pollen-analytique à l'histoire de la végétation au cours des derniers 100 000 ans dans la région d'Évian (Haute-Savoie, France) : implications pour la chronologie du dernier glacier du Rhône, thèse, université Aix-Marseille-3, 2003, 272 p.
- [21] Y. Billaud, A. Marguet, Le site Bronze final de Tougues à Chens-sur-Léman (Haute-Savoie) : stratigraphie, datations absolues et typologie, in : *Archéologie et Environnement en milieux aquatiques*, Actes du 116<sup>e</sup> congrès national des sociétés savantes, Commission de Pré- et Protohistoire, Chambéry, 1992, pp. 311–347.
- [22] A. Bocquet, Archéologie et peuplement des Alpes françaises du Nord au Néolithique et aux âges des métaux, *L'Anthropologie*, Paris 101 (1997) 291–393.
- [23] E. Gagnebin, Les lacs de la Bennaz, au-dessus d'Évian (Haute-Savoie), *Bull. Lab. Géol. Univ. Lausanne* 60 (1938) 1–26.
- [24] P.C. Jowsey, An improved peat sampler, *New Phytol.* 65 (1966) 245–248.
- [25] K. Faegri, F. Iversen, P.E. Kaland, K. Krzywinski, *Textbook of Pollen Analysis*, fourth ed., John Wiley, Chichester, UK, 1989, 328 p.
- [26] H.J.B. Birks, Numerical zonations of Flandrian pollen data, *New Phytol.* 73 (1974) 351–358.
- [27] W.A. Patterson, K.J. Edwards, D.J. Macguire, Microscopic charcoal as a fossil indicator of fire, *Quat. Sci. Rev.* 6 (1987) 3–23.
- [28] M. Kangur, Methodological and practical aspects of the presentation of microscopic charcoal data from lake sediments, *Veg. Hist. Archaeobot.* 11 (2002) 289–294.
- [29] H. Almquist-Jacobson, Interactions of Holocene climate, water balance, vegetation, fire, and cultural land-use in the Swedish Bordeland, *Lundqua Thesis*, 30, Lund University, Suède, 1994, 82 p.
- [30] F. David, Évolutions de la limite supérieure des arbres dans les Alpes françaises du Nord depuis la fin des temps glaciaires, thèse, université Aix-Marseille-3, 1993, 91 p.
- [31] T. Nakagawa, Études palynologiques dans les Alpes françaises centrales et méridionales : histoire de la végétation tardiglaciaire et holocène, thèse, université Aix-Marseille-3, 1998, 206 p.
- [32] B. Ammann, M.-J. Gaillard, A.F. Lotter, in : B.E. Berglund, H.J.B. Birks, M. Ralska-Jasiewiczowa, H.E. Wright (Eds.), *Palaeoecological Events during the Last 15 000 years. Regional Syntheses of Palaeoecologies Studies of Lakes and Mires in Europe*, Wiley, Chichester, UK, 1996, pp. 647–666.
- [33] A. Schwalb, P. Hadorn, N. Thew, F. Straub, Evidence for Late Glacial and Holocene environmental changes from subfossil assemblages in sediments of Lake Neuchâtel, Switzerland, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 140 (1998) 307–323.
- [34] A. Lotter, Late-glacial and Holocene vegetation history and dynamics as shown by pollen and plant macrofossil analyses in annually laminated sediments from Soppensee, central Switzerland, *Veget. Hist. Archaeobot.* 8 (1999) 165–184.
- [35] A.-M. Rachoud-Schneider, in : *Découvrir le Léman. 100 ans après Antoine Forel*, Actes du colloque pluridisciplinaire de Nyon. *Le Léman palynologique depuis le dernier âge glaciaire*, 1999, pp. 433–450.
- [36] A. Triganon, Géométrie et fonctionnement d'un aquifère quaternaire du Bassin lémanique. Étude géologique et application de nouvelles méthodes isotopiques sur le système hydrominéral d'Évian, France, thèse, université d'Avignon, 2002, 308 p.
- [37] P. Olive, La région du lac Léman depuis 15 000 ans : données paléoclimatiques et préhistoriques, *Rev. Géogr. phys. Géol. dynam.* (1972) 253–264.
- [38] M. Welten, Pollenanalytische, stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez, *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 21 (1944) 1–201.
- [39] P. Ruffaldi, Histoire de la végétation du Jura méridional depuis le retrait du glacier würmien à partir des données palynologiques du lac de Cerin (Ain, France), thèse, université de Franche-Comté, Besançon, 1993, 223 p.
- [40] J.N. Haas, Pollen and plant macrofossil evidence of vegetation change at Wallisellen-Langachermoos (Switzerland) during the Mesolithic–Neolithic transition 8500 to 6500 years ago, *Diss. Bot.* 267 (1996) 1–67.

- [41] I. Richoz, Étude paléocéologique du lac de Seedorf (Fribourg, Suisse). Histoire de la végétation et du milieu durant l'Holocène ; le rôle de l'homme et du climat, Diss. Bot. 234 (1998) 423–445.
- [42] W. Tinner, M. Conedera, B. Ammann, H.W. Gäggeler, S. Gedy, R. Jones, B. Sässeger, Pollen and charcoal in lake sediments compared with historically documented forest fires in Southern Switzerland since AD 1920, The Holocene 8 (1998) 31–42.
- [43] J.-L. de Beaulieu, M. Couteaux, A. Pons, M. Reille, H. Triat-Laval, Première approche d'une histoire post-würmienne de quelques taxons arborés dans le Sud-Est de la France, Rev. Paléobiol. (vol. spéc.) (1984) 11–24.
- [44] J.-L. de Beaulieu, J. Kostenzer, K. Reich, Dynamique forestière de la haute vallée de l'Arve (Haute-Savoie) et migrations de *Abies* et de *Picea* dans les Alpes occidentales, Diss. Bot. 234 (1993) 253–275.
- [45] F. David, G. Farjanel, M.-P. Jolly, Enregistrement de l'histoire de la végétation tardiglaciaire et holocène dans un grand lac : le lac d'Annecy, Géogr. Phys. Quat. 54 (2000) 91–103.
- [46] B. Wohlfarth, A.-M. Schneider, Lateglacial and Holocene litho- and biostratigraphy of Lake Biel, western Switzerland, Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat. 80 (1991) 435–457.
- [47] E. Toubhans, Étude pédologique chronoséquentielle des terrasses quaternaires de Thonon-Les-Bains (Haute-Savoie), Mém. DEA, Ina Orstom, université Pierre-et-Marie-Curie, Paris, 1978, 12 p. + annexes.
- [48] O. Heiri, L. Wick, J.F.N. van Leeuwen, W.O. van der Knaap, A.F. Lotter, Holocene tree immigration and the chironomid fauna of a small Swiss subalpine lake (Hinterburgsee, 1515 m a.s.l.), Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 189 (2003) 35–53.
- [49] S. Wegmüller, Über die spat- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Jura, Betr. Geobot. Landsaufn. Schweiz, 1966, 143 p.
- [50] A.-F. Lotter, Paläoökologische und paläolimnologische Studie des Rotsees bei Luzern?, Diss. Bot. 124 (1988) 1–187.
- [51] A. Heitz-Weniger, Zum Problem des mittelholzän Ulmenabfalls im Gebiet des Zürichsees (Schweiz), Bauhinia 5 (1976) 215–219.
- [52] S.-M. Peglar, H.J.B. Birks, The mid-Holocene *Ulmus* fall at Diss Mere, south-east England: disease or human impact?, Veg. Hist. Archaeobot. 2 (1993) 1–13.
- [53] M. Welten, Résultats palynologiques sur le développement de la végétation et sa dégradation par l'Homme à l'étage inférieur du Valais central (Suisse), Bull. AFEQ 47 (1977) 304–307.
- [54] C. Serruya, J. Sauvage, Stratigraphie tardi- et postglaciaire des sédiments du Léman, C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. D 262 (1966) 2397–2400.
- [55] I. Richoz, M.-J. Gaillard, M. Magny, The influence of human activities and climate on the development of vegetation at Seedorf, southern Swiss Plateau during the Holocene: a case study, Diss. Bot. 234 (1994) 423–445.
- [56] F. Guibal, Dendrochronologie des épaves de navire en Méditerranée occidentale, Mediterraneo 1 (1993) 77–87.
- [57] H. Küster, The economic use of *Abies* wood as timber in Central Europe during Roman times, Veg. Hist. Archaeobot. 3 (1994) 25–32.
- [58] G. Pion, Le Magdalénien des deux Savoie et du Jura méridional : synthèse préliminaire des données accessibles ; proposition d'une chronologie pour les principaux gisements, in : Le Paléolithique supérieur récent : nouvelles données sur le peuplement et l'environnement. Actes du colloque de la table ronde de Chambéry, 50, 2000, pp. 1–24.
- [59] M.R. Sauter, Le Scé du Chatelard sur Villeneuve (distr. d'Aigle, Vaud), site préhistorique, Arch. suisses Anthropol. gén. 17 (1952) 119–130.
- [60] G.R. Coope, S.A. Elias, The environment of Upper Palaeolithic (Magdalenian and Azilian) hunters at Hauterive-Champréveyres, Neuchâtel, Switzerland, interpreted from Coleoptera remains, J. Quat. Sci. 15 (2000) 157–175.
- [61] M.-J. Gaillard, C. Reynaud, B. Weber, S. Wegmüller, Les variations tardiglaciaires et postglaciaires du niveau du lac Léman : apport des données palynologiques. Aperçu bibliographique, Arch. suisses Anthropol. gén. 45 (1981) 117–121.
- [62] P. Pétrequin, Le Néolithique des Lacs. Préhistoire des lacs de Chalain et de Clairvaux (4000–2000 avant J.-C.), Errance, Collection des Hespérides, Paris, 1988, 288 p.
- [63] M. Magny, P. Olive, Origine climatique des variations du niveau du lac Léman au cours de l'Holocène. La crise de 1700 à 700 ans BC, Arch. suisses Anthropol. gén., Genève 45 (1981), 159–169.
- [64] M. Magny, Holocene lake-level fluctuations in Jura and in the northern subalpine ranges, France: regional pattern and climatic implications, Boreas 21 (1992) 319–334.
- [65] M.-J. Gaillard, G. Digerfeldt, Palaeohydrological changes studies and their contribution to palaeoecological and palaeoclimatic reconstruction, in : B.E. Berglund (Ed.), The cultural landscape during the last 6000 years in southern Sweden, Ecol. Bull. 41 (1991) 275–282.
- [66] B. van Geel, G.M. Magny, Mise en évidence d'un forçage solaire du climat à partir des données paléocéologiques et archéologiques : la transition Subboréal-Subatlantique, in : Actes du colloque international de Besançon, septembre 2000, vol. 730, Presses universitaires franc-comtoises, 2002, pp. 107–122.