

Sédimentations néolithiques. Un lien avec l'état du couvert végétal ?

Les dépôts de grotte et d'abris-sous-roche de la région méditerranéenne (qui donnent une information locale) comme les dépôts alluviaux (qui donnent une information régionale) montrent, l'existence, pendant l'Atlantique, de puissants épisodes érosifs que ne sont pas liés aux activités agro-pastorales. La première de ces crises séculaires est d'âge Néolithique ancien (4650 à 4050 BC non calibré), la seconde se produit pendant le Néolithique moyen (3700 à 3100 BC). Elles se développent dans un paysage végétal encore peu modifié par les nouvelles activités agricoles. Un modèle, qui prend en compte le fait anthropique et le fait climatique, est proposé pour résoudre cette situation en apparence paradoxale.

Mots clés: Holocène. Géoarchéologie. Processus érosifs. Méditerranéenne occidentale.

INTRODUCTION

Grottes, abris-sous-roche et stratigraphies de plein air éclairent, chacun à leur façon, l'évolution des paysages parcourus et des terres exploitées par les premiers agriculteurs. Pour le géoarchéologue, la description des activités, à travers leurs traces sédimentaires conservées dans les lieux habités, associée à la mise en évidence des traces de l'érosion des formations superficielles, aurait pu permettre de suivre une évolution générale linéaire «logique» des paysages depuis les formations climatiques jusqu'aux garrigues les plus dégradées. Il se trouve que le lien entre les processus sédimentaires, les activités préhistoriques et la nature des formations végétales est loin d'être aussi simple.

On montrera, à partir de quelques exemples, qu'il semble bien y avoir, au contraire, une certaine indépendance entre végétation et sédimentation, entre activité et processus érosifs.

DANS LES GROTTES ET LES ABRIS

Ce sont des lieux souvent occupés de façon récurrente. Les processus sédimentaires, anthropiques et/ou détritiques, sont à l'origine de séquences épaisses très favorables à la conservation des restes et à la datation des événements observés. Les approches naturalistes y sont particulièrement riches. Elles permettent de croiser, moyennant certaines précautions, de nombreuses données et d'aboutir à des reconstructions environnementales fiables. Dans ces sites, la perception des caractéristiques de l'environnement est une perception en auréole ; certains témoins ont une signification stationnelle, d'autres locale, d'autres, enfin, régionale. Le signal analysé par le géoarchéologue, comme celui qui l'est par le malacologue, est stationnel. La mise en parallèle de nombreuses séquences permet cependant de dépasser ce cadre limité.

* UMR 6569 CNRS. Laboratoire de Paléontologie humaine et de Préhistoire. Faculté des Sciences, Centre St Charles. 13331 Marseille Cedex 3. E-mail: brochier@newsup.univ-mrs.fr

L'abri de Font-Juvénal

Entre la paroi et un énorme bloc d'effondrement s'est édifiée pendant presque sept millénaires une séquence sédimentaire et archéologique exceptionnelle (Guilaine *et alii*, 1976). Sans entrer dans tous les détails d'une analyse géoarchéologique complexe, il suffira de souligner pour notre propos que l'abri s'est développé aux dépens de calcaires à alvéolines, au pied d'un versant formé de calcaires à nummulites. La variation de la proportion de nummulites, par rapport au total des foraminifères (alvéolines et nummulites), présentes dans les sables grossiers, permet de suivre, de l'Atlantique récent à l'époque actuelle, l'ampleur des processus érosifs qui affectent le versant en relation avec la végétation et l'activité humaine (fig. 1).

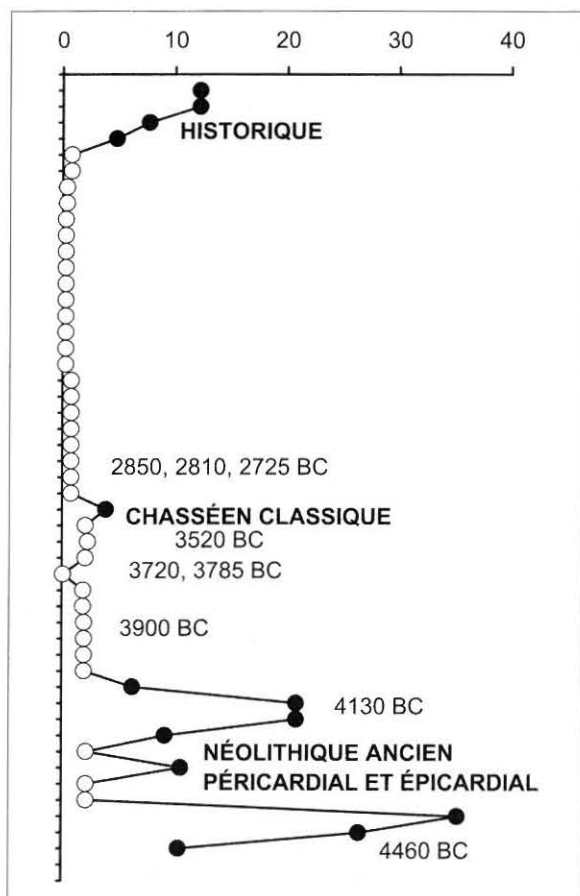


Figure 1. *Abri de Font-Juvénal (Aude)*. L'abri s'est creusé dans des calcaires à alvéolines, au pied d'un versant formé de calcaires à nummulites. La variation de la proportion de nummulites par rapport au total des foraminifères (alvéolines et nummulites) présentes dans les sables grossiers, permet ainsi de suivre, de l'Atlantique récent à l'époque actuelle, l'ampleur des processus érosifs qui affectent le versant. Dates ^{14}C non calibrées ; abscisse : fréquence relative des nummulites en pour cent.

Trois phases nettes peuvent être individualisées de ce point de vue : forte érosion du versant contemporaine du Néolithique ancien péricardial puis épicaudial entre 4000 et 4500 BC non cal., longue période de stabilité, du Néolithique moyen à la fin des temps protohistoriques, scindée en deux par un événement érosif situé entre 2850 et 3520 BC, reprise de l'érosion du versant à l'époque historique.

L'évolution de la végétation, perçue au travers de l'analyse anthracologique, est classique (Heinz et Thiébaud, 1998). Ni le bon développement de la chênaie pubescente pendant le Néolithique ancien et moyen, ni la progression des formations dégradées à chêne vert et à buis à partir du Néolithique final, ne peuvent rendre compte des processus observés. L'érosion du versant se développe aussi bien lorsque la chênaie décidue est bien implantée, c'est le cas du Néolithique ancien, que lorsque la chênaie sempervirente devient une caractéristique du paysage végétal, c'est le cas des temps historiques.

Plus encore, c'est lorsque les indices archéologiques et géoarchéologiques de la présence humaine sont les plus forts, au Néolithique moyen et final, que les phénomènes érosifs sont les plus discrets.

La Baume de Fontbrégoua

Piège à sédiment ouvert à mi-versant du vallon du Jonquier (Var), la Baume de Fontbrégoua a été le siège, durant le Tardiglaciaire et le Postglaciaire, d'une sédimentation extrêmement abondante (Courtin, 1976). Celle-ci est de deux types : détritico (c'est la mieux représentée) et anthropique.

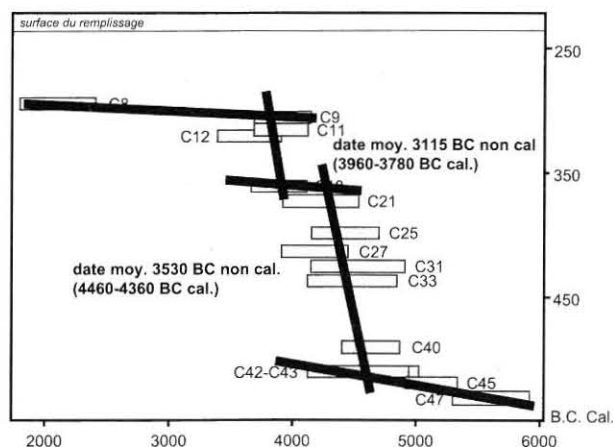


Figure 2. *Baume de Fontbrégoua (Var)*. Diagramme temps-profondeur entre les "couches" 8 (Chalcolithique tardif) et 47 (Néolithique ancien cardial). Deux périodes de crise sédimentaire à fortes vitesses de sédimentation (centrées autour de 3115 et 3530 BC non cal.) séparent trois périodes aux vitesses de sédimentation faibles ou nulles.

Un des faits majeurs qui mérite d'être souligné est la grande variabilité des vitesses de sédimentation : vitesse de sédimentation très lente ou nulle au Néolithique ancien Cardial, entre le Chasséen classique et récent (entre 3500 et 3100 BC non cal.), postérieurement au Chasséen récent ; vitesses extrêmement élevées (crises) immédiatement(?) avant le premier Cardial daté de 4750 BC non cal., du Proto-Chasséen au Cardial final (3750 à 3480 BC non cal.) et au Chasséen récent autour de 3100 BC non cal. (fig. 2).

Les sédiments déposés dans l'intervalle 3750-3480 BC non cal. (dont toutes les dates ^{14}C , statistiquement identiques, admettent pour moyenne 3630 BC non cal., 4460-4360 BC cal.) sont constitués d'une alternance de passées détritiques (érosion des versants) et de dépôts plus anthropiques. C'est globalement une période de crise sédimentaire. La seconde phase de sédimentation très rapide, centrée autour de 3100 BC non cal. (toutes les dates ^{14}C , statistiquement identiques, admettent pour moyenne 3115 BC non cal., soit 3960-3780 BC cal.), est principalement due à d'énormes accumulations d'excréments ovi-caprins. Cette seconde crise sédimentaire, détritique seulement en son début, est donc essentiellement anthropique.

Bien que le découpage stratigraphique utilisé dans les études anthracologiques les plus récentes ne suive pas les évidences radiochronologiques, les résultats sont suffisamment monotones sur toute l'épaisseur du dépôt pour donner une image fiable de la végétation ligneuse utilisée au Néolithique (Vernet, 1980; Thiébaud, 1997). Deux taxons, *Quercus cf. pubescens* et *Pinus halepensis* sont toujours très largement dominants. Une telle association montre que les perturbations anthropiques, fréquentes, n'ont jamais été séparées par suffisamment de temps pour que le pin d'Alep, essence de lumière, soit éliminé. Le milieu végétal apparaît ainsi comme relativement stable et ne peut expliquer l'existence des deux crises sédimentaires observées.

Les phases d'occupation humaine de la cavité, telles qu'elles apparaissent sur les profils d'objets, peuvent être regroupées en trois ensembles majeurs dans lesquels le mobilier est relativement abondant : un ensemble néolithique ancien cardial, un ensemble proto-Chasséen-Chasséen ancien et un ensemble Chasséen récent-classique et Chalcolithique. Les épisodes d'érosion du versant, mis en évidence aussi bien par l'étude des vitesses de sédimentation que par les études texturales, se développent préférentiellement pendant les périodes de faible fréquentation de la cavité. Aucune relation de causalité entre érosion et activité anthropique ne peut être mise en avant, bien au contraire. L'estimation du degré d'eutrophisation des eaux du Jonquier, qui coule et construit des travertins au pied de la grotte, par le décompte des proportions relatives des diatomées par rapport à l'ensemble des restes algaires silicifiés (frustules de diatomées et statospores de Chrysophycées, Smol 1985) dans les poussières anthro-

piques de la grotte montre que les perturbations anthropiques ont toujours été faibles et discontinues (fig. 3). Ce n'est que pendant le Chasséen récent, alors que la cavité a pour seule fonction le parage des troupeaux, que l'eutrophisation, en trois phases, souligne un déséquilibre important du milieu naturel. L'érosion des versants reste cependant très faible à cette époque.

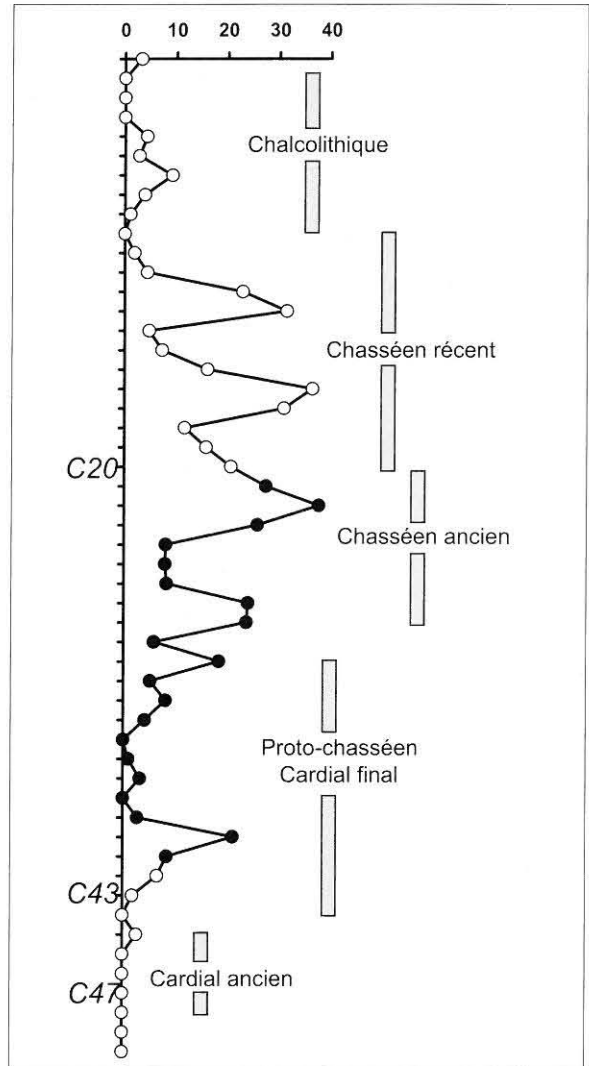


Figure 3. Baume de Fontbrégoua (Var). Eutrophisation et anthropisation. Évolution de la fréquence relative des frustules de diatomées (par rapport à la somme des restes algaires silicifiés, frustules de diatomées et statospores de Chrysophycées) entre le Néolithique ancien cardial et le Chalcolithique. Les ronds noirs indiquent les échantillons dans lesquels entre une part importante de matériel provenant du versant. Le Chasséen récent, période pendant laquelle la dégradation anthropique, très forte, est liée à la transformation de la grotte en bergerie, n'est pas favorable à l'érosion des versants.

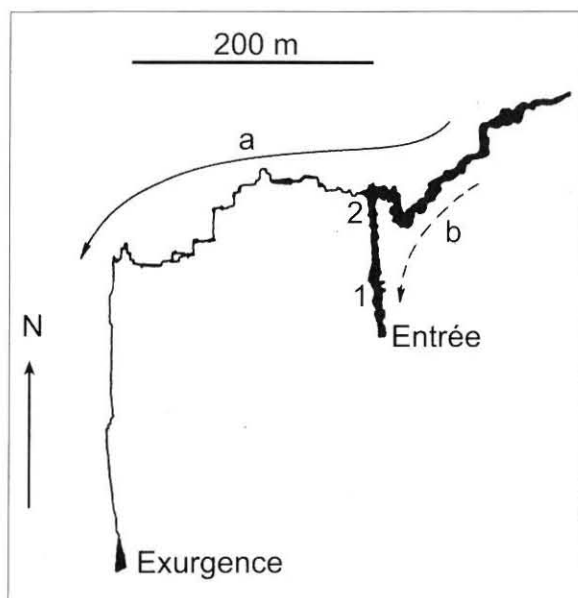


Figure 4. *Grotte du Toll (Catalogne)*. Plan de la cavité (d'après Thomas Casajuana J.M. & Rovira Luitz F. 1957). Le trajet a est le trajet suivi actuellement par le ruisseau souterrain ; la large galerie entre la confluence (point 2) et l'entrée a fonctionné en trop plein de crues exceptionnelles pendant deux courtes périodes de l'Holocène.

La grotte de Bélesta

Les croisements entre plusieurs disciplines naturalistes et archéologiques ont permis de montrer que, dans les collines du Roussillon les types d'activité et les rythmes des perturbations sont déterminants dans la structure et l'évolution de la végétation holocène (Brochier *et alii*, 1998).

Les activités pastorales néolithiques, discontinues, se sont révélées peu agressives pour la végétation. Chênes à feuillage caduc et chênes sclérophylles semblent occuper une place équivalente dans le paysage. Une crise sédimentaire détritico puissante survient pourtant autour de la date 3215 ± 125 BC non cal.

Plus tard, l'exploitation agro-pastorale diversifiée, plus pérenne, de l'Âge du Bronze est responsable du développement et du maintien des garrigues basses. Cette profonde dégradation de la végétation n'a cependant pas occasionné d'érosion perceptible des formations superficielles.

En Catalogne, la grotte du Toll

Le réseau karstique du Toll (Moya, Catalogne) doit sa morphologie à l'exploitation systématique par les eaux souterraines des deux principales directions de diaclase de la région. Le plan de la grotte est très significatif à cet égard

(fig. 4). Un ruisseau souterrain, temporaire, emprunte actuellement la large galerie amont jusqu'au départ de la galerie sud. Il s'enfonce alors dans un étroit méandre, de creusement beaucoup plus récent, qu'il suit jusqu'à l'exurgence. La galerie sud, fossile, n'est plus empruntée par le ruisseau souterrain depuis que le nouveau cheminement (trajet a de la fig. 4) s'est établi. Elle a seulement servi de trop plein et d'exurgence temporaire lors des fortes mises en charge du réseau au cours du Quaternaire récent. Les dépôts de cette galerie ont plus de 9 mètres d'épaisseur. Seul le sommet du remplissage, d'âge holocène, a livré la preuve de la fréquentation des lieux par l'homme préhistorique.

L'étude stratigraphique du remplissage de cette grotte met en évidence une longue lacune ayant duré la presque totalité de l'Holocène. Seulement trois brefs événements sédimentaires ont entrecoupé cette longue période d'arrêt de sédimentation. Le premier, le plus important, se place au Néolithique moyen, entre 3150 ± 100 et 3640 ± 100 BC non cal., le second à l'Âge du Bronze entre 1490 ± 90 et 1850 ± 120 BC non cal., le dernier, de puissance très modeste, n'a laissé de traces que dans la zone de confluence entre la galerie sud et le cours actif ; il est d'âge indéterminé.

Une si faible fréquence des phases d'alluvionnement karstique ne peut correspondre qu'à des événements exceptionnels ou à une conjonction d'événements exceptionnels. L'exploitation agro-pastorale continue de la région depuis le début du Néolithique, la dégradation du couvert végétal -aujourd'hui extrême- ne suffisent pas, à elles seules, à rendre compte de l'existence de seulement trois périodes séculaires de sédimentation alluviale dans la galerie de la grotte du Toll.

La grotte des Cendres en pays valencien

L'imposante stratigraphie de la vaste grotte des Cendres, particulièrement bien datée, a livré à Joan Bernabeu une succession exceptionnelle d'horizons archéologiques répartis entre le Néolithique ancien cardial et l'Âge du Bronze (Bernabeu Auban et Cabanilles, 1994). Maria Pilar Fumanal (Fumanal *et alii*, 1991) a pu mettre en évidence, dans son étude sédimentologique, un dépôt de forte énergie, particulièrement détritico, conséquence d'un climat qualifié de contrasté. Des dépôts fins, d'apparence très anthropique, lui succèdent. Le grand nombre de dates radiocarbone permet de remarquer que se succèdent, pendant le Néolithique ancien, trois épisodes aux vitesses de sédimentation variées : le premier, à vitesse faible, est centré autour de la date 4780 BC non cal. ; le second, à vitesse élevée, résultant d'une véritable crise détritico, se place entre 4470 et 4060 BC non cal. ; le dernier, enfin, conserve des vitesses de sédimentation élevées qui semblent devoir être le résultat d'une puissante accumulation de sédiments fins anthropiques.

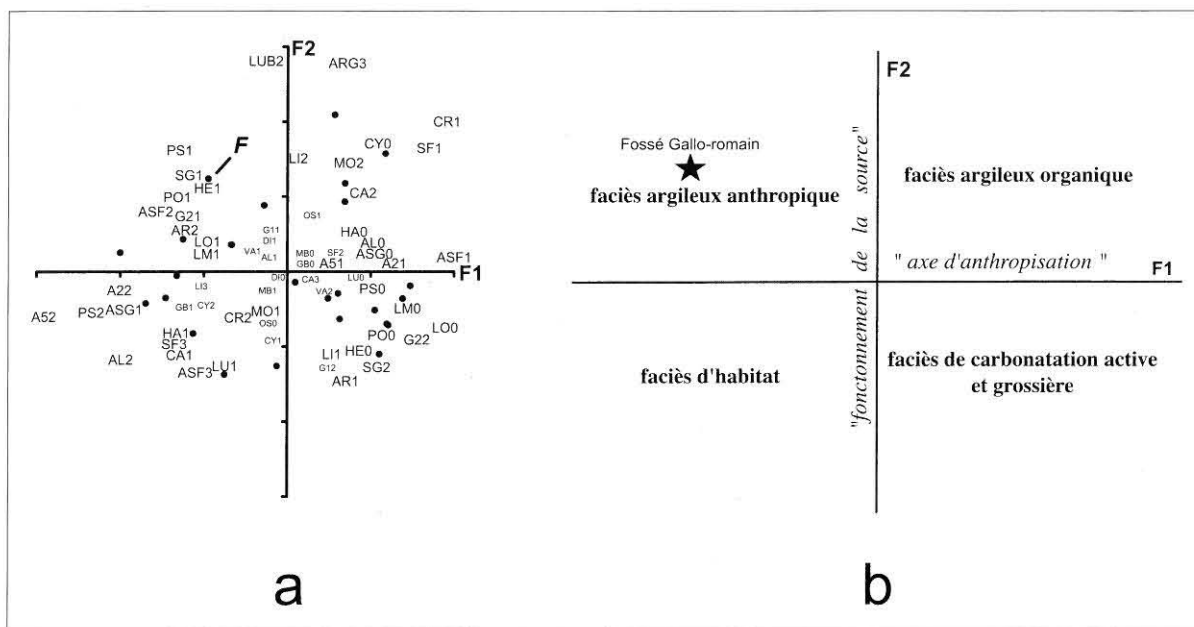


Figure 5. *Marais de Gabian-La Resclauze (Hérault)*. a : projection dans le premier plan factoriel des modalités des variables géoarchéologiques et des échantillons. La lettre F, en gras, indique la position de l'échantillon d'âge gallo-romain. Pour une définition des variables voir Brochier 1988 ; b : signification des axes factoriels et faciès géoarchéologiques associés.

Comme dans d'autres exemples présentés ici, le passage de faciès sédimentaires d'habitation, à sédimentation lente, autour de 4780 BC non cal. aux faciès détritiques à vitesse de sédimentation rapide à partir de 4470 BC non cal. ne s'accompagne pas d'une modification sensible de la végétation ligneuse telle qu'elle est perçue par l'analyse anthracologique (Badal *et alii*, 1994). Plus encore, la crise détritique mise en évidence par Maria Pilar Fumanal se développe dans la phase qui montre le moins de dégradation anthropique de la végétation de toute la séquence.

Non loin de là, de puissants phénomènes érosifs se produisent également à la grotte de l'Or (Fumanal et Calvo, 1981) antérieurement à 3000 BC indépendamment des contextes végétaux (Badal *et alii*, 1994), ce qui donne une valeur moins ponctuelle aux résultats obtenus à la grotte des Cendres.

DANS LES SITES DE PLEIN AIR

Les sites de plein air ont l'intérêt d'être sensibles à de nombreux processus élémentaires actifs sur de grandes surfaces. Celles-ci peuvent atteindre, voire dépasser, la taille d'un bassin-versant. Les résultats environnementaux obtenus ont généralement un caractère régional. En contre-partie, le temps, paramètre fondamental pour juger du bien fon-

dé des relations causales, y est moins bien maîtrisé : les stratigraphies y sont moins détaillées, les repères chronologiques y sont plus rares, les données environnementales, enfin, y sont beaucoup plus pauvres.

Un marais holocène languedocien : La Resclauze

L'épaisse séquence palustre et travertineuse holocène de la Resclauze est liée au fonctionnement d'une source. Les recherches archéologiques ont montré que l'homme a fréquenté le palud de la Resclauze, périodiquement asséché, entre le Néolithique ancien cardial et la période romaine (Ambert et Delgirovine, 1979 ; Mailhe 1979).

L'étude géoarchéologique des dépôts (Brochier, 1988, 1990) permet de suivre les variations de débit de l'exurgence et l'évolution des processus de travertinisation. On remarque que les phases de travertinisation active, interrompues par la fréquentation humaine, sont de moins en moins fréquentes au fur et à mesure que l'on se rapproche de la période romaine. Le Néolithique final est le seuil à partir duquel la travertinisation perd de son efficacité (fig. 5 et 6).

Trois phases particulièrement xériques, qui se traduisent par un assèchement relatif du marais, se produisent : à l'époque romaine où elle est artificielle et seulement due au captage de la source ; au Néolithique moyen chasséen vers 3400 BC ; à la fin du Néolithique ancien («Fagien») enfin,

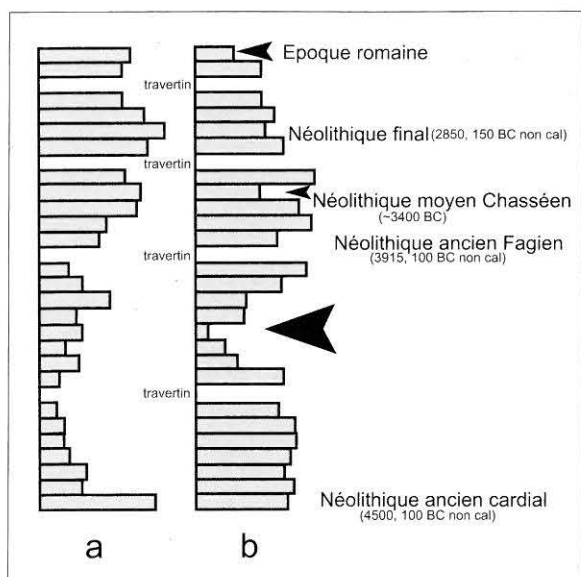


Figure 6. *Marais de Gabian-La Resclauze (Hérault)*. a : évolution de l'importance de la fréquentation humaine (coordonnées des points échantillons en ordre stratigraphique sur le premier axe factoriel) ; b : évolution du débit de la source qui alimente le marais. Les flèches soulignent les deux crises xériques majeures, du Néolithique ancien et du Néolithique moyen. Celle d'âge gallo-romain, résultat du captage de la source, est artificielle.

peu antérieurement à 3915 ± 100 BC non cal. La base de la séquence (autour de 4500 ± 100 BC) témoigne d'une énorme accumulation détritique grossière mal documentée par les travaux archéologiques.

Un dépôt de versant : Malvoisin dans les Bouches du Rhône

Stratigraphie modeste, le site de Malvoisin a livré dans des dépôts colluviaux nourris d'apports éoliens duranciens, un riche matériel néolithique moyen chasséen daté de 3320 ± 140 BC non cal. (Sauzade *et alii*, 1981). Deux horizons archéologiques sont inclus dans la base de la stratigraphie. L'excellent état de conservation des polissages sur les éléments grossiers et des poussières anthropiques les plus fragiles (sphérolites calcitiques de ruminants) implique des vitesses de sédimentation particulièrement élevées pendant, ou peu après, l'occupation du site. Par la suite, la vitesse de sédimentation et la compétence des agents de transport diminuent et favorise l'implantation des lichens sur les cailloux ainsi que l'accumulation des tests de gastéropodes terrestres de milieu ouvert (Brochier, 1984).

Les premiers indices de la présence chasséenne marquent le début et le développement maximum du détritisme. Il ne fera que décroître par la suite. Il faut bien remarquer que ce

court moment de l'Atlantique récent a été le seul qui ait été favorable à la sédimentation au cours des derniers milliers d'années.

Le bassin de la Drôme et sa confluence avec le Rhône

À la confluence de la Drôme et du Rhône, s'est développé au cours de l'Holocène un cône alluvial imposant, emboîté dans la dernière terrasse würmienne, et suffisamment volumineux pour dévier le cours de ce fleuve majeur vers l'ouest (Mandier, 1984). Des carottages dans sa partie médiane, alignés transversalement par rapport à sa direction de croissance, ont montré que, en ces points, la plus grande partie des dépôts se mettait en place entre la fin du Néolithique ancien et l'Âge du Bronze, à un rythme particulièrement accéléré entre 4400 et 3200 BC non cal. (Brochier *et alii*, 1991). Les auteurs en concluent que les pratiques agro-pastorales du Néolithique moyen Chasséen, dont des sites sont connus dans ce bassin versant, ont été particulièrement dévastatrices, qu'elles sont à l'origine d'une déforestation de grande ampleur laissant les sols et le substratum, généralement marneux, en proie à une érosion accélérée. Cette période aurait ainsi été favorable au développement des *bad-lands* qui caractérisaient encore, il y a quelques dizaines d'années, les versants du cours moyen et supérieur de la Drôme.

Les données recueillies ne nous semblent cependant pas autoriser pas une telle interprétation. Les seuls éléments fiables sont les données radiochronologiques. Elles montrent, en un point médian du cône, qu'entre 4400 et 3200 BC non cal. l'aggradation a été particulièrement rapide ; les vitesses de sédimentation y sont multipliées par 20 par rapport à celles observées au début de l'Holocène. Remarquons cependant que le laps de temps 4400-3200 BC non cal. est une durée ap-

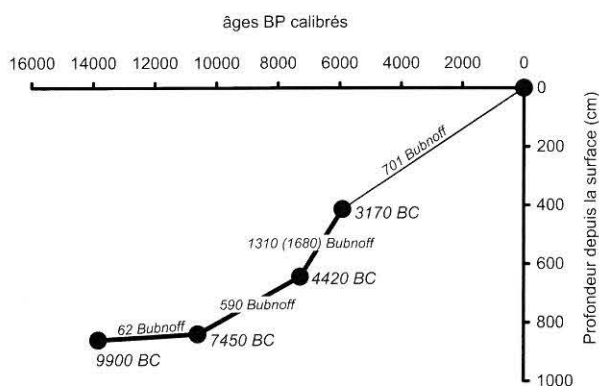


Figure 7. *Cône alluvial de la Drôme (Drôme)*. Diagramme temps-profondeur entre la période actuelle et 14000 BP cal. Les vitesses de sédimentation sont exprimées en Bubnoff (les deux valeurs 1680 et 1310 correspondent aux vitesses de sédimentation brutes et corrigées en fonction de la teneur en matière organique). Les âges 14 C BC ne sont pas calibrés. D'après Brochier J.L. *et al.* 1991 modifié.

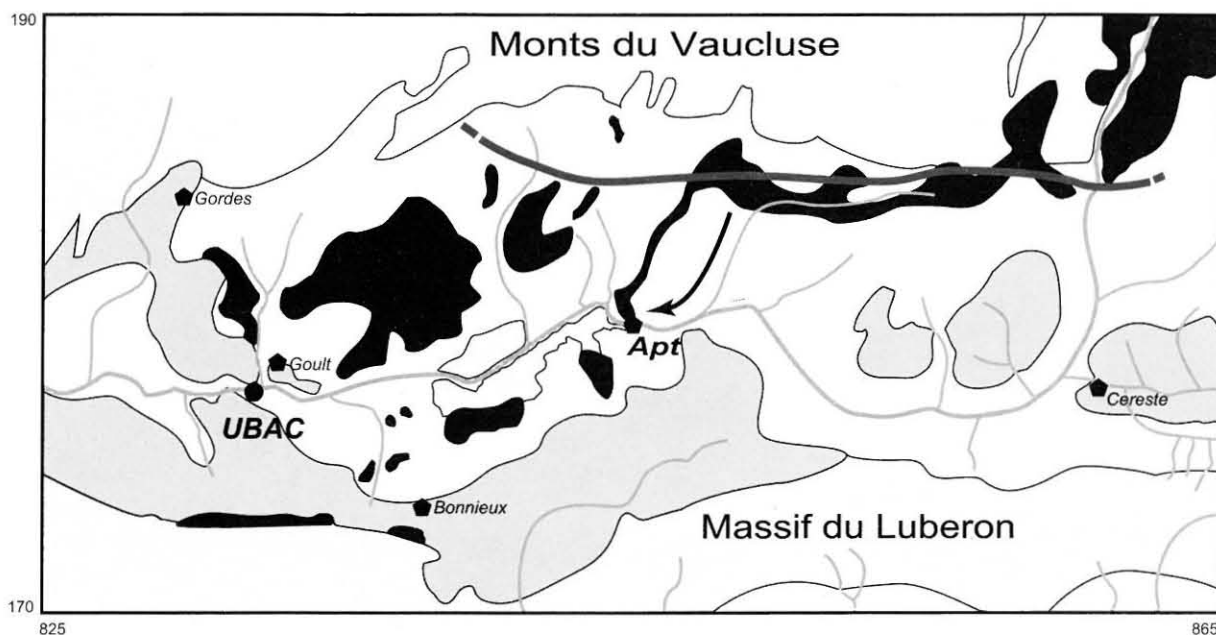


Figure 8. *Bassin du Coulon-Calavon (Vaucluse)*. Carte géologique simplifiée du bassin synclinal du Coulon-Calavon en amont du site de l'Ubac. En gris clair, les calcaires crétacés ; en gris plus foncé, les marnes, sables et molasses helvétiques et miocènes ; en noir, les formations sableuses du crétacé. La ligne épaisse ondulée noire, grossièrement est-ouest, marque la limite entre formations crétacées gréseuses glauconieuses (résistantes) et formations tendres sableuses puissamment altérées (ocrifiées). Ces dernières sont à l'origine des sables fins quartzueux jaunes qui encombrant le lit actuel de la rivière. La flèche noire indique le dernier affluent du Coulon qui contribue à l'accumulation sableuse actuelle.

proximative de la phase à sédimentation accélérée. L'existence de matériaux plus anciens ou plus récents, propres à des datages ^{14}C , affinant le diagramme temps-profondeur (fig. 7), auraient peut-être légèrement modifié ces conclusions.

Ces résultats sont à considérer avec prudence car les sondages disponibles, effectués pour des besoins géotechniques, et les sondages réalisés, pour les besoins géoarchéologiques, sont perpendiculaires à la génératrice du cône. Nous ne pouvons ainsi connaître la structure interne de ce corps sédimentaire, et, en particulier, si l'aggradation est uniforme sur l'ensemble de la surface ou si le cône est progradant. Des débordements exceptionnels, au cours du dernier siècle, ont amené la rivière à balayer la surface du cône, phénomènes qui plaideraient plutôt en faveur de la première hypothèse.

Si l'on admet ces quelques points, les dépôts de la période 4400-3200 BC non cal. sont les témoins de phénomènes érosifs exceptionnels. La période romaine, caractérisée partout par une puissante ouverture des paysages, ou, de façon plus sûre encore, la période moderne qui a connu en Provence, et dans la vallée de la Drôme en particulier, une déforestation et une exploitation agro-pastorale sans précédent, n'ont pas provoqué un alluvionnement aussi spectaculaire.

Les données paléobotaniques concernant le bassin-ver-

sant de la Drôme sont encore rares. Au coeur de ce dernier, cependant, Christine Heinz (1990) a pu décrire, à partir des charbons de la grotte d'Antonaire, l'évolution de la végétation ligneuse au cours de la période qui nous intéresse ici. Le schéma proposé, conforme à l'évolution générale observée dans la partie sud et méditerranéenne de la France (Vernet *et alii*, 1987), montre la progression de la dégradation de la couverture forestière entre le Néolithique moyen Chasséen, où elle est encore modérée, et l'Âge du Bronze final.

Il semble donc que le fait agricole ne saurait, à lui seul, rendre compte des phénomènes observés. Une concentration, dans un laps de temps relativement court, de phénomènes météorologiques hors du commun nous semble une explication plus conforme aux données. Remarquons enfin que ces événements ne sont pas limités au Néolithique moyen Chasséen mais à un ou plusieurs épisodes (qu'il n'est pas possible de dissocier ici) de l'Atlantique ancien et récent.

Entre Monts du Vaucluse et Luberon : le bassin du Coulon-Calavon

Le bassin du Coulon-Calavon est un petit bassin fluvial drainé d'est en ouest par le Coulon-Calavon, entre le Luberon au sud et les plateaux de Vaucluse au nord. Les prin-

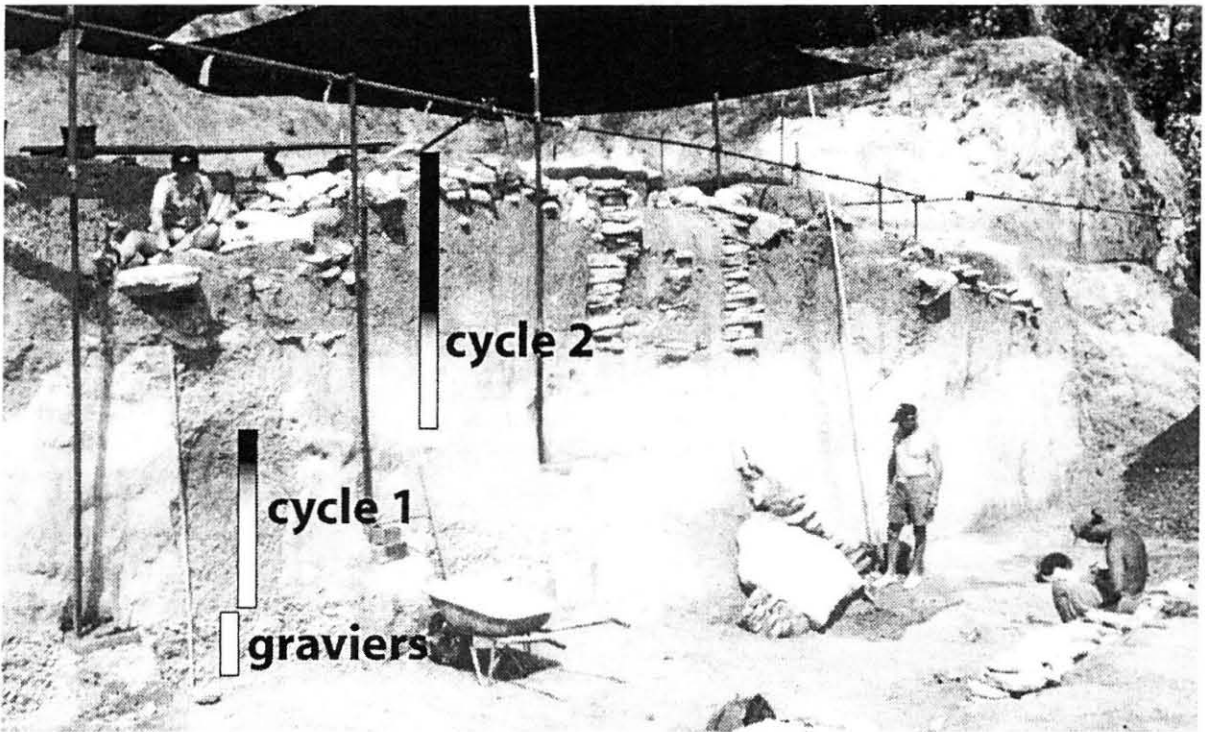


Figure 9. Bassin du Coulon-Calavon (Vaucluse). Coupe de l'Ubac. À la base, les graviers calcaires fluviaux de lit mineur sont suivis de deux des trois cycles sédimentaires. En noir, les horizons altérés de fin de cycle. Le second cycle, dans les dépôts duquel se déroulent les fouilles d'un dolmen et de son tumulus, est incomplet sur cette coupe. "Ch" indique la position d'un foyer d'âge chasséen (3270±60 BC).

cipales formations géologiques traversées, celles qui, érodées, fournissent la charge solide en transit dans le lit fluvial sont des calcaires et des marnes qui affleurent principalement sur les flancs nord et/ou sud du synclinal du Coulon, des molasses qui occupent la zone axiale et des dépôts sableux d'âge Crétacé, qui ont la particularité de libérer dans le lit actuel de la rivière (et sur ses marges sous forme de sables éoliens) d'énormes quantités de sables jaunes quartzueux très caractéristiques et remarquablement bien classés autour de 125-160 μm . En amont du site étudié, la coupe de l'Ubac, ils affleurent sur de grandes surfaces (fig. 8). Le caractère le plus frappant des dépôts holocènes de la vallée est la très faible fréquence de ces sables avant les temps historiques. Ils sont un excellent marqueur des perturbations, climatiques ou anthropiques, qui ont affecté une partie du bassin-versant. Recherchés dans les accumulations alluviales récentes, ils sont à même de nous permettre de décrire, non pas ponctuellement mais régionalement, les phases rhexistatiques (anthropiques ou climatiques, Kuhnholz-Lordat 1958), qui se sont succédées.

Dans la partie moyenne de la vallée, le bas niveau de terrasse a pu être étudié en détail à proximité du site archéologique de l'Ubac (fig. 9).

La base de la stratigraphie y est formée de dépôts grossiers calcaires de lit mineur contenant quelques charbons de bois datés de 6920±70 BP non cal.. La partie moyenne est formée de sédiments fins de crue de lit majeur. Sa base est datée de 7060±90 BP non cal., son sommet est de peu postérieur à 2475±50 BP non cal.. La partie supérieure est formée de colluvions nourries de sables crétacés soufflés depuis le lit majeur de la rivière, provenant de la colline proche. Les fins fragments de biocalcarénites locales remplacent les micro-galets calcaires, caractéristiques de la charge solide transportée longitudinalement, dans la phase sableuse grossière. Cette dernière unité noie, à sa base, une habitation gallo-romaine du 3^e siècle ap. J.C. (fig. 10).

Au-dessus des niveaux grossiers de lit mineur, les analyses font nettement ressortir trois cycles successifs constitués, dans chaque cas, de dépôts détritiques suivis d'un horizon d'altération. Les horizons d'altérations, périodes de

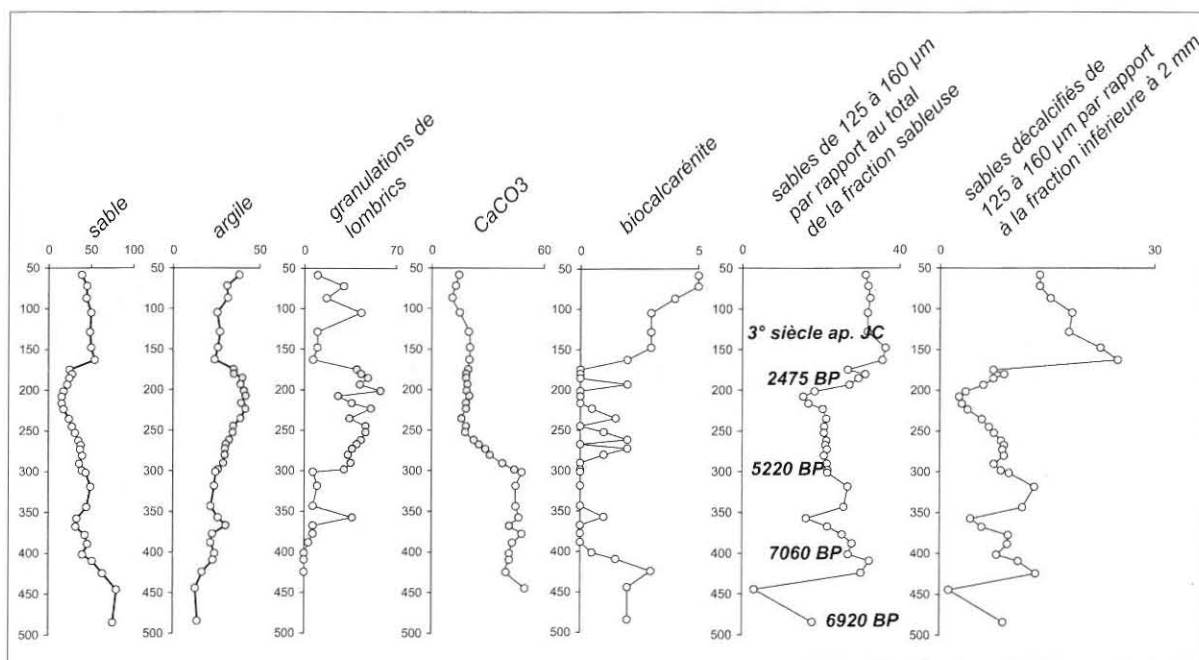


Figure 10. Bassin du Coulon-Calavon (Vaucluse). Principaux descripteurs sédimentologiques des dépôts de la coupe de l'Ubac. Les pourcentages d'argile et de sable sont obtenus par densimétrie Mériaux et par tamisage, la fréquence des granulations calcitiques de lombrics (supérieures à 800 μm) est exprimée en nombre pour 100 g de sédiment inférieur à 2 mm, la teneur en carbonates est mesurée sur la fraction inférieure à 50 μm , l'abondance des fragments de biocalcarénite (indice de colluvionnement) est estimée suivant 5 classes d'abondance (0 : absent à 5 : dominant). Les flèches soulignent les trois phases majeures d'érosion des formations superficielles, les symboles grisés soulignent les périodes de sédimentation ralentie et d'altération. Les dates sont exprimées en années radiocarbone BP.

forts ralentissements des vitesses de sédimentation, sont marqués par des teneurs plus fortes en argile, l'abondance des granules de lombricidés et une dissolution des carbonates fins (inférieurs à 50 μm). Le premier cycle est d'âge mésolithique final (si l'on admet que le charbon daté est bien du même âge que le dépôt alluvial). Le second se développe sur une période longue, du néolithique ancien (?) à la fin de la Protohistoire. Le troisième est d'âge historique. Il met clairement en évidence, par l'abondance des sables ocreux, l'ouverture de grandes surfaces à l'époque romaine.

Le second cycle, qui nous intéresse plus particulièrement ici, voit se déposer à un rythme rapide, des alluvions riches en sables ocreux. Ce premier épisode est terminé vers 5220 \pm 60 BP. L'absence actuelle de date absolue dans l'horizon altéré sous jacent ne permet pas d'affirmer que cet épisode débute au néolithique ancien. La sédimentation alluviale se poursuit ensuite à un rythme réduit jusqu'à la fin de la protohistoire. Parallèlement, la part des sables ocreux, indicateurs des perturbations à l'échelle du bassin-versant, décroît et souligne une certaine stabilité des formations superficielles. Ce n'est

qu'à la fin de ce second cycle, en pleine protohistoire, que la tendance s'inverse : la vitesse de sédimentation, instable, décroît, et les sables ocreux reprennent de l'importance dans la charge solide transportée par la rivière.

Que nous apprennent ces données sur les conséquences environnementales des premières phases agro-pastorales ? Tout d'abord qu'à aucun moment de l'Atlantique ou du Subboréal les paysages n'ont été aussi largement et durablement ouverts qu'à la période romaine. Dans les millénaires antérieurs, les perturbations sont beaucoup moins amples.

Les deux brèves perturbations observées dans le premier cycle et à la base du second sont, en comparaison, d'ampleur très limitée. Ces seules données ne permettent pas de trancher entre l'hypothèse climatique et l'hypothèse anthropique. Remarquons simplement que nos données mettent en évidence une érosion des formations superficielles beaucoup plus forte au mésolithique récent qu'au néolithique ancien-moyen, qu'une crise sédimentaire nette correspond au Néolithique ancien-moyen antérieur à 5200 BP non cal. sans qu'il soit encore possible, faute de repères chronologiques abso-

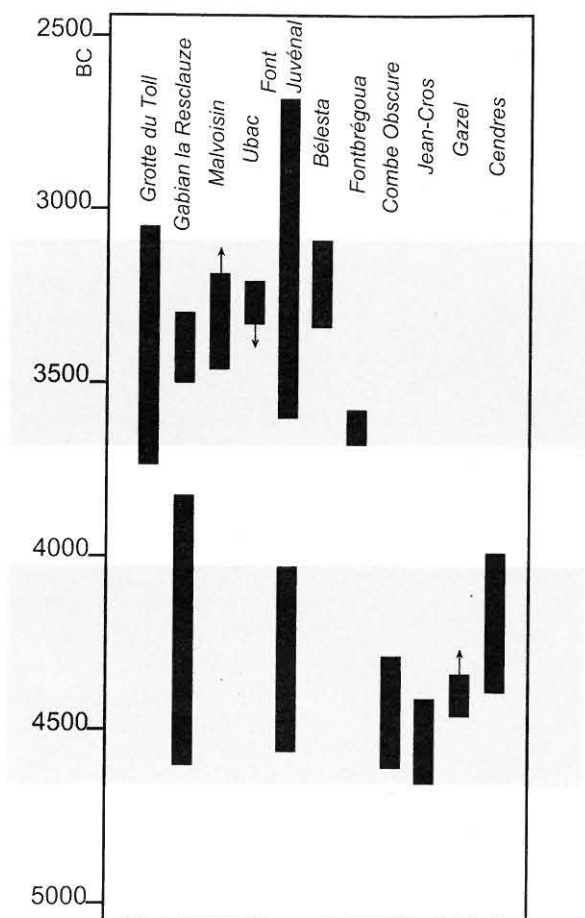


Figure 11. Récapitulatif des accidents sédimentaires mis en évidence dans les dépôts d'âge atlantique de la bordure méditerranéenne franco-espagnole. Chaque bande noire représente la meilleure estimation chronologique des événements observés (dates extrêmes disponibles augmentées d'un écart-type). Les flèches, orientées vers le haut ou vers le bas, indiquent qu'une des limites chronologiques ne peut être déterminée précisément. Dates en années radiocarbone BC.

lus, de la rattacher (comme dans le cas du cône de la Drôme) à l'un de ces épisodes ou, plus probablement, aux deux.

Le Chasséen, du moins à partir de 5200 BP non cal., n'apparaît pas comme une période particulièrement agressive vis à vis du couvert végétal, bien au contraire, et ce malgré les nombreux témoins archéologiques connus dans le bassin du Coulon-Calavon. Des périodes d'exploitation courtes des parcelles, autorisant un retour de la végétation (ligneuse et herbacée), sont à même d'expliquer les phénomènes observés.

Il n'en est pas de même aux Âges du Bronze et du Fer qui ont laissé une empreinte nette dans les sédiments alluviaux du bassin du Coulon-Calavon. Les sables fins quartzeux cré-

tacés reprennent de l'importance, la vitesse d'aggradation devient instable et tend à s'accélérer. Malgré une fréquentation des lieux au Néolithique (moyen et final) ainsi que pendant la Protohistoire, seules les perturbations régionales du couvert végétal ont affecté les dépôts de lit majeur du Coulon. L'enrichissement des sédiments en fragments de biocalcarénite locale n'est perceptible qu'à proximité immédiate du versant. Il reste cependant encore difficile d'établir un lien de causalité entre l'occupation pré et protohistorique de l'Ubac et la déstabilisation des formations superficielles de versant.

À l'image de ce que nous observons à partir des données de la grotte de Bélesta, le raccourcissement des cycles culturels, une certaine pérennité des exploitations, éventuellement liée à un essor démographique, serait suffisant pour expliquer les observations effectuées sur la coupe de l'Ubac.

DEUX PERIODES DE CRISES SEDIMENTAIRES

Des dépôts détritiques accumulés dans des laps de temps relativement brefs ou de courtes phases de déficit hydrique se retrouvent dans toutes les stratigraphies que nous avons présentées. Les datations radiocarbone nous permettent de déterminer, dans chaque cas, la meilleure estimation de l'âge de ces différents événements. Dans quelques cas, cependant, cette dernière reste très large par manque d'un nombre suffisant de repères chronologiques. Sur la fig. 11, nous avons regroupé l'ensemble des cas présentés ci-dessus augmenté de quelques-uns autres pour lesquels les données analytiques sont connues avec suffisamment de précision: la grotte de Combe Obscure (Lhomme, 1973), l'abri Jean-Cros et la grotte Gazel (Brochier, 1978).

Il apparaît que les épisodes de forte accumulation déritique ou les manifestations exceptionnelles équivalentes observées en milieu karstique, se concentrent en deux périodes pluriséculaires : la première entre 3100 et 3700 BC (cal. ~ 3900-4500 BC), la seconde entre 4050 et 4650 BC (cal. ~ 4900-5600 BC).

Ces événements plaident, par leur synchronisme relatif sur de grandes étendues (du sud de la Catalogne à la Provence orientale), pour un déterminisme climatique. Dans tous les cas, il n'apparaît aucun lien entre accumulations détritiques et présence de l'homme, bien au contraire. On se reportera, si besoin, à l'analyse des cas de Font-Juvénal ou de Fontbrégoua pour s'en convaincre. Si le fait anthropique avait été la cause première des accumulations détritiques, nous devrions observer, à chaque nouvelle occupation, les traces de l'érosion des formations superficielles. Ce n'est pas le cas. Ceci ne veut pas dire pour autant que les pratiques agricoles n'aient pas ou n'aient jamais eu d'influence sur la conservation des sols et les phénomènes érosifs, mais simplement que, jusqu'aux temps protohistoriques, et plus encore histo-

riques, les surfaces dégradées, plus ou moins mises à nu par les cultures ou le pâturage, ne l'étaient que pendant de courtes périodes avant que le milieu végétal ne retrouve ses qualités protectrices antérieures.

Des phénomènes d'érosion accélérée, semblables à ceux que nous avons reconnus par deux fois au cours du Néolithique, se retrouvent parfois dans les séquences analysées ; dans tous les cas ils sont d'âge historique au sens large. Les exemples les mieux documentés sont ceux qui proviennent des séquences sédimentaires les plus longues : celle de Font-Juvénal dans laquelle les foraminifères, indicateurs de l'érosion du versant, se déposent à nouveau dans l'abri dès le Moyen Âge (Brochier, 1983) ; celle de Fontbrégoua où un large chenal, discordant sur les dépôts néolithiques, rempli de matériel grossier en provenance du versant, se met en place entre l'époque romaine et l'époque moderne ; les dépôts de l'ubac, enfin, où dès le III^e siècle après J.C. le lit de la rivière est encombré de sables quartzeux qui se sont révélés d'excellents marqueurs de l'ouverture du paysage. Il ne fait guère de doute, compte tenu des données, paléobotaniques et historiques, que cette dernière crise est d'origine anthropique.

Les crises sédimentaires observées impliquent l'existence d'espaces ouverts, voire dénudés, que les disciplines paléobotaniques, palynologiques ou anthracologiques, attachées à décrire les caractères régionaux de la végétation, ne peuvent mettre en évidence et encore moins localiser. Seules les études malacologiques, apportant des données stationnelles ou les données, moins locales, issues de l'étude des micro-mammifères pourraient nous aider à saisir la complexité de ces milieux hétérogènes. Elles ne sont généralement pas disponibles. Ainsi, on pourra remarquer que les spectres anthracologiques contemporains des deux crises sédimentaires sont identiques à ceux que l'on observe antérieurement et postérieurement quel que soit le milieu végétal considéré. À Font-Juvénal, les phénomènes érosifs se manifestent dans un milieu très largement dominé par les chênes caducifoliés (les fréquences de ce taxon sont alors les plus élevées de toute la séquence). À Fontbrégoua, chênes caducs et pins d'Alep, les deux taxons dominants, restent dans des proportions semblables avant, pendant et après la crise détritique. Même si l'on admet que ces deux essences aient eu des distributions spatiales différentes : les chênes caducs peuplant la ripisilve et la plaine, les pins d'Alep les pentes dolomitiques karstifiées, il est difficile d'expliquer pourquoi dans un tel milieu, homogène dans cette hypothèse, l'érosion des formations superficielles se produirait à un rythme saccadé en opposition de phase avec l'ampleur des dégradations anthropiques estimées par les études archéologiques et géoarchéologiques. Dans une ambiance végétale très différente, thermoméditerranéenne, loin de ces deux sites provençaux et languedociens, des écoulements

très compétents transportent un matériel détritique grossier au fond de la grotte des Cendres. Aucun changement dans la composition de la végétation, telle qu'elle est perçue par l'analyse des bois utilisés n'est, ici également, perçue.

UNE SITUATION PARADOXALE

En résumé, les puissants épisodes érosifs atlantiques apparaissent indépendants de la présence et des activités humaines, synchrones sur une aire géographique étendue, indépendants des types de végétation, associés à des formations végétales encore peu dégradées, et donc de nature climatique. La situation est pour le moins paradoxale. Le modèle suivant, complexe, permet de résoudre cette apparente contradiction en respectant au mieux les données analytiques disponibles aujourd'hui. Il fait appel à la notion de *zone sensible*. On considérera qu'une surface est sensible lorsque, pour des raisons pédologiques ou géologiques, la régénération de la végétation, ligneuse ou herbacée, consécutive à sa destruction, naturelle ou anthropique, est lente et difficile. À substrat identique, il est bien évident que la sensibilité est d'autant plus forte que les précipitations sont faibles et concentrées. Les formations végétales dégradées se remettent ainsi d'autant plus facilement et rapidement en place, en réponse aux activités agro-pastorales, que le climat aura un caractère méditerranéen marqué. C'est ainsi qu'il faut sans doute comprendre les courbes retraçant l'évolution des rapports polliniques des arbres à feuillage caduc aux arbres et arbustes sclérophylles, présentées à plusieurs reprises, par Jalut (Jalut *et alii*, 1997, 2000), courbes qui ne représentent que les progrès de l'anthropisation depuis le Néolithique ancien dans des milieux d'autant plus sensibles qu'ils sont méridionaux.

Considérons maintenant les effets sur la végétation des différentes activités d'un groupe agricole néolithique. Les rares données micro-chronologiques disponibles nous montrent que ces paysans pratiquent une agriculture itinérante, qu'ils exploitent un terroir pendant quelques dizaines d'années avant d'ouvrir et d'exploiter de nouveaux espaces ailleurs (Lambert *et alii*, 1983). L'abandon, qui a valeur d'une longue jachère, s'accompagne d'une remontée biologique hétérogène : rapide dans les zones favorables, lente ou nulle dans les zones sensibles. L'exploitation agricole itinérante va donc, peu à peu, au fil des siècles, favoriser l'hétérogénéité du milieu en juxtaposant espaces boisées, espaces portant une végétation de substitution et espaces ouverts plus ou moins longuement dénudés.

Sous un climat qui n'est pas excessivement contrasté, les processus érosifs, qu'ils affectent les parcelles exploitées ou les zones sensibles résiduelles témoins des dégradations passées, resteront modérés. Par contre, la concentration dans des laps de temps relativement brefs de

précipitations exceptionnelles est à même d'éroder et de mettre en mouvement les formations superficielles. De tels événements extraordinaires, les seuls qui aient une forte productivité sédimentaire, sont bien connus dans les annales historiques des pays méditerranéens.

Les crises sédimentaires observées dans de nombreuses stratigraphies de la frange Nord méditerranéenne pourraient ainsi fort bien correspondre à la conjonction de deux phénomènes : 1- la progression des surfaces dénudées issues des premières dégradations d'une agriculture itinérante ; 2- l'installation de courtes périodes pendant lesquelles les accidents météorologiques étaient particulièrement concentrés (crises). Elles n'impliquent pas une ouverture généralisée des paysages qui restent, comme nous le montrent les études palynologiques et anthracologiques, encore peu dégradés. Les édifices travertineux, en pleine croissance, nous donnent une image concordante de l'état des paysages végétaux et de l'ampleur très limitée des perturbations anthropiques (Vaudour, 1994). Le Néolithique apparaît ainsi peu perturbant pour le milieu naturel. D'une façon très générale, ce n'est qu'au cours de la protohistoire et plus encore aux temps historiques qu'une plus grande pérennité des exploitations agricoles, éventuellement liée à une croissance démographique, ouvrira largement les paysages, augmentera considérablement les surfaces dénudées qui, sous un climat aux caractéristiques méditerranéennes, fourniront des volumes détritiques équivalents, voire supérieurs, à ceux des crises néolithiques.

BIBLIOGRAPHIE

- AMBERT, P. et DELGIOVINE, A. (1979) : Les tufs de la Resclauze à Gabian. *Archéologie en Languedoc*, 2 : 17-18.
- BADAL, E. ; BERNABEU AUBAN, J. et VERNET, J.L. (1994) : Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7000-4000 B.P.) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis. *Vegetation History and Archaeobotany*, 3 : 155-166.
- BERNABEU AUBAN, J. et JUAN CABANILLES, J. (1994) : Le Néolithique au Pays Valencien. *XXIVe Congrès Préhistorique de France. Le Néolithique du nord-ouest méditerranéen*. Carcassonne, Société Préhistorique Française : 247-255.
- BROCHIER, J.É. (1983) : Deux mille ans d'histoire du climat dans le Midi de la France. Étude sédimentologique de l'abri de la Font de l'Oule (Vaucluse) et de l'abri de Font_Juvénal (Aude). *Annales E.S.C.*, A. Colin Ed., 2 : 425-438.
- BROCHIER, J.É. (1984) : Étude géologique du remplissage holocène de la grotte du Toll (Espagne). in *La grotte du Toll*, (toujours sous presse...).
- BROCHIER, J.É. (1988) : Cinq millénaires de sédimentation dans le marais holocène de la Resclauze (Gabian, Hérault). Étude géoarchéologique. in *Les édifices travertineux et l'histoire de l'environnement dans le Midi de la France*, UA 903 et ATP PIREN, Aix en Provence : 117-136.
- BROCHIER, J.É. (1990) : Des techniques géo-archéologiques au service de l'étude des paysages et de leur exploitation. In *Archéologie et Espaces*. X^e rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire. Antibes : 453-471.
- BROCHIER, J.É. (1991) : La grotte de Combe Obscure. Etude géoarchéologique des dépôts holocènes récents. En J.L. Roudil et H. Saumade (Eds.) : *La grotte de Combe Obscure (Lagorce - Ardèche)* : 149-160.
- BROCHIER, J.E. ; CLAUSTRE, F. et HEINZ, CH. (1998) : Environmental impact of Neolithic and Bronze Age farming in the eastern Pyrenees forelands, based on multidisciplinary investigations at La Caune de Bélesta (Bélesta Cave), near Perpignan, France., *Vegetation History and Archaeobotany*, 7 : 1-9.
- BROCHIER, J.L. (1978) : *Les modifications de l'environnement du Würmien récent au Postglaciaire en Languedoc*. Paléoécologie de l'homme fossile, 2, CNRS Ed. Paris
- BROCHIER, J.L. ; MANDIER, P. et ARGANT, J. (1991) : Le cône détritique de la Drôme : une contribution à la connaissance de l'Holocène du sud-est de la France. *Quaternaire*, 2, (2) : 83-99.
- COURTIN, J. (1976) : La Baume de Fontbrégoua (Salernes, Var). *Livret guide de l'excursion B2*, IX^e congrès UISPP, Nice : 21-29.
- FUMANAL, M. P. et CALVO, A. (1981) : Estudio de la tasa de retroceso de una vertiente mediterránea en los últimos 5000 años (Serra del Benicadell. Sur del País Valenciano). *Saïtabi*, XXXI : 121-137.
- FUMANAL, M.P. ; VILLAVARDE, V. et BERNABEU, J. (1991) : Cuaternario litoral de la provincia de Alicante. Sector Pego-Moraira. *VIII^e Reunión Nacional sobre Cuaternario. Libro-Guía de las excursiones*. València. Universitat de València-Servei d'investigatió Prehistòrica de la Disputació : 21-78.
- GUILAINE, J. ; VAQUER, J. ; GASCO, J. et BARRIE, P. (1976) : « L'abri de Font_Juvénal. Une stratigraphie néolithique en Languedoc ». *Laboratoire de Préhistoire et de Paléontologie*. Carcassonne : 1-16.
- HEINZ, CH. (1990) : *Dynamique des végétations holocènes en Méditerranée nord occidentale d'après l'anthracanalyse de sites préhistoriques : méthodologie et paléoécologie*. Paléobiologie continentale, XVI, 2. Montpellier.
- HEINZ, C. et THIEBAULT, S. (1998) : Characterization and palaeoecological significance of archaeological charcoal assemblages during Late and Post-glacial phases in southern France. *Quaternary Research*, 50 : 56-68.
- JALUT, G. ; ESTEBAN AMAT, A. ; RIERA I MORA, S. ; FONTUGNE, M. ; MOOK, R. ; BONNET, L. et GAUQUELIN,

- TH. (1997) : Holocene climatic changes in the western Mediterranean ; installation of the Mediterranean climate. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, 325 : 327-334.
- JALUT, G. ; ESTEBAN AMAT, A. ; BONNET, L. ; GAUQUELIN, TH. et FONTUGNE, M. (2000) : Holocene climatic changes in the Western Mediterranean, from south-east France to south-east Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 160, 255-290.
- KUHNHOLTZ-LORDAT, G. 1958.- *L'écran vert*. Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, série B. Botanique, IX : 276 p.
- LAMBERT, G. ; PETREQUIN, P. et RICHARD, H. (1983) : Périodicité de l'habitat lacustre néolithique et rythmes agricoles. *L'Anthropologie*, 87(3) : 393-411.
- LHOMME, G. (1973) : *Étude des séquences sédimento-climatiques du remplissage post-würmien de la grotte de la Combe Obscure (Ardèche)*, DES, Université de Lyon 1. Lyon.
- MAILHE, J. P. (1979) : Le gisement cardial de la Resclauze à Gâbian. (Hérault). *Archéologie en Languedoc*, 2 : 13-18.
- MANDIER, P. (1984) : *Le relief de la moyenne vallée du Rhône au Tertiaire et au Quaternaire : essai de synthèse paléogéographique*. Thèse de doctorat d'état, Université de Lyon 2. Lyon.
- SAUZADE, G. ; CARRY, A. ; BARGE, H. et HELMER, D. (1981) : Le site de plein air de Malvoisin à Orgon (Bouches-du-Rhône). *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 41 : 95-112.
- SMOL, J.P. (1985) : The ratio diatom frustules to chrysophycean statospores : a useful palaeolimnological index. *Hydrobiologia*, 123 : 199-204.
- STUIVER, M. et REIMER, P. J. (1993) Extended ¹⁴C database and revised CALIB radiocarbon calibration program, *Radiocarbon*, 35 : 215-230.
- THIEBAULT, S. (1997) : Early Holocene vegetation and human impact in central Provence (Var, France) : charcoal analysis of the Baume de Fontbrégoua. *The Holocene*, 7(3) : 343-349.
- THOMAS CASAJUANA, J.M. et VILLALTA J.F. (1957) : Le ruisseau souterrain du Toll. Livret guide des excursions B2-B3, «Alentours de Barcelone et Moïà». V^o congrès international INQUA, 11-25.
- TRIAT-LAVAL, H. (1978) : *Contribution pollenanalytique à l'histoire tardi & postglaciaire de la végétation de la Basse Vallée du Rhône*. Marseille, Thèse, Université d'Aix-Marseille III.
- VAUDOURE, J. (1994) : Évolution holocène des travertins de vallée dans le Midi méditerranéen français. *Géographie physique et Quaternaire*, 48, 3 : 315-326.
- VERNET, J.L. (1980a) : Premières données sur l'histoire de la végétation post-glaciaire de la Provence centrale d'après l'analyse anthracologique. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, 291 : 853-855.
- VERNET, J. L. (1980b) : La végétation du Bassin de l'Aude, entre Pyrénées et Massif Central, au Tardiglaciaire et au Postglaciaire d'après l'analyse anthracologique. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 30 : 33-55.
- VERNET, J. L. ; THIEBAULT, S. et HEINZ CH., (1987) : Nouvelles données sur la végétation préhistorique postglaciaire méditerranéenne d'après l'analyse anthracologique. in J.Guilaine, J. Courtin, J-L. Roudil et J-L- Vernet. *Premières communautés paysannes en méditerranée occidentale*. Colloque International du CNRS. Montpellier 1983. CNRS. Paris : 87-94.