

# LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DU PALÉOLITHIQUE SUPÉRIEUR. ENQUÊTE SUR LE RAPPORT ENTRE PALÉOCLIMATOLOGIE ET PRÉHISTOIRE

## *Climatic changes during the Upper Palaeolithic. Inquiry on the Palaeoclimatology-Prehistory relationship*

María Fernanda SÁNCHEZ GOÑI

Département de Géologie et Océanographie, URA CNRS 197, Université de Bordeaux I, Avenue des Facultés, 33405 Talence, France et Instituto de Ciencias de la Tierra «Jaume Almera», CSIC, Lluís Solé i Sabarís s/n 08028 Barcelona, Espagne. email: mfsg@geocean.u-bordeaux.fr

Fecha de aceptación de la versión definitiva: 5-11-97

BIBLID [0514-7336 (1996) 49; 3-36]

**ABSTRACT:** This article discusses the contribution of sedimentology, palynology and palaeontology from archaeological sequences in caves to palaeoclimatic reconstruction. The chronoclimatic framework traditionally accepted for the upper Palaeolithic is questioned. A particular attention is paid to the history of vegetation and climate during the upper Palaeolithic in western Europe. There is no evidence for temperate oscillations between 23,000 and 14,000 BP, a period in which the Gravetian, Solutrean and lower and middle Magdalenian technocomplexes developed.

**Keywords:** Upper Palaeolithic, sedimentology, palynology, macrofauna, Fullglacial, Lateglacial, interstadial, Older Dryas, palaeoclimatology.

**RESUME:** Ce travail discute de l'apport que la sédimentologie, la palynologie et l'étude de la macrofaune des séquences archéologiques en grotte offrent pour la reconstitution paléoclimatique. Le cadre chronoclimatique traditionnellement admis pour le Paléolithique supérieur est remis en question. Une attention particulière est adressée à l'histoire de la végétation et du climat contemporains du Paléolithique supérieur d'Europe occidentale. Aucune période d'amélioration climatique est détectée entre 23.000 et 14.000 ans BP, période au cours de laquelle se développent en partie les technocomplexes Gravettien, Solutréen, Magdalénien inférieur et moyen.

**Most-cle:** Paléolithique supérieur, sédimentologie, palynologie, macrofaune, Pléniglaciaire, Tardiglaciaire, interstade, Dryas II, paléoclimatologie.

*«Sí, amigo Antonio de Hoyos, ¿por qué no he de decirlo con la modestia que me caracteriza? ¡Sí!, si me hubiera comprometido a no pensar nada, y si lo pensaba callármelo, sería, como usted dice, a estas horas una gran figura oficial—esto es, un figurón despreciable—; sería senador, ministro, tal vez presidente del Senado, y ... ¿quién sabe? quizás, quizás presidente del Consejo...»*

Miguel de Unamuno (1919)

### 1. Introduction

Depuis la découverte des premiers hommes fossiles, au siècle dernier, les préhistoriens ont essayé d'intégrer les informations paléoenvironnementales fournies par les restes fauniques et botaniques à l'étude du matériel archéologique.

Pendant longtemps, ces données paléoenvironnementales s'appuyant essentiellement sur les

restes paléontologiques ont servi à construire des cadres biostratigraphiques, utilisés comme repères chronologiques (p.e. Chaline 1985; Nilsson 1983). Bien que leur utilisation ait été largement supplantée par les datations radiométriques pour les attributions chronologiques de la fin du Pléistocène supérieur, les données paléoenvironnementales sont cependant toujours considérées par bon nombre de préhistoriens comme une donnée complémentaire essentielle pour situer chronologiquement les couches archéologiques.

Depuis quelques décennies, sous l'impulsion de nouvelles tendances théoriques (Clark 1952; Binford 1968; Butzer 1971), les archéologues s'intéressent également aux données paléoenvironnementales pour mieux comprendre la fonction des sites ainsi que le rôle du climat et du milieu physique sur l'économie et le mode de vie des groupes humains paléolithiques (p.e. Bahn 1983; Mellars 1992; Clottes 1989; Kornfeld 1996; Straus 1991).

Pour atteindre ces différents objectifs, les préhistoriens d'Europe occidentale ont traditionnellement focalisé leur attention sur les informations paléoclimatiques issues d'études pluridisciplinaires (palynologie, sédimentologie, faune) menées dans des séquences archéologiques de grottes et abris sous roche. A l'exception de quelques cas (p.e. Sacchi 1986, d'Errico 1994; Mellars 1995; Zilhão 1995) peu d'attention a été prêtée par les préhistoriens aux données paléoclimatiques offertes par des séquences non anthropiques (continentales, marines et glaciaires) et cela malgré la richesse et la qualité reconnues des informations issues de ces enregistrements (p.e. Lowe & Walker, 1984; Levesque *et al.* 1993).

La raison principale de ce manque d'intérêt tient au fait que les préhistoriens ont choisi d'utiliser un cadre chronoclimatique, basé sur l'analyse des gisements en grotte, qui les affranchi du besoin de comparer les informations issues des sites archéologiques à celles apportées par les enregistrements non-anthropiques.

En particulier, les analyses palynologiques de plusieurs gisements archéologiques en grotte du centre et du sud-ouest de la France auraient permis, à partir de la moitié des années 60, d'identifier plusieurs périodes d'amélioration climatique contemporaines du Paléolithique supérieur, les soi-disant interstades de Les Cottés (37650-33350 BP), Arcy (30370 BP), Tursac

(23000 BP), Laugerie (19200 BP), Lascaux (17190-16100 BP), Angles-sur-l'Anglin (14160 BP) et du Pré-Bölling (14850-13950 BP), (Leroi-Gourhan & Leroi-Gourhan 1964; Leroi-Gourhan 1966, 1967, 1968, 1971 a et b, 1980 b, 1986, 1989; Leroi-Gourhan & Girard 1979; Bastin 1975; Bastin *et al.* 1976; Leroi-Gourhan & Renault-Miskovsky 1977; Paquereau, 1978; Renault-Miskovsky & Leroi-Gourhan 1981; Renault-Miskovsky 1986; Leroyer & Leroi-Gourhan 1983; Leroyer 1988, 1990). Plusieurs études palynologiques de sites espagnols, italiens et allemands, auraient également confirmé l'existence de ces interstades (Leroi-Gourhan & Renault-Miskovsky 1977; Renault-Miskovsky & Leroi-Gourhan 1981; Boyer-Klein 1980, 1981, 1984, 1988; Boyer-Klein & Leroi-Gourhan, 1987; Dupré 1988; Burjachs & Renault-Miskovsky 1992). L'interstade de Hengelo (39.000-36.000 BP), identifié pour la première fois dans des niveaux tourbeux de la séquence de Hengelo, aux Pays Bas (Van der Hammen *et al.* 1967) et celui de Kesselt (28.000 BP), identifié dans le stratotype loessique du même nom en Belgique (Gullentops 1954), auraient été également identifiés lors de l'analyse pollinique de séquences archéologiques (Leroi-Gourhan & Renault-Miskovsky 1977; Leroyer & Leroi-Gourhan 1983; Renault-Miskovsky & Leroi-Gourhan 1981). Parallèlement à ces analyses, des changements climatiques corrélés à ceux identifiés par la palynologie auraient été détectés par l'analyse sédimentologique de nombreuses séquences en grotte et sous abri (Laville *et al.* 1983, 1985; Fumanal & Dupré 1983; Hoyos Gómez 1994, 1995).

Cette succession de changements climatiques, corrélée avec l'évolution des industries lithiques et osseuses (Leroi-Gourhan 1989; Leroi-Gourhan & Renault-Miskovsky 1977; Renault-Miskovsky 1986; Renault-Miskovsky & Leroi-Gourhan 1981; Leroyer & Leroi-Gourhan 1983; Renault-Miskovsky 1989; Diot 1994), constitue un cadre de référence (fig. 1) utilisé par la majorité des préhistoriens européens pour situer chronologiquement les couches archéologiques du Paléolithique supérieur, (p.e. Alciati *et al.* 1994; Barandiarán Maestu *et al.* 1996; Clottes 1989; Djindjian 1996; González Sáinz 1989, 1994; Laville *et al.* 1983; Palma di Cesnola 1996; Schmitter 1996; Straus 1991, 1995a).

Dans le sud-ouest de la France et dans la région cantabrique, un grand nombre d'analyses palynologiques et sédimentologiques auraient

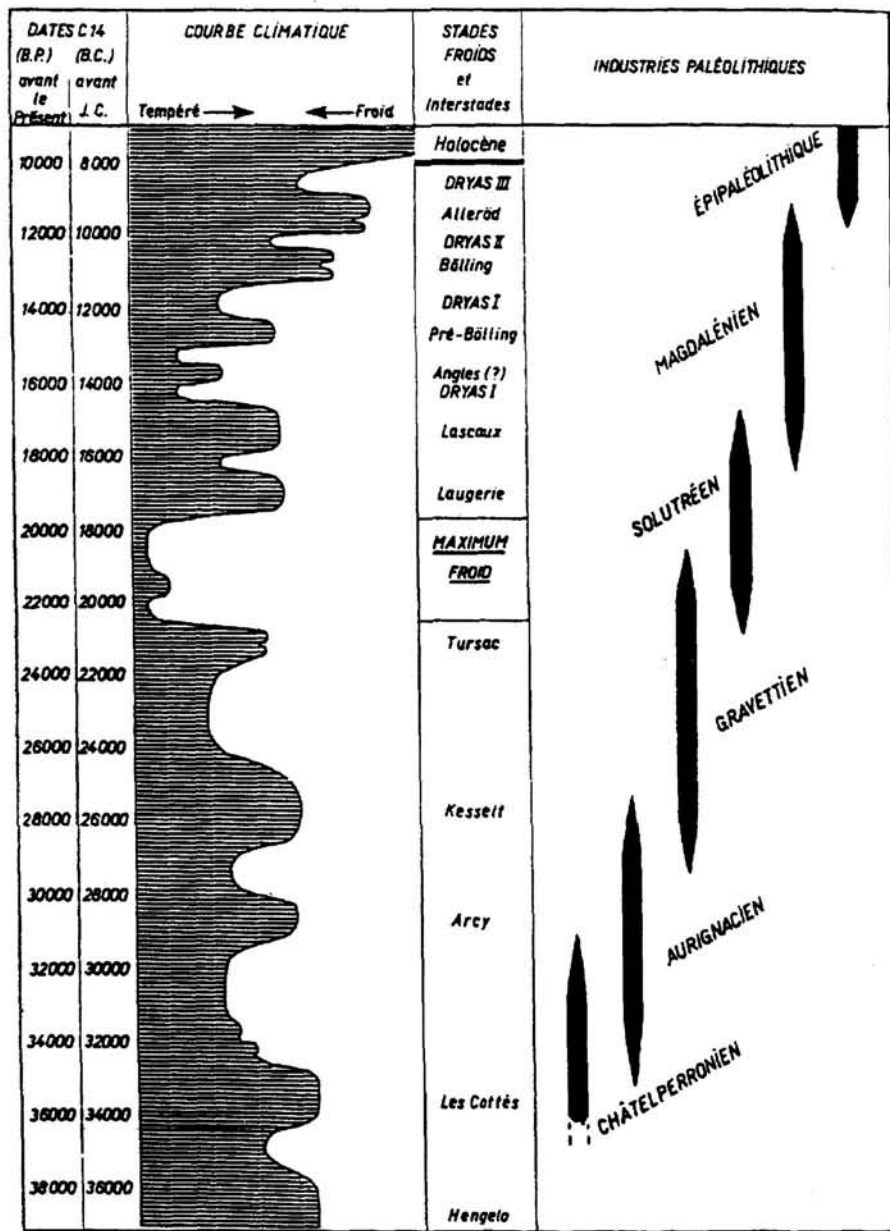


FIG. 1. Cadre chronoclimatique traditionnel pour le Paléolithique supérieur; d'après Leori-Gourban (1989).

permis d'affiner ce cadre et de mettre au point une chronoclimatologie régionale, basée essentiellement sur la corrélation stratigraphique entre gisements (Laville *et al.* 1985; Paquereau, 1978; Hoyos Gómez 1995; Barandiarán Maestu *et al.* 1996).

Cependant, au fur et à mesure que les données paléoclimatiques, en particulier polliniques et isotopiques, issues des séquences non anthropiques se sont multipliées, il est apparu toujours plus évident que ces nouvelles données étaient

en contradiction avec le cadre proposé à partir des sites archéologiques. Cette contradiction a été constatée en premier lieu par Woillard et Mook (1982) qui ne détectent pas les améliorations climatiques contemporaines du Paléolithique supérieur dans la séquence tourbeuse de La Grande Pile, puis par de Beaulieu et Reille (1984) dans la séquence du marais des Echets. Par la suite, Turner et Hannon (1988) ont remis en question l'existence même des interstades d'Arcy, Tursac, Laugerie et Lascaux en remar-

quant que les spectres polliniques concernés ne détectent pas une succession de végétation propre à un réchauffement climatique mais, au contraire, contiennent exclusivement quelques pollens de plantes thermomésophiles, indice probable d'une contamination des spectres pléistocènes par du pollen plus récent.

Encore plus récemment, la révision des données stratigraphiques, chronologiques et polliniques des sites français où ces interstades auraient été identifiés pour la première fois a montré qu'ils existaient des nombreuses raisons complémentaires à celles avancées par Turner et Hannon pour rejeter ces oscillations (Sánchez Goñi 1991, 1993b, 1994b). De plus, il a été montré (Sánchez Goñi 1994a, sous presse) que la remise en question de ces phases climatiques doit être étendue aux oscillations de Les Cottés, Angles-sur-l'Anglin et Pré-Bölling, non discutées par Turner et Hannon. De nouvelles analyses palynologiques de séquences archéologiques de la région cantabrique et la révision critique des analyses anciennes effectuées dans cette région et dans la Méditerranée occidentale (Sánchez Goñi 1991, 1992, 1993a et b, 1994a et b, sous presse) ont également montré qu'il n'existent pas d'indice des interstades de Hengelo, Les Cottés, Arcy, Kesselt, Tursac, Laugerie, Lascaux, Angles-sur-l'Anglin et Pré-Bölling dans les diagrammes polliniques issues des grottes d'Europe occidentale. Parallèlement à cette vaste révision critique, de nouveaux critères, issus de l'étude des spectres polliniques actuels, ont été proposés pour tester la fiabilité des spectres fossiles issus des séquences archéologiques en grotte.

Une approche critique aux données palynologiques issues des sites archéologiques est également adoptée par Ramil Rego (1994) qui confirme l'absence des périodes d'améliorations climatiques pendant le Solutréen de la Péninsule Ibérique.

L'ampleur des changements apportés à un cadre chronoclimatique considéré comme bien établi, a suscité des résistances, parfois vives, et des malentendus, notamment chez certains archéologues de la région cantabrique (Altuna 1992a; González Sáinz 1994; Hoyos Gómez 1995). González Sáinz (1994), en particulier, considère que la révision du cadre chronoclimatique proposée par Sánchez Goñi est trop assujettie aux données paléoclimatiques issues des séquences non anthropiques. Cette révision n'au-

rait pas tenu compte de l'ensemble des informations paléoclimatiques offertes par les séquences en grotte, surtout celles offertes par la sédimentologie qui, selon cet auteur, supporteraient de manière convainquante le cadre chronoclimatique traditionnel. Pour González Sáinz, les gisements en grotte permettraient une reconstitution de l'histoire du climat plus détaillée que celle offerte par l'analyse des séquences non anthropiques. Les datations C14 seraient moins fiables dans ces séquences. De plus, ces dernières ne permettraient pas l'approche pluridisciplinaire à laquelle prêtent les séquences archéologiques.

Ces critiques sont partagées par Hoyos (1995), le géologue ayant réalisé la presque totalité des analyses sédimentologiques des grottes cantabriques. Altuna (1992a) exprime également son désaccord avec les résultats de Sánchez Goñi. Son rejet semble se baser plus sur une foi inébranlable dans le cadre chronoclimatique traditionnel issu des séquences archéologiques et dans les principes qui ont permis son élaboration, que dans une critique des nouvelles interprétations palynologiques proposées par Sánchez Goñi, interprétations auxquelles il n'adresse aucune critique spécifique.

Ce débat a des implications qui vont au delà de la reconstitution paléoclimatique et de l'aire géographique concernée. Ce qui est en jeu est la façon d'aborder l'étude des sites paléolithiques et le statut à accorder aux différentes disciplines y participant.

Nous allons montrer ici que la création et le maintien du cadre chronoclimatique traditionnel sont le résultat d'une approche acritique des données issues des fouilles paléolithiques: l'analyse sédimentologique classique des séquences en grotte (Areso *et al.* 1990; Fumanal & Dupré 1983; Hoyos Gómez 1989; Laville 1975; Miskovsky 1974) ne peut pas être considérée comme une méthode adéquate pour obtenir des informations paléoclimatiques et pour établir des corrélations stratigraphiques entre sites en grotte. L'étude de la faune des grands mammifères ne donne, pour la période concernée, que des informations limitées. La palynologie peut, elle, offrir des renseignements climatiques si, contrairement à la démarche suivie dans le passé, elle interprète la taphonomie pollinique des grottes selon les principes issus de l'étude de la pluie pollinique

actuelle. Enfin, la prise en compte des données paléoclimatiques récentes, issues de séquences anthropiques et non anthropiques d'Europe occidentale va permettre de dresser un bilan de nos connaissances sur l'évolution du climat au cours du Paléolithique supérieur avec une attention particulière pour la région cantabrique.

## 2. L'apport de la sédimentologie à la reconstitution du climat

Les méthodes analytiques et les critères interprétatifs généralement utilisés pour tirer des informations paléoclimatiques à partir de la sédimentologie de gisements en grotte sont en grande partie ceux définis par Lais (1941) au milieu des années quarante. Selon les chercheurs qui ont appliqué ces techniques (Areso *et al.* 1990; Fumanal & Dupré 1983; Hoyos Gómez 1994; Laville & Miskovsky 1977), l'analyse sédimentologique des remplissages de grottes permettraient d'établir un rapport direct de cause à effet entre le type de sédiment (caractérisé par la granulométrie, la morphologie des fragments de roche, la morphoscopie des grains de quartz ...) et le climat contemporain de la mise en place du dépôt. Plusieurs critères sont utilisés pour identifier des phases climatiques dans les séquences archéologiques.

Ainsi, la forte proportion de fragments de roche est généralement interprétée comme une grande intensité de cryoclastisme (phase froide); une augmentation des argiles indiquerait des conditions climatiques clémentes; une augmentation de limons, au contraire, des conditions froides. L'augmentation de l'humidité serait marquée par la migration des éléments fins et des carbonates en profondeur et par l'apparition de concrétions. Par contre, la diminution des fragments de roche et l'altération des granules seraient marqueurs d'un climat tempéré. Un mauvais classement de la taille des grains indiquerait une solifluxion.

Ces phénomènes se produiraient de manière synchrone dans les gisements en grotte d'une même région, ce qui permettrait de dresser des corrélations entre différentes stratigraphies et de faciliter l'attribution chronologique des couches.

La sédimentologie permettrait également de préciser les caractéristiques de certains épisodes climatiques identifiés d'après la palynologie

et serait apte à l'identification des oscillations climatiques mineures, non enregistrées par l'analyse pollinique (Hoyos Gómez 1995; Laville *et al.* 1985; Laville & Marambat 1993). La fiabilité du cadre chronostratigraphique établi d'après l'étude de nombreux sites autoriserait même une mise en question de certaines datations radiométriques ne s'accordant pas avec ce cadre (p.e. Boyer-Klein 1984).

La grande majorité des préhistoriens espagnols et plusieurs préhistoriens d'autres pays se basent essentiellement sur ces résultats pour leurs reconstitutions paléoclimatiques et corrélations climatiques entre sites (p.e. Alciati *et al.* 1994; Altuna 1992a et b; 1995; Barandiarán Maestu *et al.* 1996; Fortea *et al.* 1987; González Sáinz 1989, 1994, 1995; Moure Romanillo 1990; Straus 1991, 1995a et b; Schmider 1996). González Sáinz (1994: 65) considère même que la sédimentologie fournirait un cadre de référence «par excellence», une sorte d'épine dorsale du cadre chronoclimatique traditionnel. Les autres disciplines seraient plus susceptibles d'apporter des précisions à ce cadre, que de le remettre en discussion.

Cependant, rares sont les préhistoriens qui semblent avoir conscience des problèmes méthodologique sous-jacents à ces interprétations (pour une remarquable exception cf. Maroto 1992). En effet, plusieurs travaux sur la formation des dépôts dans un système karstique ont montré que les séquences archéologiques de grottes et d'abris-sous-roche sont soumises à des périodes d'érosion et vidange, ainsi qu'à des arrêts dans la sédimentation (Campy 1985, 1990; Campy & Chaline 1993; Texier 1986; Texier & Le Ber 1988). Il a été par exemple estimé que le temps qui est enregistré dans un gisement de ce type peut être inférieur à celui correspondant à la somme des hiatus (p.e. Campy *et al.* 1989). La nature fragmentaire des dépôts karstiques fait que les séquences archéologiques de grottes ne sont pas des bons enregistreurs du passé. Elles n'enregistrent que des instants (tronçons) de celui-ci et, dans les meilleurs des cas, un signal fragmentaire de l'histoire climatique. De plus, puisque la formation des dépôts de grotte est fondamentalement contrôlée par des facteurs locaux (la géomorphologie du site, la nature du calcaire encaissant, la localisation du remplissage dans le réseau karstique, la distance par rapport aux gla-

ciers et le microclimat) (Campy & Chaline 1993), les changements dans les courbes sédimentologiques d'une séquence archéologique peuvent, donc, comme nous le verrons par la suite, répondre à des phénomènes locaux et non à un changement climatique qui est, par définition, un phénomène global (Leroux 1988, 1993).

L'application de la sédimentologie dans un but de reconstitution paléoclimatique a été remise en question à plusieurs reprises (Colcutt 1979; Farrand 1982; Maroto 1992; Texier 1990; Campy, 1990; Van Steijn *et al.* 1995). D'une part, les critères interprétatifs qu'elle emprunte n'ont jamais été validés par un référentiel actuel. D'autre part, de nombreuses recherches sur les processus de formation de dépôts ont montré que les critères utilisés pour identifier des changements climatiques, d'après l'analyse sédimentologique des grottes, ne peuvent plus être retenus. Par exemple, et contrairement aux idées communément acceptées par bon nombre de préhistoriens, la genèse des dépôts fortement hétérométriques composés principalement de fragments de roches calcaires associés à des sédiments sablo-limoneux, typiques de dépôts d'entrée de grottes et d'abris sous-roche, ne nécessite pas obligatoirement des climats très froids. Certains peuvent même s'édifier en période tempérée (Campy 1990; Texier 1986; Texier & Le Ber 1988). La formation de ces fragments dépend de la température de congélation de la roche-mère qui, elle-même, dépend des caractéristiques physiques des roches calcaires et de leur degré d'imbibition. La température déclenchant ce phénomène varie donc, selon le type de roche-mère, les conditions stationnelles et nécessite des précipitations suffisantes (Le Ber & Oter-Duthoit 1987). D'autres études sur l'ébouilisation en contexte périglaciaire actuel et ancien montrent que les taux de sédimentation d'origine cryoclastique ne présentent aucune relation directe avec le climat: des lits de 20 cm d'épaisseur peuvent se déposer en une saison si les conditions géomorphologiques et lithologiques sont favorables (Hétu 1989). D'autres études, cette fois réalisées sur les dépôts de la grotte d'Iritegi (Guipúzcoa), montrent que les «gélifrac» semblent être produits par un phénomène de subsidence karstique et non par une détérioration climatique (Ugarte *et al.* 1986). De même, des études expérimentales sur les calcaires des Charen-

tes, soumis à plusieurs cycles de gel et dégel, montrent une grande variabilité dans la taille des débris obtenus selon le type de calcaire (Guillien & Lautridou 1974). Ces cycles produisent des fractions grossières mais également des poudres et des sables dans les calcaires du Petit Montbron, ces fractions fines étant moins abondantes dans les calcaires provenant de Sonnevile. Enfin, d'autres études expérimentales conduisent à privilégier le rôle du facteur biologique, par rapport au climat, sur la genèse des faciès d'altération de fragments carbonatés en grotte et abris sous roche (Courty 1986).

En somme, ces études indiquent que si, en dépit d'une sédimentation fragmentaire, les gisements de grottes ont conservé quelques signaux des variations climatiques, nous ne possédons pas de clef interprétative pour décoder ce signal et distinguer le facteur climatique d'autres facteurs liées aux mécanismes de mise en place du dépôt (à la nature de la roche ...). Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de critères univoques pour interpréter un changement dans la sédimentation comme étant le résultat d'un changement climatique. Etablir des corrélations entre sites éloignés de plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de kilomètres, situés, qui plus est, dans des formations géologiques différentes, et ceci sur la base d'interprétations paléoclimatiques issues d'analyses sédimentologiques, n'est plus considéré par un grand nombre de géologues du quaternaire, comme une démarche pouvant apporter des résultats fiables. Un cadre chronoclimatique régional établi sur de telles corrélations comporte des risques majeurs pour l'archéologue: il constitue la source potentielle d'attributions chronologiques abusives et, de ce fait, devient la cause de faux problèmes archéologiques (cf. pour un exemple récent d'une telle démarche Barandiarán Maestu *et al.* 1996).

C'est en prenant acte de cet échec que des recherches expérimentales sont menées dans le but de mieux comprendre les mécanismes de mise en place des dépôts, afin d'élaborer des modèles interprétatifs applicables à l'étude des dépôts de grottes (p.e. Courty 1986; Le Ber & Oter-Duthoit 1987; Ozouf 1987; Van Steijn *et al.* 1995). Cependant, nous sommes encore loin de posséder un référentiel exhaustif et encore plus loin de voir son application à l'étude des remplissages de grottes.

### 3. L'apport de la macrofaune à la reconstitution du climat

Selon González Sáinz (1994: 60-61), l'étude des restes fauniques confirmerait les informations paléoclimatiques fournies par la sédimentologie et par la palynologie. De ce fait, ma révision critique des données palynologiques et le résultats de mes nouvelles analyses, seraient contredits par un ensemble cohérent d'informations obtenues d'après des disciplines indépendantes.

Toutefois, il est bien connu que la macrofaune issue de gisements archéologiques constitue un mauvais indicateur climatique et cela pour plusieurs raisons (p.e. Poplin 1977; Delpech 1983). D'une part, les spectres fauniques sont rarement composés des espèces animales très exigeantes du point de vue écologique, et qui, sont donc de bons indicateurs climatiques. La plupart des espèces conservées dans ces dépôts, en particulier ceux datés du Tardiglaciaire, sont eurhythmes, c'est-à-dire, qu'ils s'adaptent à plusieurs conditions climatiques et peuvent occuper différents biotopes. D'autre part, l'adoption de nouvelles stratégies de chasse peut engendrer un changement dans le spectre faunistique sans faire appel à un changement climatique. De même, des variations dans le mode d'habitat, permanent ou saisonnier, ou le type d'habitat fouillé, peuvent déterminer des modifications dans les associations d'herbivores. La position orographique du gisement semble influencer, plus que le climat, le type de spectre faunique. Enfin, nous ne disposons pas de référentiels actuels fiables ni de méthodes nous permettant de déduire des informations paléoclimatiques précises à partir d'ensembles fauniques composés de macro-mammifères pleistocènes. Plusieurs essais de quantification des paléoclimats à partir des associations de mammifères et d'oiseaux ont été élaborés (p.e. Bonifay 1982; Vilette 1983; Montuire 1994; Griggo 1995). Cependant, ces méthodes n'ont donné, à ce jour, que des résultats préliminaires. De plus, aucune de ces méthodes n'a encore été appliquée aux assemblages fauniques de la région cantabrique.

Dans un récent travail, Altuna (1992a) s'oppose à toute remise en question du cadre chronoclimatique traditionnel. Selon cet auteur, la révision des données fauniques, sédimentologi-

ques et palynologiques de la côte cantabrique confirmerait, en contradiction avec mes propres résultats et avec les reconstitutions paléoclimatiques issues des séquences continentales, marines et glaciaires, l'existence de plusieurs changements climatiques entre 21.000 et 13.000 ans BP.

Cependant, l'essai de synthèse réalisé par cet auteur révèle une évidente contradiction. En dépit de l'objectif affiché, réviser l'évolution climatique sur la base des données fauniques, Altuna utilise nullement ces données pour tirer des conclusions sur l'évolution climatique. Au contraire, il déclare même que la faune issue des gisements archéologiques de cette région n'offre pas de renseignements pour déduire des changements climatiques (Altuna 1992a: 21 et 1992b: 22, 1995: 79-80).

De ce fait, pour esquisser l'évolution climatique de la côte cantabrique au Paléolithique supérieur, Altuna se base exclusivement sur les analyses sédimentologiques et palynologiques en grotte, analyses qu'il n'a jamais pratiqué personnellement et dont il ignore à l'évidence les contraintes méthodologiques et la problématique générale. Aucune remarque n'est adressée à la démarche interprétative qui m'a amenée à remettre en question ce système et aux résultats de mes propres analyses. De plus, Altuna semble ignorer que des études paléoclimatiques d'envergure sont menées, depuis un certain temps, en dehors des grottes. De ce fait, il n'étend nullement sa réflexion aux contradictions qui existent entre le cadre chronoclimatique auquel il adhère et les reconstitutions paléoclimatiques offertes par les séquences non anthropiques. Ainsi, la révision des données paléoclimatiques se réduit à un travail de compilation, dans lequel l'auteur se limite à accepter de manière acritique l'ensemble des résultats fournis dans le passé par la palynologie et la sédimentologie. En somme, selon cet auteur, les résultats de mes analyses et mes réinterprétations ne devraient pas être acceptées, ni même discutées, pour la seule raison de leur contradiction avec un système qu'il considère comme définitivement établi.

En conclusion, la critique de González Sáinz, Hoyos et Altuna, selon laquelle mes interprétations palynologiques doivent être rejetées, car en contradiction avec un cadre chronoclimatique se basant à la fois sur la sédimentologie, la faune et la palynologie, ne peut donc pas être re-

tenue. La présumée bonne concordance des résultats de ces trois disciplines est un mythe largement entretenu par une méconnaissance des limites de validité de la sédimentologie, de la faune et par un manque d'analyse critique des données palynologiques issues des grottes.

#### 4. Le cadre chronoclimatique traditionnel est-il encore valable?: l'apport de la palynologie

La sédimentologie de gisements en grotte ne semble pas fournir, à l'heure actuelle, de renseignements climatiques fiables, ni permettre, sauf cas de forte contiguïté, des corrélations entre sites. La macrofaune issue de ces gisements, pour sa part, enregistre des changements climatiques majeurs (Glaciaire-Interglaciaire) mais n'offre que des informations limitées pour l'identification des changements mineurs (stadiaire-interstadiaire). Dans ce contexte, quelle est la place de la palynologie dans la reconstitution paléoclimatique?

La palynologie des séquences archéologiques en grotte débute avec les analyses menées par Arlette Leroi-Gourhan à Isturitz (Leroi-Gourhan 1959) et à El Pendo (publiée vingt ans plus tard, Leroi-Gourhan 1980a). Dès les années 60 des études semblables se multiplient en Europe et, notamment, en France (p.e. Leroi-Gourhan 1967; Leroi-Gourhan & Leroi-Gourhan 1964; Leroy 1988; Leroy & Leroi-Gourhan 1983) et en Espagne dans la région cantabrique (p.e. Boyer-Klein, 1976, 1981, 1985; Dupré 1988; Leroi-Gourhan 1986; López 1981a et b, 1982). Le but affiché est celui d'établir «une séquence climatique permettant de situer avec précision les différentes industries sur une échelle chronologique» (Leroi-Gourhan 1968: 123). Les principes qui guident cette démarche (Leroi-Gourhan 1968, 1980b; Leroi-Gourhan & Renault-Miskovsky 1977) peuvent être ainsi résumés:

1. Les séquences archéologiques en grotte, et en l'occurrence, les diagrammes polliniques issus de ces séquences, offrent un bon enregistrement de l'évolution de la végétation et du climat.

2. Par leur nature, les séquences archéologiques détecteraient des changements climatiques locaux et des microclimats, interprétés comme des phénomènes climatiques peu inten-

ses et de courte durée qui seraient masqués dans les séquences climatiques globales (cf. également Leroi-Gourhan 1966; González Sáinz 1994). Du fait de leur sensibilité d'enregistrement, les grottes permettraient d'élaborer une histoire du climat plus détaillée, et pour cette raison quelque peu différente, de celle des séquences non anthropiques.

3. L'étude pluridisciplinaire des gisements en grotte (études de pollen, sédiment, faune, industrie, et les datations C14) permet de retracer cette histoire climatique et de créer un cadre chronoclimatique valable à l'échelle régionale mettant en rapport les industries et les phases climatiques.

4. L'attribution chronoclimatique des spectres polliniques se fait à la lumière des résultats des autres disciplines participant à l'étude du site (sédimentologie, industrie, faune...) (cf. également Renault-Miskovsky 1972).

Nous allons examiner en détail les implications de ces principes ainsi que les dangers majeurs qu'ils comportent pour l'interprétation des données polliniques et, plus généralement, pour l'étude des sites paléolithiques.

#### 5. Critique des principes de la «palynologie archéologique»

##### *Séquences archéologiques et enregistrement climatique (principe 1)*

Le principe selon lequel les diagrammes polliniques issus des séquences archéologiques de grottes reflèteraient de façon systématique l'histoire de la végétation et du climat, ne peut pas être accepté. Le contenu pollinique d'une couche n'est pas nécessairement contemporain du moment de sa mise en place (Coûteaux 1977). Les modes de mise en place du dépôt pouvant changer au cours de la formation du remplissage, le contenu pollinique des couches ne peut pas être interprété comme le reflet d'une arrivée constante de pollens au cours d'une sédimentation continue. Successivement aux dépôts des couches, le contenu pollinique de celles-ci est soumis à des processus taphonomiques variés (conservation différentielle des pollens, percolation, etc...) qui vont introduire des biais dans les spectres polliniques. En somme, il est évident que les



spectres polliniques issus des grottes sont le résultat d'un ensemble complexe de phénomènes et que le climat ne représente, dans le meilleur des cas, qu'un de ces phénomènes. Contrairement à l'énoncé du principe en question, il n'existe aucune raison pour que les spectres polliniques issus des grottes soient nécessairement le reflet d'un type de végétation et de climat. C'est, comme nous le verrons, l'étude de la taphonomie pollinique en grotte, étude insuffisamment développée jusqu'à ce jour, qui peut identifier les facteurs jouant un rôle dans la création des ensembles polliniques et établir si ces derniers peuvent être considérés représentatifs de la pluie pollinique contemporaine à la mise en place du dépôt.

#### *Le mythe des climats «locaux» (principe 2)*

L'idée selon laquelle les séquences archéologiques enregistreraient des changements climatiques «locaux», qui ne seraient pas discernables dans les séquences globales non anthropiques, doit également être rejetée. Il est bien connu que les changements climatiques sont la conséquence des variations de l'orbite terrestre (Milankovitch 1941; Imbrie *et al.* 1993). Tout changement climatique, interstade, stade, glaciaire ou interglaciaire, a donc une origine globale (Leroux 1988: 117): «*Les phénomènes observés à des latitudes différentes, des régions polaires jusqu'au voisinage de l'Equateur, nous rappellent, qu'au delà des différences d'intensité ou des particularités zonales et régionales, les variations climatiques sont synchrones et globales*». De ce fait, les changements climatiques observés localement sont le reflet de la variabilité climatique générale de la planète. Il n'existe pas différentes histoires du climat mais une seule histoire produisant des effets différents selon les aires géographiques. La reconstitution de l'histoire du climat fait appel actuellement à plusieurs enregistrements sédimentaires de haute résolution (continental, marin, glaciaire) caractérisés par une sédimentation continue. Chacun de ces enregistrements dispose de plusieurs indicateurs climatiques (foraminifères, dinoflagellés, insectes, isotopes, pollen, susceptibilité magnétique...) qui permettent une résolution optimale pour l'étude des changements climatiques: cent à deux cent ans (Shackleton *et*

*al.* 1990). Les résultats offerts par ces indicateurs sont comparables et révèlent, de façon générale, la même histoire climatique (Bond *et al.* 1993; Cortijo *et al.* 1995; Thouveny *et al.* 1994; Watts *et al.* 1996). De plus, ces enregistrements ont permis l'identification de changements climatiques peu intenses et de faible durée (environ 500 ans) (Johnsen *et al.* 1992). Il ne fait aucun doute que si la palynologie des sédiments archéologiques était capable d'identifier des changements climatiques faibles et/ou de courte durée, ces mêmes changements devraient être détectés par au moins certains indicateurs climatiques des séquences non anthropiques.

En conclusion, il n'existe actuellement aucune raison pour penser que les séquences archéologiques enregistrent le climat «local» de façon plus détaillée que les séquences non anthropiques. Il apparaît, par contre, que par la profusion d'indicateurs climatiques, ces dernières séquences s'avèrent les meilleurs archives de l'histoire du climat<sup>2</sup>.

#### *L'histoire «locale» de la végétation ou le mythe de l'île heureuse (principe 2)*

Certains palynologues et préhistoriens (p.e. González Sáinz 1994; Renault-Miskovsky & Leroi-Gourhan 1981) soutiennent que l'évolution de la végétation et du climat reconstituée à partir des tourbières n'est pas comparable à celle issue des grottes car la végétation proche de ces dernières serait conditionnée par des facteurs locaux (altitude, orientation, type de sols, humidité...). La différente localisation de ces deux types de sé-

<sup>2</sup> La plupart des palynologues travaillant sur les séquences archéologiques expliquent les contradictions entre les séquences non anthropiques et le cadre chronoclimatique traditionnel en affirmant que les séquences archéologiques détecteraient surtout des changements climatiques locaux, indiscernables au niveau global. Il est surprenant de voir ces mêmes auteurs argumenter par ailleurs leur propos en affirmant que les changements climatiques identifiés dans les grottes ont une valeur globale: «*Beaucoup de points restent à éclaircir pour suivre la suite et l'évolution complète des phases climatiques du Würm récent et du Tardiglaciaire mais, petit à petit, certaines oscillations se confirment: Hengelo-Les Cottés, Tursac, Lascaux. Il est assez plaisant de s'apercevoir maintenant que toute l'Europe les a connues et qu'il est possible de les retrouver jusque sur les rives du Dniestr en Ukraine!*» (Renault-Miskovsky & Leroi-Gourhan 1981: 126).

quences, les tourbières et lacs, situés à haute altitude, et les grottes, à basse altitude et près de la mer, empêcherait également de corréliser leurs résultats.

Cependant, les facteurs locaux auxquels González Sáinz fait appel pour justifier un enregistrement pollinique différent entre les séquences archéologiques et les séquences non anthropiques ne peuvent pas être retenus. Chaque lac ou tourbière, comme chaque grotte, est affecté par des conditions locales qui vont engendrer des différences dans le contenu de la pluie pollinique. Toutefois, et en dépit de ces différences, tous les diagrammes polliniques issus des séquences non anthropiques offrent, à l'échelle régionale, la même histoire de la végétation et du climat. De nombreuses études telles que celles réalisées sur le centre-nord de l'Espagne (Peñalba 1989, 1994), le Massif Central (de Beaulieu *et al.* 1984; Reille 1990), les Pyrénées occidentales (Reille & Andrieu 1991) et les Pyrénées orientales (Reille & Lowe 1993), auxquelles González Sáinz ne semble pas être familier malgré son apparent intérêt pour l'évolution climatique, montrent que, d'une façon générale, les événements botaniques à l'intérieur d'une région donnée sont synchrones. À l'exception de quelques faits concrets liés à la nature du site analysé et à sa situation, le même type de succession de végétation se répète pour les mêmes époques dans toutes les séquences analysées. C'est en constatant cela que Reille (1990: 179) a introduit la notion de région historicobiogéographique en la définissant comme «*toute aire dans laquelle le début des courbes des taxons arboréens constitue un événement botanique synchrone. Dans une telle région cet événement est un excellent marqueur d'une époque. C'est pourquoi la datation de tels événements botanique est recherchée par les pollenanalystes*». Par exemple, dans la Cordillère Ibérique, la comparaison du diagramme pollinique de Las Pardillas (Sánchez Goñi & Hannon sous presse) avec celui de Quintanar de la Sierra (Peñalba 1994) montre quelques différences entre ces deux séquences. Du fait de la différente orientation et altitude des deux sites, Quintanar (1470 m s.n.m.) face au sud et las Pardillas (1850 m s.n.m.) face au nord, le diagramme de ce dernier site suggère une végétation avec un «cachet» plus océanique, caractérisée par une

meilleure représentation de taxons tels que *Quercus caducifolié Corylus, Taxus, Ilex, Fraxinus, Ulmus*, par rapport à celle des alentours de Quintanar. Toutefois, ces différences mineures ne masquent pas la succession générale de la végétation typique du centre-nord de l'Espagne à l'Holocène, qui reste la même dans les deux diagrammes (fig. 2). Cette même succession s'observe, de manière répétitive dans d'autres séquences de cette région, par exemple à Saldropo (Vizcaya), Belate (Navarre), Los Tornos (Cantabria) (Peñalba 1994), El Hornillo (Cordillère

ans B.P.	Centre-nord de l'Espagne
2.000	<b>Juglans, Castanea</b>
3.000	<b>Fagus</b>
4.000	
5.000	<b>Quercus, Corylus Ainus, Fraxinus, Tilia, Taxus</b>
6.000	
7.000	
8.000	<b>Quercus, Corylus, Ulmus</b>
9.000	
10.000	<b>Quercus Pinus Betula Juniperus</b>

FIG. 2. Succession de la végétation au cours de l'Holocène dans le centre nord de l'Espagne.

Ibérique) (Gómez-Lobo Rodríguez 1993). Pour l'Holocène, donc, le centre-nord de l'Espagne peut être considéré comme une «région historico-biogéographique». Plusieurs séquences tourbeuses et lacustres de la région cantabrique sont situées, comme les grottes, à basses et moyennes altitudes, comme par exemple Le Moura (40 m s.n.m.), l'Estarrès (386 m s.n.m.), Atxuri (500 m s.n.m.), Saldropo (625 m s.n.m.); certaines se trouvent près de la mer (p.e. Le Moura). Si, toutes les séquences lacustres et tourbeuses d'une même région, indépendamment de leur altitude, orientation, distance de la mer, reflètent la même histoire de la végétation, est-t-il concevable que chaque grotte de la même région puisse offrir une histoire différente et alternative à celle observée dans ces séquences?

Une autre raison, avancée par González Sáinz (1994) et partagée par González Morales (1992), qui rendrait difficile la comparaison entre grottes et tourbières serait la moindre fiabilité des datations C14 obtenues dans ces derniers sites. Cependant, aucune argumentation ou référence bibliographique n'est présentée à l'appui de ce propos. Il est donc difficile de savoir sur quoi se basent ces auteurs pour remettre en question les datations des séquences tourbeuses. Par définition, la tourbe est constituée de matière organique végétale, un milieu idéal pour des datations C14.

En somme, et contrairement aux convictions de González Sáinz, les diagrammes polliniques issus des séquences archéologiques peuvent, et doivent, être comparés avec les séquences non anthropiques. Les études sur l'arrivée du pollen en grotte (p.e. Burney & Pigott Burney 1993) montrent que les spectres polliniques de l'entrée et de la partie moyenne de ces sites ne sont pas sensiblement différents de ceux de l'extérieur. En principe, donc, les grottes devraient, en absence de processus taphonomiques importants, enregistrer l'évolution de la végétation et du climat régionaux de manière comparable aux séquences lacustres et tourbeuses. Si cela ne se produit pas, les raisons sont à rechercher dans des processus post-dépositionnels produisant des distorsions de différente nature dans le diagramme pollinique.

### *L'approche pluridisciplinaire: mythe et réalité (principes 3 et 4)*

L'approche pluridisciplinaire, préconisée par Arl. Leroi-Gourhan et, traditionnellement employée dans l'étude paléoclimatique des séquences archéologiques, a déjà fait l'objet de plusieurs remarques méthodologiques (Coûteaux 1977; Sánchez Goñi, 1993b, 1994a et b).

Cette démarche, largement répandue chez les palynologues travaillant sur des séquences archéologiques (p.e. Renault-Miskovsky 1972)<sup>3</sup> et acceptée par des nombreux préhistoriens (p.e. Altuna 1992a; González Sáinz 1994)<sup>4</sup>, implique deux étapes. Dans un premier temps, le contexte archéologique, les datations C14 ou l'étude géologique, permettent une attribution préliminaire des spectres polliniques à un moment du Pléistocène supérieur. Par la suite, une attribution chronologique plus précise de ces spectres est proposée en les recalant dans un système de phases climatiques successives, préalablement établies (cadre chronoclimatique traditionnel).

Le rôle joué par ces phases dans l'attribution chronologique des spectres polliniques est capital. Toute attribution chronologique d'un diagramme pollinique dépend de l'identification d'au moins une de ces phases.

<sup>3</sup> A ce propos, J. Renault-Miskovsky (1972) écrit: «les résultats de l'analyse pollinique seront toujours interprétés à la lumière de ceux obtenus par toute une équipe de chercheurs».

<sup>4</sup> Selon González Sáinz (1994), le caractère pluridisciplinaire des analyses «paléoclimatiques» menées dans les grottes garantirait une plus grande cohérence des résultats. Cependant, l'idée selon laquelle cette pluridisciplinarité manquerait à l'étude des séquences lacustres ou tourbeuses, où on ne ferait que de la palynologie, révèle une connaissance très partielle des recherches en paléoclimatologie. En réalité, les séquences non anthropiques sont actuellement étudiées avec une approche pluridisciplinaire (*proxy*), c'est-à-dire, utilisant différents indicateurs climatiques (analyse des restes d'insectes, des macrorestes végétaux, des microcharbons, perte-à-feu, ...) (Pons 1991; Sánchez Goñi 1996b). Différents types d'analyses sédimentologiques contribuent à la compréhension de la mise en place des dépôts (mais pas forcément de l'évolution climatique de la région). Ces techniques ont été encore peu appliquées à des sites espagnols par manque de spécialistes. Cependant, l'étude pluridisciplinaire de la séquence lacustre de las Pardillas (Sánchez Goñi & Hannon sous presse) a mis récemment en évidence l'intérêt de ce type d'études pour comprendre l'histoire climatique et la complexité de la zonation altitudinale dans le développement de la végétation à l'Holocène dans la Cordillère Ibérique.

Cependant, la première étape de la démarche « pluridisciplinaire » comporte des problèmes interprétatifs majeurs, rarement abordés par les chercheurs qui l'ont appliquée. Les préhistoriens doutent souvent quant à l'attribution culturelle des ensembles industriels et ont généralement plus confiance dans les datations C14 et dans les résultats des études pluridisciplinaires menées dans leurs gisements pour affiner leur attribution. Dans certains cas, l'attribution culturelle des restes archéologiques se base exclusivement sur les datations radiométriques. C'est le cas, comme il l'a été observé par Corchón (1994), de certains niveaux mal définis, probablement magdaléniens ou périgordiens, qui ont été assimilés au Solutréen. Dans d'autres cas, les marges d'erreur des datations absolues recoupent plusieurs faciès culturels. Tel est le cas, par exemple, du Magdalénien supérieur, du Magdalénien final et de l'Azilien (Barandiarán 1988; González Sáinz 1989). De plus, comme nous venons de le montrer, ils n'existent pas de critères sédimentologiques ou fauniques suffisamment fiables permettant de relier des couches archéologiques à des périodes chronoclimatiques particulières du Pléistocène supérieur.

En somme, la première étape de cette démarche masque le danger évident de tomber dans un raisonnement circulaire. Les spectres polliniques sont attribués à une phase chronoclimatique en se basant sur les industries, les datations, la sédimentologie, mais on fait successivement appel à l'attribution chronologique de ces mêmes spectres pour préciser la chronologie des couches archéologiques et, même, comme il a été souvent fait, pour remettre en doute les datations C14 (p.e. Boyer-Klein 1984) ou l'attribution culturelle des industries (Barandiarán Maestu *et al.* 1996)<sup>5</sup>.

Quant à la deuxième étape de la démarche « pluridisciplinaire », elle se base sur deux hypothèses fragiles. La première est que les phases cli-

<sup>5</sup> González Sáinz (1994) conclut son récent travail de révision des données chronoclimatiques pour la fin du Paléolithique supérieur cantabrique en affirmant que, contrairement à la démarche suivie par Sánchez Goñi, il serait plus intéressant d'établir un cadre chronoclimatique régional élaboré en suivant une démarche pluridisciplinaire semblable à celle suivie par Laville (Laville *et al.* 1983). Cependant, aucun des auteurs qu'il cite ne souscriraient aujourd'hui à une telle approche (p.e. Delpech *et al.* 1994; Rigaud 1996).

matiques constituant le squelette du cadre chronoclimatique traditionnel pour le Paléolithique supérieur, les interstades de Hengelo, Les Cottés, Arcy, Kesselt, Tursac, Laugerie, Lascaux, Angles-sur-l'Anglin et Pré-Bölling ainsi que la phase stadiaire du Dryas II, ont effectivement existé. La deuxième est que ces oscillations sont effectivement datées de l'époque qui leur est attribuée.

## 6. Les interstades du système chronoclimatique traditionnel

Les interstades contemporains du Paléolithique supérieur jouent depuis trois décennies un rôle fondamental dans l'attribution chronologique des technocomplexes du Paléolithique supérieur en Europe centrale et occidentale.

La prise en compte de ces changements climatiques aurait même permis d'établir un synchronisme entre différents faciès culturels, mais également de reconstituer des mouvements de populations. Selon Boyer-Klein (1984), par exemple, Le Solutréen cantabrique serait contemporain du Magdalénien inférieur français car les deux technocomplexes se développeraient dans l'interstade de Lascaux. En comparant les diagrammes palynologiques de plusieurs sites, Leroyer *et al.* Leroy-Gourhan (Leroyer 1988; Leroyer & Leroy-Gourhan 1983) suggèrent que le Châtelperronien et l'Aurignacien sont contemporains car ces deux technocomplexes se situeraient, sur la base de la palynologie, au sein de l'interstade de Les Cottés, de la phase stadiaire qui suit cet interstade et, de l'interstade d'Arcy. Ces comparaisons indiqueraient, également, que les aurignaciens se seraient répandus du sud vers le nord-ouest, parallèlement au recul vers des régions plus septentrionales des derniers châtelperroniens.

Quelle valeur accorder au cadre chronoclimatique à base palynologique, établi par Arl. Leroy-Gourhan et aux hypothèses qui en découlent? Nous allons montrer ici que ce cadre est à revoir et que l'existence même de ces interstades doit être remise en question.

En effet les diagrammes polliniques qui auraient permis l'identification de ces interstades dans les sites éponymes ne présentent pas les caractères généralement acceptés pour identifier de telles améliorations climatiques. Plusieurs raisons

méthodologiques, stratigraphiques, chronologiques, s'opposent également à ces identifications. De plus, les identifications de ces interstades postérieurement à leur «découverte» prêtent à discussion.

Le terme interstade a été défini au début du siècle par les palynologues comme une période d'amélioration climatique courte et/ou peu intense ne permettant pas le développement d'une forêt caducifoliée dans le nord de l'Europe (Jessen & Milthers 1928; West 1972). Par la suite, la signification de ce terme a été élargie de manière à englober toute amélioration climatique enregistrée par n'importe quel indicateur du climat (West 1984). En ce qui concerne la palynologie, des recherches récentes ont montré qu'un interstade, ou le début d'un interglaciaire, est généralement exprimé par la succession *Juniperus/Betula/Pinus* dans les diagrammes polliniques de l'Europe occidentale, tant dans la région eurosibérienne (p.e. Bohncke *et al.* 1988; Kolstrup 1991; Usinger 1984; Van Geel *et al.* 1989; Walker & Harkness 1990; Woillard 1978), que dans la partie occidentale de la région méditerranéenne (p.e. de Beaulieu *et al.* 1994; Jalut *et al.* 1992; Pérez-Obiol & Julià 1994; Reille 1990). Cette succession reflète, sur la base des données de la pluie pollinique actuelle, une colonisation successive de plantes qui forment, à la fin de l'interstade, une toundra à arbrisseaux dans le nord de l'Europe, et une forêt de type boréal (notamment *Betula*, *Pinus*, *Picea*) dans l'Europe moyenne; ce même type de forêt étant mélangé à des éléments mésophiles (*Quercus* notamment) dans le sud de l'Europe. Pour identifier un interstade en Europe moyenne et méditerranéenne occidentale, le diagramme pollinique doit donc enregistrer une succession de végétation *Juniperus/Betula/Pinus*, au détriment de plantes de milieux ouverts (*Artemisia*, *Poaceae*...), et, cela, associé à la présence de quelques arbres mésophiles (*Quercus*, *Acer*, *Corylus*), les pourcentages du pollen arboréen étant généralement supérieurs à 20%. Pendant un interstade une succession d'essences arboréennes pionnières (*Juniperus*, *Betula*, *Pinus*) colonisent les sols pauvres en végétation caractéristiques de la phase stadiaire précédente. Les essences ligneuses exigeantes du point de vue écologique comme *Quercus*, *Corylus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Taxus*, *Tilia*, *Ilex*, *Carpinus* ou *Hedera*, ne peuvent pas s'installer dans un terrain qui n'a pas été préparé avant

par des taxons pionniers. Certaines de ces essences se développent en premier comme il est le cas de *Quercus* et *Corylus*. Les autres, s'installent plus tard quand le climat ou d'autres facteurs (évolution des sols, compétition entre espèces, distance par rapport aux zones refuges...) le permettent. L'augmentation de la température et/ou de l'humidité au début d'un interstade déclenche cette dynamique de la végétation mais sa durée et/ou son intensité n'est pas suffisante pour produire une diversification d'essences arboréennes comme celle produite pendant un interglaciaire. En d'autres termes, l'interstade apparaît dans un diagramme palynologique comme un interglaciaire tronqué.

Or, aucun des diagrammes dans lesquels les «interstades» du Paléolithique supérieur auraient été identifiés ne montre les caractéristiques polliniques décrites ci-dessus (Sánchez Goñi 1991, 1993a et b, 1994a et b, sous presse). Certains de ces interstades, comme ceux de «Arcy», «Tursac», «Laugerie» et du «Pré-Bölling» (Leroi-Gourhan & Leroi-Gourhan 1964; Leroi-Gourhan 1967, 1968, 1980b et c), ont été établis d'après des spectres qui présentent quelques pollens d'arbres mésothermophiles à l'intérieur de spectres dominés par les pollens des plantes herbacées. Dans ces spectres les fréquences du pollen arboréen sont très basses, aux alentours de 10%, et dominées par *Pinus*, taxon non exigeant du point de vue écologique. Sur la base des études de la pluie pollinique actuelle (p.e. Peterson 1983; Prentice 1978; Wright *et al.* 1967), ce type de spectres traduisent, pour le Pléistocène, des formations ouvertes développées sous des conditions froides et/ou arides. D'autres interstades comme ceux de «Les Cottés» et de «Angles-sur-Anglin» (Bastin 1975; Bastin *et al.* 1976) ont été identifiés d'après des spectres qui présentent les caractères typiques des spectres interglaciaires. Ils sont composés par une grande diversité de taxons arboréens, parmi lesquels des arbres tels que *Fraxinus*, *Ulmus*, *Hedera*, *Carpinus*, nécessitant une recolonisation par des espèces pionnières et des conditions de température et d'humidité élevées pour se développer. Ces spectres ne traduisent donc pas des conditions interstadières. Nous avons déjà montré (Sánchez Goñi 1994a) que la raison de cette apparente contradiction doit être recherchée dans une attribution chronologique erronée des couches en question. Les inventeurs

de l'«interstade» de Les Cottés (Bastin *et al.* 1976) semblent ignorer les doutes émis par les auteurs des datations C14 (Vogel & Waterbolk 1967) qui mettent en garde sur la possibilité d'un fort rajeunissement des âges réels. En conséquence, il est probable que les spectres polliniques du soi-disant interstade de Les Cottés, situés à la base de la séquence, traduisent des conditions interglaciaires correspondant aux améliorations climatiques Saint-Germain I ou II ou même à l'Eémien.

L'interstade d'Angles-sur-l'Anglin, daté à 14.160 BP (Bastin 1975), se situerait entre «l'interstade de Lascaux» (17.000-16.000 BP) et «l'oscillation de Pré-Bölling» (14.850-13.950 BP). Cependant, il est bien connu que la durée attribuée à cet «interstade», inférieure à 1000 ans, n'est pas suffisante pour permettre le développement de la forêt de feuillus enregistrée par ces spectres. L'étape finale de la succession de végétation propre à l'interstade du Tardiglaciaire (13.000-11.000 BP), par exemple, est caractérisée, en Europe occidentale, par une végétation forestière à bouleaux et pins enrichie en *Quercus* dans le sud de l'Europe (Bohncke *et al.* 1988; de Beaulieu *et al.* 1994). Cela indique que deux mille ans d'amélioration climatique ne suffisent pas, au cours d'une période glaciaire, pour engendrer, en Europe occidentale, la diversification arboréenne que l'on observerait à Angles-sur-l'Anglin. Si on considère, comme nous le ferons par la suite, qu'aucune trace de cette amélioration climatique, comme d'autres discutées ici, ne se rencontre dans les séquences lacustres, tourbeuses, marines et glaciaires, il semble plus raisonnable d'interpréter les spectres de Angles-sur-l'Anglin comme le résultat d'un processus taphonomique encore à déterminer.

L'interstade de «Lascaux» (Leroi-Gourhan & Girard 1979) prête à deux remarques majeures: l'une méthodologique, l'autre interprétative (Sánchez Goñi 1991, 1993b, 1994a et b, sous presse). Les échantillons qui ont servi à l'individualisation de cet interstade proviennent de deux secteurs différents de la grotte. La plupart des échantillons (19 à 16) ont été prélevés, comme tous ceux qui complètent le diagramme, au Seuil de la grotte. Deux échantillons (21 et 20) sont issus du Passage (Passage 1 et Passage 4). L'inclusion des spectres 21 et 20 au sein des spectres attribués à l'interstade repose, selon les auteurs, sur des raisons stratigraphiques et palynologi-

ques. Les raisons stratigraphiques semblent faibles: «Dans le Passage (...) la sédimentation a été très faible et le tassement dû au piétinement aidant, l'épaisseur du sol magdalénien fut réduite à quelques centimètres» (Leroi-Gourhan & Girard 1979: 75). Dans le lieu de provenance des autres échantillons du diagramme (Seuil), l'industrie magdalénienne s'étale sur une hauteur d'un mètre environ. De plus, les sédiments dans le Seuil sont caractérisés par une fraction grossière importante tandis que dans le Passage l'analyse porte sur des fragments de sol qui ne semblent pas renfermer des gros cailloux. Il semble donc difficile d'évoquer des raisons stratigraphiques pour intégrer les échantillons à la place qui leur a été donnée dans le diagramme. Cette «mise en place» dépend donc essentiellement d'une ressemblance palynologique présumée: «Nous y avons intégré deux échantillons provenant du Passage (Passage 1 et Passage 4). Les comparaisons entre le Seuil et les niveaux d'occupation existant à l'intérieur de la caverne montrent bien qu'il s'agit de la même flore» (Leroi-Gourhan & Girard 1979: 75). L'observation du diagramme montre, au contraire, que plusieurs taxons présents dans les échantillons du Seuil, *Salix*, *Juglans*, *Ligustrum*, *Hedera*, *Ribes*, *Pinus pinaster*, *Clematis vitalba*, manquent dans le Passage et vice-versa: *Abies* et *Fagus* sont identifiés dans le Passage mais ils sont absents dans le Seuil. De plus, la pauvreté pollinique qui caractérise les échantillons 21 et 20 (moins de 100 pollens) n'aurait pas dû conduire à une interprétation écologique. Dans les spectres 19 à 16, le pourcentage de AP est d'environ 40%. *Pinus* (30%) domine suivi par *Quercus* (6%). *Ulmus* et *Juglans* ont une présence sporadique. Les valeurs de *Hedera* oscillent entre 1% et 3%, les Poaceae (20%) et les Cichoriaceae (20-40%) présentant toujours des forts pourcentages. Ces spectres n'enregistrent pas une succession de végétation propre à une recolonisation forestière. Ils sont dominés par les taxons herbacés et le pin. De ce fait ils ne peuvent pas être interprétés comme le reflet d'une oscillation climatique située entre 17.000 et 16.000 ans B.P.

Arl. Leroi-Gourhan aurait identifié, dans plusieurs couches archéologiques datées à environ 28.000 BP, une amélioration climatique qu'elle a corrélée au Sol de Kesselt, identifié pour la première fois dans le stratotype loessique

du même nom en Belgique (Gullentops 1954) et qu'elle nomme depuis «interstade de Kesselt». Cependant, le Sol de Kesselt, interprété par Gullentops comme un paléosol témoin de l'interstade «majeur» de la dernière glaciation, n'avait jamais été daté et attendait encore une étude géologique détaillée. La révision récente de ce stratotype a montré (Juvigné *et al.* 1996) que ce sol correspond à la base du Sol de Rocourt, sol représentant en Belgique l'interglaciaire Eémien. Le sol de Kesselt se serait donc développé il y a environ 125.000 ans. Il ne peut donc pas être considéré contemporain d'une amélioration climatique du Paléolithique supérieur. La nouvelle attribution chronologique de Kesselt ne remet pas en question, en elle-même, les identifications d'un changement climatique daté de 28.000 BP d'après les données polliniques. Cependant, l'identification de cet «interstade» réperé dans plusieurs grottes du sud-ouest de l'Europe, comme par exemple à Morín, Tursac, La Ferrassie, Les Malladetes... (Dupré 1988; Leroi-Gourhan & Renault-Miskovsky 1977; Leroyer & Leroi-Gourhan 1983; Renault-Miskovsky & Leroi-Gourhan 1981) prête aux mêmes remarques interprétatives déjà présentées pour les autres interstades du cadre chronoclimatique traditionnel.

L'interstade de Hengelo représente un cas différent de ceux que nous venons d'examiner. Ce changement climatique a été identifié pour la première fois dans une couche de tourbe située au sein de la séquence non anthropique portant le même nom (Van der Hammen *et al.* 1967). Les spectres polliniques concernés présentent un bon enregistrement d'une recolonisation arboréenne (succession *Juniperus/Betula/Pinus*), ainsi que l'ensemble des caractères qui garantissent la fiabilité des spectres polliniques. Le problème n'est donc pas de remettre en question cette oscillation, qui apparaît bien établie, mais de vérifier si les spectres polliniques attribués à celle-ci à partir d'analyses réalisées en grotte présentent des éléments suffisants pour retenir une telle attribution. Or, à l'opposé, les spectres de grotte qui sont assimilés à l'interstade de Hengelo ou à un mélange de Hengelo et Les Cottés, prêtent aux mêmes remarques déjà faites pour l'identification des autres interstades. Par exemple, à Morín (Cantabria) (Leroi-Gourhan 1971a), les spectres polliniques d'après lesquels cet interstade aurait

été identifié se caractérisent par une grande pauvreté pollinique (54 grains de pollen en moyenne et une diversité de 11 taxons en moyenne). Cette pauvreté empêche toute interprétation écologique et attribution chronologique. Certains spectres polliniques (p.e. Les Malladetes, Dupré 1988; Renault-Miskovsky & Leroi-Gourhan 1981) ont été attribués à l'interstade de «Hengelo-Les Cottés» auquel les auteurs de ces analyses attribuent un âge compris entre 36000 et 35000 ans BP. Ces mêmes auteurs corrélaient cet interstade avec l'interstade Würm II-Würm III qui aurait été identifié à partir des formations loessiques du bassin de la Seine. Cependant les raisons permettant une telle assimilation n'ont jamais été explicitées. En tout cas, elles ne semblent pas se baser sur des faits palynologiques, chronologiques ou stratigraphiques (Bastin 1975).

Ce qui paraît encore plus surprenant, c'est que les mêmes auteurs qui considèrent dans certains de leurs travaux ces deux interstades comme contemporains n'hésitent pas à les traiter, dans d'autres, comme des changements climatiques indépendants (Leroi-Gourhan 1989; Renault-Miskovsky 1986). De plus, l'identification de cette amélioration prête aux mêmes remarques faites pour les autres interstades identifiés dans les grottes. A Les Malladetes, par exemple, (Renault-Miskovsky 1986; Dupré 1988) l'interstade de «Hengelo-Les Cottés» a été identifié d'après seulement 3 spectres, composés presque exclusivement par *Pinus* (50-79%) et par les herbacées, notamment Cichoriaceae (50-15%). Une telle évidence constitue une base bien peu solide pour l'identification d'une amélioration climatique.

En somme, la révision des diagrammes palynologiques qui auraient permis l'identification, pour la première fois, des interstades de Les Cottés, Arcy, Tursac, Laugerie, Lascaux, Angles-sur-l'Anglin et Pré-Bölling démontre que ces identifications ne peuvent pas être retenues.

Dans le cas de Les Cottés et d'Angles-sur-l'Anglin, ces interstades ont été identifiés d'après des spectres polliniques interglaciaires attribués de manière erronée au Pléniglaciaire. Dans le cas de Lascaux l'identification s'est basée, entre autre, sur une interprétation abusive de spectres provenant de coupes différentes. Dans les cas de Arcy, Tursac, Laugerie et Pré-Bölling l'identification de l'amélioration climatique s'est faite exclu-

sivement sur la présence sporadique de taxons mésothermophiles dans des spectres nettement herbacés, conséquence probable d'une erreur d'identification, d'une pollution par du pollen non contemporain aux couches, ou encore par la présence lointaine de zones refuges.

#### *L'enregistrement des «interstades» sur la côte cantabrique*

Notre révision (Sánchez Goñi 1991, 1993b, 1994b, sous presse) de l'ensemble des diagrammes palynologiques issus des grottes de la côte cantabrique et de la région méditerranéenne occidentale ainsi que plusieurs nouvelles analyses que nous avons réalisées dans la première région confirment la remise en question de ces oscillations. Comme dans plusieurs sites éponymes, ces identifications se basent souvent sur la présence sporadique de taxons méso-thermophiles dans des spectres nettement herbacés (pourcentage de pollens arboréen inférieur à 20%). Tel est le cas, par exemple, de l'échantillon 30 d'Ekain, du niveau 5 d'El Rascaño, des échantillons 8 à 16 de La Riera (attribués à l'interstade de Lascaux), des échantillons 6 à 4 d'Amalda (attribués à l'interstade Laugerie-Lascaux), des spectres 12 à 7 d'El Juyo (attribués au Pré-Bölling), de la zone pollinique 2 de l'Arbreda (attribuée à Les Cottés) et des spectres 47 à 45 de Les Malladetes (attribués à l'interstade de Hengelo-Les Cottés). Dans certains cas, comme par exemple dans les échantillons de la base de la séquence de Morin, l'interstade d'Hengelo a été identifié d'après des spectres qui ne sont pas statistiquement significatifs car présentant une moyenne de 54 pollens et de 11 types de taxons. Les spectres de Chufin, attribués à l'interstade de Lascaux, sont caractérisés par des taxons qui apparaissent au cours de périodes interglaciaires (Éémien, interstades du Pré-wurm, Holocène). L'hypothèse d'une pollution par des pollens holocènes est probable si on considère que l'épaisseur du remplissage est très faible et que la grotte a servi comme abri pour les troupeaux de moutons.

Il est donc clair que, contrairement à ce qui a été affirmé par González Sáinz (1994: 58), je ne me suis pas basée sur les résultats des séquences lacustres et tourbeuses pour vérifier la fiabilité

des diagrammes polliniques des grottes. L'élimination de certains spectres archéologiques dépend de leur manque de fiabilité statistique. Souvent la somme de base est inférieure à 100 pollens, la diversité des pollens est faible, en moyenne de 10 taxons. La courbe de concentration pollinique n'a été dans aucun cas calculée, et cela, malgré l'importance de celle-ci pour vérifier si les variations des pourcentages tout au long de la séquence sont dus à un effet statistique ou à des variations réelles dans la végétation. Enfin, l'absence d'une courbe de fréquences des pollens indéterminables ne permet pas de vérifier si les ensembles polliniques étaient ou non significativement altérés.

De même, ma réinterprétation des spectres polliniques cantabriques ne consiste nullement en l'«application mécanique» dans le domaine des grottes des résultats obtenus dans les tourbières. La majorité des interprétations climatiques avancées dans le passé pour les diagrammes des grottes cantabriques revèlent en elles mêmes des contradictions suffisantes pour que ces interprétations soient soumises à une révision critique (voir la discussion remarquable de M. Coûteaux, 1977, à propos de l'interprétation climatique des diagrammes polliniques issus des séquences archéologiques). Parfois, des spectres polliniques contenant un pourcentage relativement élevé de pollens d'arbres sont interprétés comme des phases glaciaires, d'autres, renfermant de grandes quantités d'herbacées sont interprétées comme des phases tempérées ou interstadières car contenant quelques pollens méso-thermophiles (par exemple, les diagrammes d'El Salitre, López 1981b et de La Riera, Leroi-Gourhan 1986). Ce dernier type de spectres peut être interprété comme marquant l'existence de zones refuges mais difficilement comme le reflet d'une amélioration climatique. À l'évidence, les critères interprétatifs adoptés par les auteurs de ces analyses, jamais explicités et changeant d'une analyse à l'autre, sont ouvertement en contradiction avec ceux utilisés en palynologie, c'est à dire, ceux issus du modèle actualiste (étude du rapport pluie pollinique, végétation et climat actuels). Pourtant ce modèle, accepté depuis le début du siècle, apparaît comme le seul moyen pouvant donner un sens aux spectres polliniques fossiles (Gould 1965; Birks & Birks 1980). La valeur épistémolo-



gique de cette approche est bien expliquée par Andersen (1970: 11): «*The elaborate recording of the pollen content of sediments becomes meaningless unless it is interpreted in terms of contemporary vegetation*». Il est connu que les grandes formations végétales actuelles, ou biomes, sont contrôlés par le climat. Ce dernier a également influencé la distribution des formations végétales du passé (Woodward 1987; Prentice *et al.* 1992). Les études de la pluie pollinique actuelle constituent donc un cadre référentiel pour interpréter les ensembles polliniques fossiles en termes de végétation et climat. Par exemple, des pourcentages de pollen arboréen inférieurs à 20% n'indiquent que des paysages ouverts (p.e. Wright *et al.* 1967; Prentice 1978; Peterson 1983) suggérant, au Pléistocène, des conditions climatiques froides et/ou arides. Au contraire, des pourcentages de pollen arboréen supérieurs à 75% reflètent des formations forestières. Si ces formations sont dominées par des arbres mésothermophiles, elles suggèrent des phases tempérées et humides. Des valeurs polliniques intermédiaires indiquent des paysages plus ou moins forestiers, plus difficiles à interpréter du point de vue climatique.

L'application de l'approche pluridisciplinaire proposée par Arl. Leroi-Gourhan amène certains préhistoriens (González Sáinz 1994: 54-55; Altuna 1992a: 24) à critiquer mes nouvelles attributions chronologiques des spectres polliniques. Ils affirment qu'il est impossible de dater un diagramme pollinique, en contradiction avec l'attribution chronologique des couches indiquée par les industries. Selon ces auteurs, ma démarche aurait conduit, à des attributions chronologiques invraisemblables car des couches archéologiques renfermant, par exemple, des industries magdaléniennes seraient attribuées à des périodes holocènes, ce qui est en contradiction avec ce que l'on sait, par ailleurs, à partir des stratigraphies de nombreux sites et des datations C14. La raison de cette critique doit être recherchée dans une lecture superficielle de mon texte ou dans une volonté délibérée de rapporter ma pensée de manière fallacieuse.

Un des buts de mon travail a été, précisément, celui de repérer les spectres présentant un contenu pollinique en contradiction avec la datation C14 et l'âge des industries présentes dans les

mêmes couches. J'ai montré que cela est le cas des séquences de Los Azules, Chufín, El Salitre, Ekain, Erralla, Amalda (Sánchez Goñi 1993b).

Dans l'analyse de ces sites, je fais systématiquement la remarque dans mon texte que le contenu pollinique des couches en question ne peut pas être considéré comme contemporain du matériel archéologique. A titre d'exemple, dans le cas de la grotte d'El Salitre, j'écris (Sánchez Goñi 1993b: 118-119): «*L'attribution chronologique à base palynologique d'El Salitre ne s'accorde pas avec le contenu archéologique. Le contenu pollinique situe les niveaux magdaléniens et azilien au Boréal et le Chalcolithique au début de notre ère. Ces attributions chronologiques qui nous paraissent invraisemblables, nous font envisager une non contemporanéité entre ensembles polliniques et matériel archéologique. L'existence des niveaux d'inondation et la relative homogénéité de bas en haut du diagramme suggèrent une percolation des pollens*». Ce point de vue apparaît bien évident dans mon chapitre de synthèse des données polliniques des sites de la côte cantabrique (1993b: 157-8) et dans le tableau proposant un nouveau cadre chronoclimatique (1993b: 157) (fig. 3).

Il est surprenant de voir González Sáinz et Altuna ignorer délibérément mon texte et m'accuser d'avoir commis des erreurs que mon travail a, au contraire, contribué, pour la première fois, à mettre en lumière. Encore plus surprenant est de voir González Sáinz emprunter à son compte mon hypothèse explicative et la proposer comme une hypothèse élaborée par lui-même qu'il propose en alternative à mon «attribution chronologique erronée»<sup>6</sup>.

Ce comportement est particulièrement déconcertant si on considère que, dans son travail de synthèse sur la fin du Paléolithique supérieur cantabrique (1989), cet auteur n'émet aucun doute sur la cohérence des données polliniques des sites en question, et, utilise largement les anciennes interprétations pour esquisser l'évolution de la végétation et du climat de cette région, ainsi que pour établir des corrélations entre sites.

<sup>6</sup> «En el caso del polen, es más sensato pensar antes en unos condicionantes y procesos postdeposicionales parecidos que en una cronología necesariamente similar.» (González Sáinz, 1994: 55)

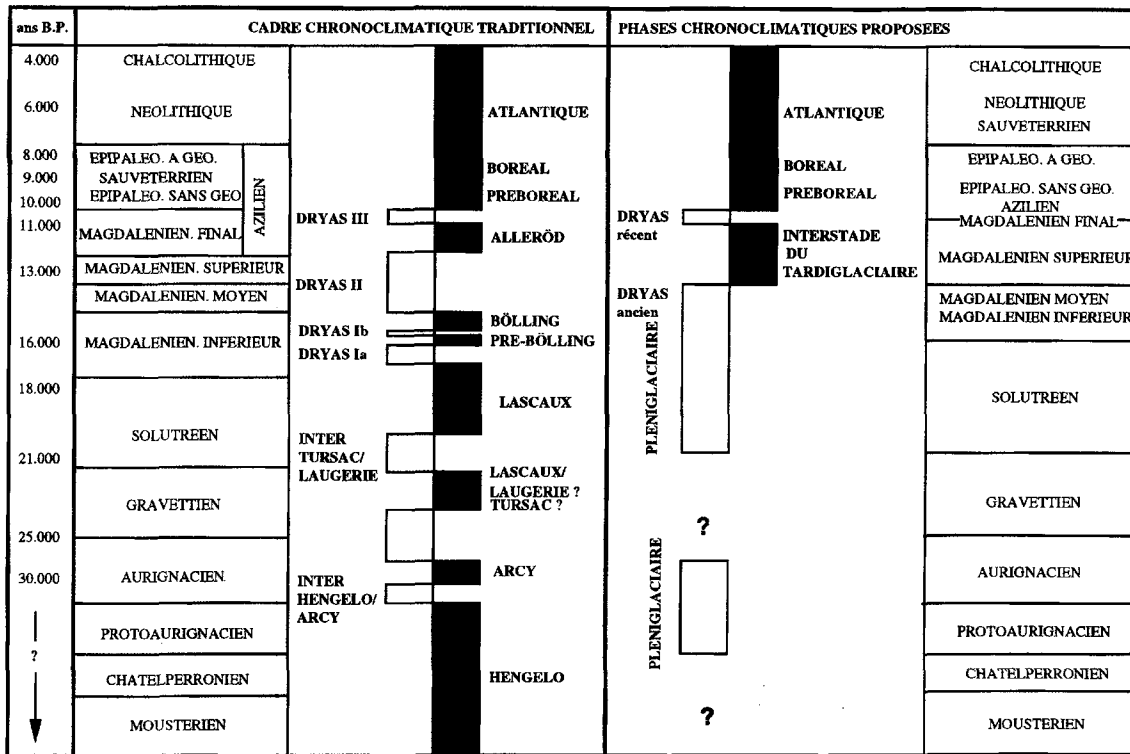


FIG. 3. Comparaison entre le cadre chronoclimatique traditionnel et celui proposé d'après la révision des diagrammes palynologiques de la région cantabrique et de la prise en compte des données paléoclimatiques issues des séquences non anthropiques.

## 7. La phase stadière du Dryas II

Depuis quelques années, l'identification des différentes phases climatiques du Tardiglaciaire européen et, notamment, l'existence d'une détérioration climatique au cours de l'interstade Bölling-Alleröd (Dryas II) est un sujet de débats (de Beaulieu 1984; Lowe & Walker 1984; Nilsson 1983; Reille 1990; Tipping 1991; Van Geel *et al.* 1989; Watts 1980; Sánchez Goñi 1996a). Pour bien comprendre les termes de ce débat, il faut rappeler que la distinction entre Dryas II (*Older Dryas*) et Dryas III (*Younger Dryas*) a été établie pour la première fois dans le site d'Alleröd (Danemark) (Hartz & Milthers 1901) en s'appuyant exclusivement sur leur position stratigraphique. Ces deux épisodes, caractérisés par la même flore subarctique (*Dryas*) et l'absence de macrorestes de bouleau, étaient séparés par une couche de gyttja (sédiment argilo-organique) qui permettait de définir, d'après le nom du site, l'interstade d'Alleröd. L'interstade de Bölling a été identifié

successivement (Iversen 1942, 1954) à Bölling (Danemark) d'après une couche de sable et de gyttja limoneuse renfermant des pourcentages élevés de pollens de bouleau. La couche sous-jacente a été attribuée au Dryas I (*Oldest Dryas*), la couche sus-jacente au Dryas II (*Older Dryas*). Compte-tenu de l'époque, aucune datation radiométrique n'a été effectuée. Par la suite, plusieurs chercheurs ont travaillé sur l'enregistrement de ces phases climatiques dans les séquences continentales européennes au travers de plusieurs indicateurs environnementaux (pollen, macrorestes végétaux, malacologie, entomologie, géochimie...). Mangerud *et al.* (1974) ont proposé une subdivision du Tardiglaciaire du nord de l'Europe en quatre chronozones (Bölling, Older Dryas, Alleröd et Younger Dryas). Pour le sud de l'Europe, la chronozone du Dryas II n'est pas utilisée car cette région n'enregistre pas cet événement climatique (p.e. Andrieu 1991; David & Richard 1989; de Beaulieu 1984; Jalut & Vernet 1989; Peñalba 1989; Reille 1990). Par contre, le Dryas II

aurait été repéré par plusieurs analyses palynologiques des grottes de la région cantabrique (p.e. Boyer-Klein 1988; Dupré 1988).

Deux récentes révisions de ces diagrammes polliniques (Peñalba 1989, 1992; Sánchez Goñi 1993b, 1994b) ont cependant révélé que ces identifications ne peuvent pas être retenues et cela pour des raisons palynologiques, stratigraphiques et chronologiques. Cela s'accorde parfaitement avec ce que l'on sait actuellement sur le manque de retentissement climatique du Dryas II dans l'Europe méridionale. La séquence du marais de Quintanar de la Sierra (Burgos), proche des sites archéologiques en question, n'échappe pas à cette règle. Aucune détérioration climatique ne s'observe dans le diagramme de ce site (Peñalba 1989).

Dans son récent essai de synthèse sur le Tardiglaciaire de la côte cantabrique, González Sáinz critique mes réinterprétations des diagrammes polliniques des sites archéologiques et défend la thèse selon laquelle le Dryas II aurait eu une claire repercussion dans cette région (González Sáinz 1994: 58 et 60)<sup>7</sup>. Selon cet auteur, la révision critique de Sánchez Goñi souffrirait d'importantes erreurs et omissions qui peuvent être ainsi résumées: 1) les données sédimentologiques confirmant le retentissement du Dryas II auraient été ignorées; 2) les données polliniques confirmant la présence du Dryas II (échantillon 2.1 de Rascaño, niveau VI de Ekain et le diagramme pollinique de La Laguna de Las Sanguijuelas) auraient été omises; 3) Certaines datations radiométriques, (Tito Bustillo et Urriaga) auraient été prises en compte en dépit de leur faible validité.

En ce qui concerne la comparaison avec les résultats sédimentologiques, nous avons déjà discuté des limites de la sédimentologie en grotte pour la reconstitution des paléoclimats. Pour ce qui est des données palynologiques, l'échantillon 11 (couche 2.1) de Rascaño (Boyer-Klein 1981),

ainsi que les deux échantillons contigus (échantillons 10 et 9, couche 1), se caractérisent par l'augmentation du pollen de *Corylus* au détriment de celui de *Pinus*. Le niveau 2.1, en particulier, marque le démarrage de la courbe de *Corylus*, suggérant une amélioration climatique (début de l'Holocène). La datation de ce niveau,  $12282 \pm 164$  BP, est en contradiction avec son contenu pollinique. Par contre, les datations radiométriques du niveau 1 ( $10558 \pm 244$  et  $10486 \pm 90$  BP) possédant les mêmes caractéristiques polliniques que le niveau 2.1, sont en accord avec la palynologie. Même, si on ne prenait pas en compte les indices de «non-contemporanéité» entre pollens et matériel archéologique, le contenu pollinique de la couche 2.1 indiquerait le début d'une amélioration climatique et non le Dryas II, comme cela est soutenu par González Sáinz.

Le diagramme pollinique de Ekain (Dupré 1988) se caractérise par l'absence de toute variation significative dans les courbes polliniques (Sánchez Goñi 1993b). De ce fait, cette séquence, datée entre 16000 et 9000 BP, ne détecte aucune des phases climatiques du Tardiglaciaire (Dryas I, Bölling, Dryas II, Alleröd et Dryas III). Ce manque de données stratigraphiques empêche d'individualiser une détérioration climatique datée à  $12050 \pm 190$  BP.

Contrairement à ce que González Sáinz affirme, le diagramme pollinique de la Laguna de Las Sanguijuelas (Menéndez Amor & Florschütz 1961) ne montre aucun changement significatif dans la courbe de pollen arboréen pouvant indiquer une détérioration climatique au sein du Bölling-Alleröd. Les spectres polliniques en question, datés entre  $12830 \pm 280$  et  $11585 \pm 220$  BP, enregistrent même la réapparition de *Corylus* et *Quercus*, taxons thermo-mésophiles qui indiqueraient plutôt une amélioration climatique. De plus, la nouvelle analyse pollinique de cette lagune (Turner & Hannon 1988), analyse dont González Sáinz ne semble pas avoir connaissance, confirme l'absence de tout indice de détérioration climatique à cette époque.

En somme, les cas cités par González Sáinz pour soutenir la repercussion du Dryas II dans la région cantabrique n'apportent aucun support à son hypothèse. Au contraire, ils confirment ce que l'on sait par ailleurs sur l'absence de retentissement climatique de ce court épisode froid dans le sud de l'Europe.

<sup>7</sup> Il est curieux de remarquer que, avant mes travaux, cet auteur attribuait une durée de 1300 ans (de 13000 à 11700) au Dryas II, c'est-à-dire, six fois l'étendue qui lui est attribuée dans le nord de l'Europe (Mangerud *et al.* 1974). Dans son récent travail (González Sáinz 1994), il revient en arrière, sans citer aucune référence, en partageant cette période en deux parties, la première (13000-12300 BP) étant, selon les données sédimentologiques, plus douce. Toutefois, aucun partage du Dryas II n'a jamais été observé dans les séquences paléoclimatiques.

Selon González Sáinz, les dates C14 du niveau D et C de Urriaga ne devraient pas être prises en compte car effectuées sur coquillages. Cependant, son attitude vis à vis de ces datations semble changer selon les besoins de son argumentation. Il affirme en effet dans la même page que ces dates devraient «être rajeunies d'environ 400 ans» (González Sáinz, 1994: 57) et qu'elles sont au contraire «trop récentes» (González Sáinz, 1994: 57, note 3). Cependant, plusieurs études comparatives ont montré que les datations faites sur coquillages peuvent donner des résultats comparables à ceux obtenus sur charbon ou os et que leur fiabilité est fonction, entre autre, de l'espèce utilisée et de son état de conservation (Preece 1991).

Les sept datations du niveau 1 de Tito Bustillo oscillent entre 13520 et 15480 BP (Moure Romanillo 1990). En dépit de leur relative incohérence, ces dates indiquent que ce niveau s'est déposé au début du Tardiglaciaire. Considérant que le spectre pollinique reflète un paysage ouvert, ce niveau peut être attribué à la phase stadiaire précédant l'interstade Bölling-Alleröd. Il n'y a aucune raison, contrairement à ce que González Sáinz affirme, d'attribuer ce niveau au Dryas II.

Depuis ma révision du problème du Dryas II dans la région cantabrique, de nouvelles données confirment mes résultats. En particulier, l'absence du Dryas II a été récemment confirmée par l'analyse palynologique d'autres séquences du nord de l'Espagne telles que El Hornillo (Soria) (Gómez-Lobo Rodríguez 1993), Las Lamas (Orense) (Maldonado Ruiz 1994) et Banyoles (Girona) (Pérez-Obiol & Julià 1994). Une seule analyse à haute résolution (Juvigné & Bastin 1995) détecte ce court épisode dans la partie septentrionale du Massif Central. Jusqu'à présent il n'y a pas d'autres indices du Dryas II ailleurs dans le sud de l'Europe (de Beaulieu *et al.* 1994). Il est donc probable que cette période froide de courte durée n'a pas eu un retentissement dans l'Europe méridionale<sup>8</sup>. Les derniers magdalé-

niens cantabriques n'ont certainement pas été soumis à cette phase.

## 8. Pour un renouvellement de la Palynologie appliquée aux sédiments archéologiques en grotte

*«La palynologie peut dans certains cas, à elle seule, dater ou situer écologiquement un sédiment. (...), si le palynologue travaillait en toute indépendance d'esprit, il pourrait résoudre certains problèmes ou tout au moins les poser»*

(Coûteaux 1977: 270).

Le fait, constaté ici, que les spectres polliniques issus de sédiments archéologiques en grotte ne soient pas nécessairement à l'image d'une quelconque végétation ou climat existant dans le passé, implique un changement d'attitude envers cette discipline. Ceci implique, à son tour, un changement dans la démarche méthodologique et fait appel à une intensification des études expérimentales sur la taphonomie du contenu pollinique. Force est d'admettre que nous ne possédons pas, à l'heure actuelle, de critères univoques pour reconstituer les processus taphonomiques ayant affecté le pollen renfermé dans les séquences archéologiques en grotte (Coûteaux 1977; Turner 1985; Coles *et al.* 1989).

Les recherches menées dans ce domaine ont privilégié le problème de l'arrivée du pollen dans les cavités karstiques (p.e. Loublier, 1974; Coles *et al.* 1989; Burney & Pigott Burney 1993). Peu nombreuses sont les études consacrées à la conservation différentielle du matériel sporopollinique (p.e. Hall 1981; Havinga 1984) et rares sont celles qui s'intéressent au problème de la percolation pollinique (p.e. Coûteaux 1977).

En particulier, certaines études sur l'arrivée pollinique en grotte ont mis en évidence des dis-

que la totalité des dates connues à l'époque pour l'Azilien cantabrique, à la seule exception de celle de l'Azilien de Zatoya, situaient le développement de ce technocomplexe entre 10630 et 10160 BP, c'est à dire à la charnière Dryas III-Préboréal (10300 BP).

Malgré quelques nouvelles datations anciennes pour l'Azilien de cette région (González Sáinz 1994), les données polliniques, fauniques et anthracologiques des niveaux aziliens supportent, toutefois, le fait que ce passage se produit pendant la transition d'une phase froide à une phase tempérée, ce qui s'oppose à l'hypothèse que ce passage se soit produit entre l'Alleröd et le Dryas III.

<sup>8</sup> En 1971, Arlette Leroi-Gourhan (1971b) proposa que le passage Magdalénien final/Azilien se serait produit à la charnière Dryas II/Alleröd. Par la suite, Straus (1985) revisa les restes archéologiques et les datations radiométriques concernant ce passage et suggéra que celui-ci se serait produit plus tardivement, à la transition Dryas III-Préboréal. A la suite d'une nouvelle révision, González Sáinz (1989) situa ce passage à la charnière Alleröd-Dryas III. Cependant, nous avons remarqué

torsions entre spectres extérieurs et intérieurs (Loublier 1974; Coüteaux 1977). D'autres études suggèrent (Coles *et al.* 1989) que la situation de l'échantillon pollinique par rapport à l'entrée de la cavité a une influence minimale sur la composition des pollens et spores dans l'assemblage. Par contre, le flux pollinique (grains de pollen.cm<sup>-2</sup>.an<sup>-1</sup>) qui arrive à l'intérieur de celle-ci diminue graduellement par rapport à celui se déposant à l'extérieur (Coles *et al.* 1989; Cour in Gauthier 1992). L'apport pollinique par les hommes et les animaux fréquentant la grotte peut également produire des distorsions dans les spectres polliniques (Bryant & Holloway 1983; Caulton & Gibson 1988; Argant *et al.* 1991). Enfin, l'apport pollinique par voie hydrique, apport réduit aux eaux provenant des fissures de la grotte, montre qu'il existe une distorsion entre ces spectres polliniques et les spectres externes. Ces distorsions affectent négativement le taux de pollen arboréen, notamment de *Quercus*, par rapport aux pollen d'herbacées. Ce type de transport ne semble pas, dans certains cas, important par rapport à l'apport pollinique par voie aérienne (Coles *et al.* 1989). Enfin, d'autres études expérimentales sur l'apport pollinique de grottes ont montré que celles-ci peuvent enregistrer de façon fiable la végétation locale et régionale (Bui-Thi-Mai 1985; Burjachs i Casas 1988, 1990; Burney & Pigott Burney 1993) et que l'apport par les animaux peut produire un enrichissement en taxons plutôt qu'une distorsion des spectres (Burjachs i Casas 1988; Girard 1987). En dehors de processus post-dépositionnels importants, les spectres polliniques de grotte peuvent donner des renseignements valables sur l'histoire de la végétation et du climat. Par contre, des spectres altérés significativement après leur enfouissement ne pouvons pas être interprétés en terme de végétation et de climat (Bottema 1975; Van Campo 1976; Coüteaux 1977; Hall 1981; Bryant & Holloway 1983; Turner 1985; Coles *et al.* 1989; Sánchez Goñi 1991, 1993a et b, 1994a et b; Weinstein-Evron 1994).

Plusieurs critères statistiques ont été proposés pour identifier des spectres significativement distordus (Hall, 1981; Bryant 1993; Sánchez Goñi, 1993a et b, 1994a et b, sous presse; Hall & Bryant 1996). Ces critères sont normalement utilisés par les palynologues travaillant sur des séquences non anthropiques pour tester la valeur de leurs résul-

tats. Nous avons appliqué, pour la première fois, ces critères à l'analyse palynologique des séquences archéologiques de la région cantabrique. Un spectre pollinique utilisé dans une reconstitution écologique, par exemple, doit répondre à certains critères statistiques: un minimum de 100 grains de pollen en dehors du taxon dominant et de 20 taxons polliniques doit être atteint (McAndrew & King 1976; Janssen 1981); un minimum de 1000 grains/gramme dans les ensembles polliniques altérés (Hall 1981) et moins de 25% de pollens corrodés sont nécessaires (Hall & Bryant 1996). De plus, nous avons proposés, sur la base du modèle actualiste, des critères écologiques pour tester la fiabilité des spectres issus de ces séquences. D'une part, la proportion et les types de taxons présents dans le spectre doivent pouvoir coexister dans la même formation végétale (*cohérence interne*). D'autre part, le spectre doit être cohérent par rapport aux spectres actuels analogues (*cohérence externe*). Nous savons, toutefois, que certaines végétations du passé n'ont pas d'analogues actuels (Huntley 1990). Pour cette raison nous avons également proposé de comparer des spectres fossiles statistiquement fiables issus des sédiments archéologiques avec des spectres fossiles provenant des séquences non anthropiques.

Ce test de fiabilité peut donc identifier les spectres polliniques fossiles de grotte qui n'ont pas été significativement altérés par des processus taphonomiques. Ceux-ci peuvent donner une bonne image de la végétation et, par conséquent, du climat passé. Pour la région cantabrique, nous avons constaté, par exemple, que le diagramme pollinique de la grotte de Urutiaga enregistre de manière générale la même succession de végétation pour une partie du Tardiglaciaire et pour la première partie de l'Holocène que les séquences non anthropiques de cette même région (fig. 4) (Sánchez Goñi 1993b). L'attribution chronologique de ces phases s'est basée sur leur comparaison avec les diagrammes issus des séquences non anthropiques de Quintanar de la Sierra et de Saldropo. Cela m'a permis de proposer une attribution chronologique à base palynologique, indépendamment de la typologie industrielle, de la macrofaune, des datations radiométriques ou de l'étude géologique du site.

La démarche méthodologique que nous proposons implique donc une analyse préalable de la

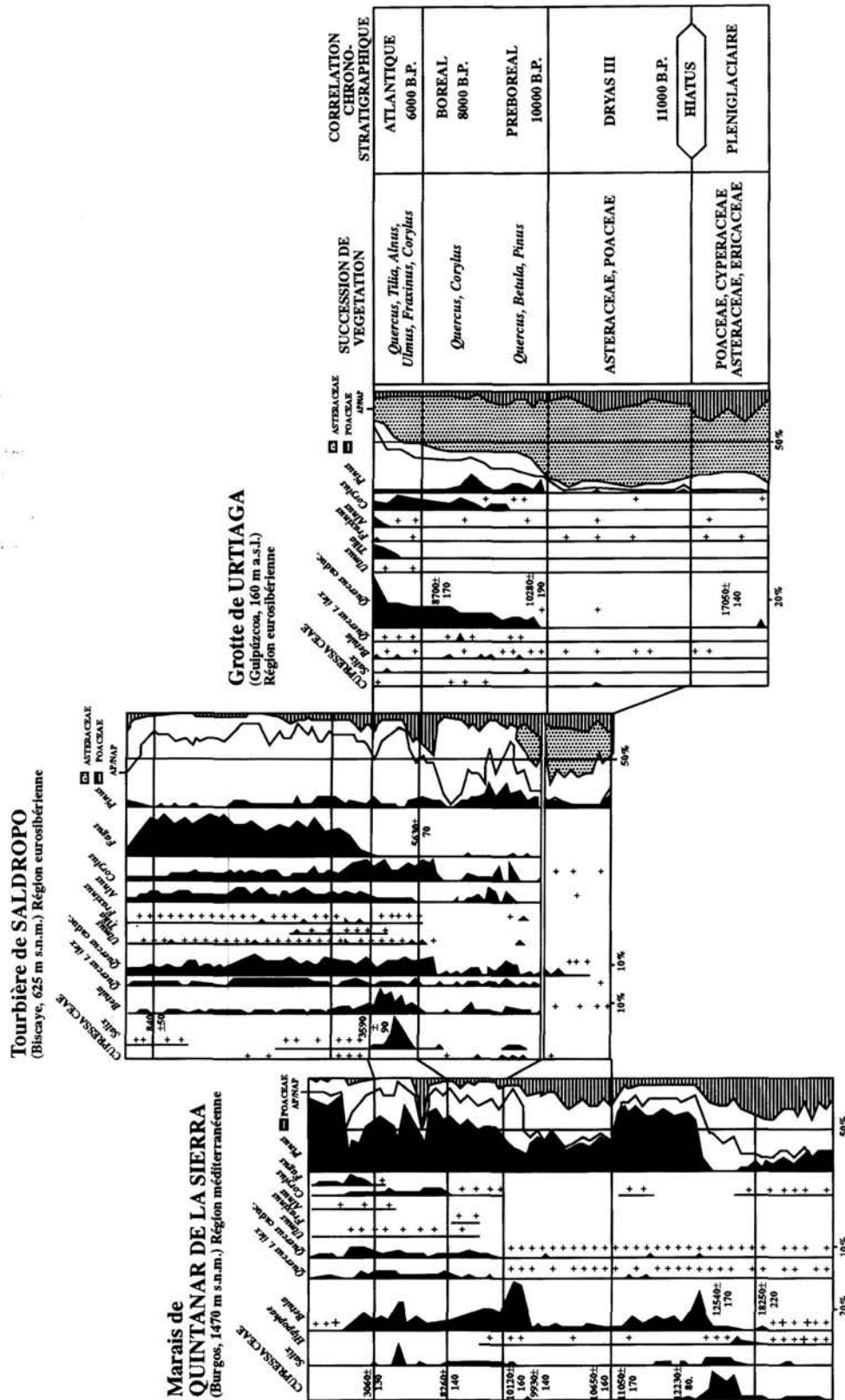


FIG. 4. Corrélation du diagramme pollinique de la grotte de Urtiaga (Sánchez Goñi, 1992) avec les diagrammes des séquences non anthropiques de Quintanar de la Sierra et de Salldrobo (centre-nord de l'Espagne), modifiés d'après Peñalba (1989). Les datations C-14 sont exprimés en BP et non calibrées. Ces trois séquences révèlent la même histoire de la végétation à l'Holocène malgré leur différente altitude et nature.

fiabilité des spectres polliniques issus des séquences archéologiques. Par la suite, les spectres valables devront être interprétés écologiquement sur la base des études de la pluie pollinique actuelle. Leur comparaison avec les séquences polliniques non anthropiques de la région concernée fournira éventuellement une attribution chronologique. Enfin, les conclusions écologiques et chronologiques obtenues par l'étude palynologique seront mises en rapport avec les conclusions issues des autres disciplines. Cette démarche, qui se base exclusivement sur la palynologie pour proposer une attribution chronoclimatique des spectres polliniques, élimine le danger du raisonnement circulaire en préservant l'indépendance des résultats d'une discipline par rapport aux autres disciplines étudiant une même séquence.

Les critères statistiques et écologiques que nous avons proposés pour tester la validité des spectres issus des séquences archéologiques ne constituent bien évidemment qu'une étape dans le développement de la palynologie en grotte.

### 9. Synthèse des données climatiques et botaniques pour le Paléolithique supérieur européen

La synthèse des données paléoclimatiques présentée par la suite se base sur les résultats, notamment polliniques, des longues séquences européennes et sur les informations fournies par plusieurs indicateurs climatiques des carottes de glace du Gröenland et des carottes marines de l'Atlantique Nord.

Les dernières études paléoclimatiques sur des carottes glaciaires et marines de haute résolution (Johnsen *et al.* 1992; Bond *et al.* 1993; Cortijo *et al.* 1995) indiquent une grande variabilité climatique au cours des derniers 90.000 ans. Cette variabilité s'exprime par une série de rapides oscillations tempérées-froides, nommées cycles de Dansgaard-Oeschger. Chaque cycle, d'une durée de l'ordre du millénaire, culmine par une décharge d'icebergs dans l'Atlantique Nord (événement de Heinrich, phase froide) (Bond & Lotti, 1995). La période comprise entre 23.000 et 14.000 est, cependant, caractérisée par une phase froide continue.

La corrélation entre les enregistrements polliniques et entomologiques continentaux et les

données marines/glaciaires reste, pour certains événements climatiques, encore à établir (Guiot *et al.* 1993). Par contre, la bonne corrélation entre les mesures de susceptibilité magnétique des séquences continentales et les données isotopiques des carottes glaciaires suggère que le climat de l'ouest de l'Europe était fortement influencé par les températures de surfaces marines et les conditions atmosphériques régnant sur l'Atlantique Nord et le Gröenland durant les derniers 120.000 ans (Thouveny *et al.* 1994).

Pour la période qui nous intéresse, celle contemporaine du Paléolithique supérieur (40.000-10.000 ans BP), onze interstades ont été enregistrés dans les séquences non anthropiques, la durée de ces interstades oscillant entre 500 et 2000 ans (fig. 5). Ces phases tempérées ne coïncident, ni par leur position chronologique, ni par leur nombre, avec les interstades qui auraient été identifiés par les études paléoclimatiques des séquences archéologiques.

La période comprise entre 40.000 et 23.000 ans BP (fin du Pléniglaciaire moyen soit fin du stade isotopique 3) est celle pour laquelle nous disposons du moins de renseignements dans les séries continentales (Behre 1989; Van Andel & Tzedakis 1996). Dans les quelques séquences palynologiques où elle est enregistrée, cette période est alors caractérisée par une série de faibles fluctuations des pourcentages du pollen arboréen insuffisamment marquées du point de vue palynologique. De plus, ces fluctuations sont mal datées en raison, dans certains cas, des limites d'utilisation du C14, et, dans d'autres cas, à cause de la nature des sédiments (trop minérale, calcaire...). Enfin, le nombre et la chronologie de ces fluctuations varient selon la séquence observée: aucun interstade ne s'observe à Padul (sud de l'Espagne) (Pons & Reille 1988) ni à Valle di Castiglione (centre de l'Italie) (Follieri *et al.* 1988), deux interstades sont détectés aux Echets (sud-est de la France) (de Beaulieu & Reille 1984) et à La Grande Pile (nord-est de la France) (Woillard et Mook 1982) et trois interstades à Ténagi-Philippon (nord-est de la Grèce) (Wijmstra 1969). La séquence varvée (annuellement laminée) de Lago de Monticchio (sud de l'Italie), par contre, est la seule qui semble enregistrer les dix interstades identifiés dans les carottes glaciaires et marines et qui met donc en évidence une même variabilité climatique continent/océan (Watts

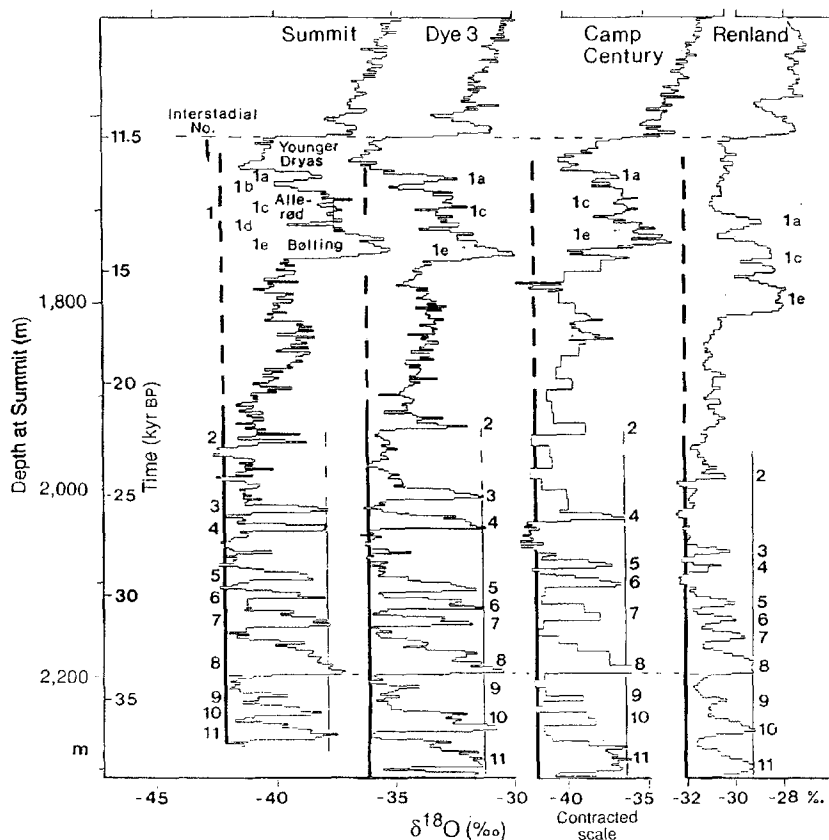


FIG. 5. Variation de la composition des isotopes de l'oxygène dans plusieurs carottes glaciaires pour les derniers 40.000 ans (d'après Johnsen et al., 1992). Les interstades à l'intérieur des cycles Dansgaard-Oeschger sont indiqués par les chiffres allant de 1 à 11.

et al. 1996). Du point de vue de la végétation, ces interstades génèrent une végétation de type tundra à arbrisseaux (*Juniperus*, *Betula nana*, *Salix*) dans le centre-nord de l'Europe (Behre 1989). Dans l'Europe moyenne, ces réchauffements développent une forêt ouverte à *Pinus*, *Picea* et *Betula* (Woillard 1978; Woillard & Mook 1982; de Beaulieu & Reille 1984). Plus au Sud, en Italie et en Grèce, ces améliorations climatiques sont caractérisées par la faible expansion de la forêt de caducifoliés (Follieri et al. 1988; Tzedakis 1994). Cette forêt est accompagnée par le développement de *Pinus* dans la Péninsule Ibérique (Pérez-Obiol & Julià 1994; Pons & Reille 1988).

Le Pléniglaciaire récent (début du stade isotopique 2), allant de 23.000 à 14.000 ans BP, est enregistré par de nombreuses séquences continues de lacs et tourbières. Toutes les séquences, autant méditerranéennes qu'eurosibériennes, reflètent des paysages ouverts, et l'absence de toute amélioration climatique. Un bon exemple de cela est constitué par les séquences espagnoles

de Padul (Pons & Reille 1988), de Banyoles (Pérez-Obiol & Julià 1994) et de Quintanar de la Sierra (Peñalba 1989). Malgré les pourcentages relativement élevés de pollens de *Pinus* (inférieurs à 50% à Banyoles et à Quintanar et aux alentours de 50% à Padul), les pourcentages d'herbacées (*Artemisia*, Poaceae, Chenopodiaceae notamment) sont toujours forts, indiquant un paysage ouvert de type steppique. Il est connu, en effet, que selon les données de la pluie pollinique actuelle (Huntley & Birks 1983) de tels pourcentages de *Pinus*, n'indiquent pas forcément, l'existence d'une pinède. De même, les faibles variations dans ces pourcentages ne reflètent pas nécessairement des variations dans la densité du couvert forestier et, par conséquent, des oscillations climatiques (Coüteaux 1977; Pérez-Obiol & Julià 1994). Ces variations peuvent être dues, entre autre, à un aléa statistique ou à des variations du taux de sédimentation pollinique.

Aux alentours de 14.000 BP, début du Tardiglaciaire (fin stade isotopique 2), commence la



déglaciation. Ce n'est que vers 13.000 BP que les conditions vraiment interstadières s'installent simultanément au retrait glaciaire (Bard *et al.* 1987). Les séquences polliniques montrent que la végétation steppique domine dans le sud-ouest de l'Europe jusqu'à environ 13.500-13.000 BP (Jalut *et al.* 1992; de Beaulieu *et al.* 1994). A partir de cette date et jusqu'à environ 11.000 BP (interstade du Tardiglaciaire ou Bölling-Alleröd), les essences arboréennes, *Betula* et *Pinus* notamment, colonisent le nord de la Péninsule Ibérique, les Pyrénées et le Massif Central français. Le centre du Portugal est dominé à cette période par *Betula* avec quelques *Quercus*. A Padul, sud de l'Espagne, cet interstade est caractérisé par la co-dominance *Quercus ilex* - *Pistacia* (de Beaulieu *et al.* 1994). Le Dryas récent (11.000-10.000 BP) est marqué par un nouveau développement de la végétation steppique (*Artemisia* notamment, Chenopodiaceae, Poaceae, *Ephedra*).

En conclusion, les séquences palynologiques continues du nord et du sud de l'Europe n'enregistrent donc pas de périodes d'amélioration climatique entre 23.000 et 14.000 ans BP, périodes au cours desquelles se développent les techno-complexes Gravettien, Solutréen, Magdaléniens inférieur et moyen. Ces résultats sont confirmés par l'étude des carottes marines et glaciaires qui indiquent que pendant cette période le front polaire arrivait au nord du Portugal et la température des eaux de surface de l'Atlantique Nord était de 7°C inférieure à la température actuelle (Ruddiman & McIntyre 1981; Johnsen *et al.* 1992).

## 10. Conclusions

*«Lo propio y característico de la abogacía, en efecto, es poner la lógica al servicio de una tesis que hay que defender, mientras el método, rigurosamente científico, parte de los hechos, de los datos que la realidad nos ofrece para llegar o no llegar a la conclusión. Lo importante es plantear bien el problema, y de aquí que el progreso consiste, no pocas veces, en deshacer lo hecho».*  
Miguel de Unamuno (1912 in Unamuno 1983: 142)

De façon générale, les séquences archéologiques en grotte ne sont donc pas de bons enre-

gistres climatiques. L'histoire climatique proposée à partir de ces séquences est basée sur une interprétation écologique abusive de nombreux diagrammes polliniques et sur une discussion insuffisante des limites de la sédimentologie pour la reconstitution des paléoclimats. De ce fait, le cadre chronoclimatique traditionnel à base palynologique ne peut plus être retenu.

De même que pour d'autres éléments du registre archéologique, tels les restes fauniques, il est désormais nécessaire de considérer les pollens renfermés dans les séquences en grotte comme le résultat de processus taphonomiques. La prise en compte de ces processus constitue la clef pour le développement de la palynologie appliquée aux sédiments archéologiques. Il est probable, qu'en suivant cette voie, les diagrammes polliniques issus de ces séquences pourront donner des renseignements botaniques et climatiques complémentaires à ceux offerts par les séquences non-anthropiques. Certains remplissages en grotte couvrent des périodes qui ne sont pas représentées dans les séquences non anthropiques de la même aire géographique. Ces remplissages peuvent fournir des renseignements paléoécologiques de très grande importance pour l'histoire botanique des régions concernées (Sánchez Goñi 1993b, 1994b, Carrión *et al.* 1995).

Quel est l'intérêt de ces informations pour l'archéologue? Cette question peut paraître rhétorique. Cependant, une contradiction existe entre le rôle que certains préhistoriens attribuent aux études paléoenvironnementales au sein de l'archéologie préhistorique et l'utilisation qui est faite des résultats de ces études. D'un côté on considère que ces données sont indispensables pour reconstituer l'interaction entre évolution culturelle des groupes humains et évolution du climat. De l'autre côté, par contre, on élabore des synthèses régionales qui se limitent à utiliser le cadre chronoclimatique traditionnel comme une grille pour situer chronologiquement les industries préhistoriques. Les relations éventuelles entre histoire du climat et changements dans le système culturel des chasseurs-cueilleurs du Paléolithique supérieur ne sont que rarement abordées. Le changement climatique n'est jamais évoqué comme facteur en présence dans la dynamique des changements culturels. En d'autres termes, en aucun cas tel ou tel autre interstade n'est considéré comme le moteur d'un changement observé dans

la géographie du peuplement, l'art, la technologie ou les méthodes de chasse. Si les «changements climatiques» du cadre chronoclimatique traditionnel n'ont, sur le fond, influencé en rien notre vision de l'évolution culturelle des groupes humains du Paléolithique supérieur, il est légitime de se demander pour quelles raisons, en dépit d'évidences frappantes et convergentes, ce cadre a autant du mal à disparaître.

## 11. Remerciements

La préparation de ce travail a été aidée par des stimulantes discussions avec Frédérique Eynaud, Jean-Pierre Peypouquet, Jean-Pierre Texier et Jean-Louis Turon. Je dois à la lecture critique de Frédérique Eynaud plusieurs suggestions intéressantes et une nette amélioration du texte français.

## 12. Bibliographie

- ALCIATI, G., BROGLIO, A. & LANZINGER, M. (1994): General introduction, in *The human population of Italy - man and environment in the past: census and analysis*, Preistoria Alpina - Museo Tridentino di Scienze Naturali 26: Trento, pp. 11-24.
- ALTUNA, J. (1992a): El medio ambiente durante el Pleistoceno Superior en la región Cantábrica con referencia especial a sus faunas de mamíferos. *Munibe (Antropología-Arkeología)* 43: 13-29.
- ALTUNA, J. (1992b): Asociaciones de macromamíferos del Pleistoceno superior en el Pirineo occidental y el Cantábrico, in *The late Quaternary in the western Pyrenean region* (A. Cearreta & F. M. Ugarte, eds.), Universidad del País Vasco: Bilbao, pp. 15-28.
- ALTUNA, J. (1995): Faunas de mamíferos y cambios ambientales durante el Tardiglacial cantábrico, in *El final del Paleolítico cantábrico* (A. Moure Romaniño & C. González Sáinz, eds.), Universidad de Cantabria: Santander, pp. 77-117.
- ANDERSEN, S. T. (1970): *The relative pollen productivity and pollen representation of north European trees, and correction factors for tree pollen spectra*. Geological Survey of Denmark: Copenhagen.
- ANDRIEU, V. (1991): *Dynamique du paléoenvironnement de la vallée montagnarde de la Garonne (Pyrénées Centrales, France) de la fin des temps glaciaires à l'actuel*. Université de Toulouse: Toulouse.
- ARESO, P., ARANZASTI, M., OLASKOAGA, M., & URIZ, A. (1990): Sedimentología de la cueva de Amalda, in *La cueva de Amalda (Zestoa, País Vasco). Ocupaciones paleolíticas y postpaleolíticas* (J. Altuna, A. Baldeón & K. Mariezkurrena, eds.), Sociedad de Estudios Vascos serie B: San Sebastián, pp. 33-48.
- ARGANT, J., HEINZ, C. & BROCHIER, J.L. (1991): Pollens, charbons de bois et sédiments: l'action humaine et la végétation, le cas de la grotte d'Antonnaire (Montmar-en-Diois, Drôme). *Revue d'Archéométrie* 15: 29-40.
- BAHN, P. G. (1983): Late Pleistocene economies of the French Pyrenees. in *Hunter-gatherer economy in prehistory. A European perspective* (G. Bailey, ed.), Cambridge University Press: Cambridge, 168-186.
- BARANDIARÁN, I. (1988): Antecedentes prehistóricos de Euskal Herria: bases estratigráficas. in *De los orígenes a la cristianización*, Txertoa: San Sebastián, pp. 17-37.
- BARANDIARÁN MAESTU, I., FORTEA PÉREZ, J., & HOYOS GÓMEZ, M. (1996): El Auriñaciense tardío y los orígenes del Gravetiense; el caso de la región cantábrica, in *The Upper Palaeolithic* (A. Montet-White, A. Palma di Cesnola & K. Valoch, eds.), *UISPP 6*. ABACO: Forlì, Italy, pp. 263-293.
- BARD, E., ARNOLD, M., MAURICE, P., DUPRAT, J., MOYES, J. & DUPLESSY, J. C. (1987): Retreat velocity of the North Atlantic polar front during the last deglaciation determined by C-14 accelerator mass spectrometry. *Nature* 328: 791-794.
- BASTIN, B. (1975): Mise en évidence d'une oscillation tempérée correspondant au Magdalénien III dans le gisement d'Angles-sur-l'Anglin (Vienne). *Compte-Rendus de l'Académie des Sciences* 280: 1353-1356.
- BASTIN, B., LEVÊQUE, F. & PRADEL, L. (1976): Mise en évidence de spectres polliniques interstadières entre le Moustérien et le Périgordien ancien de la grotte des Cottés (Vienne). *Compte-Rendus de l'Académie des Sciences* 282: 1261-1264.
- BEHRE, K. E. (1989): Biostratigraphy of the Last Glacial Period in Europe. *Quaternary Science Reviews* 8: 25-44.
- BINFORD, L. R. (1968): Post-Pleistocene adaptations. in *New Perspectives in Archaeology* (L. R. Binford & S. R. Binford, eds.), Aldine Press: Chicago, pp. 313-341.
- BIRKS, H. J. B. & BIRKS, H. H. (1980): *Quaternary Palaeoecology*. Edward Arnold: London.
- BOHNCKE, S., WIJMSTRA, L., VAN DER WOUDE, J. & SOHL, H. (1988): The Late-Glacial infill of three lake successions in The Netherlands: Regional vegetational history in relation to NW European vegetational developments. *Boreas* 17: 385-402.
- BOND, G., BROECKER, W., JOHNSEN, S., MCMANUS, J., LABEYRIE, L., JOUZEL, J. & BONANI, G. (1993): Correlations between climate records from North

- Atlantic sediments and Greenland ice. *Nature* 365: 143-147.
- BOND, G. & LOTTI, R. (1995): Iceberg discharges into the North Atlantic on millennial time scales during the last glaciation. *Science* 267: 1005-1010.
- BONIFAY, M.F. (1982): Paléoclimatologie quantitative: Méthode fondée sur les Grands Mammifères. Une première application aux régions Sud de la France. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 38: 207-226.
- BOTTEMA, S. (1975): The interpretation of pollen spectra from prehistoric settlements (with special attention to Liguliflorae). *Palaeohistoria*, 17: 17-35.
- BOYER-KLEIN, A. (1976): Análisis polínico de la cueva de Tito Bustillo (Asturias), in *Excavaciones en la cueva de Tito Bustillo (Asturias)*. Trabajos de 1975 (A. Moure Romanillo & M. Cano Herrera, eds.), Instituto de Estudios Asturianos: Oviedo, pp. 203-206.
- BOYER-KLEIN, A. (1980): Nouveaux résultats palynologiques de sites solutréens et magdaléniens cantabriques. *Bulletin de la Société Préhistorique française* 77(4): 103-107.
- BOYER-KLEIN, A. (1981): Análisis polínico de la cueva del Rascaño, in *El Paleolítico superior de la cueva del Rascaño (Santander)* (J. González Echeagaray & I. Barandiarán Maestu, eds.), Centro de Investigación y Museo de Altamira: Monografías 3: pp. 217-220.
- BOYER-KLEIN, A. (1984): Analyses polliniques cantabriques au Tardiglaciaire. *Revue de Paléobiologie spécial*: 33-39.
- BOYER-KLEIN, A. (1985): Analyse pollinique de la grotte d'Erralla, *Munibe* 37: 45-48.
- BOYER-KLEIN, A. (1988): Analyses polliniques au Tardiglaciaire dans le Nord de L'Espagne: au sujet du Dryas I, II, III, in *Actas del VI Simposio de Palinología APLE* (J. Civis Llovera & M. F. Valle Hernández, eds.), Salamanca: pp. 277-285.
- BOYER-KLEIN, A. & LEROI-GOURHAN, Arl. (1987): Análisis polínico de El Juyo, in *Excavaciones en la cueva de El Juyo* (I. Barandiarán, J. González Echeagaray & R.G. Klein, eds.) Centro de Investigación y Museo de Altamira, Monografías 14: 57-61.
- BRYANT, V. M. & HOLLOWAY, R. G. (1983): The role of Palynology in Archaeology. in *Advances in Archaeological Method and Theory* 6: pp. 191-224.
- BRYANT, V.M. (1993): Archaeological palynology in the United States: A critique. *American Antiquity* 58(2): 277-286.
- BUI-THI-MAI (1985): Conservation des pollens et leur interprétation en milieu archéologique, in *Palynologie Archéologique* (J. Renault-Miskovsky, Bui-Thi-Mai & M. Girard, eds.), C.N.R.S.: Paris, pp. 23-37.
- BURJACHS I CASAS, F. (1988): Análisis polínico de los niveles cerámicos de la cova 120 (Alta Garrotxa, Catalunya), in *Actas del VI Simposio de Palinología, APLE* (J. Civis Llovera & M. F. Valle Hernández, eds.), Salamanca: pp. 285-290.
- BURJACHS I CASAS, F. (1990): *Palinologia dels dolmens de l'Alt Emporda i dels dipòsits quaternaris de la cova de l'Arbreda (Serinyà, Ple de l'Estany) i del Pla de l'Estany (Olot, Garrotxa)*. Evolució del paisatge vegetal i del clima des de fa més de 140.000 anys al N.E. de la Península Ibérica. Universitat Autònoma de Barcelona: Bellaterra.
- BURJACHS, F. & RENAULT-MISKOVSKY, J. (1992): Paléoenvironnement et paléoclimatologie de la Catalogne durant près de 30.000 ans (du Würmien ancien au début de l'Holocène) d'après la palynologie du site de l'Arbreda (Gérone, Catalogne). *Quaternaire* 3(2): 75-85.
- BURNEY, D. A. & PIGOTT BURNEY, L. (1993): Modern pollen deposition in cave sites: experimental results from New York State. *New Phytologists* 124: 523-535.
- BUTZER, K. W. (1971): *Environment and Archaeology*. Aldine Press: Chicago.
- CAMPY, M. (1985): Continuités et discontinuités sédimentaires dans les sites archéologiques de porches de grottes: implications sur les séquences palynologiques correspondantes, in *Palynologie Archéologique* (J. Renault-Miskovsky, Bui-Thi-Mai & M. Girard, eds.), C.N.R.S.: Paris, pp. 227-241.
- CAMPY, M. (1990): L'enregistrement du temps et du climat dans les remplissages karstiques: l'apport de la sédimentologie. *Karstologia Mémoires* 2: 11-22.
- CAMPY, M. & CHALINE, J. (1993): Missing records and depositional breaks. *Quaternary Research* 40: 318-331.
- CAMPY, M., CHALINE, J., HEIM, J., MOURER-CHAUVIRÉ, C. & VUILLEMAY, M. (1989): La séquence chronoclimatique de Gigny, in *La Baume de Gigny (Jura)* (M. Campy, J. Chaline & M. Vuillemeay, eds.), CNRS, 27: Paris, pp. 243-251.
- CARRIÓN, J. S., MUNUERA, M. & DUPRÉ, M. (1995): Estudios de palinología arqueológica en el sureste ibérico semiárido. *Cuaternario y Geomorfología* 9(3-4): 17-31.
- CAULTON, E. & GIBSON, W. (1988): Etude du contenu pollinique des matières fécales d'herbivores sélectionnés. *Travaux de la Section Scientifique et Technique de l'Institut Français de Pondichéry* 25: 301-308.
- CHALINE, J. (1985): *Le Quaternaire, l'histoire humaine dans son environnement*. Doin: Paris.
- CLARK, D. L. (1952): *Prehistoric Europe. The Economic Basis*. Methuen: London.

- CLOTTES, J. (1989): Le Magdalénien des Pyrénées, in *Le Magdalénien en Europe*, Université de Liège 38, pp. 281-360.
- COLCUTT, S. N. (1979): The analysis of Quaternary cave sediments. *World Archaeology* 10(3): 290-301.
- COLES, G. M., GILBERTSON, D. D., HUNT, C. O. & JENKINSON, R. D. S. (1989): Taphonomy and the palynology of cave deposits. *Cave Science* 16(3): 83-89.
- CORCHÓN, M. S. (1994): Arte mobiliär e industria ósea solutrense en la cornisa cantábrica. *Férvedes* 1: 131-148.
- CORTIJO, E., YIOU, P., LABEYRIE, L. & CREMER, M. (1995): Sedimentary record of rapid climatic variability in the North Atlantic Ocean during the last glacial cycle. *Paleoceanography* 10(5): 911-926.
- COURTY, A. (1986): Quelques faciès d'altération de fragments carbonatés en grottes et abris sous roche préhistoriques. *Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire* 30(3/4): 281-289.
- COÛTEAUX, M. (1977): A propos de l'interprétation des analyses polliniques de sédiments minéraux, principalement archéologiques, in *Approche écologique de l'homme fossile* (H. Laville & J. Renault-Miskovsky eds.), Suppl. du Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire 47: pp. 259-276.
- D'ERRICO, F. (1994): *L'art gravé azilien. De la technique à la signification*. CNRS: Paris.
- DAVID, S. & RICHARD, H. (1989): Les cultures du Tardiglaciaire dans le Nord-Est de la France, in *Le Magdalénien en Europe*, Université de Liège 38: pp. 101-153.
- DE BEAULIEU, J. L. (1984): Synthèse géologique du Sud-Est de la France: Flores, cadre paléoclimatique. *Mémoire du Bureau de Recherches Géologiques et Minières* 125: 533- 570.
- DE BEAULIEU, J. L., ANDRIEU, V., PONEL, P., REILLE, M. & LOWE, J. J. (1994): The Weichselian Late-glacial in southwestern Europe (Iberian Peninsula, Pyrenees, Massif Central, northern Apennines). *Journal of Quaternary Science* 9: 101-107.
- DE BEAULIEU, J.-L., PONS, A. & REILLE, M. (1984): Histoire de la végétation, du climat et de l'action de l'homme dans le Massif Central français depuis 15.000 ans. *Institut français de Pondichéry, trav.sec.sci.tech.* 30: 27-32.
- DE BEAULIEU, J. L. & REILLE, M. (1984): A long Upper Pleistocene pollen record from Les Echets, near Lyon, France. *Boreas* 13(2): 111-132.
- DELPECH, F. (1983): *Les faunes du Paléolithique supérieur dans le sud-ouest de la France*. Cahiers du Quaternaire 6, CNRS: Bordeaux.
- DELPECH, F., LAVILLE, H. & RIGAUD, J.-P. (1994): Chronologie et environnement climatique du Paléolithique supérieur dans le sud-ouest de la France, in *El cuadro geocronológico del Paleolítico superior inicial* (F. Bernaldo de Quirós, ed.), Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales 13: Madrid.
- DIOT, M. F. (1994): L'étude des pollens et spores et la reconstitution des climats du Quaternaire, in *Le climat d'hier à aujourd'hui*, Centre Régional de Documentation Pédagogique du Limousin, Université de Limoges: Limoges, pp. 55-73.
- DJINDJIAN, F. (1996): Les industries aurignacoides en Aquitaine entre 25000 BP et 15000 BP, in *The Upper Palaeolithic* (A. Montet-White, A. Palma di Cesnola & K. Valoch, eds.), Abaco 6: Forlì, Italy, pp. 41-54.
- DUPRÉ, M. (1988): Palinología y Paleoambiente. Nuevos datos españoles. Referencias, in *Serie de Trabajos Varios 84*, Diputación Provincial de Valencia: Valencia
- FARRAND, W. R. (1982): Rockshelter and cave sediments, in *Archaeological sediments in context* (J. K. Stein & W. R. Farrand, eds.), University of Maine: Orono, pp. 21-39.
- FOLLIERI, M., MAGRI, D. & SADORI, L. (1988): 250.000-year pollen record from valle di Castiglione (Roma). *Pollen et Spores* 30(3/4): 329-356.
- FORTEA, J., CORCHÓN, M. S., GONZÁLEZ MORALES, M., RODRÍGUEZ ASENSIO, A., HOYOS, M., LAVILLE, H., DUPRÉ, M. & FERNÁNDEZ TRESGUERRES, J. (1987): Travaux récents dans les vallées du Nalón et du Sella (Asturies), in *Colloque International d'Art Mobilier Paléolithique*, Foix-Le Mas d'Azil, pp. 220-243).
- FUMANAL, M. P. & DUPRÉ, M. (1983): Schéma paléoclimatique et chrono-stratigraphique d'une séquence du Paléolithique supérieur de la région de Valence (Espagne). *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire* 13: 39-46.
- GAUTHIER, A. (1992): *Paléoenvironnements du Pléistocène moyen dans le sud de la France. Apport et limites de l'analyse pollinique de trois sites préhistoriques: Caune de l'Arago, Orgnac 3, grotte du Lazaret*. Thèse de doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle: Paris.
- GIRARD, M. (1987): Contenu végétal: pollen, spores, in *Géologie de la Préhistoire* (J. C. Miskovsky, ed.), Association pour l'Etude de l'Environnement Géologique de la Préhistoire: Paris, pp. 587-617.
- GÓMEZ-LOBO RODRÍGUEZ, A. (1993): *Historia de la vegetación durante los últimos 15.000 años en los Picos de Urbión (Soria) en base al análisis polínico*. Thèse de doctorat, Universidad de Alcalá de Henares: Alcalá de Henares.
- GONZÁLEZ MORALES, M. (1992): Debate general, in *The Late Quaternary in the western Pyrenean region* (A. Cearreta & F. M. Ugarte, eds.), Universidad del País Vasco, Bilbao: pp. 444.

- GONZÁLEZ SÁINZ, C. (1989): *El Magdaleniense Superior-Final de la región cantábrica*. Tantín: Santander.
- GONZÁLEZ SÁINZ, C. (1994): Sobre la cronoestratigrafía del Magdaleniense y Aziliense en la región cantábrica. *Munibe*, 46: 53-68.
- GONZÁLEZ SÁINZ, C. (1995): 13.000-11.000 BP. El final de la época magdaleniense en la región cantábrica. in *El final del Paleolítico cantábrico* (A. Moure Romanillo & C. González Sáinz, eds.), Universidad de Cantabria, Santander: pp. 159-197.
- GOULD, S. J. (1965): Is uniformitarianism necessary? *American Journal of Science* 263: 223-228.
- GRIGGO, C. (1995): *Significations paléoenvironnementales des communautés animales pléistocènes: essai de quantification de variables climatiques*. Université de Bordeaux I, 206 p.
- GUILLIEN, Y. & LAUTRIDOU, J. P. (1974): Conclusions de recherches de géofracción expérimentale sur les calcaires de Charentes. *Bulletin du Centre de Géomorphologie de Caen* 19: 25-33.
- GUIOT, J., BEAULIEU, D. J.-L., CHEDDADI, R., DAVID, F., PONEL, P. & REILLE, M. (1993): The climate in Western Europe during the last Glacial/Interglacial cycle derived from pollen and insect remains. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 103: 73-93.
- GULLENTOPS, F. (1954): Contribution à la chronologie du Pléistocène et des formes du relief en Belgique. *Mémoires de l'Institut géologique de l'Université de Louvain* 18: 125-252.
- HALL, S. A. (1981): Deteriorated pollen grains and the interpretation of Quaternary pollen diagrams. *Review of Palaeobotany and Palynology* 32: 193-206.
- HALL, S. A. & BRYANT JR., V. M. (1996): Pollen grain deterioration in the south-central United State: criteria for evaluation of pollen spectra, in *IX International Palynological Congress, Abstracts*, American Association of Stratigraphic Palynologists: Houston, Texas, pp. 58.
- HARTZ, N. & MILTHERS, V. (1901): Det sennglaciale Ler i Alleröd Teglværksgrav. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening* 1: 31-60.
- HAVINGA, A. J. (1984): A 20-year experimental investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores in various soil types. *Pollen et Spores* 26(3/4): 541-558.
- HÉTU, B. (1989): L'éboulis d'Aste. Stratigraphie et datations C-14, in *Livret-Guide du Colloque Glaciaire pyrénéen, versant nord/versant sud*, Association Française pour l'Etude du Quaternaire: Paris.
- HOYOS GÓMEZ, M. (1989): Estudio sedimentológico del yacimiento de la cueva de Zatoya, in *El yacimiento prehistórico de Zatoya (Navarra)* (I. Barandiarán & A. Cava, eds.), Suppl. Trabajos de Arqueología Navarra 8: pp. 221-229.
- HOYOS GÓMEZ, M. (1994): Características sedimentokársticas y paleoclimáticas de los interestadios de Laugerie y Lascaux en la cornisa cantábrica. *Férvédes* 1: 21-37.
- HOYOS GÓMEZ, M. (1995): Paleoclimatología del Tardiglacial en la cornisa cantábrica basada en los resultados sedimentológicos de yacimientos arqueológicos kársticos, in *El final del Paleolítico cantábrico* (A. Moure Romanillo & C. González Sáinz, eds.), Universidad de Cantabria: Santander, pp. 15-75.
- HUNTLEY, B. (1990): European vegetation history: palaeovegetation maps from pollen data-13.000 yr BP to present. *Journal of Quaternary Science*, 5(2): 103-122.
- HUNTLEY, B. & BIRKS, H. J. B. (1983): *An Atlas of Past and Present Pollenmaps for Europe: 0-13.000 B.P. years ago*. Cambridge University Press: Cambridge.
- IMBRIE, J., MIX, A. C. & MARTINSON, D. G. (1993): Milankovitch theory viewed from Devils Hole. *Nature* 363: 531-533.
- IVERSEN, J. (1942): En pollenanalytisk Tidsfaestelse af Ferskvandslagene ved Norre Lyngby. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening* 10: 130-151.
- IVERSEN, J. (1954): The Late-Glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil. *Danmarks Geologiske Undersogelse* 80(2): 87-119.
- JALUT, G., MONTSERRAT MARTÍ, J., FONTUGNE, M., DELIBRIAS, G., VILLAPLANA, J. M. & JULIÀ, R. (1992): Glacial to interglacial vegetation changes in the northern and southern Pyrénées: Deglaciation, vegetation cover and chronology. *Quaternary Science Reviews* 11: 449-480.
- JALUT, G. & VERNET, J. L. (1989): La végétation du Pays de Sault et de ses marges depuis 15.000 ans: réinterprétation des données palynologiques et apports de l'antracologie, in *Pays de Sault. Espaces, peuplement, populations*, C.N.R.S.: Toulouse, pp. 23-35.
- JANSEN, C. R. (1981): On the reconstruction of past vegetation by pollen analysis: A review, in *IV International Palynological Conference Lucknow (1976-77)*, 3: pp. 619-624.
- JESSEN, K. & MILTHERS, V. (1928): Stratigraphical and palaeontological studies of interglacial freshwater deposits in Jutland and northwest Germany. *Danmarks Geologiske Undersogelse* II 48, 380 p.
- JOHNSON, S. J., CLAUSEN, H. B., DANSGAARD, W., FUHRER, K., GUNDESTRUP, N., HAMMER, C. U., IVERSEN, P., JOUZEL, J., STAUFFER, B. & STEFFENSEN, J. P. (1992): Irregular glacial interstadials in a new Greenland ice core. *Nature* 359: 311-313.
- JUVIGNÉ, E. & BASTIN, B. (1995): Le Gour de Tazenat et l'évolution de l'environnement du Tardiglaciaire

- au Boréal dans la Chaîne des Puys septentrionale (Massif Central). *Comptes Rendues de l'Académie des Sciences Paris* série II a: 993-999.
- JUVIGNÉ, E., HAESERTS, P., MESTDAGH, H., PISSART, A. & BALESCU, S. (1996): Révision du stratotype loessique de Kesselt (Limbourg, Belgique). *Compte Rendues de l'Académie des Sciences, Paris* série II a 323: 801-807.
- KOLSTRUP, E. (1991): Palaeoenvironmental developments during the Lateglacial of the Weichselian, in *The Late Glacial in north-west Europe: human adaptation and environmental change at the end of the Pleistocene* (N. Barton, A. J. Roberts & D. A. Roe, eds.), CBA Research Report 77: pp. 1-6.
- KORNFELD, M. (1996): The big-game focus. Reinterpreting the archaeological record of Cantabrian Upper Paleolithic Economy. *Current Anthropology* 37(4): 629-657.
- LAIS, R. (1941): Über Höhlensedimente. *Quartar* 3: 56-108.
- LAVILLE, H. (1975): *Climatologie et chronologie du Paléolithique en Périgord: étude sédimentologique de dépôts en grottes et sous abris*. Marseille.
- LAVILLE, H., DELPECH, F. & RIGAUD, J.-P. (1985): Sur la zonation pollinique du Pléistocène récent: les précisions du domaine aquitain, in *Palynologie Archéologique* (J. Renault-Miskovsky, Bui-Thi-Mai and M. Girard, eds.), C.N.R.S.: Paris, pp. 245-257.
- LAVILLE, H. & MARAMBAT, L. (1993): Sur le passage du Paléolithique moyen au Paléolithique supérieur dans le sud-ouest de la France. Paléoenvironnements et chronologie. Données et problèmes, in *El origen del hombre moderno en el suroeste de Europa* (V. Cabrera Valdés, eds.), UNED: Madrid, pp. 13-22.
- LAVILLE, H. & MISKOVSKY, J. C. (1977): Sédimentologie des dépôts paléolithiques en grottes et sous abris, in *Approche écologique de l'homme fossile* (H. Laville & J. Renault-Miskovsky, eds.), Association Française pour l'Etude du Quaternaire 47: Paris, pp. 21-22.
- LAVILLE, H., TURON, J. L., TEXIER, J. P., RAYNAL, J. P., DELPECH, F., PAQUEREAU, M. M., PRAT, F. & DEBENATH, A. (1983): Histoire paléoclimatique de l'Aquitaine et du Golfe de Gascogne au Pléistocène supérieur depuis le dernier interglaciaire. *Cahiers du Quaternaire* n° spécial: 219-241.
- LE BER, M. & OTER-DUTHOIT, L. (1987): Désagrégation des parois rocheuses et climat: approche thermique et thermodynamique. *Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire* 31(3): 147-159.
- LEROI-GOURHAN, A. (1959): Résultats de l'analyse pollinique de la grotte d'Isturitz. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 56: 619-624.
- LEROI-GOURHAN, A. (1966): Análisis polínico de la cueva del Otero, in *Cueva del Otero* (P. J. González Echegaray, M. A. García Guinea & A. Begines Ramírez, eds.), 53: pp. 83-85.
- LEROI-GOURHAN, A. (1967): Analyse pollinique des niveaux paléolithiques de l'abri Fritsch. *Revue of Palaeobotany and Palynology* 4: 81-86.
- LEROI-GOURHAN, A. (1968): L'abri du Facteur à Tursac (Dordogne): analyse pollinique. *Gallia Préhistoire* 11: 123-132.
- LEROI-GOURHAN, A. (1971a): Análisis polínico de la cueva Morín, in *Cueva Morín: excavaciones 1966-1968* (J. González Echegaray & L. G. Freeman, eds.), Publicaciones del Patronato de las cuevas prehistóricas de la provincia de Santander, Santander: pp. 359-365.
- LEROI-GOURHAN, A. (1971b): La fin du Tardiglaciaire et les industries préhistoriques (Pyénées-Cantabres). *Munibe* 23(2/3): 249-254.
- LEROI-GOURHAN, A. (1980a): Análisis polínico de la cueva de El Pendo, in *El yacimiento de la cueva de El Pendo (excavaciones 1953-1957)* (J. González Echegaray, ed.), C.S.I.C.: Madrid, pp. 265-266.
- LEROI-GOURHAN, A. (1980b): Les interstades du Würm supérieur, in *Problèmes de stratigraphie Quaternaire en France et dans les pays limitrophes* (J. Chaline, ed.), Suppl. Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire 1: pp. 192-194.
- LEROI-GOURHAN, A. (1980c): Interstades würmiens: Laugerie et Lascaux. *Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire* 3: 91-100.
- LEROI-GOURHAN, A. (1986): The palynology of La Riera cave, in *La Riera Cave* (L. G. Straus & G.A. Clark, eds.), Arizona State University, Anthropol. papers 36: pp. 59-64.
- LEROI-GOURHAN, A. (1989): Stratigraphie du Würm depuis 35.000 ans par la Palynologie, in *Quaternary type sections: Imagination or reality?* (J. Rose & C. Schlüchter, eds.), A.A. Balkema: Rotterdam, Brookfield: pp. 91-92.
- LEROI-GOURHAN, A. & GIRARD, M. (1979): Analyses polliniques de la grotte de Lascaux, in *Lascaux inconnu* (Arl. Leroi-Gourhan & J. Allain, eds.), Suppl. Gallia Préhistoire 12: pp. 75-80.
- LEROI-GOURHAN, A. & LEROI-GOURHAN, A. (1964): Chronologie des grottes d'Arcy-sur-Cure. *Gallia Préhistoire* 7: 1-64.
- LEROI-GOURHAN, A. & RENAULT-MISKOVSKY, J. (1977): La palynologie appliquée à l'archéologie: méthodes et limites, in *Approche écologique de l'homme fossile* (H. Laville & J. Renault-Miskovsky, eds.), Suppl. Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire 47: pp. 35-51.
- LEROUX, M. (1988): Circulation générale de la troposphère et variations climatiques, in *Variations as-*

- tronomiques et changements climatiques terrestres. Université de Toulouse: Observatoire du Pic du Midi, Bagnères de Bigorre, *IGCP 252*: pp. 117-126.
- LEROUX, M. (1993): The Mobile Polar High: a new concept explaining present mechanisms of meridional air-mass and energy exchanges and global propagation of palaeoclimatic changes. *Global and Planetary Change* 7: 69-93.
- LEROYER, C. (1988): Des occupations castelperroniennes et aurignaciennes dans leur cadre chronoclimatique, in *L'Homme de Neanderthal: La mutation* (M. Otte, ed.), Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège 35: Liège, pp. 103-108.
- LEROYER, C. (1990): Nouvelles données palynologiques sur le passage Paléolithique moyen-Paléolithique supérieur. *Mém. Musée Préhistoire Ile de France*, 3: 49-52.
- LEROYER, C. & LEROI-GOURHAN, A. (1983): Problèmes de chronologie: le Castelperronien et l'Aurignacien. *Bulletin de la Société Préhistorique française*, 80(2): 41-44.
- LEVESQUE, A. J., MAYLE, F. E., WALKER, I. R. & Cwynar, L. C. (1993): The Amphi-Atlantic Oscillation: A proposed Late-Glacial climatic event. *Quaternary Science Reviews* 12: 629-643.
- LÓPEZ, P. (1981a): Análisis polínico del yacimiento de Los Azules (Cangas de Onís, Oviedo). *Botánica Macaronésica* 8-9: 243-248.
- LÓPEZ, P. (1981b): Los pólenes de la cueva de El Salitre. *Trabajos de Prehistoria*, 38(93-96).
- LÓPEZ, P. (1982): Abautz: análisis polínico. *Trabajos de Arqueología Navarra* 3: 355-358.
- LOUBLIER, Y. (1974): *Etude de la sédimentation pollinique actuelle en grotte (site de La Caune de l'Arago, Tautavel, Pyrénées orientales)*. D.E.A. d'Ecologie, Université de Sciences et Techniques du Languedoc.
- LOWE, J. J. & WALKER, M. J. C. (1984): *Reconstructing Quaternary Environments*. Longman: London, New York.
- MALDONADO RUIZ, F. J. (1994): *Evolución tardiglacial y holocena de la vegetación en los macizos del noroeste peninsular*. Thèse de doctorat, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Madrid.
- MANGERUD, J., ANDERSEN, S. T., BERGLUND, B. E. & DONNER, J. J. (1974): Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. *Boreas* 3: 109-128.
- MAROTO, J. (1992): La geología aplicada a la prehistoria, in *Ciencias, metodologías y técnicas aplicadas a la arqueología* (I. Roda, ed.), Fundació «La Caixa» & Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona 4: Barcelona-Bellaterra, pp. 19-29.
- MCANDREW, J. H. & KING, J. E. (1976): Pollen of the North American Quaternary: The top twenty. *Geoscience and Man* 15: 41-49.
- MELLARS, P. (1995): *The Neanderthal Legacy*. Princeton University Press: Princeton?
- MELLARS, P. (1992): Archaeology and the population-dispersal hypothesis of modern human origins in Europe. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 337: 225-234.
- MENÉNDEZ AMOR, J. & FLORSCHÜTZ, F. (1961): Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación en España durante el Cuaternario. *Estudios Geológicos* 17: 83-99.
- MILANKOVITCH, M. M. (1941): *Kanon der Erdbestrahlung*. Königlich Serbische Akademie: Beograd.
- MISKOVSKY, J.-C. (1974): *Le Quaternaire du Midi Méditerranéen. Stratigraphie et Paléoclimatologie d'après l'étude sédimentologique du remplissage des grottes et abris sous roche*. Etudes Quaternaires 3: Marseille.
- MONTUIRE, S. (1994): *Communautés de Mammifères et environnements: l'apport des faunes aux reconstitutions des milieux en Europe depuis le Pléistocène et l'impact des changements climatiques sur la diversité*. Thèse de doctorat, Université de Montpellier II.
- MOURE ROMANILLO, A. (1990): La cueva de Tito Bustillo (Ribadesella, Asturias): el yacimiento paleolítico. Resumen de los trabajos 1972-1986. *Excavaciones arqueológicas en Asturias 1983-86* 1: 107-127.
- NILSSON, T. (1983): The Pleistocene. Geology and Life in the Quaternary Ice Age. D. Reidel Publishing Company: Dordrecht.
- OZOUF, J.-C. (1987): Etude expérimentale sur la géofraction des calcaires et silex. Signification climatique, in *Géologie de la Préhistoire* (J.-C. Miskovsky, ed.), Association pour l'Etude de l'Environnement Géologique de la Préhistoire: Paris, pp. 403-412.
- PALMA DI CESNOLA, A. (1996): Le Gravettien le plus ancien en Italie, in *The Upper Palaeolithic* (A. Montet-White, A. Palma di Cesnola & K. Valoch, eds.), ABACO 6: Forlì, Italy, pp. 227-236.
- PAQUEREAU, M. M. (1978): Flores et climats du Würm III dans le sud-ouest de la France. *Quaternaria* 21: 123-164.
- PEÑALBA, C. (1989): *Dynamique de végétation Tardiglaciaire et Holocène du Centre-Nord de l'Espagne d'après l'analyse pollinique*. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille: Marseille.
- PEÑALBA, C. (1992): General debate, in *The Late Quaternary in the western Pyrenean region* (A. Cearreta & F. M. Ugarte, eds.), Universidad del País Vasco: Bilbao, pp. 443.
- PEÑALBA, C. (1994): The history of the Holocene vegetation in northern Spain from pollen analysis. *Journal of Ecology* 82: 815-832.

- PÉREZ-OBÍOL, R. & JULIÀ, R. (1994): Climatic change on the Iberian Peninsula recorded in a 30,000-yr pollen record from Lake Banyoles. *Quaternary Research* 41: 91-98.
- PETERSON, G. M. (1983): Recent pollen spectra and zonal vegetation in the western USSR. *Quaternary Science Reviews* 2: 281-321.
- PONS, A. (1991): Pollen proxy data from western Mediterranean Europe, in *Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene* (B. Frenzel, ed.), G.F. Verlag: New York, pp. 51-62.
- PONS, A. & REILLE, M. (1988): The Holocene and Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 66: 243-263.
- POPLIN, F. (1977): Problèmes d'ostéologie quantitative relatifs à l'étude de l'écologie des hommes fossiles, in *Approche écologique de l'homme fossile* (H. Laville & J. Renault-Miskovsky, eds.), Suppl. Association Française pour l'Etude du Quaternaire 47: Paris, pp. 63-68.
- PREECE, R. C. (1991): Accelerator and radiometric radiocarbon dates on a range of materials from colluvial deposits at Holywell Coombe, Folkestone in *Radiocarbon dating: recent applications and future potential* (J. J. Lowe, ed.), Quaternary Research Association 1: pp. 45-53.
- PRENTICE, I. C. (1978): Modern pollen spectra from lake sediments in Finland and Finnmark, north Norway. *Boreas* 7: 131-153.
- PRENTICE, I. C., CRAMER, W., HARRISON, S. P., LEEMANS, R., MONSERUD, R. A. & SOLOMON, A. M. (1992): A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate. *Journal of Biogeography* 19: 117-134.
- RAMIL REGO, P. (1994): Interpretación arqueobotánica y encuadre fitoclimático del Solutrense peninsular. *Férvédes* 1: 39-46.
- REILLE, M. (1990): *Leçons de Palynologie et d'analyse pollinique*. C.N.R.S.: Paris.
- REILLE, M. & ANDRIEU, V. (1991): Données nouvelles sur l'histoire postglaciaire de la végétation des Pyrénées occidentales (France). *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences Paris série II* 312: 97-103.
- REILLE, M. & LOWE, J. J. (1993): A re-evaluation of the vegetation history of the eastern Pyrenees (France) from the end of the Last Glacial Maximum to the present. *Quaternary Science Reviews* 12: 47-77.
- RENAULT-MISKOVSKY, J. (1972): *Contribution à la paléoclimatologie du midi méditerranéen pendant la dernière glaciation et le post-glaciaire*. Thèse de doctorat, Université Paris VI, 495 p.
- RENAULT-MISKOVSKY, J. (1986): *L'environnement aux temps de la Préhistoire: méthodes et modèles*. Masson: Paris.
- RENAULT-MISKOVSKY, J. (1989): Contribution de la Palynologie à la connaissance de l'occupation des territoires méditerranéens par les peuplements préhistoriques, in *Variations des paléomilieux et peuplement préhistorique* (H. Laville, ed.), C.N.R.S.: Bordeaux, 13: pp. 47-57.
- RENAULT-MISKOVSKY, J. & LEROI-GOURHAN, A. (1981): Palynologie et archéologie: nouveaux résultats du Paléolithique supérieur au Mésolithique. *Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire* 7-8: 121-128.
- RIGAUD, J.-P. (1996): L'origine du gravettien dans le sud de la France, in *The Upper Palaeolithic* (A. Montet-White, A. Palma di Cesnola & K. Valoch, eds.), ABACO 6: Forlì, Italy, pp. 257-262.
- RUDDIMAN, W. F. & MCINTYRE, A. (1981): The North Atlantic Ocean during the last deglaciation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 35: 145-214.
- SACCHI, D. (1986): *Le Paléolithique supérieur du Languedoc occidental et du Rousillon*. CNRS: Paris.
- SÁNCHEZ GOÑI, M. F. (1991): On the Last Glaciation and the Interstadials during the Solutrean. A Contradiction? *Current Anthropology* 4: 573-575.
- SÁNCHEZ GOÑI, M. F. (1992): Analyse palynologique de sites préhistoriques du Pays Basque: premiers résultats pour les grottes de Lezetxiki et Urtiaga, in *The Late Quaternary in the Western Pyrenean Region* (A. Cearreta & F.M. Ugarte), Universidad del País Vasco: Bilbao, pp. 207-234.
- SÁNCHEZ GOÑI, M. F. (1993a): Criterios de base tafonómica para la interpretación de análisis palinológicos en cueva: el ejemplo de la región cantábrica in *Estudios sobre Cuaternario* (M. P. Fumanal & J. Bernabeu, eds.), Universidad de Valencia y AEQUA: Valencia, pp. 117-130.
- SÁNCHEZ GOÑI, M. F. (1993b): *De la taphonomie pollinique à la reconstitution de l'environnement: L'exemple de la région cantabrique*. British Archaeological Reports International Series 586: Oxford.
- SÁNCHEZ GOÑI, M. F. (1994a): The identification of European Upper Palaeolithic interstadials from cave sequences. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions series* 29: 161-182.
- SÁNCHEZ GOÑI, M. F. (1994b): L'environnement de l'homme préhistorique dans la région cantabrique d'après la taphonomie pollinique des grottes. *L'Anthropologie*, 98(2/3): 379-417.
- SÁNCHEZ GOÑI, M. F. (1996a): The Older Dryas of northern France in a west European context. *Revue de Paléobiologie*, 15(2).
- SÁNCHEZ GOÑI, M. F. (1996b): Image analysis of charcoal particles: application to environmental studies. *Microscopy & Analysis* 42: 7-9.



- SÁNCHEZ GOÑI, M. F. (sous presse): Végétation et climat dans le pourtour de la Méditerranée au cours du Pléistocène supérieur, in *Actes du XI-Vème Congrès Préhistorique de France*, Carcassonne.
- SÁNCHEZ GOÑI, M. F. & HANNON, G. (sous presse): High altitude vegetational pattern on the Iberian-Mountain Chain (north-central Spain) during the Holocene. *The Holocene*.
- SCHMIDER, B. (1996): L'origine du Gravettien dans le nord de la France, in *The Upper Palaeolithic* (A. Montet-White, A. Palma di Cesnola & K. Valoch, eds.), ABACO 6: Forlì, Italy, pp. 249-256.
- SHACKLETON, N. J., VAN ANDEL, T. J., BOYLE, E. A., JANSEN, E., LABEYRIE, L. D., LEINEN, M., MCKENZIE, J., MAYER, L. & SUNDQUIST, E. (1990): Contributions from the oceanic record to the study of global change in three time scales. *Global and Planetary Changes* 82: 5-37.
- STRAUS, L.G. (1985): Chronostratigraphy of the Pleistocene/Holocene boundary: the Azilian problem in the Franco-Cantabrian region. *Palaeohistoria* 27: 89-130.
- STRAUS, L.G. (1991): Southwestern Europe at the Last Glacial Maximum. *Current Anthropology* 32(5): 189-199.
- STRAUS, L.G. (1995a): A través de la frontera Pleistoceno-Holoceno en Aquitania y en la Península Ibérica: cambios ambientales y respuestas humanas, in *El final del Paleolítico cantábrico* (A. Moure Romanillo & C. González Sáinz, eds.), Universidad de Cantabria: Santander, pp. 341-363.
- STRAUS, L.G. (1995b): The upper Paleolithic of Europe: An overview. *Evolutionary Anthropology* 4-16.
- TEXIER, J. P. (1986): Les dépôts de pente carbonatés du Périgord: caractéristiques, genèse, chronologie. *Arqueologia (Porto)* 13: 13-20.
- TEXIER, J. P. (1990): Bilan sur les paléoenvironnements des moustériens charentais d'Europe occidentale d'après les données de la géologie in *Les Moustériens Charentais*, Brive (France), pp. 15-19.
- TEXIER, J. P. & LE BER, M. (1988): L'enregistrement des climats et du temps dans les dépôts de pentes carbonatés: l'exemple du Périgord, in *Colloque MCQS Dijon (France)*, pp. 99-100.
- THOUVENY, N., DE BEAULIEU, J. L., BONIFAY, E., M. CREER, K., GUIOT, J., ICOLE, M., JOHNSON, S., JOUZEL, J., REILLE, M., WILLIAMS, T. & WILLIAMSON, D. (1994): Climate variations in Europe over the past 140 kyr deduced from rock magnetism. *Nature* 371: 503-506.
- TIPPING, R. (1991): The climatostratigraphic subdivision of the Devensian Lateglacial: evidence from a pollen site near Oban, western Scotland. *Journal of Biogeography* 18: 89-101.
- TURNER, C. (1985): Problems and pitfalls in the application of Palynology to Pleistocene archaeological sites in Western Europe in *Palynologie Archéologique* (J. Renault-Miskovsky, Bui-Thi-Mai & M. Girard eds.), C.N.R.S.: Paris, pp. 347-373.
- TURNER, C. & HANNON, G. E. (1988): Vegetational evidence for late Quaternary climatic changes in southwest Europe in relation to the influence of the North Atlantic Ocean. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 318: 451-485.
- TZEDAKIS, P. C. (1994): Vegetation change through glacial-interglacial cycles: a long pollen sequence perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 345: 403-432.
- UGARTE, F. M., LÓPEZ AZCONA, C. & GONZÁLEZ, J. A. (1986): Evaluación geomorfológica de los depósitos aluviales de las cuevas de Irtegui y Artzenkoba (valle del río Aránzazu, Oñati, Guipúzcoa). *Munibe (Ciencias Naturales)* 38: 15-39.
- UNAMUNO, M. (1919): *España*, Madrid (13.11.1919).
- UNAMUNO, M. (1983): *Del sentimiento trágico de la vida*. Akal: Madrid.
- USINGER, H. (1984): Pollenanalytische Untersuchungen zum Alter des Meerfelder Maars und zur Vegetationsentwicklung in der Westeifel während der ausklingen der Eiszeit. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 65: 49-66.
- VAN ANDEL, T. H. & TZEDAKIS, P. C. (1996): Palaeolithic Landscapes of Europe and environs, 150,000-25,000 years ago. *Quaternary Science Reviews* 5(5-6): 481-500.
- VAN CAMPO, M. M. (1976): La méthode pollenanalytique en Archéologie. in *La Préhistoire Française* (H. d. Lumley, ed.), C.N.R.S.: Paris, pp. 463-464.
- VAN DER HAMMEN, T., MAARLEVELD, G. C., VOGEL, J. C. & ZAGWIJN, W. H. (1967): Stratigraphy, Climatic succession and radiocarbon dating of the Last Glacial in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw* 46(3): 79-95.
- VAN GEEL, B., COOPE, G. R. & VAN DER HAMMEN, T. (1989): Palaeoecology and stratigraphy of the Lateglacial type section at Usselo (The Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology* 60: 25-129.
- VAN STEIJN, H., BERTRAN, P., FRANCOU, B., HÉTU, B. & TEXIER, J. P. (1995): Models for the Genetic and Environmental Interpretation of Stratified Slope Deposits: Review. *Permafrost and Periglacial Processes* 6: 125-146.
- VILETTE, Ph. (1983): *Avifaune de la fin du Pléistocène supérieur et de l'Holocène dans le sud de la France et en Catalogne. Systématique-Paléoenvironnements-Paléoclimats*. Thèse de doctorat, Université de Lyon I.
- VOGEL, J. C. & WATERBOLK, H. T. (1967): Groningen radiocarbon dates VII. *Radiocarbon* 9: 107-155.
- WALKER, M. J. C. & HARKNESS, D. D. (1990): Radiocarbon dating the Devensian Lateglacial in Britain:

- new evidence from Llanilid, South Wales. *Journal of Quaternary Science* 5(2): 135-144.
- WATTS, W. A. (1980): Regional variation in the response of vegetation to Lateglacial climatic events in Europe, in *Studies in the Lateglacial of North West Europe* (J.J. Lowe, J.M. Gray & J.E. Robinson, eds.), Pergamon Press: Oxford, pp. 1-22.
- WATTS, W. A., ALLEN, J. R. M. & HUNTLEY, B. (1996): Vegetation history and palaeoclimate of the Last Glacial period at Lago Grande di Monticchio, southern Italy. *Quaternary Science Reviews* 15: 133-153.
- WEINSTEIN-EVRON, M. (1994): Biases in archaeological pollen assemblages: case-studies from Israel. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series* 29: 193-205.
- WEST, R. G. (1972): *Pleistocene geology and biology*. Longman: London.
- WEST, R. (1984): Interglacial, interstadial and oxygen isotope stages. *Diss. Botanica* 72: 345-357.
- WIJMSTRA, T.A. (1969): Palynology of the first 30 m of 120 m deep section in northern Greece. *Acta Botanica Neerlandica* 18(4): 511-527.
- WOILLARD, G. M. (1978): Grande Pile Peat Bog: a continuous Pollen Record for the Last 140.000 years. *Quaternary Research* 9: 1-21.
- WOILLARD, G. & MOOK, W. G. (1982): Carbon-14 dates at Grande Pile: correlation of Land and Sea chronologies. *Science* 215: 159-161.
- WOODWARD, F. I. (1987): *Climate & Plant distribution*. Cambridge University Press: Cambridge.
- WRIGHT, H. E. J., MCANDREWS, J. H. & VAN ZEIST, W. (1967): Modern pollen rain in Western Iran and its relation to the plant Geography and Quaternary vegetational history. *Journal of Ecology* 55: 415-443.
- ZILHÃO, J. (1995): *O Paleolítico superior da Estremadura portuguesa*. Thèse de doctorat, Université de Lisbonne: Lisbonne.