

Evolution temporelle de la dynamique érosive et sédimentaire dans les Alpes du Sud : l'exemple des bassins de «terres noires» et de la Durance

par Cécile MIRAMONT *

Introduction

En zone nord-méditerranéenne, et particulièrement dans la zone préalpine, de nombreux secteurs sont affectés par des processus érosifs vigoureux. Ceci est à mettre en relation avec l'étendue à l'affleurement des terrains marneux, les fortes pentes, un couvert végétal inégalement protecteur, et le contexte climatique agressif, méditerranéen à tendance montagnarde.

Actuellement, de très nombreuses études portent sur l'analyse des processus de l'érosion et sur la quantification des taux d'ablation. Ces travaux apportent des données chiffrées et extrêmement précises sur la période actuelle et les dernières décennies (CEMAGREF 1995, 1999, LECOMTE et al., 1996).

Les données paléoenvironnementales disponibles aujourd'hui dans les Alpes du Sud montrent que ces résultats ne sont pas extrapolables sur le long terme, les processus et les tendances morphogéniques évoluant dans le temps. Les vestiges paléoenvironnementaux permettent de mieux situer la période actuelle dans un continuum

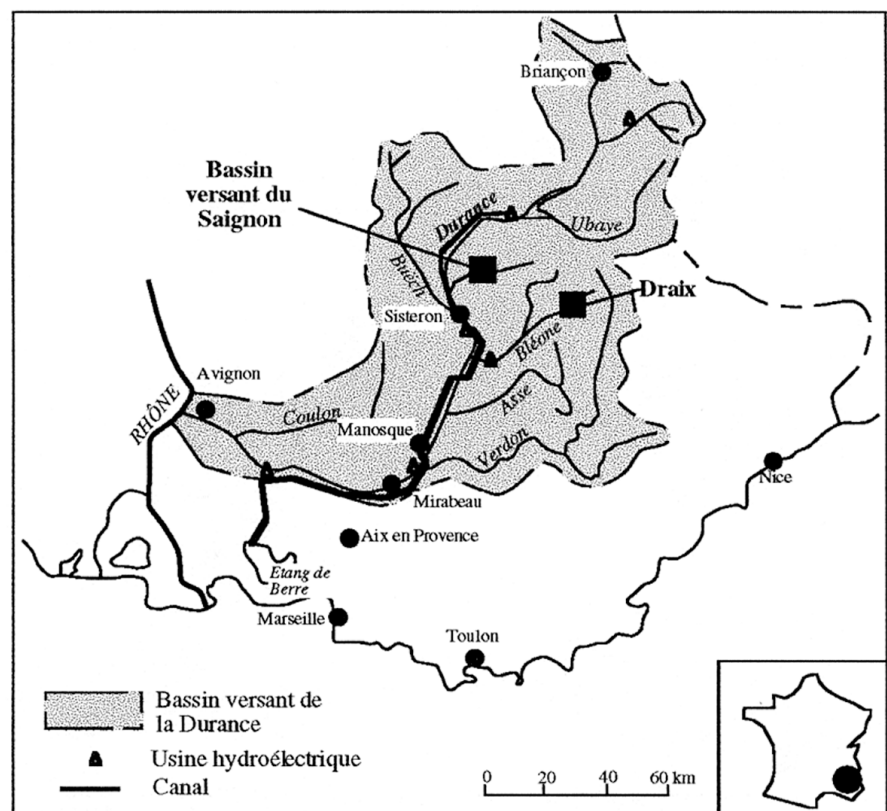


Fig. 1 : La bassin versant de la Durance

* Maître de conférences, CAGEP, ERS 2013, UFR de Géographie, Université de Provence, 29 Avenue R. Schuman 13621 Aix en Provence. e-mail : mirajor@aol.com

temporel plus large, celui de notre interglaciaire (JORDA 1980, 1985, 1993, GAUTIER 1992, ROSIQUE 1996, MIRAMONT 1998).

L'objectif de cet article est donc d'aborder le thème de l'érosion sur le

long terme temporel à travers deux exemples : celui de l'évolution de la dynamique érosive dans les bassins de "Terres Noires" préalpins, et celui de la variation temporelle de la fréquence des crues de la Durance (Cf. Fig. 1).

1. La dynamique érosive et sédimentaire dans les bassins versants de "Terres Noires" au cours de la première partie de l'Holocène.



Photo 1 : Les bassins versants de Terres Noires dans la région de la moyenne Durance - Bassin de Saignon

Le bassin de la Moyenne Durance est caractérisé par l'importance à l'affleurement des terrains marneux à très forte érodibilité. Ces "Terres Noires" sont marqués par des paysages très ravinés, de "bad lands" (Cf. Photo 1). Ces terrains fournissent la majeure partie de la charge en matières en suspension (MES) à la Durance. Les MES transportées, en particulier durant les crues, posent de graves problèmes d'envasement des retenues situées en aval et ont des conséquences écologiques importantes dans l'étang de Berre où elles atterrissent depuis l'aménagement du canal de la Durance (CEMAGREF 1993) (Cf. Fig. 1).

Largement dénudées depuis plusieurs siècles, les terrains marneux ont été en partie reboisés et aménagés par les services de l'Office National des Forêts (ONF) et du service de la Restauration des Terrains en Montagne (RTM). Des stations de mesure de l'érosion sont installées à

Draix, au Nord-Est de Digne (Cf. Fig. 1), gérées par le CEMAGREF. Elles sont équipées d'un dispositif permettant la mesure du matériel charrié et des MES transitées et de pluviographes. Les taux d'érosion spécifiques obtenus depuis 1985 approchent les records mondiaux. Ils sont compris entre 150 et 190 t/ha.an, soit 11 à 15 mm/an en ablation équivalente (MATHYS et al., 1996, CEMAGREF 1999).

Ces valeurs sont quasi-instantanées si on les replace sur l'échelle du long terme de l'Holocène. Elles s'inscrivent dans une tendance morphogénique à l'incision verticale et à l'évacuation du matériel vers l'aval (même si ce transit se fait par des systèmes de relais).

La plupart des bassins marneux de Moyenne Durance contiennent des dépôts alluviaux holocènes. Ceux-ci forment des glacis-terrasses et des cônes pouvant atteindre 20 à 30 mètres d'épaisseur au pied des versants. Souvent cultivés, ils constituent des

éléments importants dans nos paysages actuels (Cf. Photo 2). La présence de ces dépôts montre, qu'à certaines périodes de l'Holocène, la tendance morphogénique a pu être, à la différence d'aujourd'hui, au comblement des fonds des vallons. L'étude de ces remblaiements alluviaux fournit des données sur l'évolution des modalités et des rythmes de l'érosion au cours de la première partie de notre interglaciaire, avant que l'homme n'intervienne sur le milieu.

Une étude fine a été réalisée sur un bassin versant témoin — le Saignon (Cf. Fig. 1) — représentatif de l'évolution morphogénique sud-alpine (MIRAMONT 1998).

Tributaire de la vallée du Sasse, lui-même affluent de rive gauche de la Moyenne Durance, le Saignon est un petit bassin versant de 400 ha. Il s'étend entre 700 m et 1450 mètres d'altitude. Déboisé à la fin du siècle dernier, ce bassin est actuellement couvert à 55% de forêt de Pins noirs d'Autriche plantés par l'ONF au début du XX^e siècle. 20 % de sa superficie sont couverts de végétation herbacée et arbustive et 25 % sont en marnes nues (VALLAURI et al. 1997). Par ailleurs, une succession de barrages ont été mis en place par la RTM depuis une trentaine d'années.

La tendance morphogénique dans ce bassin est, comme dans l'ensemble des Alpes du Sud, à l'incision verticale. Ce phénomène, lié à la revégétalisation des pentes (reconquête forestière spontanée et reboisements), au contexte climatique actuel (voir infra), est localement accentué dans le Saignon en aval des barrages.

Le Saignon comporte d'épais remblaiements alluviaux dans lesquels apparaissent de bonnes coupes. Ces remblaiements, datés de la première partie de l'Holocène, sont caractéristiques des milieux provençaux sud-alpins (Remblaiements Holocènes Principaux, JORDA 1980, 1993, ROSIQUE 1996). Ils possèdent la particularité de contenir des gisements d'arbres subfossiles enracinés parfaitement conservés (ARCHAMBAULT 1967, 1968, 1969, ROSIQUE 1994, MIRAMONT 1998). Ces souches apparaissent dans les fonds des talwegs et dans les berges, dégagées par l'incision récente



Photo 2 : Le remblaiement holocène principal dans le bassin de Saignon



Photo 3 : Un tronc subfossile de pin sylvestre déraciné

des ravins (Cf. Photo 3). Hormis leur position anormale dans l'axe d'écoulement des eaux, ces bois se distinguent des souches actuelles par leur dureté, leur couleur noire et leur odeur très particulière.

Dans le Saignon, un relevé topographique et un échantillonnage systématique des troncs d'arbres subfossiles a été réalisé dans le but d'une étude den-

drogéomorphologique. Un disque de chaque souche a été prélevé à la tronçonneuse, puis poncé. Sur chacun des disques, les largeurs des cernes de croissance annuels ont été mesurées ¹ selon trois rayons séparés de 120°. La moyenne arithmétique des trois chronologies élémentaires ainsi obtenues constitue une chronologie individuelle pour chaque arbre (TESSIER 1984). Les

chronologies individuelles sont ensuite synchronisées ² afin de déterminer des groupes d'arbres ayant une période de vie commune (constitution de chronologies moyennes). Des datations radiométriques au 14C ont été réalisées sur ces groupes d'arbres et sur des individus isolés intéressants par leur position stratigraphique (obtention de chronologies flottantes). Parallèlement le genre et l'espèce des bois ont été déterminés.

Ces arbres sont tous des Pins sylvestres (*Pinus sylvestris*). Ils constituent les vestiges de bouquets d'arbres adultes, en formation dense, âgés de 150 à 300 ans.

Les pins soulignent la base de plusieurs nappes alluviales, constituées de dépôts de crue, et superposées (Cf. Fig. 2) et disposées en écaillés les plus anciennes en aval, les plus récentes en amont (Cf. Fig. 3). Les analyses dendrochronologiques montrent que la majorité des arbres possèdent des patrons de croissance très particuliers : les pins connaissent, après une période de croissance favorable, de brutales chutes de croissance suivies de périodes de décrépitude précédant leur mort (Cf. Fig. 4). Ces ruptures de croissance sont à mettre en relation avec l'arrivée des dépôts de crue dans les fonds des vallons et le déclenchement brutal de crises érosives et sédimentaires. Ces crises ne sont pas des événements de type catastrophique (glissement de terrain, coulée boueuse...) car les arbres sont encore en très grande partie enracinés.

A un moment où l'empreinte de l'Homme est encore très discrète dans la région pré-alpine, le déclenchement de ces crises ne peut être mis en relation qu'avec des oscillations climatiques et en particulier avec une fréquence élevée d'épisodes orageux de forte intensité. Cette interprétation

1 - Ces mesures ont été effectuées à l'aide d'un appareil d'Ecklund, à l'Institut d'Ecologie et de Paléoécologie de l'Université de St Jérôme à Marseille.

2 - Les logiciels de synchronisation utilisés sont ceux développés par G. LAMBERT, Laboratoire de Chronoécologie, Besançon.

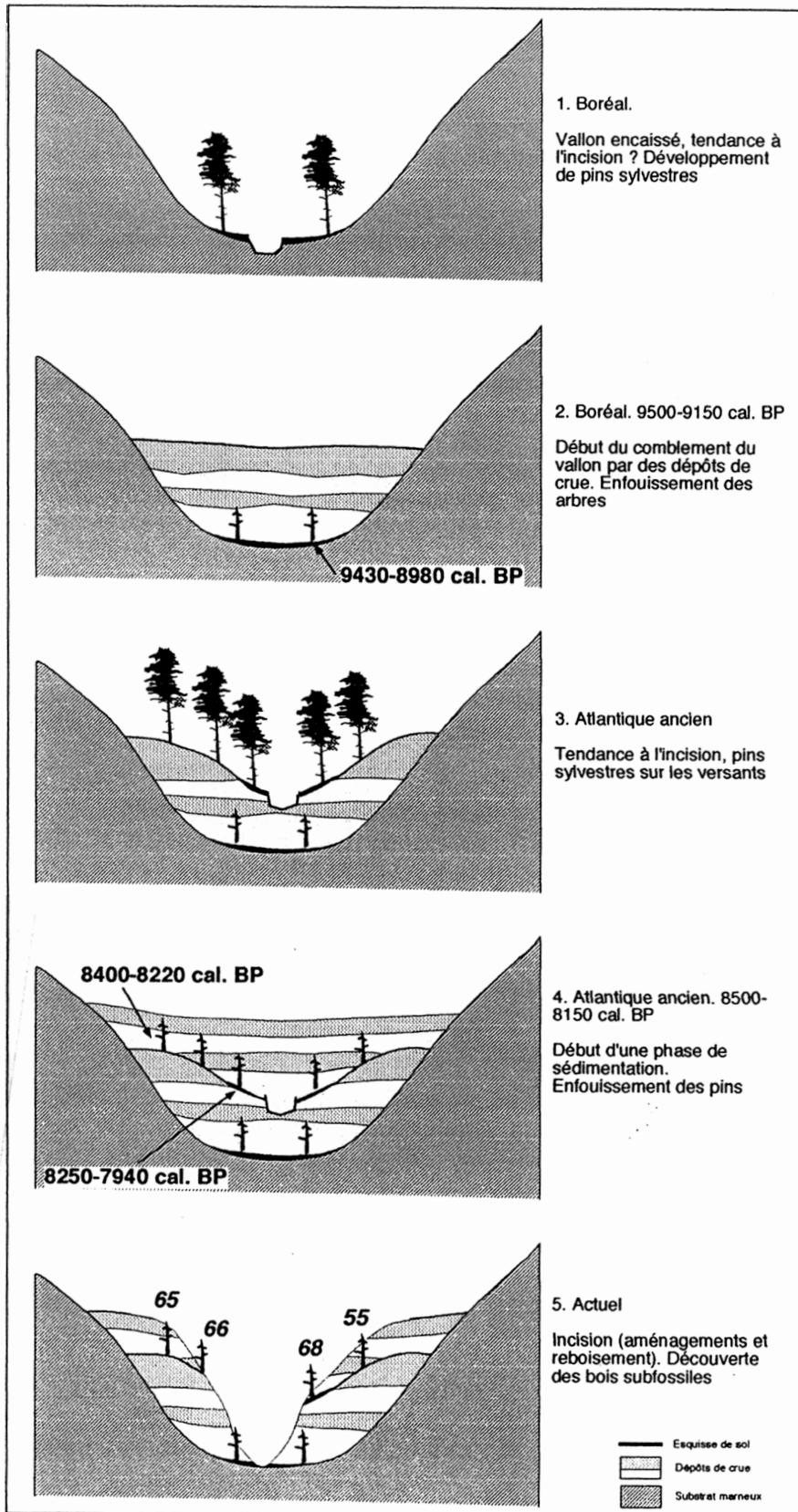


Fig. 2 : Exemple d'évolution et de mise en place du remblaiement holocène principal dans un ravin affluent du Saignon

s'accorde bien avec les travaux récents des paléoclimatologues qui mettent en évidence des oscillations brutales du climat au cours de la première partie de l'Holocène, et ce en relation avec la fin de la déglaciation (MAGNY 1995, 1997, ALLEY et al. 1997, ADAMS et al. à paraître).

2. Les crues de la Durance à l'époque historique

La période historique récente (les quatre derniers siècles) est bien documentée. La dernière phase de crise érosive bien connue en Provence s'étend globalement entre la fin du Moyen Age et la fin du XIX^e siècle (JORDA et RODITIS 1993, MIRAMONT et al. 1998, SIVAN 1998, PICHARD 1995, à paraître).

Les témoignages d'archives (textes, photos, ...) sont nombreux. Ils attestent d'une fréquence accrue des débordements torrentiels et des crues, mentionnent des terrains ravinés, emportés ou au contraire engravés... L'étude des crues de la Durance à partir des documents d'archives et l'analyse diachronique de la morphologie de la rivière retracent bien un aspect de cette crise (MIRAMONT et GUILBERT 1996).

La figure 5 montre une fréquence importante des crues de la Durance à partir des années 1350 et jusqu'en 1900, avec des maxima à la fin du XIV^e siècle, à la fin du XVI^e siècle, dans les dernières années du XVII^e siècle, et à la fin du XVIII^e siècle. Les cartes du XVIII^e siècle et du XIX^e siècle de la Durance montrent une rivière aux lits fluviaux très larges, aux chenaux en tresses, témoins du transit de flux hydriques et détritiques importants. A partir du début du XX^e siècle, les crues deviennent moins fréquentes et les épisodes torrentiels dans les bassins versants affluents moins nombreux. Les lits fluviaux se contractent et la rivière connaît une tendance à l'incision.

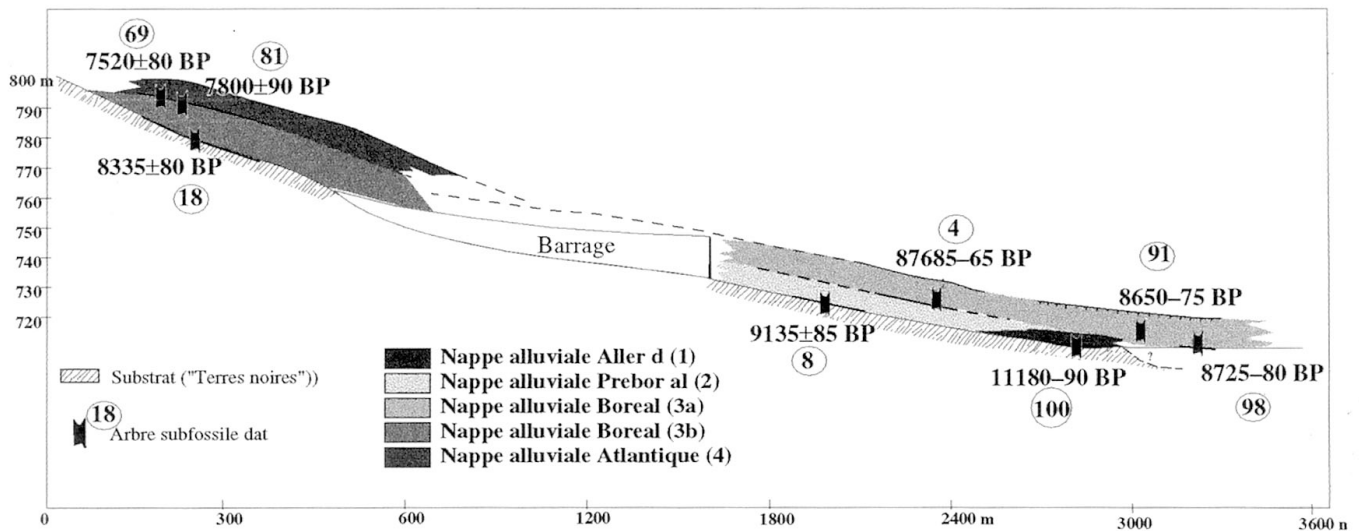


Fig. 3 : Profil en long du bassin du Saignon

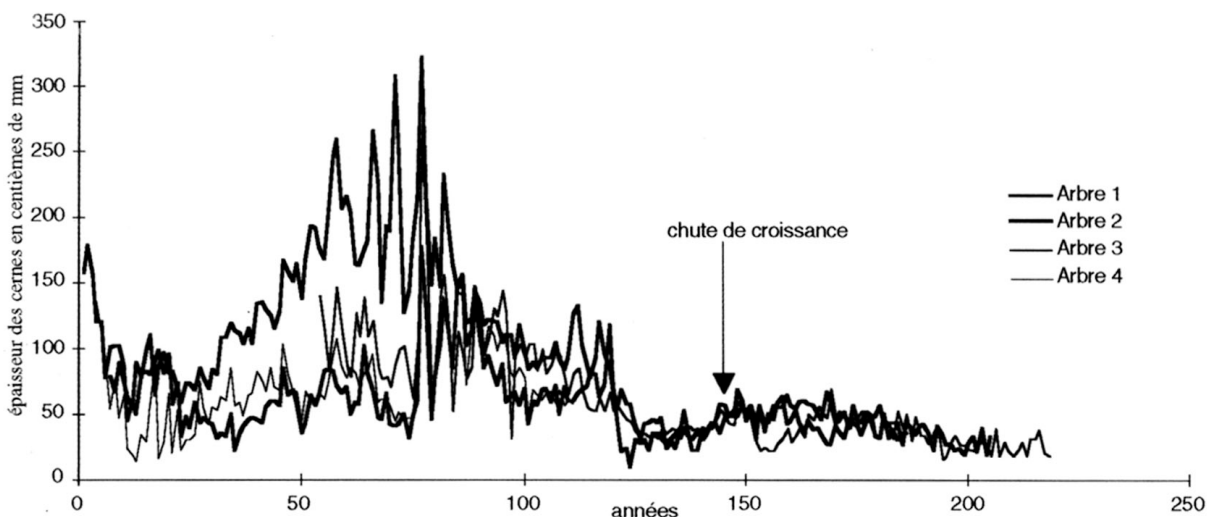


Fig. 4 : Exemple de séquences individuelles synchronisées (âge 14C : 8460±/± 60 BP)

Cette évolution est à mettre en relation avec l'évolution de la mise en valeur des pentes : les XVII^e, XVIII^e et XIX^e siècles correspondent à un maxima d'occupation de la montagne (maximum démographique, défrichements, surpâturage). Dès la fin du XIX^e siècle, s'amorce un phénomène d'exode rural qui provoque une reforestation spontanée des terrains, accompagnée de reboisements et d'aménagements réalisés par les services des Eaux et Forêts.

L'évolution de la fréquence des phénomènes érosifs est aussi à mettre en relation avec l'évolution du paramètre

climatique. La période qui s'étend de 1350 à 1850 correspond en effet au Petit Age Glaciaire (LE ROY LADURIE 1983, JORDA et RODITIS 1994, PICHARD 1995). Cette période est globalement caractérisée par des températures moins élevées qu'aujourd'hui et surtout par des précipitations d'intensité particulièrement importante, sans pour autant que les totaux pluviométriques soient supérieurs à ceux du XX^e siècle (PICHARD à paraître).

La conjonction de ces deux phénomènes - dégradation climatique et forte pression anthropique - est à l'origine de la crise hydrosédimentaire

reconnue au travers des données d'archives. La fin du Petit Age Glaciaire correspond à un phénomène d'exode rural et d'aménagement des pentes. La reforestation spontanée et anthropique du bassin semble avoir eu un effet important sur la réduction des flux détritiques, plus que sur la raréfaction des crues de la Durance et de ses affluents qui sont des phénomènes dépendants avant tout de la variable climatique et de l'occurrence des précipitations de forte intensité (MIRAMONT et al., 1998).

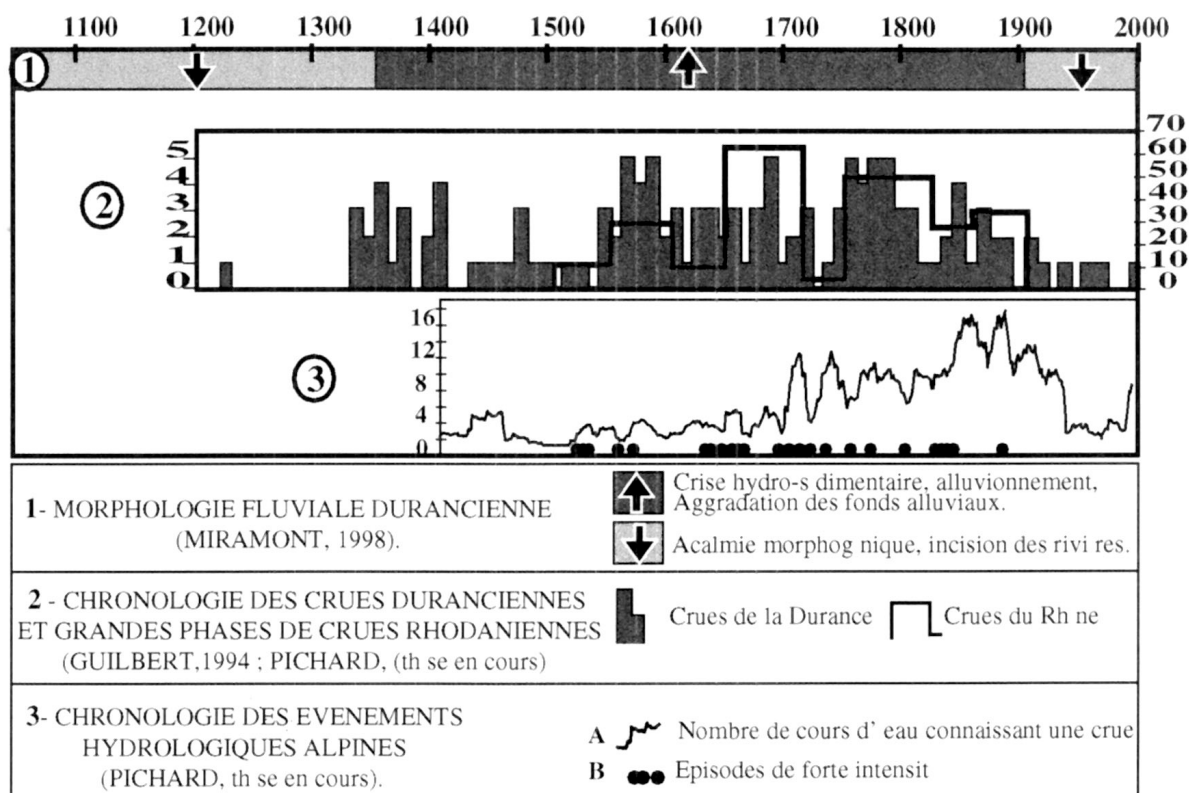


Fig. 5 : Chronologie des crues et des débordements des cours d'eau sud-alpins

Conclusion

Les deux exemples présentés soulignent la variabilité temporelle des tendances et des processus de la morphogénèse. En milieu méditerranéen, et en particulier en Moyenne Durance, dans des bassins à forte érodibilité et aux temps de réponse rapides, le paramètre anthropique, depuis le Néolithique et plus encore durant les siècles derniers, joue un rôle majeur dans l'évolution morphogénétique.

Mais c'est le paramètre climatique qui semble être le moteur principal des grandes tendances de la morphogénèse. Une illustration de cette conclusion pourrait être les crues catastrophiques liées aux événements pluvieux de 1994

dans la Durance ou de 1992 dans l'Ouvèze. A un moment où les travaux récents montrent des oscillations climatiques brutales dans un passé proche, la question de l'occurrence de changements climatiques (naturels et/ou anthropiques) dans l'avenir et de leurs conséquences sur la dynamique érosive et sédimentaire peut être posée.

Bibliographie

ADAMS J., MASLIN M., THOMAS E., à paraître Sudden climate transitions during the Quaternary, Progress in Physical Geography.

ALLEY R.B., MAYEWSKI P.A., SOWERS T., STUIVER M., TAYLOR K.C., CLARK P.U., 1997 : Holocene climatic instability : a prominent, widespread even at 8200 yr ago. *Geology*, 25, 483-486.

ARCHAMBAULT M., 1967 - Découverte des restes d'une formation forestière fossile entre deux nappes colluviales quaternaires. *C.R.Acad. Sci. Paris*, t. 265, pp. 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, pp. 101-2104 et pp. 2284-2287.

ARCHAMBAULT M., 1969 - Faits et points de vue nouveaux sur les glaciers d'érosion (exemple du bassin de la Moyenne Durance alpestre), *B.A.G.F.*, 375/376, pp. 525-537.

- 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.
- CEMAGREF, 1999 - Les bassins versants expérimentaux de Draix, Laboratoire de l'étude de l'érosion en montagne. Actes du colloque de Draix, Le Brusquet, Digne, 22-24 octobre 1997.
- 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.
- 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., 1985 - La torrentialité 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., n°2, pp.49-70.
- JORDA M., 1993 - Histoire des paléoenvironnements tardi- et post-glaciaires de moyenne altitude. Essai de reconstitution cinématique. Géomorphologie et aménagement de la montagne, Hommage à P. Gabert, CNRS, Caen, pp. 91-111.
- JORDA M., RODITIS J.C., 1993 - Les épisodes de gel du Rhône depuis l'an mil. Périodisation, fréquence, interprétation paléoclimatique. Méditerranée, n°3-4, pp. 19-30.
- LE ROY LADURIE E., 1983 - Histoire du climat depuis l'An Mil. Paris : Flammarion, 2 vol., 287 et 254 p.
- LECOMPTE M., LHENAFF R., MARRE A., 1996 : Premier bilan de six années de mesures dans les Baronnies méridionales (Préalpes françaises du Sud). Revue de Géographie Alpine, 2, 11-16.
- MAGNY M., 1995 - Une histoire du climat. Des derniers mammouths au siècle de l'automobile. Errance, Paris, 175 p.
- MAGNY M., 1997 - Eléments pour une histoire du climat entre 13000 et 6000 BP. Bulletin de la société préhistorique française, t. 94, 2, pp. 161-167.
- MATHYS N., BROCHOT S., MEUNIER M., 1996 : L'érosion des Terres Noires dans les Alpes du Sud : contribution à l'estimation des valeurs annuelles moyennes (bassins expérimentaux de Draix, Alpes de Haute Provence), Revue de Géographie Alpine, 2, 17-27.
- 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, 287p.
- MIRAMONT C., GUILBERT X., 1997 - Variations historiques de la fréquence des crues et de la morphogénèse fluviale en Moyenne Durance. Géomorphologie : relief, processus et environnement, 4, 1997, 325-338.
- 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, 1998.
- PICHARD G., 1995 - Les crues sur le Bas-Rhône de 1500 à nos jours. Pour une histoire hydro-climatique. Méditerranée, 3, 4, pp. 105-116.
- PICHARD G., à paraître : Espaces et nature en Provence du XVI^e au XVIII^e siècle. Thèse de doctorat d'histoire, Université d'Aix-Marseille I.
- 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 paléo-écologique. C.R.Acad. Sci. Paris, t. 319, série II, p. 373 à 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 de doctorat de Géographie, Université d'Aix-Marseille I, 288 p.
- SIVAN O., 1998 - Histoire du climat holocène (historique) dans la vallée de l'Ubaye. Mémoire de Maîtrise de Géographie, Université d'Aix-Marseille I, p
- TESSIER L., 1984 - Dendroclimatologie et écologie de *Pinus sylvestris* L. et *Quercus pubescens* Willd. dans le Sud-Est de la France. Thèse, Marseille, 275 p.
- VALLAURI D., CHAUVIN C., MERMIN E., 1997 - La restauration écologique des espaces forestiers dégradés dans les Alpes du Sud. Chronique de 130 ans de restauration et problématique actuelle de gestion des forêts recréées en Pin noir. Revue forestière française. XLIX, 5, pp. 433-449.

Résumé

Les données paléoenvironnementales disponibles aujourd'hui dans les Alpes du Sud montrent que les résultats des mesures des taux d'érosion réalisées depuis une quinzaine d'années ne sont pas extrapolables sur le long terme et les processus et les tendances morphogéniques évoluent radicalement dans le temps. Cet article aborde le thème de l'histoire de l'érosion à travers deux exemples. (1) Celui de l'évolution de la dynamique érosive dans les bassins de "Terres Noires" préalpins. L'étude dendrogéomorphologique de remblaiements à bois subfossiles permet de mettre en évidence des crises érosives et sédimentaires lors des premiers millénaires de l'Holocène. (2) Celui de la varia-

tion temporelle de la fréquence des crues de la Durance. Une chronologie des crues de la rivière est établie depuis le XIV^e siècle ; elle est associée à l'étude diachronique des cartes montrant la rivière. Ce travail met en évidence entre les années 1350 et 1900 une crise hydro-sédimentaire complexe contemporaine d'un maximum d'occupation humaine sur les versants et de la dégradation climatique du Petit Age Glaciaire. Ces deux exemples soulignent la variabilité des modalités et des rythmes des processus érosifs dans le temps et le rôle essentiel de la variable climatique.

Summary

Palaeoenvironmental and geomorphological proxy data in Southern Alps ("Black Marls" basins) point out that the actual measurements can not be extend in the past (and so in the future...). Two examples point of changes of rates and tendencies of erosion process during the holocene period. Evidences of hydrological and morphogenical crises during the earlier holocene times are point out by dendrogeomorphological study of subfossil trees buried rooted in alluvial deposits. Chronology of floods of Durance river show a complex crisis contemporaneous of intense human activity and climatic degradation of Little Ice Age. There two examples are evidences that climatic changes are the major factors of evolution.