



HAL
open science

**Le maar de Saint-Hippolyte (Puy de Dôme, France) :
datation par thermoluminescence, flores et faunes
fossiles, présence humaine, climatochronologie et
dynamique du système paléo-lacustre**

Jean-Paul Raynal, Jean-Pierre Daugas, Marie-Madeleine Paquereau, Jean-Luc
Guadelli, Dominique Marchianti, Didier Miallier, Jean Fain, Serge Sanzelle

► **To cite this version:**

Jean-Paul Raynal, Jean-Pierre Daugas, Marie-Madeleine Paquereau, Jean-Luc Guadelli, Dominique Marchianti, et al.. Le maar de Saint-Hippolyte (Puy de Dôme, France): datation par thermoluminescence, flores et faunes fossiles, présence humaine, climatochronologie et dynamique du système paléo-lacustre. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne*, 1984, 50 (Jubilé Henri Pelletier), pp.97-114. halshs-00004449

HAL Id: halshs-00004449

<https://shs.hal.science/halshs-00004449v1>

Submitted on 6 Aug 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.

**LE MAAR DE SAINT HIPPOLYTE (PUY DE DÔME, FRANCE) : DATATION PAR
THERMOLUMINESCENCE, FLORES ET FAUNES FOSSILES, PRESENCE HUMAINE,
CLIMATOCHRONOLOGIE ET DYNAMIQUE DU SYSTEME PALEO-LACUSTRE.**

*Maar of Saint-Hippolyte (Puy de Dôme, France) : thermoluminescence
dating, fossil flora and fauna, human settlement, climatochronology
and dynamic of the paleo-lacustrine system.*

par

J.P. RAYNAL, J.P. DAUGAS, M.M. PAQUEREAU, J.L. GUADELLI (1),
D. MARCHIANTI (2), D. MIALLIER, J. FAIN, S. SANZELLE (3).

Résumé : L'explosion du maar de Saint-Hippolyte (Puy dôme, France) se produit à la fin d'une phase tempérée du début du Würm ancien, vers 94 000 B.P. Un système lacustre s'installe alors dans la dépression cratérique : la sédimentation y est commandée par les fluctuations climatiques comme l'attestent les résultats de l'étude sédimentologique, palynologique et paléontologique des dépôts. Trois phases principales sont définies et caractérisent l'évolution du paléo-lac : une phase pro-lacustre (comblement progressif et remontée du plan d'eau), une phase pléni-lacustre (plan d'eau au maximum et création d'un exutoire) et une phase tardi-lacustre (abaissement progressif du plan d'eau, érosion des dépôts antérieurs, étagement de plages). Pendant la phase pro-lacustre, l'homme paléolithique (Moustérien) occupe les berges du lac à deux reprises (activités de chasse) en périodes froides et sèches.

Abstract : The phreatomagmatic eruption of Saint Hippolyte (Puy de Dôme, France) takes place at the end of a temperate phase of the Early Würm, 94 000 years B.P. Then, a lake settles in the maar crater. Sedimentological, palynological and paleontological results attest that sedimentation is dependant of climatic changes. Three main phases characterize the paleo-lake evolution : a pro-lacustrine phase (with progressive filling up and upraise of water level), a pleni-lacustrine phase (water level at its maximum and creation of an exurgence) and a tardi-lacustrine phase (fall of the water level, erosion of former deposits, stepped beaches). During the pro-lacustrine phase, paleolithic man (Mousterian) settles twice on the lake banks for hunting, during cold and dry periods.

Mots-clés : Massif Central français, Grande Limagne, maar, paléo-lac, datation par thermoluminescence, lithostratigraphie, palynologie, paléontologie animale, Ursidés, Cervidés, Bovinés, Equidés, Marmotte, Paléolithique moyen, Moustérien, Würm ancien.

Key-words : French Massif Central, Grande Limagne, maar, paleo-lake, thermoluminescence dating, lithostratigraphy, palynology, mammal paleontology, Ursidae, Cervidae, Bovines, Equidae, Marmot, Middle Paleolithic, Mousterian, Early Würm.

(1) Institut du Quaternaire, U.A. 133 C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 33405 - TALENCE Cedex.
(2) 9, rue Saint-Martin, 63200 - MOZAC.
(3) Laboratoire de Physique corpusculaire, Equipe A.I.L.-T.L, Université de Clermont II - IN2 P3, BP 45, 63170 - AUBIERE.

Les dépôts de maar situés au lieu-dit le Béchet et en bordure du C.D. 227 de Riom à Saint-Hippolyte (figure 1) ont été signalés pour la première fois par A. BEALON (1969), confirmés par D. BAUDRY et G. CAMUS (1970) et cartographiés par R. THUIZAT (1973) (coordonnées Lambert X = 656,82, Y = 101,74, feuille au 1/25 000 à Aigueperse 7-8; altitude 460 m). Cette interprétation est confortée par la présence à proximité immédiate d'une dépression circulaire en partie comblée par des dépôts fossilifères connus de longue date (J. CHAPUT, 1917; R. GARDE, 1931; J. JUNG, 1946; H. PELLETIER, 1963; R. BROUSSE et al., 1969; J. MERGOIL et al., 1979), généralement attribués au Riss ou au Würm ancien et dont le caractère lacustre a été plus tardivement établi (P. BOUT, 1958; H. PELLETIER, 1966). P. BOUT (1978) conteste l'existence du maar et maintient l'interprétation de la dépression comme un petit bassin subsident en bordure de Limagne.

Après la découverte de vestiges lithiques préhistoriques (J.P. RAYNAL et J.P. DAUGAS in E. BONIFAY, 1980), une étude pluridisciplinaire détaillée des différentes formations a été entreprise étayée par une série de sondages autorisés (4), la révision des faunes et la datation T.L. des pyroclastites (5) (D. MIALLIER et al., 1984 a et b ; J.P. RAYNAL et al., 1985).

=====
1. Datation du phénomène éruptif :
=====

1.1. Les colluvions sous-jacentes aux pyroclastites du Béchet:
=====

La brèche de maar repose ici sur des colluvions qui ont été en partie érodées lors de la mise en place du "tuff-ring" (figure 2). Elles subsistent en minces placages locaux sous les projections. Elles auraient livré de très rares fragments de bois carbonisés (G. CAMUS, 1975). Leur dépôt indique des conditions de dégradation climatique, aptes à provoquer une déstabilisation des versants, donc une ambiance climatique fraîche et humide.

L'analyse palynologique révèle l'existence d'un couvert végétal encore assez peu dégradé (taux de boisement de 41 %) dans lequel les conifères sont les éléments forestiers dominants: Pin sylvestre (20 %), Sapin (3 %). Ils sont accompagnés du Noisetier (11 %), du Bouleau, du Saule et de l'Aulne moins abondants. Il convient de noter la présence sporadique du Chêne. Les Herbacées sont essentiellement des Héliophiles (Graminées et Composées dominantes avec des Urticacées et Polygonacées peu nombreuses). Les Cypéracées sont assez abondantes et quelques Hygrophiles (Typhacées) sont présentes.

Ce spectre pollinique ne traduit pas une phase rigoureuse mais indique un rafraîchissement climatique avec une certaine humidité faisant suite à une phase tempérée notable (terme de passage d'une ambiance "interglaciaire" à une ambiance "pléniglaciaire"). Une telle situation est connue au début du Würm ancien, lors du passage du dernier interglaciaire à la phase I, de la transition de la phase II à la phase III et de la phase IV à la phase V du "Würm I" (selon nomenclature de H. LAVILLE, 1973).

(4) Autorisation de sondage n° 83008. Les travaux ont été conduits au lieu-dit "les Petites Graves", parcelles 519, 520, 521, 522, 523, 528 et 538, appartenant à Monsieur A. DEVEZE que nous remercions bien vivement.

(5) Travaux de terrain : J.P. RAYNAL, J.P. DAUGAS, D. MARCHIANTI, P. ROUSSEL. Sédimentologie, Archéologie : J.P. RAYNAL. Palynologie M.M. PAQUEREAU. Paléontologie animale : J.L. GUADELLI. Datation TL : D. MIALLIER, J. FAIN, S. SANZELLE. Les illustrations de cette note sont de : J.P. DAUGAS (figure 1), J.L. GUADELLI (figures 6, 7, 8, 9), E. KLIMEK (figure 5), M. RAYNAL (figures 2 et 10), J.P. RAYNAL (figures 3, 4, 11).

1.2. Datation des pyroclastites du Béchet:

=====

La datation T.L. a été mise en oeuvre sur des échantillons prélevés dans les pyroclastites de la carrière du Béchet dont le caractère éruptif est clairement établi par l'analyse minéralogique de H. PELLETIER (1974) :

Tourmaline, Zircon, Andalousite :	1,5 %
Apatite :	10,0 %
Augite :	53,0 %
Hornblende brune :	1,5 %
Olivine :	33,5 %

Les grains ont été extraits avec la procédure adoptée pour le maar de Clermont et étudiés un par un: 50 % des grains se sont révélés aptes à la datation T.L.(D. MIALLIER et al., 1984b), confirmant ainsi l'hypothèse éruptive. Le résultat obtenu est le suivant :

Cler TL 50: 94 000 ± 14 000 avant 1980

La date obtenue se place à l'intérieur du stade 5 de la courbe isotopique des océans, plus précisément à la limite entre les sous-stades 5b et 5c. L'incertitude qui l'affecte définit une tranche de temps comprise entre 80 000 et 108 000 BP, soit une partie tempérée du sous-stade 5a (= phase IV du Würm ancien = St Germain II) et les sous-stades 5b (froid; = phase III du Würm ancien = Melisey II) et 5c (tempéré; = phase II du Würm ancien = St Germain I) selon les corrélations récemment proposées pour le Würm entre domaine continental et marin (G. WOILLARD, 1978 ; H. LAVILLE et al., 1983 ; H. LAVILLE, J.P. RAYNAL, J.P. TEXIER, 1984 ; J.L. TURON, 1984) (figure 3).

2. Les formations lacustres :

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 (1966) les minéraux lourds des principaux niveaux.

2.1. Stratigraphie, sédimentologie :

=====

Douze ensembles sédimentaires ont été identifiés dans les formations lacustres de la carrière Nord sur une puissance de quatorze mètres. Ils reposent sur des "sables grossiers" aujourd'hui non visibles (H. PELLETIER, 1963). La stratigraphie détaillée établie lors des travaux de sondage est la suivante (figure 4):

Ensemble 1 :

Colluvions récentes portant le sol actuel et contenant parfois d'assez nombreux et gros galets. Puissance : 0,75 m.

Ensemble 2 :

Sables grossiers roux à rares galets passant vers leur base à des sables jaune-verts entrecoupés de lits de gravillons. Puissance : 2,75 m. Le contenu minéralogique (H. PELLETIER, 1966) est le suivant :

Magnétite : 69 %	Pyroxènes : 60 %
Zircon : 17 %	Olivine : 16 %
Apatite : 2,5 %	Andalousite : 2 %
Tourmaline : 2 %	Staurotide et Sphène : 1 %

Riches en minéraux d'origine volcanique mais également très riches en minéraux du socle cristallin (Zircon), ces sables témoignent d'une phase de destruction du croissant de pyroclastites et des reliefs immédiatement situés à l'Ouest du lac. Ils auraient livré (P. BOUT, 1973) des restes de Renne et on vient d'y découvrir des restes de Mammouth et de bovidé. Tous ces éléments confortent l'attribution de ces dépôts à une période rhexistasique fraîche et humide.

Ensemble 3 : (niveau C de H. PELLETIER, 1963)

Argile limono-sableuse verte (0,20 m) surmontée par un mince liseré (2 à 3 cm) de limons brun-roses. Les courbes granulométriques montrent une fraction sableuse micacée (30%) fine bien classée, l'absence de limons grossiers, et une fraction argilo-limoneuse (limons 26,5% ; argiles 44%) mise en place par décantation. On note la réduction des apports allochtones et autochtones par voie acqueuse, conséquence possible d'une meilleure fixation des versants par un tapis de graminées (Cf. infra, è 2.2.). Les caractères sédimentologiques plaideraient en faveur d'apports fins allochtones par voie éolienne, piégés par une surface d'eau calme dans une ambiance climatique froide et sèche. Cet ensemble a livré des ossements de Cerf, de Boeuf primitif et de Bison.

Ensemble 4 :

Sables faiblement limono-argileux vert-jaunes. Puissance : 0,80 m. Les courbes granulométriques montrent un sédiment bien classé (sables 92%, limons 5%, argiles 3%). Les apports grossiers par voie acqueuse sont à nouveau prépondérants dans une ambiance froide et humide. Présence de rares esquilles osseuses.

Ensemble 5 :

Sables argilo-limoneux verts surmontés par un liseré de limons bruns. Puissance : 0,10 m. Les sables sont fins micacés et bien classés (52 %), les limons fins (19,5 %) et les argiles (29,5 %) se sont mis en place par décantation. On peut envisager ici le même type d'ambiance climatique froide et sèche avec apports allochtones fins par voie acqueuse et éolienne.

Ensemble 6 :

Sables grossiers à stratifications obliques, entrecoupés de lits de graviers. Puissance : 0,80 m. Apports grossiers allochtones et autochtones dans une ambiance climatique froide et humide.

Ensemble 7 :

Il se compose de quatre lits. A la base un lit d'argile limono-sableuse verte (0,10 m). Puis, encadrant un mince lit d'argile limono-sableuse verte, on trouve deux minces lits de sables argilo-limoneux beiges, bien classés (sables 84 %, argiles 8,5 %, limons 7,5 %). La puissance totale du dépôt ne dépasse pas 0,20 m. Les apports sont réduits et dénotent une ambiance climatique sèche.

Ensemble 8 :

Sables grossiers jaune-verts à stratifications obliques, plus argileux vers leur sommet, à proximité du banc argileux 7. Puissance : 2,00 m. Les courbes cumulatives montrent un assez mauvais classement et deux modes sur les sables grossiers et fins. Dans les passées plus argileuses, on note un enrichissement en fines par décantation (argiles 12,5%, limons 10,5%, sables 77%). Cet alluvionnement traduit une mauvaise fixation des versants dans une ambiance climatique froide à humidité irrégulière.

Ensemble 9 : (= niveau B de H. PELLETIER, 1963)

Il se compose de trois lits qui sont de bas en haut :

- un lit de limons argilo-sableux verts (0,22 m) dans lesquels la fraction sableuse (16,5 %) est unimodale et très bien classée sur les sables fins, les fractions limoneuse (43 %) et argileuse (40,5 %) constituant un second mode et traduisant une prépondérance de la décantation ;
- un mince lit de sables argilo-limoneux bien classés et consolidés en dalle par des carbonates (0,03 m) (sables 71%, limons 10%, argiles 19%) ;
- un lit de sables argilo-limoneux beige-vert (0,05 m), non consolidés, dont les caractéristiques granulométriques sont proches de celles du niveau carbonaté (sables 74%, limons 12%, argiles 14%) mais indiquent une diminution des apports par décantation.

Cet ensemble a livré de rares esquilles. H. PELLETIER (1963) y signale "des ossements appartenant au genre cervus".

Le faible taux de sédimentation dans cet ensemble dénote sans doute une humidité réduite entraînant l'absence d'apports allochtones grossiers, au moins pour sa partie inférieure.

Ensemble 10 :

Sur une puissance de trois mètres, on trouve de bas en haut :

- 0,50 m de sables très grossiers à stratifications obliques, jaunes ;
- 1,00 m de sables grossiers jaunes à stratifications sub-horizontales, entrecoupés de lits argileux verts minces (0,05 m) (88,5% de sables, courbe bimodale, limons 0,5%, argiles 11%) ;
- 0,20 m de sables argileux verts lités entrecoupés de minces lits plus fins, pouvant comporter jusqu'à 15,5% de limons et 6% d'argiles, les sables restant assez mal classés.

Cet ensemble a livré des ossements de Cheval et un coprolithe de Hyène dans le niveau 10a ; du Renne en 10f ; du Cheval en 10h,i,j ; de la Marmotte en 10j, des vestiges préhistoriques (Cf. infra).

Au sommet de l'ensemble 10, H. PELLETIER avait observé un lit de "scories volcaniques très ténues, couche noire, consistante". Sa composition minéralogique milite en faveur d'une retombée directe en milieu calme :

Magnétite : 92 %
Pyroxènes : 68 %
Olivine : 31 %
Hornblende brune et Apatite : 1 %

Les sables argileux verts de la partie sommitale de l'ensemble 10 ont fait l'objet d'une analyse minéralogique (H. PELLETIER, op cit) :

Magnétite : 50 %
Pyroxènes : 59 %
Olivine : 15 %
Hornblende brune, Tourmaline, Grenat, Andalousite, Zoizite, Hypersthène : 2 %
Zircon : 1 %
Indéterminés : 1 %

Les grains étaient souvent tachés d'un enduit limoneux.

Les caractères sédimentologiques et minéralogiques de l'ensemble 10 traduisent l'existence d'apports allochtones par voie acqueuse en ambiance froide et humide.

Ensemble 11 : (= niveau A de H. PELLETIER, 1963)

Il se compose d'un lit de limons argilo-sableux verts encadré par deux lits de sables argilo-limoneux verts. Ils avaient livré à H. PELLETIER "quelques frustules de diatomées banales" (op cit). On y a découvert des restes de Cheval et de Marmotte.

Ensemble 12 :

Nous l'avons observé sur près de trois mètres de puissance. Ce sont des sables jaunes, de granulométrie variable, à stratification sub-horizontale, entrecoupés de lits plus argilo-limoneux. On note de nombreux enduits métalliques vers la base.

Une analyse minéralogique effectuée par H. PELLETIER a donné les résultats suivants :

Magnétite : 50 %
Pyroxènes : 76 % (10% d'Augite verte, % élevé d'Augite brune), Olivine : 19 %
Hypersthène, Apatite, Hornblende brune, Andalousite, Disthène, Grenat : 3 %
Indéterminables : 2 %

De cet ensemble proviendraient des ossements d' *Elephas* : seule une dent de Mammouth, enrobée de graviers (collection Musée Lecocq), pourrait en provenir. Nous n' y avons rencontré que des esquilles et fragments non déterminables.

H. PELLETIER signale (1963), au sein de l'ensemble 12 et à un mètre environ sous l'ensemble 11 "un niveau de galets, tous formés de roches cristallines, et assez anguleux (quelques quartz associés) mêlés de galets à forme plus évoluée, présentant des faces planes, et une surface crevassée et fendillée dans tous les sens"... "ce niveau se prolonge très avant vers le Sud de la sablière". Nous avons retrouvé à ce niveau quelques cailloux cristallins qui ne permettent malheureusement pas de préciser le diagnostic de l'auteur (apports anthropiques, cailloux vitrifiés, cailloux gélivés ?).

La base de l'ensemble 12 n'est pas connue mais, toujours selon H. PELLETIER (*op cit*) "les couches de sable fin situées en dessous du niveau du sol de la sablière... passaient très vite à des sables grossiers, entièrement formés d'éléments sombres, apparemment volcaniques, à forme anguleuse et déchiquetée, plus ou moins soudés entre eux... et dont les interstices étaient remplis de grains d'un blanc très pur, et moulant exactement les éléments sombres". Il conclut à la nature siliceuse de ces grains blancs et leur attribue une origine secondaire due aux eaux d'infiltration. On peut également envisager une origine hydrothermale. Cet ensemble est donc essentiellement formé à sa base de produits de démantèlement du croissant de pyroclastites.

Pendant le dépôt 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 allochtones 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 sans doute une relative stabilité du plan d'eau, voire un abaissement temporaire.

De façon générale, pendant le dépôt 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.

2.2. Etude palynologique :

=====

L'étude de 20 échantillons répartis le long de la séquence lacustre nord a permis d'établir un diagramme (figure 5) sur lequel quatre zones peuvent être distinguées.

Zone I :

Pendant cette première phase, les taux de boisement situés entre 39 et 38 % indiquent un boisement clair de Conifères où domine le Pin sylvestre accompagné de Sapin et Epicéa en assez faibles proportions. Quelques feuillus

sont présents : le Bouleau est le mieux représenté (4-3 %), le Saule, le Noisetier et l'Aulne sont en faibles pourcentages. Les éléments les plus thermophiles (Chêne, Orme, Tilleul) ne sont que sporadiques. Tous les feuillus régressent ou disparaissent à la fin de cette zone ainsi que le Sapin et l'Epicéa. Le taux de boisement fléchit alors à 33 %.

Les Graminées très nombreuses dominent la strate herbacée, quelques Cypéracées sont présentes sporadiquement à la base de la zone.

On peut évoquer un stade de petites pinèdes de Pin sylvestre avec quelques feuillus au bord des eaux et aux expositions favorables. De nombreux espaces ouverts étaient peuplés d'héliophiles parmi lesquelles dominaient les Graminées.

Les conditions climatiques ne sont alors ni très rigoureuses ni très sèches et évoluent, au sommet de la zone, vers une augmentation du froid et de la sécheresse. Il est possible que l'on soit en présence de l'extrême fin d'un épisode d'adoucissement climatique.

Zone 2 :

Il n'y a plus de feuillu dans cette zone, à l'exception du Bouleau qui disparaît d'ailleurs rapidement. Le Pin sylvestre reste le seul élément forestier dont le boisement s'éclaircit peu à peu. Toutes les héliophiles sont en progression. Un caractère important dans cette zone est le développement des Composées, essentiellement le genre *Artemisia*, qui dominent nettement la flore. Une autre caractéristique est l'apparition des éléments steppiques : *Hélianthemum* le mieux représenté, *Galium* et sporadiquement *Armeria*.

La détérioration climatique s'accroît vers des conditions très rigoureuses et très sèches. On observe au sommet de cette zone un bref retour des Graminées, mais l'ensemble de la flore garde cependant les mêmes caractères essentiels et il semble difficile d'évoquer une nuance climatique ; il s'agit plus vraisemblablement d'une variation, très locale peut-être, des apports polliniques.

Zone III :

Les taux de boisement s'abaissent ici assez rapidement évoquant des stades encore plus déboisés. Les Spectres polliniques sont marqués par la très forte dominance des Composées cichoriées qui devaient coloniser massivement les nombreux espaces déboisés. Parmi les autres héliophiles, les steppiques se maintiennent, certainement plus nombreuses en réalité qu'il n'apparaît sur le diagramme, compte tenu de la multiplication des cichoriées masquant numériquement les autres éléments de la flore herbacée. On note dans cette zone l'apparition de *Ephedra*.

On assiste donc dans cette zone à l'affirmation des conditions très rigoureuses et steppiques qui commencent à se manifester dans la zone précédente.

Zone IV :

Les conditions climatiques de la zone III atteignent ici leur maximum. Les conditions thermiques de plus en plus défavorables déciment le Pin sylvestre dont les pourcentages s'abaissent encore. Il s'agit vraisemblablement d'un stade presque complètement déboisé. Le Pin sylvestre étant un élément à très grand pouvoir de pollinisation et très anémophile, les taux de boisement rencontrés ici correspondent probablement à une représentation réelle réduite à quelques individus. Des conditions de steppe froide sont pleinement réalisées comme en témoigne l'abondance des éléments steppiques qui atteignent leurs plus forts pourcentages.

Le sommet de la zone montre un léger retour des arbres avec quelques pollens de Bouleau, de Saule et sporadiquement de Noisetier. Un petit fléchissement des steppiques se manifeste également. Cette faible variation représente sans doute les prémices d'une phase moins sévère.

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 (M.M. 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.

2.3. Paléontologie animale:

=====

L'exploitation des carrières dans les années soixante par Monsieur DEVEZE a été régulièrement suivie par H. PELLETIER et A. RUDEL, mais également par l'Instituteur de Saint-Hippolyte en relation avec P. BOUT. Les restes fauniques provenaient principalement des ensembles 4 à 10 de notre stratigraphie. Ils ont fait l'objet de déterminations par R. LAVOCAT, J. VIRET, G. GAUDRON, F. PRAT. La liste faunique publiée ensuite (P. BOUT et R. BROUSSE, 1969) est 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 est reprise par et complétée par C. GUERIN (1980) qui signale en outre la présence d'un rhinocéros indéterminé et propose 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*.

Dans la collection conservée au Musée Lecoq de Clermont-Ferrand figurent des vestiges fauniques provenant du gisement de Saint-Hippolyte. Avec l'accord de Madame VIVAT, conservateur, que nous remercions vivement, nous avons étudié ces pièces qui nous ont permis d'identifier le Cerf, le Boeuf primitif, le Bison, le Cheval (dominant), le Mammouth et la Marmotte. Nous avons également déterminé des restes d'Ours brun, de Cerf, de Renne et de Mammouth provenant de la collection A. RUDEL (6). Cependant d'autres ossements ont été examinés: il s'agit de ramassages autorisés

(6) Monsieur F. RUDEL nous a donné toutes facilités pour étudier les collections réunies par A. RUDEL et nous l'en remercions bien vivement.

effectués par D. MARCHIANI et P. ROUSSEL dans certains des 12 ensembles sédimentaires définis précédemment dans le delta 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). S'y ajoute une diaphyse d'os long de Mammouth récemment découverte par G. VERNET et J.L. GISCLON.

Ursus arctos Linné, 1758

Une branche horizontale d'hémimandibule droite montre la canine (cassée au niveau du collet), l'alvéole de P1, P4, M1 (cassée en arrière du trigonide), M2 et l'alvéole de M3.

Dans le tableau ci-dessous figurent les mesures que nous avons effectuées sur ce spécimen.

H.B C-P4	H.B b.a.P4	DMD P4	DVL P4	DVLx100/DMD P4	DMD M2	DVL M2
38,0 mm	41,0 mm	14,5 mm	8,0 mm	55,1 mm	25,5mm	16,0mm

H.B C-Pm4: hauteur minimum de la branche horizontale au niveau du diastème C-Pm4
H.B b.a Pm4: hauteur de la branche horizontale au niveau du bord alvéolaire de Pm4
DMD: diamètre mésio-distal - DVL: diamètre vestibulo-lingual

Sur P4 le protoconide est seul bien développé; il existe toutefois un petit tubercule lingual à la partie distale de la dent. L'indice VLx100/MD est faible (55,1), ce qui indique que nous n'avons affaire ni à *Ursus deningeri* et ni à *Ursus spelaeus*. Chez ces deux espèces la valeur de l'indice moyen dépasse en général 60 (F. PRAT et Cl. THIBAUT, 1976 tableau XXXVI).

La M2 ne présente qu'une ébauche de constriction entre le talonide et le trigonide, le métaconide est simple et la face occlusale dans son ensemble ne possède guère de tubercules accessoires. Un sillon longitudinal médian parcourt la face masticatrice de cette molaire comme il est de règle chez l'Ours brun.

La présence d'une P1 est quasi constante chez *Ursus arctos*. R. BALEGIO (1983) a examiné 48 mandibules de cette espèce et signale qu'aucune n'en est dépourvue. Enfin la morphologie et les dimensions des P4 et M2, la rectitude du bord inférieur de l'os mandibulaire conduisent à attribuer cette pièce à *Ursus arctos* L ainsi que l'avait déjà fait J. VIRET.

Cervus elaphus acoronatus Beninde, 1937.

Chacun sait que la systématique des Cervidés se fonde sur la morphologie des bois. Malheureusement ceux-ci se trouvent rarement en bon état de conservation dans les gisements préhistoriques et l'on comprendra que la pièce décrite ci-après ait particulièrement retenu notre attention.

Un massacre, possédant des ramures de fortes dimensions, presque complètes, restauré par nos soins à la demande de Madame VIVAT, appartient à la collection du musée LECOQ (tableau 1, figures 6, 7, 8). Les perches se dirigent d'abord vers l'extérieur et l'arrière sur les deux premiers tiers de leur longueur en décrivant vers le haut une convexité puis se redressent très brusquement au niveau du troisième andouiller en prenant une direction plus antérieure. L'empaumure gauche, seule conservée, ne présente pas la disposition en coupe observable le plus souvent chez l'Elaphe adulte actuel mais trois époïs situés sensiblement dans le même plan: le plus bas vers l'avant, les deux autres vers l'arrière. Le nombre d'andouillers, qui indique un douze cors, l'oblitération de la suture fronto-pariétale entre les pédicules et la puissance des insertions musculaires dans la région occipitale prouvent que nous avons affaire à un sujet relativement âgé, ce qui nous conduit à prendre en compte le fait que l'extrémité libre de la ramure n'affecte pas la forme en coupe caractéristique des bois du Cerf européen actuel.

E. CREGUT (1979) signale la mise au jour à la Caune de l'Arago (Pyrénées-Orientales) d'un bois de chute dont la forme n'est pas sans rappeler celle des ramures du sujet de Saint-Hippolyte. Elle l'attribue à *Cervus elaphus acoronatus* car il ne possède pas d'empaumure en couronne. Dans l'attente d'autres découvertes nous rapportons également, peut-être provisoirement, à

cette sous-espèce le crâne incomplet de la collection du musée LECOQ.

Des études portant essentiellement sur des dents ont montré qu'un Cerf de petite taille, qui vivait dans le Sud-Ouest de la France durant le "Würm I", fut remplacé (peut-être pas complètement) dès le début du "Würm II" par un grand Elaphe - *Cervus elaphus acoronatus* ? - (F.PRAT et C. SUIRE, 1971, G. LAQUAY, 1981). Le crâne de la collection du musée LECOQ appartenait de toute évidence à une forme de haute taille. D'ailleurs une portion de calvarium d'individu femelle récolté dans la couche 3 par D. MARCHIANTI donne des indications tout à fait concordantes.

D'autre part nous savons que le grand Cerf et le Petit Cerf ont probablement coexisté comme l'indiquent des dents et os de la couche 36 de Combe Grenal (Dordogne) datée du premier stade würmien (G.LAQUAY *op. cit.*). Nous-même avons observé la présence de la petite forme dans la couche 35 du même gisement, datée du "Würm II" et caractérisée, du point de vue paléontologique, par la prédominance de la grande forme. La découverte de celle-ci à Saint-Hippolyte ne constitue donc pas un élément de datation déterminant. Nous retiendrons toutefois que dans ce cas, comme dans de nombreux autres, elle se trouve associée à des espèces froides.

Les Bovinés, *Bison* Smith, 1827 et *Bos primigenius* Bojanus, 1827.

Abondants dans la collection du musée LECOQ et dans les ramassages de D. MARCHIANTI, les Grands Bovidés sont représentés par les deux genres *Bos* et *Bison*. En effet l'apophyse odontoïde de l'un des axes de bovinés du Musée Lecoq montre un bord supérieur tronqué, alors que celui-ci apparaît régulièrement convexe vers le haut sur un autre spécimen (figure 9). La première disposition serait caractéristique du genre *Bison* et la seconde du genre *Bos* (S.T. OLSEN, 1960).

Equus caballus cf. germanicus Nehring, 1884.

Le Cheval est de loin l'animal le mieux représenté, aussi bien dans la collection du musée LECOQ que dans les séries récoltées par D. MARCHIANTI. Parmi les ossements d' *Equus* recueillis par le fouilleur, seuls trois ont été mesurés: un atlas, une portion proximale de métatarsien III (couche 10J) et une deuxième phalange antérieure (couche 11) (Tableaux 4, 15, 9). Nous avons également effectué des mensurations sur les dents et os d' *Equus* de la collection du musée LECOQ (Tableaux 2 à 15). Les dimensions des dents, trop peu nombreuses et des deux atlas ne sont données qu'à titre indicatif. Malgré la très petite taille de l'échantillon nous pouvons faire les remarques suivantes:

1) Certaines mesures (tableaux 5 à 15) semblent bien indiquer que le Cheval de Saint-Hippolyte était en moyenne un peu plus grand que celui de Jaurens (Corrèze) qui selon C. MOURER-CHAUVIRE (1980) ne serait autre qu'*Equus caballus cf. gallicus*.

2) En revanche la comparaison des dimensions des ossements de l'Equidé du gisement auvergnat avec celles données par F.PRAT (1968) pour le Cheval de Pair non Pair (Gironde) ne fait pas apparaître de différences trop grandes. Avec les réserves imposées par la petite taille de l'échantillon il semble donc raisonnable de rapprocher l'Equidé de Saint-Hippolyte de celui du gisement girondin et de l'attribuer à *Equus caballus cf. germanicus*.

Marmota marmota primigenia Kaup, 1839.

La couche 11 a livré un crâne en assez bon état autorisant donc quelques observations.

En vue supérieure, l'apophyse post-orbitaire du frontal prend son origine en avant de la boîte crânienne proprement dite, ce qui est considéré comme un caractère propre à l'espèce *Marmota marmota* (J.CHALINE, 1972). L'espace séparant l'apophyse post-orbitaire du pariétal et du temporal est arrondie alors que chez le Bobac il est plus étroit et presque anguleux. Les os nasaux sont plus étroits dans leur région de contact avec les frontaux qu'à leur extrémité libre comme chez la Marmotte alpine, mais la suture fronto-nasale peu sinueuse est perpendiculaire au plan sagittal comme chez *Marmota bobac*.

En vue latérale, le crâne se révèle peu bombé et la crête sagittale peu marquée. Les tubercules faciaux sont très développés.

En vue inférieure, les rangées dentaires convergent faiblement mais de façon nette vers l'arrière alors que chez les Marmottes alpines elles sont parallèles.

En vue postérieure, le trou occipital apparaît subcirculaire ce qui selon J. CHALINE (op.cit.) serait propre à *Marmota marmota*.

Bien que M1, M2, M3 droites et M3 gauche soient seules conservées, l'alvéole de P3 montre que cette dernière se trouvait en position légèrement plus linguale par rapport à P4 que chez la Marmotte alpine où la troisième prémolaire est située sur le bord antérieur du protocône de P4. Il semble exister sur les arrières molaires un métaconule entre le protocône et le métacône, disposition observable chez Marmotte alpine (J.CHALINE, op.cit).

Nous avons pris quelques mesures sur le spécimen de Saint-Hippolyte et nous les avons comparées aux dimensions relevées par J.CHALINE (op.cit. tableau 71) sur des crânes de *Marmota marmota primigenia* d'Eppelsheim (Allemagne) et de Sainte-Marie-sur-Ouche (Côte d'Or) - Würm ancien- (tableau 16). Il ressort de la lecture de ce tableau que le sujet de Saint-Hippolyte est plus petit que ceux auxquels nous venons de faire allusion. Cependant l'association de caractères de Marmotte alpine et de Marmotte Bobac observée par J. CHALINE (op.cit. p.41) chez *Marmota marmota primigenia* Kaup, 1839 se retrouvant sur le calvarium de Saint-Hippolyte, nous attribuons celui-ci à cette sous-espèce fossile signalée dans le Pléistocène supérieur malgré la petite différence de taille observée.

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 être 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) (Cf. à 1.2, 2.1, 2.2.).

2.4. Présence humaine :

=====

" D'après G. CHARVILHAT, un grossier coup de poing chelléen aurait été trouvé à Saint-Hippolyte, près de Châtel-Guyon. On aimerait savoir si son gisement a quelque relation avec les sables à *Elephas trongotherii* de cette localité" (J. JUNG, 1946).

Les vestiges d'activité humaine sont peu abondants dans les niveaux lacustres et se trouvent alors en position secondaire sur la pente interne du cratère. Essentiellement lithiques, ils ont vraisemblablement été remaniés à partir de niveaux littoraux (plages) situés sur la bordure de la dépression où l'un d'entre eux se matérialise par une terrasse à pente faible. Des sondages y seront implantés prochainement.

La présence humaine est attestée en deux points de la stratigraphie : le plus ancien se situe au sommet de l'ensemble 11 et à la base de l'ensemble 10,

le plus récent dans l'ensemble 2 (avec quelques objets en 3). Elle est matérialisée par des objets lithiques (figure 10), des traces de décarnisation sur plusieurs fragments osseux et la présence de fragments osseux brûlés. La répartition des vestiges est la suivante :

Ensembles 11 sommet + 10 base :

- un nucléus sub-globuleux en quartz,
- un fragment de nucléus en silex,
- deux éclats de quartz,
- un éclat de silex,
- un débris de quartz.

Ensembles 3 et 2 :

- un nucléus et un fragment de nucléus en silex,
- un éclat levallois à talon dièdre,
- un éclat levallois avec fracture en "siret",
- un denticulé en bout,
- un éclat levallois atypique à talon cassé,
- un éclat de quartz débité par taille bipolaire,
- un éclat de quartz,
- un débris de quartz,
- trois fragments osseux brûlés.

Plusieurs objets ont en outre été retrouvés hors stratigraphie sur la coupe. Ce sont :

- un éclat levallois atypique en silex,
- une pointe levallois en quartz,
- quatre éclats de silex,
- sept éclats de quartz.

Hors de la zone d'habitat, mais bien concentrés en deux points de la stratigraphie, ces vestiges témoignent d'une présence humaine du Paléolithique moyen (Moustérien sensu lato). Les nombreux restes fragmentés portant des stries de décarnisation, les fragments brûlés, attestent sinon d'un habitat pérenne, tout au moins de l'activité de chasse autour d'un point d'eau attractif pour la grande faune dans un contexte climatique froid et sec (J.P. RAYNAL et J.P. DAUGAS, 1984).

=====
3. Synthèse dynamique et climatique :
=====

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

3.1. Explosion du maar :

=====

L'analyse palynologique des colluvions sous-jacentes au "tuff-ring" évoque une étape de passage d'une période biostasique tempérée à une période plus froide et humide, conditions réunies lors de la transition de la phase II à la phase III du Würm ancien, mais également de la phase IV à la phase V.

Mais, l'analyse des données sédimentologiques, palynologiques et paléontologiques des dépôts lacustres de la dépression cratérique (Cf. supra, à 2.1., 2.2. et 2.3.) montre que la sédimentation y débute au plus tard pendant la dernière phase tempérée du Würm ancien (= sous-stade 5a = St Germain II) et se poursuit pendant les dernières pulsations froides de l'ex "Würm I", soit le début du stade isotopique 4.

Nous concluons donc par le choix de l'hypothèse "haute", en accord avec le résultat T.L., et situons l'explosion du maar de Saint-Hippolyte dans le Wrm ancien, vers 94 000 ans BP, pendant la transition de la phase II à la phase III, à la limite des sous-stades 5b et 5c de la courbe isotopique des océans (= transition St Germain I - Melisey II) (figure 11).

Cette éruption intervient dans un contexte favorable : réseau de failles

appartenant au train de la grande faille bordière de Limagne et dont l'existence est confirmée par la gravimétrie et la sismique ; activité hydrothermale le long de ces accidents en liaison avec des aquifères profonds ; nappes superficielles en charge pendant l'interglaciaire Riss-Würm et la seconde phase, tempérée, du Würm ancien ; situation probable sur un paléo-cours du Sardon ou un thalweg adjacent...

Elle intervient au tout début de la période d'activité principale de la Chaîne (G. GUERIN, 1983) et témoigne d'une petite phase tectonique localisée peut-être à la seule fosse subsidente de Riom.

3.2. Chronoclimatologie et évolution du système lacustre :

=====

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-être 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.

Une puissante banquette lacustre littorale commence à s'édifier aux dépens du croissant de pyroclastites pendant la dernière phase tempérée du Würm ancien et envahit 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 dépôt 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).

La retombée directe observée par H. PELLETIER au sommet de l'ensemble 10 est la seule reconnue avec certitude dans les dépôts lacustres conservés dont l'âge est donc antérieur à 60 000 BP, période d'activité de volume important de la Chaîne des Puys (G. GUERIN, 1983). Son origine doit être recherchée dans les édifices septentrionaux de la Chaîne dont l'âge est postérieur à la quatrième phase, tempérée, du Würm ancien (équivalent au moins partiel du stade 5a de la courbe isotopique et de la phase palynologique Saint-Germain II) et antérieur aux conditions pléniglaciaires de la phase 9 du Würm ancien (équivalent probable du sommet du stade isotopique 4). La fourchette ainsi considérée s'étend de 80 000 à 65 000 BP environ. Trois appareils ont des épisodes éruptifs repérés par TL (G. GUERIN, 1983) dans cet intervalle :

Puy de la Bannière (?) Marsat, bord D83	CP 105 63 400 ± 4800 BP (TL)
Puy Montchier Chez Pierre	CP 95 63 700 ± 4800 BP (TL)
Puy de Jumes (?) Egaules	CP 62 69 600 ± 6500 BP (TL)
	CP 62 74 000 ± 6000 BP (K/Ar)

Le Puy de Montchier est trop méridional, l'attribution des coulées de Volvic et d'Egaules à tel ou tel appareil reste délicate ; il apparaît donc difficile dans l'état actuel de déterminer avec précision l'origine de la retombée de Saint-Hippolyte.

Après le dépôt 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 pléni-glaciaires 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 dépôt de l'ensemble 3, dans un contexte froid et sec (Bison et/ou Boeuf primitif, Cerf). On observe ensuite un regain de sédimentation provoquée par le retour à une amélioration climatique de faible amplitude (restes remaniés de Renne, Mammouth, bovidé et industrie lithique) qui pourrait correspondre à la phase X du Würm ancien ("interstade Würm I-II") ; le dépôt de l'ensemble 1 ne doit pas être 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). La durée de vie du système lacustre peut ainsi être évaluée à 30 000 ans au moins mais il conviendrait de sonder le cœur de la dépression pour y rechercher les dépôts les plus récents (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 pléni-glaciaire 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. 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.

=====

Tableaux de mesures

=====

Abréviations :

DAP = Diamètre antéro-postérieur,

DT = Diamètre transversal.

Toutes les mesures sont données en millimètres.

=====

Tableau 1 : Dimensions des ramures du calvarium de CERF de Saint Hippolyte (Musée LECOQ)

=====

	gauche	droit
Diamètre antéro-postérieur de la meule	80,0	79,0
Diamètre transversal de la meule	77,5	77,5
Circonférence de la meule	24,7	24,5
Longueur du 1er andouiller	250,0	255,0
Longueur du 2è andouiller	405,0	315,0
Longueur du 3è andouiller	190,0	124,0
Longueur du 4è andouiller	224,0	-
Longueur du 5è andouiller	160,0	-
Lg.tot.de la meule au 5è andouiller	1180,0	-
Longueur premier segment (a)	100,0	100,0
Longueur deuxième segment (a)	70,0	70,0
Longueur troisième segment (a)	455,0	395,0
Longueur quatrième segment (a)	275,0	-
Longueur cinquième segment (a)	175,0	-
Longueur premier segment (b)	115,0	120,0
Longueur deuxième segment (b)	82,0	80,0
Longueur troisième segment (b)	490,0	440,0
Longueur quatrième segment (b)	280,0	-
Longueur cinquième segment (b)	190,0	-
Distance en ligne droite entre la base de la meule et l'extrémité du andouiller	960,0	-
Distance en ligne droite entre la base de la meule et le 5è embranchement	920,0	-
Distance en ligne droite entre la base de la meule et le 4è embranchement	790,0	-
Distance en ligne droite entre la base de la meule et le 2è embranchement	140,0	-
Ecartement entre les bossés		94,0
Ecartement entre les meules		92,0
Ecartement au dessus des meules		115,0
Ecartement entre les premiers andouillers		250,0
Ecartement entre les deuxièmes andouillers		360,0
Ecartement entre les troisièmes andouillers		1110,0

(a) mesures prises en ligne droite (figure 3)

(b) mesures prises en suivant la courbure du bois (figure 3)

=====

Tableau 2 : Dimensions des jugales supérieures de CHEVAL (Musée LECOQ)

	PCb	P	Ouv.	Ht	DMDp	DVLp	Lptp	Idptp	DMDo	DVLo	Lpto	Idpto
P2>D.PU	3,5	2	PrF>	-	-	-	-	-	36,0	26,0	10,5	29,16
P3>D.PU	4,5	-	PrF>	-	-	-	-	-	30,0	26,0	14,5	48,33
P3>G.PU	3,0	4	-	71,0	28,0	27,0	14,5	51,78	29,5	25,5	14,0	47,46
M1>D.	1,0	5	-	52,0	25,5	26,0	13,5	52,94	-	-	-	-
D3>?D.	3,0	-	-	9,0	-	-	-	-	29,0	24,0	10,5	36,21

PCb: longueur du pli caballin. P : plissement des fossettes
 Ouv: ouverture des fossettes. PrF>: préfossette ouverte vers l'avant.

Tableau 3 : Dimensions des jugales inférieures de CHEVAL (Musée LECOQ)

	DMDp	DVLp	DMDo	DVLo
M1<G.PU	24,5	16,0	24,5	16,0
M2<G.PU	-	-	-	17,0
M3<G.	31,0	13,0	31,0	13,5

Tableau 4 : CHEVAL. atlas

	Musée LECOQ	c.10J
DT max surf. art craniale	89,0	91,8
DT max trou vertébral	31,0	43,2
D.dorso-ventral trou vertébral	-	45,7
D.dorso-ventral pris sur les tubercules	85,0	82,2
DT max surf. art caudale	-	88,8
DT max atlas pris au bord des ailes	-	146,4
DAP max atlas pris au bord des ailes	-	105,0
DAP mini corps vertébral	41,0	42,3
DT mini corps vertébral	64,0	70,0

Tableau 5 : CHEVAL. portions proximales de scapulum

	Musée LECOQ	<i>E.cab.cf germanicus</i>		<i>E.cab.cf gallicus</i>
		Pair	Non Pair	Jaurens
		(F.Prat 1968)		(C.Mourer-Chauviré 1980)
DT mini col	65,5	moy = 67,0 (64,0 - 70,0)		moy = 64,58 (61,0 - 73,4)
DAP extré. proximale	96,0	moy = 93,35 (88,5 - 101,0)		moy = 94,23 (89,0 - 99,0)
DAP cavité glénoïde	59,63	moy = 59,55 (57,5 - 62,0)		moy = 59,63 (54,0 - 63,0)

Tableau 6 : CHEVAL. portions distales d'humérus

	Musée LECOQ	<i>E.cab.cf germanicus</i>		<i>E.cab.cf gallicus</i>
		Pair	Non Pair	Jaurens
		(F.Prat 1968)		(C.Mourer-Chauviré 1980)
DT distal total	86,0	moy = 88,3 (80,5 - 93,0)		moy = 82,58 (78,0 - 87,0)

Tableau 7 : CHEVAL. radius

	Musée LECOQ	<i>E.cab.cf germanicus</i> Pair Non Pair (Prat F.1968)	<i>E.cab.cf gallicus</i> Jaurens (C.Mourer- Chauviré 1980)
Hauteur totale	341,0	(340 - 370)	moy = 328,29 (312 - 353)
DT total proximal	86,0	(82 - 92)	moy = 87,14 (84,0 - 92,4)
DT art. proximal	80,5	(78 - 88)	moy = 79,45 (76,0 - 84,0)
DAP total proximal	48,0	(43 - 47)	moy = 47,75 (44,0 - 54,0)
DAP art. proximal	40,0	(40,5 - 43,5)	moy = 40,5 (37,2 - 45,3)
DAP milieu diaphyse	28,0	-	-
DT milieu diaphyse	42,0	-	moy = 41,36 (37,5 - 48,3)
DAP total distal	45,0	moy = 45,1 (42,0 - 48,5)	moy = 46,97 (42,3 - 52,0)
DT total distal	76,0	moy = 77,8 (72,0 - 84,0)	moy = 78,56 (73,5 - 85,0)
DT art. distal	63,0	moy = 67,25 (64,0 - 71,0)	moy = 66,40 (62,5 - 72,0)

Tableau 8 : CHEVAL. métacarpiens III

	Musée LECOQ	<i>E.cab.cf germanicus</i> Pair Non Pair (F. Prat 1968)	<i>E.cab.cf gallicus</i> Jaurens (C.Mourer- Chauviré 1980)
(1)Long. totale	234 - 226	moy = 229,33 (219 - 242)	moy = 223,57 (206 - 237)
(2)Long. externe	223 - 217	-	-
(3)DT art. proximal	56,5-55,5	(48,0 - 57,0)	moy = 51,81 (48,7 - 58,5)
(4)DAP art. proximal	35,5-33,0	moy = 24,0 (31,0 - 38,0)	moy = 33,28 (30,4 - 37,0)
(5)D.facette pour le magnum	45,5-47,0	-	-
(6)D.facette pour l'unciforme(a)	19,0-18,0	-	-
(7)D.facette pour l'unciforme(b)	9,0-10,0	-	-
(8)D.facette pour le trapézoïde	8,5 -	-	-
(9)DT au milieu	40,0-39,0	moy = 39,4 (36,0 - 43,0)	moy = 37,1 (34,2 - 42,5)
(10)DT sus-art. distal	54,0-53,0	moy = 51,95 (49,0 - 54,0)	moy = 50,66 (46,0 - 57,8)
(11)DAP sus-art. distal	26,0-27,0	moy = 25,4 (23,0 - 28,5)	moy = 24,34 (21,2 - 29,5)
(12)DT art. distal	54,0-56,0	moy = 53,2 (50,0 - 56,0)	moy = 51,65 (46,6 - 56,0)
(13)DAP tenon articulaire	40,0-44,0	moy = 39,6 (37,5 - 43,0)	moy = 38,14 (35,5 - 42,4)
(14)DAP mini. condyle int.	32,0-31,5	-	-
(15)DAP maxi. condyle int.	32,5-34,0	-	-
IR=9x1000/1	170,94-166,66	moy = 171,2 (155 - 185)	moy = 166,27 (153 - 179)
I=11x100/10	48,14-50,94	moy = 48,85 (45,3 - 54,8)	moy = 47,92 (43,3 - 52,8)
I=13x100/12	74,07-78,57	moy = 74,1 (70,7 - 80,4)	moy = 73,79 (69,2 - 76,5)

Tableau 9 : CHEVAL. deuxièmes phalanges antérieures

	St.Hippolyte c.11	<i>E.cab.cf germanicus</i> Pair Non Pair (F.Prat 1968)	<i>E.cab.cf gallicus</i> Jaurens (C.Mourer- Chauviré 1980)
(1)Hauteur totale	48,0	moy = 49,73 (47,0 - 54,0)	moy = 48,37 (45,2 - 52,3)
(2)DT proximal total	58,0	moy = 56,8 (53,0 - 61,0)	moy = 55,68 (49,6 - 60,0)
(3)DAP proximal total	32,8	moy = 34,2 (30,5 - 37,0)	moy = 32,82 (29,8 - 35,7)
(4)DT distal total	52,3	moy = 53,9 (51,0 - 60,0)	moy = 52,52 (48,3 - 56,7)
(5) DAP distal total	27,3	(23,5 - 27,0)	moy = 27,77 (24,6 - 32,1)
(6)DT minimum diphyse	49,7	moy = 49,6 (46,5 - 55,5)	moy = 48,83 (45,2 - 53,0)
Ind. 6x100/1	97,16	moy = 99,17 (95,2 - 109,0)	moy = 101,03 (95,5 - 115,2)
Ind. 3x100/1	66,36	moy = 60,5 (54,9 - 63,8)	moy = 59,12 (56,4 - 61,9)

Tableau 10 : CHEVAL. acetabulum

	Musée LECOQ	<i>E.cab.cf germanicus</i> Pair Non Pair (Prat F.1968)	<i>E.cab.cf gallicus</i> Jaurens (C.Mourer- Chauviré 1980)
Long.cavité cotyloïde	61,0	moy = 68,03 (64,0-71,0)	moy = 63,61 (60,0 - 66,5)
larg.cavité cotyloïde	60,5	moy = 63,4 (59,0 - 66,0)	moy = 58,5 (55,5 - 61,0)

Tableau 11 : CHEVAL. fémurs

	Musée LECOQ	<i>E.cab. germanicus</i> (d'après Nehring 1884)	<i>E.cab.cf gallicus</i> Jaurens (C.Mourer- Chauviré 1980)
Hauteur totale	399,0 - -	408	377 - 390
Hauteur au som- de la tête	368,0 - -	-	342 - 360
DAP prox. total	91,0 - -	-	-
DAP tête fémorale	60-59-60,5	-	moy = 58,89 (55,0 - 69,0)
DAP milieu diaphyse	43,0 - -	-	-
DT milieu diaphyse	58,0 - -	-	-
DT minimum diaphyse	45,0 - -	-	moy = 42,11 (36,0 - 46,7)
DT maximum distal	95,0 - -	106	moy = 94,70 (91,5 - 98,3)

Tableau 12 : CHEVAL. portions distales de tibia

	Musée LECOQ	<i>E.cab.cf germanicus</i>		<i>E.cab.cf gallicus</i>
		Pair	Non Pair	Jaurens (C.Mourer- Chauviré 1980)
DAP distal	56,0-47,0-47,0	moy = 49,35		moy = 49,87
total		(45,5 - 53,0)		(45,5 - 54,0)
DT distal	83,5-82,0-79,0	moy = 79,25		moy = 77,83
total		(76,0 - 85,0)		(72,3 - 82,3)

Tableau 13 : CHEVAL. astragales

	Musée LECOQ	<i>E.cab.cf germanicus</i>		<i>E.cab.cf gallicus</i>
		Pair	Non Pair	Jaurens (C. Mourer- Chauviré 1980)
Hauteur	64,0	moy = 62,33		moy = 60,88
		(57,0 - 68,5)		(56,3 - 65,3)
DAP lèvre interne	59,0	moy = 65,01		moy = 63,15
		(59,0 - 69,5)		(58,0 - 67,7)
DT distal de la trochlée	42,0	moy = 46,7		moy = 44,39
		(43,0 - 51,0)		(41,0 - 48,0)
DT art. distal	53,0	moy = 57,7		moy = 57,77
		(52,0 - 62,0)		(53,6 - 62,8)
DAP art. distale	37,5	moy = 38,3		moy = 37,89
		(34,0 - 42,0)		(35,5 - 41,0)

Tableau 14 : CHEVAL. cuboïdes

	St.Hippolyte remanié	<i>E.Cab.cf germanicus</i>		<i>E.cab.cf gallicus</i>
		Pair	Non Pair	Jaurens (C.Mourer- Chauviré 1980)
DAP maximum	38,5	moy = 40,85		moy = 40,50
		(38,0 - 43,0)		(37,3 - 45,4)
DT maximum	26,0	moy = 25,0		moy = 23,67
		(22,5 - 27,0)		(20,7-26,2)

Tableau 15 : CHEVAL. portions proximales de métatarsiens III

	St.Hippolyte c.10J	<i>E.cab.cf germanicus</i>		<i>E.cab.cf gallicus</i>
		Pair	Non Pair	Jaurens (C.Mourer- Chauviré 1980)
DAP prox. total	50,5	-	-	-
DAP prox. articulaire	46,3	-	-	-
DT prox. total	52,9	moy = 53,5		moy = 54,07
		(50,0 - 58,0)		(47,7 - 61,0)
DT prox. articulaire	51,0	-	-	-
DT facette pour Gd cunéiforme	47,3	-	-	-
DT facette pour le cuboïde	12,8	-	-	-
DT facette pour le Pt cunéiforme	6,7	-	-	-

Tableau 16 : MARMOTTE. crânes

<i>Marmotta marmotta primigenia</i>	St.Hip.	Eppelsheim (J.Chaline 1972, Tableau 71)	Ste Marie/Ouche
DT max condyles occipitaux	19,4	20,2 - 22,7	21,6
DT trou occipital	10,5	12,2 - 13,5	12,6
Hauteur du trou occipital	9,0	9,6 - 12,3	9,6
DT niveau constriction post-orbitaire	19,0	17,3 - 20,5	19,5

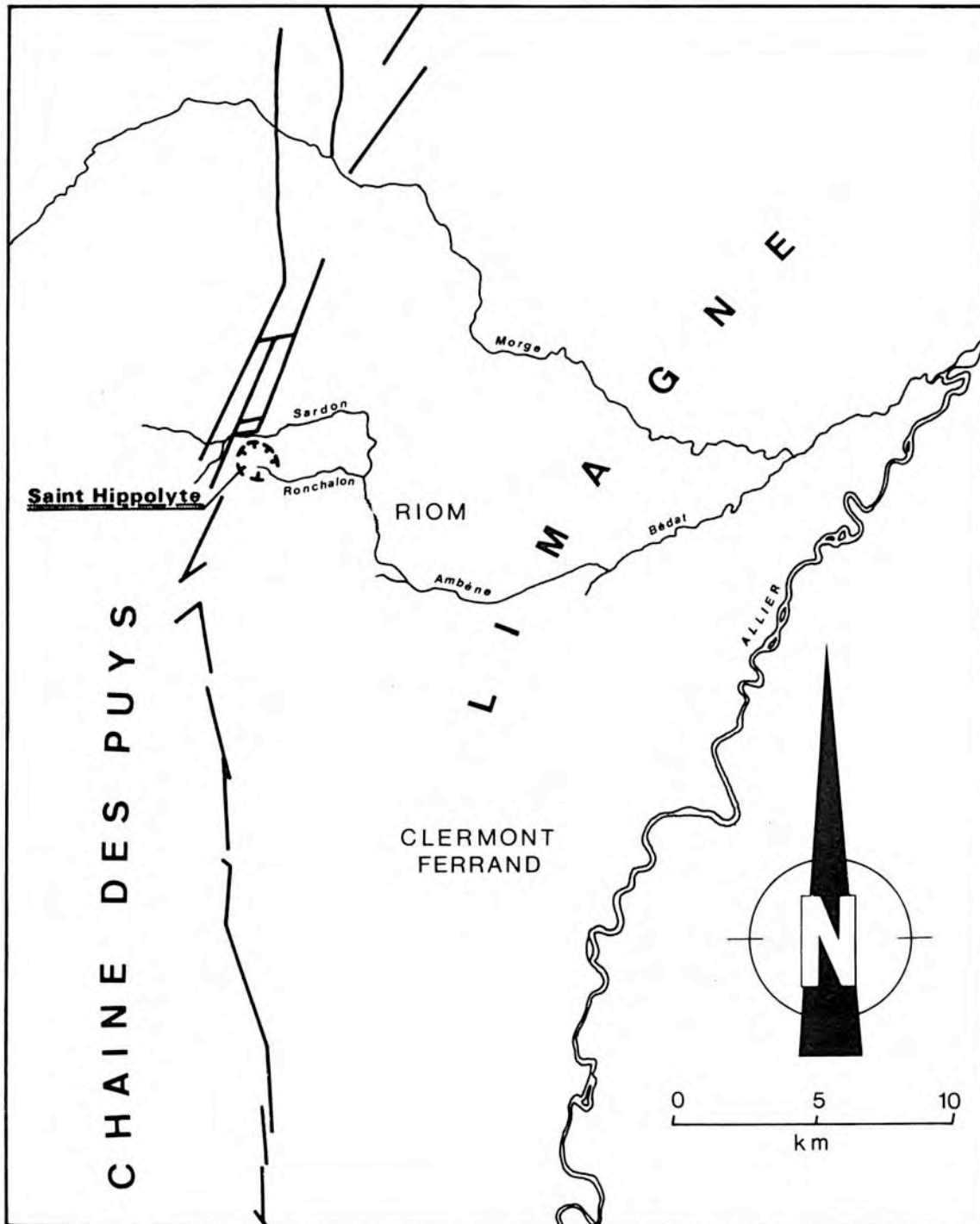


Figure 1 : Saint-Hippolyte. Carte de localisation.

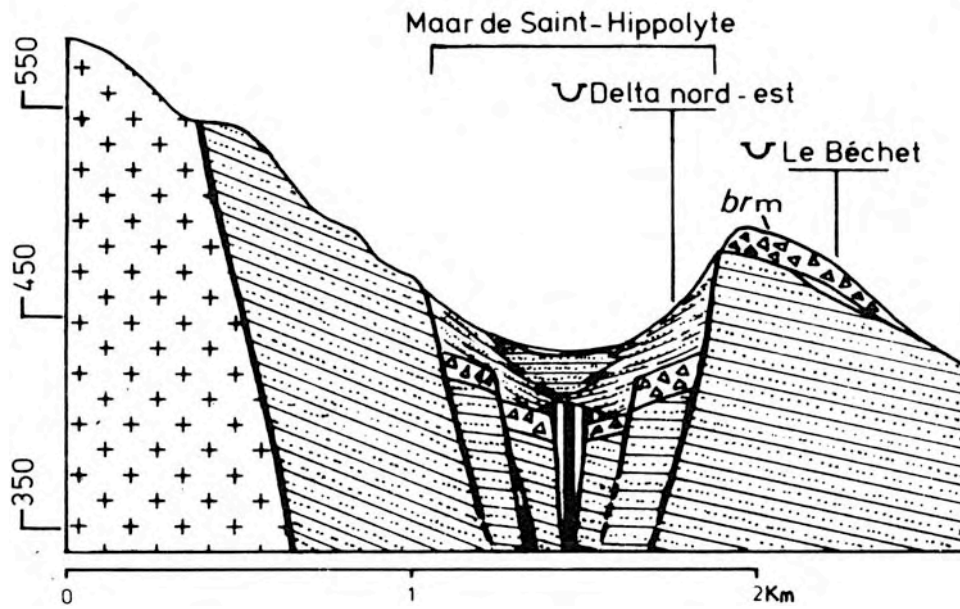


Figure 2 : Croquis synthétique du système volcano-sédimentaire de Saint-Hippolyte.

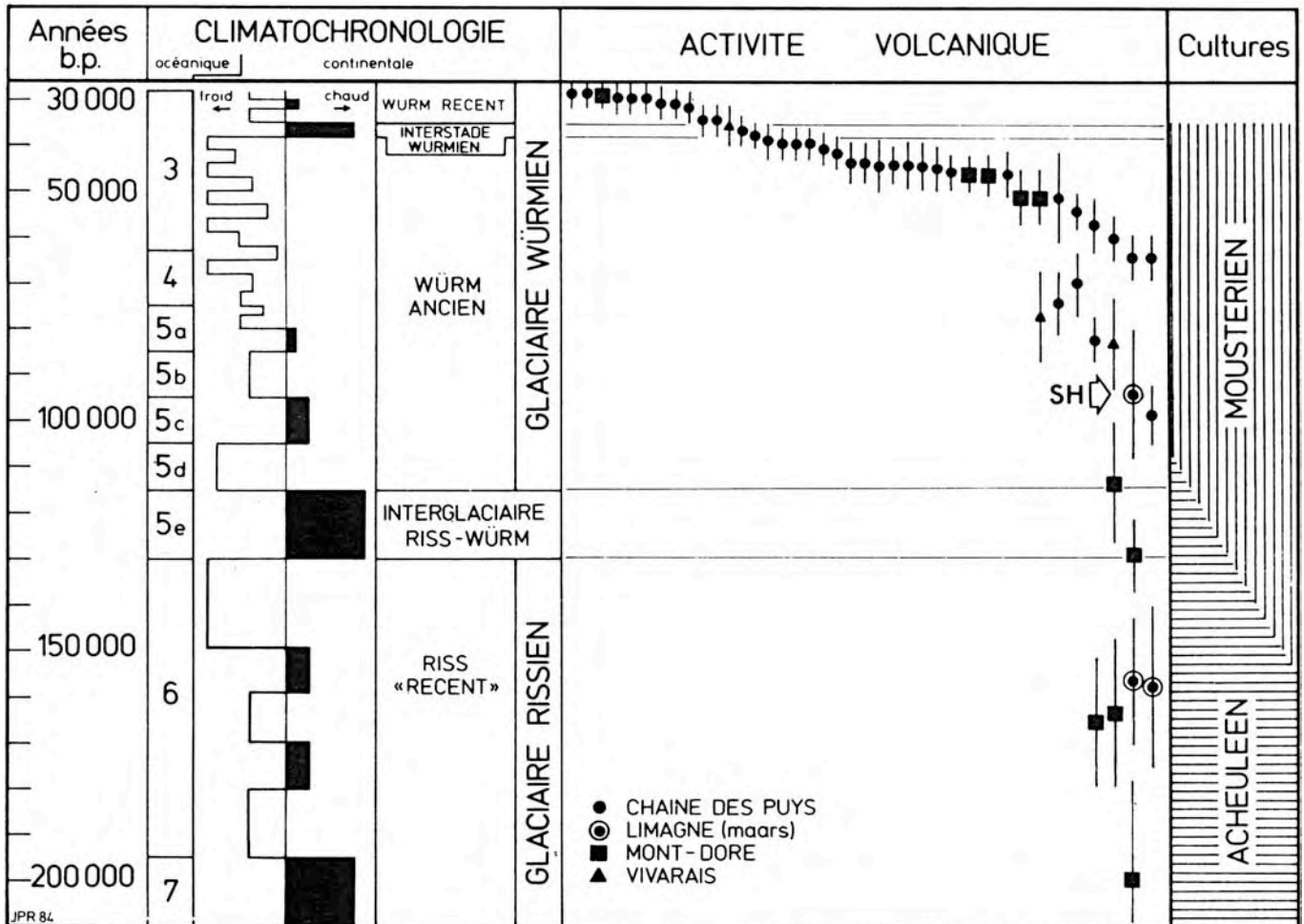


Figure 3 : Place de l'événement phréatomagmatique de Saint-Hippolyte dans la climatochronologie et l'activité volcanique du Massif Central français entre 200 000 et 30 000 BP sur la base des datations par thermoluminescence. Dates d'après MIALLIER (1982) et GUERIN (1983).

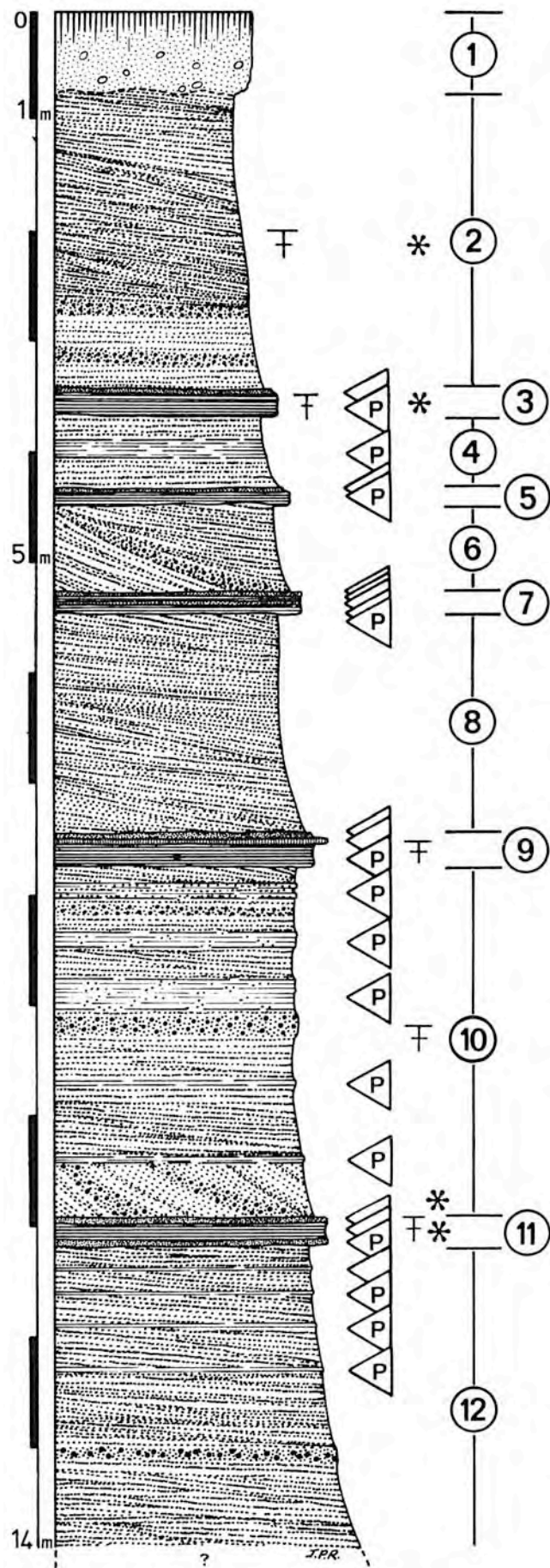


Figure 4 : Saint-Hippolyte. Log des formations lacustres de la carrière nord.

St HIPPOLYTE (Puy de Dôme)

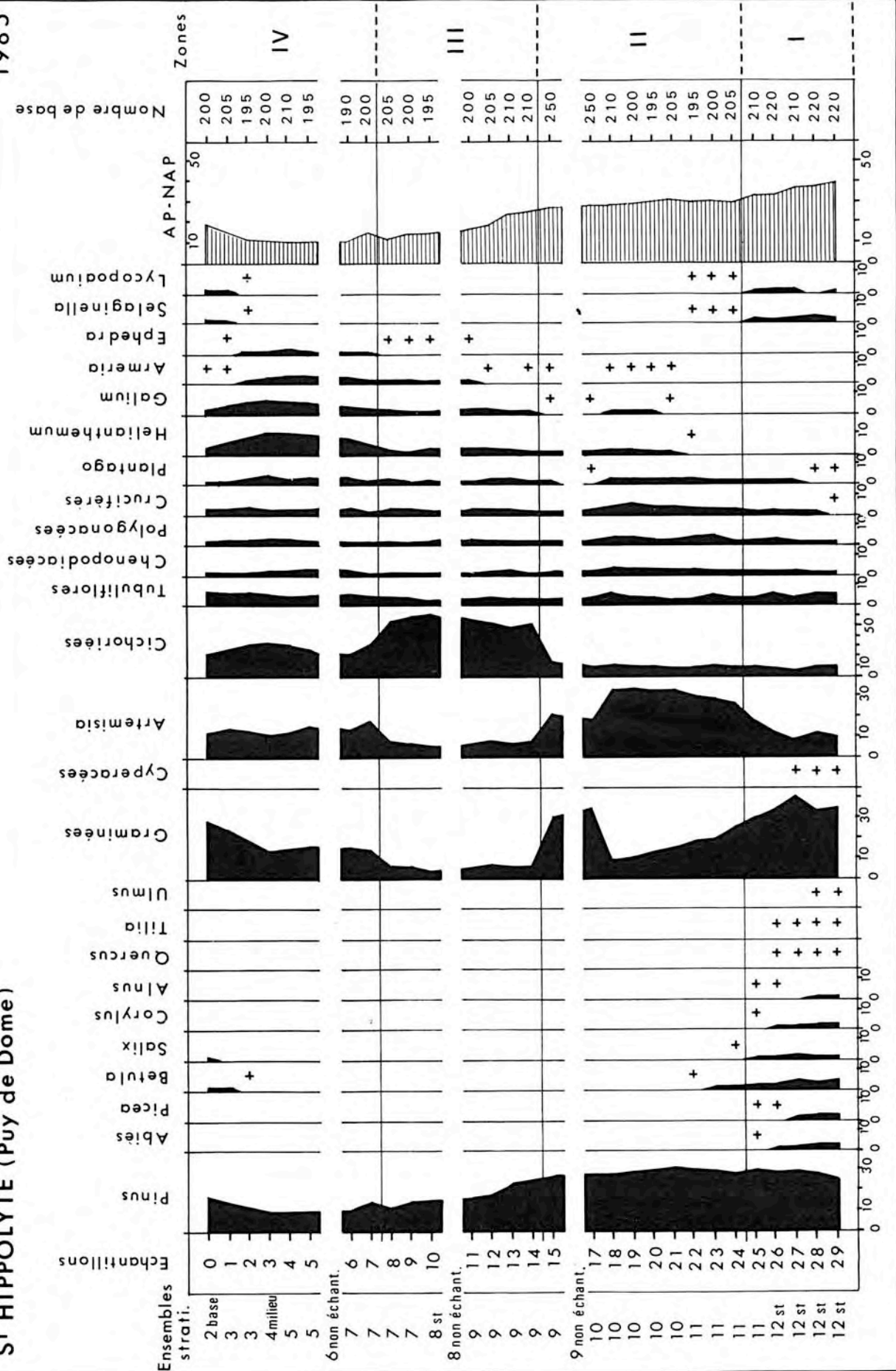


Figure 5 : Saint-Hippolyte. Diagramme palynologique, formations lacustres de la carrière nord.

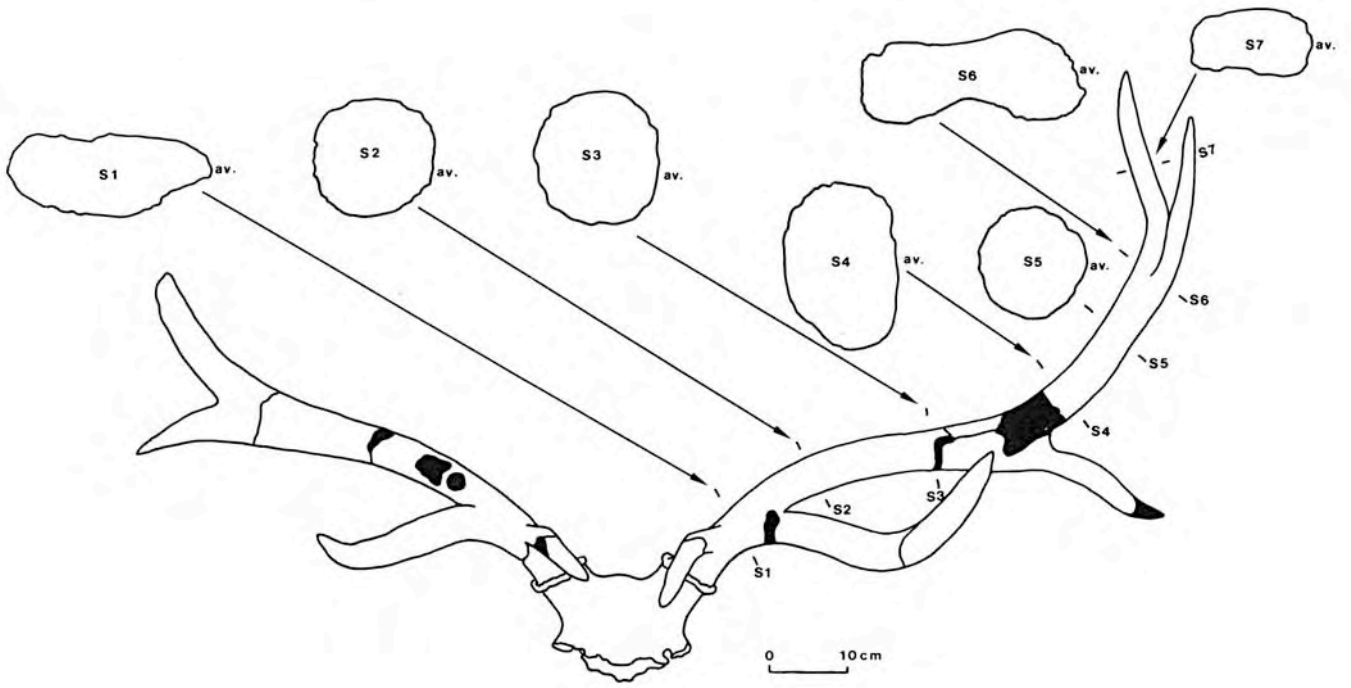


Figure 6 : Saint-Hippolyte. Cervus elaphus acoronatus crâne vue de face.

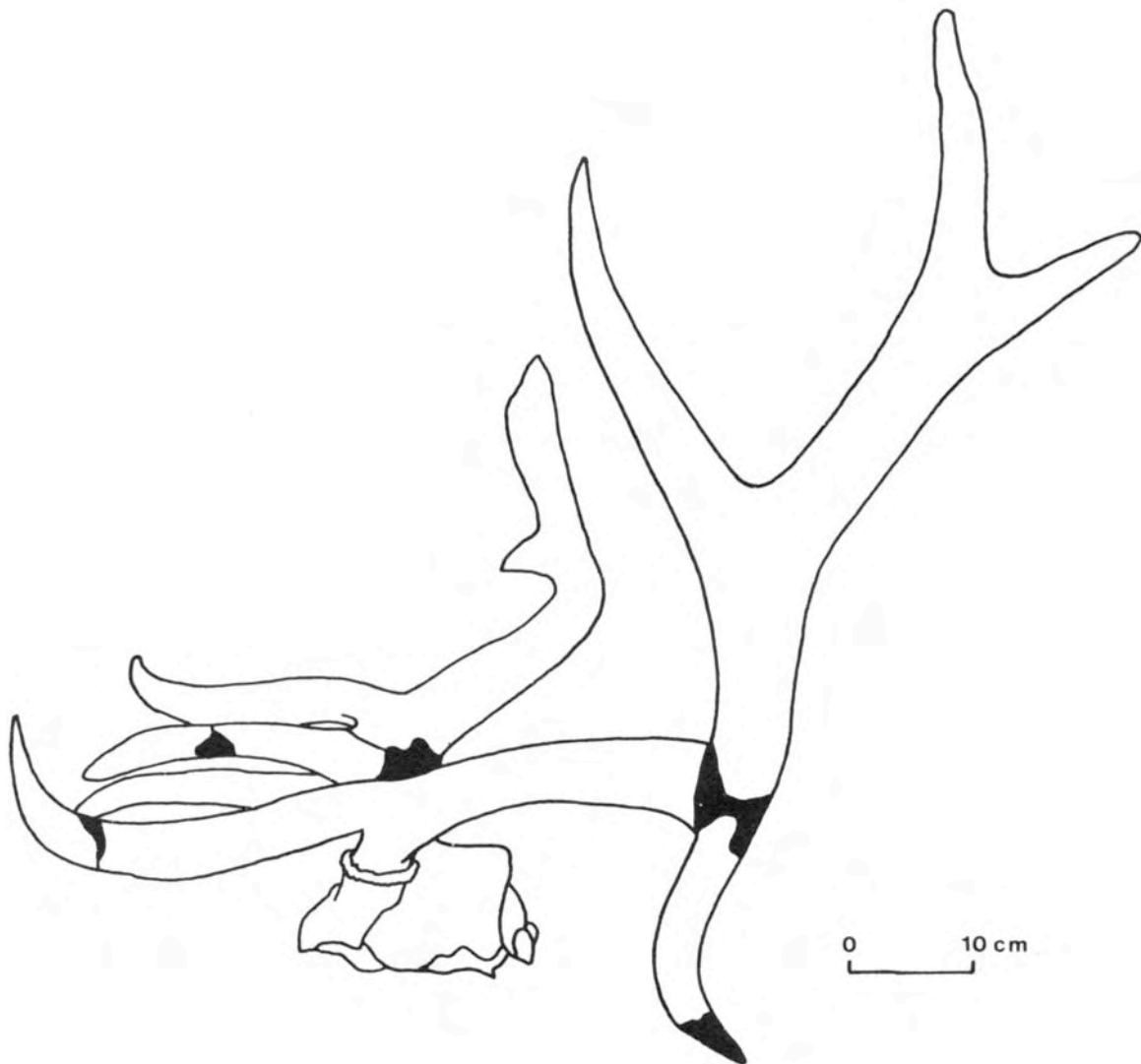


Figure 7 : Saint-Hippolyte. Cervus elaphus acoronatus crâne vue latérale.

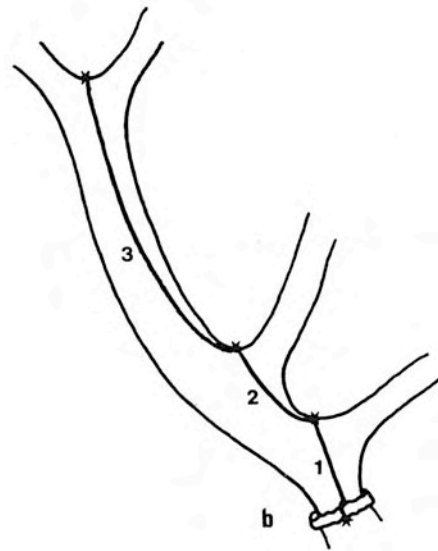
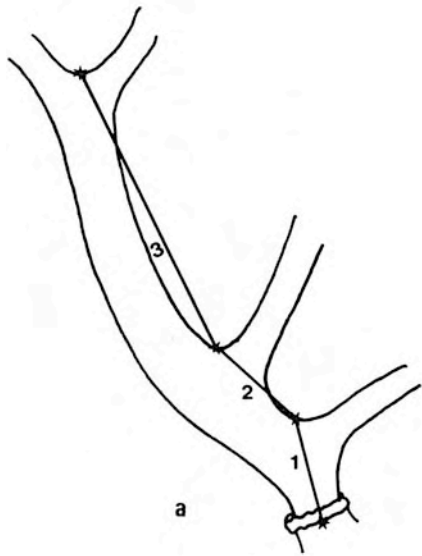


Figure 8 : Saint-Hippolyte. Face interne d'une bois de Cerf:
 (1) premier segment.
 (2) deuxième segment.
 (3) troisième segment...
 (a) mesure des segments en ligne droite.
 (b) mesure des segments en suivant la courbure de la perche.

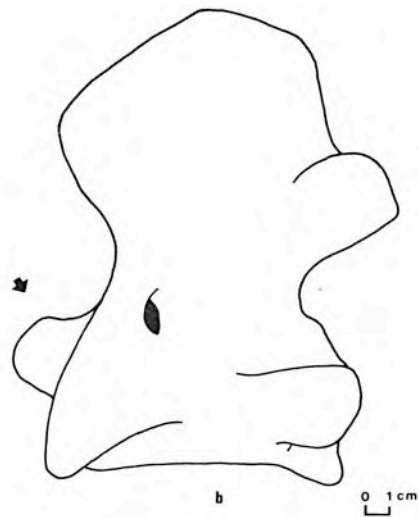


Figure 9 : Saint-Hippolyte. Axis de Bovinés:
 (a) Axis de Bison sp.
 (b) Axis de Bos primigenius.

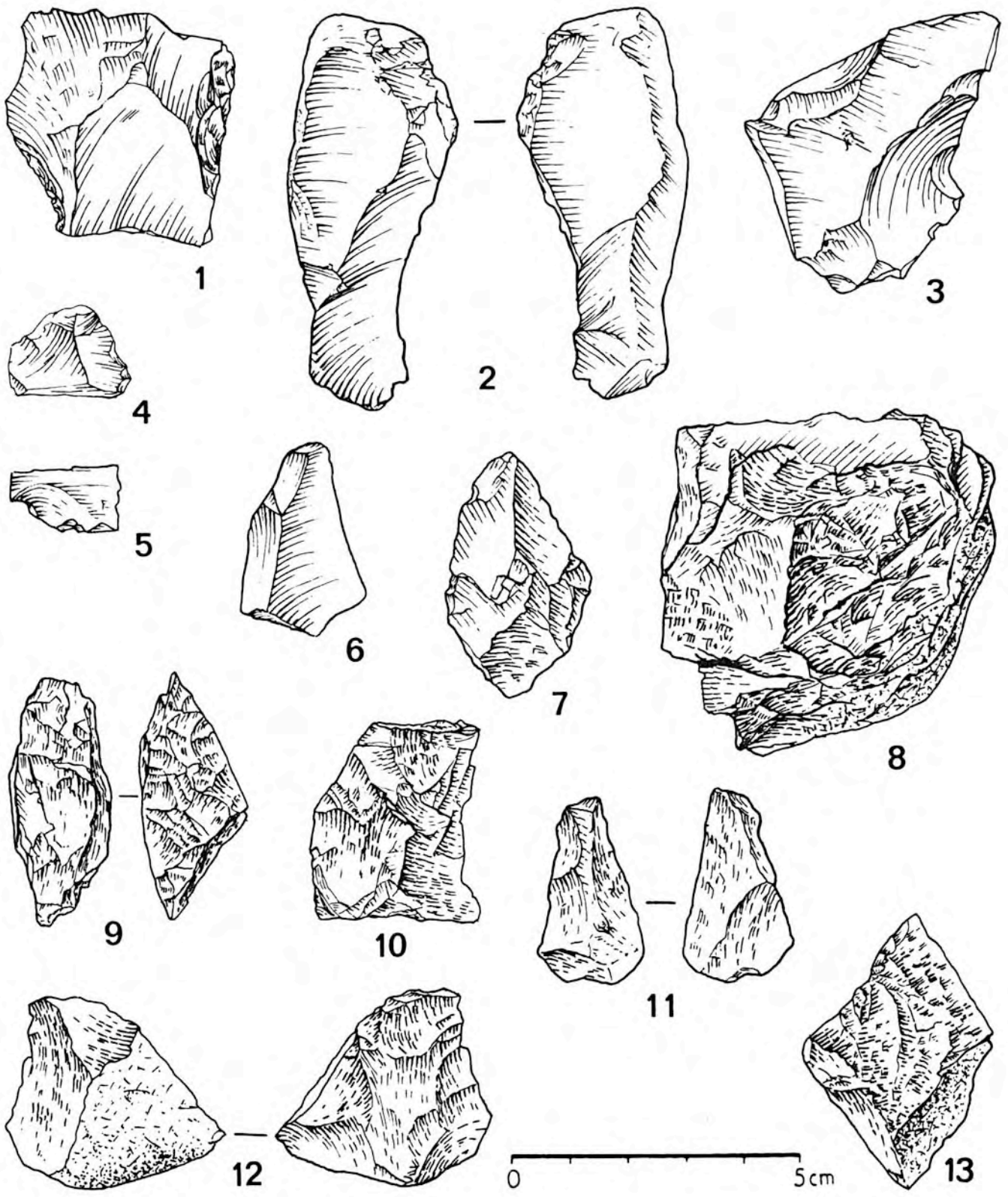
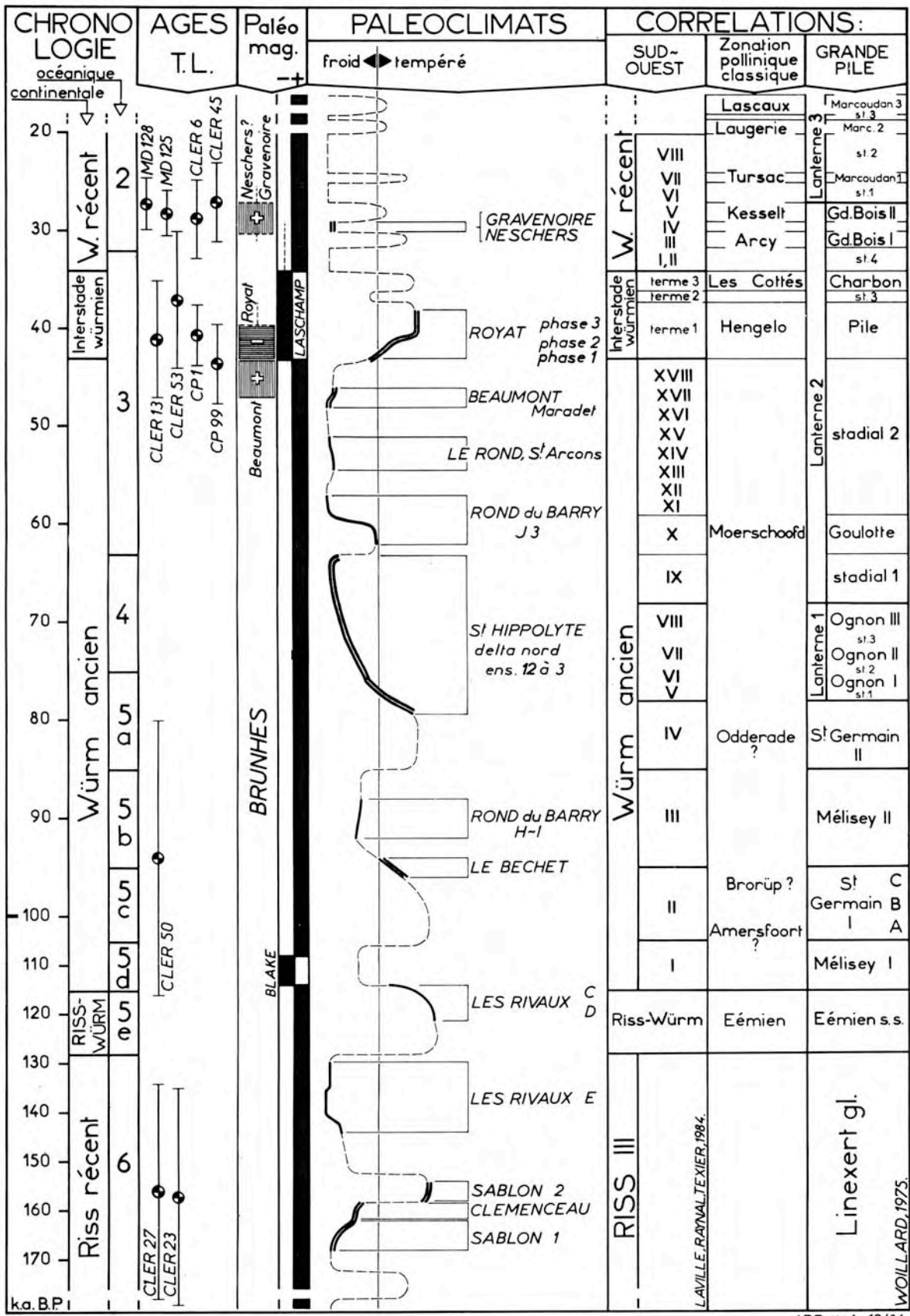


Figure 10 : Saint-Hippolyte. Industrie lithique du Paléolithique moyen.



JPR et al. 12/84

Figure 11 : Synthèse chrono-climatique de la fin du Riss au début du Würm récent en Auvergne et Velay et corrélations avec d'autres domaines géographiques sur la base de la lithostratigraphie, des datations absolues, du paléomagnétisme, de la palynologie, de la paléontologie animale. La courbe climatique en trait doublé correspond aux séquences des sites datés par TL ; elle est complétée en trait simple par quelques résultats obtenus sur des sites non datés par TL mais dont la position est assurée par le croisement de données naturalistes. Les dates absolues CP 1, CP 99, MD 125 et MD 128 sont empruntées à GUERIN (1983).

=====
Bibliographie
=====

- BALLESIO R. (1983) - Le gisement Pléistocène de la grotte de Jaurens à Nespouls, Corrèze, France: Les Carnivores (Mammalia, Carnivora). III Ursidae Ursus arctos LINNAEUS. *Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon*, fasc. 21, p.9-43, 9 figures, 20 tableaux, 4 planches.
- 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.
- BEALON A. (1969) - *La bordure de la Limagne entre Nohanent et Châtel-Guyon*. Mémoire de Maîtrise, Institut de Géographie, Faculté des Lettres, Clermont-Ferrand, 106 p.
- BONIFAY E. (1980) - Circonscription d'Auvergne. Informations archéologiques. in : *Gallia Préhistoire*, T. 23, fasc. 2, (1981), p. 337-358.
- 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. (1973) - *The Contribution of the Volcanic Massif Central of France to European Quaternary Chronology*. in : *After the Australopithecines*, 1975, p. 73-98.
- BOUT P. (1978) - *Problèmes du volcanisme en Auvergne et Velay*. Watel, Brioude, 326 p.
- 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., DELIBRIAS G., LABEYRIE J., RUDEL A. (1969) - Eléments de chronologie des éruptions de la Chaîne des Puys. *Bulletin de la Société géologique de France*, 7è série, t. XI, p. 770-793.
- CAMUS G. (1975) - *La Chaîne des Puys. Etude structurale et volcanologique*. Annales scientifiques de l'Université de Clermont, n° 56, 322 p.
- CAMUS G., DE GOER DE HERVE A., KIEFFER G., MERGOIL J., VINCENT P.M. (1983) - *Volcanologie de la Chaîne des Puys*. Parc naturel régional des volcans d'Auvergne Ed., 2 è édition.
- CHALINE J. (1972) - *Les Rongeurs du pléistocène moyen et supérieur de France*. Cahiers de Paléontologie. Editions du CNRS, Paris. 410p, 72figures, 187 tableaux, 17 planches.
- CHAPUT E. (1917) - *Recherches sur les terrasses alluviales de la Loire et de ses principaux affluents*. Annales de l'Université de Lyon, nouvelle série, fasc. 41, 300 p.
- FAURE M. (1983) - *Les Hippopotamidae (Mammalia, Artiodactyla) d'Europe occidentale*. Thèse de Troisième Cycle, Université de Lyon I, 233 p., 2 vol.
- CREGUT E. (1979) - *La faune de mammifères du Pléistocène moyen de la Caune de l'Arago à Tautavel, Pyrénées Orientales*. Travaux du Laboratoire de Paléontologie Humaine et de Préhistoire N°3. Université de Provence, Marseille. 2 tomes, 380p, 58 figures, 193 tableaux, 48 photographies.
- GARDE G. (1931) - Les anciens cours de l'Allier et de ses affluents sur la feuille de gannat, pendant le Pliocène et le Quaternaire. *C. R. Acad. Sc., Paris*, t. CXCII, p. 572.
- 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, n° 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 Cézalier, Bas Vivarais. Thèse d'état, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 253 p..

JUNG J. (1946) - *Géologie de l'Auvergne et de ses confins bourbonnais et limousins*. Paris, Imp. nat., 372 p.

LAQUAY G. (1981) - *Recherches sur les faunes du Würm I en Périgord*. Thèse de Troisième Cycle n°1596 de l'Université de Bordeaux I. 2 tomes, 429p, 186 tableaux, 63 planches.

LAVILLE H. (1973) - *Climatologie et chronologie du Paléolithique en Périgord*. *Etudes Quaternaires*, 4, 422 p, Université de Provence Ed.

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, Cahiers du Quaternaire*, n° spécial, CNRS Ed., P.219-241.

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

MERGOIL J., BOIVIN P., CAMUS G., GOER DE HERVE A. de, GOURGAUD A., KIEFFER G., VINCENT P. (1979) - Le maar, site paléontologique privilégié en contexte volcanique. 7 è *R.A.S.T., Lyon, Société Géologique de France éd.*, p. 325.

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., 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).

MOURER-CHAUVIRE C. (1980) - Le gisement Pléistocène supérieur de la grotte de Jaurens à Nespouls, Corrèze, France: les Equidés. *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle, Lyon*, Fascicule 13, p13-60, 6 figures, 28 tableaux, 5 planches.

OLSEN S.J. (1960) - *Post-cranial skeletal characters of Bison and Bos*. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, USA, 39p, 24 planches.

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. (1966) - Etude des sables de Saint-Hippolyte. *Revue d'Auvergne*, 425, p. 147-150.

PELLETIER H. (1974) - A propos de quelques Maare de la Chaîne des Puys. *Bulletin Historique et Scientifique de l'Auvergne*, 640, p. 195-199.

PRAT F. (1968) - Recherches sur les Equidés pléistocènes en France. Thèse de Doctorat d'Etat ès-Sciences Naturelles, n°226, Faculté des Sciences de Bordeaux, 4 volumes, 696p, 149 figures, 126 tableaux.

PRAT F. et SUIRE C. (1971) - Remarques sur les Cerfs contemporains des deux premiers stades wûrmiens. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, C.R.S.M., Paris, Tome 68, fascicule 3, p75-79, 1 figure, 4 tableaux.;

PRAT F. et THIBAUT Cl. (1976) - Le gisement de Nauterie à la Romieu (Gers). Fouilles de 1967 à 1973. Nauterie I. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Nouvelle Série, Série C, Sciences de la Terre*, Tome XXXV, 82p, 35

figures, XLIII tableaux, VII planches.

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., 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'étude du Quaternaire*, sous presse.

THUIZAT R. (1973) - *Les sources thermo-minérales de Châtel-Guyon et leur environnement géologique (Massif Central français)*. Thèse de 3^è Cycle, Département de Géologie-Minéralogie, Université de Clermont.

TURON J.L. (1984) - Direct land-sea correlations in the last interglacial complex. *Nature*, Vol. 309, N° 5970, p. 673-676.

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