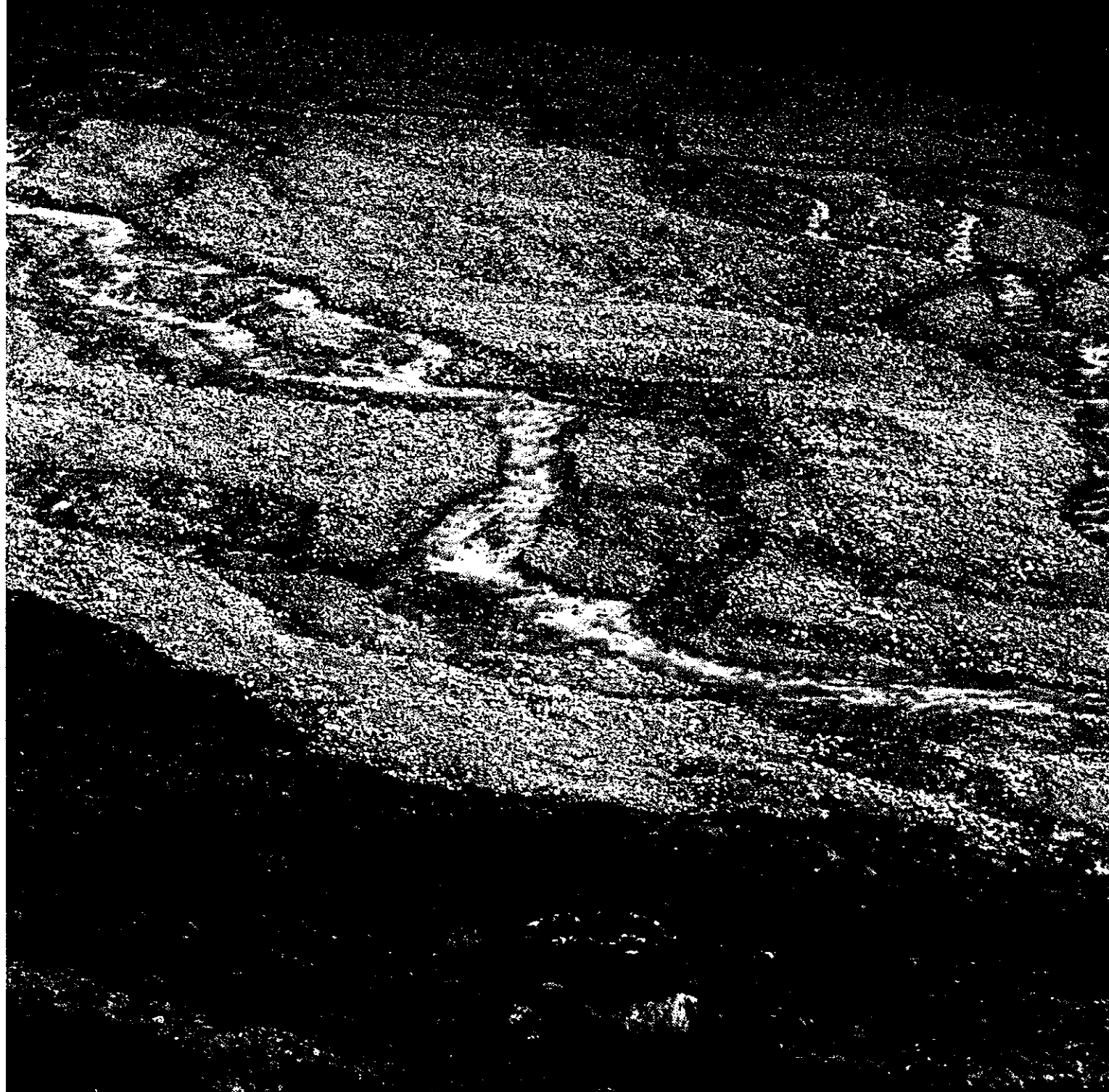


**ARCHÉOLOGIE AUJOURD'HUI**

# **Les fleuves ont une histoire**

**Paléo-environnement  
des rivières et des lacs français  
depuis 15 000 ans**



# Évolution de l'hydrosystème durancien (Alpes du Sud, France) depuis la fin du Pléniglaciaire supérieur

Maurice Jorda<sup>1</sup>, Cécile Miramont<sup>2</sup>, Thierry Rosique<sup>3</sup> et Olivier Sivan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de Géographie, Université de Provence, Avenue Robert Schuman, 13621 Aix en Provence

<sup>2</sup> IMEP-UMR 6116-CNRS, case 451, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, Avenue Escadrille Niemen, 13397 Marseille cedex 20, E-mail : mirajor@aol.com

<sup>3</sup>CEREG-FRE 2399-CNRS/ULP/ENGEEES, Faculté de Géographie et d'Aménagement, Université Louis Pasteur, 3 rue de l'Argonne, 67083 Strasbourg cedex, E-mail : rosique@geographie.u-strasbg.fr

Jorda, M., Miramont, C., Rosique, T., Sivan, O., 2002. Évolution de l'hydrosystème durancien (Alpes du Sud, France) depuis la fin du Pléniglaciaire supérieur. In : J.-P. Bravard et M. Magny Dir., *Histoire des rivières et des lacs de Lascaux à nos jours*. Errance, Paris, pp 239-249.

## Résumé

Depuis la fin du Pléniglaciaire supérieur, l'évolution des rivières sud-alpines enregistre des phases de détritisme alluvial entrecoupées de périodes d'incision linéaire. Les modalités de l'alluvionnement diffèrent dans l'espace et le temps. Elles dépendent, en effet, de forçages internes des systèmes fluviaux : nature et volume des stocks sédimentaires ; évolution des caractères morphologiques des bassins-versants, modelés au cours des crises érosives successives. Néanmoins, les grandes tendances hydrodynamiques obéissent, jusque vers 6000 BP, aux fluctuations climatiques de basse ou moyenne fréquence. Globalement l'activité fluviale des 6 derniers millénaires reste indéniablement rythmée par la variable climatique. Mais l'essor des impacts anthropiques est à l'origine de nouvelles conditions de la morphogenèse qui s'expriment dans les modalités précises du détritisme alluvial.

## Abstract

*Evolution of the durancian hydrosystem (Southern Alps, France) since the end of upper Pleniglacial.* Since the end of upper Pleniglacial, rivers of southern Alps have recorded phases of alluvial detritism interrupted by periods of incision. The modes of alluvial sedimentation vary in space and time in relation to fluvial dynamics : the nature and volume of sediment stocks ; the evolution of catchment basin morphological characteristics, shaped during successive erosive crises. Up to c.a. 6000 BP, the main hydrodynamic tendencies reflect climatic fluctuations of low or average frequency. Overall, the fluvial activity of the last six millenia is also primarily rhythmmed by climatic variations. However, the development of anthropic impacts has modified the conditions of morphogenesis, as demonstrated by the specific modes of alluvial detritism observed.

## 1. Introduction

L'évolution morphogénique des rivières sud-alpines (bassin de la Moyenne Durance, fig. 1) au cours des 30 derniers millénaires est aujourd'hui très bien documentée grâce aux nombreux travaux initiés par Jorda à la fin des années soixante dix et prolongés depuis par Gautier (1992), Rosique (1996), Ballandras (1997), Miramont (1998) et Sivan (thèse en cours).

Les premières recherches ont dégagé les grandes étapes de l'histoire des cours d'eau et de leur environnement montagnard naturel puis anthropisé (Jorda, 1980, 1985, 1987 et 1993 ; Jorda et Rosique, 1994).

Les interprétations dynamiques et paléoclimatiques proposées reposaient essentiellement sur la corrélation des données géomorphologiques et sédimento-stratigraphiques avec les conclusions des travaux des palynologues et les premières séries des datations <sup>14</sup>C (Beaulieu, 1977 ; Wegmüller, 1977). Les recherches ultérieures ont dépassé le stade de la reconstitution des grandes tendances dynamiques pour envisager d'une part, la réponse diversifiée des systèmes fluviaux aux mutations des paléoenvironnements et, d'autre part, le rythme et les ruptures de leur activité. Cette nouvelle étape a pu être franchie en intégrant l'utilisation d'indicateurs chronologiques et/ou écologiques, particulière-

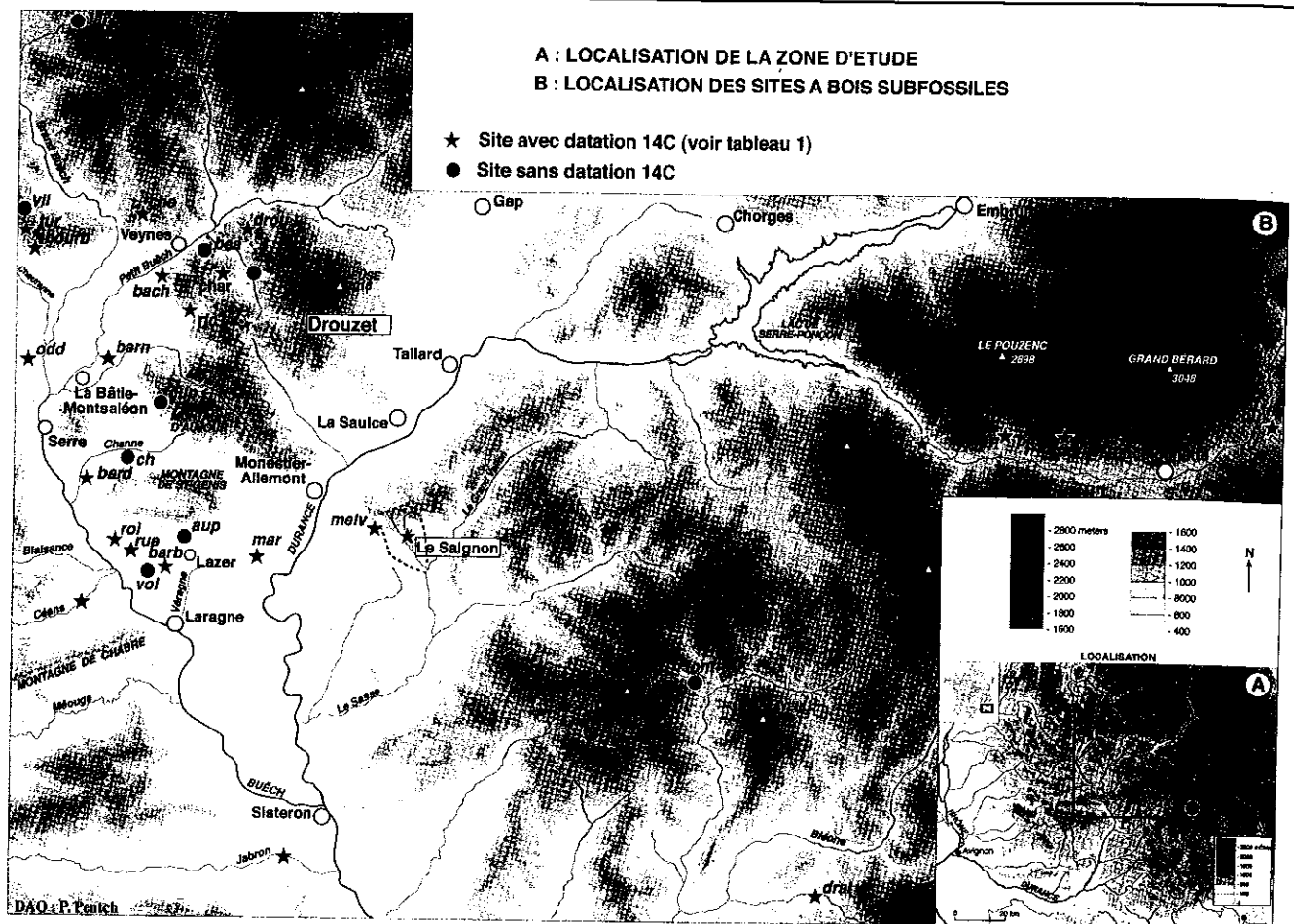


Figure 1 : Localisation.

ment abondants dans ces archives sédimentaires d'une grande richesse paléontologique (débris charbonneux, malacofaunes, pollens, troncs subfossiles à souche en place). L'objet de cette contribution est de dresser un bilan de ces prolongements récents et d'en souligner les perspectives ou pistes de réflexion.

## 2. Du Pléniglaciaire würmien au Postglaciaire : les grandes étapes de l'évolution des paléoenvironnements fluviatiles

Faisant suite à un grand interstade « méso-würmien » qui a conduit les principaux talwegs préalpins à un niveau d'incision proche de l'actuel, les premiers millénaires du Würm récent (environ 29 000 à 25 000 BP) connaissent une forte activité torrentielle (phase « néowürmienne » A). Celle-ci est à l'origine de la basse terrasse principale qui caractérise les collecteurs des bassins versants non englacés en amont. Les datations <sup>14</sup>C obtenues sur des débris de bois fossiles ou des charbons de bois contenus dans les nappes caillouteuses des vallées du Céans et du Jabron (fig. 2) ainsi que des vallées préalpines de la Bléone (Jorda et Delibrias, 1981), de l'Asse (Dubar, 1979, 1983) et du ravin de Valvéranne (région de Manosque, Ghafiri *et al.*, 1993) montrent que cette dynamique a concerné l'ensemble de la Moyenne Durance.

La seconde partie du Würm récent est caractérisée par une rétraction des flux torrentiels dans les vallées non englacées. A contrario, on observe une recrudescence du détritisme alluvial de faciès fluvio-glaciaire (phase « néowürmienne » B) dans les grandes vallées affectées en amont par une importante récurrence glaciaire postérieure à 20 000 BP (dernier maximum glaciaire ou L.G.M., Jorda *et al.*, 2000).

Une incision verticale des talwegs, majeure et généralisée à l'ensemble des Alpes du sud, accompagne le début du Tardiglaciaire (fig. 3). Elle s'achève à l'aube de l'Alleröd ou au début du Dryas Récent dans la plupart des bassins subalpins.

La première partie du Postglaciaire s. I. (Premier Postglaciaire, de l'Alleröd à l'Atlantique, environ 12000 à 6500 BP) enregistre plusieurs épisodes de sédimentation dont l'enchaînement global est à l'origine du « Remblaiement Holocène - Postglaciaire - Principal » (Jorda, 1980). Celui-ci constitue l'héritage alluvial post-würmien le plus remarquable dans les paysages subalpins où il compose de vastes glacis-cônes coalescents généralement situés en contrebas des nappes alluviales « néowürmiennes ». Les dépôts colmatent ainsi des dépressions très largement ouvertes dans les « vallées noires » jurassiques (Callovien, Oxfordien), au pied des versants armés au sommet par les calcaires résistants.

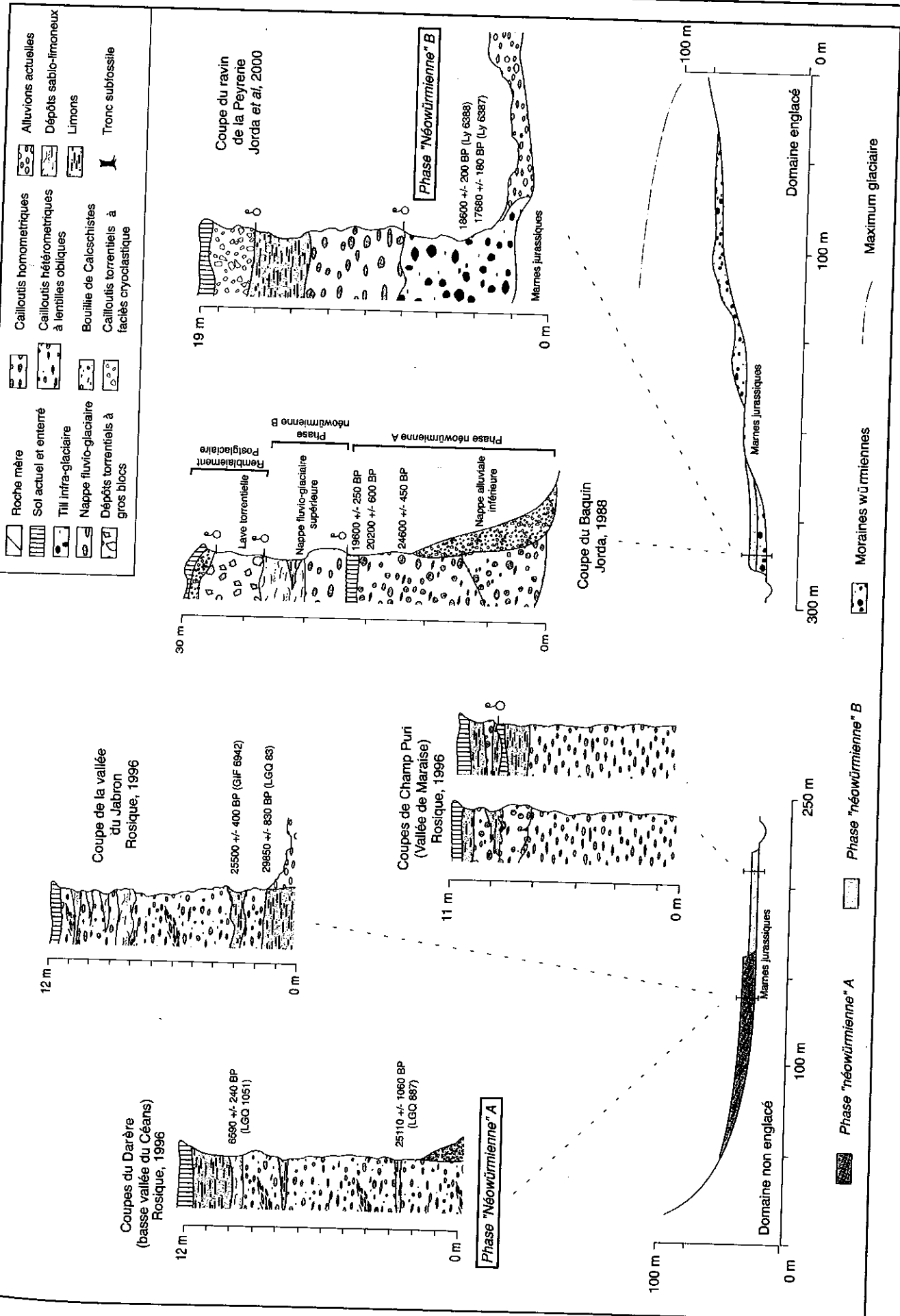


Figure 2 : Stratigraphies alluviales du Pléniglaciaire supérieur.

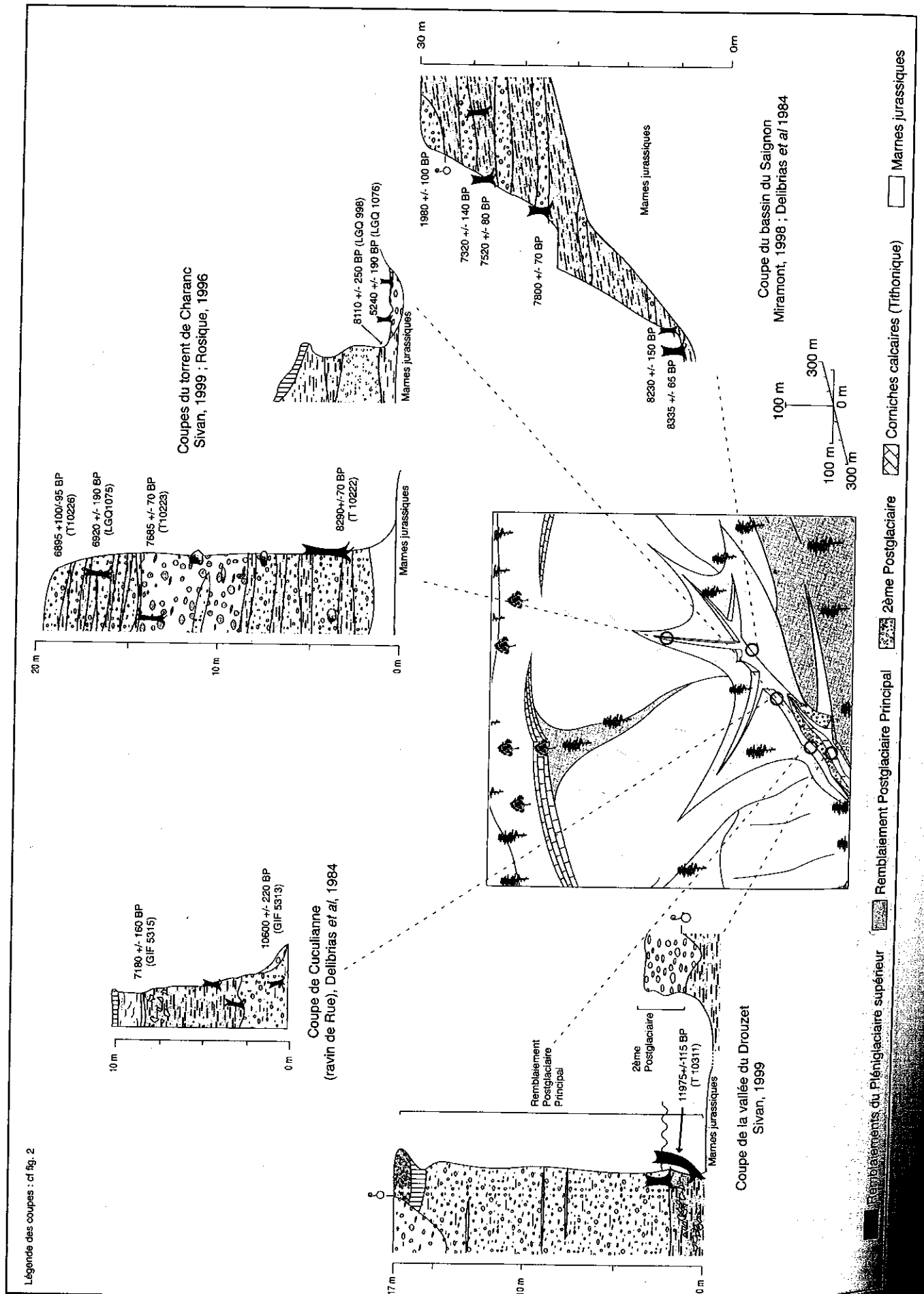


Figure 3 : Expression diversifiée du remblaiement holocène postglaciaire principal en domaine préalpin.

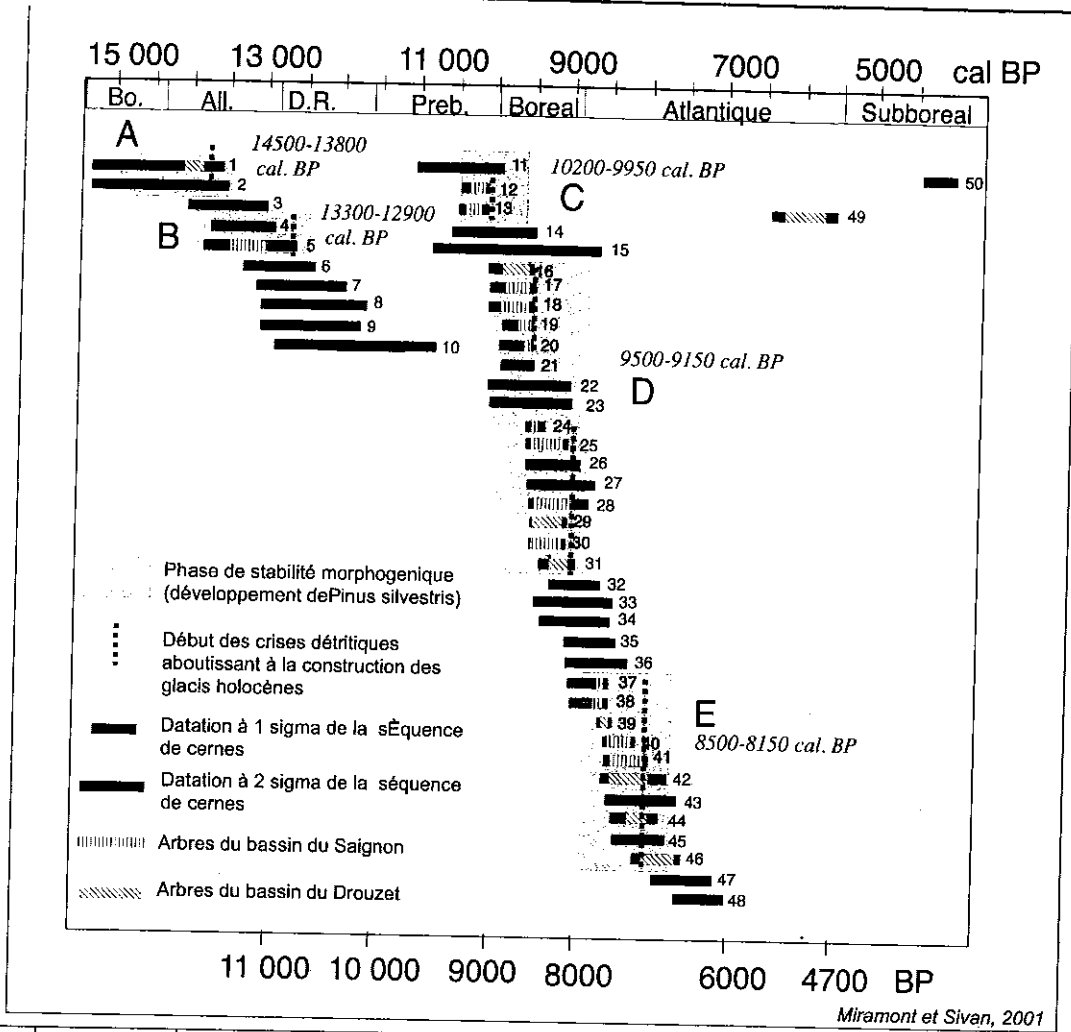


Figure 4 : Répartition chronologique des séries de troncs subfossiles du bassin durancien.

1	11975±115	A 10 311	O. Sivan, 1999	26	8290±150	LGQ 420	Jorda, unpublished
2	12030±190	LGQ 713	T. Rosique, 1996	27	8260±190	Gif 2217	Gidon <i>et al.</i> , 1991
3	11500±250	Gif 5314	Delibrias <i>et al.</i> , 1984	28	8230±150	Gif 3879	Delibrias <i>et al.</i> , 1984
4	11250±250	Ly 277	Gautier 1992	29	8290±70	A 10222	O. Sivan, 1999
5	11180±90	A 9724	Miramont, 1998	30	8275±65	A 9145	Miramont, 1998
6	10890±210	LGQ 711	T. Rosique, 1996	31	8145±45	A 10224	O. Sivan, 1999
7	10750±250	Gif 2216	Gidon <i>et al.</i> , 1991	32	8010±80	Gif 9918	Ballais, 1996
8	10600±220	Gif 5313	Delibrias <i>et al.</i> , 1984	33	7960±185	?	Gautier 1992
9	10690±230	LGQ 712	T. Rosique, 1996	34	7950±160	LGQ 996	Ballais, 1996
10	10040±260	Ly 1902	Gautier 1992)	35	7810±140	LGQ 421	Jorda, unpublished
11	9250±190	Ly 555	Gidon <i>et al.</i> , 1991	36	7711±160	LGQ 86	Jorda, unpublished
12	9090±65	A A-9445	Miramont, 1998	37	7800±70	A 9721	Miramont, 1998
13	9135±90	A 9144	Miramont, 1998	38	7805±70	A 8897	Miramont, 1998
14	8970±210	Gif 1139	Gidon <i>et al.</i> , 1991	39	7685±70	A 10223	O. Sivan, 1999
15	8620±380	Ly 558	Gautier 1992	40	7520±80	A 8898	Miramont, 1998
16	8755±75	A 10 225	O. Sivan, 1999	41	7320±140	Gif 3877	Delibrias <i>et al.</i> , 1984
17	8725±80	A 9722	Miramont, 1998	42	7300±210	LGQ 1074	T. Rosique, 1996
18	8765±65	A 8894	Miramont, 1998	43	7150±260	Ly 1901	Gautier 1992
19	8500±200	Gif 865	Gidon <i>et al.</i> , 1991	44	7250±140	LGQ 997	T. Rosique, 1996
19	8650±75	A 9723	Miramont, 1998	45	7170±160	LGQ 714	T. Rosique, 1996
20	8650±60	A 9444	Miramont, 1998	46	6920±190	LGQ 1075	T. Rosique, 1996
21	8640±70	Gif 9917	Ballais, 1996	47	6570±190	LGQ 995	Ballais, 1996
23	8500±190	Gif 2215	Gidon <i>et al.</i> , 1991	48	6340±140	LGQ 426	Jorda, unpublished
24	8460±60	A 8896	Miramont, 1998	49	5240±190	LGQ 1076	T. Rosique, 1996
25	8335±80	A 8895	Miramont, 1998	50	3850±65	Ly 5013	Gautier, 1992

Tableau 1 : Datations radiométriques des troncs subfossiles du bassin durancien.

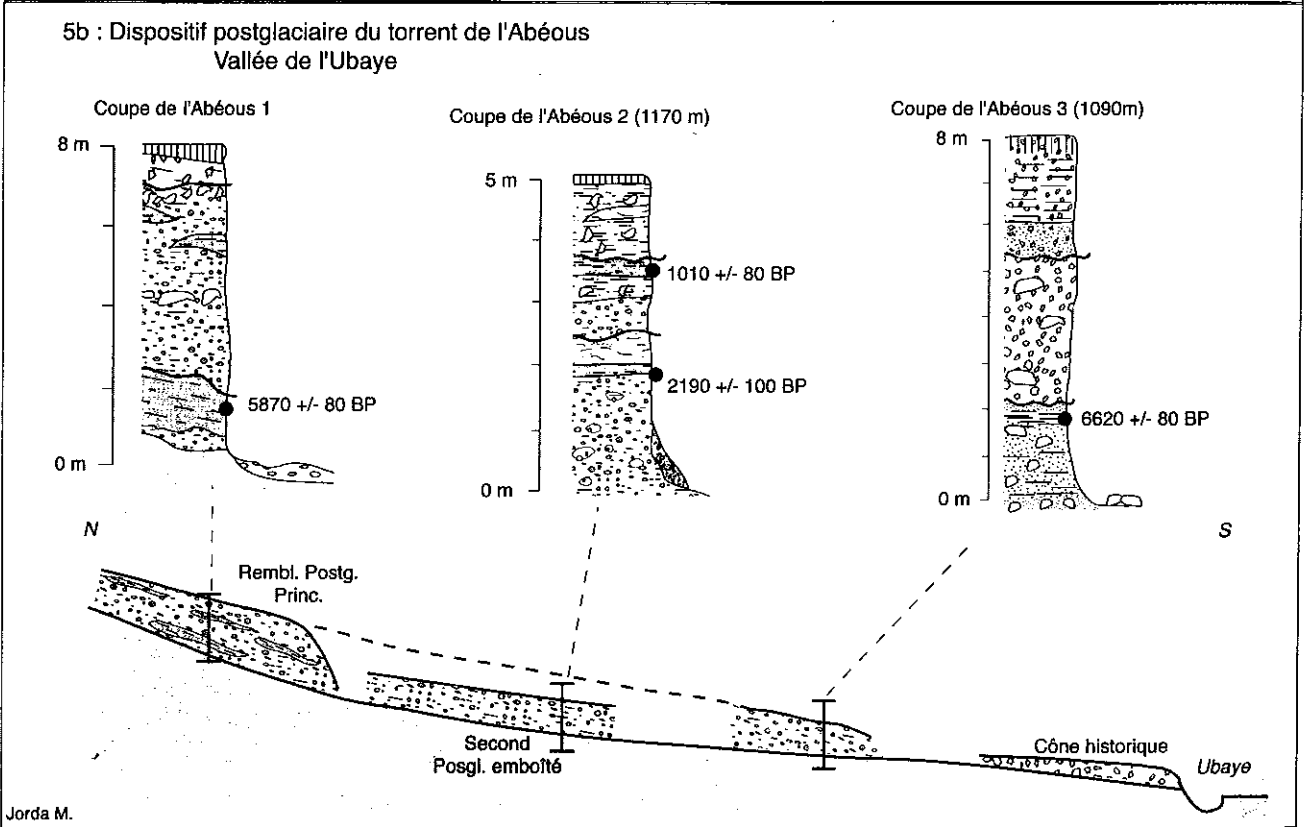
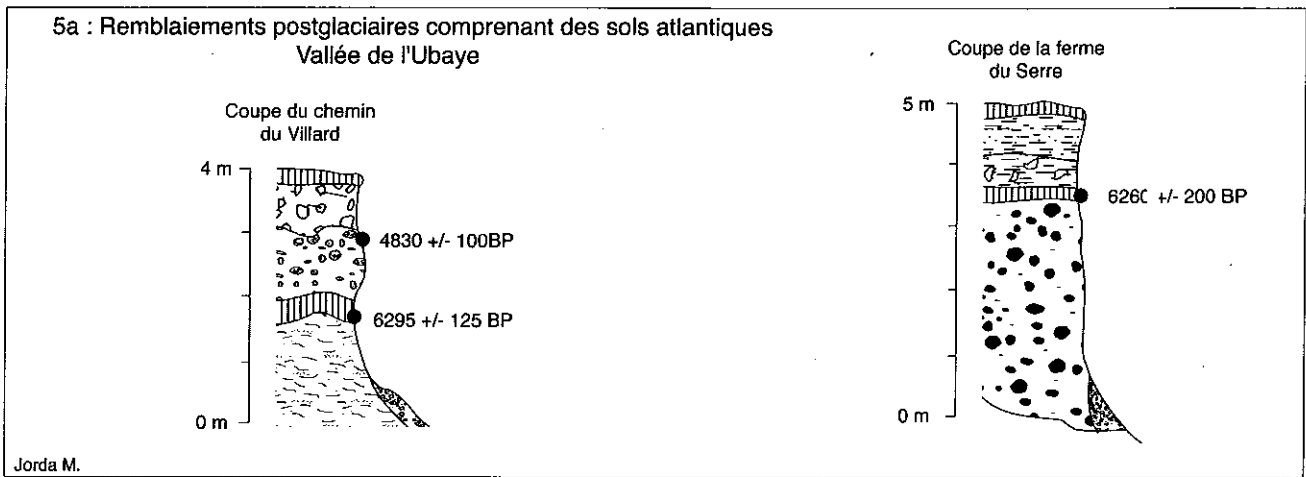


Figure 5 : Stratigraphies alluviales postglaciaires du domaine interne (Ubaye).

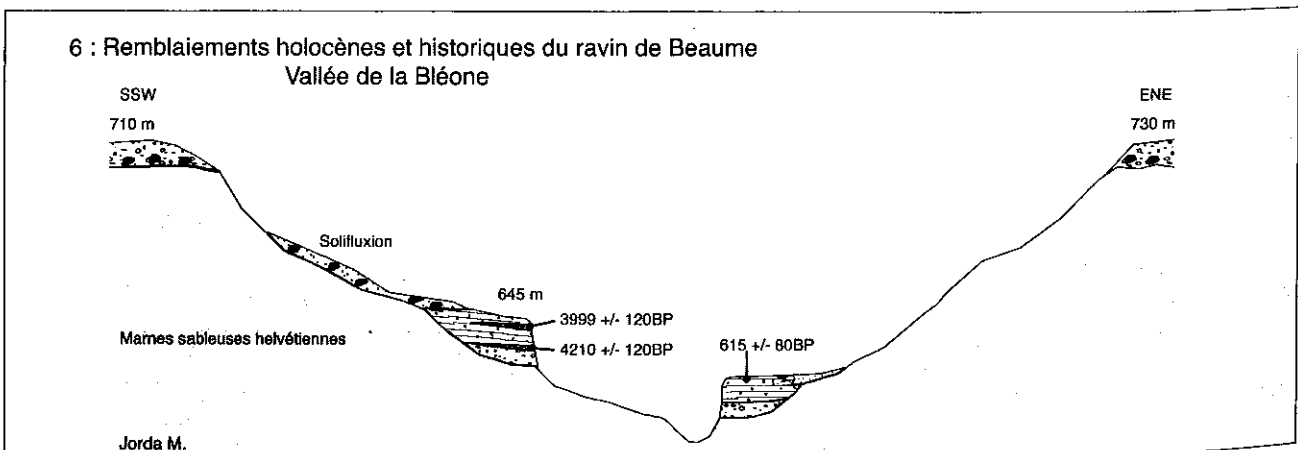


Figure 6 : Remblaiements holocènes et historiques du ravin de Beaume. Vallée de la Bléone (Digne).

Tithonique (fig. 3). Il faut souligner que le remblaiement est très épais dans les bassins latéraux et généralement absent le long des organismes principaux.

Deux périodes enregistrent des taux de sédimentation importants (Rosique, 1996 ; Miramont, 1998 ; Sivan *et al.*, à paraître). Une première phase accompagne les deux derniers millénaires du Tardiglaciaire (12000-10000 BP) : les dépôts sont datés de l'*Allerød* et du *Dryas Récent* dans des torrents tributaires du bassin du Buëch (ravins du Drouzet et de Cuculianne (fig. 3) ; torrent de Bachassette :  $12030 \pm 190$ ,  $10890 \pm 210$ ,  $10690 \pm 230$  BP, Rosique, 1994), dans le bassin du Saignon (fig. 3) et dans les vallées de la Bléone et de l'Asse (Dubar, 1979). Une deuxième phase, *boréo-Atlantique* (nombreuses datations sur charbons et bois subfossiles entre 9300-6500 BP ; fig. 4), est responsable de l'essentiel du volume des dépôts.

L'originalité du remblaiement postglaciaire principal réside en la présence de nombreux gisements d'arbres subfossiles enracinés (*Pinus silvestris* L.), bien conservés à différents niveaux dans les stratigraphies. Leur analyse dendro-géomorphologique révèle une évolution morphogénique saccadée et discontinue : des périodes de stabilité des fonds de vallons, favorables au développement des arbres, sont brutalement interrompues par des épisodes détritiques responsables de leur enfouissement. Les datations des anomalies de croissance dans les chronologies de cernes (diminution brutale de l'épaisseur des cernes) et de la mort des arbres montrent le synchronisme de ces épisodes sédimentaires dans différents bassins (Saignon, Drouzet, Lazer : Miramont, 2000 ; Miramont *et al.*, 2000). Cinq phases principales de crise sédimentaire ont ainsi pu être clairement identifiées à 14 500-13 500, 13 300-12 900, 10 250-9950, 9500-9150 et 8500-8150 cal BP (fig. 4 et tab. 1).

Le caractère discontinu de l'activité détritique *boréo-atlantique* peut aussi se traduire localement par des épisodes de pédogenèse plus ou moins marqués dont témoigne la présence de sols enterrés dans les dépôts. Globalement dans le domaine subalpin, les pédogenèses sont assez peu développées (sols alluviaux ou calci-magnésiques peu évolués). Dans le domaine plus « interne » (Ubaye, Haut-Verdon, bassin de Seyne-les-Alpes), des pédogenèses plus affirmées caractérisent la fin de l'*Atlantique* (sols bruns calciques datés entre 6300 et 5700 BP, fig. 5a), signalant ainsi une rétraction, voire un arrêt, des flux sédimentaires.

La dynamique de la première partie du Postglaciaire est interrompue par une phase d'incision verticale des cours d'eau (Jorda, 1993). Elle est généralisée à l'ensemble des bassins sud-alpins mais elle intervient de manière diachronique selon les secteurs. C'est ainsi qu'elle est bien calée dans le bassin du Charanc (Buëch), entre 6900 et 5200 BP (fig. 3, Rosique, 1996 ; Sivan, 1999). Elle est par contre généralement postérieure à 5000 BP dans la vallée de l'Ubaye (fig. 5b), voire même subboréale le long de certains talwegs affluents de la Bléone (fig. 6).

Au cours de la seconde partie du Postglaciaire (*Second Postglaciaire*), se mettent en place une ou plusieurs nappes caillouteuses. Dans les bassins secondaires subalpins, ces nappes sont emboîtées ou étagées dans les dépôts de la première partie du Postglaciaire (fig. 3 et 6) et elles constituent en aval une basse terrasse dans les vallées principales. En zone plus interne (Ubaye), l'activité torrentielle du *Second Postglaciaire* se marque par la réactivation des grands cônes de déjection (Jorda, 1985 ; Ballandras, 1997). Globalement, l'activité hydrodynamique est très discontinue. Elle est marquée par de fréquents renversements de tendance et une grande variabilité spatio-temporelle soulignée par les caractères suivants : le diachronisme d'événements sédimentaires locaux ; le faciès des dépôts, très grossiers, hétérométriques et discontinus ; les volumes sédimentaires qui varient considérablement d'un bassin à l'autre, mais qui n'atteignent jamais, dans la zone subalpine, l'ampleur des volumes accumulés au cours du *Premier Postglaciaire*.

Mais, au-delà de ces particularismes locaux, les données chronologiques signalent l'existence d'épisodes détritiques qui semblent avoir une expression régionale (Jorda, 1992 ; Jorda et Provansal, 1996) : épisodes torrentiels à la charnière de l'Atlantique et du Subboréal (III-IV<sup>e</sup> millénaires av. J.-C.) ; crise détritique du Premier Age du Fer (VI-III<sup>e</sup> s. av. J.-C.), de l'Antiquité tardive (V-X<sup>e</sup> s. ap. J.-C.), de la fin du Moyen Age (deuxième moitié du XIV<sup>e</sup> siècle) et du Petit Age Glaciaire s.s. (1350-1850). Ce dernier épisode, bien documenté par les archives historiques, se traduit par des mutations du style fluvial de la Durance et de ses principaux affluents (élargissement des lits, développement du tressage) sous l'effet de crues torrentielles répétées (Gautier, 1992 ; Miramont *et al.*, 1998). Enfin, l'évolution récente de la morphogenèse fluviale est caractérisée partout par une reprise d'incision linéaire, localement remarquable par sa rapidité (Gautier, 1992 ; Pinatel et Ollivier, 2000).

Au total, l'évolution des vallées depuis la fin du Pléniglaciaire supérieur montre la succession de phases de détritisme alluvial entrecoupées de périodes d'incision linéaire. Mais cette évolution recouvre une réalité plus complexe qu'exprime la variabilité dans le temps et dans l'espace des faciès sédimentaires.

### 3. Réponse diversifiée des systèmes fluviaux aux changements paléo-environnementaux

#### 3.1. Disparités spatio-temporelles et rythmes de l'activité des cours d'eau subalpins au « Premier Postglaciaire »

Le Remblaiement Postglaciaire Principal présente d'importantes variations latérales et longitudinales de faciès qui traduisent la diversité des processus en jeu dans le système fluvial.



Les dispositifs sédimentaires montrent une diachronie longitudinale de l'alluvionnement, lequel s'avère de plus en plus récent vers l'amont. Le phénomène souligne - très globalement - le caractère rétrogradant de la sédimentation (fig. 3).

Les dépôts de la première phase de sédimentation - tardiglaciaire (12000-10000 BP) - se localisent uniquement en aval des dispositifs où ils reposent directement sur le substrat marneux jurassique. Les faciès, très contrastés, comprennent globalement : des nappes caillouteuses, localement hétérométriques (coulées de débris) ; d'épais ensembles limoneux particulièrement homogènes, gléifiés, au contenu en macrorestes végétaux extrêmement abondant (troncs enracinés, débris de bois et de végétaux, charbons, pignes de pins...). Ces derniers sont associés à des flux détritiques très chargés, mis en place par des écoulements encore mal organisés (type ruissellements diffus).

Les dépôts de la seconde phase - boréo-atlantique (9300-6500 BP) - recouvrent en aval les formations précédentes et constituent dans les parties moyennes et supérieures des bassins l'essentiel des remblaiements. On distingue :

- en pied de versant, d'épais glacis-cônes bombés et pentus de 20 à 30 m d'épaisseur, constitués de « bouillies » de calcschistes riches en matières limoneuses dont l'homogénéité d'ensemble est interrompue par des niveaux caillouteux hétérométriques ;

- dans les parties moyennes et inférieures des bassins, de vastes épandages à pentes faibles et d'épaisseur plus modeste, comprenant un matériel essentiellement limoneux ou limono-argileux et gléifié, fréquemment envahi latéralement par des passées caillouteuses ou gravelo-sableuses, et pouvant localement contenir des faciès travertineux.

Ces dépôts contiennent plus fréquemment des débris charbonneux voire des traces de foyers qui, associés à des vestiges archéologiques, sont les indices les plus anciens d'une présence et d'une intervention humaine néolithique sur le milieu montagnard (Ubaye : Muller *et al.*, 1991 ; Bléone : Dubar, 1979, 1983).

Deux facteurs expliquent ces disparités spatiales de l'alluvionnement : la nature des stocks sédimentaires disponibles ; la morphologie des bassins versants. A l'amont des bassins ou latéralement sur le flanc des interfleuves, l'incision, plus vigoureuse, a modelé de profonds chenaux torrentiels. Ils collectaient des apports hydrosédimentaires latéraux, issus de l'ablation des basses pentes : laves boueuses chenalées par les talwegs élémentaires ou colluvions nourries par la fragmentation des marno-calcaires particulièrement friables de l'Argovien (partie supérieure des « terres noires » jurassiques) ; apports de pente caillouteux fournis par le démantèlement des héritages pléistocènes résiduels (glacis torrentiels à couverture cryoclastique et manteaux d'éboulis). Vers l'aval, cette dynamique érosive s'est traduite par le développement de larges plaines alluviales en pente faible. Celles-ci constituaient des zones d'épandage mal drainées qui piègeaient les fines nourries par les marnes noires callovo-oxfordien-

nes. Les lits à matériel plus grossier, interstratifiés au sein des séquences limoneuses, signalent néanmoins la présence de chenaux (Gautier, 1992), réactivés lors des grandes crues.

L'activité fluviale du *Premier Postglaciaire* est, on l'a souligné, particulièrement spasmodique. Les torrents sont alors incapables d'évacuer vers l'aval le matériel fourni par les décharges détritiques brutales, d'origine latérale. La forte densité des peuplements de troncs subfossiles dans les remblaiements et leur excellent état de conservation montrent la récurrence de crises détritiques caractérisées par des taux de sédimentation très rapides, en relation avec des écoulements de crue extrêmement chargés. Les peuplements végétaux de fond de vallons ont certainement joué un rôle de piège à sédiments considérable. On sait aujourd'hui, grâce aux données malacologiques et anthracologiques (F. Magnin et B. Talon, IMEP-UMR 6116-CNRS *in* Rosique, 1996), qu'ils correspondaient à des prairies humides parsemées de pins. En retour, la fréquence élevée des flux détritiques a constitué un obstacle à la diversification des peuplements forestiers et explique sans doute l'omniprésence de *Pinus silvestris* dans les bois subfossiles (Rosique, 1994). Néanmoins, dans les basses plaines alluviales, les cortèges de plantes hygrophiles, mis en évidence par les analyses anthracologiques, signalent une plus grande stabilité morphodynamique.

En définitive, l'apparente homogénéité du remblaiement postglaciaire principal dans les paysages masque d'importantes disparités spatiales de l'activité fluviale qui vont bien au-delà de simples variations linéaires - longitudinales ou latérales - de la dynamique hydrosédimentaire. Tout se passe comme si le fonctionnement des bassins-versants relevait du comportement spécifique de sous-unités ou compartiments autonomes, gouverné par des conditions lithostructurales, morphologiques ou paléocéologiques locales. Il faut souligner ici le rôle majeur joué par les apports latéraux, alimentés par des ablations limitées aux basses pentes ; *a contrario* la modestie des transits longitudinaux dans les bassins-versants - que confirme la quasi-absence du Remblaiement Postglaciaire Principal dans les collecteurs principaux.

### 3.2. Modalités et conséquences de la rupture morphodynamique « post-atlantique » (post 6000 BP)

Dans les bassins subalpins, l'incision verticale qui succède de manière diachronique au *Premier Postglaciaire* a façonné des talwegs étroits et profonds au sein du Remblaiement Postglaciaire Principal. Les dépôts très grossiers et hétérométriques mis en place dans ces paléotalwegs diffèrent radicalement du Remblaiement Postglaciaire Principal. Leur forte dominante calcaire témoigne de l'érosion qui affecte désormais les parties supérieures des versants dans les terrains

calcaires du Jurassique terminal (Tithonique notamment). L'incision s'est donc accompagnée d'une reprise de l'érosion régressive sur les versants, responsable du développement d'impluviums torrentiels, jusqu'au pied des corniches calcaires sommitales.

Par conséquent, l'incision « *post-atlantique* » est à l'origine de nouvelles conditions de la morphogénèse qui vont orienter les modalités de la torrentialité ultérieure jusqu'à aujourd'hui. Les grands versants, devenus instables, se montrent particulièrement sensibles aux forçages météorologiques. Les crises morphogéniques se manifestent par le déclenchement de crues brutales, souvent responsables de coulées de débris. À l'aval enfin, les talwegs torrentiels nouvellement créés concentrent les flux hydrosédimentaires ; dès lors les transits longitudinaux reprennent un rôle majeur, liant ainsi les bassins-versants latéraux aux collecteurs principaux.

#### 4. Interprétation des grandes tendances morphogéniques et de leurs renversements

Au-delà des variations spatio-temporelles de la sédimentation qui sont à mettre en relation avec la nature des stocks sédimentaires et la morphologie des bassins versants, la question se pose de l'interprétation des grandes tendances morphogéniques, de leur évolution et de leurs renversements.

La phase d'incision qui précède la mise en place du Remblaiement Postglaciaire Principal est attribuée par les auteurs à l'amélioration climatique et la reconquête végétale qui accompagnent l'Interstade du *Bölling-Alleröd* (Jorda, 1980, 1993 ; Jorda et Rosique, 1994). Cependant, on sait aujourd'hui qu'elle s'interrompt dès le début de l'*Alleröd* dans certains bassins subalpins. Par ailleurs, l'observation des dispositifs alluviaux *néo-würmiens* montre qu'elle a pu localement intervenir plus tôt, au cours de la seconde partie du Würm Récent.

Des Alpes du Sud à la Provence, la variable climatique (pluviométrique) est le moteur essentiel de la morphogénèse jusqu'au Néolithique (6000 BP environ). On retrouve en Basse Provence un schéma d'évolution morphogénique très similaire à celui des Alpes du Sud, même si la sédimentation s'exprime par des faciès différents, souvent travertineux (Bruneton *et al.*, 2000 ; Bruneton *et al.*, ce volume). Les volumes de sédiments accumulés au cours du *Premier Postglaciaire* sont considérables et suggèrent un contexte climatique marqué globalement par une humidité importante (Magny et Miramont, à paraître). Cette hypothèse rejoint les conclusions d'autres chercheurs qui proposent, en zone méditerranéenne, l'image d'un premier Holocène plus humide à partir notamment des hauts niveaux des lacs (Harrison *et al.*, 1996 ; Harrison et Digerfeldt, 1993 ; Damnati, 2000) et des données polliniques (Masson *et al.*, 1999). En Moyenne Durance, cette période correspond à un haut niveau du lac de St Léger (Digerfeldt *et al.*, 1997).

Au sein de ce *Premier Postglaciaire*, l'évolution hydrodynamique traduit les variations pluviométriques : les principales nappes détritiques, synchrones dans plusieurs bassins de la Moyenne Durance, témoignent d'une augmentation de la fréquence des épisodes orageux de forte intensité, responsables d'une recrudescence des crues et de l'enfouissement des pins qui interviennent, on l'a vu, à 14 500-13 500, 13 300-12 900, 10 250-9950, 9500-9150 et 8500-8150 cal BP (Miramont, 1998 ; Miramont *et al.*, 2000 ; Sivan *et al.*, à paraître). Ces oscillations ont semble-t-il une extension régionale si l'on en juge par leur contemporanéité apparente avec des hauts niveaux lacustres en Basse Provence ; elles correspondent vraisemblablement à une exagération des caractéristiques du climat méditerranéen (Bruneton *et al.*, 2001). Il est possible, en outre, qu'elles soient l'écho de fluctuations climatiques reconnues à l'échelle de l'Europe de l'Ouest, à travers notamment les variations des niveaux des lacs du Jura et les phases d'avancées glaciaires (Magny, 1995, 1998) ou les changements de végétation (Jalut *et al.*, 2000).

La fin de la période *Atlantique* ou le début du *Subboréal* (6000-4500 BP) marque une césure dans un *Postglaciaire* qui apparaît dès lors bipartite. De nombreux auteurs ont déjà souligné la difficulté de cerner les facteurs des évolutions morphogéniques de la deuxième partie de l'Holocène. Pour notre part, l'incision linéaire qui marque le début de cette période dans les Alpes du sud apparaît comme une rupture décisive dans le comportement des hydrosystèmes. Elle ne peut être que la conséquence, en effet, d'une modification fondamentale d'un ou plusieurs paramètres qui contrôlent l'activité fluviale : notamment une transformation radicale du bilan hydrique des cours d'eau et des conditions de l'ablation sur les versants. Cela conduit à envisager la manifestation, pour la première fois déterminante, de l'intervention humaine, inaugurée en moyenne Durance par les sociétés du Néolithique final (vers 4500 BP) mais qui ne s'affirmera vraiment qu'à partir des Ages des Métaux en zone intra-alpine (vers 3000 BP). Cette hypothèse s'accorde bien avec un diachronisme des épisodes d'incision ; le seuil de renversement de la tendance hydrodynamique pouvant être franchi plus ou moins tardivement en fonction de l'intensité variable et du caractère que l'on sait très localisé des impacts anthropiques.

Au cours du *Second Postglaciaire*, les épisodes détritiques sont déclenchés lors d'accidents météorologiques ou d'épisodes de dégradation climatique (Jorda et Provansal, 1996 ; Jorda, 1992). Ces épisodes interviennent dans un milieu dont la fragilité initiale, liée au contexte orographique et lithostructural (ampleur des affleurements marneux et importance des dénivelées), est exacerbée par l'intervention anthropique. Dès lors, deux principaux types de crises détritiques peuvent être distingués : celles de l'Age du Fer (VI-III<sup>es</sup>. av. J.-C.) et des XVI-XIX<sup>e</sup> siècles qui interviennent lors d'une période d'intense mise en valeur ; celles de l'Antiquité Tardive (V-X<sup>e</sup> s. ap. J.-C.) et de la fin du XIV<sup>e</sup> siècle qui semblent synchrones, du moins en montagne sud-alpi-

ne, d'une déprise et d'une désorganisation de l'économie agro-pastorale (Miramont *et al.*, 1999). Dans l'espace durancien, ces crises s'expriment différemment. En zone subalpine, la morphologie des bassins façonnés lors des périodes antérieures constitue un nouveau type de forçage, responsable de la reprise des transits longitudinaux et de l'emboîtement de nappes alluviales grossières et peu épaisses en aval des bassins. En zone intra-alpine (vallée de l'Ubaye), dans un contexte morphodynamique intra-montagnard, ces crises participent à la réactivation des grands cônes de déjection torrentiels.

## 5. Conclusion

Deux points essentiels retiendront notre attention en conclusion :

- La conjonction complexe des forçages qui commandent l'évolution du système fluvial durancien.

Les rôles respectifs du climat et de l'anthropisation dans l'évolution de la dynamique fluviale ont longtemps été discutés. Mais il faut souligner le rôle fondamental, et souvent négligé, des forçages internes au système fluvial, du contexte litho-structural et en particulier du facteur paléomorphologique qui évolue avec la dynamique fluviale. La géométrie et le faciès des dépôts montrent, en effet, que l'activité des cours d'eau est largement tributaire de l'évolution des caractéristiques morphologiques du bassin modelées au cours des périodes antérieures. On a souligné ici les conséquences déterminantes de la phase d'incision *post-atlantique*. De même, les épisodes de stockage et de déstockage sédimentaire dans les bassins doivent être pris en compte, les épisodes détritiques se nourrissant en partie des volumes accumulés précédemment. Finalement, le bilan de l'évolution hydrodynamique des cours d'eau apparaît cumulatif des différentes crises érosives qui l'ont affecté.

- La richesse et le potentiel des enregistrements fluviaux sud-alpins en termes d'interprétations paléoclimatiques.

Sur le long terme (basse fréquence), les grandes tendances de l'évolution morphodynamique sont guidées par les changements climatiques d'occurrence plurimillénaire. Ainsi, les volumes sédimentaires qui constituent le Remblaiement Postglaciaire Principal plaident en faveur d'une ambiance climatique assez humide pendant le *Premier Postglaciaire*. Au cours du *Second Postglaciaire*, l'interprétation des enregistrements sédimentaires est rendue difficile par l'intervention du facteur anthropique et le changement des conditions géomorphologiques. Néanmoins, la plus faible épaisseur des accumulations dans la zone subalpine et la baisse du niveau des plans d'eau, dans la région et plus globalement en Méditerranée, s'accordent avec un climat de nuance plus sèche.

A moyenne fréquence (échelle séculaire ou pluriséculaire), les rythmes de la morphogenèse sont étroite-

ment liés, au cours du *Premier Postglaciaire*, aux modalités précises des variations de volume et de régime des précipitations. C'est ainsi que les niveaux d'arbres subfossiles et le caractère saccadé du détritisme témoignent d'épisodes de recrudescence des précipitations orageuses. Ceux-ci ont une ampleur régionale et semblent correspondre à des oscillations reconnues à l'échelle européenne. Notons qu'ils sont synchrones de pics de  $^{14}\text{C}$  résiduel qui peuvent traduire des périodes de dégradation climatique (Magny, 1997 ; Miramont, 1998). La multiplication des sites étudiés et des datations radiométriques permettra à l'avenir de préciser la chronologie de ces épisodes. Il semble que la morphogenèse du *Second Postglaciaire* soit également rythmée par les oscillations du paramètre climatique, facteur « déclenchant » dans un milieu fragilisé par l'occupation humaine des pentes. Mais le retard des travaux archéologiques dans les Alpes du Sud ne permet pas d'étayer cette hypothèse.

Les analyses dendrochronologiques des bois subfossiles ouvrent des perspectives sérieuses pour la reconstitution à haute fréquence du paramètre climatique et des fluctuations de l'activité fluviale (études des patrons de croissance, des cicatrices et des déformations des cernes : Sivan, en cours). D'autre part, le nombre élevé de bois subfossiles, et en particulier de ceux datés du Tardiglaciaire, offre des potentialités importantes pour l'élaboration de chronologies de référence et la calibration de la courbe du  $^{14}\text{C}$ .

Il faut relever, enfin, les similitudes frappantes qui existent entre les grandes tendances de l'évolution du système fluvial durancien et celles d'autres cours d'eau d'Europe occidentale, notamment du Nord de la France (Antoine *et al.*, 2000 ; Pastre *et al.*, 2000). Ces analogies constituent un point capital car elles ont, sans doute, des implications paléoclimatiques fondamentales et elles devront, à ce titre, faire l'objet d'études comparatives plus précises.

## Notes

- 1 - Le terme de *Postglaciaire* est utilisé ici *largo sensu*, tel qu'il a été défini, pour les Alpes françaises du Sud, par Borel *et al.* (1983) et Jorda et Rosique (1994) et Rosique (1996). Il inclut le Tardiglaciaire et l'Holocène.

## Bibliographie

- Antoine, P., Fagnart, J.P., Limondin-Lozouet, N. et Munaut, A.V., 2000. Le Tardiglaciaire du bassin de la Somme : éléments de synthèse et nouvelles données, *Quaternaire*, 11, 2 : 85-98.
- Ballandras, S., 1997. Contribution à l'étude des bassins versants torrentiels alpins. Stratigraphies, morphodynamique, paléoenvironnement de bassins versants depuis 15000 ans. Thèse de Géographie, Univ. de Savoie, 552 p.
- Beaulieu, J.L. de, 1977. Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène des Alpes méridionales françaises. Thèse de science. Université d'Aix-Marseille III, 358 p.
- Borel, J.L., Jorda, M., Montjument, G., 1984. Variations climatiques, morphogenèse et évolution de la végétation post-würmienne dans les Alpes françaises: Les Alpes, 25<sup>e</sup> Congrès International de Géographie, Paris, 43-53.
- Bruneton, H., Miramont, C., Andrieu-Ponel, V., 2000. Dynamique de milieux méditerranéens (bassin du Saïgnon - Alpes du Sud)

- Marais des Baux - Basse Provence) au cours du Mésolithique : un enregistrement morphosédimentaire des rythmes climatiques. Actes du Colloque International "Épialéolithique et Mésolithique : les derniers chasseurs cueilleurs d'Europe occidentale", Besançon, octobre 1998, PUFC : 70-82.
- Bruneton, H., Miramont, C., Andrieu-Ponel, V., 2001. Deux enregistrements morphosédimentaires des rythmes climatiques en domaine méditerranéen du Tardiglaciaire à l'Atlantique (bassin du Saignon - Alpes du Sud, Marais des Baux - Basse Provence). *Quaternaire*, 12 (1-2) : 109-125.
- D'Anna, A., 1991. Le Néolithique des Hautes Alpes. Archéologie dans les Hautes Alpes. Catalogue du Musée départemental de Gap, p. 71-75 et 77-79.
- Dubar, M., 1979. Les terrains quaternaires au pied des Préalpes de Digne et les industries préhistoriques associées. Paléocologie de l'Homme fossile, Ed. CNRS, 163 p.
- Dubar, M., 1983. Stratigraphie des dépôts du Néogène supérieur et du Pléistocène du bassin de la Moyenne Durance. Thèse science, Université Aix-Marseille III.
- Dammati, B., 2000. Holocene lake records in the Northern Hemisphere of Africa. *J. of Afric. Earth Sci.*, 31 : 253-262.
- Delibrias, G., Gabert, J., Jorda, M., 1984. Données nouvelles sur la chronostratigraphie et l'évolution paléomorphologique postglaciaire des Alpes du Sud (Moyenne Durance). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 299 (II) : 263-266.
- Digerfeldt, G., Beaulieu, J.L., Guiot, J., Mouthon, J., 1997. Reconstruction and palaeoclimatic interpretation of Holocene lake-level changes in Lac de Saint-Leger, Haute Provence, south-east France. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 136 : 231-258.
- Gautier, E., 1992. Recherches sur la morphologie et la dynamique fluviales dans le bassin du Buëch (Alpes du Sud). Thèse de Géogr., Univ. Paris-Nanterre, 439 p.
- Ghaffiri, A., Sauret, B., Rosique, T., Bles, J.L., Sébrier, M., 1993. Mise en évidence d'un paléoséisme sur la faille de la moyenne Durance. *Géol. Alpine*, sér. sp. résumés de colloque, 2 : 24-25.
- Harrison, S.P., Yu, G., Tarasov, P.E., 1996. Late Quaternary lake-level record from Northern Eurasia. *Quater. Res.*, 45 : 138-159.
- Harrison, S. P., Digerfeldt, G., 1993. European lakes as palaeohydrological and palaeoclimatic indicators. *Quater. Sci. Rev.*, 12 : 233-248.
- Jalut, G., Esteban Amat, A., Bonnet, L., Gauquelin, T., Fontugne, M., 2000. Holocene climatic changes in the Western Mediterranean, from south-east France to south-east Spain. *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, 160 : 255-290.
- Jorda, M., 1980. Morphogénèse et évolution des paysages dans les Alpes de Haute-Provence depuis le Tardiglaciaire. Facteurs naturels et facteurs anthropiques. *Bull. A.G.F.*, 472 : 295-304.
- Jorda, M., 1985. La torrentialité holocène des Alpes françaises du Sud. Facteurs naturels et facteurs anthropiques de son évolution. *Cahiers Ligures de Préhistoire*, Bordighera, Carcasonne, n° sp., 2 : 49-70.
- Jorda, M., 1987. Morphogénèse postglaciaire des régions intra-alpines du Sud. Le bassin de Barcelonnette (Ubaye) du Tardiglaciaire au Subboréal. In « Premières communautés paysannes en Méditerranée occidentale », Montpellier 1983 : 61-69.
- Jorda, M., 1988. L'évolution des versants sud-alpins de moyenne altitude au cours du Quaternaire supérieur. Vallées du haut-Verdon et de la moyenne Durance. *Rev. Géol. Alpine*, 14 : 251-259.
- Jorda, M., 1992. Morphogénèse et fluctuations climatiques dans les Alpes françaises du sud de l'Âge du Bronze au Haut Moyen Age. *Les nouvelles de l'archéologie*, 50 : 14-20.
- 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., Delibrias, G., 1981. Données nouvelles sur le Pléistocène supérieur des Alpes françaises du Sud : le Würm récent du bassin de la Bléone (Alpes de Haute Provence). *Bull. A.F.E.Q.*, 3-4 : 173-182.
- 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.
- Jorda, M., Rosique, T., 1994. Le Tardiglaciaire des Alpes françaises du Sud. Rythmes et modalités des changements bio-morphoclimatiques. *Bull. A.F.E.Q.*, 3/4 : 141-149.
- Jorda, M., Rosique, T., Evin, J., 2000. Données nouvelles sur l'âge du dernier maximum glaciaire dans les Alpes méridionales françaises. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 331 (II) : 187-193.
- Magny, M., 1997. Eléments pour une histoire du climat entre 13000 et 6000 BP. *Bull. Soc. Préhi. Franç.*, 94 (2) : 161-167.
- Magny, M., 1998. Reconstruction of Holocene lake-level changes in the Jura (France) : methods and results. In : S.P. Harrison, B. Frenzel, U. Huckried, M. Weiss, (Eds), *Palaeohydrology as reflected in lake-level changes as climatic evidence for Holocene times*. *Paläoklimaforschung*, 25 : 67-85.
- Magny, M. et Miramont, C., à paraître. Variations paléohydrologiques et oscillations du climat dans le Jura et le Midi de la France au cours de l'Holocène. Eléments de réflexion et hypothèses de travail.
- Magny, M., 1995. Une histoire du climat. Des derniers mammouths au siècle de l'automobile. Errance, Paris, 175 p.
- Masson, V., Cheddadi, R., Braconnot, P., Joussaume, S., Texier, L., PMIP participants, 1999. Mid-Holocene climate in Europe : what can we infer from PMIP model-data comparisons ? *Climate Dynam.*, 15 : 163-182.
- Miramont, C., 2000. L'évolution de la dynamique érosive sud-alpine. Les exemples des bassins de "Terres Noires" et de la Durance (Alpes du Sud, France). *Forêt Méditerranéenne*, XXI, 2 : 195-201.
- Miramont, C., Edouard, J.L., Belingard C., Jorda M., 1999. Reconstitution des paléoenvironnements holocènes alpins et pré-alpins : évaluation des paramètres climatiques et anthropiques responsables de l'évolution. In Della Casa Ph. Ed, « Prehistoric alpine environment, society and economy. Papers of the International », colloquium PAESE 97, Zurich. *Universitätsforschungen zur Archäologie* (Bonn : Habelt, 1998) : 189-196.
- Miramont, C., Jorda, M., Pichard, G., 1998. Morphogénèse et dynamique fluviale d'une rivière méditerranéenne au cours de la période historique : l'exemple de la moyenne Durance (France du sud-est). *Géographie Physique et Quaternaire*, 52 (3) : 381-392.
- Miramont, C., Sivan, O., Rosique, T., Edouard, J.L., Jorda, M., 2000. Subfossil trees deposits in the middle Durance (Southern Alps, France). *Environmental changes since Allerod to Atlantic, Radiocarbon*, vol 42, 3 : 423-435.
- Miramont, C., 1998. Morphogénèse, activité érosive et détritisme alluvial holocènes dans le bassin de la Moyenne Durance. Thèse de Géographie, Université d'Aix-Marseille I, 287 p.
- Muller, A., Jorda, M., Gassend, J.M., 1991. Les gravures rupestres préhistoriques de la haute vallée de l'Ubaye et les modalités de peuplement de la zone intra-alpine. *Colloque international du Mont Bégo*. Tende, p. 155-162.
- Pastre, J.F., Leroyer, C., Limondin-Lozouet, N., Chaussé, C., Fontugne, M., Gebhardt, A., Hatte, C. et Krier, V., 2000. Le Tardiglaciaire des fonds de vallées du Bassin Parisien (France). *Quaternaire*, 11, 2 : 107-122.
- Pinatel, A. et Ollivier, V., 2000. Etude de la dynamique érosive actuelle et holocène à l'échelle des ravines dans les terrains marneux des Alpes du Sud. *Mémoire de Maîtrise de Géographie*, Université d'Aix-Marseille I, 114 p. + annexes.
- 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 paléocécologie. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 319 (II) : 373-380.
- Rosique, T., 1996. Morphogénèse 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 Lettres et Sciences Humaines, Université d'Aix-Marseille I, 288 p.
- Rosique, T., 1997. Détritisme et morphogénèse à la fin du Würm dans les Alpes françaises méridionales (Moyenne Durance). *Quaternaire*, 8, 1 : 39-48.
- Sivan, O., Miramont, C., Jorda, M., Rosique, T., Edouard, J.-L., sous presse. Rythmes et ruptures de la morphogénèse tardi- et postglaciaire des bassins versants sud-alpins (Moyenne Durance). *Annales de l'Université de Besançon*.
- Sivan, O., 1999. Etude morphosédimentaire et dendrogéomorphologique des remblaiements holocènes à troncs subfossiles. Exemple de la région de Veynes (vallée du Buëch). *Mémoire de D.E.A. de Géographie*, Université d'Aix-Marseille I, 102 p.
- Sivan, O., en cours. Evolution morphogénique postglaciaire en Moyenne Durance. Thèse de Géographie, Université d'Aix-Marseille I.
- Wegmuller, S., 1977. Pollenanalytische Untersuchungen zur Spätglazialen vegetations-geschichte der Französischen Alpen. *Paul Hempt, Bern*, 185 p.