

# CONTRIBUTION À L'HISTOIRE DE L'ÉROSION DANS UN BASSIN VERSANT DE MARNES NOIRES, ETUDE DENDROGÉOMORPHOLOGIQUE DU SITE DU SAIGNON (ALPES DU SUD, FRANCE)

Cécile MIRAMONT

URA 903-CNRS, Institut de Géographie, Université de Provence, 29 Avenue R. Schuman  
13 621 AIX EN PROVENCE

## Résumé

Les bassins versants des Alpes du Sud sont caractérisés par la présence de puissants remblaiements holocènes. Ceux-ci témoignent de la discontinuité temporelle des processus érosifs et de l'alternance de périodes de "crise morphosédimentaire" - favorables à l'accumulation de dépôts dans les talwegs - et de périodes "d'accalmie", de développement d'un couvert végétal et, éventuellement, d'incision linéaire. L'étude géomorphologique et sédimentostratigraphique de ces remblaiements, et l'analyse dendrochronologique de troncs subfossiles qu'ils contiennent, contribuent à la connaissance de l'histoire de la végétation, des rythmes de l'activité érosive et des facteurs responsables de son évolution, notamment le paramètre climatique.

**Mots clés :** crise sédimentaire, dendrochronologie, érosion, Holocène.

## Abstract

In most of the catchments of the Southern French Alps there are Holocene alluvial and colluvial deposits. They stress that the sedimentation is discontinuous during the time, with an alternation of morphodynamical crisis, and period more quiet with a spread of the vegetation. The article present the first results of a geomorphological study, combined with dendrochronological analyses of subfossil trees found in the Holocene sediments.

**Key words :** dendrochronology, erosion, Holocene, sedimentological crisis.

## 1. INTRODUCTION

La gestion des aménagements réalisés dans le bassin de la Durance a donné lieu à de nombreuses études sur les sources, la nature et le volume des sédiments exportés et piégés dans les barrages (C.E.M.A.G.R.E.F., 1993, 1995). Mais ces travaux ne fournissent qu'une image partielle et limitée à quelques décennies de la dynamique sédimentaire de la rivière. L'étude des données paléo-environnementales recueillies dans le bassin versant de la Moyenne Durance permettent aujourd'hui d'envisager les variations du détritisme de manière plus complète, sur le long terme de l'Holocène.

De nos jours, du fait de la reforestation importante des pentes des bassins versants (reboisements effectués par l'Office National des Forêts et reconquête végétale spontanée), de la mise en place par les services de la Restauration des Terrains en Montagne d'ouvrages de protection, mais aussi d'un contexte climatique favorable, les cours d'eau connaissent une tendance généralisée à l'incision linéaire (JORDA, 1993 ; MIRAMONT, 1994).

Les ravins démantèlent ainsi de puissants remblaiements sédimentaires qui ont colmaté le fond des vallons des bassins versants affluents de la Moyenne Durance au cours de l'Holocène (JORDA, 1980, 1993). Les remblaiements, qui forment des glacis-terrasses et cônes de déjection souvent cultivés, constituent un élément géomorphologique majeur des paysages des Alpes du Sud. Leur étude sédimento-stratigraphique a permis d'établir un schéma d'évolution de la morphogenèse holocène (JORDA, 1993 ; GAUTIER, 1992 ; ROSIQUE, 1996).

Dans les bassins de marnes noires de la Moyenne Durance, les complexes sédimentaires holocènes contiennent d'importants gisements d'arbres subfossiles enracinés (ARCHAMBAULT, 1967, 1968 ; ROSIQUE, 1994) (fig. 1). Remarquablement conservés, les arbres se prêtent bien à une étude dendrochronologique. Celle-ci permet de travailler à une échelle de temps différente (pas de temps annuel). Associée à des datations <sup>14</sup>C et à des analyses sédimentologiques fines, la dendrochronologie fournit des informations sur les conditions de croissance et de dépérissement des arbres en relation avec les processus morphogéniques aboutissant à leur enfouissement. L'étude dendrogéomorphologique que nous proposons est novatrice dans les Alpes du Sud. Elle s'inscrit dans les recherches d'un doctorat de Géographie en cours (MIRAMONT, travaux en cours) et a été entreprise en collaboration avec l'Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie (IMEP, URA 1152 du CNRS, Université d'Aix-Marseille III).

## 2. LE SITE D'ETUDE

A l'Est de Sisteron, en rive droite de la Durance, le ravin du Saignon, du Grand Vallon, draine un petit bassin versant (470 ha) développé dans les marnes et les calcaires marneux du Bathonien et du Callovien. Le site recèle un gisement considérable de troncs sub-fossiles, comprenant sur 80 hectares une centaine de spécimens. Les souches, en position de vie, enracinées dans des esquisses de sols enterrés, apparaissent au fond des talwegs, ou à différents niveaux dans les remblaiements. Elles se distinguent des souches d'arbres récents 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. Bien conservé dans les sédiments depuis plusieurs millénaires, le bois se dégrade très rapidement au contact des eaux courantes, des agents atmosphériques (alternance des couples gel/dégel et humidification/dessiccation notamment) et sous l'action des micro-organismes (champignons et bactéries).

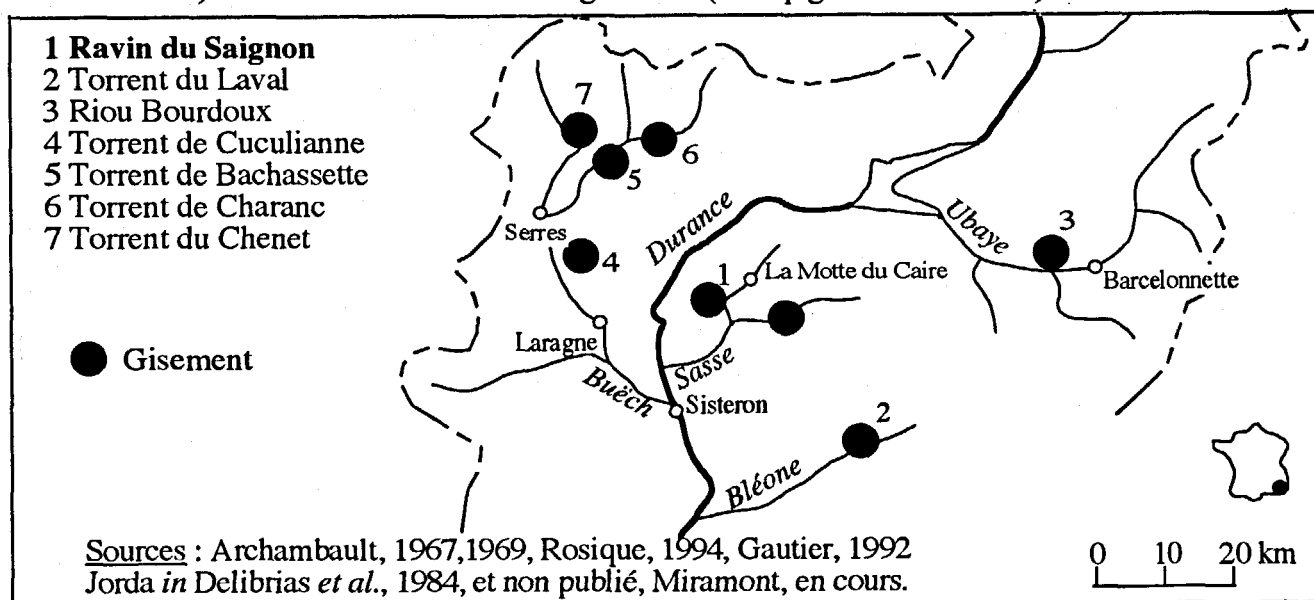


Fig. 1 : Les principaux gisements de troncs subfossiles répertoriés en moyenne Durance.

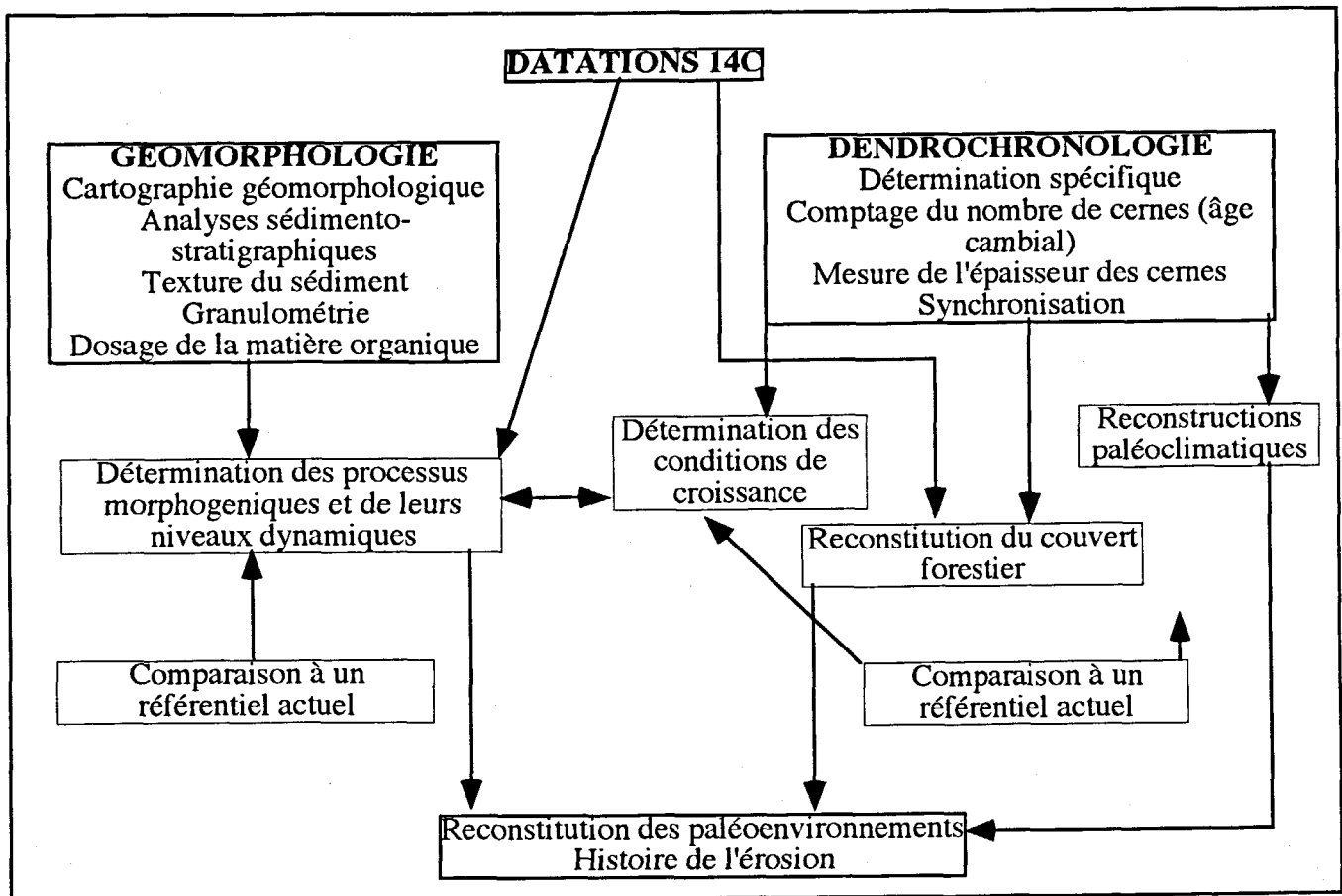


Figure 2 : Outils d'analyse et démarche utilisée.

### 3. L'APPORT DE LA DENDROCHRONOLOGIE À LA RECONSTITUTION DES PALÉO-ENVIRONNEMENTS

L'originalité de l'étude repose sur une démarche pluridisciplinaire associant une approche géomorphologique et paléoécologique. Trois outils d'analyse sont utilisés et apportent des informations complémentaires (fig. 2).

#### 3.1. Méthode d'analyse dendrochronologique des bois subfossiles.

Les arbres subfossiles sont repérés et un disque de plusieurs centimètres d'épaisseur est prélevé sur chaque souche. Après polissage, les cernes sont examinés. Le comptage du nombre de cernes donne l'âge cambial des arbres, valeur minimale si le dernier cerne ou l'écorce ne sont pas présents.

L'épaisseur des cernes est mesurée perpendiculairement aux fibres du bois, avec une précision de 1/100 mm, selon trois rayons faisant un angle de 120°. Les mesures sont effectuées dans les parties du bois les mieux conservées et dans lesquelles la croissance semble la plus régulière. La moyenne arithmétique des mesures des trois rayons fournit une chronologie par arbre (séquence individuelle).

La synchronisation - recherche d'une période de vie commune - des séquences individuelles, effectuée à l'aide de tests statistiques et contrôlée visuellement (LAMBERT et al., 1988), permet de déterminer des groupes d'arbres contemporains.

### **3.2. Datations 14C et dendrochronologie.**

Les deux méthodes de datation sont complémentaires :

- La datation 14C permet de caler dans le temps les niveaux à bois subfossiles, et de définir ainsi les grandes étapes de mise en place des dépôts qui leur sont associés. Ainsi, dans le bassin du Saignon, peut-on distinguer quatre nappes alluviales comprenant des arbres datés respectivement à 9135±90 BP, 8765±65 BP, 8335±80 BP et 7805±70 BP. Ailleurs en Moyenne Durance, la plupart des arbres subfossiles appartiennent aussi à la première moitié de l'Holocène, entre les chronozones du Boréal et de l'Atlantique (9000 et 4700 ans BP) (ARCHAMBAULT, 1967, 1968 ; ROSIQUE, 1994).

- La dendrochronologie permet de travailler à une échelle de temps annuelle. En recherchant par la synchronisation des groupes d'arbres contemporains, il devient possible d'étendre une date 14C effectuée sur un spécimen à un ensemble d'individus et ainsi de déterminer des durées minimales de leur occupation du site.

### **3.3. Géomorphologie et dendrochronologie.**

Les arbres subfossiles enracinés à plusieurs niveaux dans les stratigraphies (fig. 3) témoignent de la discontinuité de la sédimentation. Des périodes de stabilité des pentes et des fonds de vallon (arrêt de la sédimentation, développement d'une couverture végétale) alternent avec des phases de crise morphogénique (engorgement des fonds de vallon, enfouissement des arbres).

Les analyses sédimento-stratigraphiques des remplissages (granulométrie, dosage de la matière organique, du CaCo<sub>3</sub>) renseignent sur la nature et la signification dynamique des dépôts : lave torrentielle, dépôt de crue, de décantation. Les caractéristiques des sédiments holocènes sont comparées à un référentiel établi sur des dépôts actuels.

Les courbes de variation de l'épaisseur des cernes apportent des informations sur le rythme et les conditions de croissance des arbres, conditions pouvant être modifiées par la morphogénèse. On s'intéresse notamment aux dernières années de vie, contemporaines du début des phases de mise en place des dépôts responsables de l'enfouissement des arbres.

La date de la mort des arbres (identique pour plusieurs individus ou bien étalée dans le temps) est un indicateur de la nature et du rythme des processus morphogéniques (soudains, violents ou progressifs). Ces informations s'ajoutent aux données fournies par les analyses sédimentologiques.

Ainsi la datation 14C des arbres subfossiles, l'analyse de leur croissance au cours des dernières années de leur vie et les caractéristiques sédimentologiques des dépôts qui leur sont associés permettent une analyse plus fine des modalités holocènes de l'activité érosive et du détritisme.

Ajoutons que les facteurs responsables de la morphogénèse, en particulier les variations des paléo-précipitations, pourront être étudiés à partir de l'étude des séquences de cernes.

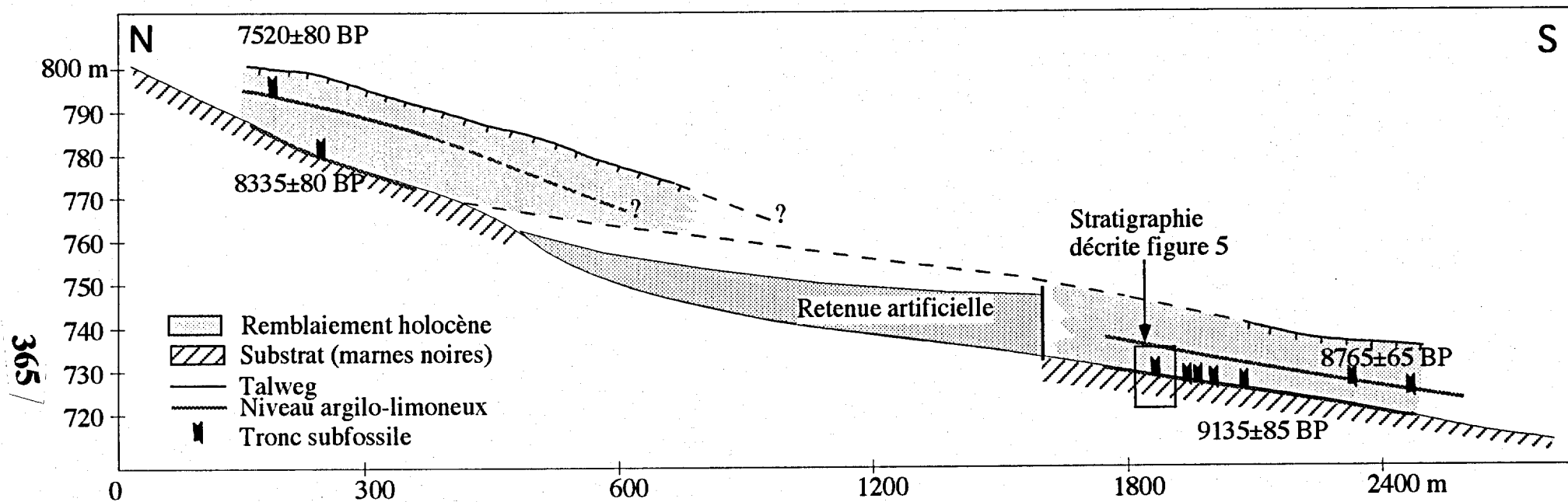


Figure 3 : profil longitudinal du ravin du Saignon

## 4. PREMIERS RESULTATS ET PISTES DE RECHERCHE

### 4.1. Eléments de reconstitution de la couverture végétale passée

Les arbres sont en grande majorité des spécimens adultes, âgés en moyenne de 150 ans (fig. 4). La couverture forestière est monospécifique, constituée de *Pinus silvestris* (détermination des espèces réalisée par JL EDOUARD, IMEP, URA 1152, Faculté des Sciences de Saint Jérôme). Les autres troncs déterminés ailleurs dans les affluents du Buëch et de l'Ubaye appartiennent à de rares exceptions près à cette même espèce (ARCHAMBAULT, 1967, 1968 ; GAUTIER, 1992 ; ROSIQUE 1994 ; JORDA, communication orale).

Ce résultat paraît être en contradiction avec les études palynologiques régionales (DE BEAULIEU, 1977) qui montrent, au cours du Boréal, une occupation de l'étage collinéen par les espèces caducifoliées (chênaie notamment). Mais, dans les bassins versants inscrits dans les marnes noires du bassin durancien, l'omniprésence du Pin sylvestre peut s'expliquer par l'extrême médiocrité des conditions édaphiques. En effet, ces lithofaciès 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" (AUSSENAC et VALETTE, 1982 in TESSIER, 1986). Espèce pionnière par excellence, le Pin sylvestre peut constituer ainsi un peuplement "durablement pionnier" lorsque les conditions édaphiques ne permettent pas une évolution du biotope (TESSIER, 1986).

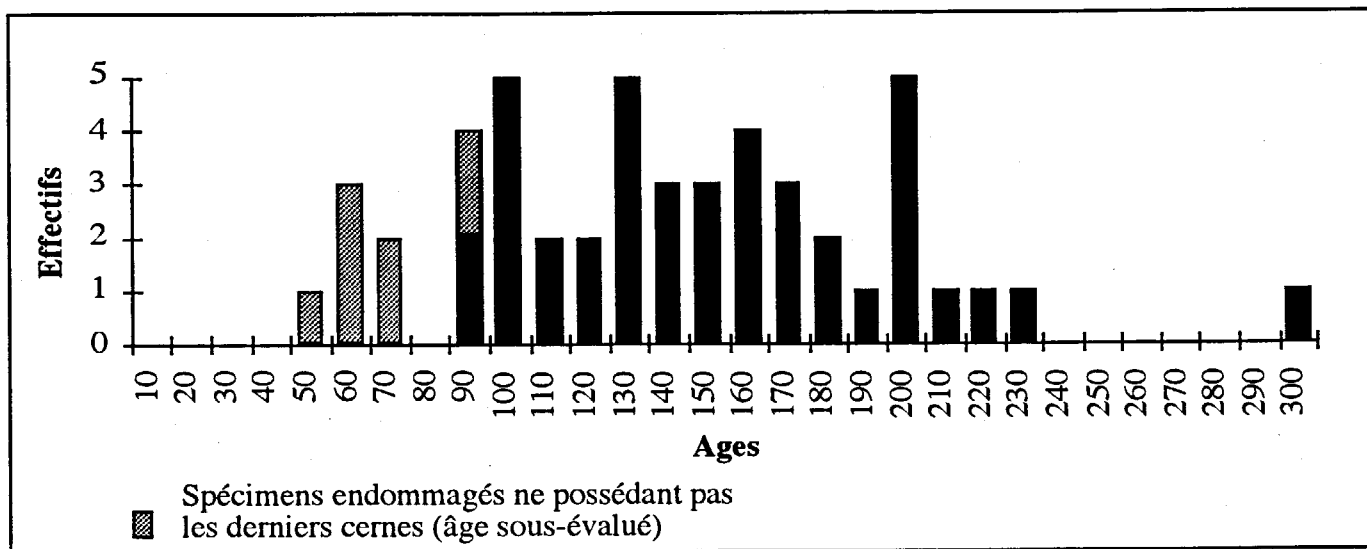
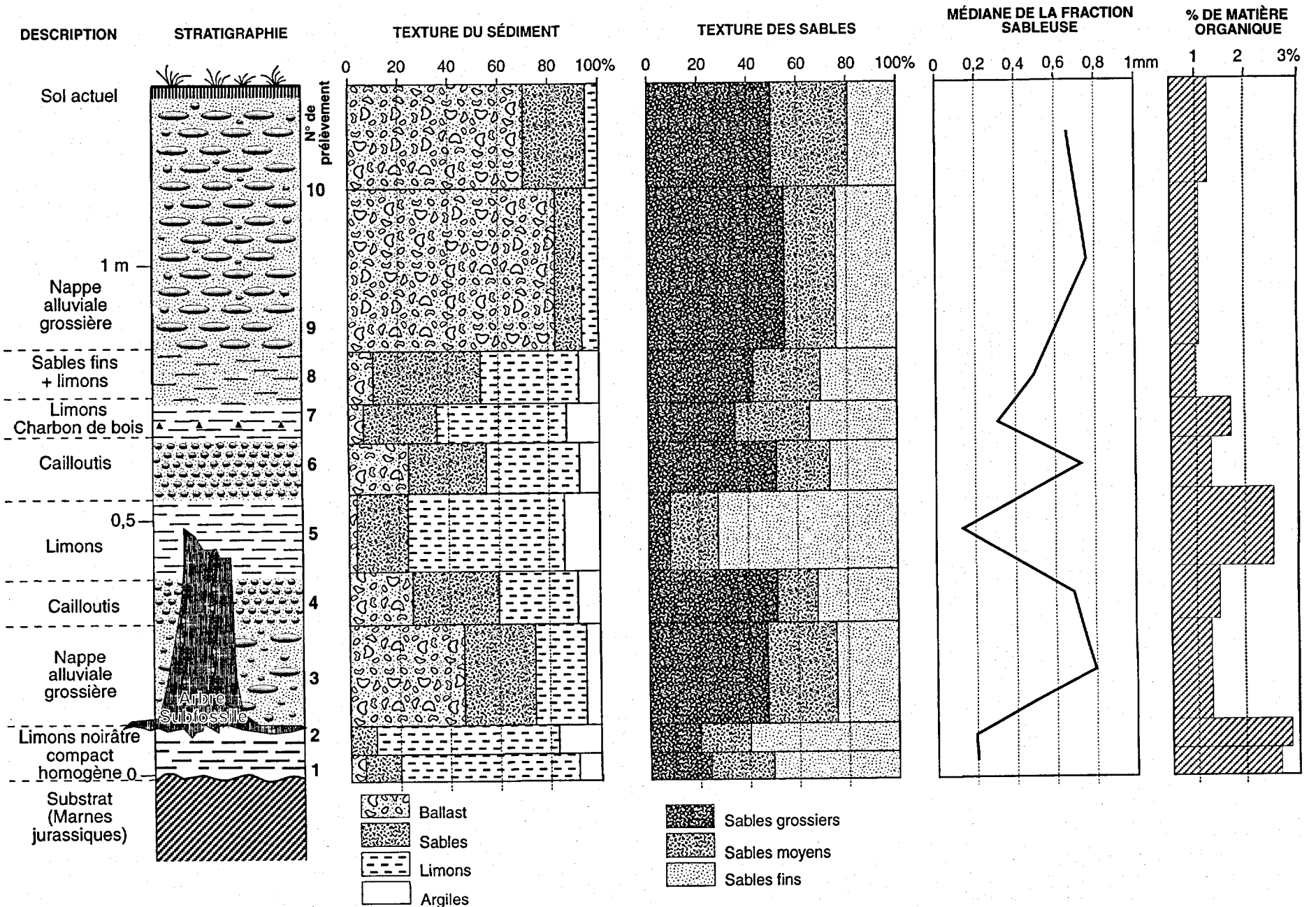


Figure 4 : Ages minimum des troncs sub-fossiles recensés dans le bassin du Saignon, quel que soit leur âge 14C.

### 4.2. Evolution du détritisme au début de l'Holocène.

Dans le bassin du Saignon, les arbres subfossiles sont enracinés dans des niveaux fins, argilo-limoneux, à taux de matière organique élevé, contenant des débris de bois et de végétaux (fig.5). Ceci témoigne de périodes de relative stabilité des pentes et des fonds de vallons, durant plusieurs siècles, le temps de la colonisation végétale et de la durée de vie des arbres.

Figure 5 - Stratigraphie et résultats des analyses sédimentologiques



Les souches sont enfouies dans des dépôts de crue, de texture et de granulométrie plus grossières, pauvres en matière organique. Les taux de sédimentation ont été suffisamment importants pour ensevelir assez rapidement la base des arbres et créer des conditions anaérobies assurant leur conservation. Les épisodes de crue n'ont pas été, sur le plan dynamique, d'une violence exceptionnelle car les souches sont encore enracinées dans leur quasi totalité. D'ailleurs les arbres ne sont pas morts lors d'une même année (fig. 6), ce qui exclut l'occurrence d'un événement catastrophique, tel une lave torrentielle.

Mais, la plupart des arbres possèdent une réduction brutale de croissance dans les dernières années de leur vie, bien visible par exemple à partir de la 120ème année de la chronologie (fig. 4). Ceci laisse supposer que les dépôts de crue se sont mis en place de façon soudaine, après une période de calme morphogénique, et ont considérablement modifié les conditions de biotope. Les derniers cernes de croissance sont très étroits, parfois réduits à trois assises de cellules, et disparaissent sur certaines parties de la circonférence, témoignant d'une lente décrépitude des arbres suivie d'une mort "naturelle" (MUNAUT, 1966). L'enfouissement n'a donc pas provoqué la mort subite de l'arbre mais une réduction de leur croissance, puis leur dépérissement, sans doute par asphyxie du système racinaire.

Des datations <sup>14</sup>C (attendues) permettront de caler dans le temps ces épisodes et d'estimer des taux de sédimentation moyen entre les niveaux à troncs. La comparaison des séquences de cernes subfossiles avec celles d'arbres dépérissant actuellement dans des conditions semblables, en amont des retenues artificielles, permettra d'affiner l'analyse (MIRAMONT, en cours).

Ainsi l'étude dendrochronologique des bois subfossiles associée à l'analyse sédimentologique des dépôts et à des datations <sup>14</sup>C permet de mettre en évidence des périodes pluricentennales de stabilisation des pentes et des fonds de vallons, favorables à un développement d'un couvert forestier à *Pinus silvestris* alternent, au cours de l'Holocène, avec des phases de crises détritiques. Celles-ci sont caractérisées par la mise en place d'épais remblaiements alluviaux et colluviaux liés à des crues soudaines mais de faible énergie enfouissant la végétation préexistante. 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.

#### **4.3. Vers une reconstitution de paramètres climatiques passés.**

L'épaisseur du cerne annuel d'une espèce donnée dépend d'une part 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. Cette partie de la recherche est actuellement en cours. Seule la démarche méthodologique est explicitée ici.

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. TESSIER (1986) montre que la croissance des Pins sylvestres sur substrat marneux en domaine méditerranéen est corrélée positivement avec les précipitations printanières et estivales, et négativement avec les précipitations d'automne qui engorgent les sols et contribuent à ralentir la croissance des arbres. Aucune relation n'est significative avec les variations des températures.



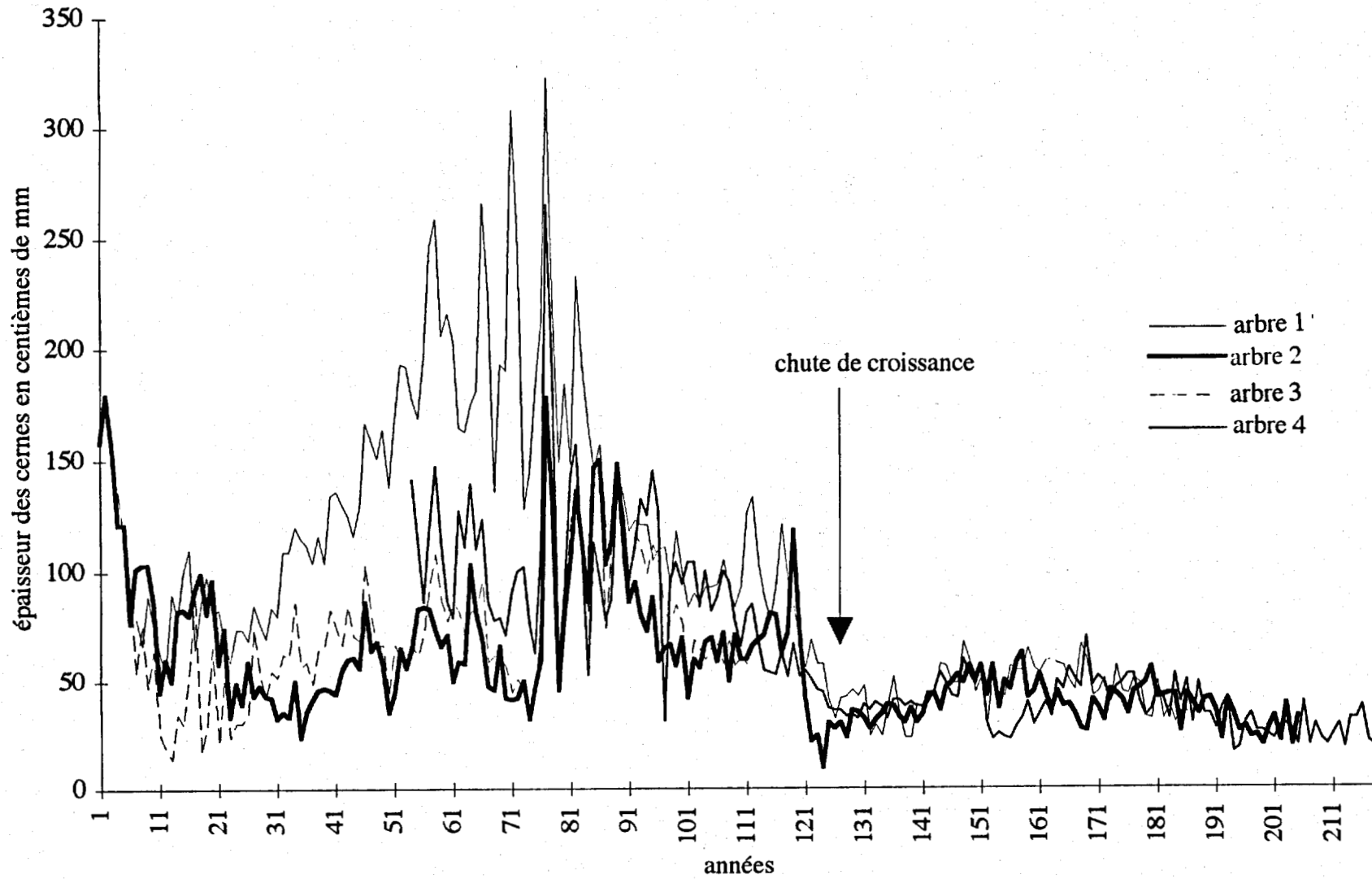


Figure 6 : exemple de séquences individuelles synchronisées (âge  $14C : 8460 \pm 60BP$ )

Dans un deuxième temps, on établira la "fonction de transfert" dans laquelle le paramètre climatique devient la variable dépendante et l'épaisseur du cerne la variable explicative. Il sera possible d'obtenir une évaluation du paramètre paléo-climatique, notamment des paléo-pluies, facteur auquel l'arbre semble être le plus sensible, et qui peuvent être responsables des crises érosives et de l'enfouissement des arbres. Mais ce type d'approche implique des postulats de départ tels que la stabilité dans le temps de la réponse de l'arbre au climat et la parfaite identification des biotopes occupés par les Pins vivants et subfossiles. Ainsi ces reconstitutions devront être considérées avec beaucoup de prudence. Elles serviront seulement de base de discussion tant que leur validité n'aura pas été prouvée par d'autres études indépendantes (TESSIER et al., 1992).

## 5. CONCLUSION

Ainsi, une analyse dendrogéomorphologique est susceptible d'apporter des données nouvelles sur l'évolution des paléo-environnements. L'étude permet de nuancer, localement, la connaissance de la couverture végétale au début de l'Holocène fondée à partir des études analytiques régionales de pollen. L'exemple du ravin du Saignon souligne la discontinuité dans le temps des phénomènes érosifs, la succession de périodes de développement d'un couvert forestier et d'accalmie morphogénique, et de période de crues, soudaines mais de faible énergie, aboutissant au comblement du vallon. Si, de nos jours, une grande partie du matériel érodé est évacué vers l'aval, cela n'a donc pas toujours été le cas dans le passé, dans des conditions écologiques pourtant très proches de celles que nous connaissons aujourd'hui.

Une meilleure connaissance des modalités de mise en place de ces colmatages (processus, rythmes et vitesse de l'érosion), des mécanismes d'évolution (passage de la tendance à l'incision linéaire à une tendance au colmatage des talwegs) et surtout des facteurs responsables de ces mutations (rôle de la couverture végétale et du paramètre climatique) peut être intéressante dans le cadre de la mise en place d'un programme de gestion et de protection des terrains contre l'érosion sur le long terme.

## BIBLIOGRAPHIE

- ARCHAMBAULT M., 1967. Découverte des restes d'une formation forestière fossile entre deux nappes colluviales quaternaires. *C.R.Acad. Sci. Paris*, t. 265, p. 104-107.
- ARCHAMBAULT M., 1968. Recensement provisoire des arbres et des formations forestières fossiles du bassin de la Moyenne Durance (Hautes Alpes). *C.R.Acad. Sci. Paris*, t. 267, p. 2101 à 2104 et p. 2284 à 2287.
- BEAULIEU (DE) JL., 1977. Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises. *Thèse, Université d'Aix-Marseille III*, 358 p.
- CEMAGREF, 1993. Erosion de badlands dans le système Durance-Etang de Berre, Coordination S. Brochot et M Meunier, Grenoble.
- CEMAGREF, 1995. Compte-rendu de recherches n°3, BVRE de Draix. Coordination M Meunier, coll. *Etudes, série Equipement pour l'eau et l'environnement, Grenoble*, 247 p.
- 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. Sci. Paris*, t. 299, série II, p. 263 à 266.

- GAUTIER E., 1992. Recherches sur la morphologie et la dynamique fluviales dans le bassin du Buech (Alpes du Sud). *Thèse Doct. de géogr., Univ. Paris-x-Nanterre*, 439 p.
- GUIOT J., 1990. Methods of calibration, verification and reconstruction. In "Methods of tree-ring analyses : applications in the environmental sciences". Cook e. and Kairiukstis L. eds. *Kluvier Academic Publishers*.
- 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. n°472*, pp. 295-304.
- 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 à 111.
- LAMBERT G., LAVIER C., PERRIER P., VINCENOT S., 1988. Pratique de la dendrochronologie. Histoire et mesure, III-3, pp. 279-308.
- MIRAMONT C., 1994. Les lits fluviaux de la Moyenne Durance. Morphogénèse et évolution des flux hydriques et détritiques au cours de la période historique. *Mémoire de D.E.A. de Géographie, Université d'Aix-Marseille I*, 169 p.
- MIRAMONT C., en cours. La dynamique sédimentaire holocène de la Moyenne Durance. Caractérisation des flux détritiques et paramètres de leur évolution. *Thèse de doctorat en géographie. Université d'Aix-Marseille I*.
- MUNAUT A.V., 1966 a. Recherches dendrochronologiques sur *Pinus silvestris*. I. Etude de 45 Pins sylvestres récents originaires de Belgique. *Agricultura, vol. 14, n°2* pp 193-232.
- MUNAUT A.V., 1966 b. Recherches dendrochronologiques sur *Pinus silvestris*. II. Premières applications des méthodes dendrochronologiques à l'étude des pins sub-fossiles (Terneuzem, Pays-Bas). *Agricultura, vol 14, n°3*, pp 361-389. Louvain, 1966.
- ROSIQUE T., 1994. Les gisements de bois fossiles conservés dans les formations détritiques tardi- et postglaciaires du bassin du Buëch (Hautes Alpes) : interprétation géodynamique et paléoécologique. *C.R.Acad. Sci. Paris, t. 319, série II*, p. 373 à 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 OEcológica, OEcol. Plant., vol. 7 (21), n°4*, p. 339 à 355.
- TESSIER L., EDOUARD JL., THOMAS A., 1992. Reconstitution climatique à partir des cernes : mode d'emploi. *Les Nouvelles de l'Archéologie, 50*, p 46 à 51.

**RESEAU  
EROSION**



**Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION**

**Pour citer cet article / How to cite this article**

Miramont, C. - Contribution à l'histoire de l'érosion dans un bassin versant de marnes noires : étude dendrogeomorphologique du site du Saignon (Alpes du sud, France), pp. 361-371, Bulletin du RESEAU EROSION n° 17, 1997.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : [beep@ird.fr](mailto:beep@ird.fr)