



**HAL**  
open science

## Milieus physiques et biologiques : quels changements entre 60 et 30 000 ans à l'Ouest de l'Europe ?

Jean-Luc Guadelli, Jean-Paul Raynal

### ► To cite this version:

Jean-Luc Guadelli, Jean-Paul Raynal. Milieus physiques et biologiques : quels changements entre 60 et 30 000 ans à l'Ouest de l'Europe ?. Paléolithique moyen récent et Paléolithique supérieur ancien en Europe. Ruptures et transitions : examen critique des documents archéologiques. Actes du colloque de Nemours, 9-11 mai 1988 n° 3, Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France, 1990, Nemours, France. pp.53-61. halshs-00005584

**HAL Id: halshs-00005584**

**<https://shs.hal.science/halshs-00005584>**

Submitted on 15 Nov 2005

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MILIEUX PHYSIQUES ET BIOLOGIQUES: QUELS CHANGEMENTS ENTRE 60 ET 30 KA A L'OUEST DE L'EUROPE ?

par Jean-Paul RAYNAL et Jean-Luc GUADELLI

Université de Bordeaux 1, Institut du Quaternaire, URA 133 CNRS,  
Bâtiment de Géologie, Avenue des Facultés, 33405 TALENCE CEDEX.

Résumé: Faisant suite au pléniglaciaire du "Würm ancien" (manifestations de type périglaciaire, extension des steppes herbeuses froides et des associations fauniques dominées par les groupes de milieu ouvert arctique et/ou non arctique) s'instaure une période dont le détail climatique reste encore flou, mais qui se caractérise globalement par les faits suivants:

- englacement persistant des zones montagneuses,
- signature paléopédologique très inégalement conservée,
- reconstitution limitée d'un boisement thermophile,
- persistance, au sein des associations fauniques, de la composante froide (Renard polaire, Renne, Rhinocéros laineux, Mammouth) et/ou steppique (Bison, Cheval), accompagnée de l'apparition timide d'éléments témoins d'un accroissement sensible de l'hygrométrie (Mégacéros, Sanglier, Cerf, Boeuf primitif).

Cette période doit être considérée comme un interpléniglaciaire. Entre 45 et 30 Ka a.r.\* trois améliorations climatiques ont été reconnues, séparées par des épisodes rigoureux.

Abstract: Following the "Lower Würm" pleniglacial, during which periglacial phenomena occur, herbous stepps extent and specific fauna settles (open arctic and/or non-arctic environment fauna), begins a period which climatic detail is still difficult to precise. Nevertheless, one can assume for this period :

- a permanent mountainous ice-sheet,
- no specific soil preserved,
- local recovering of thermophyl vegetal cover,
- fauna with permanent cold species besides shallow appearance of humid species.

This period must be considered as an interpleniglacial. Between 45 and 30 Ky, three main temperate periods have been recognized, separated by cold substages.

La période étudiée (60 à 30 Ka) est particulièrement importante pour l'histoire des sociétés préhistoriques : elle voit s'effectuer en Europe de l'Ouest la transition du Paléolithique moyen au Paléolithique supérieur.

\* a.r. = en années réelles

Selon les conceptions qui prévalurent jusqu'à une date récente, d'après l'analyse intégrée de remplissages de grottes et abris, elle recouvre les phases froides de la fin du Würm ancien (Würm II) et du début du Würm récent (Würm III), séparés l'un de l'autre par un réchauffement climatique (interstade Würm II-III) (Laville, 1969). A la limite d'application de la méthode de datation par le  $^{14}\text{C}$ , cette amélioration était généralement située vers 35 Ka BP (Dans ce texte, la notation BP se rapporte aux dates  $^{14}\text{C}$  non corrigées, la mention Ka concernant des essais de calibration ou des dates obtenues par des méthodes physiques exprimant des résultats en années véritables).

La mise au point de la chronostratigraphie isotopique de l'oxygène en domaine marin et l'analyse pollinique de longues séquences en domaine continental ont ces dernières années, et souvent de manière trop catégorique, remis en question cette interprétation. Les discordances observées ont induit une révision et une relativisation des données continentales conduisant à une clarification terminologique et à un essai d'harmonisation des résultats (Laville et al , 1983; Laville, Raynal, Texier, 1984, 1986 (1); Laville, Delpech, Rigaud, 1985). Regrouper plusieurs oscillations dans un complexe interstadiaire, dénommé alors "interstade würmien" (Laville, Raynal, Texier, 1984), rejoignait les conclusions établies en Norvège au sujet de l'Ålesund interstadial daté entre 38,5 et 28,5 Ka BP (Mangerud et al , 1981).

Après une brève revue des données du domaine marin et à la faveur de nouveaux résultats obtenus dans le Massif Central et le Bassin d'Aquitaine (stratigraphie, palynologie, paléontologie animale) et étayés de datations numériques ( $^{14}\text{C}$ , TL), nous proposons une interprétation des transformations

mésologiques entre 60 et 30 Ka a.r. à l'Ouest de l'Europe.

## 1 - QUELLES VARIATIONS DANS LE DOMAINE MARIN ?

On y reconnaît aujourd'hui plusieurs oscillations de sens contraires pendant la période considérée.

### 1.1 - L'ENREGISTREMENT Océanique :

\*Dans les Océans Indien et Pacifique, l'analyse de carottes montre une augmentation globale limitée de l'insolation pour la période 30-40 ka BP (Govaerts et al , 1986) (1). Deux hauts niveaux glacio-eustatiques sont repérés en phase avec les pics isotopiques et en assez bonne corrélation (retard de 2 Ka BP environ) avec les augmentations d'insolation, entre 43 et 37 Ka BP d'une part et 30 et 27 Ka BP d'autre part (Labeyrie, 1985).

\*L'étude des côtes d'Afrique tropicale révèle un haut stationnement marin vers -45 m à 27 Ka BP (Labeyrie, 1985).

\*Dans l'Atlantique Nord oriental et dans le Golfe de Gascogne, la turbidité des dépôts du stade isotopique 3 résulte d'une forte humidité sur le continent et les travaux concluent à l'existence d'une longue période d'instabilité entre 38 et 28 ka ; son évolution globale présente les caractères d'un complexe interstadiaire (Pujol et Turon, 1986) (1). Elle fait suite à un complexe globalement froid (47 à 38 Ka) précédé d'une période tempérée (58 à 47 Ka). Dans le détail, on observe des

refroidissements centrés sur 60, 52, 44, 39, 34 et 31 Ka et des réchauffements centrés sur 55, 49, 41, 35-36, 32 et 28 Ka. Pendant ces différents épisodes tempérés, les températures moyennes estimées des eaux de surface sont alors de 14 à 18 °C en été et de 8 à 12 °C en hiver.

## 1.2 - EN\_MEDITERRANEE :

\*Entre 28 et 32 Ka en Méditerranée occidentale (4), on note au moins une phase froide entre 32 et 30 ka et une période plus tempérée accompagnée d'une remontée du niveau marin vers - 25-30 m (Golfe de Gabès) entre 29 et 27 Ka (Peypouquet et Nachite, 1984 (4); Morzadec-Kerfourn, 1986) (1). Les variations de niveau semblent relativement brutales: au large des côtes du Languedoc, une position à - 110 m vers 32 Ka BP est suivie d'une remontée vers - 45 m à 27 Ka BP, puis d'un retour vers - 100 m à 18 Ka BP (Labeyrie, 1985).

\*En mer tyrrhénienne, des interstades marqués par de faibles pics de la courbe isotopique sont repérés et datés par corrélations téphrostratigraphiques à  $60,5 \pm 2,2$ ,  $57 \pm 2,2$ ,  $52,4 \pm 2,2$ ,  $49 \pm 2$ ,  $40 \pm 2$  (mineur),  $37,5 \pm 2$ ,  $33,4 \pm 1,6$  et  $31 \pm 1,5$  Ka a.r. (Paterne et al, 1986).

## 2 - QUELLES VARIATIONS SUR LE CONTINENT A L'OUEST DE L'EUROPE ?

On considère aujourd'hui que les conditions pléniglaciaires établies

au cours du stade isotopique 4 se sont maintenues au cours du stade isotopique 3 mais ont été interrompues à plusieurs reprises par des interstades d'amplitude inégale.

\*Entre 64 et 50 Ka, nos connaissances restent encore parcellaires et contradictoires. Les interstades de Brörup et Odderade, précédemment datés respectivement de 61-63,5 et 58 Ka (Shotton, 1977), sont aujourd'hui repoussés au-delà du stade isotopique 4, vers 76-78,5 et 73 Ka BP (Kukla et Briskin, 1983). L'interstade de Chelford reconnu en Grande-Bretagne n'est pas daté (Coope, Morgan, Osborne, 1971) mais situé vers 60 Ka (West, 1977). Aux Pays-Bas, celui de Moershoofd a été daté par le 14C vers 48 Ka BP (Kolstrup et Wijmstra, 1977). En Belgique, une période de concrétionnement est repérée dans la Grotte Scladina vers  $61 \pm 3$  Ka (Bastin et al, 1986) (1). En France, à la Grande Pile, un épisode relativement tempéré est situé vers 62 Ka BP et intégré au "complexe de Moershoofd" qui finirait vers 47 Ka BP (Woillard et Mook, 1982).

\*Entre 50 et 30 Ka, on connaît depuis longtemps les interstades de Hengelo et Denekamp, définis aux Pays-Bas, situés respectivement vers 39-37 et 32-29 Ka BP, pour lesquels une température moyenne en Juillet a été estimée vers 11°C (Van der Hammen et al, 1967; Van der Hammen, Wijmstra, Zagwijn, 1971; Kolstrup et Wijmstra, op. cit.).

En Grande-Bretagne, l'interstade d'Upton Warren situé vers 42-41 Ka BP par le 14C interrompt nettement les conditions pléniglaciaires avec une température moyenne estimée d'après l'étude des insectes aux environs de 17°C (Coope, 1961).

En Belgique (Beerse-Dam), un apport loessique vers 42 ka BP est suivi du développement d'un sol vers 38 ka BP (Haest et al, 1986) (1).

En Italie, les couches N à I de la grotte du Broion en Vénétie témoignent de conditions interstadiaires dont la fin (couche I) est datée de  $46,4 \pm 1,3$  et  $40,6 \pm 1,5$  Ka BP (Cattani et Renault-Miskovsky, 1983). L'analyse pollinique et isotopique d'une tourbière de Venise révèle deux réchauffements datés de 38-36 et 31-28 Ka BP (Bortolami et al, 1977; Ferhi, Begout et Rognon, 1982).

En France, les tourbes de la Grande File (Vosges) ont livré une longue séquence avec plusieurs épisodes relativement chauds situés par le 14C vers  $50 \pm 1,5$  (fin du "complexe de Moershoofd"),  $40 \pm 0,6$  et  $30 \pm 0,2$  Ka BP (Woillard et Mook, 1982). Des épisodes interstadiaires repérés dans le Marais des Echets (zones H, J et L) en sont de possibles équivalents (de Beaulieu et Reille, 1984).

Ces oscillations ont été décrites par la palynologie et la sédimentologie dans plusieurs sites archéologiques français et espagnols de grottes et abris (Leroi-Gourhan, 1971; Bastin, Leveque, Pradel, 1976; Leroi-Gourhan et Renault-Miskovsky, 1977; Dupré-Ollivier, 1980; Paquereau, 1980; Renault-Miskovsky et Leroi-Gourhan, 1981; Leroyer et Leroi-Gourhan, 1983; Laville ete al, 1983; Laville, Paquereau, Bricker, 1985; Leroyer, 1988) (2). Leur regroupement partiel a été opéré sous le nom d'"interstade würmien" (Laville, Raynal, Texier, 1984). La mise en oeuvre récente de datations TL sur des séquences moustériennes permet de replacer certaines phases climatiques définies par les naturalistes dans un cadre chronologique objectif (Valladas, 1985): les résultats palynologiques obtenus pour le gisement éponyme du Moustier (Dordogne) (Paquereau, 1974-75) situent des épisodes froids vers  $55,8 \pm 5$ ,  $50,3 \pm 5,5$ ,  $46,3 \pm 3$ ,  $42,5 \pm 2$  et  $40,3 \pm 2,6$  Ka et un réchauffement vers  $40,9 \pm 5$  Ka (Valladas, op cit).

Le domaine loessique révèle également plusieurs interruptions des conditions pléniglaciaires. En Bretagne, des horizons humifères non datés de la côte des Abers sont repérés au sein du stade isotopique 3 (Hallegouet et Van Vliet, 1986) (1). Dans la Baie de Saint-Brieuc, deux horizons isohumiques et deux horizons B de sols bruns lessivés témoignant d'un froid modéré à un froid boréal sont repérés entre 75 et 30 Ka (Monnier et Van-Vliet, 1986) (1). En Normandie, des horizons isohumiques, humifères ainsi qu'un sol lessivé interrompent les dépôts loessiques du glaciaire ancien (Cllet et al , 1986) (1). En Alsace, les loess récents inférieurs d'Achenheim montrent quelques coupures discrètes (Sommé et al , 1986) (1).

Hors du domaine loessique, aucun trait pédologique rapportable aux périodes relativement tempérées que nous venons de citer n'a été jusqu'à ce jour repéré en plein air. Il y a là, manifestement, un effacement sans doute imputable aux remaniements cryogéniques du pléniglaciaire supérieur (Bertran et Texier, 1988). Il conviendrait cependant de réexaminer du point de vue micromorphologique des séquences comme celle de la Côte en Dordogne (Texier, 1979) ou des Tambourets en Haute-Garonne (Laville, Paquereau, Bricker, 1985).

Cette revue, certes incomplète, démontre s'il en était besoin que les conditions pléniglaciaires établies lors du stade isotopique 4 ont été maintes fois interrompues par des oscillations plus clémentes au cours du stade isotopique 3; l'enregistrement continental est en bon accord avec les données océaniques. Les datations, maintenant nombreuses, restent cependant fort imprécises: de l'ordre de 5 à 10 % quelle que soit la méthode. De plus, dans le cas du  $^{14}\text{C}$ , il convient de convertir les âges BP en calendrier réel, ce qui reste très délicat au-delà de 8 Ka BP; les tentatives récentes



montrent que des dates  $^{14}\text{C}$  de  $30 \pm 0,4$  et  $37 \pm 0,5$  Ka BP correspondraient respectivement à des âges réels de  $35 \pm 3$  et  $40 \pm 3$  Ka BP ! (Labeyrie, 1984). Ceci relativise encore plus les corrélations de coupe à coupe lorsque les méthodes de datation ne sont pas identiques et interdit en principe de reconnaître des oscillations dont la durée est inférieure à la marge statistique d'erreur... on en conclut bien évidemment qu'une longue séquence sera plus fiable qu'un ensemble de séquences courtes corrélées.

### 3 - DONNEES RECENTES POUR LE MASSIF CENTRAL ET LE BASSIN AQUITAIN.

Le développement des recherches en Bas-Limousin, Basse-Auvergne et Velay apporte des documents stratigraphiques et paléobotaniques nouveaux, pour une bonne partie acquis en plein air dans des sites où l'influence de l'homme ne peut être invoquée comme élément perturbateur. Ces résultats sont pondérés par l'analyse des rythmes majeurs d'évolution du milieu (englacement) et étayés par des datations objectives croisées (TL,  $^{14}\text{C}$ ). L'étude et la révision de plusieurs faunes fossiles d'Aquitaine et du Massif Central complète notre vision des paléoenvironnements biologiques et participe à une meilleure appréciation de l'amplitude des variations climatiques pendant la période considérée. Toutes ces données concernent surtout la période 50-30 Ka.

#### 3.1 - L'ENGLACEMENT DES ZONES D'ALTIITUDE .

L'englacement des hautes terres du Massif Central contrôle le

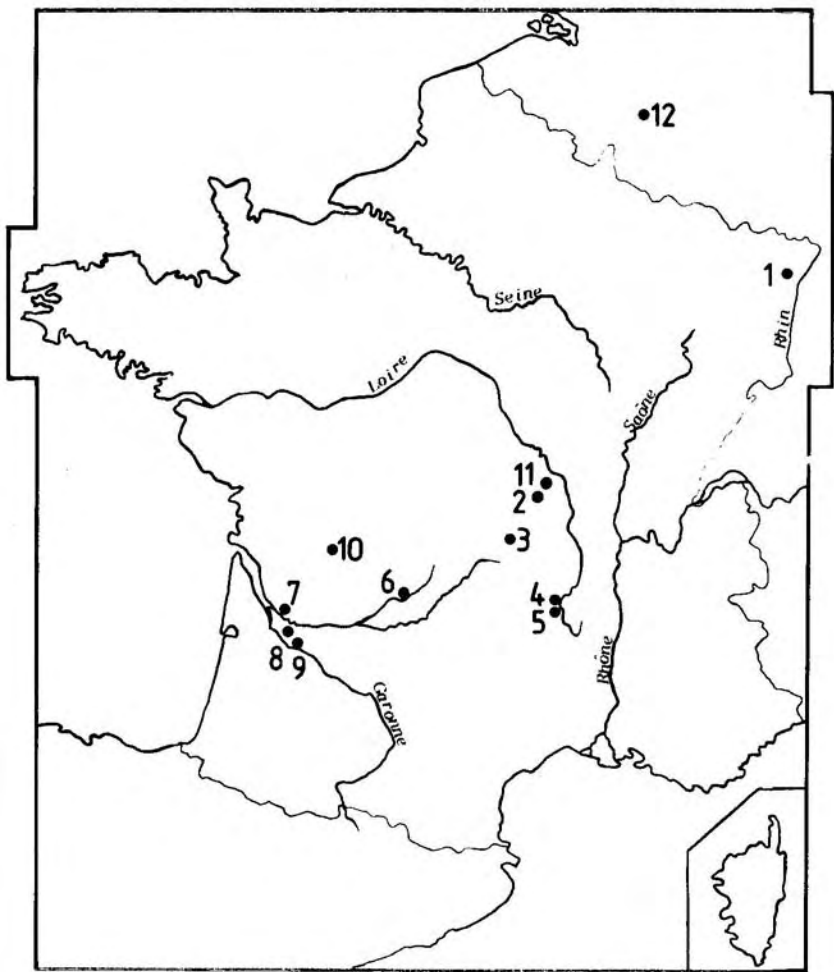


Fig. 1. — Localisation des sites de l'Aquitaine, du Massif Central, d'Alsace et de Belgique apportant de nouvelles données chronologiques et/ou environnementales : Achenheim (1), Theillat (2), Royat (3), Les Rivaux (4), Baume-Vallée (5), Grotte du Loup (6), Pairnon-Pair (7), Camiac (8), Haurets (9), La Chaise (Bourgeois-Delaunay) (10), Châtelperron (11), Engihoul (12).

débit de rivières et fleuves majeurs (Dordogne, Vienne, Loire, Allier). Son extension et sa dynamique sont bien connues (Veyret, 1978). Les auteurs s'accordent pour reconnaître une extension maximale dès le Würm "ancien" et "moyen" (limite des neiges permanentes entre 1100 et 1280 m) mais s'interrogent sur l'âge et les modalités de la déglaciation (Etlicher et De Goer de Herve, 1988) (3): dans la vallée de la Couze Chambon, les projections du volcan du Tartaret (dont la coulée est datée de 28 Ka par Guérin, 1983) recouvrent une moraine et aucune avancée glaciaire ne se manifeste ultérieurement. Il faudrait par conséquent considérer que les précipitations neigeuses ont été considérables lors de la dégradation climatique du stade isotopique 4, commandant l'essentiel de l'englacement maximum du massif et que cette dynamique a été interrompue pendant le stade isotopique 3. Postérieurement, l'extrême rigueur du stade isotopique 2 et particulièrement sa grande sécheresse n'ont pas autorisé une recharge suffisante des zones d'altitude et la limite des neiges permanentes recule peu à peu: 1300-1350 m au maximum du Pléniglaciaire supérieur, 1600-1650 m vers sa fin (Dryas ancien) (Etlicher et De Goer de Herve, op. cit.). La fonte massive des dernières glaces intervient lors de l'amélioration climatique de Bölling-Alleröd provoquant d'importants surcreusements du lit de l'Allier (Raynal, 1984). On retiendra par conséquent l'hypothèse d'un désenglacement limité au cours du stade isotopique 3.

Cette situation n'est pas unique. Les moraines internes du Rhône, de l'Isère et des Pyrénées sont antérieures à 35-40 Ka BP et les auteurs s'accordent pour reconnaître ensuite un interstade dans la fourchette 40-30 Ka BP (Montjuvent et Nicoud, 1988) (3).

### 3.2 - HORS\_DE\_LA\_ZONE\_ENGLACÉE .

#### 3.2.1 - AU DESSUS DE 1000 m NGF :

Signalons ici les travaux menés en Velay, au lac du Bouchet (1205 m), au sommet du plateau du Devès. La palynologie (de Beaulieu et Reille, 1987) et la susceptibilité magnétique (Thouveny, communication personnelle) y démontrent l'enregistrement très ténu mais indiscutable de plusieurs interphases au sein du pléniglaciaire würmien. L'altitude et la position du site privilégient sans nul doute l'enregistrement des apports lointains occidentaux et septentrionaux aux dépens de celui des végétations arboréennes développées à plus basse altitude dans les vallées abritées ( Cf infra ).

#### 2.1.3.1 - EN DESSOUS DE 800 m NGF :

Nous examinerons les enseignements apportés par deux sites vellaves (Baume-Vallée, 800 m NGF et Les Rivaux, 640 m NGF, en Haute-Loire), encaissés en contre-bas du plateau du Devès, et par quatre sites de Basse-Auvergne (Beaumont, 495 m NGF, Royat, 525 m NGF et Gravenoire, 750 m NGF, dans le Puy-de-Dôme, et Theillat, 280 m NGF, dans l'Allier). Distribués sur un axe Nord-Sud, ils offrent une grande variété altitudinale et topographique (carte et coupe).

#### BAUME-VALLEE (Salignac-sur-Loire, Haute-Loire) :

La séquence de Baume-Vallée (Raynal, 1988 (2), Raynal et Huxtable, 1989) montre clairement que pendant le stade isotopique 3, les conditions pléni-glaciaires établies lors du stade isotopique 4 s'interrompent à 800 m d'altitude en Velay.

LES RIVAUX (Espaly, Haute-Loire) :

Le sommet du terme C de la séquence des Rivaux montre de bas en haut la succession suivante (les analyses polliniques sont dues à M.M. Paquereau):

- niveau 1208: Colluvions fines. Datations par accélérateur sur esquilles d'os: OXA 1240 > 40 Ka BP et OXA 1241 > 42,5 Ka BP 14C. Climat froid non steppique d'après les pollens.

- niveau 1207: Colluvions fines étalées en bordure de plan d'eau palustre. Instauration d'une amélioration climatique (PA = 35 à 43 %) avec peuplement de feuillus thermophiles dans un contexte de forte humidité.

- niveaux 1206-1204: Colluvions grossières. Dégradation climatique progressive conduisant à la disparition des espèces thermophiles dans un contexte toujours humide (PA = 25 à 20 %). S'établissent ensuite des conditions rigoureuses sèches avec Pin et Bouleau (PA = 16 %) et apparition de quelques plantes steppiques.

- niveau 1203: Colluvions fines étalées en bord de plan d'eau palustre. Datation 14C sur collagène de  $32,3 \pm 0,6$  Ka BP. L'âge a.r. se

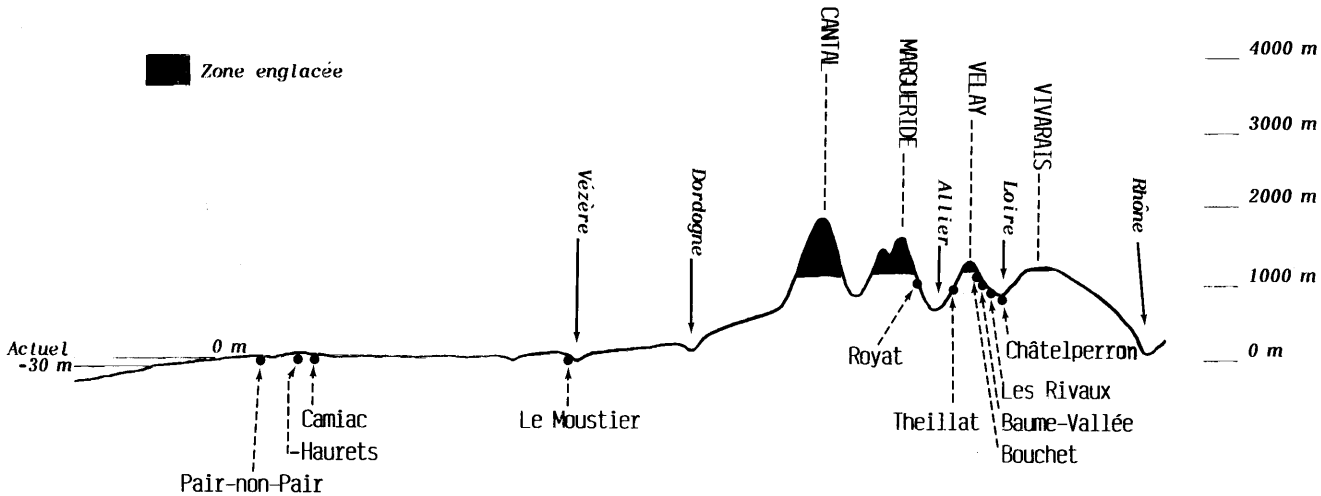


Fig. 2. — Profil schématique ouest-est de la France de l'Atlantique au Sillon Rhodanien, entre 45 et 46° de latitude nord. Position altitudinale de quelques gisements.

situeraient donc entre 35 et 40  $\pm$  3 Ka (Cf la fin du § 2). Nette amélioration climatique, proche de celle décrite antérieurement mais moins marquée thermiquement, avec peuplement de feuillus thermophiles (PA = 28 à 37 %).

- niveau 1202: dépôts de versant lités témoignant du retour de conditions périglaciaires avec déstabilisation des versants. A la base, abondante faune comportant Cheval, grand bovidé, Ours, datée par le 14C de 30,6  $\pm$  1,6/-1,3 Ka BP. L'âge a.r. se situerait donc vers 35  $\pm$  3 Ka (Cf la fin du § 2). Refroidissement progressif avec recul de l'humidité. Dans la partie supérieure des dépôts, nombreux terriers de Marmotte.

- Niveau 1201: convoi à blocs témoignant d'une mobilisation en masse du versant sur un pergélisol. Retour de conditions froides et steppiques.

On observe donc ici la succession dans la même séquence de deux améliorations thermiques synchrones d'un accroissement important d'humidité qui interrompent des conditions pléniglaciaires froides et parfois steppiques. Elles sont antérieures à 35  $\pm$  3 Ka a.r.

#### BEAUMONT (Puy-de-Dôme) :

La coulée de Beaumont est datée par TL de 41  $\pm$  6 Ka a.r. (Raynal et al, 1985); elle ennoie une vallée fossile dont les alluvions grossières à lentilles sablo-limoneuses attestent d'une mise en place au cours d'une phase de rhexistase; son aimantation rémanente est normale; la période correspondant à l'évènement de Laschamps est donc exclue. L'analyse

pollinique révèle un stade très déboisé, avec des conditions rigoureuses et steppiques. Ce pourrait être l'équivalent de la phase rigoureuse identifiée dans le niveau 1208 des Rivaux ( Cf supra ).

#### ROYAT (Puy-de-Dôme) :

La coulée basaltique de Royat s'épanche il y a  $40 \pm 4$  Ka (âge moyen a.r.) pendant l'évènement de Laschamps (Raynal et al , 1985). Elle fossilise plusieurs générations de colluvions résultant du démantèlement d'un manteau d'arènes granitiques et de minces placages d'alluvions qui attestent d'un rééquilibrage morphologique des versants caractéristique d'une période de transition. Elle est localement recouverte par des alluvions fines et des tephra. L'étude palynologique des colluvions et des alluvions permet de définir trois phases :

- Phase\_\_1 : (PA = 30 %) reconquête forestière des espaces libres et amorce du retour de feuillus thermophiles: ambiance fraîche, mais non rigoureuse et assez humide.

- Phase\_\_2 : (PA = 34 à 39 %) nette progression du boisement: amélioration thermique assez douce et nettement humide.

- Phase\_\_3 : progression du boisement thermophile (PA = 43 à 46 %) qui devient ensuite dominant (PA = 53 %): les conditions climatiques sont alors douces et nettement humides, plus marquées que pendant la phase 2. La mise en place de la coulée intervient pendant cette phase.



En conclusion, avant la mise en place de la coulée et immédiatement après, on observe l'établissement progressif d'une période d'amélioration climatique de nature interstadienne jusqu'à un optimum thermique bien marqué, pendant l'évènement de Laschamps, vers  $40 \pm 4$  Ka a.r. Elle pourrait être synchrone de l'oscillation tempérée la plus ancienne mise en évidence dans la séquence des Rivaux ( Cf supra ).

#### GRAVENOIRE (Puy-de-Dôme) :

L'étude d'une coupe sur le flanc nord-est du Puy de Gravenoire, à 750 m NGF (Raynal et al , 1985), a permis de repérer un épisode froid très déboisé et steppique, générateur d'une sédimentation colluviale, interrompu par la mise en place d'une coulée basaltique datée par TL de  $28,7 \pm 4$  Ka a.r. L'aimantation positive de la lave exclut l'évènement de Lashamps.

#### IHEILLAT (Allier) :

Ce petit gisement de l'Allier (Raynal, 1988; Raynal et al , sous presse) a livré une industrie comportant des pièces à dos associée à une faune composite: elle renferme en effet d'une part des éléments à caractères arctiques (Renne, Mammouth, Rhinocéros laineux) et des espèces d'espaces découverts (Cheval, Bovinés), d'autre part des formes forestières (Sanglier, Cerf) et un animal comme le Mégacéros qui témoignent d'une certaine humidité. Trois spectres polliniques ont été établis (coprolithe de Hyène et sédiment des cavités médullaires de deux diaphyses de bovidés). Ils appartiennent sans doute à la même phase relativement douce et très

humide: le Pin domine en effet les espèces thermophiles (PA = 50 %). Deux datations  $^{14}\text{C}$  ( $33,9 \pm 1$  Ka BP et  $33,7 \pm 0,8$  Ka BP) situent cet adoucissement entre  $35$  et  $40 \pm 3$  Ka a.r., équivalent possible de l'amélioration la plus récente mise en évidence dans la séquence des Rivaux (Cf supra). La comparaison des faunes suggère que les niveaux castelperroniens B5 à B3a de la Grotte des Fées à Châtelperron pourraient être contemporains de l'occupation de Theillat; dans cette hypothèse, les niveaux B3 à B1 du même site, qui ont livré des associations fauniques dominées par le Cheval et le Renne (Delporte, 1957), témoigneraient d'une pulsation rigoureuse immédiatement postérieure.

En résumé, on constate les faits suivants. En-dessous de 800 m NGF, lors de l'oscillation tempérée vers  $40 \pm 4$  Ka a.r., on observe un net gradient altitudinal: les espèces thermophiles sont plus diversifiées et plus abondantes en Basse-Auvergne qu'en Velay où le Pin reste dominant; on note ensuite un retour à des conditions rigoureuses; pendant la phase tempérée suivante (entre  $35$  et  $40 \pm 3$  Ka a.r.), en revanche, les différences entre sites d'altitudes différentes s'estompent et le Pin domine les cortèges; enfin, le retour à des conditions rigoureuses s'effectue à partir de  $35 \pm 3$  Ka a.r. Pendant les mêmes phases, au-dessus de 800 m NGF, seuls le Pin et l'Epicea montrent une augmentation notable des fréquences lors des pulsations tempérées. Il existe à l'évidence une très importante compression des zones écologiques qui est la conséquence directe d'un englacement persistant au dessus de 1300 m NGF.

### 3.3 - IDENTIFICATION ET INTERPRETATION DES MANIFESTATIONS ZOOLOGIQUES ENTRE

40 ET 30 KA EN ANNEES REELLES :

Les faunes rapportées à l'interstade würmien dans différents gisements (carte) sont originales sous plus d'un aspect.

Ces associations fauniques se ressemblent toutes. Résultant de l'activité de l'Hyène des cavernes, elles ont en commun d'une part la composition en genres et espèces et d'autre part, l'aspect des dents et des os, brisés et rongés par l'Hyène et/ou corodés par les sucs intestinaux de ce carnivore. Mais il ne faut pas perdre de vue que les restes recueillis dans les repaires de Hyènes ne permettent pas de se faire une idée exacte du parc animalier de l'époque. En effet, alors que Crocota spelaea était capable de réduire à l'état d'esquilles des os longs de Rhinocéros laineux ou de Mammouth, par exemple, il est bien évident que les ossements des animaux de petite taille ont été presque totalement dévorés (Guadelli, 1987). Ainsi, les pourcentages respectifs du Renne, du Sanglier ou même du Cerf sont très certainement inférieurs à ceux qu'ils devraient être. Ceci étant posé, nous considérerons malgré tout que les associations fauniques provenant des repaires de Hyènes sont suffisamment caractéristiques pour être représentatives des conditions environnementales qui présidaient au moment de la formation des gisements.

Nous prendrons trois exemples: Camiac en Gironde daté de 35,1 Ka BP par le 14C, Theillat dans l'Allier daté de 34 Ka BP par la même méthode, Châtelperron dans l'Allier, qui n'est pas daté par une méthode physique.

Dans le tableau I, où figurent les pourcentages des genres et des espèces, on note tout d'abord l'abondance des Carnivores. Par ailleurs, le calcul du pourcentage de chacun des trois groupes d'ongulés, dont la

définition est donnée par l'un de nous dans cet ouvrage (voir article de Guadelli et Laville), est riche d'informations. En effet, les faunes sont dominées par les animaux du groupe de milieu ouvert non arctique (Cheval, Bison) ou arctique (Mammouth, Rhinocéros laineux, Renne). Mais figurent également dans ces associations des animaux du groupe de milieu boisé (Cerf, Sanglier, Chevreuil) ou des formes indiquant qu'une certaine humidité régnait (Boeuf primitif et Mégacéros).

Si l'on se réfère à la succession proposée pour l'interstade würmien (un épisode tempéré, un épisode froid, un épisode tempéré), il est peu probable que la présence de formes d'espaces découverts arctiques ou non soit due à la péjoration du milieu de l'interstade. En revanche, il semble que cette composante froide ait perduré après le pléniglaciaire du Würm ancien. Toutefois l'existence de formes telles que le Sanglier, le Cerf, le Mégacéros, le Boeuf primitif serait la traduction d'un épisode d'amélioration climatique du premier terme de l'interstade. Malheureusement, à l'heure actuelle, la faune contemporaine de cet épisode d'amélioration ne nous est connue que par ces "fantomes", mais peut-être faut-il émettre l'hypothèse que certaines associations fauniques n'ont pas été attribuées à ce premier terme comme elles auraient dû l'être. Si cette incertitude ne nous empêche pas d'envisager une interprétation paléoenvironnementale à la présence de formes arctiques, steppiques et de milieux boisés, elle nous interdit en revanche d'être catégorique en ce qui concerne l'appréciation de l'intensité du réchauffement du premier terme de ce que l'on nomme "l'interstade würmien".

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
	Haurets	Pair-non-Pair	Camiac	Theillat	Châtelperron Moust.	Castel.
<i>Panthera spelaea</i>	X	X	0.5%	0.3%	-	-
<i>Panthera pardus</i>	-	X	-	-	-	-
<i>Felis ind.</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Crocota spelaea</i>	abond.	abond.	7.3%	10.4%	9.0%	9.0%
<i>Canis lupus</i>	X	X	0.2%	0.6%	4.0%	2.0%
<i>Vulpes vulpes</i>	X	X	0.5%	-	10.0%	8.0%
<i>Alopex lagopus</i>	-	X	0.2%	-	-	-
<i>Ursus spelaeus</i>	X	X	0.4%	9.2%	10.0%	5.0%
<i>Meles meles</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Mustela putorius</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Sus scrofa</i>	X	-	0.2%	2.0%	0.9%	-
<i>Cervus elaphus</i>	peu ab.	X	1.2%	0.3%	1.8%	8.6%
<i>Megaloceros giganteus</i>	X	abond.	1.8%	9.3%	0.8%	-
<i>Capreolus capreolus</i>	-	X	-	-	2.2%	-
<i>Rangifer tarandus</i>	rare	abond.	0.2%	0.6%	16.2%	7.8%
<i>Capra ibex</i>	?	-	-	-	0.4%	1.1%
Bovinés			36.2%	12.1%	19.7%	8.6%
<i>Bos primigenius</i>	X	?				
<i>Bison priscus</i>	X	très ab.				
<i>Mammuthus primigenius</i>	X	X	2.1%	0.8%	0.4%	2.2%
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	X	abond.	19.3%	20.7%	4.5%	5.8%
<i>Equus caballus</i>	abond.	très ab.	32.6%	34.0%	17.5%	10.8%
<i>Equus hydruntinus</i>	X	X	0.8%	-	0.4%	2.2%
<i>Castor fiber</i>	-	X	-	-	-	-

Tableau I: Quelques faunes de l'"interstade würmien". X: Présence, -: Absence

Toutefois, si l'on accepte que dans le gisement belge d'Engihoul (Ulrix-Closset, 1975; André, 1982) figurent les trois phases du complexe interstadaire d'Hengelo-Les Cottés (Cordy, 1988) (2), nous avons là les faunes contemporaines. Le Cheval domine (55 à 66%) dans les 3 couches mais, dans le détail, les Bovinés (7%) et le Bouquetin (5%) sont plus nombreux que le Renne (4%) dans le niveau le plus ancien alors que le Cerf reste minoritaire (3,5%). Puis, selon Cordy (op cit), le pourcentage du Renne augmente (16,5%) et corrélativement les Bovidés et le Cerf disparaissent; cependant, on observe la présence concomitante du Mégacéros et du Renard polaire. Enfin, l'effectif du Renne régresse (8%) tandis que le Cerf

représente plus de 5%. Nous avons donc deux épisodes d'amélioration (le dernier représentant les Cottés d'après Cordy, 1988) (2) encadrant une période de péjoration.

Il peut paraître surprenant de rencontrer côte-à-côte le Mégacéros et le Renard polaire mais, selon nous, il ne s'agit que du témoignage du maintien sur place d'une faune endémique à caractère arctique en dépit de l'instauration de conditions climatiques propres à favoriser le développement des animaux du groupe de milieu ouvert non arctique, de ceux du groupe de milieu boisé et de ceux qui hantent les lieux humides. Malgré les réserves qu'émet Cordy (1988) (2) au sujet de la stratigraphie du gisement d'Engihoul, nous voyons là un début de preuve de la persistance des éléments froids postérieurement au pléniglaciaire du Würm ancien. Nous serions donc enclins, d'après les données de la faune, à considérer que les phases d'amélioration thermique et/ou d'augmentation de l'humidité entre 40 et 30 Ka n'ont pas empêché le maintien de zones englacées sur le Nord de l'Europe et, en France, à une altitude relativement basse dans les massifs montagneux.

### 3 - CONCLUSIONS :

La période 60-30 Ka apparaît aujourd'hui à l'Ouest de l'Europe relativement conforme aux enseignements du domaine marin; toutes les phases reconnues par les études isotopiques ne sont cependant pas encore repérées en chronologie réelle sur le continent. Elle se caractérise par une longue instabilité climatique encadrée par les pléniglaciaires du Würm ancien (stade isotopique 4) et du Würm récent (stade isotopique 2). Cet

interpléniglaciaire würmien long est entrecoupé de phases plus tempérées et/ou plus humides dont l'amplitude et la durée restent cependant très éloignées des améliorations majeures des stades isotopiques 5 et 1.

Les phases plus tempérées et/ou plus humides s'expriment dans un espace limité au Nord et en altitude par un englacement persistant; l'élévation modérée des températures détermine un recul net mais limité des zones englacées qui subissent une recharge compensatoire confortant leur inertie climatique par augmentation des précipitations d'origine atlantique. Corrélativement, on note la permanence des processus de transferts à l'état solide (bilan global en faveur de la sédimentation); le développement de sols discrets en domaine loessique témoigne de changements temporaires du régime des vents. Les zones écologiques sont compressées dans les deux directions et le caractère accueillant des zones déprimées est accusé: jusqu'à 46° de latitude nord environ, les feuillus thermophiles se développent jusqu'à 600-700 m mais sont rarement majoritaires; ils cèdent la place aux conifères à partir de 800 m et à la forêt boréale vers le nord. La persistance des espèces arctiques au sein de la grande faune illustre particulièrement bien le télescopage des biotopes.

Les moments tempérés et/ou plus humides de la période 40-30 Ka voient, dans l'aire géographique considérée, le passage du Paléolithique moyen récent au Paléolithique supérieur ancien. Les successions relatives établies en Aquitaine (Laville, 1975, 1981) et Poitou-Charentes (Leroy, 1988) (2) et les séquences datées du Massif Central (Cf *supra*) en établissent clairement les modalités: le Castelperronien apparaît pendant un épisode doux et humide situé vers 34-35 Ka BP en calendrier 14C (37 à 40 ± 3 Ka a.r.), se développe pendant une période d'instabilité climatique

conduisant au retour de conditions rigoureuses et sèches, pour disparaître au début d'un nouvel épisode tempéré vers 31-32 Ka BP en calendrier 14C ( $35 \pm 3$  Ka a.r.); pendant toutes ces phases l'Aurignacien est attesté en différents points de l'Ouest européen, parfois interstratifié dans les mêmes sites avec le Castelperronien (Bordes et Labrot, 1967; Champagne et Espitalié, 1981; Leroyer et Leroi-Gourhan, 1983).

La chronologie de ces différentes phases demande cependant à être considérablement affinée, tant les méthodes de datation restent imprécises: le 14C est à sa limite d'application et demande une calibration qui demeure hasardeuse, les autres approches fournissent des âges réels avec une très large plage d'erreur. On ne peut que s'interroger sur la validité de certaines "corrections" de dates présentées parfois dans la littérature: retrancher 1950 ans à une date 14C en BP n'autorise pas à l'utiliser dans un calendrier réel... Une attention toute particulière doit alors être portée aux essais de corrélations. Pour tout dire, devons nous considérer que la date 14C de  $33,9 \pm 1$  Ka BP obtenue à Theillat, dont l'âge réel a toutes chances de se situer entre 35 et  $40 \pm 3$  Ka, est plus récente que celle de  $40 \pm 4$  Ka a.r. obtenue à Royat ? Si oui, laquelle de ces deux améliorations climatiques corrèlerons nous avec l'interstade des Cottés situé par le 14C entre 33,3 et 37,6 Ka BP, soit  $> 35 \pm 3$  à  $> 40 \pm 3$  Ka a.r.? Devons nous corréliser l'amélioration datée par le 14C de  $32,4 \pm 0,7$  Ka BP aux Rivaux (soit entre 35 et  $40 \pm 3$  Ka a.r.) avec celle d'Arcy datée par le 14C de 30,4 Ka BP dans la grotte du Renne (soit  $35 \pm 3$  Ka a.r.) ou avec celle des Cottés ? Il en va de même pour les corrélations continent-océan (tableau 2).

Gageons que les réponses sont à trouver dans différents domaines:



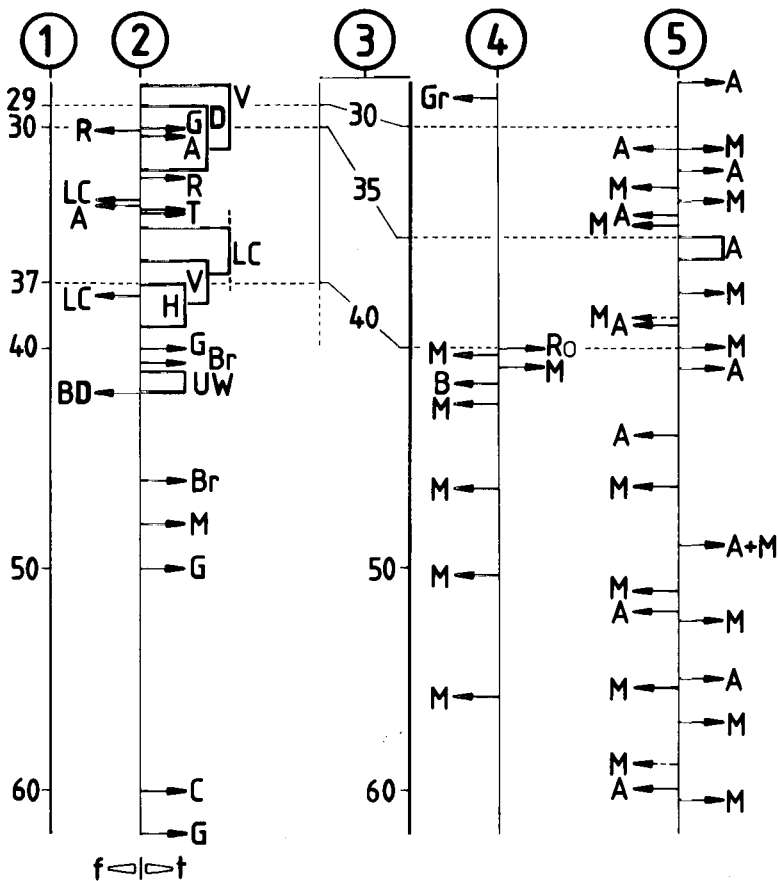


Fig. 3. — Comparaison de la position chronologique des épisodes climatiques repérés entre 60 et 30 Ka et cités dans le texte. Flèches vers la droite, oscillation tempérée ; flèche vers la gauche, épisode froid. — 1 : chronologie en Ka BP selon le radiocarbone. — 2 : position des événements datés par le radiocarbone sur le continent (l'intervalle de confiance n'a pas été reporté). Les lettres identifient les localités citées dans le texte : Grande Pile (G), Chelford (C), Moershoofd (M), Broion (Br), Upton Warren (UW), Theillat (T), Arcy (A), Les Rivaux (R), Denekamp (D). — 3 : chronologie en Ka ans réels  $\pm 3$ . — 4 : position des événements datés en années réelles sur le continent (l'intervalle de confiance n'a pas été reporté). Les lettres identifient les localités citées dans le texte : le Moustier (M), Beaumont (B), Royat (Ro), Gravenoire (Gr). — 5 : les événements repérés dans le domaine marin (courbe isotopique de l'oxygène). Atlantique (A), Méditerranée (M).

une mise en oeuvre la plus large de datations permettant d'obtenir des âges réels avec une incertitude plus étroite, un examen approfondi des mécanismes sédimentaires et pédologiques, une nouvelle approche des faunes et des flores, une autre attitude vis à vis des éléments archéologiques, et d'autres à découvrir... Il est temps, en tous cas, de prendre la mesure de nos incertitudes.

Remerciements :

Ces travaux ont bénéficié des soutiens suivants :

\*A.T.P. "Transfert de technologie" de l'IN2P3, programme : Datation par thermoluminescence et volcanisme quaternaire de la Chaîne des Puys, direction J. FAIN,

\*A.T.P. "Approches nouvelles en Archéologie ..." du C.N.R.S., programme : Peuplement préhistorique en zone volcanique active, direction J.P. RAYNAL.

Notes :

(1) in: Oscillations climatiques entre 125000 ans et le maximum glaciaire, Bull.AFEQ, 25-26, 1/2, 1986.

(2) in: L'Homme de Néandertal, ERAUL, Liège, 1988

(3) in : Modalités et chronologie de la déglaciation wrmienne dans l'arc alpin occidental et les massifs français (Pyrénées, Massif Central, Jura, Corse), Bull.AFEQ, 34-35, 2/3.

(4) in : ECOMED, Association française des techniciens du pétrole éd., 197p.

Références :

- ANDRE F. (1982) - Le gisement paléolithique d'Engihoul : Levalloisien et Moustérien supérieur ? Bull.Soc. Royale belge d'études géologiques et archéologiques. Les Chercheurs de la Wallonie , XXV, p. 1-38.
- BASTIN B., LEVEQUE F., PRADEL L. (1976) - Mise en évidence de spectres polliniques interstadias entre le Moustérien et le Périgordien ancien de la grotte des Cottés (Vienne). C.R.Acad.Sc. , Paris, t. 282, (D), p. 1261-1264.
- BEAULIEU J.L. de et REILLE M. (1984) - A long upper-Pleistocene pollen record from les Echets near Lyon, France. Boreas , 13, p. 111-132.
- BEAULIEU J.L. de et REILLE M. (1987) - Histoire de la végétation würmienne et holocène du Velay occidental (Massif Central, France) : analyse pollinique comparée de trois sondages du lac du Bouchet. Documents du CERLAI , Mém. n° 1, p. 113-132.
- BERTRAN P. et TEXIER J.P. (1988) - L'enregistrement des phénomènes pédo-sédimentaires et climatiques dans les dépôts colluviaux : l'exemple de la coupe des Tares (Dordogne). Communication au colloque "Méthodes et concepts en stratigraphie du Quaternaire européen", Dijon 5-7 décembre 1988, résumés p. 39-40 (sous presse).
- BORDES F. et LABROT J. (1967) - La stratigraphie de Roc de Combe (Lot) et ses implications. Bull.SPF , vol. LXIV, 1, p. 15-28.
- BORTOLAMI G.C., FONTES J.C., MARKGRAF V., SALIEGE J.F. (1977) - Land, sea and climate in the northern adriatic region during late pleistocene and Holocene. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology , Elsevier, Amsterdam, p. 139-159.
- CATTANI L. et RENAULT-MISKOVSKY J. (1983) - Etude pollinique du remplissage de la grotte du Broion (Vicenza, Italie) : paléoclimatologie du Würmien en Vénétie. Bull.AFEQ , 4, p. 197-212.
- CHAMPAGNE F. et ESPITALIE R. (1981) - Le Piage, site préhistorique du Lot . Mém.SPF, t. 15, 205 p.
- COOPE G.R. (1961) - On the study of glacial and interglacial insect faunas. Proceedings of the Linnean Society of London , 172, p. 62-65.
- COOPE G.R., MORGAN A., OSBORNE P.J. (1971) - Fossil Coleoptera as indicators of climatic fluctuations during the last glaciation in Britain. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology , Elsevier, Amsterdam, 10, p. 87-101.
- DELPORTE H. (1957) - La grotte des Fées à Châtelperron (Allier). Congrès Préhistorique de France Poitiers-Angoulême , 1956, p. 452-477.
- DUPRE-OLLIVIER M. (1980) - Analisis polinico de sedimentos arqueológicos de la cueva de Les Malladetes (Barx, Valencia). Cuadernos de Geografía , Valencia, n° 26, p. 1-22.
- FERRI A., GEGOUT P., ROGNON P. (1982) - Premiers résultats paléoclimatiques

fournis par l'analyse de l'oxygène 18 dans la matière organique des tourbes. *Bull.AFEQ* , 1, 47-51.

GUERIN G. (1983) - Thermoluminescence des plagioclases. Méthode de datation du volcanisme. Applications au domaine volcanique français: Chafne des Puys, Mont Dore et Cézallier, Bas Vivarais . Thèse ès-Sc., Univ. Pierre et Marie Curie, Paris.

GUADELLI J.L. (1987) - Contribution à l'étude des zoocénoses préhistoriques en Aquitaine (Würm ancien et interstade würmien) . Thèse de l'Univ. Bordeaux 1, n° 148, 2 vol., 565 et 252 p.

KOLSTRUP E. et WIJMSTRA T.A. (1977) - A palynological investigation of the Moershoofd, Hengelo and Denekamp Interstadials in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw* , 56, 2, p. 85-102.

KUKLA G. et BRISKIN M. (1983) - The age of the 4/5 isotopic stage boundary on land and in the oceans. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* , Elsevier, Amsterdam, 42, p. 35-45.

LABEYRIE J. (1984) - Le cadre paléoclimatique depuis 140 000 ans. *L'Anthropologie* , Paris, t. 88, n° 1, p. 19-48.

LABEYRIE J. (1985) - L'Homme et le climat . Denoël, Paris, 281 p.

LAVILLE H. (1969) - L'interstade Würm II-III et la position chronologique du Paléolithique supérieur ancien en Périgord. *C.R.Acad.Sc.* , Paris, 269, (D), p. 10-12.

LAVILLE H. (1975) - Climatologie et chronologie du Paléolithique en Périgord : études sédimentologiques des dépôts en grottes et sous abris . *Etudes Quaternaires*, n° 4, Univ. Provence, Marseille, 422 p.

LAVILLE H. (1981) - Les dépôts paléolithiques du Piage (Fajoles, Lot) : signification climatique et chronologie. in Le Piage, site préhistorique du Lot , *Mém.SPF*, t. 15, p. 147-157.

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. in Paléoclimats , CNRS éd., p. 219-241.

LAVILLE H., RAYNAL J.P., TEXIER J.P. (1984) - Interglaciaire... ou déjà glaciaire ? *Bull.SPF* , t. 81, n°1, p. 8-11.

LAVILLE H., DELPECH F., RIGAUD J.P. (1985) - Sur la zonation pollinique du Pléistocène récent : les précisions du domaine aquitain. in Palynologie Archéologique , Notes et monographies techniques du CRA du CNRS, n° 17, p. 245-251.

LAVILLE H., PAQUEREAU M.M., BRICKER H. (1985) - Précisions sur l'évolution climatique de l'interstade würmien et du début du Würm récent : les dépôts du gisement castelperronien des Tambourets (Haute-Garonne) et leur contenu pollinique. *C.R.Acad.Sc.* , Paris, t. 301, série II, n° 15, p. 1137-1140.

- LEROI-GOURHAN A. (1971) - Analisis polinico de la cueva Morin. Cueva Morin, excavaciones 1966-68, Santander, p. 359-365.
- LEROI-GOURHAN A. et RENAULT-MISKOVSKY J. (1977) - La palynologie appliquée à l'Archéologie. Méthodes, limites, résultats. in Approche écologique de l'homme fossile, p. 35-49.
- LEROYER C. et LEROI-GOURHAN A. (1983) - Problème de chronologie : le Castelperronien et l'Aurignacien. Bull.SPE, t. 80, n° 2, p. 41-44.
- MANGERUND J., GULLIKSEN S., LARSEN E., LONGVA O., MILLER G.H., SEJRUP H.P., SØNSTEGAARD E. (1981) - A Middle Weichselian ice free period in Western Norway : The Alesund interstadial. Boreas, 10, p. 445-462.
- PAQUEREAU M.M. (1974-75) - Le Würm ancien en Périgord. Etudes palynologiques. Quaternaria, Roma, XVIII, (1976), 92 p.
- PAQUEREAU M.M. (1978) - Flores et climats du Würm III dans le Sud-Ouest de la France. Quaternaria, Roma, XX, p. 123-164.
- PAQUEREAU M.M. (1980) - Chronologie palynologique du Pléistocène dans le Sud-Ouest de la France. in Problèmes de stratigraphie du Quaternaire en France et dans les pays limitrophes, AFEQ éd., suppl. N° 1, p. 298-306.
- PATERNE M., GUICHARD F., LABEYRIE J., GILLOT P.Y., DUPLESSY J.C. (1986) - Tyrrhenian sea tephrochronology of the oxygen isotope record for the past 60,000 years. Marine Geology, 72, 259-285.
- RAYNAL J.P. (1984) - Chronologie des basses terrasses de l'Allier en Grande Limagne (Puy-de-Dôme, France). Bull.AFEQ, 1-2-3, p. 79-84.
- RAYNAL J.P., PAQUEREAU M.M., DAUGAS J.P., MIALLIER D., FAIN J., SANZELLE S. (1985) - Contribution à la datation du volcanisme quaternaire du Massif Central français par thermoluminescence des inclusions de quartz et comparaison avec d'autres approches : implications chronostratigraphiques et paléoenvironnementales. Bull.AFEQ, 4, p. 183-207.
- RAYNAL J.P., DAUGAS J.P., GUADELLI J.L., PAQUEREAU M.M. (1987) - A propos de l'interstade würmien dans le Massif Central : le gisement de Theillat à Sanssat (Allier). L'Anthropologie, sous presse.
- RENAULT-MISKOVSKY J. et LEROI-GOURHAN A. (1981) - Palynologie et Archéologie : nouveaux résultats du Paléolithique supérieur au Mésolithique. Bull.AFEQ, 3/4, p. 121-128.
- SHOTTON F.W. (1977) - The Devensian stage : its development, limits and substages. Philosophical Transactions of the Royal Society, B, 280, p. 107-118.
- TEXIER J.P. (1979) - Recherches sur les formations superficielles du bassin de l'Isle. Thèse ès-Sc., Univ. Bordeaux 1, n° 613, 445 p.
- ULRIX-CLOSSET M. (1975) - Le Paléolithique moyen dans le bassin mosan en Belgique. Universa Ed., Wetteren, 221 p.
- VALLADAS H. (1985) - Datation par thermoluminescence de gisements

moustériens du Sud de la France . Thèse ès-Sc., Paris VI, 178 p.

VAN DER HAMMEN T.C., 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* , 45, p. 79-95.

VAN DER HAMMEN T.C., WIJMSTRA T.A., ZAGWIJN W.H. (1971) - The floral record of the late cenozoic of Europe. in KJ.K. Turekian (ed.) *The Late Cenozoic Glacial Ages* , p. 391-424. New Haven, Yale University Press.

VEYRET Y. (1978) - *Modèle et formations d'origine glaciaire dans le Massif Central français. Problèmes de distribution et de limites dans un milieu de moyenne montagne* . Thèse ès-Lettres, Univ. Paris I, 2 vol., 783 p.

WEST R.G. (1977) - *Pleistocene Geology and Biology, with especial reference to the British Isles* . Longmans, London, second edition, revised.

WOILLARD G. (1978) - Grande Pile Peat Bog: A continuous Pollen Record for the Last 140 000 Years. *Quaternary Research* , 9, p. 1-21.

WOILLARD G. et MDDK W.B. (1982) - Carbon-14 dates at Grande-Pile : correlation of land and sea chronologies. *Science* , 215, p. 159-161.