



HAL
open science

Le lac du Bourget (Savoie, France) à l'Âge du Bronze : végétation, impacts anthropiques et climat

Emilie Gauthier, Hervé Richard, Michel Magny, Odile Peyron, Fabien Arnaud,
Jérémy Jacob, André Marguet, Yves Billaud

► To cite this version:

Emilie Gauthier, Hervé Richard, Michel Magny, Odile Peyron, Fabien Arnaud, et al.. Le lac du Bourget (Savoie, France) à l'Âge du Bronze : végétation, impacts anthropiques et climat. H.Richard ; D.Garcia. Le peuplement de l'arc alpin, Editions du CTHS, Paris, pp.107-121, 2008, Documents préhistoriques. Edition électronique 5/2008. hal-00333253

HAL Id: hal-00333253

<https://hal.science/hal-00333253>

Submitted on 25 Sep 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE LAC DU BOURGET (SAVOIE, FRANCE) À L'ÂGE DU BRONZE : VÉGÉTATION, IMPACTS ANTHROPIQUES ET CLIMAT

Émilie GAUTHIER, Hervé RICHARD, Michel MAGNY et Odile PEYRON
Laboratoire chrono-environnement, UMR 6249 / CNRS, Besançon

Fabien ARNAUD
Laboratoire de géodynamique des chaînes alpines, UMR 5025 / CNRS, Université de Savoie, Annecy

Jérémy JACOB
Institut des sciences de la Terre d'Orléans, UMR 6113 / CNRS, Université d'Orléans

André MARGUET et Yves BILLAUD
DRASSM, Annecy et Laboratoire chrono-environnement, UMR 6249 / CNRS, Besançon

RÉSUMÉ

L'étude de trois analyses polliniques effectuées sur les sites archéologiques de Chindrieux (Châtillon) et de Tresserve (Le Saut de la Pucelle), sur la rive est du lac du Bourget (Savoie, France) permet de reconstituer l'histoire de la végétation et des impacts anthropiques au cours de la période de l'Âge du Bronze. La fin du Néolithique et le Bronze ancien sont caractérisés par une occupation discrète des alentours du Bourget et donc par un faible impact anthropique sur l'environnement très forestier, en dépit d'un climat plutôt favorable. La période du Bronze moyen, contemporaine d'une péjoration climatique, correspond à la quasi-disparition de tout impact anthropique. Le début du Bronze final voit le retour toujours discret des activités humaines, activités qui s'amplifient soudainement au cours de la fin du Bronze final. On observe alors une tripartition des événements : une courte phase de transgression lacustre et de déprise agricole scinde la fin du Bronze final. Le début de l'Âge du Fer correspond à une nouvelle déprise agricole. Dans une dernière partie, les résultats des analyses paléoclimatiques et chimiques obtenues sur un forage profond au milieu du lac sont intégrés aux résultats polliniques.

ABSTRACT

Lake Bourget (Savoie, France) during the Bronze Age: vegetation, anthropogenic impacts and climate

Pollen analyses performed on three archaeological sites located on the east shore of Lake Bourget (Savoie, France) provide a detailed record of human impacts and vegetation history during the Bronze Age. The end of the Neolithic period and the entire early Bronze Age are characterized in pollen diagrams by a discreet settlement around Lake Bourget and low human impact on the forested landscape, in spite of climatic improvement. The middle Bronze Age, contemporaneous of a climatic reversal, is related to the rarefaction of anthropogenic indicators. A new human impact occurs at the beginning of the late Bronze Age. A brief high lake level, correlated to the abandonment of agropastoral activities, appears during the more intensive occupation at the end of the late Bronze Age. The beginning of the Iron Age is related to a new abandonment of the shore. In the last part of this paper, pollen analyses are correlated to the results of lake levels recorded and molecular markers preserved in a deep lacustrine core.

L'évolution de la végétation au cours de l'Holocène est liée au climat, mais également aux impacts anthropiques. Au cours des derniers millénaires, l'Homme semble d'ailleurs avoir été un facteur d'évolution plus important que le climat. Le climat et les activités humaines n'ont jamais eu une évolution linéaire ; mais est-il raisonnable de calquer l'évolution des activités anthropiques (emprises et déprises agricoles) sur celle des variations climatiques (améliorations et péjorations climatiques) ?

La période choisie pour aborder cette problématique est celle de l'Âge du Bronze. Le progrès technologique (diffusion de la métallurgie) associé à cette période devrait correspondre à une amplification des impacts anthropiques sur le couvert végétal. D'autre part, les études sédimentologiques menées sur les archives lacustres (Magny, 2004 ; Magny *et al.*, 2007) montrent qu'une phase de détérioration climatique (3500-3100 cal. BP) affecte la période du Bronze moyen, au lac du Bourget (Arnaud *et al.*, 2005 ; Magny *et al.*, 2007) et, plus généralement, en Europe du centre-ouest (Magny, 2004). Les études paléoclimatiques effectuées en Europe centrale, à partir de diverses archives, présentent des résultats similaires (Zolitschka *et al.*, 2003 ; Tinner *et al.*, 2003 ; Richard *et al.*, 2007). Dans les Alpes du nord, la plupart des sites lacustres sont abandonnés

en raison de la montée du niveau des lacs au cours du Bronze moyen. Les recherches archéologiques menées ces dernières années sur les bords du lac du Bourget ont permis la découverte de 28 occupations lacustres datées du Néolithique moyen au Bronze final (Billaud et Marguet, 2007). Les forages effectués plus particulièrement sur les sites archéologiques de Chindrieux et de Tresserve, sur la rive est du lac, ont fourni trois analyses polliniques couvrant la période de l'Âge du Bronze (Magny *et al.*, 2007 ; Richard et Gauthier, 2007). Les analyses polliniques issues de ces séquences sédimentaires devraient mettre en évidence les périodes d'emprises et déprises agricoles caractérisant la période de l'Âge du Bronze et la possible influence des variations climatiques sur les activités anthropiques.

Sites et méthodes

Les sites palafittiques de Tresserve et Chindrieux (Savoie) sont situés sur la bordure sud-est du lac du Bourget (fig. 1). Avec une superficie de 44,6 km², une longueur de 18 km pour une largeur de 3 km, une profondeur maximale de 150 m et un volume d'eau de 3,6 km³, le lac du Bourget est le plus grand lac naturel de France. Le plan d'eau se trouve à l'altitude de 231,5 m.

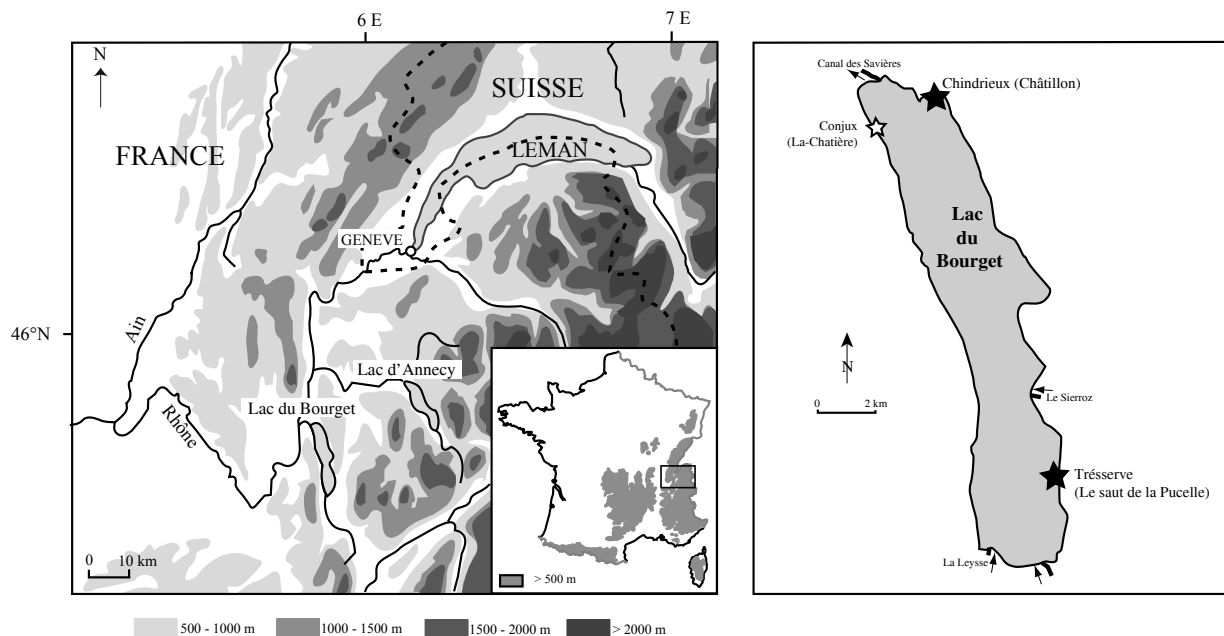


Figure 1. Localisation des sites de Tresserve-Saut de la Pucelle et Chindrieux-Châtillon (Savoie, France)

Tab. 1

Dates radiocarbone et dendrochronologiques des sites de Chindrieux et Tresserve (Calib 5, Stuver et Reimer, 1993)

Site	Unité sédimentaire	Dates radiocarbone et dendrochronologiques	Calibration à 2 sigma	Laboratoire
Chindrieux	U2	906-814 BC		Archéolabs
	U4	2700 ± 45 BP	968-797 cal. BC	Ly. 6924
	U6	2830 ± 55 BP	1189-840 cal. BC	Ly. 114 Oxa
	U8	3745 ± 70 BP	2435-1948 cal. BC	Ly. 113 Oxa
Tresserve	U3	931-805 BC		Archéolabs
	U4 base	3475 ± 50 BP	1930-1669 cal. BC	Arc. 2238
	U4 base	3450 ± 45 cal. BP	1888 - 1640 cal. BC	Arc. 2236
	U5	3630 ± 30 BP	2127-1903 cal. BC	Vera 2760

Tableau 1. Datations radiocarbone et dendrochronologique des sites de Tresserve et Chindrieux

(910-810 av. J.-C.) et l'unité 2 est constituée de craie lacustre stérile. L'analyse pollinique commence dans l'unité 4, également constituée d'un sédiment organique archéologique et datée de 2700 ± 45 BP (930-800 av. J.-C.). Les unités 6 et 8 sont également constituées de sédiments archéologiques ou issus de dépôts en provenance d'une couche archéologique voisine. Elles sont respectivement datées (tabl. 1) du Bronze final (unité 6 : 2830 ± 55 BP, soit 1189-840 av. J.-C.) et d'une période allant du Néolithique final au début de l'Âge du Bronze (unité 8 : 3745 ± 70 BP, soit 2435-1948 av. J.-C.). Les unités 5, 7 et 9 sont constituées de craie lacustre archéologiquement stérile. Sept zones polliniques locales (Ch1 à Ch7) ont été repérées de la base au sommet de la séquence.

La première partie du diagramme pollinique (Ch 1 et 2) est difficile à dater précisément (fig. 2) : la végétation, dominée par le chêne (*Quercus*), le hêtre (*Fagus*) et le sapin (*Abies*) est caractéristique du Subboréal, et correspond à la fin du Néolithique. La répartition de ces différents taxons arboréens est conditionnée par l'altitude et l'orientation des pentes : le sapin dans les zones les plus hautes, mélangé avec le hêtre, et le chêne en concurrence avec le hêtre dans les secteurs plus proches du lac. La ripisylve est représentée en particulier par l'aulne (*Alnus*, 5 à 10 %). Le total de pollen arboréen est toujours supérieur à 90 %, ce qui traduit, à l'échelle régionale, un milieu fermé. Le forage ne traverse pas de niveaux archéologiques dans cette partie de la stratigraphie, mais il a certainement enregistré des occupations contemporaines dans d'autres parties du

lac. Des indices polliniques d'anthropisation apparaissent régulièrement, et on note une chute des taux de hêtre entre 130 et 120 cm, ainsi qu'une augmentation des taux de noisetier. La pluie pollinique du noisetier est plus perceptible et plus abondante lorsqu'il y a eu ouverture du milieu forestier (Richard, 1995 ; Bégeot, 1998). À la fin de cette zone, les indices polliniques d'anthropisation disparaissent et les taux de sapin, de hêtre et de bouleau (*Betula*) augmentent : les alentours du lac du Bourget ne semblent pas avoir été très anthropisés à l'extrême fin du Néolithique, ce qui pourrait correspondre à la disparition des occupations lacustres au cours du Campaniforme (Billaud et Marguet, 2007).

Le premier niveau archéologique traversé est daté (3745 ± 70 BP) d'une période couvrant la fin du Néolithique et le début de l'Âge du Bronze (tabl. 1). Il est caractérisé par une légère diminution de la plupart des taxons arboréens et une augmentation des taux de Poacées (graminées). Les spectres herbacés sont plus diversifiés et les indices d'anthropisation liés aux zones piétinées et pâturées (*Plantago lanceolata*, *Rumex*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Urticaceae*) sont tous présents. Un seul taxon manque, les céréales, dont les grains de pollen sont pourtant nombreux dans les niveaux archéologiques lacustres (Richard, 1993). Ces sédiments d'origine anthropique n'apparaissent que sur une faible épaisseur, 1 cm environ, et ne correspondent pas à un niveau archéologique proprement dit : il s'agit certainement d'un dépôt organique issu

d'une couche archéologique ou en relation avec une couche archéologique plus lointaine.

La zone pollinique suivante, Ch 4, correspond à une sédimentation vierge de tout niveau archéologique et les indices polliniques d'anthropisation se raréfient. Le couvert forestier est toujours composé en majeure partie de hêtre, de chêne et des essences de la ripisylve. Il n'y a pas de grande modification, excepté la diminution des taux d'orme (*Ulmus*) au profit du noisetier. Cette partie du diagramme, située entre deux niveaux archéologiques datés respectivement de la transition Néolithique / Âge du Bronze et du Bronze final, correspondrait donc à une période englobant la fin du Bronze ancien, tout le Bronze moyen et le tout début du Bronze final. Les analyses sédimentologiques montrent une remontée du niveau lacustre (Magny *et al.*, 2007) contemporaine d'une augmentation des apports détritiques rhodaniens (Arnaud *et al.*, 2005 ; Chapron *et al.*, 2007).

Dans le niveau archéologique suivant (Ch 5), daté du Bronze final, on observe une nouvelle chute des taux de pollen d'arbres accompagnée d'une augmentation des *Poaceae* et de la réapparition des indices polliniques d'anthropisation. Des grains de pollen de céréales, en faibles taux, font partie du cortège des plantes liées aux activités agropastorales. Une fois de plus, nous sommes en présence d'un niveau faisant écho à un dépôt archéologique sans doute plus important mais plus éloigné. La datation radiocarbone de cette passée organique présente une large plage d'incertitude (1189-840 av. J.-C. à 2 sigma) ; mais en se basant sur la datation du niveau archéologique suivant (968-797 av. J.-C. à 2 sigma), on peut raisonnablement penser que cette occupation date des ^{XII}^e-^{XI}^e siècles av. J.-C. Un niveau de craie lacustre (Ch 6) sépare ces niveaux organiques et anthropiques (Ch 5 et Ch 7). Elle est caractérisée par une légère augmentation des *Poaceae* et la présence d'indices polliniques d'anthropisation n'incluant cependant pas les céréales.

Le dernier niveau organique analysé par la palynologie (Ch 7) est assez épais : le forage traverse une couche archéologique. Les différents événements observés au sein de ce niveau sont aujourd'hui bien décrits dans la littérature (Richard, 1993 et 1997). Les céréales sont surreprésentées en raison de l'abondance de leurs grains de pollen dans les sédiments archéologiques : le traitement (en particulier le battage des épis) et le stockage des céréales entraînent la libération d'une grande quantité de pollen. Les taux élevés d'*Apiaceae*, de *Filipendula* et de *Ranunculaceae* suggèrent la présence de mégaphorbiaies autour du site.

À travers ces spectres polliniques archéologiques, riches en herbacées, le paysage paraît très ouvert. Mais les niveaux archéologiques sont riches des grains de pollen de plantes apportées par l'Homme à des fins diverses : ceci modifie considérablement l'image pollinique de la végétation environnante. Cette image est très locale, et représentative en fait des apports anthropiques. Les niveaux de craie lacustre, hors contexte archéologique, sont par contre représentatifs d'une pluie pollinique plus régionale.

Les deux derniers niveaux sédimentaires n'ont pas fait l'objet d'analyse pollinique. La couche archéologique est séparée par quelques centimètres de craie lacustre en deux niveaux appartenant tous deux au Bronze final. En se basant sur les datations (radiocarbone et dendrochronologique), il est possible de déterminer la chronologie de l'occupation : la première phase (entre 968 et 906, tabl. 1) n'excède pas une soixantaine d'années, laps de temps qui comprend aussi le dépôt de craie lacustre. La deuxième phase est datée entre 906 et 814 (tabl. 1), soit l'extrême fin du Bronze final. Le dépôt de craie lacustre correspondrait à une brève remontée du niveau lacustre que M. Magny (Magny *et al.*, 2007) date entre 970 et 905 av. J.-C.

Tresserve 5 et 6

Plusieurs forages ont été effectués sur le site du Saut de la Pucelle, à Tresserve (fig. 3), afin de reconnaître l'évolution de la séquence sédimentaire le long de la beine lacustre : seuls les sondages S5 et S6 ont fait l'objet d'analyse pollinique. Les sondages montrent cinq unités lithologiques : la mise en place de l'unité supérieure est relativement récente et marque le renforcement du détritisme résultant du défrichement des pentes riveraines. L'unité 2 se compose de limons carbonatés (craie lacustre) archéologiquement stériles. L'unité 3 correspond à la couche archéologique qui contient les débris organiques issus d'un habitat littoral daté par la dendrochronologie du Bronze final IIIb (931-805 av. J.-C.). Ce niveau archéologique est plus dilaté sur S6 que sur S5. L'unité 4 est formée de limons carbonatés. À la base, l'unité 5 est constituée de sables bleu-gris. La base de l'unité 4 et la partie supérieure de l'unité 5 contiennent de nombreux bois couchés, dont quelques-uns ont fait l'objet de datations radiocarbone (tabl. 1) indiquant la fin de l'Âge du Bronze ancien : 3450 ± 45 BP et 3475 ± 50 BP. Les deux diagrammes sont divisés en 5 zones polliniques locales (T1 à T5 pour S5 et TA à TE pour S6). Les périodes de haut niveau et de

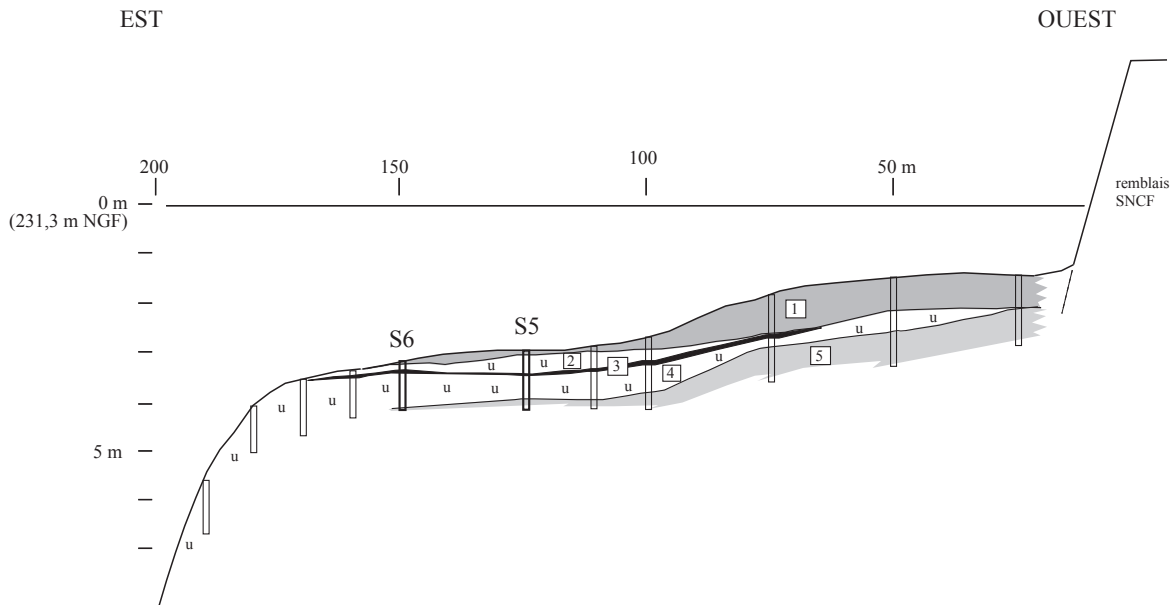


Figure 3. Localisation des forages S5 et S6 à Tresserve (Saut de la Pucelle)

bas niveau lacustre (Magny *et al.*, 2007) sont reportées à gauche du diagramme sur la figure 4, à côté de la lithologie.

Dans les deux premières zones (T1 / TA et T2 / TB), qui correspondent au Bronze ancien et au Bronze moyen, le territoire est très largement dominé par la forêt (fig. 4 et 5). Le total des grains de pollen d'arbres et d'arbustes est presque toujours supérieur à 95 %. Comme à Chindrieux, l'image pollinique de la végétation est très régionale et donc favorise la représentation pollinique forestière. Cette forêt est surtout constituée de chêne, de hêtre et de sapin. Les forêts riveraines sont perçues dans ces spectres par la présence continue de 5 à 10 % d'aulne (*Alnus*). La zone T1 / TA (Bronze ancien / moyen) est caractérisée par des taux un peu plus forts de *Poaceae*, d'*Artemisia*, *Centaurea jacea*, *Anthemideae*, *Cichoriae*, et des pics de pollen de noisetier (*Corylus*), de frêne (*Fraxinus*), de bouleau (*Betula*), dont la production pollinique peut être favorisée par l'ouverture de clairières aux alentours (Ammann, 1988 ; Bégeot, 1998). L'ouverture du milieu est plus visible sur S5 que S6, avec notamment une chute des pourcentages de *Fagus*. Les grains de pollens de céréales ont des taux faibles et ils sont plus fréquents sur S5 que S6. Le niveau lacustre, bas au Bronze ancien, s'élève au Bronze moyen sans que disparaissent tout de suite les indices polliniques d'anthropisation. À partir de T2 / TB, le milieu

se ferme. Les pourcentages de grains de pollen d'arbres et d'arbustes oscillent entre 95 et 99 %. La disparition des indices polliniques d'anthropisation est plus visible sur le forage 5 que sur le forage 6, où quelques apophytes apparaissent parfois. Le hêtre et le sapin atteignent leurs taux maximum. Les arbres et arbustes pionniers et / ou héliophiles (noisetier, frêne, bouleau...) sont ici à leurs taux minimum.

Le Bronze final débute dans un contexte de haut niveau lacustre sur S6 et de bas niveau sur S5. Ceci s'explique par le fait que S5 est plus près de la terre ferme et enregistre donc plus précocement la baisse du niveau d'eau. Il est assez difficile de situer, sans datation, le début du Bronze final. Les grains de pollen de céréales présents au début de la zone T3 / TC peuvent être considérés comme un indice intéressant et devenir un moyen indirect de dater le début du Bronze final, mais sans grande précision. Le niveau archéologique de la fin du Bronze final, à Tresserve est, d'après la datation dendrochronologique (tabl. 1), contemporain de celui de Chindrieux. À Chindrieux, ce niveau archéologique est précédé d'un autre niveau daté du début du Bronze final (1189-840 av. J.-C.).

Il est donc possible que les quelques grains de pollen de céréales trouvés à Tresserve soient un écho de ce niveau archéologique plus lointain, ou simplement le signal d'une reprise des activités agropastorales autour du

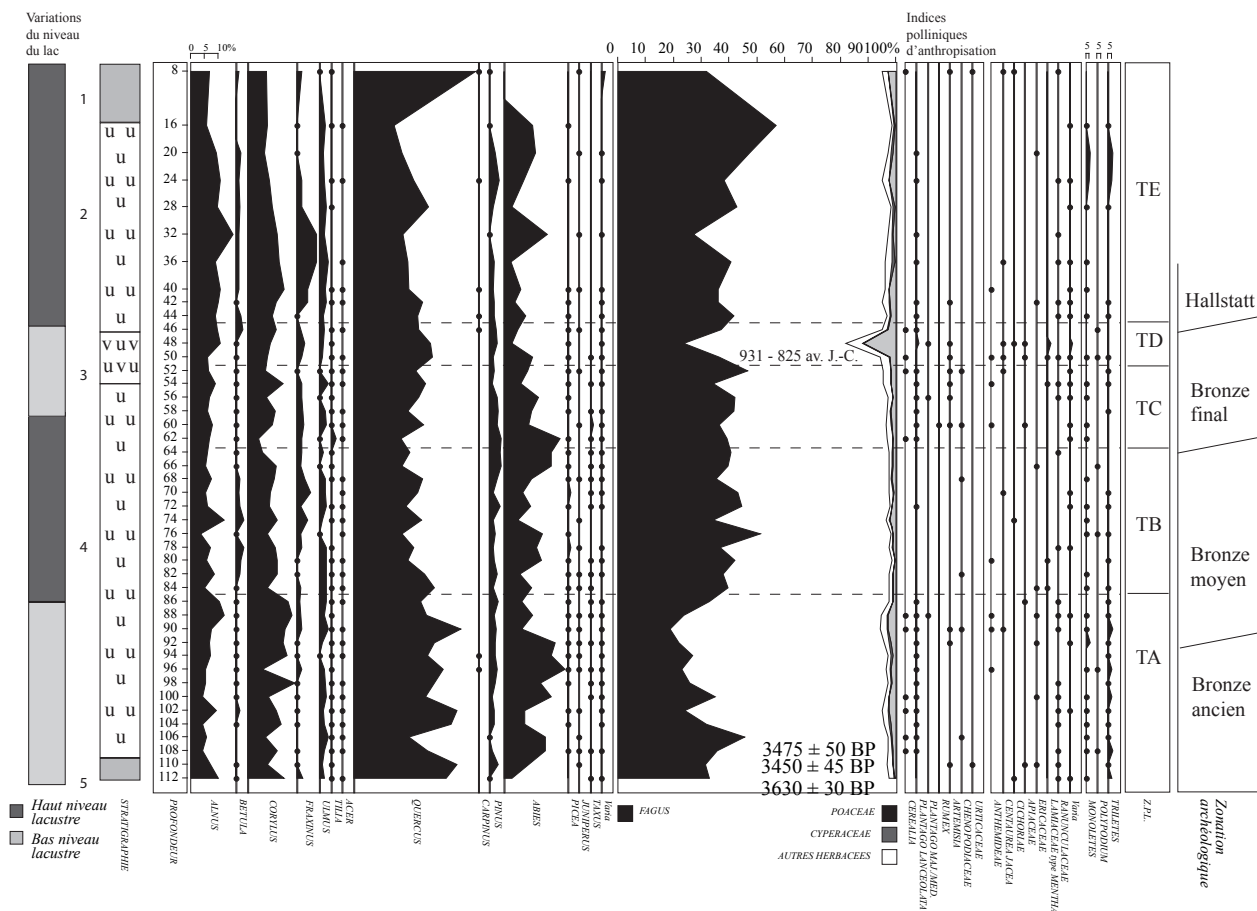


Figure 4. Tresserve S5 : diagramme pollinique simplifié

lac du Bourget, et ceci dès les phases anciennes du Bronze final, voire l'extrême fin du Bronze moyen. Si l'on suppose que le Bronze final débute vers 44 cm, la totalité de cette période peut se scinder en deux parties. La première (T3 / TC) est caractérisée par la réapparition de quelques grains de pollen de céréales, puis par une augmentation des *Poaceae*. La seconde (T4 / TD) correspond à un niveau archéologique et apparaît donc comme la période la plus marquée par l'anthropisation.

Comme nous l'avons vu, les grains de pollen retrouvés en milieux archéologiques sont davantage le fait d'apports anthropiques qu'un reflet de la végétation entourant le site archéologique. Le pic de pollen de céréales, à Chindrieux comme à Tresserve 6, témoigne de la surreprésentation de ce taxon dans les sédiments archéologiques. Cette phase T4 / TD est plus dilatée à Tresserve S6 qu'à Tresserve S5. Sur S6, elle paraît nettement constituée de deux phases de forte anthropisation, séparées par une courte période

de déprise ; ces variations sont surtout causées par les fluctuations des *Poaceae* et des céréales. Parmi les céréales cultivées au cours de cette période il y a, entre autres, le millet. La détermination pollinique ne permet pas une précision taxonomique suffisante pour différencier le millet des autres céréales. Toutefois, les analyses chimiques effectuées sur une carotte prélevée au fond de la fosse nord du Bourget ont mis en évidence la présence de miliacine (Jacob *et al.*, accepté), une molécule produite notamment par le millet commun (*Panicum miliaceum*) (fig. 6).

La dernière zone pollinique (T5 / TE) correspond à une déprise agricole : le début de cette déprise date certainement du Hallstatt. Une nouvelle hausse du niveau du lac est d'ailleurs mise en évidence par les analyses sédimentologiques (Magny *et al.*, 2007) : elle correspond à la péjoration climatique qui caractérise le début de l'Âge du Fer (Van Geel et Magny, 2002). Les indices

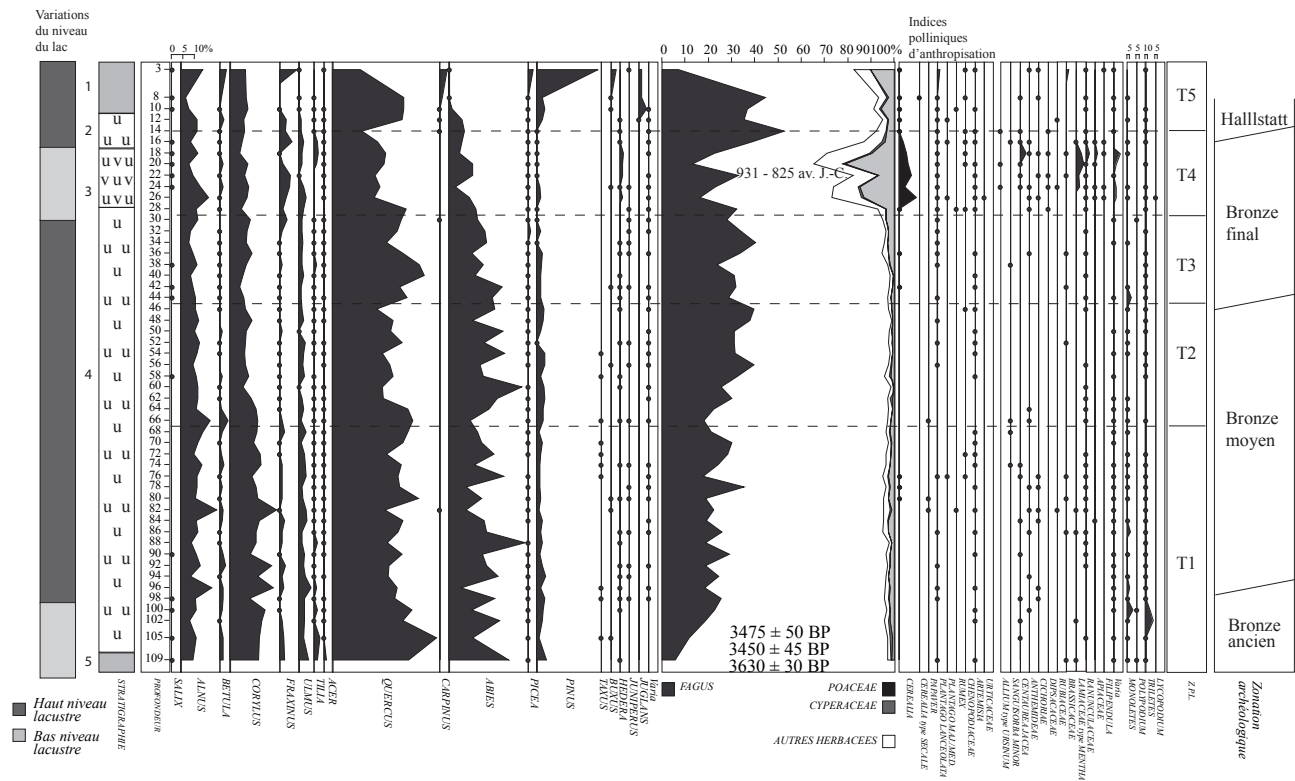


Figure 5. Tresserve S6 : diagramme pollinique simplifié

polliniques d'anthropisation sont moins abondants, mais ne disparaissent pas complètement. Le reste de la zone pollinique T5 / TE est difficile à interpréter. Il est possible qu'un hiatus sédimentaire affecte ces sédiments de bord de lac plus particulièrement soumis au ressac et à l'érosion.

Discussion

Sites littoraux

La fin du Néolithique et l'Âge du Bronze se dessinent, à travers les analyses polliniques de Chindrieux et Tresserve, comme une alternance d'emprises et de déprises agricoles. Les phénomènes d'emprises agricoles qui apparaissent au sein de certains niveaux archéologiques (Ch 6-T4 / TD) sont amplifiés par la surreprésentation de certains taxons (*Cerealia* en particulier) apportés par l'Homme sur les sites. Excepté dans les niveaux archéologiques, il se dégage de ces spectres polliniques l'image d'une végétation forestière au sein de laquelle sont développées des activités agropastorales.

Grâce aux différentes datations radiocarbone et dendrochronologique, il est possible de corréler les diagrammes polliniques de Chindrieux et Tresserve. Le diagramme de Chindrieux a une base plus ancienne que celui de Tresserve. Le niveau archéologique le plus ancien est daté de la fin du Néolithique / début de l'Âge du Bronze. Il est fort probable que les niveaux de craie lacustre situés immédiatement sous ce niveau organique soient contemporains du Néolithique, période durant laquelle les alentours du lac sont déjà anthropisés, mais de manière très discrète, si l'on se réfère à la documentation archéologique (Billaud et Marguet, 2007). À Tresserve, la base du diagramme pollinique est datée du Bronze ancien et les indices d'anthropisation se maintiennent jusqu'au début du Bronze moyen. On retrouve la même situation à Chindrieux, où les indices polliniques d'anthropisation perdurent dans ce qui peut constituer la fin du Bronze ancien et le début du Bronze moyen. Le signal anthropique, discret, corrobore la faible occupation des rives lacustres qui caractérise la période du Bronze ancien sur l'ensemble des lacs alpins français.

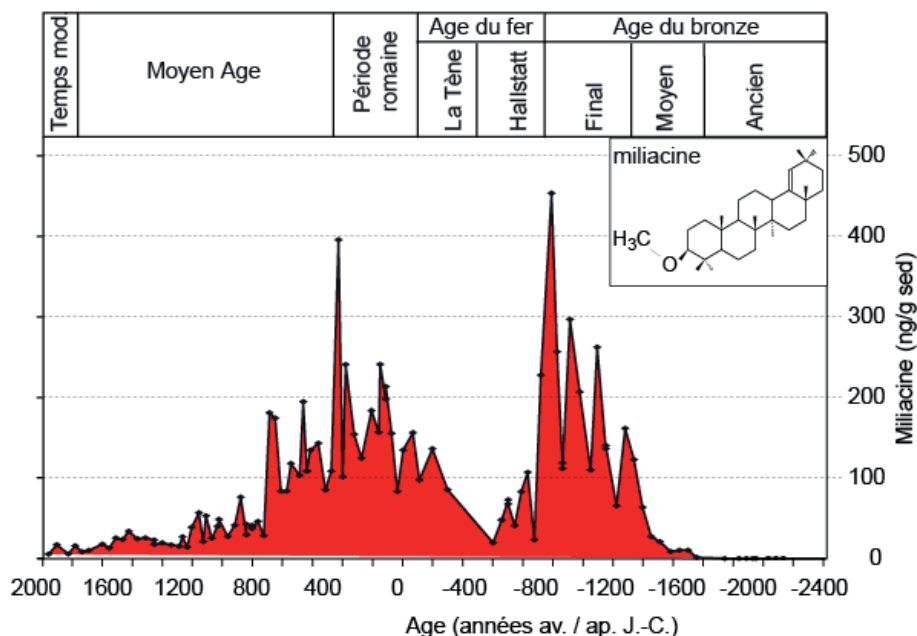


Figure 6. Les traces de miliacine dans les sédiments profonds (LD804) du lac du Bourget

Dans les niveaux de craie lacustre du Bronze moyen, le milieu se ferme progressivement et les indices d'anthropisation se raréfient (Tresserve S6), voire disparaissent (Tresserve S5 et Chindrieux). Les données archéologiques confirment l'abandon des sites lacustres alpins (Billaud et Marguet, 2007). Cette déprise, déjà observée dans d'autres secteurs des Alpes (Tinner *et al.*, 2003 ; Zolitschchka *et al.*, 2003) est attribuée à un repli des activités agropastorales face à la détérioration climatique mise en évidence en Europe au cours de cette période (Magny, 2004).

La mise en relation entre déprise agricole et détérioration climatique reste une hypothèse tentante. Parmi les causes diverses (facteurs sociaux, politiques, économiques...) à l'origine d'un événement de ce type, le climat est le phénomène le plus facile à mettre en évidence. La disparition des activités agropastorales en bordure des lacs alpins, et plus généralement l'abandon des cités lacustres au cours du Bronze moyen, ne signifie pas la disparition totale des populations du Bronze moyen. Les données polliniques et archéologiques issues de sites voisins (vallée du Rhône, massif jurassien) invitent d'ailleurs à relativiser les effets de la détérioration climatique (Gauthier, 2004 ; Salvador *et al.*, 2004 ; Pétrequin *et al.*, 2005 ; Richard et Gauthier, 2007). Ce qui est perceptible en milieu lacustre ne peut être appliqué à tous les sites : des conditions

climatiques plus humides et froides ont certainement été ressenties de manière plus vive en bord de lac, comme le prouvent à la fois la disparition des habitats et la raréfaction des indices polliniques d'anthropisation.

La réapparition d'un signal pollinique d'origine anthropique est datée, à Chindrieux, comme probablement à Tresserve, du début du Bronze final. Les données archéologiques confirment un retour de l'habitat sur les rives des lacs alpins dès le début du Bronze final, ainsi qu'une intensification des installations à la fin du Bronze final. La phase de forte anthropisation qui apparaît sur les deux sites est d'ailleurs contemporaine de la fin du Bronze final. Le site de Chindrieux est considéré comme l'une des dernières installations littorales à usage d'habitation (Billaud et Marguet, 2007), les installations de l'Âge du Fer ayant plus vocation de constructions pour un usage temporaire du plan d'eau (pêche, ponton...). Cette phase d'anthropisation en deux « pics » semble originale : à Chindrieux, bien que le haut de la séquence ne soit pas analysé, cette fin du Bronze final en deux phases est visible dans la sédimentation : un niveau de craie lacustre vierge de tout vestige archéologique scinde clairement la fin du Bronze final en deux périodes distinctes. À Tresserve, la simple diminution des indices polliniques d'anthropisation est en relation avec une courte déprise agricole qui serait commune à au moins deux sites du lac du Bourget.

Lorsqu'on s'intéresse à une éventuelle désertion de l'habitat au bord des lacs savoyards à la fin du Bronze final, il n'y a pas de signal clair d'abandon : le nombre de prélèvements datés est faible (Billaud et Marguet, 2007), mais trois groupes de dates ont pu être mis en évidence : de 1080 à 1030 av. J.-C. au BF 2b / 3a, de 1000 à 930 av. J.-C. au BF 3a / début 3b et une pour la phase récente : de 910 à 813 av. J.-C. au BF 3b. Une ultime phase d'habitat intervient enfin au IX^e siècle.

Il est difficile de dire si la déprise agricole qui apparaît dans les diagrammes polliniques se situe entre le premier et le deuxième groupe de dates ou entre le deuxième et le troisième groupe de dates. D'autres régions, par exemple le massif jurassien, fournissent également les preuves d'une déprise équivalente. Elle était déjà visible sur le sondage de Wegmüller (1966) à Narlay, dans les analyses récentes de ce même lac, dans la tourbière de Narbief et au lac de Clairvaux (Gauthier, 2004 ; Richard et Gauthier, 2007) ; la déprise apparaît aussi dans certains sites de la vallée du Rhône (Gauthier, 2004 ; Salvador *et al.*, 2004 ; Richard et Gauthier, 2007 ; Berger *et al.*, 2007).

Avec le calage chronologique dont nous disposons actuellement, ce bref épisode de déprise agricole de la fin du Bronze final paraît synchrone d'un site à l'autre et se situerait vers les X^e et IX^e siècles avant notre ère. Bien que des datations plus précises soient indubitablement nécessaires, il est tentant de rapprocher cette courte déprise d'un épisode équivalent reconnu dans la vallée du Rhône, daté du Bronze final 3a, et caractérisée par un abandon des habitats lacustres dans les Alpes, le Jura et l'Allemagne du sud pendant un laps de temps assez court au milieu du X^e siècle (Van Geel et Magny, 2002). Cet épisode semble contemporain d'une hausse du ¹⁴C résiduel (Stuiver et Brazuinas, 1993) et d'une brève transgression lacustre d'extension régionale rapportée par M. Magny (Magny *et al.*, 2007) pour la période 970-905 av. J.-C.

La période de l'Âge du Fer n'est représentée que dans les diagrammes polliniques de Tresserve. L'apparition des grains de pollen de *Carpinus* (charme) est le marqueur, dans l'est de la France, de la période Subatlantique : le début du Subatlantique est contemporain du début de l'Âge du Fer. Les indices polliniques d'anthropisation diminuent, mais l'effet de déprise est aussi accentué par le passage des sédiments archéologiques à la craie lacustre. Là aussi, la déprise agricole est contemporaine d'une détérioration climatique reconnue dans toute l'Europe, qui s'étend de 800 à 400. av. J.-C. (Van Geel et Magny, 2002 ; Magny, 2004 ; Magny *et al.*, 2007). Une augmentation de la

fréquence des crues du Rhône a d'ailleurs été enregistrée au Bourget (Arnaud *et al.*, 2005).

L'archéologie confirme la disparition des habitats, mais observe l'apparition de structures liées à d'autres activités, comme la pêche, à partir du VI^e siècle av. J.-C. (Billaud, 2005). En l'absence de datations, il est difficile de situer la chronologie du remplissage et la durée de l'Âge du Fer au sein de la sédimentation de Tresserve. Il est cependant intéressant de noter que le signal anthropique est faible sur le reste de la séquence : il n'est pas plus important qu'au cours de l'Âge du Bronze (hors sédiment archéologique). Les indices polliniques d'anthropisation sont toujours en faible taux, à Tresserve comme à Chindrieux, suggérant effectivement un environnement régional très forestier mais aussi un éloignement relatif des zones agricoles. Si elles avaient été directement en bord de lac, les indices d'anthropisation auraient certainement été plus évidents. Les résultats de ces trois analyses polliniques offrent la possibilité de comparer l'évolution de la végétation et des impacts anthropiques avec les fluctuations du niveau lacustre. Ces données issues de forages littoraux peuvent maintenant être comparées aux résultats d'un forage effectué en zone profonde du lac du Bourget dans le but de compléter les informations relatives au climat et aux activités agropastorales.

Intégration aux données acquises sur un site profond

La carotte LDB04-I, prélevée en 2004 par 100 m de profondeur dans la fosse nord du lac du Bourget a fait l'objet d'une analyse sédimentologique et géochimique à haute résolution (fig. 7) qui a permis de retracer l'histoire des crues de Rhône dans le lac du Bourget depuis 9 500 ans (Debret, 2005 ; Debret *et al.*, soumis ; Chapron *et al.*, 2007). Par ailleurs, il a été possible dans cette carotte d'identifier les variations de teneur en miliacine (fig. 6), une molécule organique produite notamment par le millet (*Panicum miliaceum*), et ainsi de documenter l'histoire de la culture de cette céréale (Jacob *et al.*, accepté). Ce travail offre la possibilité de comparer les résultats acquis sur des sites littoraux, situés à proximité de sites archéologiques, à ceux d'un site profond qui a pu enregistrer un signal plus régional à la fois du climat et de l'anthropisation.

Concernant la culture du millet, les données de Jacob *et al.* (accepté) corroborent l'idée d'une reprise de l'activité agricole au Bronze final. Elles suggèrent par ailleurs un début de reprise dès le Bronze moyen. Le millet semble arriver en Europe occidentale à la

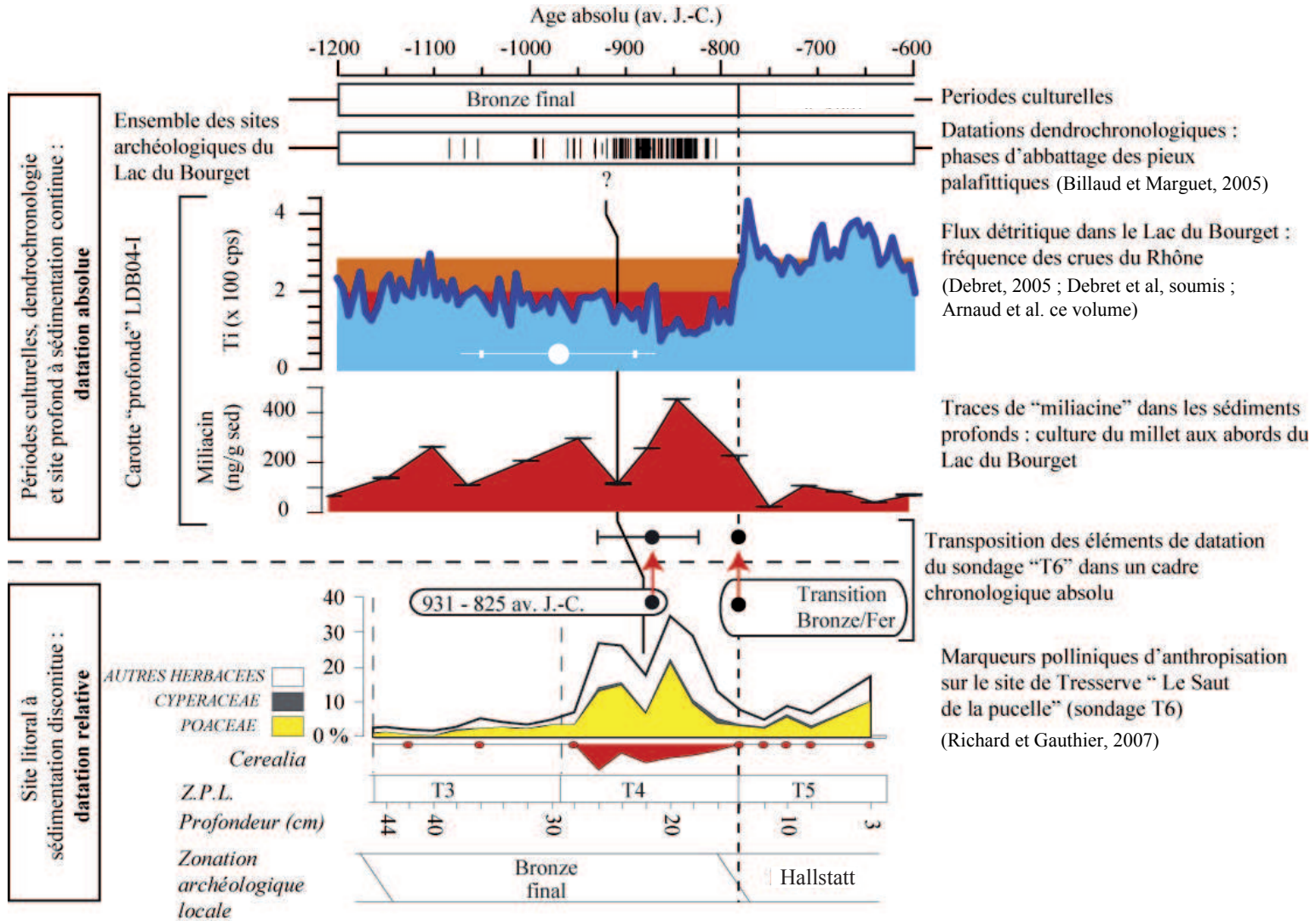


Figure 7. Comparaison entre données archéologiques du lac du Bourget, données polliniques de Tresserve S6 et données issues de la carotte « profonde » (LDB04, traces de miliacine et flux détritifique)

période du Bronze moyen (Zohary et Hopf, 2000 ; Schmidl et Oeggli, 2005) ; sa culture s'intensifie plus particulièrement au Bronze final, comme cela a été démontré au bord du lac de Neuchâtel (Hauterives-Champreyvere ; Jacquat, 1989), et dans le sud de la France (Bouby *et al.*, 2005). Cela semble également être le cas sur les sites du Bourget.

La transition Bronze / Fer est particulièrement intéressante pour étudier la relation Homme / climat. La figure 7 présente dans un cadre commun les données archéologiques (synthèse des dates dendrochronologiques sur l'ensemble des sites du lac du Bourget ; d'après Billaud et Marguet, 2005), palynologiques (sondage T6, cette étude) et les données géochimiques marqueurs du climat (concentration en titane ; Arnaud *et al.*, ce volume) et de l'anthropisation (miliacine ; Jacob *et al.*, accepté) issues de la carotte profonde LDB04-I. La tripartition de l'activité anthropique au cours du Bronze final semble confirmée par les données de miliacine ; en revanche, on ne discerne pas de changements significatifs dans les apports détritiques rhodaniens au IX^e siècle avant J.-C. Les données dendrochronologiques reflètent la recrudescence de l'habitat périlacustre dans la deuxième partie du Bronze final.

La transition Bronze / Fer est nettement marquée dans tous les enregistrements par la disparition de l'habitat lacustre (date d'abattage la plus récente : 805 av. J.-C.) et une décroissance rapide et marquée de la miliacine dans LDB04-I et des marqueurs d'anthropisation dans T6. L'hypothèse climatique de cette déprise est confortée par les données de titane, qui montrent une augmentation des entrées rhodaniennes dans le lac. Cette phase de recrudescence des crues pourrait avoir généré une hausse rapide du niveau du lac, qui aurait conduit à l'abandon des sites littoraux.

Conclusion

La période qui va de la fin du Néolithique au début du Bronze moyen (vers 1550 av. J.-C.) correspond à une faible anthropisation des environs du lac du Bourget. Le Bronze moyen est marqué par une déprise agricole.

Les analyses chimiques menées sur une carotte prélevée au milieu du lac montrent l'apparition d'une nouvelle plante cultivée, le millet, vers 1800 av. J.-C.

La première partie du Bronze final (de 1200 à 950 av. J.-C. environ) correspond à la réapparition d'un signal anthropique. La fin du Bronze final (950-800 av. J.-C.) est une période de forte anthropisation. Cette impression est néanmoins renforcée par le fait que le forage traverse, sur les deux sites, des couches archéologiques contemporaines de cette période. Les sédiments archéologiques sont extrêmement riches en indices polliniques d'anthropisation, mais les plantes dont proviennent ces grains de pollen représentent les apports anthropiques sur le site et non la végétation des environs du site.

La fin du Bronze final est scindée en deux parties distinctes : une première phase aux environs de 950-900 av. J.-C. et une deuxième phase vers 900-800 av. J.-C. Une courte déprise agricole et une remontée du niveau du lac interviennent entre les deux phases. Cette bipartition semble confirmée par les données de miliacine, mais pas au niveau des apports détritiques rhodaniens.

Le début de l'Âge du Fer est marqué par une nouvelle déprise agricole, ainsi que par une remontée du niveau du lac, mise en évidence par les analyses sédimentologiques (craie lacustre et apports détritiques).

L'évolution des impacts anthropiques, et donc plus généralement des installations en bord de lac, semble suivre l'évolution des niveaux du lac : la déprise du Bronze moyen correspond à un haut niveau lacustre qui est la conséquence d'une péjoration climatique ; l'emprise du Bronze final se développe dans un contexte climatique favorable se traduisant par un bas niveau lacustre. Il faut cependant noter que le Néolithique final, le Bronze ancien et le début du Bronze final apparaissent, aux abords du Bourget, comme des périodes de faible anthropisation malgré un climat plutôt favorable. Si l'origine climatique de cette succession de déprises et emprises agricoles paraît souvent démontrée, il ne faut pas occulter de possibles origines socio-économiques pour expliquer ces phénomènes.

Bibliographie

AMMANN B. (1988). Palynological Evidence of Prehistoric Anthropogenic Forest Changes on the Swiss Plateau. In : H. J. B. Birks, P. E. Kaland, D. Moe, éd., *The Cultural Landscape. Past, Present and Future*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 289-299.

ARNAUD F., REVEL-ROLLAND M., CHAPRON E., DESMET M., TRIBOVILLARD N. (2005). 7200 years of Rhône river flooding activity recorded in Lake Le Bourget: A high resolution sediment record of NW Alps hydrology. *The Holocene*, 15, p. 420-428.

BÉGEOT C. (1998). Le comportement pollinique du Noisetier (*Corylus avellana*), son rôle comme indicateur d'impacts anthropiques. L'exemple d'un transect dans le sud du Jura. *Acta botanica gallica*, 145, p. 271-277.

BERGER J.-F., BROCHIER J.-L., VITAL J., DELHON C., THIÉBAULT S. (2007). Nouveau regard sur la dynamique des paysages et l'occupation humaine à l'Âge du Bronze en moyenne vallée du Rhône. In : H. Richard, M. Magny, C. Mordant, dir., *Environnements et cultures à l'Âge du Bronze en Europe occidentale*, Paris, Éd. du CTHS (Documents préhistoriques ; 21), p. 259-284.

BILLAUD Y. (2005). Une structure de La Tène ancienne à Tresserve / Le Saut (lac du Bourget, Savoie, France). *Nachrichtenblatt Arbeitskreis Unterwasserarchäologie*, 11-12, p. 11-16.

BILLAUD Y. et MARGUET A. (2005). In : Della Casa Ph. et Trachsel M., éd., *WES'04, Wetland Economies and Societies. Proceedings of the International conference of Zurich, 10-13 March 2004*, Zurich, Chronos (Archaeologica ; 3), p. 169-178.

BILLAUD Y. et MARGUET A. (2007). Les installations littorales de l'Âge du Bronze dans les lacs alpins français. In : H. Richard, M. Magny et C. Mordant, dir., *Environnements et cultures à l'Âge du Bronze en Europe occidentale*, Paris, Éd. du CTHS (Documents préhistoriques ; 21), p. 211-226.

BOUBY L., FAGES G., TREFFORT J.-M. (2005). Food storage in two Late Bronze Age caves of Southern France: palaeoethnobotanical and social implications. *Veget. Hist. Archaeobot.*, 14, p. 313-328.

CHAPRON E., ARNAUD F., MARGUET A., BILLAUD Y., PERDEREAU L., MAGNY M. (2007). Évolution des paléoenvironnements alpins pendant l'Âge du Bronze : apports des archives sédimentaires littorales et profondes du lac du Bourget (Savoie, France). In : H. Richard, M. Magny, C. Mordant, dir., *Environnements et cultures à l'Âge du Bronze en Europe occidentale*, Paris, Éd. du CTHS (Documents préhistoriques ; 21), p. 45-56.

DEBRET M. (2005). *Sédimentologie de la grande carotte du lac du Bourget : Implications paléoclimatologiques et paléohydrologiques depuis 11 000 ans*. Lille, UST Lille 1 (Mém. M2R), 56 p. http://www.epoc.u-bordeaux.fr/ASF/theses/dea/DEBRET_2005.pdf

DEBRET M., ARNAUD F., CHAPRON E., DESMET M., ROLLAND-REVEL M., MAGAND O., TRENTESAUX A., BOUT-ROUMAZEILLE V., NOMADE J. (soumis). North western Alps Holocene paleohydrology recorded by flooding activity in lake Le Bourget, France: possible Mont-Blanc glaciers fluctuations. *Quaternary Science Reviews*.

GAUTHIER E. (2004). *Forêts et agriculteurs du Jura. Les quatre derniers millénaires*. Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté (Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté ; 765, série Environnement, sociétés et archéologie ; 6), 197 p.

JACOB J., DISNAR J. R., ARNAUD F., CHAPRON E., DEBRET M., LALLIER-VERGÈS E., DESMET M., REVEL-ROLLAND M. (accepté). Millet cultivation history in the French Alps as evidenced by a sedimentary molecule. *Journal of Archaeological Science*.

JACQUAT C. (1989). *Hauterive-Champgréveyres 2. Les plantes de l'Âge du Bronze. Contribution à l'histoire de l'environnement et de l'alimentation*. Saint-Blaise, Éditions du Ruau (Archéologie neuchâteloise ; 8), 112 p.

MAGNY M. (2004). Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary International*, 113, p. 65-79.

MAGNY M., BOSSUET G., GAUTHIER E., RICHARD H., VANNIÈRE B., BILLAUD Y., MARGUET A., MOUTHON J. (2007). Variation du climat pendant l'Âge du Bronze au centre-ouest de l'Europe : vers l'établissement d'une chronologie à haute résolution. In : H. Richard, M. Magny, C. Mordant, dir., *Environnements et cultures à l'Âge du Bronze en Europe occidentale*, Paris, Éd. du CTHS (Documents préhistoriques ; 21), p. 13-28.

PÉTREQUIN P., MAGNY M., BAILLY M. (2005). Habitats lacustre, densité de population et climat : l'exemple du Jura français. In : Della Casa Ph. et Trachsel M., éd., *WES'04, Wetland Economies and Societies. Proceedings of the International conference of Zurich, 10-13 March 2004*, Zurich, Chronos (Archaeologica ; 3), p. 140-168.

RICHARD H. (1993). Palynological Micro-Analysis in Neolithic Lake Dwellings. *Journal of Archaeological Science*, 20, p. 241-262.

RICHARD H. (1995). Analyse de l'anthropisation du milieu à partir de quelques exemples de variations de pollens d'arbres et d'arbustes. In : *L'homme et la dégradation de l'environnement. XV^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, Sophia Antipolis, APDCA, p. 143-159.

RICHARD H. (1997). Analyse pollinique d'un sondage de 7,50 m. In : Pétrequin, éd., *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux et de Chalain (Jura)*, tome III (vol. 1), Paris, Maison des sciences de l'Homme, p. 101-112.

RICHARD H., MAGNY M., MORDANT C., dir. (2007). *Environnements et cultures à l'Âge du Bronze en Europe occidentale*. Paris, Éd. du CTHS (Documents préhistoriques ; 21), 395 p.

RICHARD H. et GAUTHIER E. (2007). Bilan des données polliniques concernant l'Âge du Bronze dans le Jura et le nord des Alpes. In : H. Richard, M. Magny et C. Mordant, dir., *Environnements et cultures à l'Âge du Bronze en Europe occidentale*, Paris, Éd. du CTHS (Documents préhistoriques ; 21), p. 71-88.

SALVADOR P.-G., BERGER J.-F., GAUTHIER E., VANNIÈRE B. (2004). Holocene fluctuations of the Rhône river in the alluvial plain of the Basses Terres (Isères, Ain, France). *Quaternaire*, 15 (1-2), p. 177-186.

SCHMIDL A. et OEGGL K. (2005). Subsistence strategies of two Bronze Age hill-top settlements in the eastern Alps—Friaga / Bartholom_berg (Vorarlberg, Austria) and Ganglegg / Schluderns (South Tyrol, Italy). *Veget Hist Archaeobot.*, 14, p. 303-312.

STUIVER M. et BRAZUINAS T. F. (1993). Sun, ocean, climate and atmospheric ¹⁴CO₂ : an evaluation of causal and spectral relationships. *The Holocene*, 3, p. 289-305.

STUIVER M. et REIMER P. J. (1993). Extended ¹⁴C databases and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, 35, p. 215-230.

TINNER W., LOTTER A., F., AMMANN B., CONEDERA M., HUBSCHMID P., VAN LEEUWEN J., WEHRLI M. (2003). Climatic change and contemporaneous land-use phases north and south of the Alps 2300 BC. to 800 AD. *Quaternary Science Reviews*, 22, p. 1447-1460.

VAN GEEL B. et MAGNY M. (2002). Mise en évidence d'un forçage solaire du climat à partir de données paléoécologiques et archéologiques : la transition Subboréal-Subatlantique. *In* : Richard, H. et Vignot, A., éd., *Équilibres et ruptures dans les écosystèmes depuis 20 000 ans Europe de l'ouest, Besançon, 18-22 septembre 2000*, Besançon, Presses universitaires franc-comtoises, p. 107-122.

WEGMÜLLER S. (1966). *Über die Spät- und postglaziale Vegetationgeschichte des Südwestlichen Jura*. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz, 48, 142 p.

ZOHARY D. et HOPF M. (2000). *Domestication of plants in the Old World. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*. Oxford, Oxford University Press, 316 p.

ZOLITSCHKA B., BEHREN K. E., SCHNEIDER J. (2003). Human and climate impact on environment as derived from colluvial, fluvial and lacustrine archives – examples from the Bronze Age to Migration period, Germany. *Quaternary Science Reviews*, 22, p. 81-100.