Colloque international "L'Homme de Néandertal", Liège, décembre 1986. Manuscrit

PALEOENVIRONNEMENTS ET CHRONOSTRATIGRAPHIE DU PALEOLITHIQUE MOYEN DANS LE MASSIF CENTRAL FRANCAIS. IMPLICATIONS CULTURELLES

Chronostratigraphy and paleoenvironments of Middle Palaeolithic in the Massif Central (France)

Jean-Paul RAYNAL (1)

Mots-clés : Massif Central, France, moyenne montagne, volcanisme, lacs, alluvions, abris-sous-roches, thermoluminescence, paleomagnetisme, Pléistocène supérieur, Acheuléen, Moustérien.

Résumé : Les recherches menées depuis 1974 dans le Massif Central français (Basse-Auvergne et Velay) ont interressé différents types de formations superficielles quaternaires, certaines caractéristiques de milieux particuliers de sédimentation : abris sous-basaltiques, grottes en contexte basanitique, paléo-lacs de maars, etc. Ces dépôts sont en relation directe ou indirecte avec la préhistoire. L'intrication constante avec les phénomènes volcaniques en Basse-Auvergne a permis l'acquisition de datations absolues, en particulier par thermoluminescence, des calages paléomagnétiques, donc des comparaisons fructueuses avec d'autres séquences régionales et le cadre plus global des données isotopiques des océans pour les 160 derniers millénaires. Dans ce cadre précisé, la caractérisation des industries préhistoriques s'insère et permet des observations de comportement vis à vis des milieux physiques et biotiques : à un acheuléen diversifié antérieur au dernier interglaciaire, succède, dès 85 ka BP, un moustérien charentien proche du type "Ferrassie oriental". Pendant le pléniglaciaire du Würm ancien, les moustériens de tradition acheuléenne sont cantonnés à basse altitude où ils demeurent jusqu'à la fin de l'interstade würmien, vers 34 ka BP.

Key-words :Massif Central, France, volcanic activity, lakes, alluviums, rock-shelters, thermoluminescence dating, paleomagnetism, Upper Pleistocene, Acheulean, Mousterian.

Abstract: Since 1974, different types of quaternary deposits in french Massif Central (Basse-Auvergne and Velay) have been explored and studied. Some of them belong to peculiar sedimentary environments : basaltic rock-shelters, caves in surtseyan tephra, maar paleo-lakes... These deposits are directly - or indirectly - linkek with prehistory. During the last 160 ky, one can observe a constant volcanic activity in part of the area (Basse-Auvergne). Thus, absolute datings, specially by thermoluminescence, and paleomagnetic datas allow fruitful comparisons with other regional sequences and with the global deep-sea isotopic frame. Characterization of stone tools assemblages takes place in this precised frame and allows a better knowledge about relationships between man and his surrounding physical and biological environnement. A diversified Acheulean is known before last interglacial, followed, since 85 ky BP by a charentian mousterian close to the eastern Ferrassie type. During the lower Würm pleniglacial, mousterians of acheulean type settle at low height where they stay till the end of würmian interstadial, about 34 ky BP.

(1) Université de Bordeaux I, Institut du Quaternaire - Centre François Bordes
U.A. 133 C.N.R.S., Avenue des Facultés, 33405 Talence Cedex.

Si plusieurs gisements du Massif Central français livrent d'abondantes industries acheuléennes et moustériennes, on déplore cependant l'absence de reste humain contemporain. Les limites chronologiques de cet exposé seront donc arbitrairement posées : les paléoenvironnements et les évènements climatiques successifs depuis la fin de l'avant-dernier glaciaire jusqu'au début du dernier pléniglaciaire seront examinés, contemporains des cultures matérielles de l'Acheuléen, du Moustérien et du Paléolithique supérieur ancien.

Les premiers résultats ont été déduits de l'étude des dépôts archéologiques en grottes, sous abris naturels, en plein air avec en particulier l'accès aux séquences lacustres : riches en faunes et flores fossiles et fréquemment associées aux tephra, elles permettent en outre l'application de techniques de datation croisées (14C, U/Th, TL).

1 - CADRE PHYSIQUE

La région considérée est un pays de moyenne montagne : l'altitude du coeur du massif (Auvergne et Velay) s'échelonne entre 300 et 1855 m. Son ossature cristalline est profondément fracturée et recoupée de fossés d'effondrement tertiaires qu'empruntent les grandes vallées alluviales (Loire Allier, Dore) selon une direction méridienne (figure 1). Le climat hors des vallées y est rude : de fortes influences atlantiques commandent des précipitations importantes, de printemps, d'automne et d'hiver qui déterminent alors un fort enneigement de longue durée ; en avril, tous les espaces au-dessus de 1250-1300 m sont enneigés ; le vent joue un rôle considérable : ce sont principalement les massifs occidentaux qui en sont aujourd'hui le siège. Les traits océaniques s'estompent dans la partie orientale, la Margeride et le Forez offrant déja des caractères plus continentaux. Le Velay est plus nettement marqué par des influences méditerranéennes.

Cette situation, qui prévaut largement durant l'Holocène, fut sensiblement aggravée au Pléistocène ; des variations climatiques liées aux phénomènes globaux ont alors rythmé l'évolution des paléoenvironnements. Des travaux récents (VEYRET, 1978 ; VALADAS et VEYRET, 1981) ont proposé une interprétation cartographique du maximum glaciaire würmien (24 à 16 ka BP environ) dont l'extension dépasse nettement les massifs actuellement enneigés : les zones englacées du Cantal, de l'Aubrac, de la Margeride, du Mont Lozère, du Tanargue, du Mézenc et du Forez étaient entourées de secteurs à fort enneigement comme la Margeride septentrionale et l'Aigoual. Ces travaux permettent d'imaginer l'existence d'une barrière de neige et de glace quasi-continue séparant, dès 1000 à 1200 m d'altitude, les hautes terres auvergnates des pays de l'Ouest et du Sud-Ouest pendant les phases rigoureuses du dernier stade glaciaire.

Ces déteriorations climatiques ne font sans doute que reproduire certains moments des pléniglaciaires du Würm ancien (entre 60 et 40 ka BP) et du Riss récent (entre 160 et 130 ka BP). Le fait glaciaire, repéré ici dès le Pléistocène moyen, s'est répété depuis avec une amplitude sensiblement comparable et son impact sur le milieu fut important, rendant inhospitalière toute une partie des terres et favorisant les influences septentrionales et orientales. Dès lors, la vie des groupes humains devait s'organiser selon ces contraintes et les influences occidentales furent cantonnées à la bordure du massif, sauf bien entendu pendant les périodes de rémission glaciaire (figure 2).

2 - UN PARTICULARISME : LE VOLCANISME

Si la glace et la neige furent de toute évidence des facteurs limitants des activités humaines pendant les cent-cinquante derniers millénaires, le Massif Central connut pendant la même période une intense activité volcanique, principalement dans sa partie septentrionale (Cézalier et Chaîne des Puys) et à son extrémité sud-orientale (Vivarais).

En Grande Limagne, une phase ancienne de phréatomagmatisme a été repérée au cours du glaciaire rissien vers 156 ka BP (maar de Clermont) (RAYNAL *et al*ii , 1982 ; MIALLIER et al , 1983). L'activité se poursuit au début du Würm ancien (maar de Saint-Hippolyte, vers 94 ka BP) et vers sa fin (Boisséjour-Beaumont, vers 41 ka BP) (MIALLIER *et al* , 1984a et b).

La Chaîne des Puys domine la plaine de Grande Limagne et la limite vers l'Ouest sur environ 30 kilomètres. Grâce aux travaux de nombreux chercheurs et aux datations radiocarbone, l'âge récent d'une partie de la chaîne est maintenant bien établi (CAMUS, 1975). Mais, plusieurs dizaines de nouvelles datations par thermoluminescence (MIALLIER, 1982 ; GUERIN, 1983, 1984) situent aujourd'hui la construction de la plupart des édifices pendant la glaciation würmienne. Peu d'évènements sont repérés au début du Würm ancien entre 110 et 70 ka BP. Un grand nombre d'éruptions se situent dans la seconde partie du Würm ancien, entre 70 et 40 ka BP, et pendant l'interstade würmien entre 40 et 35 ka BP (figure 3).

Il est par conséquent extrêmement probable que l'homme préhistorique, dès son arrivée dans le Massif Central, ait été le témoin de phénomènes éruptifs de grande ampleur. Si tel est le cas, on ne peut que s'interroger sur l'impact psychologique de telles manifestations... Il convient de souligner à nouveau le caractère brutal et dévastateur des éruptions phréatomagmatiques dont les panaches peuvent atteindre 20 kilomètres de hauteur (KIEFFER et CAMUS, 1981). Paradoxalement, le volcanisme crée, à terme, des structures d'accueil des faunes et des flores (lacs de cratères) propices au séjour de l'Homme . L'action conjugée des dégradations climatiques et du volcanisme a donc pu induire une absence momentanée d'occupation. Les conditions idéales de peuplement correspondraient alors aux périodes d'amélioration climatique synchrones de pauses dans l'activité volcanique.

3 - L'AVANT-DERNIER GLACIAIRE

Cette période est contemporaine du stade 6 de la courbe isotopique ("Riss III") (TEXIER et al , 1983). Au sein de ce stade, une amélioration climatique notable a été décelée en Basse-Auvergne et datée aux environs de 150-160 ka BP : les projections du maar de Clermont (figure 10) reposent sur des dépôts palustres riches en matière organique, installés dans des dépressions au toit des alluvions anciennes de la Tiretaine ; étudiés Cours Sablon, ils ont livré à M.M. PAQUEREAU une palynoflore à conifères dominants (AP = 58 à 60 %) avec quelques feuillus thermophiles, qui traduit l'existence d'une période biostasique, fraîche et humide. L'éruption phréatomagmatique datée est pénécontemporaine de ces dépôts car la base des tephra contient de nombreux restes végétaux d'espèces de marais, non carbonisés, hachés, et orientés Ouest-Est (RAYNAL et al , 1982).

Des dépôts de l'avant-dernier glaciaire ont également été identifiés

(RAYNAL et al , 1981) à la base de la puissante stratigraphie des Rivaux (Espaly, Haute-Loire) (figure 4). La breîche hétérométrique du terme E indique un démantèlement important des abrupts basaltiques sous l'action du gel et un transfert solide en masse actif sur les versants. La base et la partie médiane ont livré à M.M. PAQUEREAU une palynoflore assez peu riche en éléments arbustifs (AP = 15 à 16 %) avec Pin sylvestre (8 %), Bouleau (5 à 6 %), Sapin et Epicea (1 à 2 %), Noisetier et Saule sporadiques. Au sommet, le Pin sylvestre est à peu près seul avec peu de Bouleau, Sapin et Epicea sporadiques (AP = 8 à 9 %). L'abondante flore herbacée comporte Composées, Graminées et diverses héliophiles. Ces données évoquent un stade très ouvert de prairies rases et de steppes. L'ensemble traduit des conditions rigoureuses et sèches, steppiques au sommet du dépoît. Tous ces caractères définissent un stade glaciaire, stratigraphiquement antérieur au Riss-Würm (terme D) et au Würm ancien (terme C) de la mîeme séquence. Ils évoquent l'avant-dernier glaciaire ("Riss") et particulièrement sa fin ("Riss III").

A trois kilomètres du sites des Rivaux, des conditions climatiques analogues sont révélées par l'étude de la grotte de Sainte-Anne I (Polignac, Haute-Loire, 790 m NGF) (RAYNAL et SEGUY, 1986). Elle livre une stratigraphique importante, avec plusieurs niveaux archéologiques attribués en première analyse au complexe acheuléen, située dans les derniers moments de l'avant-dernier glaciaire au cours duquel plusieurs fluctuations climatiques de faible amplitude sont décelables (figure 5). La sédimentation est ici le reflet d'une cryoclase active de la roche encaissante (brèche basanitique) et d'une intense gélivation secondaire des produits clastiques en ambiance froide et humide, entrecoupée d'une part de petites phases de ruisellement attribuées à de courtes pulsations locales relativement plus douces et plus humides, et d'autre part, de puissants éboulis de décompression. L'analyse palynologique de M.M. PAQUEREAU précise l'interprétation climatique. De bas en haut de la stratigraphie reconnue, les premières interprétations sont les suivantes :

- couche E2 : relativement doux.
- couches J2-J2a : très froid et steppique.
- couches E1-J1 : disparition progressive des conditions steppiques.
- couche J0 : relativement froid. Ce fléchissement des conditions glaciaires annonce peut-îetre le dernier interglaciaire ?

4 - LE DERNIER INTERGLACIAIRE

Les manifestations pédologiques du dernier interglaciaire sont représentées dans le Nord du Massif et à basse altitude, sur le site de Meillers (Allier), par un sol brun lessivé (BERTRAN, 1986).

La mise en place des formations fluviatiles obéit généralement au principe élargi de la bio-rhexistasie, mais se trouve parfois singulièrement compliquée par une commande tectonique. Le dernier interglaciaire se manifeste cependant le plus souvent par une incision importante des drains principaux (TEXIER et RAYNAL, 1984). Dans la moyenne vallée de l'Allier, le secteur de Pont-du-Chateau offre des coupes démonstratives (figure 6) (RAYNAL, 1984). Dans cette zone, les basses terrasses de l'Allier sont très développées. La formation Fx est la plus puissante, comporte à sa base des lits fins riches en matière organique, et fossilise un importante incision des dépôts antérieurs rapportée au dernier interglaciaire.

La première mention de manifestations rapportables au dernier interglaciaire a résulté de l'étude des dépôts du terme D du site des Rivaux (Espaly, Haute-Loire) (figure 4), fins et rythmés, qui témoignent de conditions locales de bas-fonds, de cuvette fermée avec apports saisonniers (RAYNAL et al , 1981). L'étude palynologique de M.M. PAQUEREAU révèle une flore arbustive très variée (AP = 63 %) avec Sapin (12 %), Epicea (10 %), Pin sylvestre (7 %), Noisetier (6 %), Bouleau (9 %), Aulne (7 %), Chêne (5 %), Orme (1 %), Tilleul (1 %), Saule (5 %). Les Herbacées sont représentées par des Graminées, des Cypéracées et des Typhacées, avec en moindre pourcentage des Composées, Urticacées, Papillonacées et Umbellifères. Les Ericales sont assez nombreuses (*Calluna , Erica cinerea , Erica tetralix , Vaccinium*). Au sommet du dépoît, une modification de la flore s'amorce par la diminution des feuillus thermophiles. Les conifères dominent, surtout le Sapin (21 %) et le Pin sylvestre (12 %) en nette progression. L'Epicea subsiste (7 %) (AP = 59 %). L'ensemble de ces données évoque un climat assez frais et humide. La composition de la flore arbustive traduit une phase sub-terminale à terminale d'un interglaciaire.

5 - LE DERNIER GLACIAIRE

Les données sont bien entendu beaucoup plus nombreuses pour cette période. Aussi n'évoquerons nous que quelques exemples représentatifs en deux parties : le Würm ancien (entre 115 et 40 ka BP) et l'Interstade würmien (entre 40 et 33 ka BP).

5.1 - LE WURM ANCIEN

Nous examinerons les documents disponibles du Nord au Sud de la région considérée.

5.1.1 - LE SITE DE MEILLERS (ALLIER).

Dans ce site de plein air et de basse altitude, un podzol boréal se développe aux dépens du sol brun lessivé formé pendant l'optimum interglaciaire (BERTRAN, 1986). Il reste difficile de dire s'il correspond au stade 5d de la courbe isotopique ou s'il couvre la totalité des sous-stades 5d à 5a. Après lui, on observe l'établissement d'un pergélisol qui pourrait correspondre au pléniglaciaire du Würm ancien (stade 4 de la courbe isotopique).

5.1.2 - LES FORMATIONS ALLUVIALES DE L'ALLIER.

Entre Issoire et la Grande Limagne, l'Allier traverse le horst de Sainte-Yvoine dans lequel sont conservés des témoins de la formation alluviale Fx. Une coupe étudiée à Coudes montre le passage latéral des formations sur versant granitique aux alluvions ; l'examen des palynoflores par M.M. PAQUEREAU révèle, de bas en haut, une évolution vers un climat de plus en plus froid et sec, entrecoupée d'épisodes moins froids mais surtout très humides; proche de celle décrite dans le remplissage lacustre de Saint-Hippolyte (cf infra § 5.1.3). En Grande Limagne, la formation Fx de l'Allier contient à Pont-du-Chîateau des faunes remaniées d'îage W uürm ancien et probablement début du Würm récent. De façon générale, dans le cours moyen de l'Allier entre

Issoire et Vichy, la formation Fx représente un bilan d'accumulation correspondant principalement aux phases d'installation des pléni-glaciaires würmiens : la première phase d'incision notable postérieure à son édification prend place avant le Dryas II (Bölling) (RAYNAL, 1984).

5.1.3 - LE PALEO-LAC DE SAINT-HIPPOLYTE (PUY-DE-DOME).

Après la découverte de vestiges lithiques préhistoriques en 1980, l'étude intégrée du paléolac de cratère (maar) de Saint-Hippolyte (altitude 460 m) a été entreprise et la datation TL des pyroclastites réalisée. Elle apporte des précisions sur l'établissement des conditions pléniglaciaires du Würm ancien en Basse Auvergne (MIALLIER et al , 1984a et b ; RAYNAL et al , 1984, 1985 ; RAYNAL, 1986).

5.1.3.1 - RAPPEL STRATIGRAPHIQUE :

Le caractère lacustre des formations a été établi par P. BOUT (1958). En 1963, H. PELLETIER publie une coupe schématique de la carrière nord, puis étudie les minéraux lourds des principaux niveaux.

Nous avons identifié douze ensembles sédimentaires dans les formations lacustres de la carrière nord sur une puissance de quatorze mètres (figure 7). Ils reposent sur des "sables grossiers" aujourd'hui non visibles. On se trouve là au coeur de l'anneau détritique (RAYNAL, 1986).

Pendant le dépöt des ensembles 12 à 8, le taux de sédimentation est généralement fort et le niveau lacustre s'élève rapidement (ensembles 12,10 et 8). Les apports autochtones *et al*lochtones traduisent une ambiance climatique fraîche et humide avec une mauvaise fixation du bassin versant. Cependant, les ensembles 9 et 11, de puissance réduite et de texture fine marquent des conditions moins humides avec réduction des apports allochtones et sans doute une relative stabilité du plan d'eau, voire un abaissement temporaire.

De façon générale, pendant le dépîot des ensembles 7 à 3, les apports allochtones par voie acqueuse sont réduits (ensembles 6 et 4) et le niveau du lac remonte lentement ce qui dénote une humidité très faible. Les apports fins qui composent l'essentiel des ensembles 5, 3, et dans une moindre mesure 7, sont très micacés ; le bon état des minéraux légers indique un transport de courte durée qui serait compatible avec des phénomènes de déflation dans la plaine avoisinante. Ces éléments plaident donc en faveur d'une ambiance climatique froide et sèche entrecoupée de courtes périodes plus humides.

5.1.3.2 - PALEOBOTANIQUE :

L'étude de 20 échantillons répartis le long de la séquence lacustre nord a permis à M.M. PAQUEREAU (in RAYNAL et al , 1984) d'établir un diagramme (figure 8) sur lequel quatre zones peuvent être distinguées. L'ensemble du diagramme montre une évolution continue vers l'instauration de conditions très sévères de steppes froides, pleinement réalisées à la fin de la zone III et dans la zone IV. Ces caractères correspondent nettement à une phase glaciaire majeure à son maximum. La composition de la flore et les caractères de l'évolution climatique évoquent le Würm ancien et spécialement le "Würm I" dans sa

deuxième partie et sa phase finale. Le tout début du diagramme, par contre, représente sans doute l'extrême fin de la troisième oscillation adoucie du "Würm I" (= Odderade).

D'après les données actuelles de la climatologie de cette période et particulièrement les nombreux documents relatifs au Sud-Ouest de la France, les caractéristiques du "Würm I" final se retrouvent ici, compte tenu de la différence de situation géographique des sites. C'est à ce moment là que le maximum des conditions glaciaires est réalisé, conditions qui se prolongeront sans changement essentiel pendant le "Würm II" et qui provoquent alors une profonde détérioration de la flore (PAQUEREAU, 1975). On note alors comme ici la dominance des Composées, spécialement des Artémisiées et Cichoriées, l'abondance des steppiques, surtout l'Hélianthème. On retrouve encore ici l'apparition de Ephedra vers le sommet du diagramme. Le sommet du "Würm I" montre bien ici son caractère de seuil climatique.

5.1.3.3 - PALEONTOLOGIE ANIMALE :

L'exploitation ancienne des carrières avait livré des restes fauniques provenant principalement des ensembles 4 à 10 de notre stratigraphie. La liste faunique publiée (BOUT et BROUSSE, 1969) était la suivante : *Elephas trongotherii* , *Bos primigenius* , *Bison priscus* , *Equus aff. caballus germanicus* Nehring, *Equus aff. mosbachensis* , *Ursus arctos* , *Rangifer* .

Cependant, selon F. PRAT qui examina les restes de chevaux, la présence d' *Equus aff. mosbachensis* "ne saurait être acceptée qu'avec la plus extrême réserve" car elle concerne uniquement "une prémolaire supérieure massive et à caractères caballins très affirmés" (F. PRAT in litteris à P. BOUT, 22 avril 1963, et communication personnelle).

Cette liste fut reprise par et complétée par C. GUERIN (1980) qui signala en outre la présence d'un rhinocéros indéterminé et proposa avec réserves une attribution aux biozones 25 ou 24 (Riss ou Riss-Würm) : *Equus caballus aff. germanicus* , *Equus aff. mosbachensis* , *Mammuthus cf intermedius* , *Hippopotamus* , *Rangifer* , *Capreolus* , *Bos primigenius* , *Bison priscus* , *Ursus arctos* , *Canis lupus* . M. FAURE (1983) a rapporté les restes d'Hippopotame à Hippopotamus major .

La collection du Musée Lecoq à Clermont-Ferrand a été étudiée par J.L. GUADELLI (in RAYNAL et al , 1984) qui a identifié le Cerf, le Boeuf primitif, le Bison, le Cheval (dominant), le Mammouth et la Marmotte. Ont également été déterminés des restes d'Ours brun, de Cerf, de Renne et de Mammouth provenant de la collection A. RUDEL. D'autres ossements ont été examinés provenant de ramassages récents dans les ensembles sédimentaires de la carrière nord. Ces restes pour la plupart parfaitement localisés dans la stratigraphie, se rapportent les uns au Cheval, d'autres à un Boviné indéterminé, au Renne (un fragment de bois) et à l'Hyène (un coprolithe) et au Mammouth.

En conclusion, la nette prédominance du Cheval et des grands bovidés, espèces d'espaces découverts, semblent indiquer l'instauration de conditions climatiques ne permettant pas le développement de grands couverts forestiers. Cependant, bien que très peu abondant, le Cerf atteste de la présence de quelques zones boisées. La présence du Renne, du Mammouth et de la Marmotte témoigne toutefois d'une certaine rigueur du climat ce que semble confirmer la

haute taille des cerfs. La liste provisoire suivante peut donc îetre établie pour les formations lacustres de la carrière nord :

Hyenidae ,
Ursus arctos ,
Cervus elaphus acoronatus ,
Rangifer ,
Bos primigenius ,
Bison sp.,
Mammuthus primigenius ,
Equus caballus cf. germanicus ,
Marmota marmota primigenia .

Cette association est ici contemporaine du Würm ancien à la fin de sa première partie ("Würm I" final).

5.1.3.4 - SYNTHESE DYNAMIQUE ET CHRONOCLIMATIQUE :

L'interprétation synthétique des données de chaque discipline conduit à la reconstitution dynamique suivante:

Nous situons l'explosion du maar de Saint-Hippolyte dans le Würm ancien, à la limite des sous-stades 5b et 5c de la courbe isotopique des océans (= transition St Germain I - Melisey II) : Cler TL 50 = 94 +_ 14 ka avant 1980.

Dans une telle structure fermée où s'exerce une subsidence localisée, l'articulation des faciès sédimentologiques avec les facteurs paléoclimatiques reste souvent délicate à établir. Seule une approche pluridisciplinaire permet de proposer la synthèse chronoclimatique suivante :

Dans la dépression cratérique formée par l'explosion du maar, s'installe rapidement un paléo-lac. Il est peut-îetre alimenté au Nord par un paléo-cours du Sardon ou simplement à l'Ouest et au Nord-Ouest par de petits ruisseaux descendant du plateau des Dômes, mais également par des venues hydrothermales (failles du système de Châtelguyon).

Une puissante banquette lacustre littorale commence à s'édifier aux dépens du croissant de pyroclastites : la partie que nous en connaissons se construit pendant la dernière phase tempérée du Würm ancien et prograde dans la zone nord du lac. Le taux de sédimentation est élevé pendant toute la période fraîche et humide de dégradation du couvert végétal qui conduit à l'instauration de conditions pléniglaciaires et le niveau du lac s'élève rapidement : les ensembles 12, 11 et 10 se déposent. Une pulsation plus sèche préside au dépîot de l'ensemble 11 et les populations moustériennes fréquentent les rives du lac : quelques objets lithiques et restes fauniques sont entraînés sur la pente interne lors d'une période plus humide qui commande la mise en place de l'ensemble 10 ; ils rejoignent les nombreux éléments de squelette apportés par les agents naturels (Cheval, Renne, Marmotte, Mammouth).

Après le dépîot de l'ensemble 9 fossilifère (Cheval, Hyène, cervidés ?) dans des conditions froides et sèches, une pulsation plus humide commande la mise en place de l'ensemble 8 et le niveau du lac poursuit son ascension. A partir de l'ensemble 7, le comblement de la zone nord se ralentit avec l'instauration définitive des conditions pléniglaciaires steppiques du Würm

ancien, le niveau du lac s'élève très lentement : un seuil est franchi. Une nouvelle installation de chasseurs moustériens est enregistrée au cours du dépoît des ensembles 3 et 2 : d'abord dans un contexte froid et sec (Bison et/ou Boeuf primitif, Cerf), puis lors d'un regain de sédimentation provoquée par le retour à une amélioration climatique de faible amplitude (restes remaniés de Renne, Mammouth, bovidé) qui pourrait correspondre à la phase X du Würm ancien ("interstade Würm I-II") ; le dépîot de l'ensemble 1 ne doit pas îetre très éloigné du plus haut niveau lacustre. Un déversoir se crée alors dans la partie sud-est (ruisseau de Ronchalon) dont l'érosion régressive conduit peu à peu à la vidange du lac.

Le système lacustre évolue donc par comblement progressif et remontée du plan d'eau (phase pro-lacustre) pour atteindre une limite topographique à partir de laquelle se produit une surverse et la création d'un exutoire (phase pléni-lacustre). Mais contrairement à l'exemple du lac de Clermont que nous examinerons plus loin (§ 7.3), la cuvette de Saint-Hippolyte ne semble pas avoir connu un comblement total de sa partie centrale. La durée de vie du système lacustre peut îetre évaluée à 30 ka au moins mais il conviendrait de sonder le coeur de lac pour y rechercher les dépôts les plus récents susceptibles d'y être conservés (phase tardi-lacustre).

Parmi les très nombreux maars du Massif Central dont l'intérêt a été souligné à maintes reprises, le complexe volcano-sédimentaire de Saint-Hippolyte représente un point privilégié. Son étude permet de suivre l'instauration du pléniglaciaire du Würm ancien en Basse-Auvergne, apporte des données nouvelles sur la composition des paléomilieux biotiques et met en évidence le rôle attractif des paléo-lacs pour les populations du Paléolithique moyen.

5.1.4 - LA SEQUENCE DES RIVAUX (HAUTE-LOIRE).

Dans le gisement des Rivaux (Espaly, Haute-Loire) (figure 4), le terme C se compose de plus de trente unités stratigraphiques appartenant à un complexe de bord de lac (DAUGAS et RAYNAL, 1977). Il contient localement de la faune et de l'industrie moustérienne. Sa base montre le passage d'une sédimentation calme et rythmée (sommet du terme D) à une sédimentation colluviale hétérométrique et spasmodique (base de C). L'étude palynologique de M.M. PAQUEREAU montre alors une évolution de la flore, témoin d'un refroidissement progressif (RAYNAL et al , 1981). Trois étapes illustrent cette dynamique :

- à l'extrême base (niveaux 1237 et 1236), développement du Pin sylvestre (15 à 17 %), régression de l'Epicéa (4 à 5 %), maintient du Sapin (AP = 56 à 54 %). Parmi les feuillus, le Bouleau est bien présent (8 à 7 %), Chêne, Orme et Tilleul sont rares, Noisetier (4%), Aulne (3 %) et Saule (2 %) peu abondants. Parmi les Herbacées, les Hygrophiles régressent.

- on remarque ensuite (niveau 1235) la progression du Pin sylvestre (AP = 50 à 49 %). Les feuillus sont peu représentés. La strate herbacée montre un début de développement des Héliophiles (Composées, Urticacées et Chénoppodiacées) et des Ericales, indiquant l'extension des espaces ouverts.

- avec le niveau 1229 se marque un nette dégradation du couvert arbustif (AP = 40 %) : Pin sylvestre (23 %), Sapin et l'Epicea (4 et 2 %), feuillus rares ou absents (Chêne, Orme, Tilleul). Parmi les Herbacées, nette progression des Héliophiles avec nombreuses Composées (Tubuliflores, Artemisias, Cichoriées),

Ericales, Urticacées, Chénopodiacées et Polygonacées.

Cette évolution caractérise une période charnière entre la fin du dernier inter-glaciaire et le stade glaciaire suivant. Les datations en cours permettront de lui assigner une position précise au sein du stade 5 de la courbe isotopique.

5.1.5 - L'ABRI LABORDE (SOLIGNAC-SUR-LOIRE, HAUTE-LOIRE).

Avec sa puissante stratigraphie et ses nombreuses -et pour certaines riches- occupations humaines préhistoriques, l'abri Laborde (870 m NGF) constitue aujourd'hui un point privilégié pour l'étude des industries moustériennes du Massif Central dans leur cadre paléoécologique (BAYLE DES HERMENS et LABORDE, 1965 ; DAUGAS et RAYNAL, 1977 ; LABORDE, 1969 ; RAYNAL, 1975, 1981, 1982). C'est un abri-sous-roche typique des régions basaltiques. Les remplissages de tels abris comportent, en proportions variables, des éléments autochtones provenant des différentes parties de la falaise, mêlés à des éléments allochtones apportés par colluvionnement et ruissellement (démantèlement des couvertures pédologiques paléoandosoliques des plateaux par exemple), dans certains cas par inondations temporaires, voire par voie éolienne. Depuis plusieurs années, des expériences de gélifraction expérimentale ont permis de cerner le comportement au gel des roches basaltiques. L'analyse de la répartition stratigraphique des différents éléments, de leurs proportions respectives et l'observation micromorphologique des différents nivaux, permettent d'approcher les dynamiques de mise en place et ouvrent la voie aux reconstitutions paléoclimatiques. On peut actuellement interprêter le remplissage de Baume-Vallée de la façon suivante, de bas en haut (figure 9) :

- Les quatre premiers mètres montrent une succession de cycles sédimentaires faisant alterner des cailloutis cryoclastiques, des lits de granules de basalte et des niveaux fins limono-sablo-argileux. Ils expriment sans doute d'assez courts moments sous des conditions climatiques locales froides et très humides, entrecoupées de périodes d'adoucissement. De telles conditions caractériseraient des moments du Würm ancien dans sa première partie, entre 110 et 70 ka BP environ.

- Sur un mètre, on rencontre ensuite des cailloutis cryoclastiques déformés secondairement par le gel. Ils expriment des conditions rigoureuses connues aujourd'hui dans la zone boréale de notre hémisphère. Nous les rapportons à un moment du pléniglaciaire du Würm ancien, entre 70 et 45 ka BP environ.

- Les couches supérieures expriment des paléoclimats contrastés, humides, plus ou moins froids, témoignant, après l'interstade würmien, de la progradation vers les conditions pléniglaciaires du Würm récent.

Cette interprétation "longue" de la séquence laisse certainement place à de nombreuses lacunes car plusieurs indices archéologiques plaident en faveur d'une sédimentation rapide. Les datations par thermoluminescence sur silex brûlés de l'ensemble inférieur réalisées par J. HUXTABLE (in litteris , 31.10.86)) la confortent :

- couche 29 b : 84 ± 7.5 ka
- couche 30 : 82 ± 7.2 ka

- couche 29-31 : 80 ± 8.0 ka.

On peut donc attendre de l'étude détaillée de cette séquence des précisions intéressantes sur la climatologie du Würm ancien en Velay.

5.1.6 - LA GROTTE DU ROND DU BARRY (HAUTE-LOIRE).

Le gisement du Rond du Barry (Polignac, Haute-Loire) a révélé ces dernières années un développement stratigraphique considérable et la présence d'un niveau archéologique moustérien (BAYLE DES HERMENS *et al* , à paraître). De bas en haut, les ensembles suivants ont été étudiés :

- ensemble I : cet éboulis massif est ennoyé par de petits cailloutis granoclassés qui sédimentent pendant un stade assez peu boisé (AP = 23 % à 25 %), à Pin sylvestre dominant, Sapin et quelques feuillus (3-4 %): Bouleau, Saule, Noisetier, Aulne et Chêne. Les Herbacées ne comportent aucun type steppique. L'ambiance climatique est donc froide, sèche, mais pas trop rigoureuse ni steppique.

- ensemble H : il contient l'industrie moustérienne. Sa mise en place résulte d'un ruissellement plus diffus, lié à une meilleure fixation des pentes environnantes. La palynoflore est identique à celle de l'ensemble I, toutefois sans Sapin.

- ensemble J3 : mise en place par colluvionnement avec une part importante de ruissellement soutenu, dans une ambiance générale de dégradation du couvert du plateau autorisant l'érosion des pentes. Dans sa partie basale, il livre une palynoflore plus boisée (AP = 33 %), à Noisetier abondant(9 %) mais Pin sylvestre dominant (16 %). On note la présence du Bouleau, du Saule, de l'Aulne, du Chêne, de l'Orme, du Tilleul, du Lierre. Les Composées et l'ensemble des Héliophiles sont en net recul et cette flore traduit l'existence d'un épisode adouci nettement humide. La partie sommitale révèle une palynoflore nettement froide et steppique (AP = 9 à 11 %), dont le Pin sylvestre et le Bouleau sporadique sont les seuls éléments arbustifs associés notamment à des herbacées de types steppiques (*Galium, Armeria*).

On suit donc , de la base au sommet de J3, l'instauration progressive de conditions rigoureuses après un épisode adouci et nettement humide. Les flores présentent une analogie certaine avec celles décrites en Basse-Auvergne dans les alluvions würmiennes anciennes de l'Allier à Issoire et dans les alluvions fossilisées par la coulée basaltique de Beaumont datée de la fin du Würm ancien (Cf infra § 5.1.7).

- ensemble J2 : composé de colluvions grossières, il livre une flore arbustive exclusivement composée de Pin sylvestre (8 %). L'abondante flore herbacée comporte des types steppiques en pourcentages notables : *Galium* (7 %), *Armeria* (5 %), *Helianthemum* (4 %), *Ephedra* (2 %). Il se peut que quelques pollens de Pin se rapportent à *Pinus montana*. Cette flore est plus riche en steppiques que celles jusqu'ici décrites pour le Würm ancien du Massif Central et se rapproche de celles étudiées dans le Puy de Dôme à Gravenoire et Neschers et rapportées au pléniglaciaire du Würm récent.

Dans son ensemble, la séquence inférieure du Rond du Barry apporte donc des informations nouvelles et originales sur la climatologie du Würm ancien en Velay. La reconnaissance d'une amélioration climatique pénécontemporaine ou

immédiatement postérieure à l'occupation du Paléolithique moyen est un fait nouveau qu'il conviendra d'essayer de dater et de comparer avec la coupure existant entre les deux ensembles sédimentaires du Würm ancien dans la stratigraphie du gisement, proche, de Baume-Vallée.

5.1.7 - ABRI DU ROND (SAINT-ARCONS, HAUTE-LOIRE).

Nous ne mentionnerons que pour mémoire cet intéressant gisement du Val d'Allier connu de longue date (BOULE et VERNIERE, 1899). Une révision de la stratigraphie a été réalisée en 1982 (travaux J.P. RAYNAL, J.P. DAUGAS, M.M. PAQUEREAU) et plusieurs essais de datation TL effectués par J. HUXTABLE depuis 1985 se sont révélés infructueux. Les niveaux contenant l'industrie moustérienne, de débitage levallois et riche en racloirs, se sont mis en place sous des conditions climatiques rigoureuses (AP = 10 à 12 %) : le Pin sylvestre et le Bouleau constituent alors les seuls éléments arbustifs du paysage et la végétation herbacée est riche en types steppiques (*Helianthemum* , *Galium* , *Armeria*). Une seule amélioration thermique de faible amplitude est décelée au-dessus des niveaux moustériens. L'occupation humaine principale se présente sous la forme d'une accumulation lenticulaire de matériel archéologique dans une matrice gris-noir, grasse au toucher, se révèle en fait lors de l'examen micromorphologique comme un amas de cendres d'os et de bois d'origine anthropique sans aucune conotation climatique particulière.

5.1.8 - ALLUVIONS ET COULEE DE BEAUMONT (PUY-DE-DÔME).

Deux coupes on été étudiées, l'une dans les alluvions fossilisées par la coulée de Beaumont (rue Maradet), l'autre au point d'émission de la coulée (avenue du Mont-Dore) pour sa datation (RAYNAL et al , 1985) (figure 10).

La coupe étudiée rue Maradet à Beaumont montre , sur le substratum marno-calcaire, une formation fluviatile grossière à lentilles sablo-limoneuses. Le cortège pétrographique des graviers est largement dominé par les éléments basaltiques alors que les galets montrent une prépondérance des éléments du socle cristallin.

L'étude palynologique de M.M. PAQUEREAU révèle, dans la partie inférieure de la formation, une palynoflore arbustive composée de Pin sylvestre (9 %) et sporadiquement de Bouleau. L'essentiel du cortège est formé par des Composées cichoriées accompagnées de Graminées, Artemisiées, Chénopodiacées, Crucifères, Urticacées et de types steppiques (*Hélianthemum* , *Ephedra* , *Galium* , *Armeria*).

La partie supérieure du dépîot montre une composition légèrement différente (AP = 12 %). Le Pin sylvestre dominant est accompagné du Bouleau (3 %) et du Saule. La strate herbacée est dominée par les cichoriées et le mîeme cortège d'héliophiles et de steppiques.

Ces palynoflores traduisent un stade très déboisé, avec des conditions rigoureuses et steppiques. Elles évoquent un épisode majeur du Würm ancien dans sa seconde partie ("Würm II").

Ces alluvions sont fossilisées par une coulée basaltique, à aimantation rémanente positive, pour laquelle les données paléontologiques et géologiques anciennes (VERGNETTE, 1927) laissaient supposer un îage W uürm ancien. Cette coulée avait déja fait l'objet de tentatives de datation (HUXTABLE, AITKEN, BONHOMMET, 1978). Une nouvelle datation réalisée avenue du Mont-Dore sur des

produits de rubéfaction de la coulée a fourni le résultat suivant : Cler TL 13: 41 ± 6.0 ka avant 1980.

Le sédiment daté a fait l'objet de trois mesures de paléomagnétisme. L'aimantation rémanente déterminée sur trois échantillons est de direction normale (BARBETTI, *in litteris*). Ces données confirment les résultats obtenus sur le basalte (ROCHE, 1953). La période correspondant à l'évènement de Laschamps (43 à 29 ka BP selon GUERIN, 1983) est donc exclue, ce qui plaiderait en faveur d'un âge situé dans la partie "haute" de la fourchette proposée ici. Les alluvions sous-jacentes se sont mises en place pendant le pléniglaciaire du Würm ancien et l'émission de lave se produit donc pendant les touts derniers moments de cette période.

5.2 - L'INTERSTADE WURMIEN

Défini dans le Sud-Ouest de la France (H. LAVILLE, J.P. RAYNAL, J.P. TEXIER, 1984 , 1985, 1986 ; LAVILLE, PAQUEREAU, BRICKER, 1985), cet évènement climatique complexe a été repéré en plusieurs points du Massif Central où il peut être calé par des datations absolues et localement caractérisé par une inversion du champ magnétique (MIALLIER et al , 1984 ; RAYNAL et al , 1985). De nouvelles données viennent confirmer son existence, bien qu'aucune signature pédologique n'ait encore été mise en évidence.

5.2.1 - LES COUPES DE ROYAT (PUY-DE-DÔME).

L'ouverture d'un boulevard a permis l'observation des formations volcano-sédimentaires accumulées dans la paléo-vallée de la Tiretaine à l'altitude actuelle de 525 m (figure 10). La coulée ancienne est ici peu puissante car observée sur son rebord Nord.

La coulée basaltique avait été datée en des points différents (CP 99 : 43.5 ±4.1 et CP 1 : 40.6 ± 3.1 ka BP in GUERIN, 1983). La datation a été mise en oeuvre sur des grains de quartz extraits des colluvions rubéfiées de l'unité 2b du locus 1. Le résultat est le suivant : Cler TL 53: 37 ± 7 ka avant 1980. Les trois dates obtenues par thermoluminescence sont cohérentes et attribuent un âge moyen de 40 ka BP environ pour le phénomène éruptif.

L'étude de l'aimantation rémanente des laves et des sédiments cuits par la coulée la plus ancienne (BRUNHES et DAVID, 1903; BONHOMMET et BABKINE, 1967; BONHOMMET, 1972, BARBETTI and FLUDE, 1979) apporte des renseignements différents selon les emplacements étudiés : la coulée la plus ancienne présente en certains points un magnétisme rémanent proche de la normale, la seconde coulée présente une direction intermédiaire. Il est généralement admis que la mise en place de ces coulées s'est produite pendant l'évènement de Laschamps mais on ne retrouve pas ici l'inversion totale du champ mise en évidence à Olby et Laschamps.

Au point d'observation (figure 11), la coulée fossilise plusieurs générations de colluvions anciennes résultant du démantèlement d'un manteau d'arènes granitiques et de minces placages d'alluvions et attestant 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 à M.M. PAQUEREAU de définir trois phases (RAYNAL et al , 1985) :

- Phase 1 : flore arbustive assez développée (AP = 30 %) avec Pin sylvestre (15 %), Bouleau (7 %) et Noisetier (3 %), accompagnés de rares feuillus thermophiles (Saule, Aulne et Chêne). Le développement du Pin sylvestre et du Bouleau, espèces "pionnières", caractérise une phase de reconquête forestière des espaces libres qui prépare le retour de feuillus thermophiles. Les herbacées sont surtout des Graminées accompagnées de Composées (Artemisias sporadiques). On note également des Chénopodiacées, Crucifères, Polygonacées, Plantago et quelques Cypéracées. Cette phase apparaît donc comme fraîche, mais non rigoureuse et assez humide.

- Phase 2 : nette progression du boisement (AP = 34 à 39 %) avec une extension du Noisetier (12, puis 20 %), Pin sylvestre (6 %) et Bouleau en net recul (3 %) et feuillus thermophiles en nette progression : Aulne (4 %), Chêne (3 %), Saule (3 %), Hêtre sporadique et présence du Lierre. La strate herbacée est dominée par les Graminées et les Cypéracées et d'assez nombreuses hygrophyles (*Typha*), des Ericales (*Erica* , *Cinerea* , *Calluna*), des Composées, des Papilionacées (*Genista* , *Ulex*) et d'assez nombreuses spores d' *Athyrium* , *Polypodium* , *Pteridium* *Aquilinum* . Il s'agit donc d'une phase d'amélioration thermique assez douce et nettement humide.

- Phase 3 : Les essences forestières progressent encore (AP = 43 et 46 %) dans une première étape pendant laquelle le Chêne, en rapide développement, est en proportion sensiblement égale à celles du Pin et de l'Aulne (12 à 13 %). Le Noisetier est en fort recul. On note l'apparition du Tilleul, de l'Orme et du Charme. Dans une seconde étape (AP = 53 % en moyenne), le cortège comprend le Chêne (16 %), l'Aulne (12 %), le Noisetier 6 %), le Pin (5 %), le Saule (5 %), le Tilleul (4 %), l'Orme (3 %), le Charme (2 %) et le Hêtre (1 %). Cet ensemble caractérise un paysage de parc dense avec Pinèdes sur les sommets, Chênaies claires à sous-bois de Noisetiers et arbustes (Lierre, Houx, Fusain, Bourdaine), forêts-galeries (Aulnes et Saules). 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 la phase 3.

En conclusion, de la base des colluvions de chaque locus jusqu'à la mise en place de la coulée et immédiatement après, on observe l'établissement progressif d'une période d'amélioration climatique de nature interstadiaire, douce et humide, jusqu'à l'instauration d'un optimum thermique bien marqué. Une telle situation climatique est connue lors de l'interstade würmien. Cette période serait ici saisie pendant le terme 1, de son tout début à l'instauration de l'optimum, pendant l'évènement de Laschamps, vers 40 ka BP environ, antérieurement aux termes 2 (plus frais) et 3 (tempéré = "Les Cottés").

5.2.2 - LA COUPE DE SAINTE-MADELEINE (CHAMALIERES, PUY-DE-DÔME).

Cette coupe a permis l'observation d'une série volcano-sédimentaire intéressant l'extrémité orientale de la coulée basaltique de Royat (figures 10 et 12) (RAYNAL *et al* , 1985). Sous la coulée, le sommet d'une série lacustre (unité 11) a livré à M.M. PAQUEREAU un cortège pollinique évoquant un paysage de parc assez dense (AP 42 à 45 %) sous climat relativement doux et humide : Pin sylvestre, Aulne et Chêne en proportions sensiblement égales (10 à 12 %), accompagnés de feuillus (Noisetier, Saule, Tilleul, Orme, Lierre et Fusain). Les Herbacées sont principalement des Graminées et des Cypéracées, accompagnées de

quelques Ericales, Rosacées, Ombellifères, Hygrophiles (Typha) et Héliophiles banales (Composées, Polygonacées, Urticacées). On note d'assez nombreuses spores de Fougères (*Athyrium, Polypodium, Cystopteris*). Cette palynoflore évoque l'interstade würmien et se rapproche de celle rencontrée à Royat au début de la troisième phase (Cf supra § 5.2.1).

5.2.3 - LE SITE DE THEILLAT (ALLIER).

Dans ce site, a été découverte une association faunique composite associée à une rare industrie comportant des pièces à dos. Elle renferme 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, par M.M. PAQUEREAU d'après l'analyse d'un coprolithe de Hyène et du sédiment contenu dans les cavités médulaires de deux diaphyses de bovidés. Ils sont très semblables, appartenant sans doute à la même phase. Deux datations radiocarbone (Ly 2918 = 33940 ±1000 BP et Ly 2920 = 33670± 760 BP) situent ces éléments dans l'interstade würmien (ex "interstade Würm II-W üm III"), vers le fin de son troisième terme ("Les Cottés") annonçant le début du Würm récent (RAYNAL *et al* , sous presse).

5.2.4 - LA SEQUENCE DES RIVAUX (ESPALY, HAUTE-LOIRE).

Le sommet du terme C de la séquence des Rivaux (Haute-Loire) (figure 4) révèle l'existence de deux phases tempérées antérieures à 30.6 + 1.5/- 1.3 ka BP, la plus récente représentant sans doute l'oscillation d'Arcy (31.5 à 30 ka BP environ), la plus ancienne le terme 3 de l'interstade würmien (Les Cottés). D'autres datations en cours sur ce site (TL sur sédiment, U/Th, radiocarbone accéléré et conventionnel) (3) devraient permettre de situer ces variations climatiques de façon très précise.

6 - QUELQUES ELEMENTS CULTURELS

De façon générale, la morphologie du Massif et le fait glaciaire ont en quelque sorte "canalisé" les mouvements de populations et favorisé les influences septentrionales (par la Loire et l'Allier) et orientales (par le Vivarais et la Lozère). Des relations privilégiées durent s'établir, ou tout du moins se renforcer, avec le Sud du Bassin Parisien, le Couloir Rhodanien et le Sud-Est. Au modèle classique de déplacements rayonnant au sein d'un territoire à partir d'une installation centrale, il faut sans doute ici substituer celui d'une circulation méridienne avec des déplacements latéraux "en épi". Rares furent alors les itinéraires autorisant un pénétration du massif par l'Ouest : la vallée de la Truyère, étroite et profonde, donnait cependant accès aux espaces cantaliens et sans doute au Haut-Allier. Dès lors, la vie des groupes humains devait s'organiser selon ces contraintes et les influences occidentales furent cantonnées à la bordure du massif, sauf bien entendu pendant les périodes de rémission glaciaire : les plateaux, et particulièrement les "planèzes" cantaliennes (DELPUECH et FERNANDES, 1983), constituèrent alors les meilleures voies de pénétration et/ou de contact entre groupes humains. Il faudra attendre la fin des temps glaciaires pour que cède enfin la barrière établie entre 1000 et 1200 mètres d'altitude, parfois plus bas, ouvrant ainsi très largement les pays aux influences occidentales. Nous présenterons ici quelques les données

relatives au dernier glaciaire - entre 115 et 34 ka BP - et aux cultures moustériennes.

Le début du dernier glaciaire paraît être une période favorable à la colonisation du massif par les populations moustériennes (climat favorable et activité volcanique discrète). En Basse Auvergne, l'activité volcanique est reconnue en Grande Limagne au début du Würm ancien (maar de Saint-Hippolyte, vers 94 ka BP) (RAYNAL *et al* , 1984) et vers sa fin (Boisséjour-Beaumont, vers 41 ka BP) (MIALLIER *et al*ii , 1984). La Chaîne des Puys domine cette large plaine de Limagne et la limite vers l'Ouest sur environ 30 kilomètres. L'âge récent d'une partie de la chaîne est maintenant bien établi (Cf § 2) et se situe pour ue grande part npendant le dernier glaciaire. Peu d'évènements sont repérés au début du Würm ancien entre 110 et 70 ka BP. Un grand nombre d'éruptions se situent dans la seconde partie du Würm ancien, entre 70 et 40 ka BP, et pendant l'interstade würmien entre 40 et 35 ka BP. A l'extrémité sud-est de la mîeme région volcanique, en Bas-Vivarais, deux phases principales d'activité sont repérées vers 80 ka BP et entre 45 et 30 ka BP (GUERIN, 1983, 1984) : on note dans les outillages lithiques moustériens vellaves repérés aux alentours de 85 à 80 ka BP (RAYNAL, 1986), l'absence de matières premières originaires du Sud-Est, conséquence possible de cette activité volcanique. Pendant l'interstade würmien et le début du Würm récent, les éruptions de la Chaîne des Puys ont pu constituer, dans la vallée de l'Allier, un obstacle à la pénétration du massif si l'on envisage la lacune existant entre les nombreuses implantations moustériennes et les premières occupations du Paléolithique supérieur (Périgordien final) (RAYNAL et DAUGAS, 1984).

Peu de sites moustériens ont été étudiés en détail et nos seules données actuelles proviennent de l'analyse des fouilles du gisement de Baume-Vallée (abri Laborde), situé en Velay, province sud-orientale du Massif Central français. L'abri, typique des régions basaltiques, s'ouvre à 870 mètres d'altitude. De multiples indices militent pour des séjours de courte durée : propriétés de gélivité des basaltes (débit très rapide de la vraie colonnade en gravillons), contraintes climatiques, quantité réduite d'objets lithiques, économie de la matière première (DECROIX, 1984, 1985), structuration sommaire de l'espace, petitesse et rareté des structures de combustion... La proportion dominante des restes de chevaux indique une activité saisonnière axée sur la chasse. Sans préjuger a priori de la signification des parentés techno-typologiques (qu'elles recouvrent des identités "culturelles" ou traduisent des activités similaires), des points de comparaison peuvent eître recherchés parmi les industries charentiennes régionales et des terroirs limitrophes au Massif central (RAYNAL et DECROIX, 1986) (figure 13) : la parenté avec le Sud-Ouest n'est pas évidente, mais les relations avec cette région ont été temporairement difficiles, en particulier pendant le pléniglaciaire du Würm ancien (Cf supra) ; malgré leur proximité et leur grande ressemblance, il semble qu'il faille attendre d'autres éléments pour se prononcer sur une parenté entre les Charentiens du Velay et de l'Ardèche (Cf *supra*) ; les gisements nord-orientaux de la plaine du Forez (Champ Grand, Carrière Chaumette) présentent indiscutablement un air de parenté avec les séries de Baume-Vallée mais il faut gagner le Charollais, avec les sites de plein air de Blanzy et de Bissy-sur-Fley pour découvrir des séries lithiques très proches, tant du point de vue technologique que de celui de l'équilibre typologique.

En conclusion, il semble bien que la distribution des sites moustériens du Massif Central soit en partie commandée par des contraintes naturelles : les gisements charentiens reflètent principalement une circulation selon l'axe

principal de la Loire. La parenté avec les sites du Forez et du Charollais semble également recouvrir une certaine réalité du milieu animal, attestée par la dominance des restes de Cheval. Il paraît de plus très probable que le "partage" apparemment synchronique du territoire par le Moustérien de tradition acheuléenne (MTA) d'une part et le Moustérien charentien d'autre part constitue une interprétation cartographique abusive que de récentes données chronologiques absolues sont venues infirmer : le charentien aurait largement pénétré le massif au début du dernier glaciaire (sites vellaves de Baume-Vallée, le Rond du Barry, les Rivaux...) ; le MTA serait resté cantonné sur la frange occidentale du massif (Limousin, bassin d'Aurillac) et dans les plaines du Nord (Bourbonnais, Forez, Sud de la Grande Limagne) à la fin du pléniglaciaire du W urm ancien et pendant l'interstade würmien, son aire de répartition englobant d'ailleurs celle du Castelperronien qui lui fait suite sur place (site éponyme de Châtelperron). Il reste cependant à établir l'âge exact des séries de Moustérien typique de débitage levallois récoltées dans le Sud du Cantal (bassin de Maurs), dans le bassin du Cher, sur les terrasses de l'Allier vers Moulins et dans le bassin de Langeac (Le Rond), mais aussi celui du Moustérien riche en encoches et denticulés du Lembron (Madriat, Augnat) pour établir une éventuelle contemporanéité de faciès, une alternance d'occupation du territoire ou l'existence de spécialisations au sein de la même entité culturelle : plusieurs indices suggèrent en effet des datations antérieures ou pénécontemporaines du pléniglaciaire du Würm ancien.

7 - PERSPECTIVES

7.1 - CHRONOCLIMATOLOGIE DU PLEISTOCENE SUPERIEUR.

Nous commençons à disposer d'une solide chronoclimatologie régionale associant des sites naturels et des sites archéologiques et permettant d'ores et déjà des corrélations avec les autres régions et domaines. Nous en résumons les grandes lignes, du Riss récent au début du Würm récent, dans la figure 14.

Nous soulignerons l'intérêt des données obtenues dans le secteur de Royat, en Velay et dans l'Allier, en particulier la caractérisation des phases climatiques constituant les termes de l'interstade würmien. Ces épisodes climatiques, dont l'écho est patent dans le domaine biologique animal, n'ont pourtant pas encore été repérés dans les milieux de tourbières et n'ont pas laissé de signature paléopédologique particulière ; il existe cependant aujourd'hui suffisamment d'éléments d'appréciation convergents pour ne plus les ignorer.

Les formations étudiées concernent plus particulièrement les périodes interstadiaires et les phases "de transition" entre ambiance interglaciaire et ambiance pléniglaciaire. Ceci nous conduit tout naturellement à envisager la nature des relations entre phénomènes volcaniques et phénomènes climatiques.

7.2 - INTER-RELATIONS CLIMAT-VOLCANISME.

Les propositions de G. GUERIN (1983, p. 192) concernant la liaison isostasie-volcanisme sont séduisantes mais peuvent, nous semble-t-il, être affinées et complétées. Pour cet auteur, "un changement intervient dans le régime d'affrontement entre plaque africaine et plaque européenne entre le Riss

et le Würm" ; l'englacement des Alpes au Würm "sert de facteur déclencheur du volcanisme car le régime des contraintes de l'avant-pays alpin est modifié par la perturbation du mouvement de remontée alpine (isostasie)".

La première remarque concerne les modalités de l'englacement au Pléistocène supérieur. Il ne suffit pas en effet de faire intervenir l'englacement alpin ; il convient également de tenir compte de l'englacement du Massif Central, dont on sait qu'il fut important, au Riss et au Würm (VEYRET, 1978), et de sa distribution géographique (VALADAS et VEYRET, 1981) qui conditionne à la fois son ampleur et sa vitesse de disparition. Sous influence atlantique, le Massif Central reçoit actuellement des précipitations importantes qui se traduisent par un enneigement rapide et dissymétrique, particulièrement en ce qui concerne le Cantal et les Monts d'Auvergne. Transposée en période pléniglaciaire, cette disposition se traduit par un englacement important lui aussi dissymétrique. En période d'amélioration climatique, la disparition de la plupart des zones englacées est rapide, compte tenu de leur exposition favorable. En conséquence, les contraintes régionales sont certes sous la dépendance de l'englacement alpin, mais également et principalement sous l'influence directe de l'englacement local. Nous rejoignons ici en la précisant l'hypothèse de G. GUERIN (op . cit .) qui envisage pour expliquer l'activité de la lignée volcanique principale de la Chaîne des Puys, outre un contrôle régional, un contrôle superficiel expliquant la résistance de la lithosphère aux contraintes thermochimiques du réservoir magmatique. Une telle situation conduit naturellement aux conclusions suivantes :

- En période pléniglaciaire - soit essentiellement pour la période qui nous intéresse ici, le Riss récent et le Würm ancien moyen et final - l'ouverture des fissures est contrecarrée par le surcroît de charge imposé par l'englacement du Massif Central. Les circulations hydriques sont réduites au minimum par l'existence de gels profonds.

- En période interstadiaire et interglaciaire, l'ouverture des fissures est facilitée par la décharge rapide du massif due à la fonte accélérée des masses de glace qui provoque un mouvement de remontée isostasique des voussoirs du socle (nous avons pu, par exemple, estimer aux alentours de dix mètres le mouvement de remontée du horst de Saint-Yvoine depuis la fin du pléniglaciaire würmien). On note corrélativement une mise en charge hydrique du réseau de fentes et des nappes phréatiques et un regain d'activité hydrothermale. Ces facteurs conjugués devraient nécessairement accroître la probabilité d'éruptions phréatomagmatiques.

En première analyse, les phénomènes phréatomagmatiques datés en Basse Auvergne conforteraient ce schéma : l'éruption du maar de Clermont se situerait pendant une phase d'amélioration climatique notable au sein du dernier stade glaciaire rissien, celle du maar de Saint-Hippolyte pendant les premières phases tempérées du début du Würm ancien.

On manque cependant de données chronoclimatiques détaillées pour le Würm ancien et les périodes antérieures qui permettraient de tester plus avant ce modèle. Un grand nombre d'évènements ont toutefois été repérés pendant la fin du Würm ancien (entre 50 et 43 ka BP environ). Cette hypothèse ne peut prétendre à elle seule expliquer les modalités éruptives d'une province volcanique mais pourrait cependant rendre compte des particularismes exposés précédemment. Si elle se vérifie, elle sera un argument supplémentaire à prendre en compte dans le Massif Central pour quantifier les risques naturels actuels liés au volcanisme. Il conviendrait par conséquent d'approcher très précisément la

téphrostratigraphie d'une part, la climatologie d'autre part, au cours des 150 derniers millénaires. Pour ce faire, il est désormais nécessaire de faire appel à de longues séquences stratigraphiques continentales.

7.3 - L'ACCES AUX SEQUENCES LACUSTRES.

Sans entrer dans le détail, il convient d'exposer ici tout l'intérêt de l'étude des séquences paléo-lacustres, nombreuses dans le Massif central et particulièrement intéressantes dans le cas des cratères de maars. Nous prendrons pour exemple l'étude intégrée en cours du système paléo-lacustre de Clermont-Ferrand (RAYNAL, 1986) (figure 14).

La cuvette de Clermont est constituée de plusieurs maars coalescents péné-contemporains installés sur une zone de faiblesse immédiatement à l'Est de la grande faille bordière de Limagne. Les projections de l'un de ces maars, celui de Jaude-Salins, culminent à 410 m NGF et constituent la Butte de Clermont (PELLETIER, 1969; BAUDRY et CAMUS, 1970). La première datation par thermoluminescence d'un phénomène phréatomagmatique a été réalisée sur ces pyroclastites (MIALLIER, 1982 ; MIALLIER *et al* , 1983, 1984a ; RAYNAL *et al* , 1982, 1985) et situe l'explosion du maar pendant l'avant-dernier glaciaire, stade 6 de la courbe isotopique océanique :

Cler TL 23 = 157 ± 22 ka avant 1980 (Cours Sablon)
Cler TL 27 = 156 ± 22 ka avant 1980 (Hôtel de Chazerat).

Dans cette vaste dépression, alimentée à l'Ouest par la Tiretaine, s'est édifié un complexe lacustre reconnu par d'anciens travaux de forage. Le fond de la dépression en zone de coeur de lac n'a pas encore été atteint par sondage, mais les dépôts de cette zone ont cependant été reconnus dans sa partie sud-est ("Fond de Jaude") sur quatre-vingt-six mètres lors du forage Géocler 1 réalisé du 17 novembre au 10 décembre 1986. Bien que difficile à évaluer, la puissance totale des dépôts pourrait largement dépasser la centaine de mètres et représenterait donc un bilan d'accumulation des cent-soixante derniers millénaires.

L'anneau détritique de ce système lacustre est largement dissymétrique. En effet, c'est dans la partie occidentale de la dépression, au pied de la Chaîne des Puys, que s'est édifié un puissant complexe détritique delta ique lié à la Tiretaine. Il ne semble pas que l'anneau détritique soit très développé du coté est, au pied du tuff-ring : il reposerait là sur un complexe de panneaux glissés de bord de maar formant plate-forme vers 76 mètres de profondeur.

Les rapports de ce corps sédimentaire sableux avec le coeur de lac sont encore inconnus : certains composants grossiers reconnus en intercalations au sein de la masse de silts pourraient en provenir. La sédimentation sableuse grossière envahit le coeur de lac à une époque qui reste à déterminer : avec 20 mètres de puissance dans la zone orientale du lac, au pied de la butte de Clermont (fond de Jaude), elle est très chargée en éléments volcaniques à sa base (-17 à -11m) et pourrait traduire un paroxysme éruptif de la Chaîne. Dans la partie sud (quartier de l'Etang), la disposition est très semblable : les sables, riches en minéraux volcaniques (pyroxènes 75 à 90%), ont livré entre 20 et 6 mètres de profondeur une flore variée de diatomées - certaines traduisant un climat froid (*Stephanodiscus astraea var. minutula* - qui indique un milieu aquadulcicole ou à minéralisation très faible, eutrophe, neutre ou légèrement alcalin, peu profond (PELLETIER, 1965).

Dans le coeur de lac, la sédimentation est représentée, entre -20 et -82 m dans la partie reconnue, par des silts et sablons en lits le plus souvent millimétriques, de coloration gris-verte à noire, entrecoupés de retombées directes parfois épaisses, de bancs carbonatés, de passées sableuses ou graveleuses et de lits argileux. Plus bas (entre -82 et -86m), la sédimentation est plus grossière. Des pendages importants ont été repérés à diverses profondeurs, indicateurs de glissements. Les alternances granulométriques et colorimétriques repérées traduisent sans doute des rythmes (saisonniers ?) que l'analyse détaillée des carottes de Géocler 1 permettra de définir.

Vers 40 ka BP (GUERIN, 1983 ; MIALLIER *et al* , 1984a ; RAYNAL *et al* , 1985), les coulées de Royat ennoient la vallée de la Tiretaine et viennent s'étaler dans la partie ouest de la dépression, sur les formations delta iques. Ces basaltes présentent un magnétisme rémanent anormal attribué à l'évènement de Laschamp. Il conviendrait de rechercher cette anomalie dans les formations lacustres.

Le niveau du lac semble s'*î*etre élevé encore, postérieurement à ces évènements pour atteindre au moins le toit de la coulée des Roches à Chamalières : en attesteraient les diatomites découvertes au toit de la coulée de Royat et rapportées au Dryas ancien (BROUSSE *et al* , 1969) ; c'est très probablement pendant cette période que se crée un système d'exutoire (phase pléni-lacustre). Au même endroit, la formation de tourbes marque le début de la phase tardi-lacustre entra*î*nant le drainage et l'assèchement progressif de la dépression. Sur la coupe de Sainte-Madeleine à Chamalières, la coulée de Royat est ennoyée par des colluvions argileuses : elles attestent d'une mobilisation des versants qui s'achève lors de l'amélioration climatique de l'Alleröd et peuvent *î*etre rapprochées de celles décrites avenue des Thermes à Royat dont le paléosol sommital a été daté par radiocarbone de la fin de cette amélioration (Gif 1409: 11000 ± 150 B.P.) (BROUSSE, MICHAELY, RUDEL, 1969). Leur mise en place traduit bien s*î*ur une période de dénudation des versants en ambiance climatique froide (Dryas II) mais cette reprise d'érosion est sans doute également consécutive à une vidange partielle du système lacustre.

Pendant l'Holocène, les dép*î*ots lacustres sont errodés par un bras de la Tiretaine qui dépose d'abord des alluvions grossières puis évolue en bras mort avec dép*î*ots fins palustres. Un régime d'alimentation hydrothermale installé par l'intermédiaire du réseau de failles est alors responsable de la construction des travertins de la zone est, au pied de la butte, et du maintien de zones palustres dans la partie sud de la dépression (quartier de l'Etang). Actuellement, l'alimentation en eau est permanente (17°5 dans le sondage Géocler 1) accompagnée d'une émission de gaz de faible intensité. Les différents niveaux grossiers repérés entre 0 et -20 m en drainent la plus grande partie mais on observe cependant en plusieurs points de la cuvette une accumulation de boue liquide (entre -21 et -26 m dans le forage Géocler 1).

Le système lacustre de Clermont a par conséquent fonctionné pendant près de 150 millénaires. En coeur de lac, nous estimons le taux moyen de sédimentation des silts à 0,5 mm/an, à partir du moment ou les berges furent relativement stabilisées. La datation TL des tephra (2) et des sédiments (3) des carottes de Géocler 1 permettront de mieux définir les différents taux d'accumulation.

On conçoit ainsi mieux l'apport considérable de l'étude de telles séquences qui permettent, en une seule opération, une approche diachronique des dynamiques

et des climats intéressant plusieurs dizaines de millénaires. L'exploitation scientifique raisonnée des systèmes lacustres et paléo-lacustres du Massif Central ne fait que commencer et s'affirme désormais porteuse, pour un proche avenir, d'informations fondamentales pour la connaissance du Quaternaire continental.

Ces premiers résultats (4) reflètent les lacunes de nos connaissances pour la période considérée dans le Massif Central français. Ils mettent l'accent sur la nécessité de bâtir un cadre chronologique rigoureux à partir de datations objectives. Pour établir les grandes étapes de l'histoire climatique - commandée par des phénomènes globaux - il est de plus en plus fait appel à de longues séquences stratigraphiques recherchées dans des structures qui sont de bons enregistreurs (paléolacs par exemple) ; les abris sous roche sont précieux pour en établir les nuances locales et régionales ; les sites de plein air, rares hélas, sont indispensables pour décrypter les successions paléopédologiques et délimiter les périodes de morphogénèse active ou inactive.
Parallèlement, l'examen approfondi des cultures matérielles devrait permettre de bâtir une véritable histoire naturelle de l'homme du Paléolithique moyen.

(2) J. FAIN, D. MIALLIER, S. SANZELLE, Laboratoire de Physique corpusculaire, IN2P3 et U.A. 33 CNRS, Université de Clermont II.

(3) M.J. AITKEN, E. RHODDES, A. RAE, Research Laboratory for Archaeology and the History of Art, Oxford University.

(4) 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 par la biais des Mathématiques, de la Physique, de la Chimie et des Sciences de la Terre" du C.N.R.S., programme : Peuplement préhistorique en zone volcanique active , direction J.P. RAYNAL.

Références :

BARBETTI M. and FLUDE K. (1979) - Palaeomagnetic field strengths from sediments baked by lava flows of the Chaîne des Puys, France. *Nature* , Vol. 278, n° 5700, p. 153-156.

BAUDRY D. et CAMUS G. (1970) - Les maars de la chaîne des Puys (formations volcaniques du Massif central français). *Bulletin de la Société géologique de France* , (7), XII, n° 2, p. 185-189.

BAYLE DES HERMENS R. et LABORDE A. (1965) - Le gisement moustérien de la Baume-Vallée (Haute-Loire). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* , t. LXII, p. 512-527.

BAYLE DES HERMENS R. *et al* (1987) - Les niveaux moustériens du Rond-du-Barry à Sainzelles (Haute-Loire). *L'Anthropologie* , à paraître.

BERTRAN P. (1986) - Etude micromorphologique d'un sol polycyclique sur cherts (Meillers, Allier). *11° Réunion des Sciences de la Terre , Clermont-Ferrand,* S.G.F. Ed., p. 16.

BONHOMMET N. (1972) - *Sur la direction d'aimantation des laves de la Chaîne des Puys, et le comportement du champ terrestre en France au cours de l'évènement de Laschamp* . Thèse d'Etat, Université de Strasbourg, n° A.O. 7718, 282 p.

BONHOMMET N. et BABKINE J. (1967) - Sur la présence d'aimantations inversées dans la Chaîne des Puys. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences , Paris*, t. 264, série B, p. 92-94.

BOULE M. et VERNIERE A. (1899) - L'abri sous roche du Rond, près Saint-Arcons d'Allier (Haute-Loire). *L'Anthropologie* , t. X, p. 385.

BOUT P. (1958) - Anciens deltas lacustres de la Haute-Loire et des départements proches. *Bulletin de la Société Académique du Puy et de la Haute-Loire* , t. XXXVII, p. 187-188.

BOUT P. et BROUSSE R. (1969) - *Livret-guide de l'excursion C 13 Auvergne-Velay* . Union Internationale pour l'Etude du Quaternaire, VIII Congrès INQUA, Paris, 87 p.

BROUSSE R., MICHAELY B. et RUDEL A. (1969) - Un épisode éruptif de la Chaîne des Puys à - 11 000 ans, contemporain du volcanisme de l'Eifel. *C. R. Acad. Sc. Paris* , t. 269, série D, p. 2182-2183.

BROUSSE R., DELIBRIAS G., LABEYRIE J. et RUDEL A. (1969) - Eléments de chronologie des éruptions de la Chaîne des Puys. *Bulletin de la Société géologique de France* , 7 è série, t. XI, p. 770-793.

BRUNHES B. et DAVID P. (1903) - Sur la direction de l'aimantation rémanente dans diverses roches volcaniques. C. R. Acad. Sc. Paris , t. 137, p. 975.

CAMUS G. (1975) - *La Chaîne des Puys. Etude structurale et volcanologique* . Annales scientifiques de l'Université de Clermont, nâ 56, 322 p.

DAUGAS J.P. et RAYNAL J.P. (1977) - Deux gisements quaternaires en Velay : l'abri Laborde à Solignac-sur-Loire et la site des Rivaux à Espaly. *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon* , fasc. 15, suppl., p. 35-43.

DECROIX C. (1984) - *Première approche techno-typologique des industries moustériennes de l'abri de Baume-Vallée (Solignac-sur-Loire, Haute-Loire). Fouilles A. LABORDE (1966-1972)* . Mémoire de Maîtrise, Université de Paris I,

DECROIX C. (1985) - *Un exemple d'économie de matières premières : le niveau H moustérien de Baume-Vallée (Fouilles A. LABORDE, 1966-1972)* . Mémoire de D.E.A., Université de Bordeaux I.

DELPUECH A. et FERNANDES P. (1983) - Préhistoire du massif cantalien : données récentes et essai sur la dynamique du peuplement. *Bulletin de la Société d'Anthropologie du Sud-Ouest* , t. XVIII, fasc. 1, p. 1-44.

FAURE M. (1983) - *Les Hippopotamidae (Mammalia, Artiodactyla) d'Europe occidentale* . Thèse de Troisième Cycle, Université de Lyon I, 233 p., 2 vol.

GUERIN C. (1980) - *Les Rhinocéros (Mammalia, Perissodactyla) du Miocène terminal au Pleistocène supérieur en Europe occidentale. Comparaison avec les espèces actuelles* . Documents du Laboratoire de Géologie, Lyon, nâ 79, fasc. 1, 2, 3, 1185 p.

GUERIN G. (1983) - *Thermoluminescence des plagioclases. Méthode de datation du volcanisme. Applications au domaine volcanique français: Chaîne des Puys, Mont Dore et Cézallier, Bas Vivarais* . Thèse d'Etat, Université Pierre et Marie Curie, Paris.

GUERIN G. (1984) - Chronologie du volcanisme récent en France. 1*0° Réunion annuelle des Sciences de la Terre , Bordeaux*, S.G.F. Ed., p. 273.

HUXTABLE J., AITKEN M.J. and BONHOMMET N. (1978) - Thermoluminescence dating of sediment baked by lava flows of the Chaîne des Puys. *Nature* , Vol. 275, p. 207-209.

KIEFFER G. et CAMUS G. (1981) - Manifestations dangereuses des volcans réputés pacifiques : les éruptions et les explosions phréatomagmatiques ou phréatiques. *Revue d'Auvergne* , t. 95, n° 1, p. 75-87.

LABORDE A. (1969) - Le gisement de Baume-Vallée, Solignac-sur-Loire, (Haute-Loire). *Congrès Préhistorique de France* , XIXâ session, p. 242-246.

LAVILLE H., PAQUEREAU M.M., BRICKER H. (1985) - Précisions sur l'évolution climatique de l'interstade w urmien et du début du W urm récent : les dépôts du gisement castelperronien des Tambourets (Haute-Garonne) et leur contenu pollinique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences , Paris,* t. 301, série II, n° 15, p. 1137-1140.

LAVILLE H., RAYNAL J.P., TEXIER J.P. (1984) - Interglaciaire... ou déja glaciaire ? *Bulletin de la Société préhistorique française* , t. 81, n°1, p. 8-11.

LAVILLE H., RAYNAL J.P., TEXIER J.P. (1985) - Signals, thresholds and rythms during the past 150 ky. Examples from South-West and Massif Central of France. *Colloque N.A.T.O. "Abrupt climatic changes", Biviers,* résumés.

LAVILLE H., RAYNAL J.P., TEXIER J.P. (1986) - Le dernier interglaciaire et le cycle climatique würmien dans le Sud-Ouest et le Massif Central français. *Bulletin de l'Association Française pour l'étude du Quaternaire* , 1-2, p. 35-46.

MIALLIER D. (1982) - *L'usage des détecteurs solides de traces dans le cadre de la datation par thermoluminescence* . Thèse de 3è Cycle, Université de Clermont II, 107 p.

MIALLIER D, FAIN J., SANZELLE S. (1984b) - Single quartz grains thermoluminescence dating : an approach for the complex materials. National symposium on thermally stimulated luminescence and related phenomena , *Navrangpura, Ahmedabad, India. in : Nuclear Tracks* , Vol. 10, n° 1/2, p. 163-168.

MIALLIER D., FAIN J., SANZELLE, S., DAUGAS J.P., RAYNAL J.P. (1983) - Dating of the Butte de Clermont basaltic maar by means of the quartz inclusion method. *P.A.C.T.* , 9, p. 487-498.

MIALLIER D., FAIN J., SANZELLE S., RAYNAL J.P., DAUGAS J.P., PAQUEREAU M.M. (1984a) - Datation du volcanisme quaternaire du Massif Central français par la méthode des inclusions de quartz en thermoluminescence et comparaison avec d'autres approches. *10 è R.A.S.T., Bordeaux,* S.G.F. Ed., p. 396.

MIALLIER D., FAIN J., SANZELLE S., RAYNAL J.P., DAUGAS J.P., PAQUEREAU M.M. (1984b) - Single quartz grains thermoluminescence dating: an approach for the complex materials. National symposium on thermally stimulated luminescence and related phenomena , *Navrangpura, Ahmedabad, India (sous presse in : Nuclear Tracks and Radiation Dosimetry* , décembre 1984).

PAQUEREAU M.M. (1975) - Le Würm ancien en Périgord. *Quaternaria* , Rome, t. XVIII, p. 67-159.

PELLETIER H. (1963) - Observations géologiques sur les carrières de sable de Saint-Hippolyte. *Revue d'Auvergne* , t. 77, p. 141-145.

PELLETIER H. (1965) - Sur quelques sondages près de la rue de l'Etang à Clermont-Ferrand. *Revue des Sciences Naturelles de l'Auvergne* , nouvelle série, vol. 31, fasc. 1-2-3-4, p. 13-23.

PELLETIER H. (1969) - Clermont est-il bîati sur un volcan ? *Auvergne - Magazine*, février 1969, n° 18, p. 2-8.

RAYNAL J.P. (1975) - Nouvelles fouilles à L'abri-Laborde (Solignac-sur-Loire, Haute-Loire). *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon* , fasc. 13, suppl., p. 61-63.

RAYNAL J.P. (1981) - Le Paléolithique moyen. *in : Le Bassin du Puy aux temps préhistoriques* , Musée Crozatier, Le Puy, p. 39-74.

RAYNAL J.P. (1982) - Le Paléolithique moyen en Haute-Loire. *in : La recherche archéologique en Haute-Loire* , C.R.D.P. Clermont-Ferrand Ed.

RAYNAL J.P. (1983) - La Géologie du Quaternaire, une méthode d'approche des paléoenvironnements de l'Homme fossile. *in : Les inédits de la Préhistoire auvergnate* , Musée Bargoin, Clermont-Ferrand, p. 27-36.

RAYNAL J.P. (1984) - Chronologie des basses terrasses de l'Allier en Grande Limagne (Puy-de-Dîome, France). *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire* , 1-2-3, p. 79-84.

RAYNAL J.P. (1986) - Evolution comparée de lacs de maars en Auvergne et Velay (France). Datation et contribution à la connaissance des climats pléistocènes. *in Travaux français en Paléolimnologie , colloque INQUA, Le Puy-en-Velay, 4-5-6 octobre 1985* (sous presse).

RAYNAL J.P. et DAUGAS J.P. (1984) - Volcanisme et occupation humaine préhistorique dans le Massif Central français : quelques observations. *Revue Archéologique du Centre de la France* , t. 23, vol. 1, p. 7-20.

RAYNAL J.P. et SEGUY R. (1986) - Os incisé acheuléen de Sainte-Anne 1 (Polignac, Haute-Loire). *Revue Archéologique du Centre de la Franc*e , t. 25, vol. 1, p. 79-81.

RAYNAL J.P. et DECROIX C. (1986) - L'abri de Baume-Vallée (Haute-Loire, France), site moustérien de moyenne montagne dans son contexte régional. *in : Hommage à l'Abbé Jean ROCHE, Arqueologia* , N° spécial, Porto (sous presse).

RAYNAL J.P., DAUGAS J.P., PAQUEREAU M.M., AMPRIM%OZ F.X. (1981) - Arguments en faveur d'un age rissien pour le fossile humain découvert en 1876 au lieu-dit les Rivaux, à Espaly (Haute-Loire). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences , Paris,* t. 292, série II, p. 1501-1504.

RAYNAL J.P., DAUGAS J.P., GUADELLI J.L., PAQUEREAU M.M. (1987) - Redécouverte du gisement de Theillat (Allier). *L'Anthropologie* , à paraître.

RAYNAL J.P., DAUGAS J.P., PAQUEREAU M.M., MIALLIER D., FAIN J., SANZELLE S. (1982) - Première datation du maar basaltique de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme, France): stratigraphie, palynologie, thermoluminescence. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences , Paris*, t. 295, série II, p. 1011-1014.

RAYNAL J.P., DAUGAS J.P., PAQUEREAU M.M., GUADELLI J.L., MARCHIANTI D., *MIALLIER D., FAIN J., SANZELLE S. (1984) - Le maar de Saint-Hippolyte (Puy-de-Dô*me, France). Datation par thermoluminescence, flores et faunes fossiles, présence humaine, climatochronologie et dynamique du système paléo-lacustre. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* , vol. 50, fasc. 1-2-3-4, p. 97-114.

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. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire* , 4, p. 183-207.

ROCHE A. (1953) - *Etude sur l'aimantation des roches volcaniques tertiaires et quaternaires d'Auvergne et du Velay* . Thèse, Paris, 215 p.

TEXIER J.P. *et al* (1983) - Histoire paléoclimatique de l'Aquitaine du Pléistocène ancien au dernier interglaciaire. *in : Paléoclimats , Cahiers du Quaternaire, n° spécial*, C.N.R.S. Ed., p. 207-217.

TEXIER J.P. et RAYNAL J.P. (1984) - Les dépîots et terrasses fluviatiles d'Aquitaine et du bassin de l'Allier. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternair*e , n°s 1-2-3, p. 67-72.

VALADAS B. et VEYRET Y. (1981) - Englacement quaternaire et enneigement actuel de l'Aubrac et du Cantal. *Revue géographique des Pyrénnées et du Sud-Ouest* , t. 52, fasc. 2, p. 201-215.

VERGNETTE (1927) - Eclaircissements géologiques sur la région de Sarliève. *Revue d'Auvergne* , t. XLI, fasc. 8, p. 257-269.

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

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

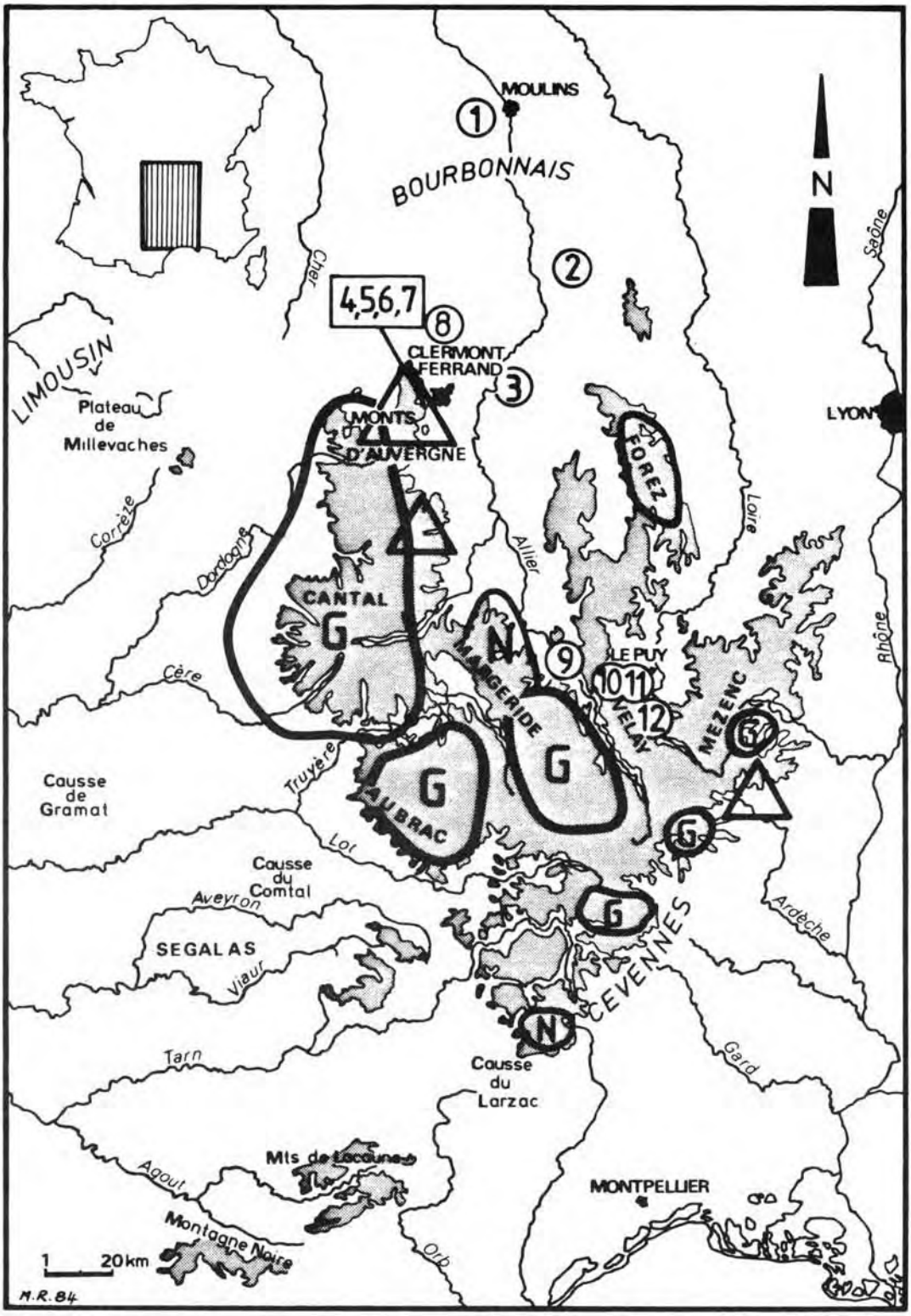

figure 1 : Carte orohydrographique de la région considérée avec en grisé les zones d'altitude supérieure à 900 m. Les régions englacées (G) et fortement enneigées (N) au cours du pleniglaciaire würmien sont délimitées par un trait épais. le volcanisme actif pendant le dernier glaciaire est représenté par les triangles. Localisation des sites étudiés. 1 : Meillers (Allier) ; 2 : Theillat (Allier) ; 3 : Pont-du-Château (Puy-de-Dôme) ; 4, 5, 6, 7 : maar de Clermont, Royat, Sainte-Madeleine, Beaumont (Puy-de-Dôme) ; 8 : paléo-lac de Saint-Hippolyte (Puy-de-Dôme) ; 9 : abri du Rond à Saint-Arcons (Haute-Loire) ; 10: le Rond du Barry à Polignac (Haute-Loire) ; 11 : les Rivaux à Espaly (Haute-Loire) ; 12 : abri Laborde à Solignac-sur-Loire (Haute-Loire).

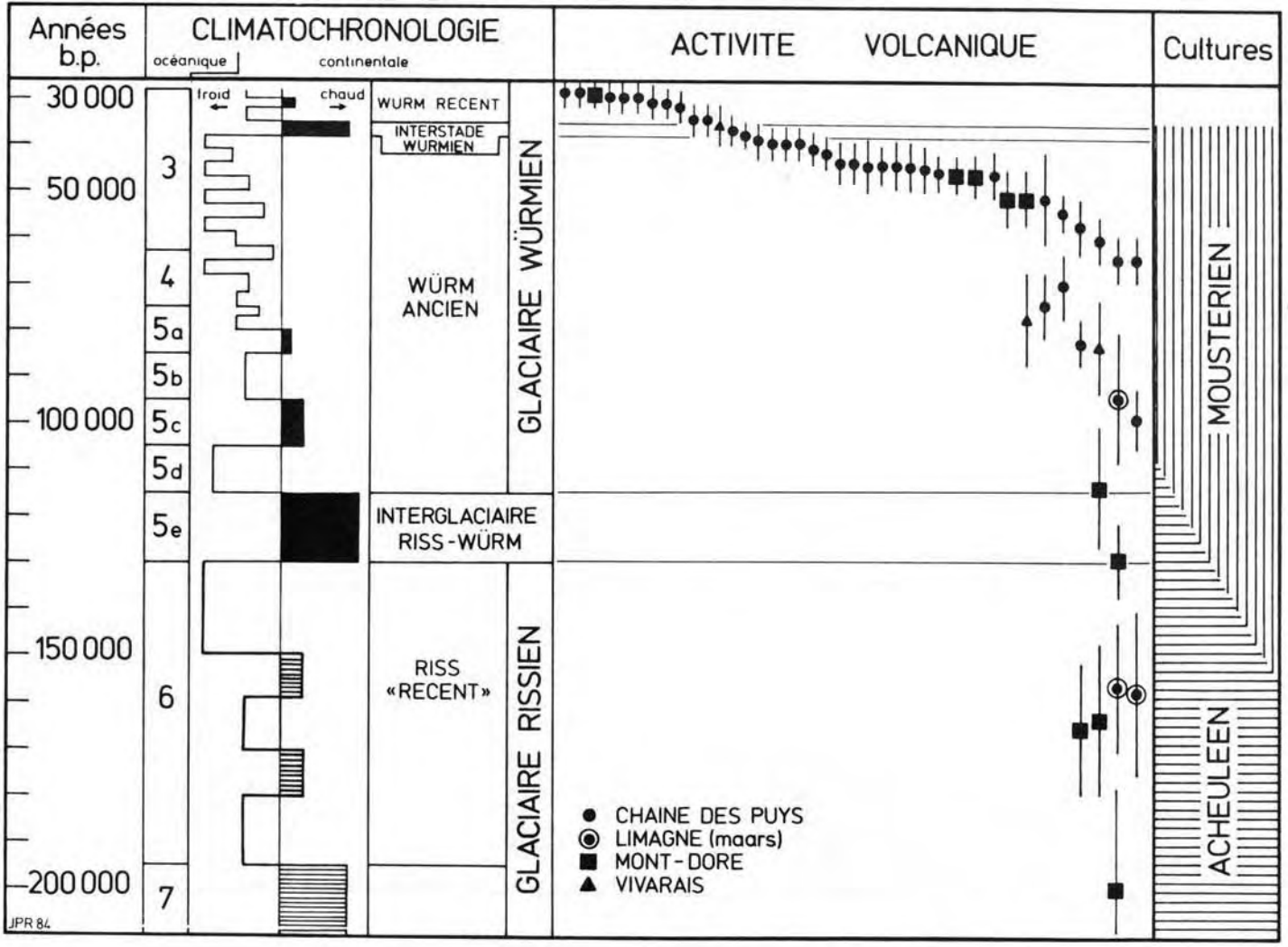

figure 2 : Chronologie climatique et activité volcanique dans le Massif Central entre 200 et 30 ka BP, sur la base des datations par thermoluminescence (références dans le texte). (RAYNAL J.P. et DAUGAS J.P., 1984).

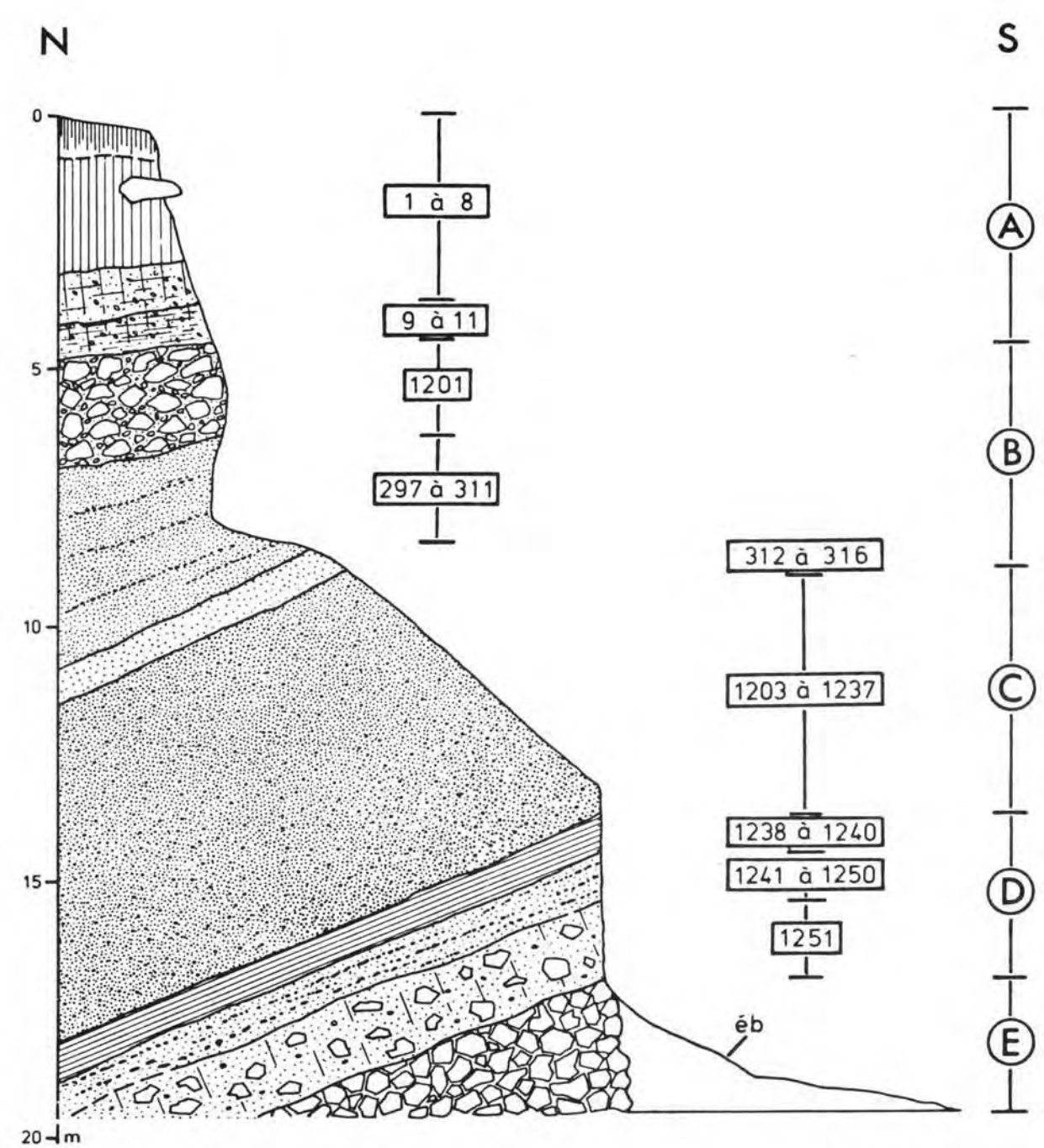

figure 3 : Les Rivaux, Espaly, Haute-Loire. Croquis stratigraphique synthètique. Légende dans le texte.

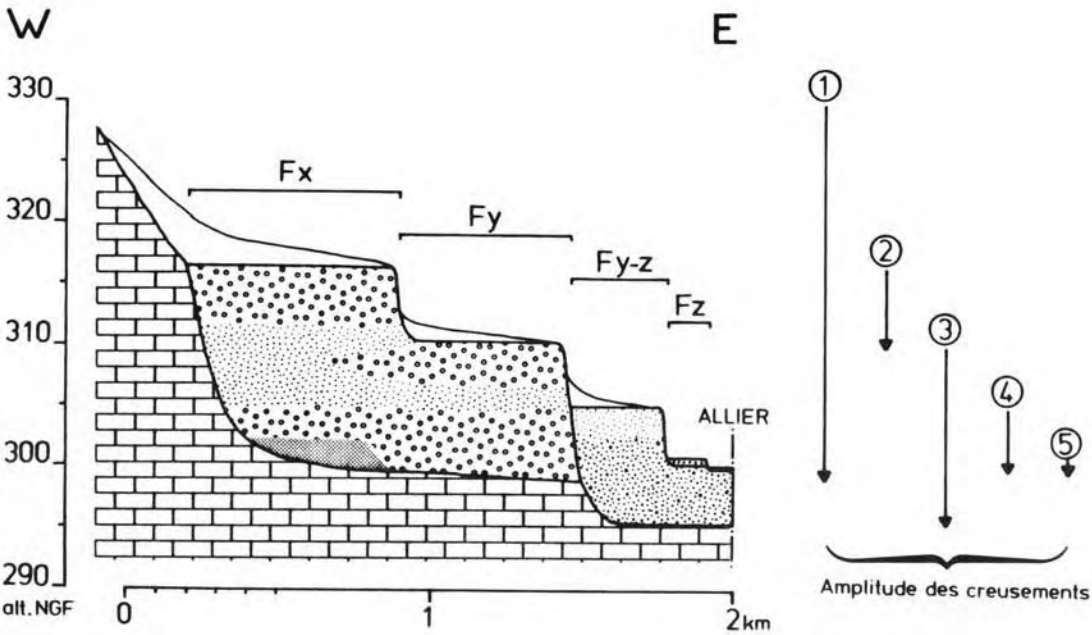

figure 4 : Croquis stratigraphique à travers les "basses terrasses" de l'Allier à Pont-du-Chî ateau (Puy-de-Dî ome). Les numéros cerclés se rapportent aux creusements successifs : 1, incision antérieure au dernier glaciaire ; 2, incision antérieure au Dryas II ; 3, incision postérieure au Dryas II ; 4, incision post-atlantique ; 5, incision actuelle (RAYNAL, 1984).

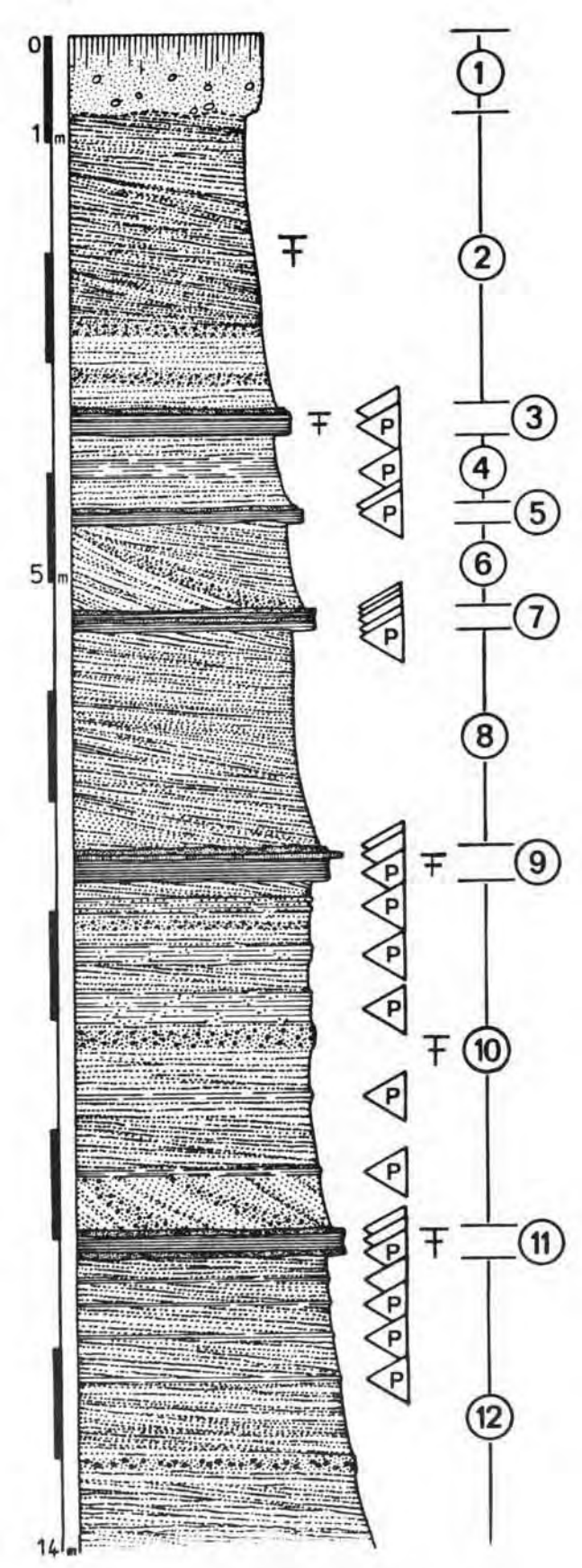

figure 5 : Paléo-lac de maar de Saint-Hippolyte.
Coupe au sein de l'anneau détritique (RAYNAL, 1983)

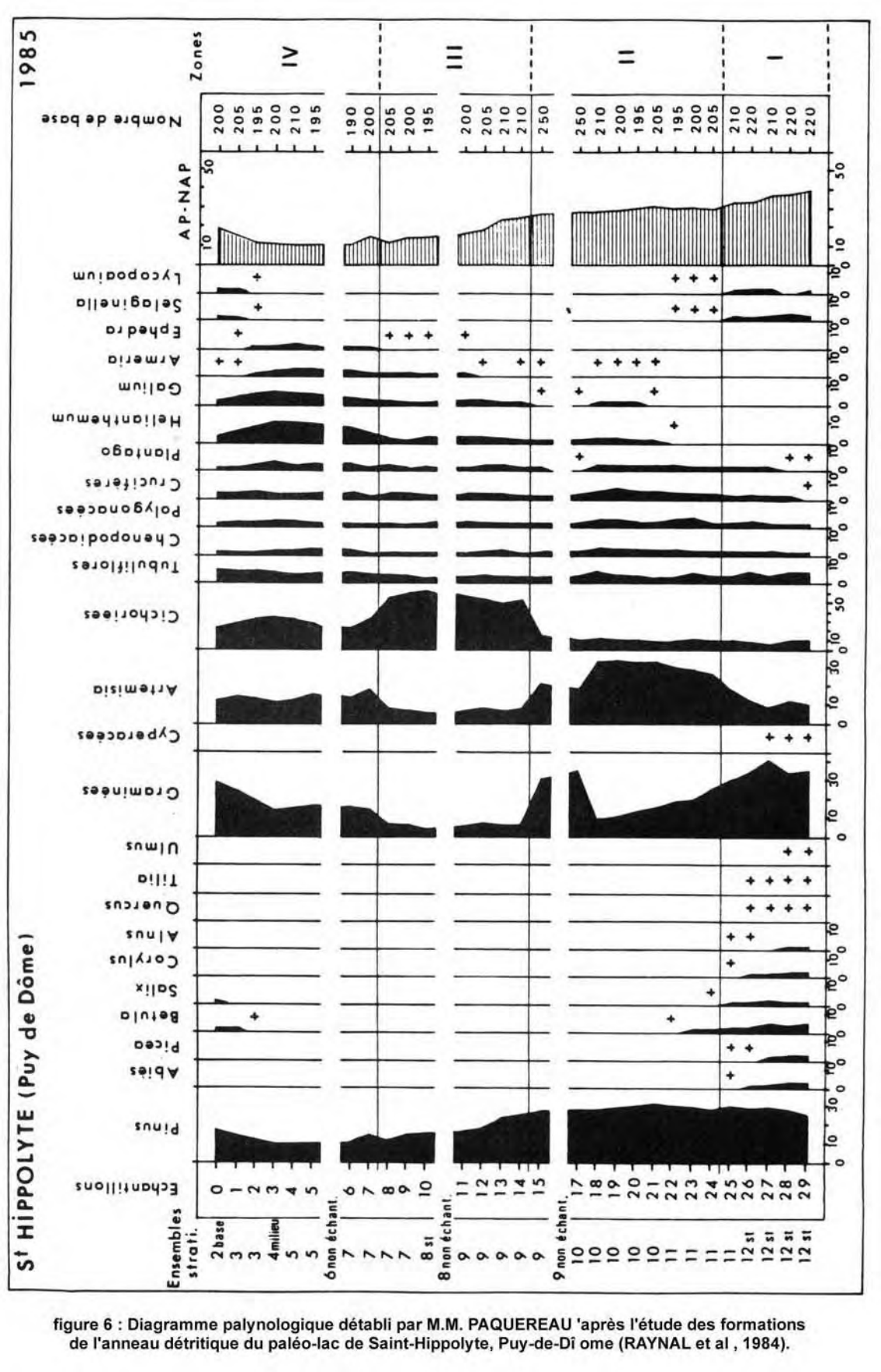

figure 6 : Diagramme palynologique détabli par M.M. PAQUEREAU 'après l'étude des formations de l'anneau détritique du paléo-lac de Saint-Hippolyte, Puy-de-Dî ome (RAYNAL et al , 1984).

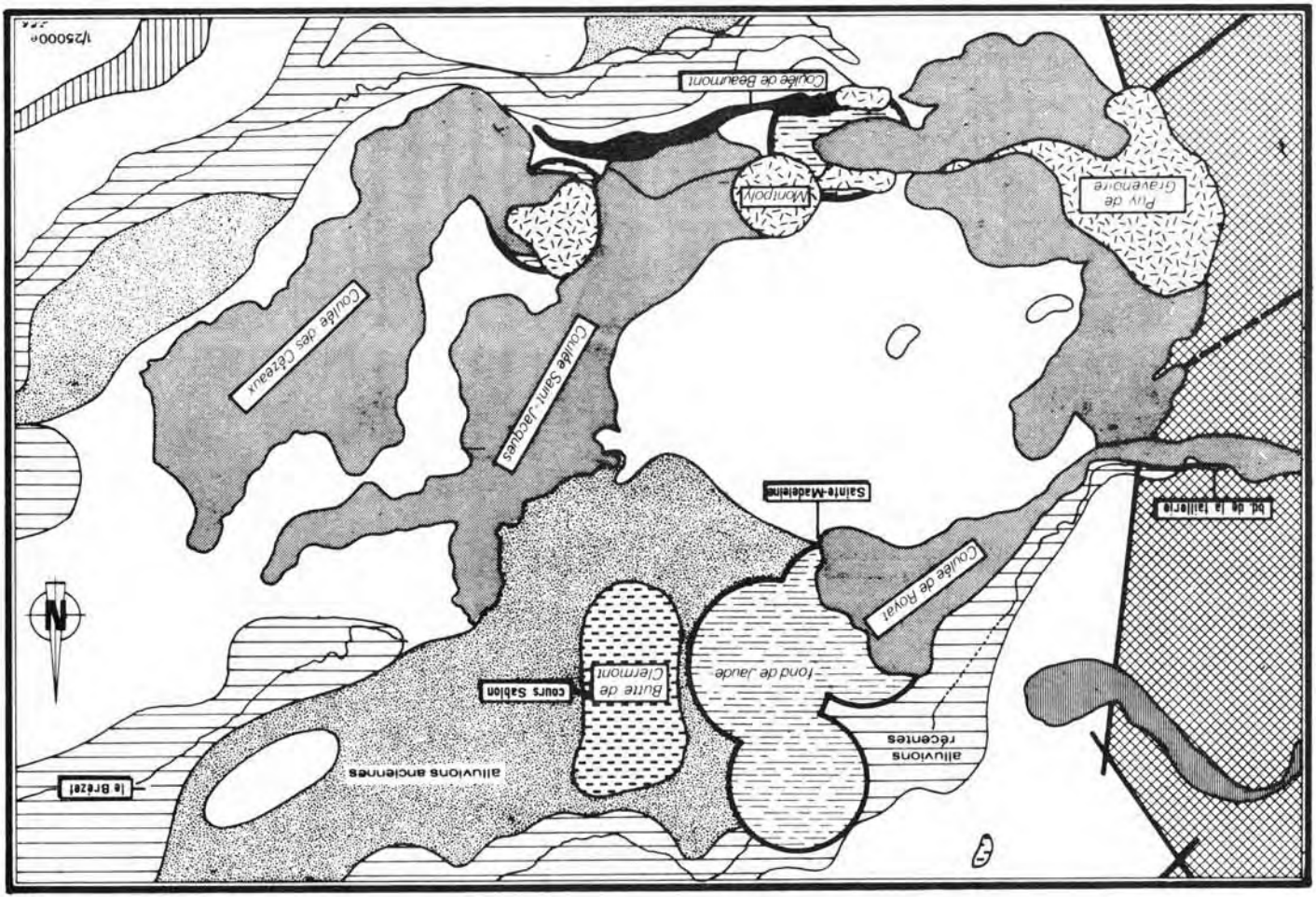

figure 7 : Carte géologique de la zone de Clermont (RAYNAL et al , 1985)

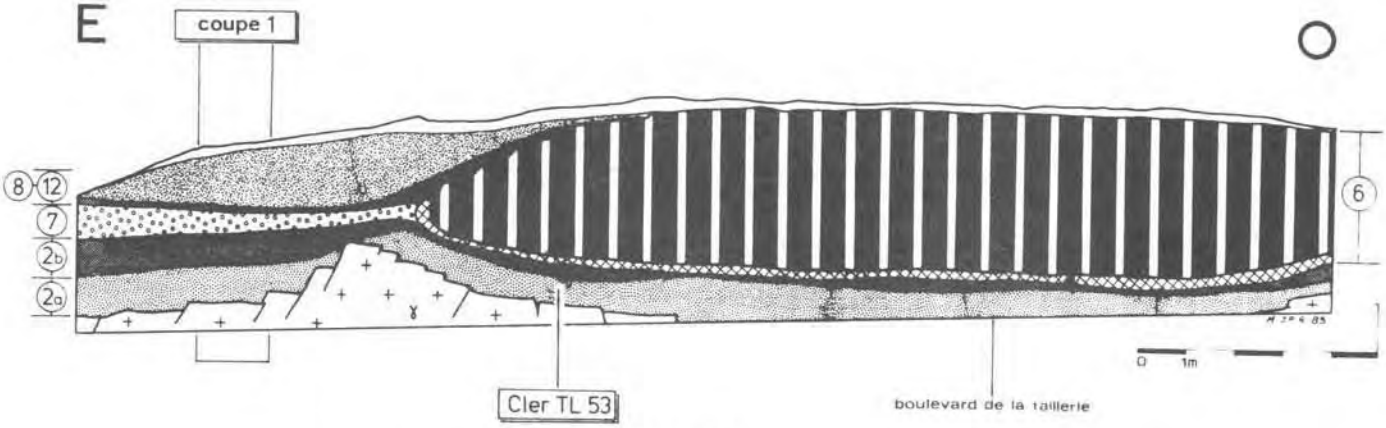

FIGURE 8

figure 8 : coupe de Royat, boulevard de la taillerie (RAYNAL et al , 1985)

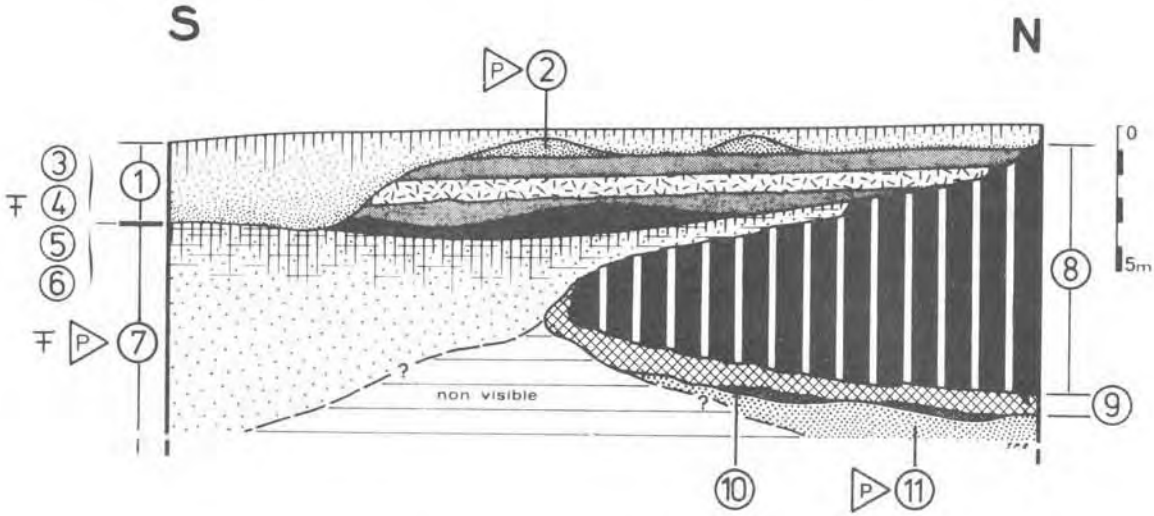

figure 9 : coupe de Sainte-Madeleine. (RAYNAL et al , 1985)

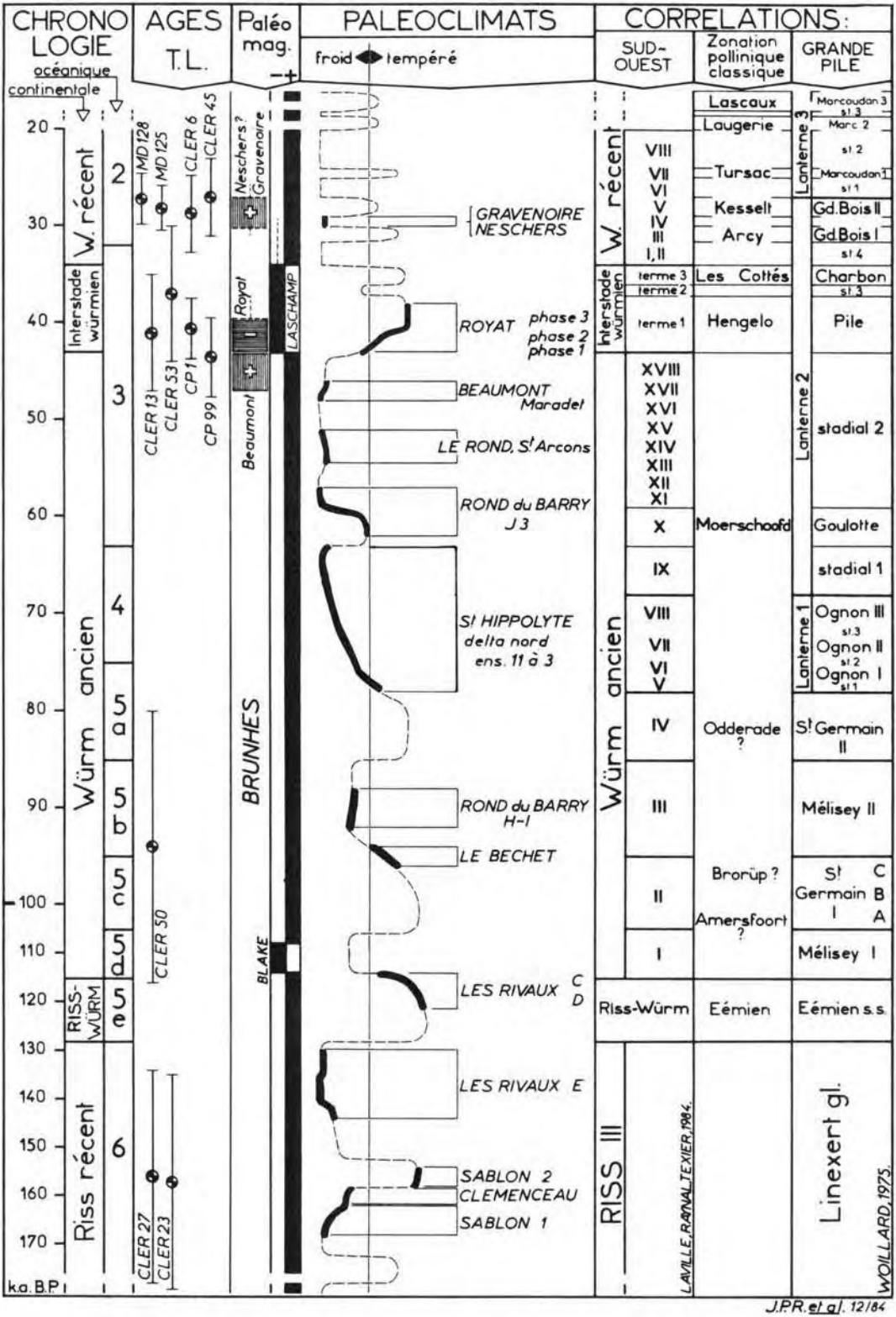

figure 10 :de 170 à 20 ka BP en Basse-Auvergne et Velay (RAYNAL et al , 1985.

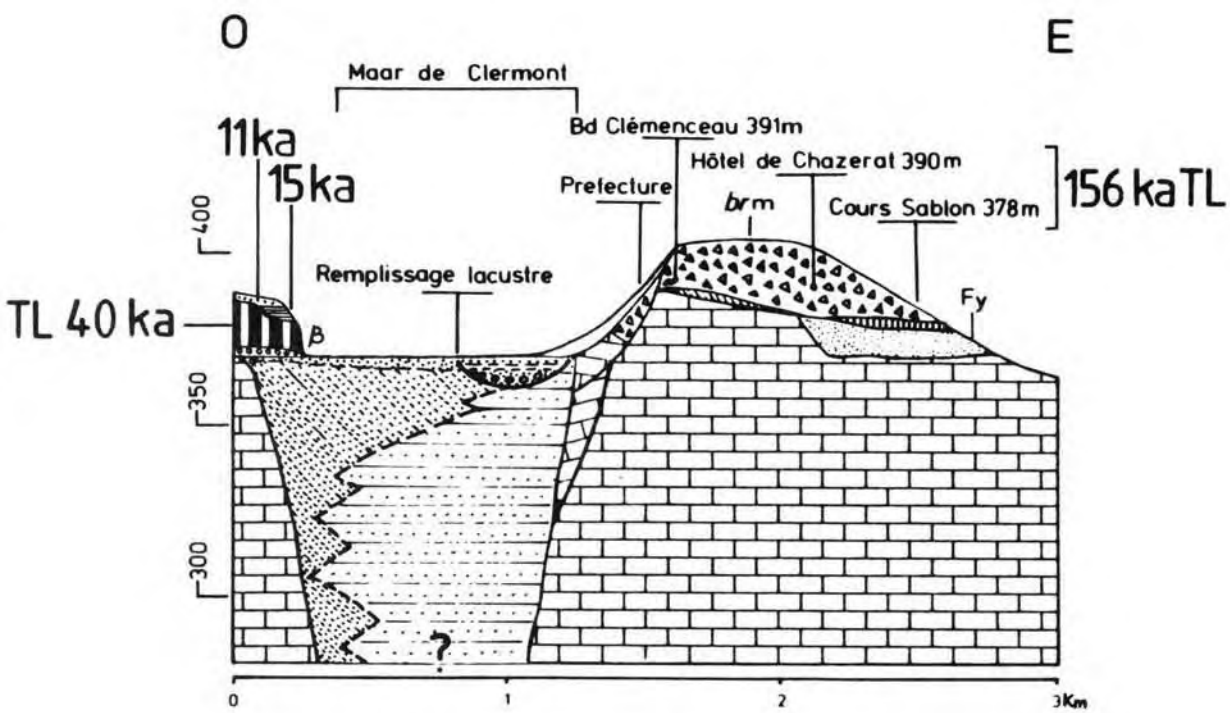

figure 11 : Le complexe lacustre de Clermont (RAYNAL, 1986)