

**Zeitschrift:** Candollea : journal international de botanique systématique = international journal of systematic botany

**Herausgeber:** Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève

**Band:** 34 (1979)

**Heft:** 2

**Artikel:** Recherches palynologiques et évolution de la végétation sur l'ubac valaisan autour des lacs de Tanay, Champex et du Grand-Saint-Bernard

**Autor:** Reynaud, Christian

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-880126>

### **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:** 15.04.2026

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

# Recherches palynologiques et évolution de la végétation sur l'ubac valaisan autour des lacs de Tanay, Champex et du Grand-Saint-Bernard

Christian Reynaud

*Je dédie ce modeste travail  
à Monsieur le Professeur M. Welten  
à l'occasion  
de son 75<sup>me</sup> anniversaire*

## RÉSUMÉ

REYNAUD, C. (1979). Recherches palynologiques et évolution de la végétation sur l'ubac valaisan autour des lacs de Tanay, Champex et du Grand-Saint-Bernard. *Candollea* 34: 367-379. En français, résumé anglais.

Le contenu sporo-pollinique des sédiments des lacs de Champex, Tanay et du Grand-Saint-Bernard a été analysé. L'évolution climatique vers une plus grande humidité durant la période Atlantique a favorisé l'arrivée du hêtre et du sapin vers 7000 ans BP sur la rive gauche de la vallée du Rhône, suivie de celle de l'épicéa vers 5000 ans BP. L'homme est intervenu dès la fin du Néolithique autour des trois sites pour défricher et créer des pâturages qui ont contribué à modifier l'évolution des biocénoses naturelles.

## ABSTRACT

REYNAUD, C. (1979). The vegetational history of the area around the lakes of Tanay, Champex and Grand-Saint-Bernard (Valais/Switzerland) as given by pollen analysis. *Candollea* 34: 367-379. In French, English abstract.

The lakes of Tanay, Champex and Grand-Saint-Bernard, situated on the North facing slope of the Rhône valley (Valais), have been investigated by the pollen method. The biostratigraphical results show the immigration of both *Fagus* and *Abies* around 7000 years BP and of *Picea* around 5000 years BP. Towards the end of the Neolithic, man interfered with the natural development of the vegetation by pasture land creations.

## Introduction

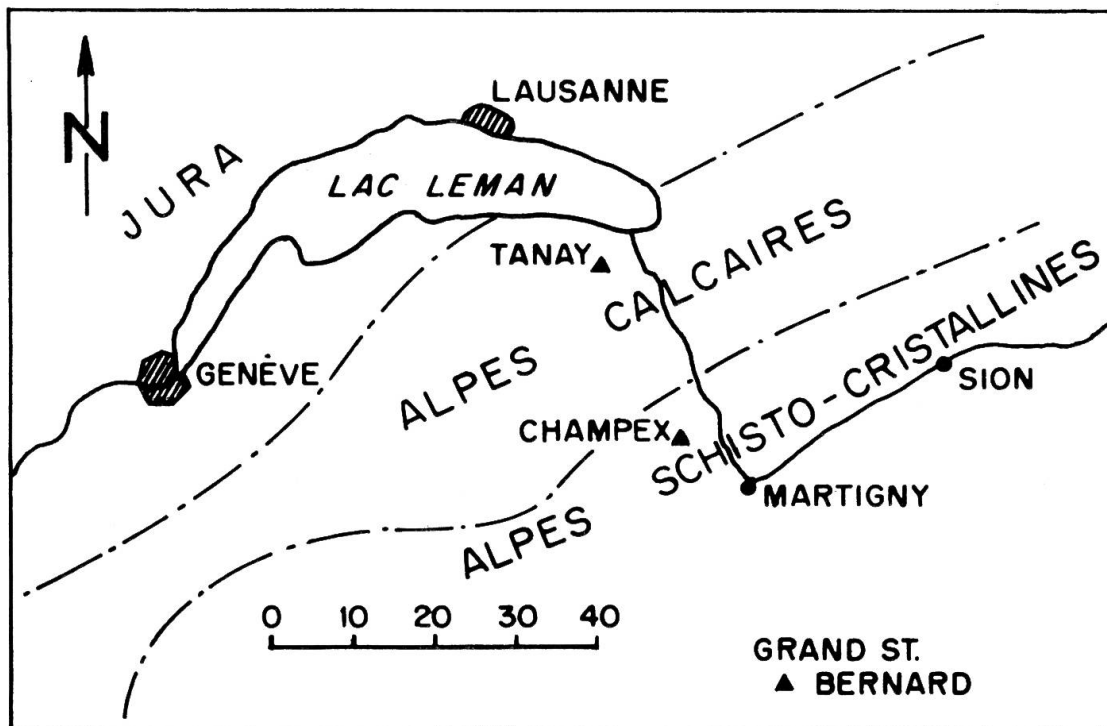
Après le coude de Martigny, la vallée du Rhône coupe transversalement l'ensemble des Alpes schisto-cristallines, où se situent les lacs de Champex et du Grand-Saint-Bernard, puis l'ensemble des Alpes et Préalpes calcaires, domaine des nappes où se situe le lac de Tanay (cf. carte 1 ci-dessous).

L'originalité climatique du Valais a contribué à répartir, sur les deux versants de la vallée, des formations végétales présentant, en amont du coude de Martigny, des caractères floristiques particuliers, conséquence de la continentalité régionale (BRAUN-BLANQUET, 1961; HAINARD, 1969).

A Tanay, les conifères dominent, avec une proportion très importante d'épicéa, auxquels sont associés quelques hêtres. Sur les versants entourant le lac de Champex s'étend un mélange de conifères (épicéa, sapin, pin sylvestre) et de feuillus, avec principalement le hêtre et l'aune.

L'évolution floristique de l'adret valaisan, depuis le retrait du glacier rhodanien, a été esquissée dans le travail de WELTEN (1958).

Profitant de conditions naturelles favorables, l'homme a fait une apparition précoce dans la vallée du Rhône. Le site du Petit-Chasseur, à Sion, a livré des traces d'occupations humaines, dont la plus ancienne a été datée de  $3680 \pm 110$  BC (BOCKSBERGER & GALLAY, 1971). A ces preuves archéologiques



s'ajoutent des preuves paléo-ethnobotaniques fournies par WELTEN (1977), qui signale l'apparition des pollens de céréales autour du lac du Mont-d'Orge vers 4500 BC (date non calibrée).

Le but de notre recherche était triple:

1. dater les sédiments limniques soumis à la géochimie, dont les résultats sont consignés dans le rapport de M<sup>lle</sup> E. Ribordy (Laboratoire de limnogéologie);
2. retracer l'histoire de la végétation sur l'ubac valaisan;
3. suivre le rôle de l'homme sur les biocénoses naturelles autour du lac, c'est-à-dire relever avec suffisamment de précision parmi les archives sporo-polliniques, les indicateurs d'activités agro-pastorales.

## Méthodologie

Pour chaque lac, des carottes sédimentaires ont été prélevées au moyen d'une sonde Mackreth, et l'échantillonnage a été effectué au Laboratoire de géologie.

Un volume constant de sédiment a été traité chimiquement et, au total, un minimum de 500 grains ont été comptés par spectre pollinique fossile. Les sédiments des lacs de Tanay et de Champex ont un contenu sporo-pollinique riche, alors que ceux du Grand-Saint-Bernard offrent des concentrations en microfossiles très faibles, ayant nécessité le comptage de deux ou trois lamelles par niveau. Le traitement au laboratoire, pour concentrer les pollens, a été effectué selon les recommandations de FAEGRI & IVERSEN (1964). Pour les trois sites, le traitement initial a débuté par une digestion des sédiments par l'acide fluorhydrique à 40% pendant 48 heures, à froid. L'identification des pollens a reposé sur les clés de FAEGRI & IVERSEN (1964), BEUG (1961) et sur le matériel frais de référence du Laboratoire de limnogéologie de Genève.

Si les diagrammes polliniques n'incluent, parmi le groupe des pollens non arboréens (PNA), que les taxa liés aux activités de défrichement, par contre tous les pollens arboréens déterminés (PA) ont été figurés. Nous avons été très attentifs à la présence des pollens de l'ortie (*Urtica*), dont la taille d'environ 16  $\mu\text{m}$  et la morphologie, le font aisément se confondre avec des spores de Fungi.

Les calculs des pourcentages, pour chaque taxon, sont basés sur la somme totale des pollens comptés, dont sont exclus les Ptéridophytes et les *Cyperaceae*. Les Ptéridophytes, les *Cyperaceae* et autres microfossiles sont exprimés en pourcentages de la somme totale des pollens (cf. les diagrammes).

Nous avons basé la zonation des diagrammes polliniques sur l'évolution et les changements biostratigraphiques définis dans des Zones d'Assemblage Polliniques Locales (Z.A.P.L.). L'existence de quelques diagrammes polliniques avec des dates absolues ( $^{14}\text{C}$ ) pour le Valais, nous a fourni un cadre chronostratigraphique pour dater les modifications paléogéographiques intervenues sur les sites étudiés (cf. WELTEN, 1958, 1977; MARKGRAF, 1969).

### LAC DE TANAY (fig. 1)

#### 1. Z.A.P.L. *Ulmus-Picea*: 448-344 cm

La proportion des PA par rapport aux PNA dépasse le 90% du total des pollens. Parmi les PA, ce sont *Picea* et *Ulmus* qui dominent avec environ 20% chacun. L'ensemble des thermophiles est bien représenté avec *Ulmus*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Corylus*, *Acer* et *Fagus*.

Parmi les herbes, ce sont les pollens des *Gramineae* qui tiennent la plus grande place.

#### 2. Z.A.P.L. *Picea-Alnus*: 344-230 cm

La transition avec la Z.A.P.L. précédente est marquée par le déclin de l'orme et des autres thermophiles, par la disparition d'*Acer* et par la poussée vigoureuse de *Picea* et d'*Alnus*. Les valeurs relatives pour *Picea* dépassent 30%, alors que *Abies*, *Pinus* et *Betula* n'enregistrent que des valeurs inférieures à 10%. La dominance de l'épicéa s'accompagne d'une augmentation des graminées et d'un recul relatif des taxa arboréens.

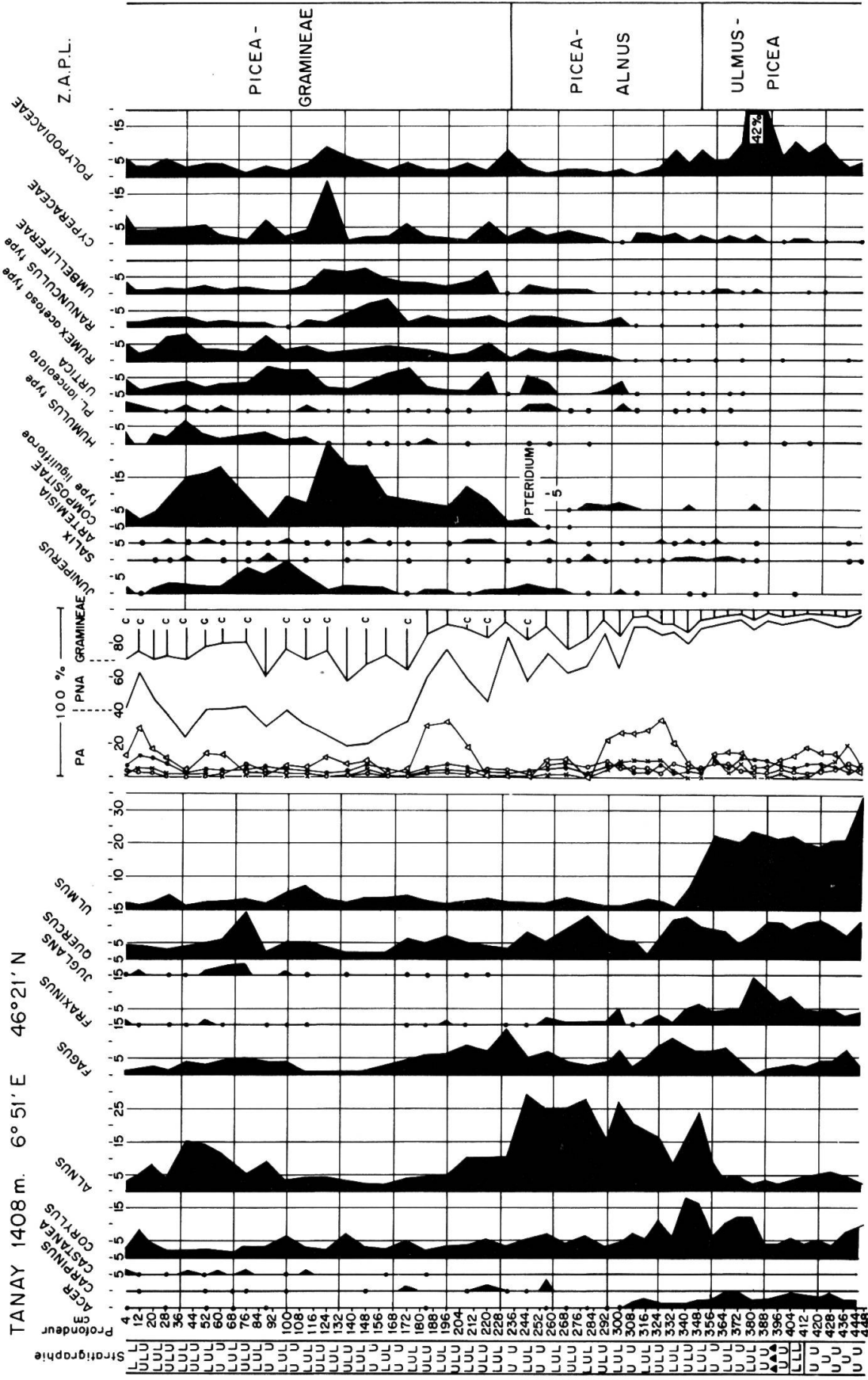
La Z.A.P.L. *Picea-Alnus* se caractérise aussi par l'apparition synchronique des divers taxa indicateurs des activités humaines, comme *Artemisia*, *Plantago lanceolata*, *Urtica*, *Rumex* type *acetosa*, *Ranunculus* type, au niveau 300 m. Notons toutefois que l'augmentation relative des *Artemisia* est concomitante de celle des *Gramineae*, étayant la thèse d'un défrichement initial à partir du niveau 356 cm.

#### 3. Z.A.P.L. *Picea-Gramineae*: 230-4 cm

La transition avec la Z.A.P.L. précédente est soulignée par l'effacement de l'aune et la forte poussée des *Gramineae* jusqu'à 40% du total des pollens. Les PA enregistrent des valeurs relatives très basses, alors que les herbes indicatrices d'activités humaines présentent une extension maximum.

Les "*Cerealia*" ont été déterminées et apparaissent, de façon quasi continue, depuis le niveau 244 cm. *Juglans* apparaît dès 220 cm, horizon auquel nous pouvons assigner la date d'environ 2500 ans BP (cf. WELTEN, 1977).

TANAY 1408 m. 6° 51' E 46° 21' N



POLLENS ARBORÉENS + POLLEN NON ARBORÉENS = 100 % C. REYNAUD 1978

- L L L L Argile
- U U U U Craie lacustre
- U U U U Silt / sable
- X X X X Gytija compacte
- ▲ ▲ ▲ Cailloux
- X X X X Gytija

Entre 220 et 172 cm, l'épicéa augmente jusqu'à 30%, au détriment des *Gramineae*, des apophytes (par exemple: *Artemisia*) et des anthropocores (par exemple: *Rumex*, *Urtica*). Cette reforestation temporaire semble le fait d'une diminution passagère des activités humaines autour du lac.

## LAC DE CHAMPEX (fig. 2)

### 1. Z.A.P.L. Pinus-Betula: 168-126 cm

Les pollens arboréens représentent environ 95% du total des pollens déterminés, et il sont dominés par deux taxa, *Pinus* et *Betula*. La proportion des thermophiles est modeste, *Ulmus* ne dépassant pas 10% de la somme pollinique et *Corylus* atteignant 15%.

### 2. Z.A.P.L. Pinus-Abies: 126-120 cm

La limite avec la biozone précédente est définie par le déclin des thermophiles avec *Ulmus*, *Tilia* et *Corylus*, et l'augmentation relative de *Abies*. *Pinus* est toujours abondant (jusqu'à 50%), bien qu'amorçant un déclin. *Fagus* apparaît à partir de 124 cm, précédé de *Fraxinus* vers 132 cm.

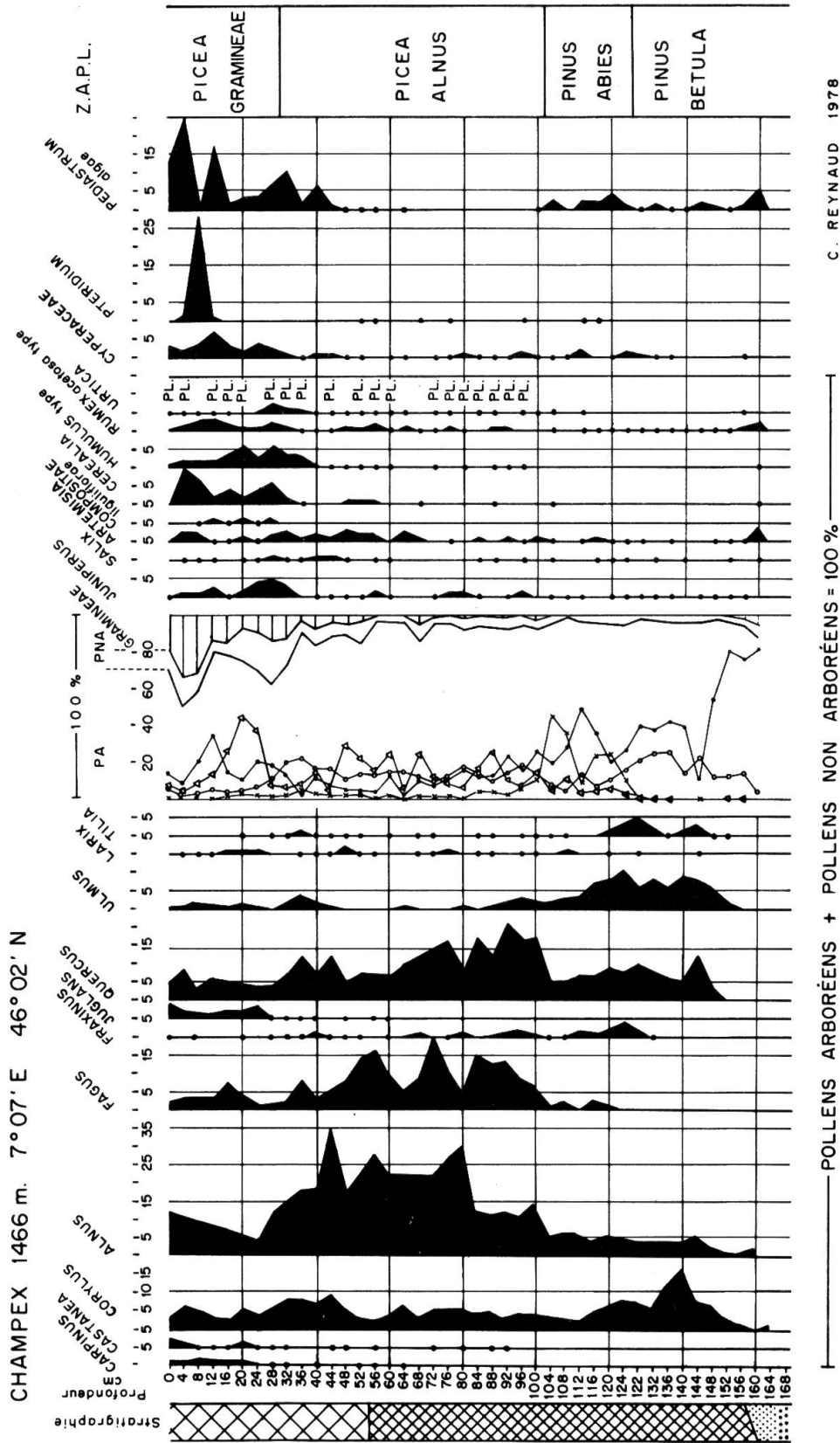
### 3. Z.A.P.L. Picea-Alnus: 102-30 cm

*Abies* et *Pinus* s'effacent nettement, en valeurs relatives, pour laisser la place à *Picea* et à *Alnus*, accompagnés de *Fagus* et de *Quercus*. L'importance des PA diminue en faveur des herbes, et principalement des *Gramineae*. Les taxa liés aux activités humaines apparaissent dans cette zone, mais de façon moins évidente, et avec un synchronisme stratigraphique moins parfait que pour Tanay.

### 4. Z.A.P.L. Picea-Gramineae: 30-4 cm

L'importance de *Picea* dépasse 40%, alors que tous les autres taxa arboréens baissent en valeur relative. *Juglans* est présent dans cette biozone sous des valeurs relatives consistantes. La proportion des PA diminue, alors que celle des *Gramineae* augmente par rapport à la Z.A.P.L. *Picea-Alnus*. *Cerealia*, *Juniperus*, *Humulus* type, *Urtica*, enregistrent de fortes valeurs relatives, témoignant d'une intensification des activités humaines autour du lac.

Le début de la courbe continue de *Juglans* avec *Castanea* et *Carpinus* suggère de dater le niveau 28 cm, limite entre les Z.A.P.L. *Picea-Alnus* et *Picea-Gramineae*, d'environ 2500 ans BP.



### LAC DU GRAND-SAINT-BERNARD (fig. 3)

#### 1. Z.A.P.L. Pinus-Artemisia: 120-102 cm

Le rapport entre les PA et les PNA s'établit à 50%. *Pinus* constitue environ 95% du total des pollens forestiers, alors que les herbes sont dominées par *Artemisia* et *Gramineae*.

#### 2. Z.A.P.L. Pinus-Picea: 102-54 cm

La montée rapide de *Picea* et de *Pinus* entraîne un recul des herbes et permet de définir la limite avec la Z.A.P.L. *Pinus-Artemisia*. Parmi les feuillus, seul *Corylus* est bien représenté, avec des pourcentages qui approchent 10% du total des pollens. Etant données les conditions géographiques particulières du site, *Corylus* n'a jamais été présent au Col du Grand-Saint-Bernard.

Le niveau 72 cm enregistre une poussée spectaculaire des herbes (*Gramineae*, *Artemisia* et *Compositae* type *liguliflorae*) au détriment des PA.

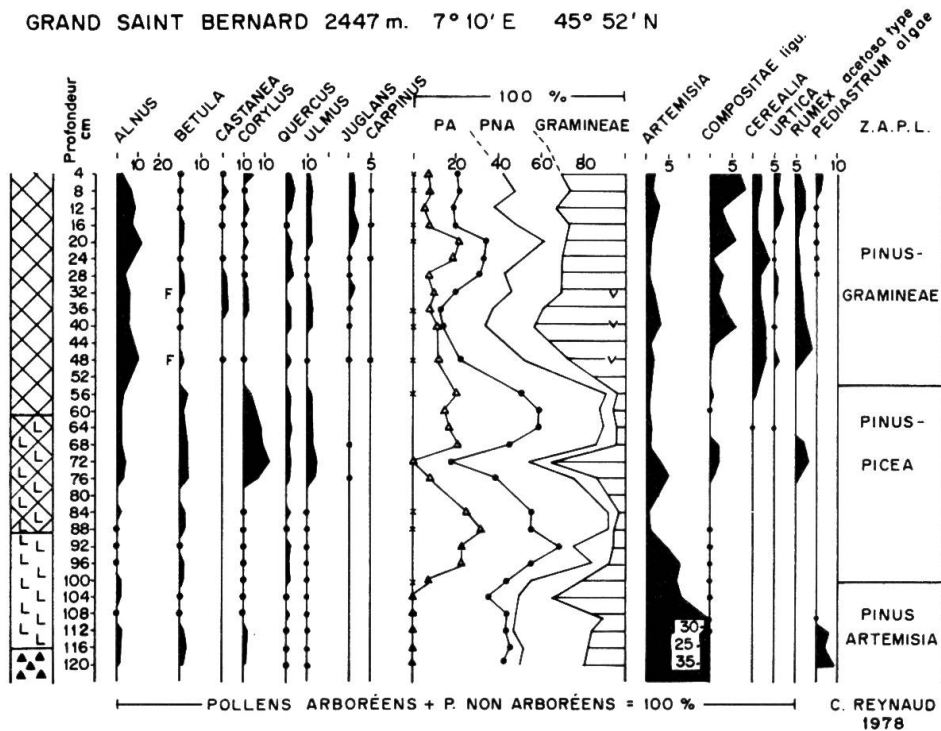
#### 3. Z.A.P.L. Pinus-Gramineae: 54-4 cm

Cette zone marque le retour définitif des herbes et le recul des arbres, principalement de *Pinus* et de *Picea*. Seul parmi les feuillus, *Alnus* montre un accroissement relatif avec des valeurs proches de 10% du total de la somme pollinique. Les rares témoins de la présence humaine, avec *Urtica*, *Cerealia* et *Artemisia*, voient un développement continu.

La découverte de pollen de *Vitis* (cf. *V. vinifera*) (niveaux 48, 40 et 32 cm) et le développement de la courbe du *Juglans* (deux pollens transportés sur de longues distances) permettent de dater le niveau 48 cm à environ 2500 ans BP.

## Reconstitution paléogéographique des biocénoses

De par leur situation altitudinale identique, la comparaison de l'évolution biogéographique entre les sites de Tanay (1408 m) et de Champex (1466 m) est possible. Ces deux lacs sont situés vers la limite supérieure de l'étage montagnard, avec un couvert forestier dominé actuellement par des conifères, principalement l'épicéa et le sapin (cf. carte écologique 1: 50 000 de Chamonix). Leurs sédiments contiennent un mélange sporo-pollinique, ayant des sources orographiques diverses en raison du fait que ces deux sites sont



perchés dans des vallées secondaires, à proximité immédiate de la vallée du Rhône.

Autour du lac de Champex, le passage de la Z.A.P.L. *Pinus-Betula* à la Z.A.P.L. *Pinus-Abies*, marque le remplacement du bouleau et du pin par le sapin et l'épicéa. L'apparition du hêtre, accompagnée de celle du sapin, est lente, gênée par la relative continentalité du site.

L'ensemble des feuillus, hôtes nobles de l'étage collinéen (l'orme, le noisetier et le tilleul), s'efface devant la montée des conifères; le phénomène peut être daté analogiquement d'environ 7000 ans BP (cf. WELTEN, 1977).

A partir de 5000 ans BP (Z.A.P.L. *Picea-Alnus*), le chêne, le hêtre et l'aune prédominent et l'épicéa surpasse relativement tous les conifères. Le rapport entre les PA et les PNA marque l'apparition de nombreuses herbes et buissons, apparition liée, à différents degrés, aux activités humaines de défrichage. Le paysage forestier est troué de clairières où s'installe le genévrier, qui profite des conditions optimales de lumière pour polliniser. L'armoise et la petite oseille trouvent des sols nouveaux pour prospérer, conséquence des défrichements. Les activités pastorales favorisent l'ortie et le plantain lancéolé, présents dans la biozone *Picea-Alnus*. Le recul de la forêt s'opère, bien marqué à partir de 52 cm, pour s'accélérer à partir de 30 cm (2000 ans BP), profitant à deux arbres, l'épicéa et l'aune.

Dans les sédiments de la biozone *Picea-Gramineae* se trouvent, fossilisés, des pollens de noyer, de châtaigner et de charme, qui ont été transportés sur le site à partir de l'étage collinéen et de la vallée du Rhône. Le paysage végétal acquiert lentement sa physionomie actuelle, due à la combinaison de

pratiques pastorales et agraires. La courbe des céréales enregistre des valeurs élevées — de 5 à 10% — témoignant de la proximité de cultures céréalières. Il est vraisemblable que les pollens des céréales ont pour origine les cultures céréalières du Val d'Entremont.

Au niveau 12 cm, des défrichements par le feu sont attestés par le maximum observé de spores de fougères, dont les rhizomes ont la propriété de résister aux incendies, et donc de mettre en route leur cycle végétatif plus rapidement que les autres herbacées.

La présence de bétail et le poids croissant d'un habitat sédentarisé autour du lac, ont contribué à enrichir le milieu lacustre en nutriments, entraînant le développement des algues vertes, genre *Pediastrum*.

Le lac de Tanay a enregistré une séquence sédimentaire temporellement moins longue (figs. 2 et 4) qu'à Champex, fait qui s'explique par le contexte géologique. Le lac de Tanay se trouve inclus dans l'ensemble des Préalpes calcaires, où la sédimentation est plus rapide qu'autour du lac de Champex, enfermé dans les Alpes schisteuses. La vallée du lac de Tanay, étant suspendue au-dessus de la vallée du Rhône et largement ouverte sur celle-ci, fait que les archives sporo-polliniques des sédiments lacustres comportent une forte composante allochtone. Cela se marque notamment par la présence assez abondante de pollens de feuillus nobles — l'orme, le frêne, le noisetier et le sycomore — tous hôtes de l'étage collinéen dans la vallée principale. Cette présence de pollens en grande partie régionale, contribue à écraser la proportion des conifères dominés par l'épicéa.

Le déclin de l'orme vers 344 cm ne peut pas être attribué à la chute de l'orme, classique en Europe du nord-ouest et enregistrée dans les sédiments du lac du Mont-d'Orge vers 6500 ans BP (WELTEN, 1977). Nous mettons en parallèle ce recul de l'orme avec le recul secondaire pour le même arbre, visible dans le diagramme du Mont-d'Orge, à la transition entre le Néolithique et l'Age du Bronze.

C'est à 380 cm que l'on note la première trace visible de défrichements, avec un recul de l'ensemble de PA et la présence de fougères, d'armoise, de Ptéridophytes. Au même niveau, l'horizon sédimentaire comporte une forte proportion de matière organique et d'éléments argileux. L'homme, en défrichant, a accéléré, autour du lac, l'érosion et le lessivage des versants, phénomènes qui vont s'amplifier dans les biozones *Picea-Alnus* et *Picea-Gramineae*.

A partir de 348 cm, les défrichements s'étendent pour créer des pâturages, et il semble que, comme à Champex, la création d'espaces déboisés ait profité à l'aune et peut-être à l'épicéa.

L'extension des pâturages est attestée par la forte proportion de genévrier, d'ortie, de plantain lancéolé, de petite oseille et de renoncule.

Dans la biozone *Picea-Gramineae*, la forte proportion de composées type liguliflore (jusqu'à 25% du total des pollens), suggère que la charge en animaux a favorisé le bouleversement des sols, et accéléré la formation d'éboulis calcaires. La très faible quantité de pollens de céréales retrouvée ne permet pas d'assurer que l'agriculture était pratiquée autour du lac de Tanay.

Tout comme à Champex, le maximum de pollens de houblon retrouvé correspond au maximum de la présence des céréales dans les biozones *Picea-Gramineae*, confirmant la création de champs, peut-être entourés de haies dans la vallée du Rhône.

Le lac du Grand-Saint-Bernard occupe un ancien cirque glaciaire à 2447 m d'altitude. Les assemblages polliniques fossiles sont pauvres en taxa, ce qui peut s'expliquer par le fait que le lac s'est toujours trouvé situé au-delà de la limite forestière, dans un environnement alpin, avec des sols bruts peu propices à la végétation (MARKGRAF, 1969).

La biozone *Pinus-Artemisia* se caractérise par une végétation herbacée, avec des graminées et de l'armoise (jusqu'à 35% du total des pollens). L'apparition des pollens de l'épicéa contribue, dans la biozone *Pinus-Picea*, à écraser les herbacées qui accusent, au niveau 76 cm, un maximum passager. L'importance des PA par rapport au total des pollens oscille entre 90% et 80%, indiquant que le site a dû se trouver très près de la limite forestière.

La présence de "*Cerealia*" et de pollens de vigne est due à leur transport à partir des zones habitées, la végétation locale gardant son caractère de pelouse alpine.

## Conclusion

En l'absence de datation absolue, la division chronostratigraphique des sédiments des lacs de Tanay, de Champex et du Grand-Saint-Bernard, telle qu'elle est présentée dans la figure 4, demande une plus grande précision; elle est basée sur les résultats de MARKGRAF (1969, 1972), WELTEN (1958, 1977) et ZOLLER (1960).

L'arrivée du sapin et du hêtre vers 7000 ans BP et de l'épicéa vers 5000 ans BP autour du lac de Champex, confirme l'évolution climatique régionale vers une plus grande humidité relative, et une diminution de la température après la période atlantique.

L'évolution naturelle du paysage végétal a été contrariée par des défrichements intervenus dès le Néolithique moyen dans la vallée du Rhône (WELTEN, 1977). Ils ont débuté de façon intensive plus tardivement autour des lacs de Tanay et de Champex, vraisemblablement vers la fin du Néolithique ou au début de l'Age de Bronze. Ces défrichements, avec l'utilisation du feu, ont contribué à créer des pâturages, les champs céréaliers étant situés plus bas dans la vallée du Rhône, déséquilibrant ainsi les biocénoses naturelles, en stimulant les aptitudes colonisatrices de certains arbres, l'aune en particulier, puis l'épicéa.

Le synchronisme relatif, quant aux défrichements de la fin de l'Age de Bronze et du début de l'Age du Fer (définis par la biozone *Picea-Gramineae*), permet de mettre en évidence, à Tanay, une vitesse de sédimentation de près de dix fois supérieure à celle de Champex. Les contextes géologiques —

calcaire à Tanay et cristallin à Champex — expliquent une telle différence dans l'apport des produits de l'érosion des bassins-versants déforestés.

Même s'il n'est pas impossible que des cultures céréalières aient été pratiquées à l'étage montagnard, nos résultats — et notamment le fait que les défrichements autour des lacs de Tanay et de Champex ont contribué avant tout à créer des pâturages — nous amènent à penser que le contrôle de l'environnement, et l'organisation de l'espace par les colonisateurs depuis l'Age du Bronze, en Valais, reposaient déjà sur la dichotomie économique entre des cultures céréalières dans la vallée principale et les pâturages sur les versants.

#### REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement le Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique qui a financé cette recherche (projet n° 2763.077).

Nous remercions aussi Monsieur le Professeur S. Wegmüller, qui a bien voulu relire et commenter le manuscrit, ainsi que Monsieur le Professeur J.-P. Vernet, qui a mis, à notre disposition, toutes les facilités matérielles du Laboratoire de limnogéologie et qui a suivi de près ce travail de recherche.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEUG, H. J. (1961). *Leitfaden der Pollenbestimmung*. Ed. G. Fisher, Jena, 63 pp.
- BRAUN-BLANQUET, S. (1961). *Die Inneralpine Trockenvegetation*. Ed. G. Fisher, Jena, 273 pp.
- FAEGRI, K. & J. IVERSEN (1964). *Textbook of pollen analysis*. Ed. Munksgaard, Copenhagen, 237 pp.
- HAINARD, P. (1969). Signification écologique et biogéographique de la répartition des essences forestières sur l'adret valaisan. *Boissiera* 15. 149 pp.
- MARKGRAF, U. (1969). Moozkundliche und Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldengrenze im Wallis. *Bot. Jahrb. Syst.* 89: 1-63.
- WELTEN, M. (1958). Die Spätglaziale und Postglaziale Vegetations-Entwicklung der Verner-Alpen und Voralpen und des Walliser Hauptales. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 34: 150-158.
- (1977). Résultats palynologiques sur le développement de la végétation et sa dégradation par l'homme à l'étage inférieur du Valais central (Suisse). In: H. LAVILLE & J. RENAULT-MISKOVSKY (éds.), Approche écologique de l'homme fossile. *Bull. Assoc. Franç. Etude Quaternaire, Suppl.*: 304-308.
- ZOLLER, H. (1960). Polenanalytische untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der unsu-brischen Schweiz. *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.* 83/2: 45-156.