

LES VARIATIONS TEMPORELLES ET SPATIALES DE LA MORPHOGENÈSE POSTGLACIAIRE DES FONDS DE VALLONS SUD-ALPINS. L'EXEMPLE DU BASSIN VERSANT DU DROUZET (HAUTES-ALPES, FRANCE)

Olivier SIVAN¹ & Cécile MIRAMONT²

RÉSUMÉ

Les fonds de vallon dans les Préalpes françaises du Sud se caractérisent par la présence de puissants remblaiements tardiglaciaires et holocènes au sein desquels sont enfouis différents niveaux de troncs subfossiles. L'étude dendrogéomorphologique et sédimento-stratigraphique de l'un de ces vallons – bassin versant du Drouzet – permet de préciser les variations temporelles de la sédimentation alluviale et autorise une nouvelle interprétation des processus morphogéniques postglaciaires et de leurs expressions paléoclimatiques. Il devient ainsi possible de distinguer la période tardiglaciaire au cours de laquelle l'activité des cours d'eau est principalement longitudinale, de la première partie de l'Holocène qui voit les apports latéraux dominer. Cette mutation des processus morphogéniques doit être attribuée à une augmentation de la fréquence des épisodes orageux et à la variabilité et à l'intensité des précipitations.

Mots-clés : Tardiglaciaire, Holocène, Alpes françaises du Sud, bois subfossiles, sédimentation alluviale.

ABSTRACT

SPATIO-TEMPORAL VARIABILITY OF ALLUVIAL SEDIMENTATION DURING LATE GLACIAL AND HOLOCENE PERIODS IN THE SOUTHERN FRENCH ALPS. EXAMPLE OF THE DROUZET BASIN (HAUTES-ALPES)

The small tributaries rivers of the southern French Prealps are characterised by the presence of thick Holocene infill in which are buried numerous levels of subfossil trunks. Dendrogeomorphologic and sedimento-stratigraphic approaches are used to study of the late glacial and Holocene deposits in the Drouzet basin. We point out the spatio-temporal variability of deposition processes and we propose new palaeoclimatic interpretations for the Holocene deposits. Only longitudinal sedimentation processes are present in the rivers during the late glacial period whereas during the Holocene period, rivers record mainly lateral deposits. This change in morphogenesis probably answers to an increase of storm and an increase of rainfall intensity and/or variability.

Keys-words: Late glacial, Holocene, Southern French Alps, subfossil wood, alluvial sedimentation process.

1 - INTRODUCTION

Dans les Alpes du sud, les remblaiements de fond de vallons sont de précieux témoignages des fluctuations de la morphogenèse postglaciaire sud-alpine. De nombreuses recherches leur ont ainsi été consacrées depuis une vingtaine d'années. Les premiers travaux, fondés sur l'analyse sédimento-stratigraphique de coupes de référence et l'obtention de datations radiocarbone (Jorda, 1980, 1985, 1987, 1993; Gautier, 1992; Rosique, 1996; Ballandras, 1997), ont permis de définir les grandes tendances de l'évolution morphogénique «postglaciaire» *s.l.* [Le terme de Postglaciaire est utilisé ici pour définir la période comprenant le Tardiglaciaire et

l'Holocène, les conditions paléoenvironnementales tempérées ayant été acquises dès l'interstade Bølling-Allerød dans la région (Borel *et al.*, 1984).] Ces travaux aboutissent globalement à la distinction de deux périodes principales:

– après une tendance à l'incision linéaire au début du Tardiglaciaire (*ante* 15000 cal BP), les torrents connaissent, pendant la première partie du Postglaciaire (de 14500 à 6500 cal BP), une longue période de sédimentation alluviale caractérisée par la formation de puissants remblaiements de fond de vallon: le «Remblaiement Postglaciaire Principal». Ce remblaiement se développe dans les cours d'eau de rang 3-4 mais ne se retrouve que très rarement dans les organismes collecteurs (Buëch, Durance).

¹ Institut National de Recherches Archéologiques Préventives / CEPAM CNRS UMR 6130. INRAP, 24 avenue de la Grande Bégude, Immeuble le Mozart, 13770 Venelles. Courriel : olivier.sivan@inrap.fr

² Université Aix-Marseille I, IMEP CNRS UMR 6116, Bâtiment Villemin, Europôle de l'Arbois - BP 80, F-13545 Aix-en-Provence cedex 04. Courriel : cecile.miramont@up.univ-aix.fr

– la sédimentation s'arrête à partir de 6500 cal BP. Dans certains bassins, des nappes alluviales discontinues et lacunaires datées du Subboréal ou de l'Age du Fer s'emboîtent dans les dépôts du Remblaiement Postglaciaire Principal. Postérieurement, une phase d'incision majeure mais difficile à dater se développe. Elle précède le dépôt d'une basse terrasse caillouteuse attribuée au Petit Âge Glaciaire.

Les dépôts du Remblaiement Postglaciaire Principal contiennent de nombreux arbres (*Pinus sylvestris*) fossilisés en position de vie. Les recherches récentes associent aux analyses géomorphologiques classiques l'étude dendrochronologique de ces bois subfossiles (Sivan *et al.*, 2006; Miramont, 1998; Sivan, 2002; Sivan *et al.*, 2002, 2006; Jorda *et al.*, 2002; Miramont *et al.*, 2004). Elles ont permis de distinguer des périodes d'accalmie de la morphogenèse propices au développement d'une couverture forestière de pins sylvestres et des périodes à forte activité détritique ayant abouti à l'enfouissement des arbres.

Cet article s'inscrit dans la continuité de ces recherches dendro-géomorphologiques. Il s'appuie sur l'analyse de deux sites représentatifs de deux compartiments (aval et amont) du torrent du Drouzet. Il a pour but de préciser les processus morphogéniques à l'origine du Remblaiement Postglaciaire Principal en tenant compte des variations spatio-temporelles de la sédimentation. Ceci débouche sur de nouvelles interprétations paléoclimatiques.

2 - PRÉSENTATION DES SITES ÉTUDIÉS

Confinée entre le massif du Dévoluy au Nord et l'unité du Ceüse-Aujourd'hui au sud, la vallée du Petit Buëch, d'orientation nord-est sud-ouest, se développe du seuil de la Freissinouse au confluent du Petit et du Grand Buëch sur un peu plus d'une trentaine de kilomètres.

Le bassin versant du torrent du Drouzet (fig. 1), affluent de rive gauche du Petit Buëch, présente les caractéristiques lithologiques et structurales de la zone subalpine méridionale (carte et notice géologique au 1/50000 de Gap, 1971). Les fonds de vallon, compris entre 800 et 900 m, sont généralement incisés dans les marnes noires callovo-oxfordiennes («Terres noires»). Ces terrains, qui affleurent jusqu'à une altitude moyenne de 1100 m, sont coiffés par les calcaires gris tithoniques qui dessinent les synclinaux perchés de la Montagne d'Oule et du Rocher de la Brunelle. L'ensemble compose un paysage de robindes («badlands») dominé par des escarpements calcaires au pied desquels se développent des manteaux d'éboulis cryoclastiques et de hauts glacis d'accumulation périglaciaires pléistocènes. Cette disposition, favorable à l'activité érosive sur les versants, a permis la mise en place d'un dispositif morphosédimentaire particulièrement complexe.

Deux sites riches en bois subfossiles ont été retenus dans le bassin versant du torrent du Drouzet.

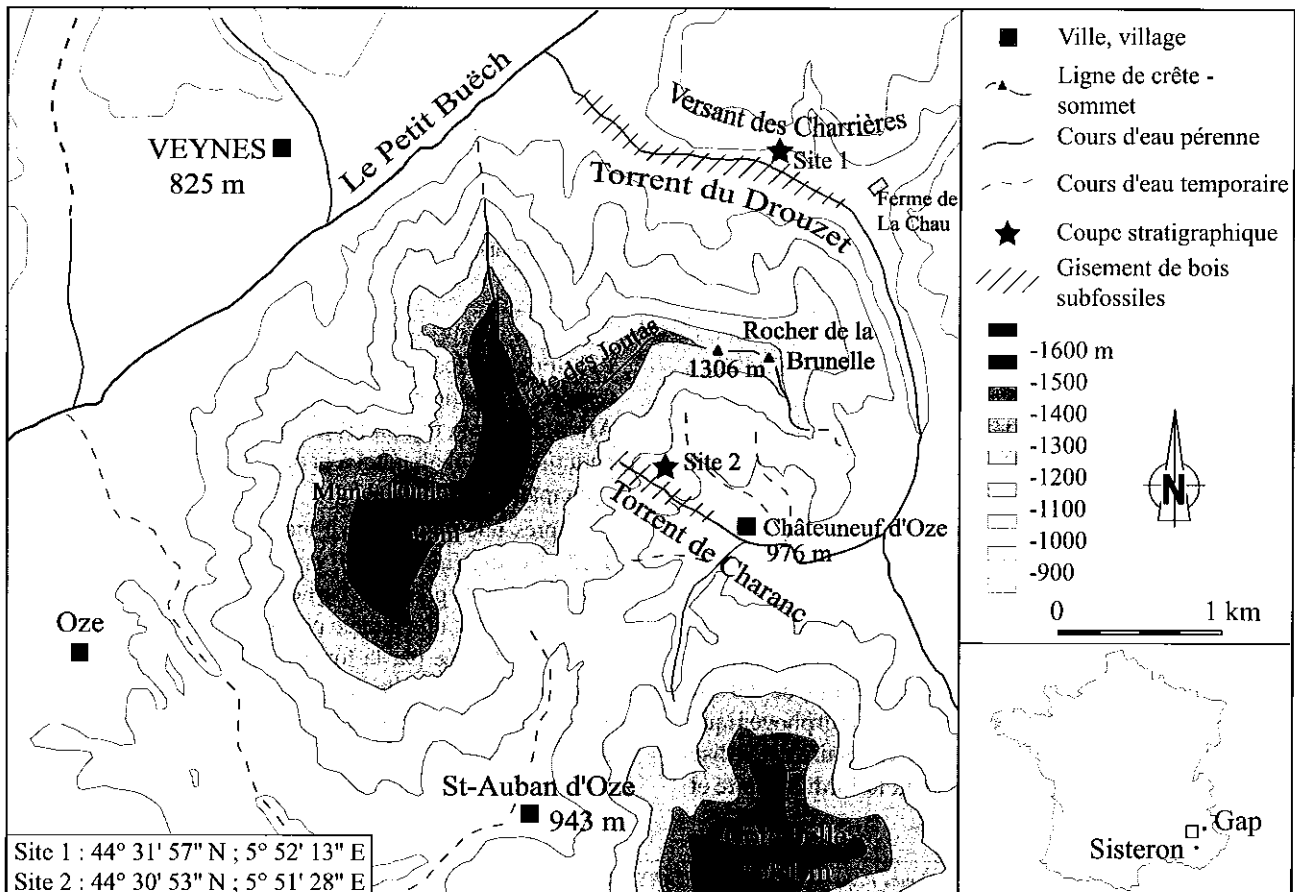


Fig. 1: Localisation du secteur d'étude.

Fig. 1: Location of studied area.

En aval (site 1), le torrent du Drouzet présente un gisement d'une cinquantaine de troncs subfossiles mis au jour par l'incision récente du cours d'eau (fig. 2). Enracinées dans une passée limoneuse d'environ d'1,5 m d'épaisseur, les souches sont ensevelies sous un niveau limoneux ou, à proximité des versants, recouvertes d'une formation sédimentaire de plus de quinze mètres de hauteur.



Fig. 2 : Site 1, troncs subfossiles, Aval du torrent du Drouzet.

Fig. 2: Site 1, subfossil trunks, downstream torrent Drouzet.

Le torrent de Charanc (site 2), petit affluent situé plus à l'amont dans le bassin du Drouzet, s'inscrit dans le versant adret de la crête de Joutas (fig. 1). De grands cônes d'épandage coalescents holocènes ourlent la base du versant et sont aujourd'hui incisés par ce cours d'eau, révélant ainsi un gisement de 45 troncs subfossiles étagés sur plusieurs niveaux (25 en place, 17 couchés et 3 en position indéterminée, fig. 3).

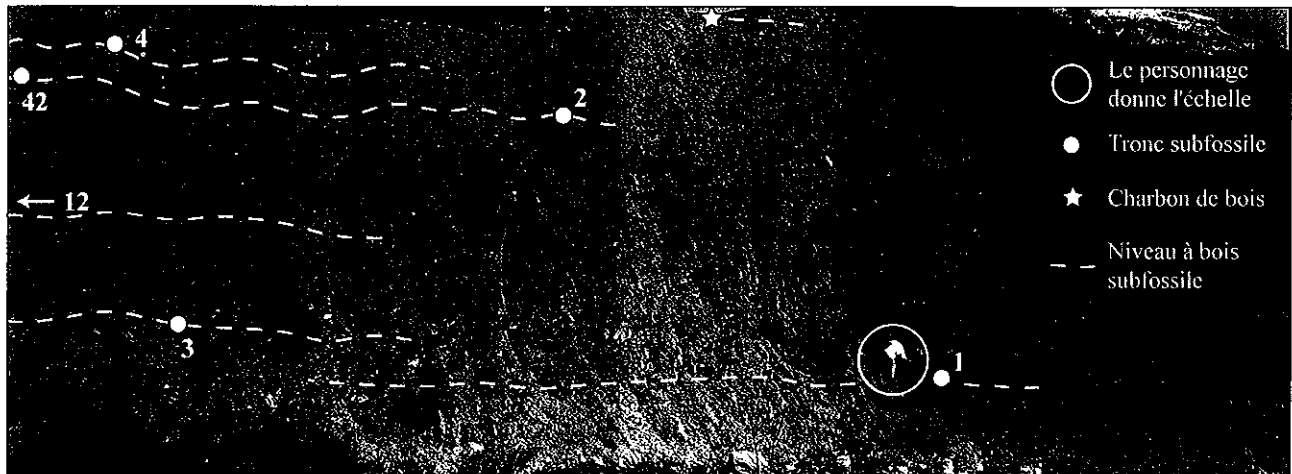


Fig. 3 : Site 2, détail du gisement de bois subfossiles du torrent de Charanc.

Fig. 3: Site 2, subfossil wood area in Charanc torrent (zoom).

3 - MÉTHODOLOGIE

Ce travail est fondé, d'une part, sur des descriptions détaillées de coupes stratigraphiques formées par l'incision récente et actuelle des cours d'eau. Le choix des stratigraphies a été dicté par leur capacité à offrir une vision des dynamiques morphogéniques de l'amont comme de l'aval des bassins versants ainsi que par leur

contenu en bois subfossile. L'analyse stratigraphique s'attache à identifier les différents niveaux de troncs subfossiles avant de les caler chronologiquement à l'aide de datations radiocarbone (tab. 1). L'observation des dépôts a pour objectif de caractériser l'intensité des dynamiques alluviales et de définir leur origine, en distinguant les apports latéraux (dépôts de versants) des apports longitudinaux.

Code lab.	Ref.	Date BP	Date cal.BP à 2 sigmas (Reimer <i>et al.</i> , 2004)	lat.	long.	alt.	Matériel	Localisation
AA-10226	Cha.1.2	6895+100-95	7938-7572	44° 30' 53" N	5° 51' 28" E	1020 m	Charbon	Drouzet, site 2
AA-10223	Cha.12	7685+/-70	8596-8368	44° 30' 53" N	5° 51' 28" E	1020 m	Bois	Drouzet, site 2
AA-10224	Cha.44	8145+/-70	9398-8820	44° 30' 53" N	5° 51' 28" E	1000 m	Bois	Drouzet, site 2
AA-10222	Cha.1	8290+/-70	9485-9031	44° 30' 53" N	5° 51' 28" E	1000 m	Bois	Drouzet, site 2
AA-12169	Drou.39	11780+210-205	15247-13183	44° 31' 57" N	5° 52' 13" E	860 m	Bois	Drouzet, site 1
AA-12168	Drou.3.35	11800+255-245	15291-13166	44° 31' 57" N	5° 52' 13" E	860 m	Bois	Drouzet, site 1
GrN-26627	Drou.1.63	11810+/-170	15242-13423	44° 31' 57" N	5° 52' 13" E	860 m	Bois	Drouzet, site 1
AA-10311	Drou.3	11975+/-115	15315-13621	44° 31' 57" N	5° 52' 13" E	860 m	Bois	Drouzet, site 1
GrN-19016	Drou.14	11980+/-45	15299-13653	44° 31' 57" N	5° 52' 13" E	860 m	Bois	Drouzet, site 1
GrN-26628	Drou.1.83	12000+/-60	15314-13656	44° 31' 57" N	5° 52' 13" E	860 m	Bois	Drouzet, site 1

Tab. 1 : Datations radiocarbone.

Tab. 1: Radiocarbon dates.

D'autre part, les bois subfossiles ont fait l'objet d'une analyse dendrochronologique. Les spécimens les mieux conservés ont été échantillonnés sous forme de galettes, à l'aide d'une tronçonneuse. Après séchage, les échantillons obtenus ont été poncés. Trois rayons ont été mesurés pour chaque arbre (mesureur de type Ecklund). Les chronologies d'arbre (ou chronologies individuelles) sont composées de la moyenne arithmétique des épaisseurs des cernes mesurées sur chacun des trois rayons. Les tests de synchronisation (logiciel TSAPWin scientifique ©2002-2005 Frank Rinn/RINNTECH) ont permis de repérer des arbres ayant des périodes de vie commune et de construire des chronologies moyennes flottantes.

Les perturbations de croissance (croissance dissymétrique, formation de bois de réaction, cicatrices) ont été repérées sur les galettes et dans les chronologies individuelles dans le but d'identifier des stress d'origine géomorphologique (Astrade *et al.*, 1998; Lafortune *et al.*, 1997; Corominas *et al.*, 1993) ou hydrique (Desrosiers & Begin, 1992; Gottesfeld & Johnson-Gottesfeld, 1990).

4 - RÉSULTATS

4.1 - LE DISPOSITIF MORPHOSÉDIMENTAIRE D'ENSEMBLE

4.1.1 - Site 1 : les dépôts tardiglaciaires d'aval

Sapée à sa base par le torrent du Drouzet, la coupe «DROU.1» se développe sur une vingtaine de mètres de hauteur (fig. 4). Elle montre, à la base, une passée limoneuse homogène épaisse de 1,5m reposant directement sur le *substratum* marneux. Les limons contiennent deux niveaux de pins sylvestres subfossiles datés à plusieurs reprises du Bølling-Allerød (11780 + 210-205 BP; 11800 + 255-245 BP; 11810 +/- 170 BP; 11975 +/- 115 BP; 11980 +/- 45 BP; 12000 +/- 60 BP; tab. 1). Ce dépôt limoneux apparaît avec l'élargissement de la vallée à l'aval immédiat de la ferme de «La Chau» pour s'y développer uniformément. Il peut être observé en de nombreux endroits dans le fond de la vallée, à proximité des versants comme au milieu de la plaine alluviale. Nous

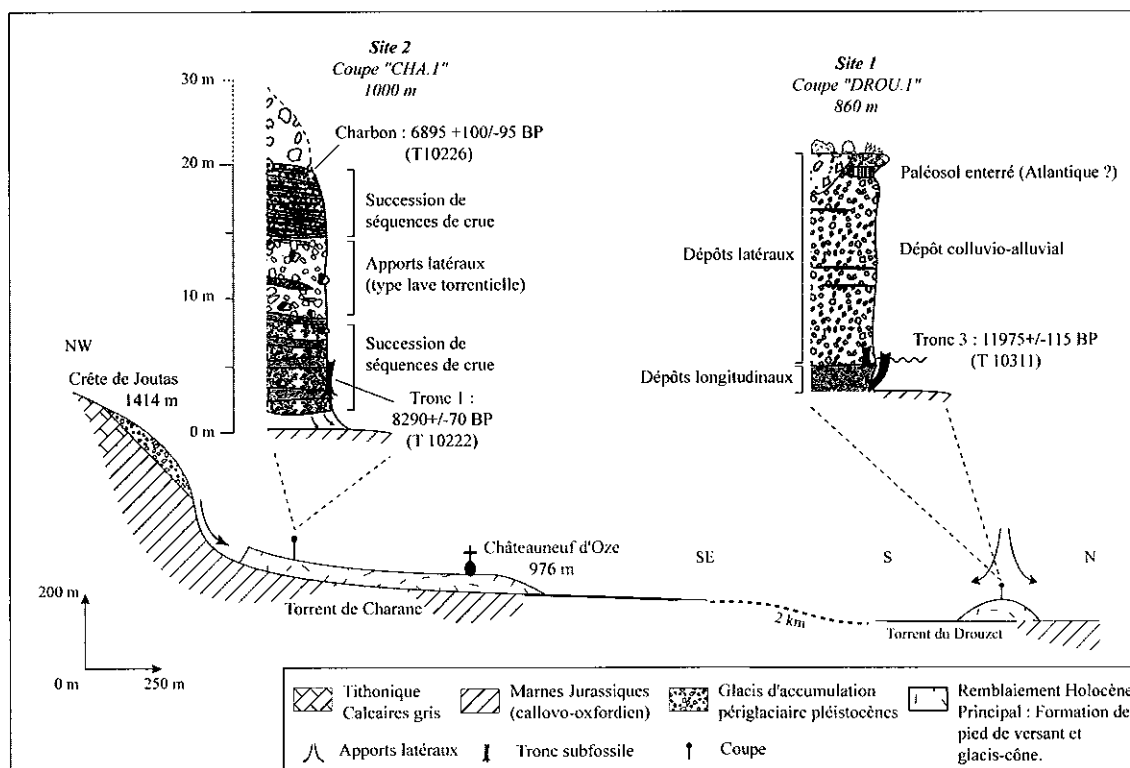


Fig. 4 : Complexe morphosédimentaire, bassin versant du Drouzet.

Fig. 4: Morpho-sedimentary organization, Drouzet basin.

l'interprétons comme un dépôt longitudinal du Drouzet correspondant à des flux hydrodynamiques peu compétents et encore peu organisés. Localement, en pied de versant, des passages de cailloutis anguleux, correspondant à une activité temporaire et réduite du versant, s'insèrent dans cette unité limoneuse.

Au dessus, reposent une quinzaine de mètres de dépôts caillouteux, anguleux et homométriques résultants d'apports latéraux d'un petit ravin de rive droite du torrent du Drouzet. Un paléosol brun à structure polyédrique se distingue à 1,5 m sous la surface. Enfin, une basse terrasse, constituée de matériel très grossier, est emboîtée en contrebas de cette formation. Nous l'attribuons, par analogie avec les autres sites régionaux (Miramont *et al.*, 2004), au Petit Âge Glaciaire.

Avec la succession de dépôts longitudinaux fins et d'apports latéraux grossiers, cette coupe témoigne d'un changement radical de dynamique morphogénique à la fin du Bølling-Allerød.

4.1.2 - Site 2 : les dépôts holocènes d'amont

La coupe «CHA.1», située en rive gauche du torrent de Charanc (fig.4), permet d'observer sur plus de trente mètres d'épaisseur des dépôts de pied de versant datés entre la fin du Boréal et l'Atlantique ancien (entre 8290 +/- 70 BP et 6895 +/- 100/-95 BP).

L'accumulation, qui repose directement sur le *substratum* marneux, est composée d'une succession de dépôts de crue perturbée localement par des apports détritiques de type laves torrentielles. La mise en place de ce remblaiement semble s'être déroulée en trois grandes étapes :

- la première se matérialise par un dépôt de 15 m de hauteur moyenne composé d'une succession de séquences de crues dans lesquelles sont enfouis quatre niveaux de pins subfossiles. Elles présentent un faciès caillouteux relativement grossier et une épaisseur suffisamment importante pour témoigner de flux hydrodynamiques très compétents.

- la deuxième est caractérisée par une succession de séquences de crues de faible puissance, composées de matériel fin et mieux lité (épaisseur totale : 5 m), témoignant d'un détritisme alluvial plus modéré.

- enfin, une formation à gros blocs hétérométriques vient coiffer les dépôts précédents. Avec un faciès de lave torrentielle, cette unité est caractéristique des milieux à forte énergie (pied de versant).

La particularité de ce dépôt est la rapidité avec laquelle les deux premières étapes se sont développées (environ 1400 ans = différence entre les dates de pied et de sommet de coupe). La présence de plusieurs niveaux de troncs subfossiles en place et remaniés laisse supposer une relative irrégularité des rythmes de la sédimentation pendant ce laps de temps.

4.2 - LES DONNÉES DENDROCHRONOLOGIQUES

4.2.1 - Site 1 : le gisement de *Pinus sylvestris* tardiglaciaire

Plus de cinquante troncs enracinés en place ont été identifiés sur deux niveaux stratigraphiques. Ces deux niveaux d'arbres se positionnent respectivement au toit et au mur du dépôt limoneux. Les datations obtenues (tab.1) montrent que la succession des boisements se déroule dans un intervalle de temps court durant le Bølling/ Allerød.

Le diamètre moyen des arbres est de 18 cm et l'âge moyen est de 158 ans (fig. 5). Ces valeurs indiquent des boisements adultes dont la production de bois est relativement réduite en relation, vraisemblablement, avec des conditions environnementales difficiles.

A partir des 26 chronologies individuelles qui ont pu être mesurées, 2 chronologies moyennes ont été construites (Droum1 et Droum2). Elles sont constituées respectivement de 8 et 9 arbres (fig. 6). Neuf autres arbres n'ont pas pu être synchronisés.

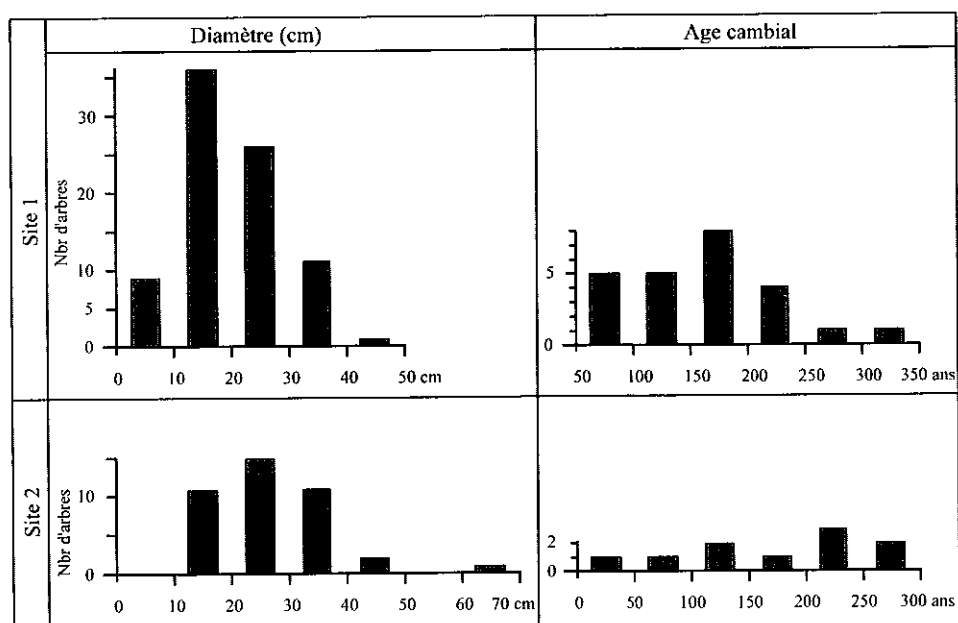


Fig. 5 : Diamètres et âges cambiaux des troncs subfossiles.

Fig. 5: Subfossil trunks diameters and cambial age.

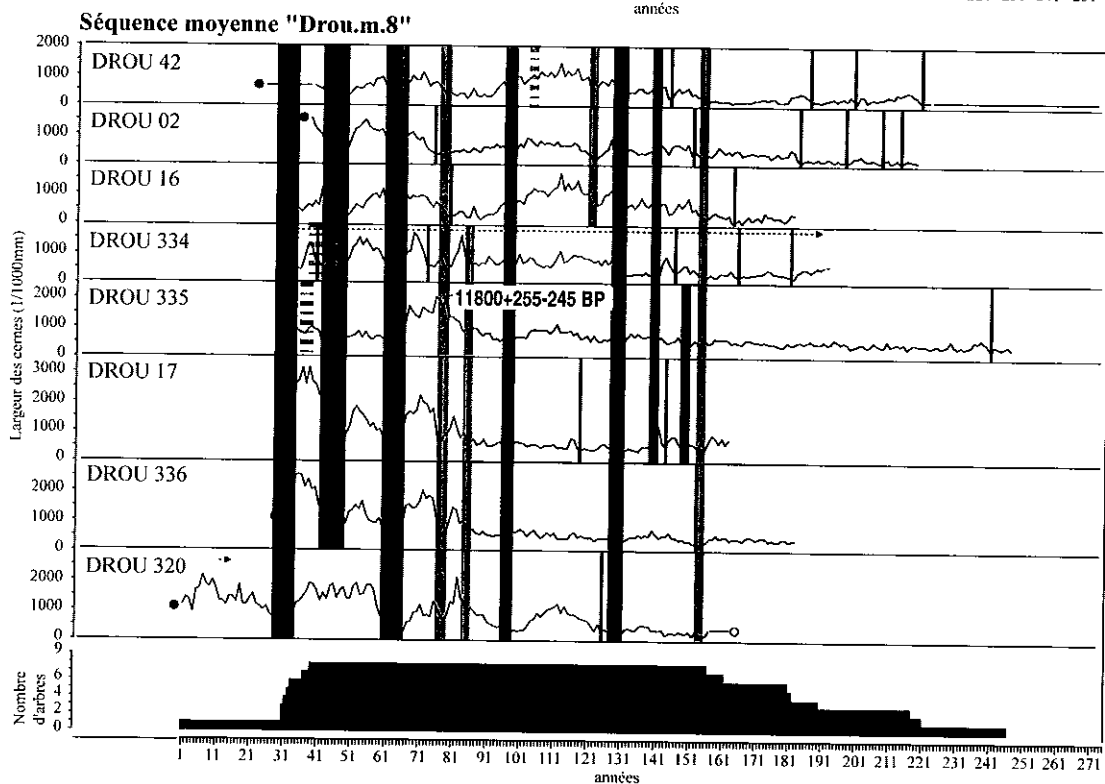
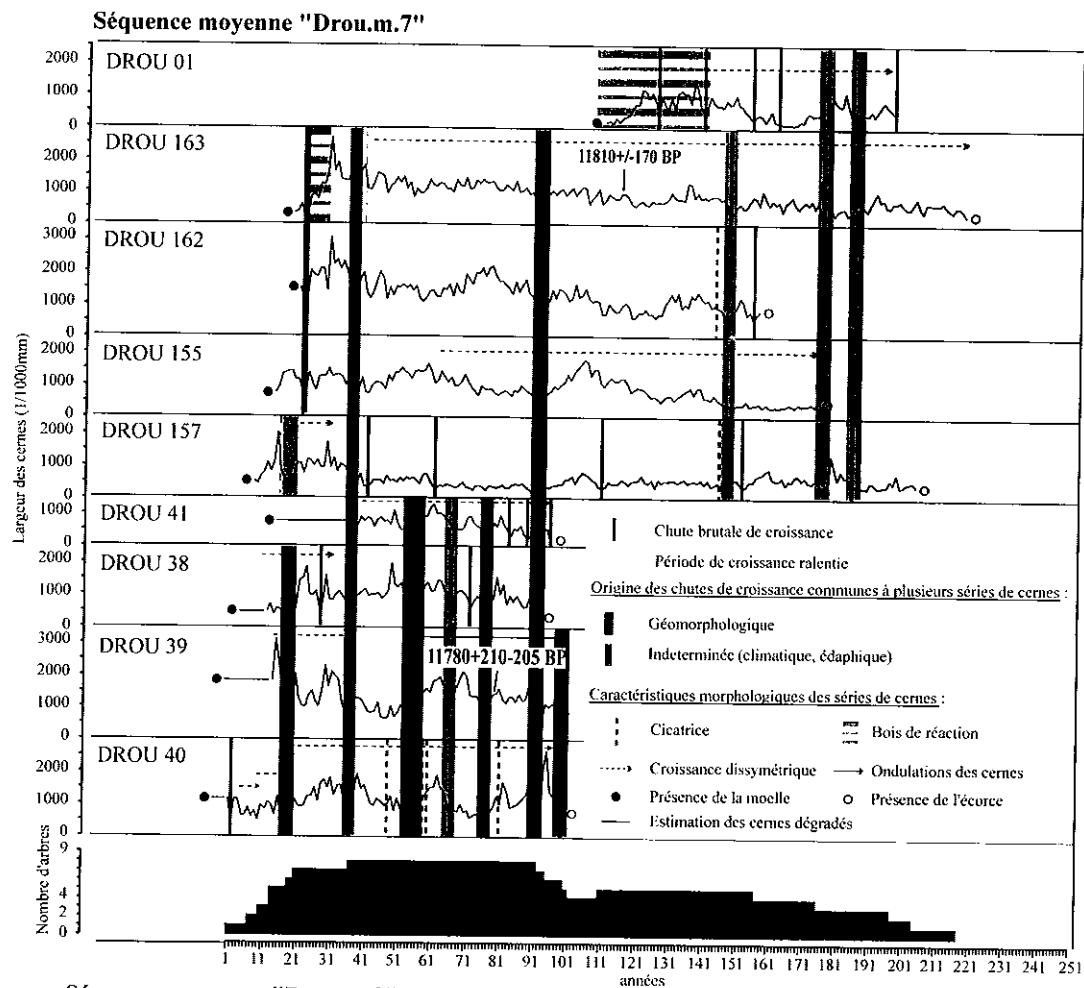


Fig. 6: Site 1, chronologies moyennes des troncs subfossiles, aval du torrent du Drouzet.

Fig. 6: Site 1, subfossil trunks mean chronologies, downstream torrent Drouzet.

Les chronologies d'arbres montrent des perturbations de croissance telles que :

- du bois de réaction dans les premières années de vie des arbres. Il témoigne vraisemblablement de la mobilité de la plaine alluviale liée aux variations des flux hydro-sédimentaires.

- de fréquentes chutes de croissance brutales. Lorsqu'elles sont synchrones entre plusieurs spécimens et contemporaines d'apparition de cicatrice, nous leur attribuons une origine géomorphologique telle que des engravements, des laves torrentielles ou autres flux hydro-sédimentaires particulièrement chargés... (Sivan, 2002).

- des périodes de croissance très ralentie. Elles caractérisent les dernières décennies de vie des arbres. De telles anomalies ont été repérées sur d'autres arbres subfossiles de Moyenne Durance (Miramont, 1998) et sur des pins enfouis dans les sédiments des rivières suisses (Kaiser, 1987). Elles sont attribuées aux processus de sédimentation alluviale et à la remontée de la nappe phréatique qui asphyxie le système racinaire.

- une forme en croc. Cette morphologie particulière résulte d'un glissement de terrain ou d'une accumulation de sédiments contre une partie de l'arbre.

4.2.2 - Site 2: les pins sylvestres holocènes

Quarante-huit arbres ont pu être repérés sur le terrain (fig. 7). Ils se répartissent sur six niveaux limoneux continus (observables sur 20 à 30 m de longueur). Il a été possible de dater trois niveaux d'arbres. Ils correspondent à des passées limoneuses de fin de crue dans lesquelles sont enracinés les arbres n° 1 et n° 44 à la base du remblaiement et n° 12 au milieu. Pour la partie

haute du dépôt, une datation sur charbon de bois donne un *terminus ante quem* au niveau sur lequel a poussé l'arbre n° 2 (fig. 7). Les niveaux d'arbres sont respectivement datés de la seconde partie du Boréal (tronc 1 : 8290 +/- 70 BP; tronc 44 : 8145 +/- 70 BP), de la première partie de l'Atlantique (tronc 12 : 7685 +/- 70 BP) et de la fin de l'Atlantique ancien (charbon de bois : 6895 +/- 100/-95 BP) pour le dépôt qui coiffe le dernier niveau d'arbres. La configuration du terrain (pentes fortes, ensevelissement important) n'a permis l'échantillonnage que de 6 souches. L'appartenance des arbres à des niveaux stratigraphiques différents et à des âges radiocarbone éloignés n'a pas autorisé la synchronisation des séquences de cernes.

Alors que les arbres du gisement du Drouzet étaient presque tous enracinés, plus d'un tiers des spécimens étudiés dans le site n° 2 (torrent de Charanc) a été fossilisé en position couchée. Ceci témoigne d'une activité détritique plus violente (proximité des versants).

Le diamètre moyen de l'ensemble des arbres du gisement est de 25 cm et l'âge moyen de 170 ans. Ces valeurs apparaissent supérieures à celles des bois tardiglaciaires (fig. 5). Ceci traduit, vraisemblablement, des conditions de croissance plus favorables (meilleur drainage sur un pied de versant que dans des basses plaines engorgées, exposition plus ensoleillée...).

L'âge cambial des arbres mesurés autorise une bonne estimation de la durée des pauses sédimentaires ayant permis leur développement. Ainsi l'âge des arbres 1, 12 et 2 atteste respectivement d'accalmie relative de la morphogénèse de 223 ans, 250 ans et 220 ans. Cependant, les nombreux stress et cicatrices relevés sur les patrons de croissance, les multiples couches parse-

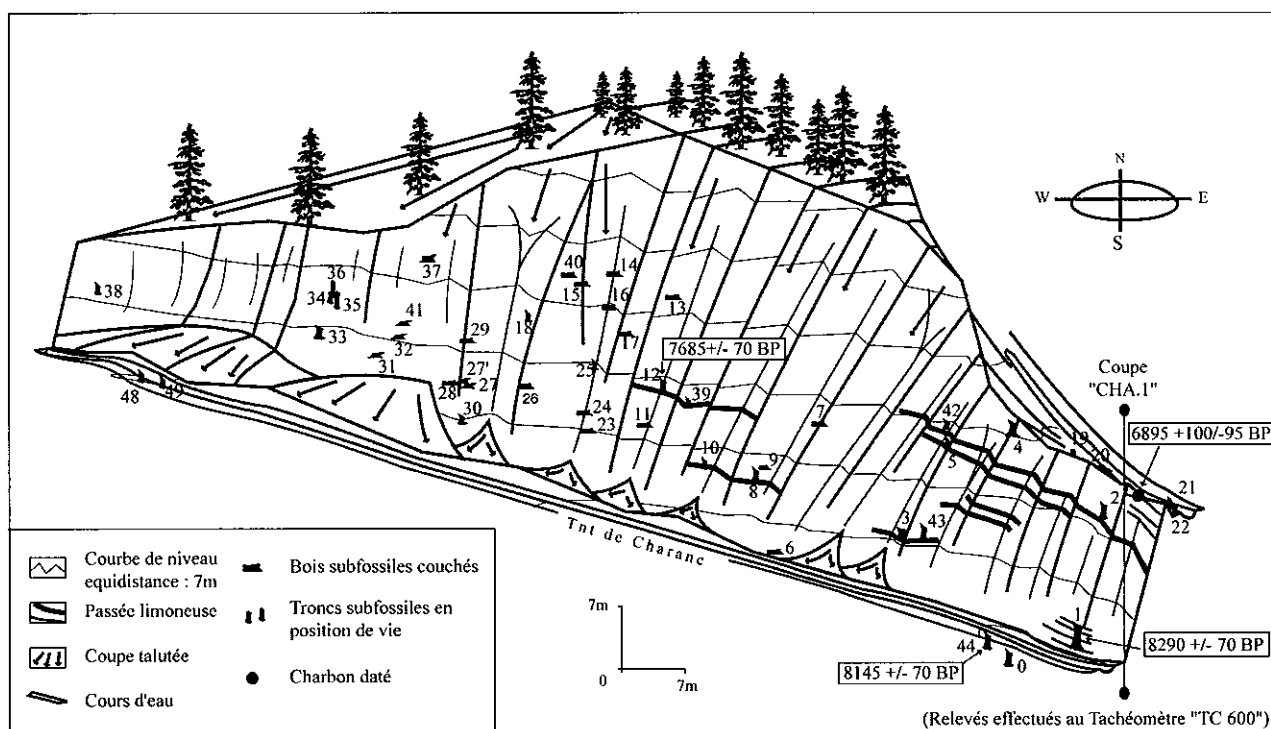


Fig. 7: Site 2, gisement de bois subfossiles du torrent de Charanc.

Fig. 7: Site 2, subfossil wood area in Charanc torrent.

mées de débris végétaux remaniés (souches déracinées, bois flottés, branches carbonisées...) et l'observation du fonctionnement actuel de certains cônes «d'éboulis-torrentiels» tendent à relativiser la notion «d'accalmie morphogénique» dans ce type de secteur (pied de versant). Ce point particulièrement important sera développé dans la discussion.

5 - INTERPRÉTATIONS ET DISCUSSION

Si les terrasses alluviales constituant le Remblaiement Postglaciaire Principal forment un «niveau-repère» clairement marqué dans les paysages sud-alpins, leur apparente homogénéité masque une organisation spatio-temporelle complexe. Les observations réalisées dans le bassin versant du Drouzet ont permis d'approcher la variabilité des dynamiques sédimentaires susceptibles de se développer le long du profil longitudinal d'un cours d'eau.

5.1 - LA VARIABILITÉ SPATIO-TEMPORELLE DE LA SÉDIMENTATION POSTGLACIAIRE

Les sites étudiés montrent le contact entre la roche mère et la base des dépôts. Ils permettent de caler le début de la phase de sédimentation responsable de l'édification du «Remblaiement Postglaciaire Principal».

Le processus de sédimentation apparaît diachrone entre les différents compartiments du bassin versant : en aval, la coupe «DROU.1» montre que l'accumulation alluviale démarre dès la transition Bølling-Allerød (première phase d'enfouissement des pins subfossiles) alors qu'en amont (coupe «CHA.1») la sédimentation est plus tardive et ne démarre qu'à partir du Boréal. Ces observations témoignent de la coexistence possible, au sein d'un même bassin versant, de processus opposés : incision régressive en amont et remblaiement corrélatif à l'aval. La sédimentation se réalise ainsi de manière rétrogradante.

Ce fonctionnement est vraisemblablement à mettre en relation avec l'extension du bassin de réception sur les versants marneux. Il traduit un échange de matériel fin entre l'amont et l'aval du bassin et souligne, avant tout, la prédominance d'un fonctionnement longitudinal des cours d'eau et de flux détritiques réduits.

5.2 - UNE RUPTURE MAJEURE DANS LA SÉDIMENTATION À LA FIN DU TARDIGLACIAIRE : UN CHANGEMENT DU CONTEXTE PALÉO-CLIMATIQUE ?

Une rupture fondamentale dans les rythmes de la sédimentation, la nature et l'origine des dépôts a lieu entre la fin du Tardiglaciaire et le Boréal. Les dépôts tardiglaciaires d'origine longitudinale sont caractérisés par des taux de sédimentation très réduits (0,45 cm/an) et les anomalies de croissance des pins subfossiles plaident en faveur d'un engorgement des fonds alluviaux. A contrario, les dépôts postérieurs sont caractérisés

d'apports latéraux liés à l'activité des versants ; les taux de sédimentation sont alors plus rapides (1,25 cm/an) et les patrons de croissance des pins subfossiles reflètent de meilleures conditions de drainage.

Le passage d'une sédimentation longitudinale à des dépôts d'origine latérale peut témoigner d'un changement des conditions climatiques et en particulier des régimes pluviométriques. Des travaux effectués dans les Alpes internes sur le fonctionnement actuel des grands cônes d'éboulis-torrentiels font apparaître le rôle prééminent de l'intensité des précipitations sur d'autres facteurs (volume des précipitations) lors de l'apparition de coulées de débris génitrices des dépôts de pied de versant (Blijenberg, 1998). Bien que les Préalpes et les Alpes internes soient des secteurs différents (ampleur des dénivellations et ambiance climatique montagnarde en zone intra-alpine), il nous semble cependant plausible de retenir l'intensité des précipitations comme facteur explicatif de la recrudescence d'apports latéraux. La confrontation des crises torrentielles intra-alpines des trois derniers siècles avec l'évolution des paramètres climatiques enregistrés dans les patrons de croissance de *Larix decidua* (Tessier, 1981) et les données d'archives (délibérations municipales, registres des Eaux et Forêts...) montre, là encore, une co-incidence entre l'apparition d'étés chauds et secs à forte activité orageuse et la récurrence de laves torrentielles (Sivan, 1998).

Ainsi, l'activité torrentielle lors du Tardiglaciaire final et du Boréal semble répondre à une déstabilisation des versants provoquée par des fluctuations climatiques plus contrastées qui favorisent une augmentation de la variabilité et de l'intensité des précipitations et l'apparition d'orages estivaux morphogènes. Les talwegs passent alors d'un fonctionnement longitudinal à une activité principalement dépendante des organismes latéraux de pied de versant (cônes torrentiels, cônes d'éboulis...). La variabilité spatiale de la sédimentation atteint toute son ampleur car elle est étroitement dépendante des secteurs d'apports latéraux répartis irrégulièrement le long du profil longitudinal des cours d'eau. Ces zones d'apports résultent généralement de disparités lithologiques, géomorphologiques, structurales (pendages, accidents...) ou de facteurs tels que l'exposition et la couverture végétale.

Par ailleurs, le contrôle essentiellement amont (apports latéraux) du «Remblaiement Postglaciaire Principal» explique son absence quasi-systématique dans les organismes collecteurs comme le Buëch et la Durance. Le caractère rétrogradant de la sédimentation et la «parcelisation» du bassin versant par des apports latéraux concourent aussi au fait que l'essentiel des apports n'atteint pas les collecteurs.

5.3 - UNE TORRENTIALITÉ RÉCURRENTÉ AU COURS DE L'Holocène

Le site amont de Charanc montre la succession, sur le plan vertical, de nombreux niveaux de troncs subfossiles en place ou remaniés. Leurs patrons de croissance sont marqués par des stress d'origine géomorphologique

traduisant une activité détritique quasi-continue tout au long de la vie des arbres. Il est vraisemblable que ces arbres représentent un boisement clairsemé de fond de vallon à caractère pérenne. Ce boisement s'est renouvelé au fur et à mesure que la succession des décharges détritiques fossilisait les arbres les uns après les autres. Les apports sédimentaires, s'ils ont ponctuellement blessé ou déformé les fûts de certains arbres, n'ont pas perturbé leur croissance moyenne qui s'est développée dans un cadre environnemental globalement favorable (ensoleillement, drainage...).

Ce dispositif complète l'image de l'évolution de la morphogénèse alluviale sud-alpine définie par les travaux antérieurs dans des secteurs plus éloignés des versants (Miramont, 1998; Sivan *et al.*, 2002; Jorda *et al.*, 2002) selon laquelle chaque niveau d'arbres est représentatif d'une accalmie morphogénique pluricentennale. En pied de versant, les boisements de pins coexistent avec une activité détritique importante qui participe au renouvellement progressif des boisements.

6 - CONCLUSION

Le dispositif morphosédimentaire du bassin du Drouzet a permis une reconstitution des étapes de la morphogénèse locale et montre la complexité spatio-temporelle des enregistrements sédimentaires.

Les résultats obtenus sont en accord avec les travaux réalisés sur d'autres sites de Moyenne Durance (Sivan *et al.*, 2002; Miramont *et al.*, 2004; Sivan *et al.*, 2006), ce qui plaide en faveur d'une valeur régionale aux hypothèses paléoclimatiques. Si les périodes d'enfouissement des pins subfossiles reconnues à l'échelle régionale de la Moyenne Durance apparaissent globalement synchrones, il reste à définir leur signification climatique et écologique exacte en tenant compte de la localisation des sites au sein des bassins versants et du comportement hydrodynamique propre à chaque organisme torrentiel. L'étude dendrogéomorphologique de nouveaux gisements de bois subfossiles, actuellement en cours, devrait permettre d'affiner nos observations paléocologiques et nos interprétations paléoclimatiques à une échelle régionale.

L'analyse du site du Drouzet montre la complémentarité de données issues des différents compartiments d'un bassin versant. En révélant la variabilité spatio-temporelle des processus de sédimentation, ces travaux posent la question de la représentativité des remblaiements comme jalons de l'histoire de la morphogénèse et de son corollaire paléoclimatique. Les différents milieux de sédimentation répartis le long des réseaux hydrographiques n'enregistrent pas de manière homogène l'ensemble des fluctuations climatiques. Certains seront plus sensibles à des volumes annuels de précipitations importants alors que d'autres ne réagiront qu'à des averses de fortes intensités. Les sites de pied de versant comme le Charanc et le Drouzet (partie supérieure de la coupe) sont plutôt représentatifs d'événements météorologiques de ce dernier type. Ainsi, ils enregistrent plutôt des fluctuations de hautes fréquences susceptibles de témoigner

de la teneur météorologique des fluctuations climatiques de plus basses fréquences.

Les différents processus morphogéniques et leur signification climatique ne pourront donc être appréhendés de manière « exhaustive » qu'à la lumière de sites aux enregistrements complémentaires.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme « Paleo-Environnement, Evolution des Hominidés : Hydrosystèmes continentaux, paléoenvironnements et anthropisation dans le bassin-versant méditerranéen du Rhône depuis le Tardiglaciaire » (CNRS) et financé, pour partie, par la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur et la Réserve Géologique de Haute Provence. Les auteurs remercient L. Astrade et M. Dubar pour la relecture et les corrections apportées au manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASTRADE L., BRAVARD JP., & LANDON N., 1998 - Mouvements de masse et dynamique d'un géosystème alpestre : étude dendrogéomorphologique de deux sites de la vallée de Boulc (Diois, France). *Géographie physique et Quaternaire*, 52 (2), 153-165.
- BALLANDRAS S., 1997 - Contribution à l'étude des bassins versants torrentiels alpins. Stratigraphies, morphodynamique, paléoenvironnement des bassins versants depuis 15000 ans. Thèse de Doctorat de Géographie, Université de Savoie, 552 p.
- BOREL J.L., JORDA M., & MONTJUVENT G., 1984 - Variations climatiques, morphogénèse et évolution de la végétation post würmienne dans les Alpes françaises. In 25^e Congrès international de Géographie: *Les Alpes*, Paris, 43-53.
- BLIJENBERG H., 1998 - Rolling Stone? Triggering and frequency of hillslope debris flows in the Bachelard Valley, southern French Alps. Thèse de Doctorat, Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht.
- COROMINAS J., WEISS E.E.J., VAN STEIJN H., & MOYA J., 1993 - The use of dating techniques to assess landslide frequency, exemplified by case studies from European countries. In *Methodology (Reviews) for the Temporal Study Landslides*. Temporal occurrence and forecasting of landslides in the European community contract epoch n° 90 0025 (DTEE), Final Report, Part.1, 71-94.
- GAUTIER E., 1992 - Recherches sur la morphologie et la dynamique fluviales dans le bassin du Buëch (Alpes du Sud). Thèse de Géographie, Université de Paris-X-Nanterre, 439 p.
- DESROSIERS M., & BEGIN Y., 1992 - Etude dendrochronologique de l'érosion associée aux crues de Saint-Laurent, Saint-Antoine-de-Tilly, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 46 (2), 173-180.
- GOTTESFELD A.S., & JOHNSON-GOTTESFELD L.M., 1990 - Floodplain dynamics of a wandering river, dendrochronology of the Morice River, British Columbia, Canada. *Geomorphology*, 3, 159-179.
- JORDA M., 1980 - Morphogénèse et évolution des paysages dans les Alpes de Haute-Provence depuis le Tardiglaciaire. Facteurs naturels et facteurs anthropiques. *Bulletin de l'Association des Géographes Français*, 472, 295-304.
- JORDA M., 1985 - La torrencialité holocène des Alpes françaises du sud. Facteurs anthropiques et paramètres naturels de son évolution. *Symposium International: les modifications de l'environnement dans le bassin méditerranéen occidental à la fin du Pléistocène et pendant l'Holocène*, Toulouse, Cahiers Ligures de la Préhistoire, H.S. (2), 49-70.
- JORDA M., 1987 - Morphogénèse postglaciaire des régions intra-alpines du Sud. Le bassin de Barcelonnette (Ubaye) du Tardiglaciaire au Subboréal. In *Actes du colloque « Premières communautés paysannes en Méditerranée occidentale »*, C.N.R.S., Montpellier 1983, 61-69.
- 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, Caen, 91-111.

- JORDA M., MIRAMONT C., ROSIQUE T., & SIVAN O., 2002** - Evolution de l'hydrosystème durancien (Alpes du Sud, France) depuis la fin du Pléni-glaciaire supérieur. In J.-P. Bravard & M. Magny (dir.), *Histoire des rivières et des lacs de Lascoux à nos jours*. Errance, Paris, 239-249.
- KAISER K.F., 1987** - Late Glacial reforestation in the Swiss Mitteland and the Wisconsin illustrated by the Daettinau and the Two Creeks buried forests. In *Proceeding of the International Symposium on Ecological Aspects of the Tree-Rings Analysis*, August 17- 21, 1986, New York, 291-297.
- LAFORTUNE M., FILION L., & HETU B., 1997** - Dynamique d'un front forestier sur un talus d'éboulis actif en climat tempéré froid (Gaspésie, Québec). *Géographie physique et Quaternaire*, **51** (1).
- MIRAMONT C., ROSIQUE T., SIVAN O., EDOUARD J.-L., MAGNIN F., & TALON B., 2004** - Le cycle de sédimentation post-glaciaire principal des bassins marneux sub-alpins: état des lieux. *Méditerranée*, **102** (1.2), 71-84.
- MIRAMONT C., 1998** - *Morphogenèse, activité érosive et détritisme alluvial holocènes dans le bassin de la moyenne Durance*. Thèse de Doctorat de Géographie, Université d'Aix-Marseille 1, 286 p.
- REIMER P.J., BAILLIE M.G.L., BARD E., BAYLISS A., BECK J.W., BERTRAND C., BLACKWELL P.G., BUCK C.E., BURR G., CUTLER K.B., DAMON P.E., EDWARDS R.L., FAIRBANKS R.G., FRIEDRICH M., GUILDERSON T.P., HUGHEN K.A., KROMER B., MCCORMAC F.G., MANNING S., BRONK RAMSEY C., REIMER R.W., REMMELE S., SOUTHON J.R., STUIVER M., TALAMO S., TAYLOR F.W., VAN DER PLICHT J., & WEYHENMEYER C.E., 2004** - IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration, 0-26 cal Kyr BP. *Radiocarbon* **46**:1029-1058.
- 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 paléocéologique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, **319** (II), 373-380.
- ROSIQUE T., 1996** - *Morphogenèse et évolution des paléoenvironnements alpins de la fin des temps glaciaires au début de l'Holocène: l'exemple de la Moyenne Durance (Alpes françaises du Sud)*. Thèse de Doctorat de Géographie, Université d'Aix-Marseille 1, 288 p.
- SIVAN O., 1998** - *Evolution climatique holocène (historique) et torrentialité; Exemple de la vallée de l'Ubaye*. Mémoire de maîtrise, Université de Provence, Institut de Géographie, 127 p.
- SIVAN O., 2002** - *Activité érosive et évolution des paléoenvironnements alpins postglaciaires. Etude dendrogéomorphologique des gisements de troncs subfossiles dans les Alpes du Sud*. Thèse de Doctorat de Géographie, Université Aix-Marseille 1, 241p.
- SIVAN O., MIRAMONT C., JORDA M., ROSIQUE M., & EDOUARD J.-L., 2002** - Rythmes et ruptures de la morphogenèse tardi- et postglaciaire des bassins versants sud-alpins (Moyenne Durance). In H. Richard & A. Vignot (dir.), *Equilibres et ruptures dans les écosystèmes durant les 20 derniers millénaires en Europe de l'Ouest*. Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon, 35-44.
- SIVAN O., MIRAMONT C., & EDOUARD J.-L., 2006** - Rythmes de la sédimentation et interprétations paléoclimatiques lors du Postglaciaire dans les Alpes du Sud. ¹⁴C et dendro-géomorphologie, deux chronomètres complémentaires. In Ph. Allègre & L. Lespez (dir.), *L'érosion entre société, Climat et Paléoenvironnement*. Table ronde de Clermont-Ferrand en l'honneur de R. Neboit-Guilhot (25-27 mars 2004), Presses universitaires Blaise-Pascal, Clermont-Ferrand, 423-428.
- TESSIER, L., 1981** - Contribution dendroclimatologique à la connaissance écologique du peuplement forestier des environs des chalets de l'Orgère (Parc national de la Vanoise). *Travaux scientifiques du Parc de la Vanoise*, **XI**, 29-61.