

L'apport de la dendrochronologie en géomorphologie et dans la reconstitution des paléoenvironnements

Cécile MIRAMONT *

En matière de reconstitution des processus et de la morphogénèse passée et plus globalement des paléoenvironnements, il est nécessaire d'associer la géomorphologie à d'autres disciplines (malacologie, palynologie, pédo-anthracologie...) chacune donnant une image partielle de la réalité. Combinée à des analyses géomorphologiques, l'étude dendrochronologique (analyse des cernes de croissance) de bois subfossiles¹ découverts dans des tourbières (MUNAUT, 1966), des lacs (EDOUARD, 1994) ou des dépôts alluviaux (BECKER ET SCHIRMER, 1977 ; KALICKI, 1996 ; KALICKI ET KRAPIEC, 1996) a apporté de nouvelles données sur l'évolution holocène des paléoenvironnements. Cet outil est encore peu utilisé dans les Alpes françaises (EDOUARD *et al.*, 1991 ; MIRAMONT, en cours), malgré la richesse des gisements de bois subfossiles recensés, notamment dans les Alpes du Sud (ARCHAMBAULT, 1968 ; ROSIQUE, 1994).

1. Le site d'étude

Le travail présenté ici est mené sur le site du ravin du Saignon sur la commune de la Motte-du-Caire (fig. 1). L'incision actuelle des cours d'eau affecte les remblaiements sédimentaires qui ont colmaté les fonds de vallon au cours de l'Holocène. Une centaine de souches enracinées dans des esquisses de sols enterrés apparaissent au fond des vallons ou à différents niveaux dans les stratigraphies. Elles se distinguent des souches d'arbres récentes par leur position aberrante dans l'axe d'écoulement des eaux et par la couleur noire, la dureté et l'odeur d'hydrocarbure qui se dégage du bois lorsqu'on le coupe.

2. Méthodologie et potentialités de l'étude

Quelles informations peut nous livrer une telle étude ?

Les arbres subfossiles enracinés à plusieurs niveaux dans les stratigraphies témoignent de la discontinuité de la sédimentation. Des périodes de stabilité des pentes et des fonds de vallon (ralentissement ou arrêt de la sédimentation, développement d'une couverture végétale) alternent avec des phases de crises morphogéniques (engorgement des fonds de vallon, enfouissement des arbres).

Les analyses sédimentologiques, combinées à l'observation de l'anatomie des derniers cernes renseignent sur la nature et le niveau dynamique des processus morphogéniques. La détermination

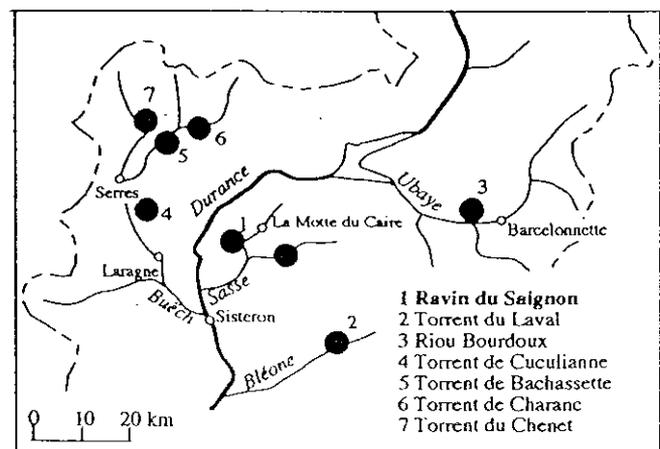


FIG 1 - LOCALISATION DES PRINCIPAUX GISEMENTS DE TRONCS SUBFOSSILES RÉPERTORIÉS EN MOYENNE DURANCE

*Doctorante en Géographie, Université de Provence, Aix-en-Provence.

des espèces forestières, de l'âge des spécimens et de la densité des troncs fournissent des éléments à la reconstitution de la couverture végétale passée.

La synchronisation des séquences d'arbres permet de déterminer des groupes d'individus ayant une période de vie commune (EDOUARD, 1994). Les courbes de variation de l'épaisseur des cernes apportent des informations sur le rythme et les condi-

tions de croissance des arbres. On tentera d'envisager les relations entre cette croissance et les processus de sédimentation et d'enfouissement. Enfin, à partir de l'étude des séquences de cernes, des reconstructions paléo-climatiques peuvent être envisagées, et notamment des variations du paramètre précipitation, moteur essentiel de la morphogénèse. Les principales étapes de la démarche sont résumées dans le tableau suivant :

ÉTUDE GÉOMORPHOLOGIQUE	DATATIONS ¹⁴ C DES BOIS ET ETUDE DENDROCHRONOLOGIQUE
<p>1- Cartographie géomorphologique</p> <p>2- Echantillonnage et analyses sédimento-stratigraphiques</p> <p>3- Reconstitution des paléo-formes</p> <p>4- Détermination et datation des phases de crises sédimentaires et des phases de stabilisation du milieu.</p> <p>5- Détermination des niveaux dynamiques des processus morphogéniques; évaluation des rythmes de sédimentation</p>	<p>1- Recensement des arbres subfossiles, cartographie du gisement et prélèvement de sections de troncs</p> <p>2- Détermination des espèces arborescentes</p> <p>3- Préparation des échantillons (redécoupe et ponçage)</p> <p>4- Comptage des cernes, détermination de l'âge de l'arbre, mesure de l'épaisseur des cernes (séquences individuelles) (Voir fig 4)</p> <p>5) Recherche d'une période de vie commune : synchronisation des courbes d'épaisseur de cerne construction de séquences moyennes et datations ¹⁴C</p> <p>6) Recherche de la relation «cerne - climat» sur des arbres actuels (établissement d'une fonction de réponse) ; essai de reconstruction des paramètres climatiques (fonction de transfert)</p>

3. Premiers résultats et pistes de recherche

Eléments de reconstitution de la couverture végétale passée

Les arbres sont en grande majorité des spécimens adultes, âgés en moyenne de 150 ans (fig 3). Ils appartiennent tous à l'espèce *Pinus sylvestris* L. (détermination EDOUARD²), comme tous les autres troncs déterminés ailleurs dans les affluents du Buëch (ARCHAMBAULT, 1968 ; ROSIQUE 1994) et de l'Ubaye (JORDA, communication orale).

Ce résultat paraît être en contradiction avec les études palynologiques régionales (de BEAULIEU, 1977) qui suggèrent, au cours du Boréal, une occupation de l'étage collinéen par les espèces caducifoliées (chênaie notamment). Mais, dans les bassins versants inscrits

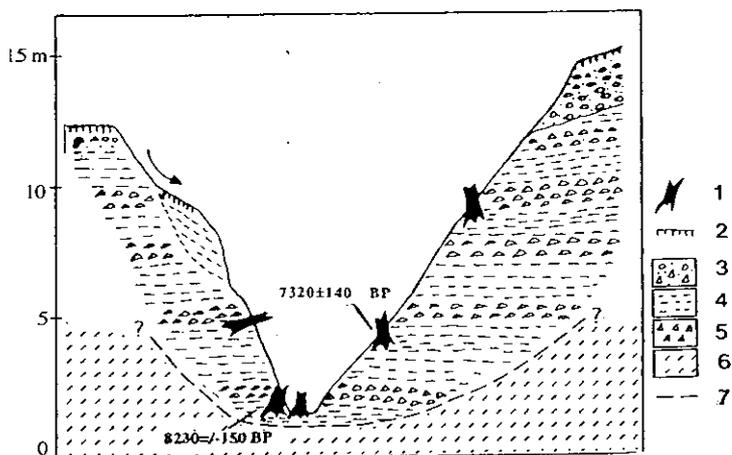


FIG. 2 - COUPE DANS LE RAVIN DE SAIGNON

1 : tronc subfossile, 2 : sol actuel, 3 : colluvions, 4 : limons, 5 : cailloutis, 6 : marnes noires jurassiques, 7 : paléotopographie.

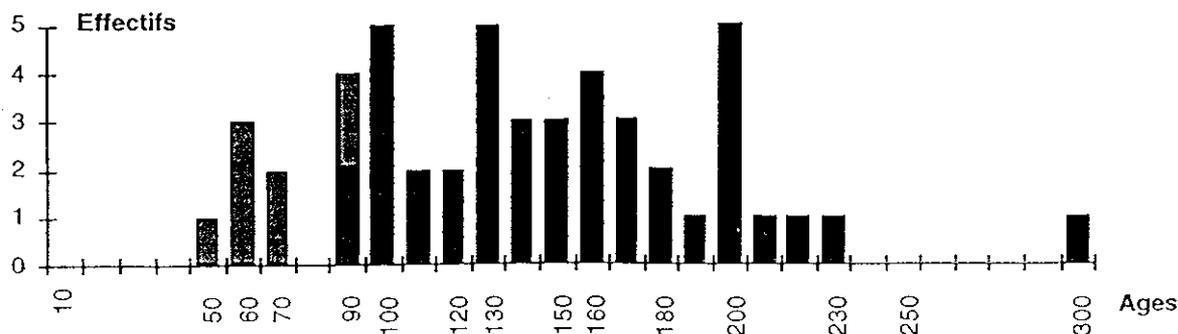


FIG. 3 - ÂGES MINIMUM DES TRONCS SUBFOSSILES RECENSÉS DANS LE BASSIN DE SAIGNON (quel que soit leur âge ¹⁴C). En gris, spécimens endommagés ne possédant pas les derniers cernes, âge sous-évalué.

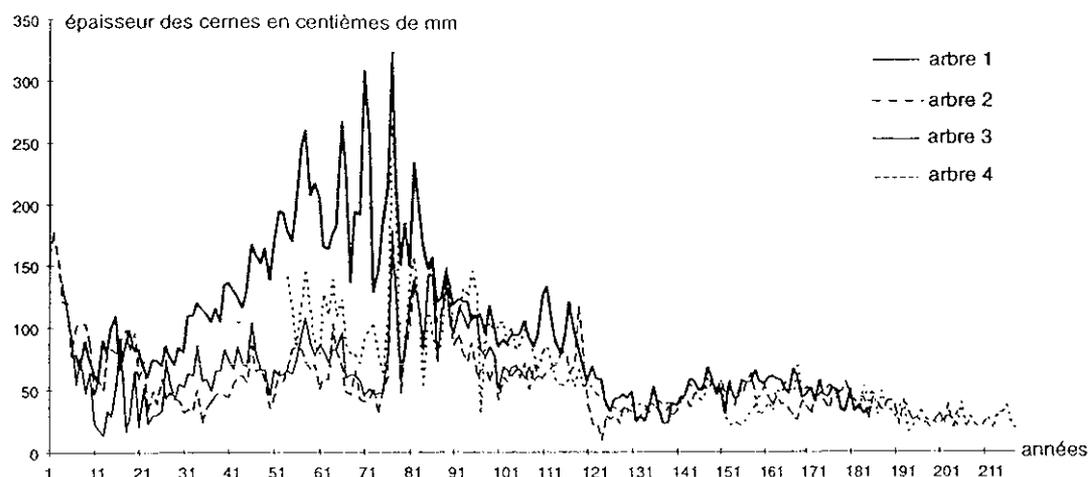


FIG. 4 - EXEMPLE DE SYNCHRONISATION DE SÉQUENCES D'ARBRES

dans des marnes noires (tels les bassins du Saignon, des affluents du Buëch et de l'Ubaye), l'omniprésence du Pin sylvestre peut s'expliquer par l'extrême médiocrité des conditions édaphiques. En effet, les marnes n'autorisant qu'un faible stockage de l'eau, les arbres souffrent de la sécheresse estivale. Le Pin sylvestre, à l'inverse du Chêne pubescent, est capable d'éviter un dessèchement important «grâce à une régulation stomatique efficace et précoce». Espèce pionnière par excellence, le Pin sylvestre peut ainsi constituer un peuplement «durablement pionnier» lorsque les conditions édaphiques ne permettent pas une évolution du biotope (TESSIER, 1986).

Evolution du détritisme au début de l'Holocène.

Les remblaiements holocènes (JORDA, 1993) forment des cônes de déjection, des glacis et des terrasses souvent mis en culture. Ils constituent, par leur étendue et leur épaisseur, un élément majeur des paysages des Alpes du Sud. Dans le bassin versant du Saignon, le remblaiement est composé de plusieurs séquences sédimentaires représentant des crises détritiques. Ces épisodes sont séparés par des périodes de non dépôt et de développement d'une couverture forestière de Pins sylvestres. Les crises érosives ont engendré des taux de sédimentation suffisamment importants pour ensevelir la base des arbres et assurer ainsi leur conservation. Mais ces épisodes n'ont pas été d'une violence exceptionnelle car les troncs sont encore enracinés dans leur quasi totalité. La figure 4 montre que les arbres ne sont pas morts lors d'une même année, ce qui exclut l'occurrence d'un événement catastrophique (de type lave torrentielle). Néanmoins, la réduction brutale de croissance observée à partir de la 120^e année de la chronologie laisse supposer que cet événement a été relativement rapide. La disparition des derniers cernes de croissance sur certaines parties de la circonférence indique une lente décrépitude des arbres suivie d'une mort «naturelle» (MUNAUT, 1966). Les cernes très étroits dans les dernières années de vie des arbres confirment que

l'enfouissement n'a pas provoqué leur mort subite mais leur lent dépérissement.

Les datations ¹⁴C (en cours) permettront de caler les différents épisodes et d'estimer des taux de sédimentation moyens entre les niveaux contenant les troncs.

Vers une reconstruction des paramètres climatiques passés.

L'épaisseur du cerne annuel d'une espèce donnée dépend tout d'abord des particularités du biotope (nature du substrat, exposition, pente...), conditions stables au cours de la vie de l'arbre. D'autre part, différents facteurs environnementaux, et notamment le paramètre climatique, provoquent des variations annuelles de l'épaisseur des cernes de croissance.

Dans un premier temps, la réaction du Pin sylvestre au climat est étudiée. Une «fonction de réponse» est calculée (GUIOT, 1990). Elle est issue du calcul d'une régression multiple dans laquelle les paramètres climatiques (précipitations mensuelles, températures moyennes maximales et minimales) sont confrontés à l'épaisseur des cernes. La croissance des Pins sylvestres en milieu méditerranéen sur substrat marneux est corrélée positivement avec les précipitations printanières et estivales, négativement avec les précipitations d'automne (TESSIER, 1986). Aucune relation n'est significative avec les températures.

Ces relations mises en évidence, il devient théoriquement possible d'entreprendre la reconstruction des paramètres identifiés, notamment des paléo-précipitations pouvant être responsables du déclenchement de crises érosives. On utilisera une «fonction de transfert» dans laquelle le paramètre climatique devient la variable dépendante et l'épaisseur du cerne la variable explicative. Ce type d'approche implique des postulats de départ tels que la stabilité de réponse de l'arbre dans le temps et une parfaite identité des biotopes occupés par les arbres vivant et subfossiles. Compte tenu des limites inhérentes à la méthode, ces reconstructions devront être considérées avec prudence (TESSIER, *et al.*, 1992).

CONCLUSION

Ainsi, l'analyse dendrochronologique des bois subfossiles est susceptible de fournir des données nouvelles sur l'évolution des paléoenvironnements. Elle permet de nuancer, localement, l'image palynologique classique de la couverture végétale des premiers millénaires de l'Holocène. D'autre part, cette étude met en évidence la discontinuité dans le temps des phénomènes érosifs et la succession, au début de l'Holocène, de périodes de développement d'un couvert forestier associées à une accalmie morphogénique, et de périodes de crises détritiques aboutissant au comblement du vallon. En comparant les résultats des études

réalisées dans plusieurs bassins versants, il sera possible de déterminer si les crises érosives reconnues sont synchrones ou non, et ainsi de passer de l'échelle locale à l'échelle régionale. Les séquences de cernes des arbres subfossiles constituent en outre un potentiel d'information en terme de reconstruction paléoclimatique. Enfin, les courbes de variation d'épaisseur des cernes des bois subfossiles sont les bases d'une chronologie de référence de *Pinus silvestris* dans les Alpes du Sud, à laquelle pourront être confrontés d'autres vestiges ligneux subfossiles et/ou issus de contextes archéologiques.

BIBLIOGRAPHIE

- ARCHAMBAULT M., (1968). - Recensement provisoire des arbres et des formations forestières fossiles du bassin de la Moyenne Durance (Hautes-Alpes). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 267, p.2101-2104 et p.2284- 2287.
- BEAULIEU (de) J.L., (1977). - *Contribution pollénanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises*. Thèse, Université d'Aix-Marseille III, 358 p.
- BECKER B, SCHIRMER W., (1977). - Palaeological study of the Holocene valley development of the river Main, Southern Germany, *Boreas* 6, 4, p. 303-321.
- DELIBRIAS J., GABERT J., JORDA M., (1984). - Données nouvelles sur la chronostratigraphie et l'évolution paléomorphologique postglaciaire des Alpes du Sud (Moyenne Durance). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 299, série II, p. 263-266.
- 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 en géographie, Grenoble, 798 p.
- EDOUARD J.L., TESSIER L., THOMAS A., (1991).- Limite supérieure de la forêt au cours de l'Holocène dans les Alpes françaises. *Dendrochronologia*, 9, p.125-142.
- GUIOT J., (1990).- Methods of calibration, verification and reconstruction. *Methods of tree-ring analyses: applications in the environmental sciences*. Cook E. and Kairiukstis L. eds. Kluvier Academic Publishers.
- JORDA M., (1993). - Histoire des paléoenvironnements tardi et postglaciaires sud-alpins de moyenne altitude. Essai de reconstitution cinématique. *In Géomorphologie et aménagement de la montagne, Hommage à P. GABERT, C.N.R.S., Caen, p.99-111.*
- KALICKI T., KRAPIEC M., (1996). - Reconstruction of phases of the «Black oaks» accumulation and flood phases, in STARKEL L. ed., Evolution of the Vistula river valley during the last 1500 years, Vol. I, *Geographical studies, Special Issue 9.*
- KRAPIEC M., (1996). - Dendrochronology of «Black oaks» from river valleys in Southern Poland in STARKEL L. ed., Evolution of the Vistula river valley during the last 1500 years, Vol. I, *Geographical studies, Special Issue 9.*
- MUNAUT, (1966). - Premières applications des méthodes dendrologiques à l'étude des pins sub-fossiles (Terneuzen, Pays-Bas). *Agricultura*, vol. 14, n°3, p.361-389.
- 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. Sc. Paris*, t. 319, série II, p.373-380.
- TESSIER L., (1986). - Approche dendroclimatologique de l'écologie de *Pinus silvestris* L., et de *Quercus pubescens* Willd. dans le Sud-Est de la France. *Acta Oecologica, Oecol. Plant.*, vol. 7 (21), n°4, p.339-355.
- TESSIER L., EDOUARD J., THOMAS A., (1992).- Reconstitution climatique à partir des cernes : mode d'emploi. *Les nouvelles de l'archéologie*, 50, p.46-51.

NOTES

¹ Bois non pétrifié qui a été conservé pendant des centaines ou des milliers d'années dans un cours d'eau, un marécage ou une moraine (*Multilingual glossary of dendro-*

chronology. KAENNEL, SCHWEINGRUBER, HAUPT, 1995).

² IMEP, URA 1152, Faculté des Sciences de Saint Jérôme.