

# RECONSTITUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS HOLOCÈNES ALPINS ET PRÉALPINS – ÉVALUATION DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES ET ANTHROPIQUES RESPONSABLES DE L'ÉVOLUTION

Cécile Miramont, Cristelle Belingard, Jean-Louis Edouard & Maurice Jorda

## Abstract

Reconstruction of natural environment and human impact in the French Alps from palaeoecological data. – *Living trees and subfossil timbers well conserved in Holocene sediments in several sites in the French Alps (Taillefer, Moyenne Durance, Haut Verdon) are analysed using dendrochronology. The results are compared and combined with other palaeo-ecological data. They allow a more precise reconstruction of palaeoenvironment changes in mountains and help to distinguish the respective roles of natural factors (climate, geomorphologic activity) and human impact during the Holocene (timberline fluctuations, dynamic of erosion and sedimentation).*

## Key words

*French Alps, Palaeoenvironment, Human impact, Climatic change, Holocene*

## 1. Introduction

La reconstitution de l'évolution des paléoenvironnements alpins au cours de l'Holocène est réalisée à l'aide de données géomorphologiques et de données paléoécologiques (pollens, bois, charbons de bois, insectes, mollusques...) conservées dans des dépôts détritiques alluviaux et colluviaux, des tourbières et des sols. Les reconstitutions effectuées mettent en évidence une évolution complexe des milieux: celle-ci est liée aux variations des paramètres bioclimatiques au cours de la première partie du Postglaciaire; puis, à partir du milieu de l'Atlantique, les environnements enregistrent aussi les conséquences des activités humaines. L'objectif de cet article est d'évaluer, à travers une approche multidisciplinaire, la part des facteurs naturels et anthropiques dans les changements qui affectent les écosystèmes au cours du temps (processus d'érosion/sédimentation, dynamique de la végétation, fluctuations de la limite supérieure de la forêt). Ce type d'approche envisage différentes échelles spatiales et temporelles. En effet, certaines données fournissent des informations locales (macrorestes végétaux, insectes, bois subfossiles). Les pollens, et à un moindre degré les charbons de bois, apportent des informations spatialement plus étendues en donnant une image régionale de la végétation et de son histoire. Par ailleurs, l'analyse des données issues des études géomorphologiques et dendrochronologiques peut être menée selon des échelles de temps emboîtées. Il est possible de travailler à la fois à une haute résolution temporelle (épisodes instantanés ou saisonniers des dépôts de crue, résolution annuelle fournie par les cernes de croissance) et sur les tendances à moyen et long terme (variations de croissance de moyenne et

basse fréquence, tendances séculaire ou millénaire à la sédimentation ou à l'incision des rivières).

Quatre exemples d'études paléoenvironnementales réalisées dans les Alpes françaises (Fig. 1) sont analysés:

– le plateau des lacs du massif du Taillefer, situé dans les Alpes du Nord. Ce site a fait l'objet d'une approche paléo-écologique pluridisciplinaire associant palynologie et analyse des macrorestes, paléontologie, pédoanthracologie et dendrochronologie, qui contribue à mieux comprendre l'évolution de la couverture végétale depuis le début de l'Holocène (Ponel et al. 1992; Tessier et al. 1993; Edouard 1994).

– le bassin versant du Saignon, site de moyenne altitude en zone préalpine (vallée du Sasse, Moyenne Durance). L'analyse dendrochronologique d'un gisement d'arbres subfossiles, associée à une étude sédimentologique fine des dépôts dans lesquels sont contenus ces bois, fournit une image de l'évolution du détritisme alluvial, de la dynamique de la végétation et de l'évolution climatique au cours de la première partie du Postglaciaire (Miramont 1998).

– le secteur de la Moyenne Durance, dans les Alpes du Sud. L'analyse géomorphologique des dépôts fluviaux et torrentiels des affluents de la Durance (Ubaye, Buëch, Bléone, Asse) est associée à une étude du peuplement. Elle permet d'envisager l'évolution des paléoenvironnements sur le long terme de l'Holocène, dans un contexte d'abord naturel puis progressivement occupé par des communautés sédentaires (Jorda 1993).

– le bassin versant du torrent de Saint-Pierre (Beauvezer, Haut Verdon). L'étude de la croissance de mélèzes situés vers 2100 m en limite supérieure de la forêt permet d'envisager l'influence du climat et celle de la pression anthro-

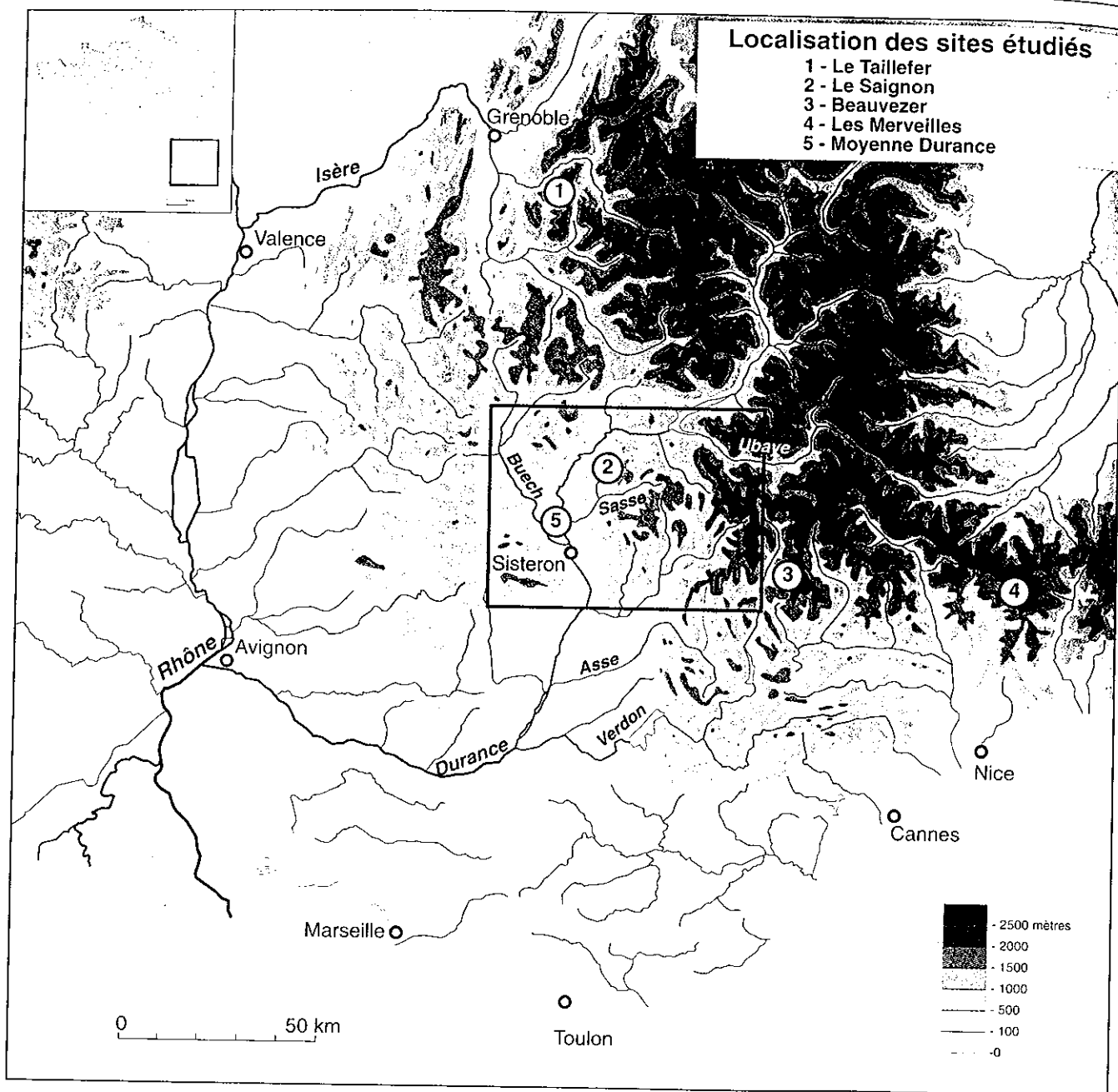


Fig. 1. Localisation des sites étudiés.

pique sur les forêts d'altitude au cours du dernier millénaire (Belingard 1996).

Une présentation chronologique des résultats est adoptée.

## 2. De la fin du Tardiglaciaire à l'Atlantique: les paramètres climatiques gouvernent l'évolution des paléoenvironnements

La rareté des sites archéologiques montre que l'homme n'occupe que très ponctuellement la montagne alpine antérieurement au Néolithique (sociétés de chasseur-cueilleurs). L'évolution des paysages, la dynamique de la végétation, les

modalités de la morphogenèse, et en particulier le détritisme alluvial sont directement influencés par les variations des paramètres bioclimatiques.

L'analyse multidisciplinaire du site du Taillefer met en évidence les grandes étapes de la dynamique végétale et forestière au cours de cette période. L'étude dendrogéomorphologique du bassin versant du Saignon (Alpes du Sud) met en évidence, à une résolution temporelle plus fine, des phases de crises érosives et détritiques en relation avec des fluctuations brutales de la variable climatique.

### 2.1. Le plateau des lacs du Taillefer

Les analyses polliniques et paléontologiques suggèrent que la végétation du plateau, situé à 2000 m d'altitude, est du

type pelouse durant l'Alleröd (Fig. 2). Au Dryas récent (ré-  
currence climatique froide), le site est occupé par une végé-  
tation steppique (pic d'*Artemisia*). Les arbres sont présents  
au Boréal (restes de *Betula* et de *Pinus uncinata*). *Abies* se  
développe aux dépens de *Pinus* durant la première partie de  
l'Atlantique (8000–7500 BP). Entre 7500 et 5000 BP, les  
fréquences polliniques élevées d'*Abies*, une abondante litière  
d'aiguilles de *Pinus uncinata* et la nature de l'entomo-  
faune (*Ceruchus chrysomelius*) témoignent de l'existence  
d'un milieu forestier fermé, dominé par *Pinus uncinata*. La  
limite supérieure de la forêt dépasse l'altitude du plateau. La  
limite d'*Abies* reste probablement en contrebas. Aucun impact  
anthropique n'est discernable avant 5000 BP.

fin du Tardiglaciaire (fin de l'Alleröd) jusqu'à la première  
partie de l'Atlantique. Ces dépôts renferment des gisements  
d'arbres subfossiles, enracinés à différents niveaux stratigra-  
phiques (Rosique 1994; Miramont 1998).

Ces arbres sont des vestiges de peuplements monospéci-  
fiques de pins sylvestres (*Pinus silvestris* L.), en formation  
dense. Ils témoignent de périodes pluriséculaires de stabilité  
morphogénique des fonds des vallons, à plusieurs reprises au  
cours de la première partie du Postglaciaire (Fig. 3). Ces pé-  
riodes sont interrompues par des crises détritiques (dépôts de  
cruie à caractère hydromorphe) qui aboutissent à l'enfouisse-  
ment des arbres. Ce phénomène se traduit par une réduction  
brutale de la croissance des pins, suivie d'une période de dé-  
périssement qui précède leur mort. Les dates réalisées sur  
d'autres bois subfossiles montrent que ces crises détritiques  
se retrouvent aussi ailleurs en Moyenne Durance, dans les  
affluents des vallées du Buëch, de l'Ubaye et de la Bléone.

Seules des variations du paramètre climatique pourraient  
expliquer le déclenchement synchrone à l'échelle du bassin,  
des crises détritiques. Compte tenu de la nature des dépôts,  
ces crises témoigneraient d'une recrudescence brutale des  
précipitations de forte intensité. Ce résultat s'accorde bien  
avec les travaux récents des paléoclimatologues qui définis-  
sent, au cours de la première partie du Postglaciaire, un cli-  
mat caractérisé par de brusques fluctuations très contrastées  
(Magny 1997).

Ces deux exemples soulignent l'importance des para-  
mètres naturels, particulièrement celle de la variable clima-  
tique, dans l'évolution des paléoenvironnements de la pre-  
mière partie du Postglaciaire. Ces deux cas montrent la  
complémentarité des enregistrements paléoenvironnemen-  
taux. La palynologie permet de définir des grandes ten-  
dances de l'évolution et restitue une évolution biologique  
des milieux. La paléontologie et l'approche dendrogéo-  
morphologique permettent de détecter des fluctuations plus  
courtes, de plus ou moins forte intensité.

### 3. A partir de la fin de l'Atlantique: l'impact croissant du facteur anthropique

L'évolution de la morphogenèse, du couvert végétal, les  
fluctuations de croissance des arbres enregistrent au cours de  
la seconde partie du Postglaciaire les effets combinés des  
fluctuations climatiques et de l'anthropisation.

#### 3.1. L'évolution du couvert végétal en secteur nord-alpin (massif du Taillefer)

Dès 5000–4600 BP, l'apparition de pollens de céréales  
(*Plantago*) et d'*Alnus viridis*, et la présence d'insectes co-  
prophages (*Scarabeidae*) sont les premières manifestations  
de la présence de l'homme et d'une activité agro-pastorale.  
Néanmoins, le milieu ne semble pas fortement perturbé par ce  
nouveau facteur. En effet, les pollens et la présence de troncs  
subfossiles indiquent que *Pinus uncinata* devait constituer  
une pineraie dense, au moins en bordure des dépressions hu-  
mides. Les diagrammes polliniques montrent qu'à cette pé-  
riode l'étage montagnard est occupé par *Abies*, auquel *Fagus*

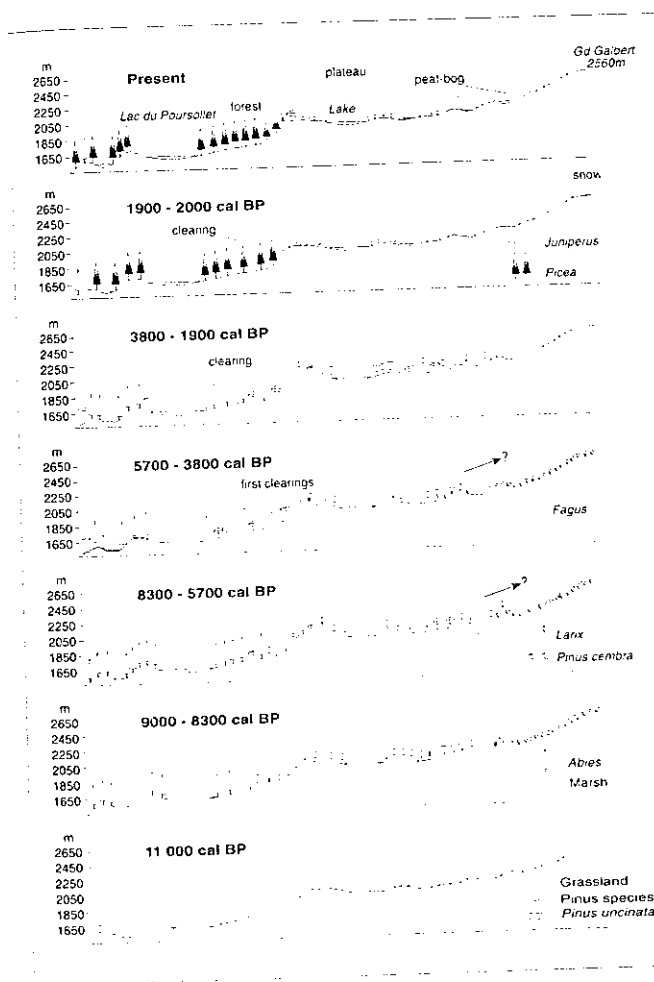


Fig. 2. Reconstruction de l'évolution de la forêt depuis 10'000 BP jusqu'à nos jours à 2000 m dans le massif du Taillefer (Alpes françaises).

#### 2.2. Le bassin du Saignon

Comme les autres bassins versants sud-alpins de moyenne  
Durance inscrits dans les terrains marneux («Terres  
Noires»), le bassin versant du Saignon est caractérisé par  
la présence de puissants remblaiements sédimentaires – Rem-  
blaiements Holocènes Principaux (Jorda 1993) – qui témoi-  
gnent d'une tendance à la sédimentation alluviale depuis la

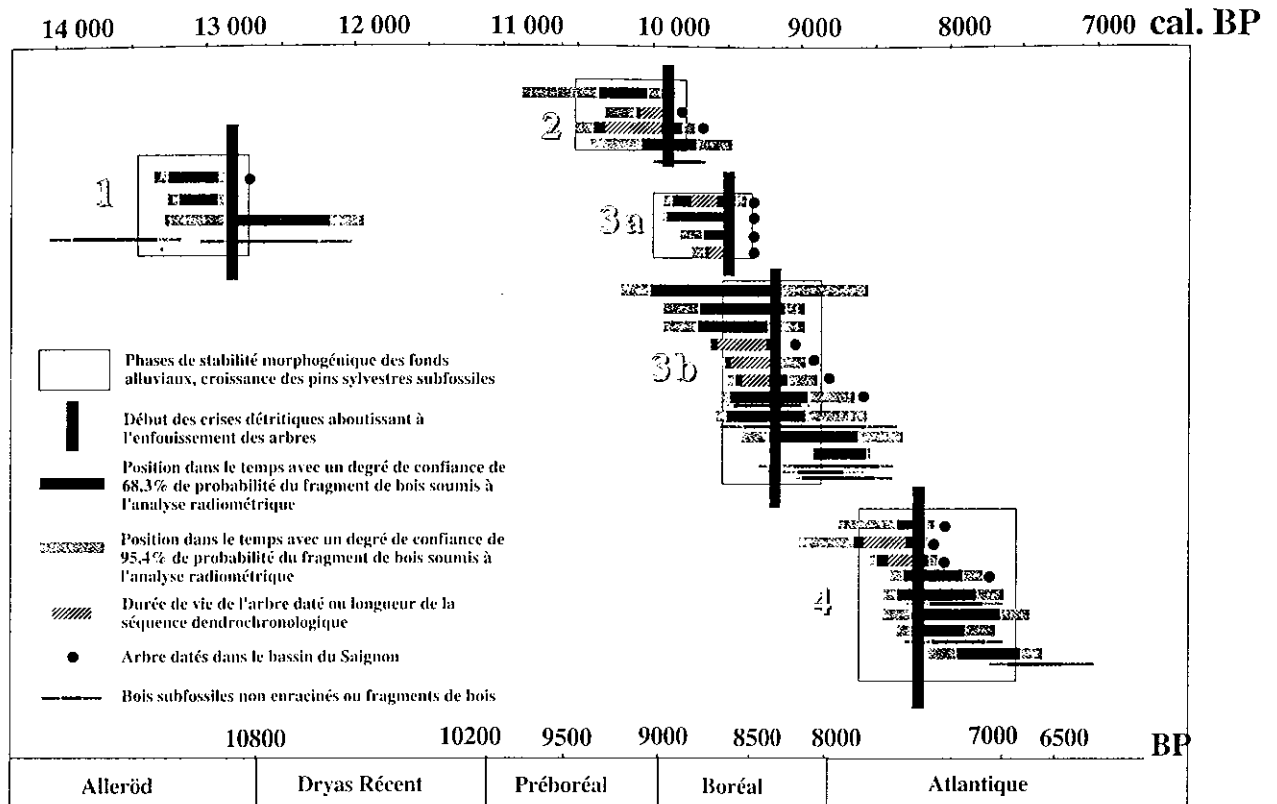
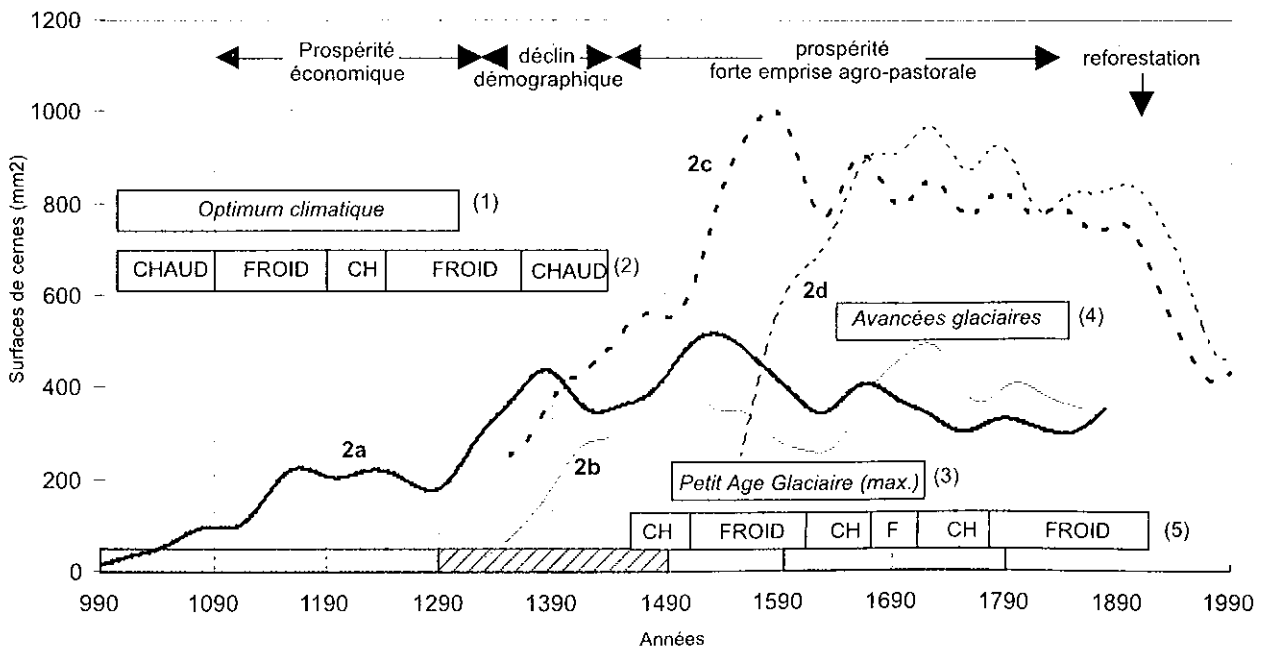


Fig. 3. Positions chronologique des arbres subfossiles datés au <sup>14</sup>C en Moyenne Durance.



a. b. c. d : les chronologies moyennes filtrées (filtre avec une fenêtre de 50 ans) du site de Beauvezet.  
 Données concernant l'économie locale (Sclafert, 1959) et les changements climatiques : Alexandre, 1987 (1) ; Lamb, 1984 (1)(3) ; Grove, 1988 (4) ; Tessier, 1986 (5) ; Serre-Bachet, 1994 (2).

□ périodes présentant des fluctuations synchrones (locales et référence des Merveilles).      ▨ périodes présentant des fluctuations non synchrones (référence des Merveilles).

Fig. 4. Synthèse de données sur le site de Beauvezet.

s'associe progressivement, témoignant d'une diversification du milieu forestier.

Entre 3500 et 2500 BP, la pineraie s'éclaircit, tout en s'enrichissant de l'extension de *Pinus cembra* et de *Larix de-cidua* Mill. Ce phénomène, ainsi que la présence de charbons de bois, témoignent de l'accentuation de la pression anthropique (brûlis, défrichements).

A partir de 2000 BP, l'événement principal, dans les diagrammes polliniques, est celui de l'apparition puis du développement de *Picea abies* qui accompagne l'essor de l'occupation humaine à l'époque romaine. Cependant, la localisation des charbons de bois de *Picea abies* indique que cette essence n'a pas atteint l'altitude du plateau. Les fréquences de pollens de *Plantago*, *Plantago lanceolata*, *Rumex* et *Alnus viridis* prouvent le développement du pastoralisme. *Pinus uncinata* disparaît alors presque totalement du plateau. Si la limite de la forêt est désormais inférieure à 2000 m, la limite potentielle, dépendante des conditions climatiques, reste vraisemblablement supérieure: le déclin de la forêt apparaît ainsi comme la conséquence d'une activité pastorale.

### 3.2. L'évolution de la morphogénèse sud-alpine

Lors de la seconde partie de la période atlantique, les organismes fluviaux sud-alpins connaissent une tendance généralisée à l'incision verticale. Ils connaissent ensuite une évolution marquée par de fréquents renversements de tendance morphogénique (accumulation/incision), plus saccadée que lors de la première partie du Postglaciaire. Plusieurs crises détritiques ont été détectées: à la charnière de l'Atlantique et du Subboréal, à l'Age du Fer et lors de l'Antiquité Tardive. Elles se traduisent dans les paysages par la mise en place de dépôts alluviaux (nappes alluviales, cônes de déjection) ou colluviaux, emboîtés dans les remblaiements holocènes principaux.

La crise détritique qui intervient à la charnière de l'Atlantique et du Subboréal est reconnue dans l'ensemble de la Moyenne Durance. En milieu montagnard intra-alpin, dans le bassin de Barcelonnette (vallée de l'Ubaye), cette crise détritique intervient alors que la région est encore peu fréquentée par les hommes. Il semble donc qu'elle soit déclenchée par une variation du paramètre climatique (Frenzel 1966; Jorda & Provansal 1996; Magny 1995). Cette crise détritique est aussi identifiée dans la zone préalpine près de l'axe principal de la Durance. L'anthropisation y est prouvée par la présence de nombreux sites chasséens et des indices de défrichements décelables dans les diagrammes polliniques. Ainsi, en zone préalpine, les effets de la dégradation climatique pourraient avoir été aggravés par l'impact des premières sociétés sédentaires.

La crise détritique de l'Age du Fer est contemporaine d'une dégradation climatique bien connue partout en Europe (Magny & Richard 1992). Elle intervient cette fois dans un milieu entièrement occupé par les sociétés sédentaires, en plaine comme en montagne (densité des sites archéologiques). Dans cette situation, les effets des paramètres climatiques et anthropiques se conjuguent.

La période romaine connaît un calme hydrologique qui coïncide avec l'implantation de sites sur les cônes de déjection et à proximité des cours d'eau. A la fin de l'Antiquité

(Ve–VIe siècle ap. J.-C.), une nouvelle crise détritique intervient, enfouissant les vestiges antiques (Jorda 1993; Miramont 1998). Cette dernière crise correspond encore à une phase de péjoration climatique (Magny 1995). Mais cette fois, les conséquences de la dégradation climatique ont pu être amplifiées par le contexte de déprise agro-pastorale (abandon des systèmes de drainage et d'irrigation) (Jorda & Provansal 1996).

Ainsi au cours de la seconde partie de l'Holocène, l'Homme perturbe progressivement les milieux alpins. Les premiers impacts sont souvent diffus, n'entraînent pas de perturbation majeure de l'environnement. Puis à partir de la fin du Subboréal, les effets de l'anthropisation s'intensifient et se combinent de façon complexe et variée à l'influence des fluctuations climatiques.

## 4. Le dernier millénaire: des phases climatiques contrastées au sein d'un milieu fortement anthropisé

### 4.1. La morphogénèse dans le bassin durancien

L'étude des documents d'archives et des stratigraphies alluviales conduit à définir, en Moyenne Durance, plusieurs phases d'intense activité fluviale au cours du dernier millénaire (Miramont & Guilbert 1997). C'est ainsi qu'à partir des décennies 1350–60, la Durance connaît des crues fréquentes contemporaines d'une phase de détérioration climatique annonçant le Petit Age Glaciaire (Le Roy Ladurie 1983; Jorda & Roditis 1993). La crise détritique associée à ces épisodes de crue intervient dans un contexte de déprise agro-pastorale. La crise démographique (épidémie de peste noire) et les troubles socio-économiques de la fin du Moyen Age ont provoqué une désorganisation de l'espace (par exemple, abandon des terrasses de culture). Ce phénomène a pu favoriser une reprise d'érosion aggravant par là-même les effets de la péjoration climatique.

Puis le phénomène semble s'atténuer au cours du XVe siècle et de la première partie du XVIe siècle. Une phase de crise hydrosédimentaire pluriséculaire s'amorce ensuite dans la décennie 1540 et se poursuit jusqu'à la fin du XIXe siècle. Elle est en relation à la fois avec la crise climatique du Petit Age Glaciaire et avec un maximum historique de l'occupation humaine (Baratier 1961) accompagnée d'un déboisement intense (Sclafert 1959; Douguedroit 1976; Valauri et al. 1997).

La Durance et ses affluents connaissent, à partir du début du XXe siècle, une contraction des lits fluviaux et une tendance à l'incision très probablement liées aux reboisements spontanés et artificiels du bassin et à une modification du régime des précipitations (Pichard 1997) et des régimes hydrologiques (Miramont & Guilbert 1997).

### 4.2. La croissance des arbres du site de Beauvezer et du site des Merveilles

Plusieurs longues chronologies de cernes ont été construites à partir de mélèzes millénaires des sites de Beauvezer (Haut

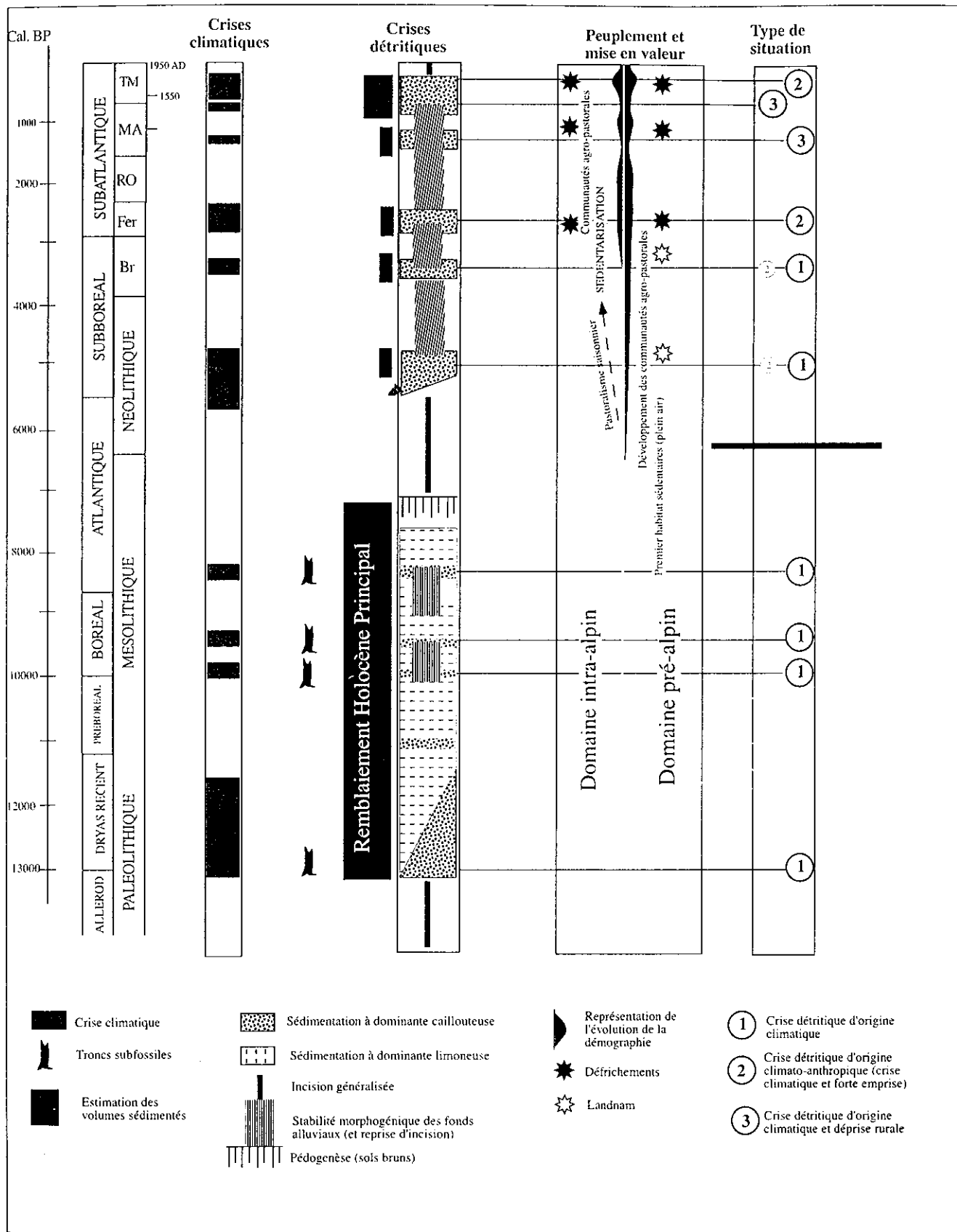


Fig. 5. L'évolution des paléoenvironnements sud-alpins: synthèse des résultats et interprétations.

Verdon) (Belingard 1996) et du site des Merveilles (Alpes Maritimes) (Serre 1978).

Les fluctuations de croissance annuelles (haute fréquence), synchrones à l'échelle régionale, dépendent essentiellement du facteur climatique. En revanche, les fluctuations de croissance pluridécennales à séculaires dépendent aussi d'autres facteurs, liés à l'action de l'homme (processus de compétition, défrichements et pastoralisme). Les fluctuations de croissance de moyenne et basse fréquence liées au climat sont synchrones à l'échelle régionale. Les activités humaines, en revanche, induisent des discordances entre les chronologies de cernes issues de différents sites. Pour la période historique, ces fluctuations de tendance sont comparées aux données démographiques et climatiques (Fig. 4). Plusieurs phases sont reconnues:

- des phases caractérisées par des fluctuations non synchrones: c'est le cas de la période 1300–1500 AD. Le fait que les augmentations de croissance (absentes à la vallée des Merveilles) soient suivies de diminutions qui coïncident avec l'installation de nouveaux individus suggère que les versants ont subi des déforestations (compétition intra-spécifique moins forte pour les arbres laissés en place) suivies d'un abandon progressif permettant la régénération spontanée de la forêt (compétition intra-spécifique importante pour les arbres en place).

- des phases caractérisées par des fluctuations synchrones: Le synchronisme de l'augmentation des croissances à Beauversez et aux Merveilles entre 1000 et 1300 AD conduit à privilégier la piste d'une fluctuation d'origine climatique. Cette période correspond en effet à «l'optimum climatique médiéval» (Alexandre 1987; Lamb 1984). D'après les données historiques locales (Sclafert 1959), on peut supposer que les hauts des versants (supérieurs à 2000 m) n'étaient pas encore perturbés par les activités agropastorales.

Le synchronisme des variations de croissance des mélèzes au XVII<sup>e</sup> et au XVIII<sup>e</sup> siècles suggère que leur croissance est alors dépendante du climat (détérioration climatique du Petit Age Glaciaire: Grove 1988; Tessier 1986). En effet, l'état de dégradation du couvert forestier ayant dépassé un seuil de non réversibilité (surpâturage, ravinements), toute régénération naturelle est devenue impossible, et la croissance des arbres dispersés et âgés traduit principalement les fluctuations de la variable climatique.

## 5. Conclusion

La complémentarité des enregistrements paléoenvironnementaux met en évidence le jeu variable des facteurs naturels et anthropiques dans différentes régions des Alpes françaises. Cette approche a permis de déterminer des tendances à long terme de la dynamique forestière et de la morphogénèse des cours d'eau, et des fluctuations à pas de temps très courts (crises détritiques, variations interannuelles de croissance des arbres).

Ainsi, l'étude de l'évolution de la morphogénèse fluviale et du peuplement dans les Alpes du sud conduit à distinguer trois principaux types de crises détritiques (Fig. 5). Celles-ci peuvent être liées uniquement à des crises climatiques (1) comme les crises détritiques mises en évidence au cours de la première partie du Postglaciaire et celle de la transition Atlantique/Subboréal en zone intra-alpine (vallée de l'Ubaye). Elles peuvent avoir pour origine une crise climatique contemporaine d'une phase d'intense mise en valeur (2) comme la crise déritique de l'Age du Fer et celle des Temps Modernes au XIX<sup>e</sup> siècle. Enfin, elles peuvent être en relation avec des crises climatiques contemporaines d'une phase de déprise agro-pastorale (3) comme à la fin de l'Antiquité et à la fin du Moyen Age (seconde moitié du XIV<sup>e</sup> siècle). Ainsi, l'évolution des paysages géomorphologiques resterait avant tout commandée par les fluctuations du paramètre climatique.

Pendant la période historique, des combinaisons analogues des impacts anthropiques et climatiques ont été reconnues dans les zones d'altitude (site de Beauvezer) où les effets de l'anthropisation ont eu cependant un rôle essentiel sur la variation de la limite supérieure de la forêt.

D'un point de vue méthodologique, le potentiel d'information des données paléocéologiques est remarquable. On insistera ici sur celui de la dendrochronologie, discipline largement sollicitée dans les analyses présentées. En effet, les données dendrochronologiques offrent la possibilité de tester, pour la période historique, des modèles de croissance où interviennent facteurs humains et naturels, soit simultanément, soit successivement. De plus, l'analyse des paramètres-cerne (densité du bois) ou associés (isotopes) devrait permettre d'enrichir la connaissance des paléoenvironnements et des paléoclimats.

## Bibliographie

- Alexandre P. (1987). *Le climat en Europe au Moyen Age*. (Paris).
- Baratier E. (1961). *La démographie provençale du XIII<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle*. Ecole pratique des Hautes Etudes, VI section CNRS.
- Belingard C. (1996). *Etude dendrochronologique de la dynamique de la limite supérieure de la forêt dans les Alpes du Sud en relation avec les facteurs climatique et anthropique*. Thèse de Doctorat d'Ecologie. Université d'Aix-Marseille III (non publ.).
- Douguedroit A. (1976). *Les paysages forestiers de Haute Provence et des Alpes Maritimes*. (Aix).
- Edouard J.-L. (1994). *Les lacs d'altitude dans les Alpes françaises. Contribution à la connaissance des lacs d'altitude et à l'histoire des milieux montagnards depuis la fin du Tardiglaciaire*. Thèse de Doctorat

d'Etat. spécialité Géographie, Université Joseph Fourier, Grenoble 1 (non publ.).

- Frenzel B. (1966). *Climatic changes in the Atlantic-Subboreal transition on the Northern Hemisphere: botanical evidence*. In: Proceedings of the International Symposium. Royal Meteorological Society. «World climate from 8000 to 0 BC», 99–125. (London).
- Grove J. (1987). *The Little Ice Age*. (London).
- Jorda M. (1993). *Histoire des paléoenvironnements tardi- et post-glaciaires de moyenne altitude. Essai de reconstitution cinématique*. In: Géomorphologie et aménagement de la montagne. Hommage à P. Gabert, CNRS, 91–111. (Caen).
- Jorda M. & Roditis J. C. (1993). *Les épisodes de gel du Rhône depuis l'an mil. Périodisation, fréquence, interprétation paléoclimatique*. Méditerranée 3–4, 19–30.

- Jorda M. & Provansal M. (1996). *Impact de l'anthropisation et du climat sur le détritisme dans le Sud-Est de la France (Alpes du Sud et Provence)*. Bull. Soc. Géol. France 167-1, 159-168.
- Lamb H. H. (1984). *Climate in the last thousand years: natural climatic fluctuations and changes*. In: Flohn H. & Fantechi R. (Eds), *The climate of Europe: past, present and future*. (Dordrecht).
- Le Roy Ladurie E. (1983). *Histoire du climat depuis l'An Mil*. 2 vol. (Paris).
- Magny M. (1995a). *Une histoire du climat. Des derniers mammouths au siècle de l'automobile*. (Paris).
- Magny M. (1995b). *Eléments pour une histoire du climat entre 13000 et 6000 BP*. Bulletin de la société préhistorique française 94-2, 161-167.
- Magny M. & Richard G. (1992). *Essai de synthèse. Vers une courbe de l'évolution du climat entre 500 BC et 500 AD*. Les nouvelles de l'Archéologie 50, 53-60.
- Miramont C. (1998). *Morphogénèse, activité érosive et détritisme alluvial holocènes dans le bassin de la Moyenne Durance*. Thèse de Doctorat de Géographie. Université d'Aix-Marseille I (non publ.).
- Miramont C. & Guilbert X. (1997). *Variations historiques de la fréquence des crues et évolution de la morphogénèse fluviale en Moyenne Durance*. Géomorphologie: relief, processus et environnement 4, 325-338.
- Pichard G. (1997). *Les eaux du ciel. Sur l'histoire des pluies, des neiges et des débordements*. Revue «Marseille», 7-9.
- Ponel P., Beaulieu J. L. & Tobolski A. (1992). *Holocene palaeoenvironments at the timberline at the Taillefer massif (French Alps). A study of pollens, plant macrofossils*. The Holocene 2-2, 117-130.
- Rosique T. (1994). *Les gisements de bois fossiles conservés dans les formations détritiques tardi- et postglaciaires du bassin du Buëch (Hautes Alpes): interprétation géodynamique et paléoécologique*. C. R. Acad. Sci. Paris 319, série II, 373-380.
- Sclafert T. (1959). *Cultures en Haute Provence. Déboisements et pâtures au Moyen Age*. Les Hommes et la Terre. IV. (Paris).
- Serre F. (1978). *The dendroclimatological value of the European larch (Larix decidua Mill.) in the french maritime alps*. Tree Ring Bulletin 38, 25-33.
- Serre-Bachet F. (1994). *Middle ages temperature reconstructions in Europe, a focus on northeastern Italy*. Climatic change 26, 213-224.
- Tessier L. (1986). *Chronologie de mélèzes et Petit Age Glaciaire*. Dendrochronologia 4, 97-113.
- Tessier L., Beaulieu J. L., Couteaux M., Edouard J.-L., Ponel P., Rolando C., Thinon M., Thomas A. & Tobolski K. (1993). *Holocene palaeoenvironments at the timberline in the Alps (Taillefer massif, French Alps), a multidisciplinary approach*. Boreas 22, 243-254.
- Vallauri D., Chauvin C. & Mermin E. (1997). *La restauration écologique des espaces forestiers dégradés dans les Alpes du Sud. Chronique de 130 ans de restauration et problématique actuelle de gestion des forêts recrées en Pin noir*. Revue forestière française 49-5, 433-449.

Cécile Miramont, Université de Provence, UFR de Géographie, URA 903 CNRS, 29 Avenue Robert Schuman, F-13621 Aix en Provence, c-miramont@upgeo.univ-aix.fr

Christelle Belingard, Jean-Louis Edouard, Faculté des sciences et techniques de St-Jérôme, Laboratoire de Botanique historique et palynologie, URA 1152 CNRS, F-13397 Marseille cedex 13, christelle.belingard@cen.ulaval.ca, jean-louis.Edouard@LBHP.u-3mrs.fr