



HAL
open science

Recherches sur les dépôts quaternaires des grottes et abris du bassin permo-triasique de Brive.

Jean-Paul Raynal

► **To cite this version:**

Jean-Paul Raynal. Recherches sur les dépôts quaternaires des grottes et abris du bassin permo-triasique de Brive.. Géologie appliquée. Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, 1975. Français. NNT: . tel-00105920

HAL Id: tel-00105920

<https://theses.hal.science/tel-00105920>

Submitted on 12 Oct 2006

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.

3^o CYCLE
D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

N^o d'ordre : 1198

THÈSE

PRESENTÉE

A L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I

POUR L'OBTENTION DU TITRE DE

DOCTEUR EN SCIENCES DE LA TERRE

Mention : GEOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT

par

Jean-Paul RAYNAL

MAITRE ÈS SCIENCES

RECHERCHES SUR LES DEPOTS QUATERNAIRES DES GROTTES ET ABRIS
DU BASSIN PERMO-TRIASIQUE DE BRIVE.

TOME I - TEXTE

Soutenue, le 26 Mai 1975, devant la Commission d'Examen :

MM. M. VIGNEAUX, Professeur	Président
F. BORDES, Professeur	
E. BONIFAY, Maître de Recherches au C.N.R.S.	} Examineurs
J. TIXIER, Maître de Recherches au C.N.R.S.	
Ph. ROGER, Maître-Assistant	

A Marianne

et Marie-Saskia

A mes parents

AVANT-PROPOS

Monsieur Le Professeur Bordes,

Plus que le maître que vous êtes, ce qui est essentiel pour l'élève, c'est comme le dit Henry Miller "le chemin qui mène au maître".

J'ai beaucoup de joie à penser que votre personnalité, votre rigueur scientifique et le climat que vous créez dans votre laboratoire m'auront permis de trouver le meilleur de mon éducation intellectuelle.

Monsieur le Professeur M. Vigneaux m'a fait l'honneur de présider mon Jury. Je l'en remercie vivement.

Monsieur E. Bonifay, Maître de Recherche au C.N.R.S., m'a donné de judicieux conseils et a accepté de juger ce travail. Je l'en remercie sincèrement.

Je dois à Monsieur J. Tixier, Maître de Recherche au C.N.R.S., Directeur de la Circonscription des Antiquités Préhistoriques du Limousin, d'avoir fait la connaissance de Monsieur le Professeur Bordes. Je le remercie pour son aide constante, sa bienveillance à mon égard et l'honneur qu'il me fait en participant à ce Jury.

Monsieur Ph. Roger, Maître-Assistant, a bien voulu siéger parmi les membres de mon Jury et je l'en remercie sincèrement. Sans son précieux travail sur le Bassin de Brive et ses nombreux conseils, ma tâche eût été plus difficile.

Ce travail est une des conséquences des efforts réalisés depuis 1966 par l'équipe qui s'est constituée sous l'égide de Monsieur H. Delporte, alors Directeur de la Circonscription Auvergne-Limousin : j'ai beaucoup de plaisir à remercier G. Mazière, Assistant de la Direction des Antiquités Préhistoriques Limousin, P.V. Demars et B. Malissen. Ensemble, nous avons partagé travaux de terrain et réflexion, enthousiasme et découragement.

Profiter de l'expérience et du sens critique de Madame D. de Sonnevile-Bordes, Maître de Recherche au C.N.R.S., est un bienfait inestimable pour un chercheur débutant. Je la prie de trouver ici l'expression de ma profonde gratitude.

Monsieur le Docteur Riquet, Directeur du Laboratoire d'Anthropologie, a mis à ma disposition ses locaux et son matériel. Je l'en remercie vivement.

Monsieur le Professeur Journeaux, Directeur du Centre de Géomorphologie du C.N.R.S. de Caen, m'a ouvert les portes de son laboratoire. J'ai eu le privilège d'y rencontrer Monsieur J.P. Lautridou dont la haute compétence et l'amabilité m'ont permis, chose rare pour le géologue, d'accéder à la vérification expérimentale des phénomènes du passé. Je l'en remercie vivement.

Je remercie respectueusement Monsieur C. Latouche Ingénieur-Docteur au C.N.R.S., pour l'aide qu'il a bien voulu m'apporter dans l'analyse des minéraux argileux.

Monsieur J.M. Le Tensorer, Assistant, m'a initié à l'analyse chimique des dépôts quaternaires. Il a mis à ma disposition le matériel de l'Institut de Géodynamique et ne m'a ménagé ni son temps, ni ses conseils. Je lui en suis particulièrement reconnaissant.

Je ne saurais oublier Mademoiselle M.R. Guillot, Conservateur du Musée de Brive, qui m'a ouvert, il y aura bientôt neuf ans, la porte de son bureau... et de la recherche préhistorique. Je la prie de trouver ici l'expression de mon affectueuse gratitude.

Ma reconnaissance va également à tous mes amis, enseignants, chercheurs et techniciens de l'Institut du Quaternaire, qui ont mis à mon service leur savoir scientifique et technique et leur esprit critique. Il m'est agréable de remercier Mesdames F. Delpech et C. Pariès, Mademoiselle M.M. Paquereau, Messieurs J.M. Bouvier, M. Debenath, E. Kervazo, E. Klimek, H. Laville, M. Lenoir, F. Prat, J. Ph. Rigaud, J.P. Texier, C. Thibault, J. Pariès.

Il m'est particulièrement agréable de remercier Monsieur P. Laurent pour son aide efficace en matière d'illustration, et Mademoiselle C. Saisset qui a dactylographié ma bibliographie avec le sourire.

Monsieur M. Lorblanchet, Attaché de Recherche au C.N.R.S., a accepté de me confier l'étude du gisement du Ro Del Dra et Monsieur L. Hugonie m'a grandement facilité la tâche sur le gisement. Je les en remercie vivement.

La Société scientifique, historique et archéologique de la Corrèze a subventionné mes travaux de terrain. Que l'on permette au trésorier-adjoint de remercier ses collègues membres du Bureau.

Ma mère a su mener à bien l'ingrat travail de dactylographie de ce mémoire. Je la prie de trouver ici l'expression de ma profonde affection.

INTRODUCTION

C'est en 1864 que sont effectuées les premières découvertes archéologiques dans les grottes de la région de Brive : E. MASSEMAT, suivant l'exemple de l'abbé AUDIERNE et de LARTET et CHRISTY en Périgord, découvre les gisements de *Puy de Lacam* et de *Chez-Pouvré*. Puis, grâce au labeur des abbés A. et J. BOUYSSONIE et L. BARDON, les découvertes se succèdent et permettent d'établir et de préciser la succession des industries préhistoriques comme en témoignent les noms de *Noailles*, *Dufour*, *Font-Yves*, *Font-Robert*, ou de poser les problèmes : *Bos Del Ser*.

Dès le début de leurs travaux, les chercheurs se heurtent à deux difficultés :

- quasi-absence de faune,
- manque de netteté des stratigraphies.

La cause principale de ces difficultés vient du fait que les sédiments quaternaires étudiés dérivent directement des grès du Trias dans lesquels s'ouvrent les cavités fouillées. Les niveaux se ressemblent beaucoup, dans le même gisement et d'un site à un autre. Il est très vite admis que les sables contenant les vestiges archéologiques proviennent de la désagrégation de la roche constituant les abris, mais le mécanisme de mise en place n'est

pas analysé. Il semble lié aux conditions climatiques et mérite donc d'être étudié en détail car il représente la seule possibilité de connaissance des paléo-environnements et de chronologie relative.

Nous avons donc tenté de comprendre le processus de formation des cavités dans les grès et étudié le comportement de ces roches par des expériences de gélifraction expérimentale. Puis, à la lumière de fouilles récentes, en transposant et en adaptant les méthodes couramment utilisées pour l'étude des sédiments quaternaires, nous avons essayé d'établir si un remplissage sous-grès reflétait les conditions climatiques ayant commandé sa mise en place. Il eût été nécessaire, partant de gisements présentant des stratigraphies assez complètes, d'établir pour chacun une séquence paléoclimatique aussi détaillée que possible, puis, s'aidant des données archéologiques, d'essayer de leur assigner une position chronologique précise. Le classement de la vallée de la *Planchetorte* et la salubre politique de protection des gisements pratiquée en Limousin n'a pas permis, pour le moment, la reprise de travaux sur des sites importants, par la puissance de leur stratigraphie ou par leur position chronologique supposée. Notre étude sera par conséquent fragmentaire et ne prétendra pas envisager tous les problèmes de la sédimentation quaternaire sous-grès. Elle aura essentiellement pour but la connaissance approfondie de quelques gisements, afin qu'ils servent de points de comparaison lors d'études ultérieures plus complètes :

- *Grotte du Loup* (Commune de Cosnac), site à Périgordien ancien et Aurignacien (?).
- *Grotte du Ro Del Dra* (Commune de Végenes), qui a livré un niveau de Magdalénien supérieur.
- *Abri de Chez-Jugie* (Commune de Cosnac), où sont présents Azilien et Sauveterrien.

*"Mais les impressions sont peu de chose ;
ce qui prouve, ce sont les faits et il est visible
qu'on n'en a pas encore assez recueilli pour qu'une
interprétation s'impose. La vulgarisation cherche à
préciser, la science reste dans l'expectative."*

A. et J. Bouyssonie (1)

(1) Chronique de Préhistoire. Revue Apologétique. 7^e année, Tome XXXIV, n^o 390,
1er Août 1922, p. 567.

PREMIERE PARTIE

Données Générales

Après un exposé rapide du cadre géographique et du contexte géologique, le problème de la genèse des cavités dans les grès de la région de Brive est abordé. Les théories antérieures sont rappelées. Un modèle théorique est proposé en fonction des données de terrain et des résultats des expériences de gélifraction expérimentale.

SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ESQUISSE GEOLOGIQUE (1) (Pl. 1 et 2)

Le Bassin de Brive est situé au Sud-Ouest du Massif-Central, dans la région du Bas-Limousin. D'Ouest en Est, il s'étend sur les départements de la Dordogne, de la Corrèze et du Lot.

C'est une dépression allongée, au relief adouci, séparée des terrains cristallins du Massif-Central au Nord et au Nord-Est, des causses jurassiques au Sud et au Sud-Ouest, par deux trains de failles majeures de direction sensiblement armoricaine. Elle constitue la "région des grès, la seule vraiment caractéristique de la Corrèze" (MOURET, 1896). Elle est drainée du Nord au Sud par la Vézère (et ses affluents : la Loyre, le Rozeix, l'Elle, la Logne et la Couze), la Corrèze (avec laquelle confluent le Maumont, la Courolle, l'Enval et la Roanne) et la Dordogne (grossie de la Tourmente et de la Sourdoire).

On y distingue les formations suivantes (ROGER, 1968), de bas en haut :

1. Grès de Donzenac.
2. Calcaire de Saint-Antoine.
3. Grès de Lanteuil.
4. Grès de Noailhac.
5. Grès inférieurs de Brive.
6. Grès supérieurs de Brive.

(1) Pour la rédaction de ce chapitre, ont été essentiellement consultés les travaux de MOURET (1880, 1890 b, 1895), ROGER (1960, 1968) et WALTERS (1952).

Leurs rapports avec la stratigraphie classique et les diagnoses de MOURET sont indiqués dans le tableau suivant (d'après ROGER, 1968) :

Etage	Formations MOURET	Formations WALTERS et ROGER
	Argiles vertes	Argiles vertes
Trias supérieur à Infra-Lias	Grès et sables blancs 1 1	Grès supérieurs de Brive
<i>Discordance</i>		
Buntsandstein inf.	Grès et sables micacés bariolés, t 3-1	Grès inférieurs de Brive
<i>Discordance</i>		
Saxonien	Grès de la Ramière r 1a	Grès de Noailhac
	Grès de Meyssac r 1b	
	Grès de Grammont r 1c	
	Grès et argiles rouges de Brive r 1df	
Stéphano-Autunien	Grès à <i>Walchia</i> et schistes bitumineux r IIa	Grès de Lanteuil
	Calcaire de St-Antoine	Calcaire de St-Antoine
	Grès inférieurs de Grand-Roche r IIc Grès houillers h 3	Grès de Donzenac
<i>Discordance</i>		
SCHISTES CRISTALLINS		

1 - Grès de Donzenac :

Ce sont des dépôts peu évolués, mal classés et peu argileux, qui surmontent directement les schistes cristallins. Ils résultent du démantèlement du continent à la suite des derniers mouvements de l'orogénèse hercynienne. Globalement, ils constituent une séquence positive au sens du LOMBARD.

2 - Calcaire de Saint-Antoine :

Il est à pâte fine, de couleur grise ou noire, en lits de rognons alternant avec des argiles, le plus souvent grises. Son épaisseur est de l'ordre de 5 à 6 mètres. Il constitue un bon niveau repère, bien marqué dans la topographie par une petite cuesta. Son dépôt résulte de processus chimiques en milieu lacustre qui témoignent d'une période de calme orogénique après pénéplation du continent.

3 - Grès de Lanteuil :

Ils débutent par un conglomérat de base traduisant une reprise des mouvements différentiels entre le continent et le bassin. Cette formation est composée d'éléments de petite taille (2 cm en moyenne). La nature des galets est variée : leptynites, migmatites, granites à deux micas, pegmatites et microgranites.

Puis, se déposent les grès à *Walchia*, de couleur gris-vert, de grain moyen, à stratifications obliques, alternant avec des argiles grises ou noires et surmontés parfois de schistes bitumineux.

La destruction des cuirasses ferrugineuses et des argiles kaoliniques conduit au dépôt de grès plus fins et d'argiles surtout vers le sommet de la formation. Ces grès sont affectés d'une coloration rouge héritée.

L'ensemble de ces dépôts est moins grossier que les grès de Donzenac. La puissance de la formation varie entre 200 et 300 mètres.

4 - Grès de Noailhac :

Ce sont des grès bruns à grain fin, bien calibrés et non argileux. Ils comportent parfois des niveaux de calcaires gréseux. Leur partie supérieure est caractérisée par une coloration rouge vif. L'ensemble présente de nombreux chenaux et des stratifications obliques et entrecroisées. Les lentilles conglomératiques contiennent essentiellement des galets de calcédoine noire et de calcédoine blanche. La série est puissante d'environ 300 mètres. Tous ces critères caractérisent une période de calme orogénique.

5 - Grès inférieurs de Brive :

Ils recouvrent les grès de Noailhac, généralement en discordance. C'est un ensemble relativement homogène, d'une centaine de mètres de puissance maximum, qui peut être subdivisé en trois termes constituant de bas en haut une séquence positive :

- un conglomérat de 1 à 5 mètres de puissance, passant latéralement à des grès conglomératiques ou grossiers (couramment dénommés "brasier" dans la région) à galets de nature variable où dominent les quartz et les quartzites. Ils présentent des chenaux et des stratifications entrecroisées à grand rayon de courbure. Ce conglomérat caractérise une phase tectonique importante.

- des grès grossiers à moyens bigarrés avec des poches et des lentilles d'argiles vertes et rouges, épais de 10 à 40 mètres.

- des grès plus fins, blanchâtres ou jaunes, bien cimentés et légèrement argileux, épais de 5 à 30 mètres.

Les deux derniers termes de cette séquence indiquent des conditions de sédimentation relativement calme, fluviale, voire éolienne dans le cas des niveaux bien classés, avec des épisodes temporaires de décantation (lentilles argileuses). Le tout est faiblement oxydé et traduit un apport détritique constant.

6 - Grès supérieurs de Brive :

Ils forment un ensemble remaniant et ravinant la formation des grès inférieurs de Brive. On peut y distinguer de bas en haut :

- grès grossiers à conglomératiques très hétérogènes, constitués de sables kaoliniques avec une importante matrice argileuse, à stratifications entrecroisées à faible rayon de courbure (20 à 50 mètres). Puissance : 1 à 10 mètres.

- grès tendres ou sables de couleur blanche à jaune, en bancs nets de 30 à 40 cm d'épaisseur, à faible matrice argileuse, à grain de plus en plus fin vers le haut et à ciment de plus en plus carbonaté. Les stratifications tendent à devenir horizontales. Puissance : 10 à 20 mètres.

Cette formation témoigne de l'existence d'une nouvelle phase de glyptogénèse, consécutive à un effondrement brutal de la surface sédimentaire adjacente au Massif-Central ainsi que du rejet du substratum affecté par un quadrillage de petites cassures. La sédimentation, d'abord rapide, évolue vite vers une sédimentation plus calme (oxydations entraînant la coloration rouge) en régime lacustre.

Ces niveaux sont surmontés par des calcaires en plaquettes (Rhétien ?).

Avec son comblement définitif, le Bassin de Brive perd son autonomie paléogéographique et son histoire géologique devient identique à celle du Bassin d'Aquitaine.

Dans la zone étudiée, les sédiments post-triasiques subsistent sous forme de butte-témoins (Ayen, St-Robert, Hautefort...) d'âge Hettangien, Sinémurien et Charmouthien.

L'Hettangien est représenté par des calcaires gréseux et des argiles versicolores (20 à 40 mètres) traduisant une sédimentation littorale, puis au-dessus par des calcaires marneux et cargneules (50 à 60 mètres) qui passent vers le haut aux calcaires sinémuriens.

Le Charmouthien (7 mètres environ) est représenté à sa base par des calcaires bioclastiques en bancs épais jaunâtres. Au sommet, la série devient plus argileuse avec des calcaires marneux intercalés d'épais bancs de marnes.

LES GROTTES ET ABRIS DU BASSIN DE BRIVE

Les cavités naturelles sont nombreuses dans le Bassin de Brive (1). Elles sont caractérisées par une intense occupation humaine paléolithique. Elles sont ensuite habitées de façon plus sporadique. A la fin du Moyen-Age, l'homme les transforme en villages troglodytes (2). A de rares exceptions près, elles sont ensuite abandonnées.

(1) 53 cavités ou groupes de cavités ont été recensés dans la vallée de la Courolle, 26 dans la vallée de la Planchetorte.

(2) Il en était recensé environ 220 en 1879. Citons pour mémoire les grottes de Saint Antoine de Padoue (1226), Malecroix, Chastanet (dites grottes des Anglais), Laumont, Bellet, Dabastre, Rabastin, le Raysse, Ressaulier, Bassaler, Bouquet dans la vallée de la Planchetorte ; Siaurat, Puy-Labrousse, Puy-Jarrige, Peyrebrune, Long-Peuch et Combe des Fours (grotte de Tronche) dans la vallée de la Courolle ; Lamouroux, Madelbos (el Roc Nègre), Monrajoux dans la vallée de la Combe-Longue ; Andan dans le vallon du Bancharel, affluent rive droite de la Couze ; Malpeyre dans le vallon du ruisseau de Cosnac ; les Roches dans la vallée de la Loyre ; la Maurel, le Bois de la Lune et Veyssel dans la vallée de la Tourmente ; "lo rosto poutirou", commune de Saint Julien-Maumont ; enfin, au Nord de la Corrèze, les grottes de Rochebacou et d'Auxteyreix, commune de Saint-Viance, et le groupe de Grand-Roche, commune de Donzenac, le seul taillé dans les grès rouges. (LALANDE et RUPIN, 1879. LALANDE, 1897).

Elles sont caractéristiques du niveau stratigraphique des Grès Inférieurs de Brive (ROGER, 1968). Suivant GEZE (1973), nous emploierons le terme de *pseudo-karst* pour désigner l'ensemble des cavités de cette région (1).

A - Caractéristiques principales :

Dans la littérature, ces cavités sont dénommées grottes, abris ou cavernes. Leurs formes sont variées (Pl. 3 et 6). On peut distinguer trois catégories :

- La première constitue ce qu'il est coutume d'appeler *Abri sous roche* en domaine calcaire (LAVILLE, 1973). Ce sont des cavités peu profondes, allongées, limitées vers le fond par une paroi concave, vers le haut par un plafond à concavité tournée vers le bas et passant vers l'extérieur à un surplomb concave, vertical ou convexe. Le plancher est généralement incliné vers l'extérieur et présente une surface concave ou plane, parfois interrompue de ressauts (Pl. 4, fig. 1, 2, 4 et 5 ; Pl. 5, fig. 1 et 2).

- La deuxième catégorie regroupe les *grottes* au sens strict (2). Ce sont des cavités beaucoup plus profondes que larges qui répondent à la définition des *galeries* et des *couloirs* (3) (Pl. 3, fig.1 et 2 ; Pl. 4, fig. 6 ; Pl. 5, fig. 3). Ces formes présentent des sections transversales très proches de celles existant en domaine calcaire, larges et basses ou à voûtes paraboliques (Pl. 6a, 7, 7a).

(1) Pseudo-karst : a/ région présentant des formes analogues à celles du karst dans des roches non ou peu karstifiables,

b/ tout effet analogue à ceux de la karstification dans des roches non ou peu karstifiables (GEZE, 1973).

(2) Grotte : cavité souterraine naturelle pénétrable, s'ouvrant par un conduit subhorizontal. Par extension, cavité dont le développement général est proche de l'horizontale (GEZE, 1973).

(3) Galerie : conduit pénétrable s'allongeant principalement dans le sens horizontal.

Couloir : galerie de faible section (GEZE, 1973).

- Il est nécessaire de regrouper dans une dernière catégorie les cavités qui sont de dimensions variables, plus profondes que des abris sous roche mais ne présentant pas un allongement suffisant pour être appelées grottes. Citons par exemple la grotte de *Champs*, celle de *Bassaler-Nord*, de *Puy de Lacam*, de la *Petite Renardière* et celle de *Noailles* (cas limite entre les catégories 2 et 3).

B - Quelques observations :

a - Présence d'eau :

Actuellement, ces cavités ne présentent pas toutes une humidification de la paroi, qu'elle soit permanente ou temporaire. Celles qui sont humides présentent une végétation diversifiée (1). L'arrivée d'eau peut se faire de manière homogène sur toute la surface de la paroi ou en des endroits privilégiés, sous forme de petits conduits cylindriques dont le diamètre et la position varient suivant les cavités :

- A la *Grotte des Morts*, ils sont sub-horizontaux et situés vers le bas de la paroi, ont un diamètre de 10 cm environ mais peuvent s'élargir en niches de 50 cm de diamètre environ. Ils sont le siège d'une circulation continue qui alimente le ruisseau prenant naissance dans la cavité.

- A la grotte de *Puy de Lacam*, ils sont verticaux et débouchent au plafond, ont un diamètre de 5 cm environ pour une longueur reconnue de 1,50 m. Ils suintent en quasi-permanence.

Des sources existent également dans les grottes de *Saint-Gondon*, *Champs*, *Bassaler-Nord*, *Saint-Antoine*, *le Raysse* ; certains vallons se terminent en amont par un "cirque" d'abris adjacents avec de nombreuses sources : c'est par exemple le cas du vallon entre *le Mas* et *Siaurat*, de ceux de *Chez-Jugie* et *Chez-Pourré*.

(1) *Asplenium trichomanes*, *Asplenium adiantum nigrum*, *Asplenium lanceolatum*, *Polypodium vulgare*; *Polypodium dryopteris*, *Polystichum filix mas*, *Athyrium filix femina*, *Chrysosplenium oppositifolium*, *Adiantum capillus*, *Aspidium angulare*, *Gramitis leptophylla*, *Samolus valerandi*, *Umbilicus pendulinus*.
(LALANDE, 1897 ; MALISSEN, 1972).

En hiver, on observe sur les parois la formation de *piprakes* qui soulèvent des grains. L'action de gel-dégel provoque le creusement progressif de surplombs par chute de grande quantité de sables (*Les Roches*).

J. F. PEROL a observé la migration de grains de sable le long de pendeloques de glace au porche des cavités (PEROL, 1956). Toutes ces observations nous conduisent à considérer la gélivation comme un des facteurs principaux de la formation des abris sous roche des grès, et des cavités de la troisième catégorie. Pour essayer de vérifier cette hypothèse, nous avons eu recours aux expériences de gélifraction expérimentale. (pages 15 et suivantes).

b - Existence de piliers :

L'existence de piliers dans les grottes de *Coumba-Negra*, *Puy de Lacam*, s'explique facilement par la jonction de deux conduits ou niches de grande taille. Ce phénomène peut être observé à droite de l'abri de la *Grande Renardière*.

c - Lits de "nodules" de quartz sur le plancher des cavités:

Les conduits ou les petits abris présentent souvent un plancher jonché de "nodules" de quartz : on peut y voir la conséquence d'un creusement au dépend d'une zone plus conglomératique, donc mieux drainante. Mais la circulation d'eau est restée peu importante et n'a pu entraîner que les sables, limons et argiles, laissant sur place les éléments grossiers. Cette faible compétence des eaux de circulation semble être un phénomène assez général.

d - Existence de fissures :

Il est important de signaler l'existence de fissures au toit de certaines cavités : *Grotte du Loup*, *Puy-Jarrige*, *Puy-Lanti*. Ces fissures sont allongées suivant le grand axe de la caverne et s'arrêtent avant le fond des couloirs. Le cas de la *Grotte du Loup* s'explique aisément par le développement, au-dessus du plafond, d'une ogive de décompression (RENAULT, 1968) bien visible à l'entrée actuelle de la cavité (Pl. 7 et 7a). Dans le cas de la grotte de *Puy-Jarrige*, la fissure est sub-parallèle au versant : il s'agit certainement d'une "fissure de détente" au voisinage du versant (Pl. 6, fig. 2) (RENAULT, 1967), qui peut être antérieure à la cavité et avoir entraîné sa formation ; mais ce peut être également une forme complexe associant fissure de détente et ogive de décompression.

e - Creusement par éboulement :

Certains abris se forment, ou évoluent, par éboulement brutal d'un pan de falaise ou d'une grande portion de voûte. Ce phénomène est visible dans la vallée de la Courolle (falaise de *Puy-Jarrige*) et dans la haute vallée de l'Enval (*Le Mercier*). Le décollement se fait toujours en dièdre¹ entrant (Pl. 8 fig. 2) et l'on retrouve les blocs correspondants sur le plancher de la cavité ou sur le remplissage pré-existant. Nous sommes, là encore, en présence de formes récentes de décompression des voûtes et des parois.

f - Creusement par érosion fluviatile :

Un autre point à examiner est celui des cavités dont la formation résulte d'une action érosive latérale des cours d'eau. Nous connaissons plusieurs cavités dans lesquelles l'eau circule actuellement (abri de *Sous-Laumont* par exemple). Les plus grandes sont profondes et fortement concaves. Elles présentent un remplissage en pente vers l'intérieur et très souvent leur plancher est incliné de la même façon. Ce phénomène avait été signalé par J.F. PEROL (1956). Ce dernier remarque, avec juste raison, que les blocs d'effondrement sont nombreux dans ce type de cavité : la plupart du temps, ils n'ont pas été recouvert de sédiment. Nous sommes donc en présence de formes jeunes ou en cours de rajeunissement dans lesquelles les éboulements par décompression sont fréquents et récents. Il est malgré tout impossible de dire si l'ensemble du creusement est d'origine fluviatile ou si l'on est en présence d'un ancien abri, dont la vidange du remplissage et l'érosion fluviatile partielle entraînent le phénomène de décompression.

g - Formes "karstiques" rappelant celles des calcaires :

La *Grotte du Loup* présente des voûtes paraboliques, larges et basses ; les fouilles pratiquées à l'intérieur de la galerie ont montré, à la base du remplissage archéologique, un dépôt de sables limoneux micacés, mais la base du remplissage total n'a pas été atteinte. Ce genre de galerie doit son creusement, à notre avis, à l'action de facteurs hydrauliques, sans qu'il soit possible de définir la succession des régimes d'écoulement (Pl. 7 et 7a).

La grotte du *Ro Del Dra*, est un exemple typique de creusement en régime noyé à partir d'une discontinuité horizontale (Pl. 6a) : un banc de grès plus grossier d'une épaisseur de 0,50 m en moyenne. Le remplissage s'est ensuite effectué par écoulement libre.

h - Présence de surplombs concaves :

En dernier lieu, il faut noter, à l'avant de lignes d'abris, des anciens talus d'éboullis avec énormes blocs. Ces effondrements résultent de la chute d'une avancée ancienne des abris et déterminent un nouveau surplomb *concave* (*Le Mercier*). Ces paléo-talus peuvent se trouver assez loin en avant des cavités actuelles et sont, pour l'archéologue, un indice de remplissage ancien.

C - Théories antérieures :

L'observation de cette variabilité des formes a conduit plusieurs auteurs à proposer des théories sur la formation des cavernes des grès (1). Ce sont par ordre chronologique :

a - Théorie MOURET :

"Il est difficile d'admettre, comme on le fait généralement, que ces grottes ont pu se former naturellement et sans le fait de l'homme, car les actions extérieures ne sont pas assez puissantes pour entamer la roche aussi profondément, et la nature imperméable du terrain, sa compacité, excluent l'hypothèse d'une source venant former des cavités intérieures" (MOURET, 1878-1879).

b - Théorie MASSENAT :

"Pourquoi ne pas admettre ce que nous voyons se passer encore aujourd'hui : les bancs de grès les moins durs placés au dessous des bancs d'une plus grande résistance, creusés par les eaux et les divers agents atmosphériques, principalement par la gelée?...Les grottes actuelles eussent été primitivement comme remplies de végétaux en décomposition, qui, à un moment donné, par une cause ou par une autre, se trouvant en communication avec les vallées elles-mêmes, ont été promptement vidées, très probablement par l'action érosive des eaux" (MASSENAT, 1881).

c - Théorie MARTEL :

"En réalité, et comme pour toutes les cavernes à peu près sans exception, c'est la fissuration des roches qui a préparé l'évidement des grottes naturelles des grès des environs de Brive ; l'eau est intervenue ensuite se glissant entre ces fissures pour les agrandir, soit sous forme d'infiltrations (par les voûtes)

(1) Nous les commenterons dans la conclusion de la première partie.

venant des plateaux, soit sous forme de courants désagrégeant latéralement les falaises de leurs rives. *Il n'y a pas d'autres causes à invoquer*" (MARTEL, 1907).
 "Les deux facteurs principaux du creusement des cavernes sont, *toujours et avant tout, la fissuration préexistante et l'érosion mécanique*" (MARTEL, 1907).

d - Théorie BARDON et BOUYSSONIE :

"Si nous considérons l'ensemble des grottes de Planchetorte, nous remarquons qu'elles se trouvent à des altitudes très différentes : les unes à peu près au sommet des falaises, immédiatement sous la dernière calotte de grès qui forme le plateau ; les autres, plus bas, à mi-côte ou même à peine au-dessus du niveau du thalweg actuel ; il est certain qu'il y en a d'autres au-dessous de ce thalweg. Ces dernières sont actuellement comblées et ennoyées ; il ne semble pas qu'elles aient servi de refuge, en fait, bien qu'on ait trouvé des silex taillés à des profondeurs de plusieurs mètres dans les alluvions de la vallée...Après quoi, un dernier creusement a amené le thalweg à son niveau actuel, non sans provoquer la formation de nouveaux et parfois très vastes abris...." (BARDON et BOUYSSONIE, 1924).

e - Théorie PEROL :

"Le processus de formation et de vie des cavernes brivistes semble être le suivant :

1 - Cas très limité de destruction du grès par action du courant d'un ruisseau. Dans ce cas, il y a formation d'un plancher incliné vers l'intérieur avec grotte de type allongé circulaire et avec effondrements importants des voûtes.

2 - Action des gels et dégels au niveau de sortie d'une nappe aquifère. Remplissage de la grotte par foisonnements ou effondrements partiels, parfois avec les deux phénomènes réunis avec, en sus, introduction par l'ouverture de terrains glissant le long de la paroi. Vidange de la grotte par glissement des terrains à l'extérieur (ce glissement étant favorisé par une pente accentuée sous l'ouverture) ou par suite de phénomènes de solifluxion ou encore par suite de l'érosion lente mais continue d'une source d'eau intérieure.

3 - Dans certains cas, le brasier se reconstitue par suite du tassement des matériaux d'effondrement de la voûte. Par exemple à Chez-Dufour, où la couche archéologique était, à certains endroits d'une dureté telle que les fouilles durent être interrompues". (PEROL, 1956 et 1974).

D - Expériences de gélifraction expérimentale :

Protocole des expériences (1) :

Les échantillons sont taillés en cubes, pesant de 1,5 à 2,0 Kg environ. Ils sont ensuite séchés à +50°C durant 48 heures, puis pesés. Leur volume est calculé. Leur porosité est mesurée sous une pression de 150 bars. On étudie ensuite l'ascension capillaire dans chacun des blocs.

20 échantillons sont soumis à un gel doux,

7 soumis à un gel intense (extraits d'un bloc dont un échantillon est soumis au gel doux).

gel doux : gel de type islandais (Pl. 10). La descente de la température est assez rapide et le gel atteint -8°C en surface comme à coeur. Le dégel s'effectue par un léger chauffage avec un degré hygrométrique de 80 à 90 %. Le cycle gel-dégel dure 24 heures.

gel intense : gel de type continental sibérien (Pl. 10). Le gel atteint -25°C. Le dégel s'effectue dans les mêmes conditions que pour le gel doux. Le cycle gel-dégel dure 48 heures.

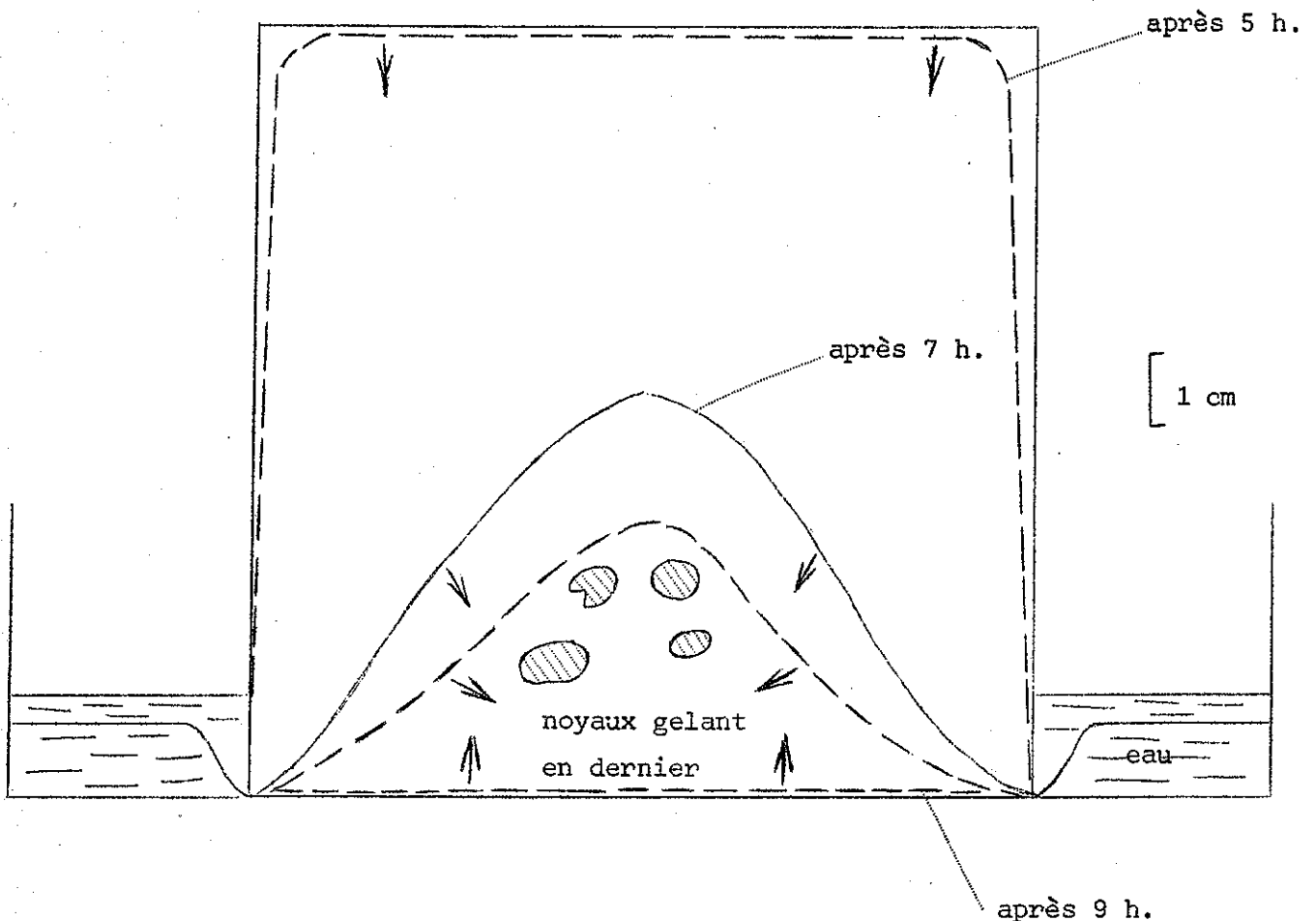
Dans les deux cas, les échantillons sont saturés en eau avant l'expérience avec le banc de mise sous pression (200 bars). Pendant l'expérience, ils sont posés dans des bacs en plastique et une couche d'eau de 2 cm de haut est mise au fond des cuvettes. Elle assure une recharge par ascension capillaire au début du gel et pendant le dégel.

Ces essais ont commencé en Octobre 1974. Les conclusions sont par conséquent fragmentaires et seront à corriger en fonction de l'avancement de l'expérience.

(1) J.P. LAUTRIDOU (1975) : les recherches de gélifraction expérimentale du Centre de Géomorphologie du C.N.R.S. 6^e Congrès d'Études Nordiques, Le Havre, 23-25 avril 1975 (sous presse). "Les problèmes posés par la gélifraction. Recherches fondamentales et appliquées".

Remarques préliminaires :

Ces expériences consistent en des essais de *microgélivation* sur des blocs soumis à l'influence d'un environnement froid par toutes leurs faces, la pénétration du gel se faisant plus lentement par la base (LAUTRIDOU et ali, 1975). Ces conditions sont assez proches de celles que subirait un bloc détaché d'une paroi : excepté la modification introduite par l'irrégularité de la forme, le bloc reposerait alors sur une surface bosselée, le refroidissement se faisant par toutes les faces exposées à l'air mais aussi par la base en raison du contact irrégulier avec le substrat. La progression de l'isotherme 0°C se fait donc plus lentement par la base que par les faces, comme dans l'expérience de laboratoire. Nous empruntons à J. P. LAUTRIDOU le schéma ci-dessous montrant la progression de l'isotherme dans un bloc de *Pierre de Caen*:



Provenance des échantillons.

<i>Echantillon</i>	<i>Provenance</i>	<i>Nature de l'affleurement</i>
1	Abri de Chez-Jugie	Bloc d'effondrement
2	Abri de Chez-Jugie	Bloc d'effondrement
3	Abri de Chez-Jugie	Bloc d'effondrement (?)
4	Grotte du Loup	Bloc d'effondrement
5	Grotte du Loup	Bloc d'effondrement
6	Planchetorte	Carrière
7	Courolle	Carrière
8	Grotte de Chez-Rose	Plafond de la grotte
9	Abri du Raysse	Bloc d'effondrement
10	Planchetorte	Carrière
11	Chastanet	Carrière
12	Courolle	Carrière
13	Courolle	Carrière
14	Abri du Raysse	Bloc d'effondrement
15	Chastanet	Carrière
16	Courolle	Carrière
17	Planchetorte	Carrière
18	Courolle	Carrière
19	Courolle	Carrière
20	Courolle	Carrière

Tous ces grès sont des grès "sales", peu cimentés, appartenant à la formation des "grès inférieurs de Brive", sauf le n° 3, qui est très cimenté, ferrugineux, et vraisemblablement d'origine différente (apport anthropique ?).

Caractéristiques des échantillons :

- soumis au gel doux.

Echantillon	Poids sec en grammes	Poids humide en grammes	Volume en cc.	Porosité en %
1	2185,0	2348,0	995,0	16,4
2	1831,0	1929,5	791,0	12,4
3	2116,5	2218,5	904,5	11,3
4	2011,5	2194,0	950,0	19,2
5	1794,0	1962,0	854,5	19,7
6	1602,0	1751,0	759,5	19,6
7	2075,0	2273,5	989,0	20,0
8	1642,0	1803,0	784,0	20,5
9	2119,0	2353,5	1038,5	22,6
10	1311,5	1432,0	624,5	19,3
11	1962,5	2122,0	905,5	17,6
12	1791,5	1947,0	840,0	18,5
13	1511,0	1678,0	744,0	22,4
14	1863,0	2069,0	915,0	22,5
15	1601,0	1771,0	788,0	21,6
16	1483,0	1639,5	723,0	21,6
17	2081,0	2281,0	985,0	20,3
18	1434,5	1595,0	708,0	22,6
19	1945,0	2165,0	962,0	22,8
20	1248,0	1362,0	592,0	19,2

- soumis au gel intense.

Echantillon	Poids sec en grammes	Poids humide en grammes	Volume en cc.	Porosité en %
3 ²	1796,0	1899,0	783,5	13,1
5 ²	1868,5	2060,5	906,0	21,2
6 ²	1540,0	1708,0	755,0	22,2
8 ²	1754,0	1926,0	840,0	20,5
11 ²	1882,0	2040,0	872,0	18,1
14 ²	1981,0	2198,5	971,5	22,4
18 ²	2034,5	2273,0	1014,5	23,5

Observations suivant le nombre de cycles gel-dégel :

Ech.	- gel doux :					
	1 cycle	4 cycles	7 cycles	10 cycles	50 cycles	80 cycles
1		sables	sables	74 3,4 % (1)	1082 49,5%	débris
2					1 éclat 110 6%	noyau tr. fiss. 119 6,5%
3						
4		qq. sables		44 2,2%	402 20%	1020 50,7%
5		qq. sables			100 5,5%	309 17,2%
6	2 morc. sables	1 morc. eff.		88I 55%		débris
7					284 13,6%	686 33%
8	limons	4 morceaux				
9	qq. sables			25 1,1%	débris	débris
10	qq. sables	3 morceaux				débris
11	qq. sables		déb. imp.	92 4,7%	débris	débris
12		qq. sables partie inf.	écaillage base	48 2,6%	314 17,5%	747 41,7%
13	qq. sables			18 1,2%	323 21,3%	débris
14		qq. sables		7,5 0,4%	153 8,2%	1319 70,8%
15	limons sables	noyau très mou		débris		débris
16			qq. sables		510 34,3%	débris
17	sables	noyau très mou	déb. imp.	299 14,3%	débris	débris
18					débris	débris
19					débris	débris
20	qq. sables	fente imp. selon litage	déb. fins	39 3,1%	1067 85,5%	débris

(1) Le premier nombre correspond au poids des débris, le second à leur pourcentage.

- gel intense :

Ech.	1 cycle	6 cycles	9 cycles	20 cycles	30 cycles	45 cycles
3 ²						
5 ²		qq. sables	29 1,5%	84 4,5%	164 8,7%	390 20,8%
6 ²	qq. sables	sables	380 2,5%	793 51,5%	petit noyau rigide	débris
8 ²	limons	sables	noyau en 3 835 47,5%	1113 63,5	1206 68,7%	1553 88,5%
11 ²			68 3,5%	noyau rigide	noyau rigide	débris
14 ²		qq. sables	127,5 6,5%	383 19,3		débris
18 ²			57,5 2,8%	597 29,3		débris

Les résultats :

a - Pourcentage des débris :

gel doux : Après 80 alternances, le pourcentage de débris obtenu est très variable. Certains échantillons (1, 6, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19 et 20) sont complètement désagrégés, d'autres moyennement (4, 7, 12 et 14) ou peu (2,5). Dans tous les cas, la fragmentation a débuté par la libération de sables et de grumeaux soulevés par des aiguilles de glace ; et se poursuit autour d'un noyau qui reste cohérent mais très mou dès la quatrième alternance. Certains échantillons sc^d sont fragmentés en 2, 3 ou 4 morceaux principaux : dans un de ces cas, (échantillon 20), cette cassure s'est effectuée selon le litage. Dans tous les cas, c'est la base immergée du bloc qui est érodée en premier, laissant une partie des blocs en surplomb ; dans le cas de roche imbibée et de faible cohésion, cette partie a tendance à s'effondrer plus vite. Après 10 alternances, un échantillon était complètement

désagrégé, un détruit à 45 %, les autres ayant libéré en sables de 0,4 à 14,3 % de leur poids initial.

gel intense : Après 9 alternances, le pourcentage de débris libérés reste faible pour la plupart des échantillons (1,5 à 6,5 %) sauf le numéro 8 cassé en trois (le même échantillon était cassé en 4 dès la quatrième alternance à -10°). Après 45 alternances, seul le n° 5 est partiellement détruit (20,8 % de débris). Le n° 8 est détruit à 88,5 % et tous les autres sont complètement désagrégés.

b - Forme et granulométrie des débris : (Pl. 16, 17; 18, 19 et 20).

Sauf en tout début d'expérience, on ne remarque pas de blocs parmi les débris. Tous les débris appartiennent à la classe granulométrique des sables (mis à part quelques "nodules" de quartz) et le pourcentage de fraction inférieure à 50 microns reste faible :

Ech.	<i>Gel intense</i>				<i>Gel doux</i>					
	20 alt.		49 alt.		10 alt.		30 alt.		89 alt.	
	S	L+A	S	L+A	S	L+A	S	L+A	S	L+A
5			93,6	2,8					98,1	1,9
6	97,7	2,3	97,2	2,8	96,3	3,7	96,0	4,0	96,5	3,5
8	95,2	4,8	96,2	3,8	94,3	5,7	95,4	5,6	95,1	4,9
10					93,9	6,1	95,0	5,0	94,7	5,3
11			96,7	3,3					95,0	5,0
14	97,0	3,0	97,8	2,2					98,0	2,0
15					93,7	6,3	93,6	6,4	94,2	5,8
17					94,2	5,8	95,3	4,7	94,6	5,4
18	92,6	7,4	97,0	3,0					97,1	2,9

Aux erreurs d'expériences près, on ne remarque pas d'augmentation du pourcentage de fraction inférieure à 50 microns ; il ne semble donc pas y avoir de fragmentation par le gel des grains libérés. Le pourcentage de sables ne descend pas en dessous de 92 %.

c - Influence de la porosité :

Tous les échantillons sont très poreux (tableau p.17). Il est à noter que l'échantillon qui fournit le moins de débris après 80 alternances de gel doux est parmi les moins poreux. Nos échantillons sont des grès dont la porosité varie entre 10 et 23 %. Ils présentent une réponse quasi identique aux alternances gel-dégel. La porosité ne semble donc pas être en rapport direct avec la gélivité. Un travail récent (MAINGUET, 1975), confirme que les grès riches en matrice, de densité inférieure à 2,6, ont une porosité supérieure à 5 % et présentent des réactions au gel importantes ; ces réactions dépendent du degré de cimentation et non de la porosité. La cimentation de nos échantillons semble assez identique si l'on considère leurs réactions au gel : les petites différences observées doivent donc être mises au compte de la matrice. Nous nous proposons d'approfondir ce point lors de la poursuite des expériences.

d - Pourcentage du nombre de débris en fonction du nombre d'alternances : (Pl. 21, 22, 23 et 24).

gel doux : Après 89 alternances, on peut distinguer quatre familles de courbes :

- La première groupe les courbes qui restent près de l'axe des pourcentages. Elle correspond aux échantillons qui libèrent très vite un pourcentage important de leur poids initial en débris (échantillons 15, 8 et 10).
- La seconde groupe les courbes à concavité tournée vers le bas et correspond aux échantillons qui libèrent très vite un fort pourcentage de leur poids initial en débris, puis ralentissent leur désagrégation. Un seul échantillon entre dans cette catégorie, le n° 6.
- La troisième rassemble les courbes à concavité tournée vers le haut. Ces échantillons libèrent de plus en plus de débris au fil des alternances. C'est le cas de la plupart de nos blocs (1, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19 et 20). Notons toutefois que le n° 20 donne une courbe sigmoïde.
- La troisième famille correspond aux courbes qui restent sub-parallèles à l'axe des alternances, donc aux échantillons qui libèrent peu de débris. Un seul de nos blocs entre dans cette catégorie, le n° 2.

gel intense : Après 49 alternances, deux types de courbes apparaissent :

- Le premier, à concavité tournée vers le haut (échantillons 5, 12, 14 et 18). Les mêmes échantillons donnent des courbes semblables en gel doux.
- Le second, à concavité tournée vers le bas, (échantillons 6 et 8), phénomène semblable à celui observé en gel doux.

e - Ascension capillaire : (Pl. 11,12, 13, 14 et 15).

Elle est rapide pour la plupart des échantillons. Elle reste faible et lente pour les échantillons 2 et 3. L'échantillon 2 se désagrège lentement. On peut penser que la recharge en eau par ascension capillaire est plus lente, donc l'action du gel moins efficace.

Conclusions aux expériences de gélifraction expérimentale :

Les échantillons de grès soumis aux expériences proviennent du même niveau stratigraphique, celui des "grès inférieurs de Brive", dans lequel se trouvent la majorité des cavités du Bassin. Ils sont très sensibles au gel. Le gel produit une désagrégation des échantillons sous l'action de petites aiguilles de glace. Les échantillons soumis au gel doux se désagrègent moins rapidement que ceux soumis au gel intense, mais le phénomène reste très rapide. Lorsque des blocs sont fragmentés en plusieurs morceaux, ces fragments sont détruits rapidement par gélivation de reprise ; les particules libérées sont en grande part grumelleuses (phénomène déjà remarqué, MAINGUET et ali, 1971). Sous l'action du gel doux, comme sous celle du gel intense, les échantillons se répartissent en deux catégories : les premiers libèrent rapidement un grand pourcentage de leur poids initial en débris, puis ralentissent leur désagrégation ; les seconds, qui libèrent de plus en plus de débris au fil des alternances.

La granulométrie des débris montre que le pourcentage de sables reste supérieur à 90 %. On peut donc penser que dans un remplissage quaternaire, lorsque le pourcentage de fraction inférieure à 50 microns dépassera 10 %, nous ne serons pas en présence d'un dépôt par simple désagrégation, mais de sédiments ayant subi des modifications postérieures à leur mise en place, ou ayant une autre origine.

Les grès étudiés sont des grès sales, à forte proportion de matrice

et il semble que ce facteur soit le plus important dans leur aptitude à la gélivation. Ceci explique la grande extension des formations de versant sur cette roche-mère et l'important remblaiement de fond des vallées secondaires alimenté par les dépôts de pente. Ceci explique également la rapidité de remplissage des cavités et la présence, dans la majorité des cas, de séquences chronologiques courtes (1). L'existence de gros blocs, sur et dans les remplissages quaternaires, ne doit pas, à notre avis, être considérée comme les effets d'une macro-gélivation. Actuellement, la destruction des abrupts de grès se poursuit sous l'action de "pipkrakes" identiques à ceux observés en laboratoire.

En conclusion, de même que pour les grès vosgiens (MAINGUET et ali, 1971), c'est l'aptitude au gel des "grès inférieurs de Brive" qui explique la régularisation des versants, la puissance des formations de pente, la réduction des interfluves et l'important comblement des vallées (8 m de sédiment au viaduc de Planchetorte), en définitive les formes adoucies observables de nos jours.

(1) Voir conclusions générales du chapitre sur les grottes et abris.

E - Conclusions générales :

Comme le proposait MASSENAT, la gélivation semble le facteur principal de creusement d'un grand nombre de cavités. Cette gélivation s'est exercée aux émergences de nappes aquifères. En effet, les "grès inférieurs de Brive" sont perméables en grand et en petit. La position altimétrique de ces nappes ne semble pas avoir varié depuis le début du Würm. Leur possible rabattement, après le Riss-Würm, dû à un enfoncement des drains principaux, semble à exclure : nous savons que le creusement maximum des vallées de cette région date du Riss-Würm (RAYNAL, 1974-75). Ainsi s'expliquerait la présence actuelle de sources dans de nombreux abris. On doit penser que les émergences sont facilitées, guidées, par des niveaux mieux drainants, (plus grossiers, moins cimentés) mais il ne semble pas exister de lien étroit entre la position des cavités et la présence d'un banc de même lithologie (les méga-structures observables à l'affleurement sont des stratifications entrecroisées et les raccords de banc à banc sont délicats au-delà de quelques dizaines de mètres.

Formation des abris : Creusement par gélivation. Lorsque le plafond est insuffisamment soutenu, il s'effondre en créant un surplomb concave.

Formation des grottes : Les grottes *sensu stricto* sont rares mais bien caractéristiques d'un creusement par l'eau aux dépens de joints de stratification, fissures ou bancs grossiers.

Autres cavités : Elles paraissent résulter de l'action de plusieurs facteurs dans un ordre difficile à préciser. Certaines sont le résultat d'une action limitée des eaux, jointe à celle du gel. Elles peuvent en outre avoir été agrandies par érosion fluviale. Toutes semblent le siège d'éboulements de décompression des voûtes et des parois.

Les éboulements rencontrés sur et dans les remplissages d'abris ne doivent pas être mis au compte de phénomènes de macro-gélivation, mais, dans la majorité des cas, résultent d'une décompression des voûtes et des parois conformément aux schémas classiques de la spéléogénèse. Ils sont l'indice de formes jeunes ou en cours de rajeunissement. Le lien entre phases de détente et fluctuations climatiques reste à établir : on doit penser que les périodes très humides favorisent l'action fluviatile, provoquant le déblaiement et l'agrandissement partiel de cavités, entraînant ainsi des phénomènes de réajustement des contraintes à l'intérieur des voûtes et des parois. Mais de même, une cryoclase active doit être guidée par les caractéristiques mécaniques de la roche encaissante ; dans ce cas, une part importante de roche étant désagrégée en granules et en sables, les blocs d'effondrement seront de taille plus petite.

L'aptitude au gel des "grès inférieurs de Brive" explique le remplissage rapide des cavités, donc la présence de séquences chronologiques courtes (1). Elles se répartissent comme suit (2).

- Moustérien : 1.
- Périgordien ancien et Aurignacien : 2.
- Aurignacien seul : 5.
- Aurignacien et Périgordien supérieur : 3.
- Aurignacien, Périgordien supérieur et Solutréen : 1
- Périgordien supérieur : 3
- Périgordien supérieur et Solutréen : 1.
- Solutréen : 1 (dépôt de pente).
- Magdalénien : 3.
- Azilien et Mésolithique : 2.

Enfin, on peut penser que des abris existent, soit sous les alluvions de fond de vallée (Cf supra), soit complètement comblés et renferment des remplissages anciens. Ils devront être recherchés en fonction de l'existence de paléo-talus et de surplombs concaves, indices d'effondrement des anciennes avancées du toit.

(1) Chronologie basée sur les industries préhistoriques.

(2) Ne sont utilisées que les stratigraphies les plus claires ; les données existant sur des grottes telles Champs et Chez-Rose sont inutilisables. Nous donnons en annexe la liste des gisements et des industries qu'ils contenaient, ainsi que la description des stratigraphies, quand elles sont connues, à partir des publications originales.

Nous avons tenté de résumer sur la plâche 9; les différentes étapes possibles de l'évolution d'une cavité des grès : (1)

Imaginons tout d'abord un abri sous roche, creusé par gélivation, en période froide et humide. Son plafond est à concavité tournée vers le bas, régulière. Son remplissage s'effectue par désagrégation de la voûte et des parois et par la formation d'un talus, à l'aplomb de l'entrée, alimenté par le ruissellement et la solifluction (fig. 1).

Lorsque la portée de la voûte devient trop importante, l'avancée du toit s'effondre en créant un surplomb concave (fig. 2). Les blocs scellent alors une partie du remplissage antérieur. L'équilibre des contraintes mécaniques à l'intérieur de la paroi et du plafond est ainsi rompu. Deux possibilités se présentent alors :

- La période froide persiste et la désagrégation de la roche se poursuit, libérant des particules grumeleuses, des sables et des petits blocs (fig. 3).

- Une amélioration climatique s'instaure, entraîne une vidange partielle du remplissage de l'abri par les actions accrues de ruissellement et un creusement fluviatile peut s'amorcer (fig. 4). La voûte et les parois réagissent alors par grands éboulis de décompression. Ces blocs scellent le remplissage résiduel. On observe un dièdre rentrant caractéristique sur la paroi de l'abri, qui est très lentement régularisé, la désagrégation étant peu importante et limitée à la période hivernale (fig. 5).

Au début de la période froide suivante, l'abri se comble très vite et disparaît sous les formations de pente. Si l'amélioration climatique précédemment décrite correspond au Post-Glaciaire, nous trouvons aujourd'hui les abris presque remplis, avec les gros éboulis de décompression partiellement recouverts de sédiment, ou laissés à nu (fig. 6).

(1) Nous la supposons en bas de pente.

F - Annexe : Les stratigraphies des gisements des environs de Brive.

Grotte de Noailles :

de bas en haut :

- 1 - Roche en place, plancher de la cavité.
- 2 - Sable compact, jaunâtre, d'abord simple traînée, s'épaississant vers l'extérieur pour atteindre 0,60 m. Aurignacien évolué avec beau foyer à la base (foyer I).
- 3 - Sable compact gris rougeâtre, stérile, avec à sa base, éboulis de voûte. Epaisseur moyenne 0,40 m.
- 3 bis - Sable rouge très dur, d'épaisseur moyenne 0,35 m., avec beau foyer lenticulaire (foyer III). Niveau à Gravettes.
- 4 - Sable ocre, compact, avec galets et, à la base, éboulis de voûte. Début de foyer perceptible (foyer III) interrompu par le terrain remanié. Epaisseur variable, maximum 0,40 m. Niveau à burins de Noailles.
- 5 - Sable gris, friable, à débris modernes, épaisseur moyenne 0,30 m.
- 6 - Vers l'extérieur, terre végétale noirâtre, épaisseur moyenne 0,15 m. (P. ANDRIEU et J. DUBOIS, 1966).

Grotte du Raysse :

de bas en haut :

- 1 - Roc de base délité, recouvert d'éboulis, 1 m.
- 2 - Aurignacien, 0,15 m. à 0,20 m.
- 3 - Eboulis, 0,50 m à 1m.
- 4 - Périgordien supérieur, 0,20 m. à 0,25 m.
- 5 - Eboulis, 1,25 m. à 1,50 m.
- 6 - Solutréen, 0,02 m. à 0,05 m.
- 7 - Menus éboulis, 0,20 m.
- 8 - Terre végétale, 0,25 m. à 0,30 m. (Dr L. et J.H. PRADEL, 1966).

Grotte Lacoste :

de bas en haut :

- 0 - "...ces deux foyers inférieurs reposaient, comme d'usage, sur un lit d'argile compacte".
- 1 - "Le foyer que nous considérons comme le plus ancien fut le premier rencontré...".
- 2 - "La plus grande partie de ce niveau a été protégée en son milieu par la chute d'un gros bloc".
- 3 - "A la suite de cet accident, les habitants ont dû se porter en arrière et un peu à droite ; nous localisons là les foyers n°s 2. Ils étaient à peine en stratification sur le précédent. ...le reste de la couche était au contraire formé de sable argileux de couleur rosée, très meuble et très humide faisant contraste avec le niveau n° 1 qui était plus sec et plus noir.
- 4 - Les autres foyers étaient nettement superposés au n° 2. Plus minces et moins riches, ils s'étendaient en lits horizontaux dont la section noire tranchait nettement sur les éboulis intercalés.
- 5 - Sur les derniers foyers, la grotte a été comblée à peu près entièrement par du sable ; celui-ci était disposé en lits minces, stratifiés horizontalement, ce qui paraît indiquer un dépôt par des courants d'eau lents".
(A. et J. BOUYSSONIE, et L. BARDON, 1910).

Grotte de Chanlat :

- 1 - "Des tribus de chasseurs de rennes la remarquèrent alors que, comme la plupart des autres grottes creusées dans le grès, elle était vide à peu près jusqu'au sol rocheux, et l'habitèrent.
- 2 - Après interruption et formation d'une couche d'éboulis...
- 3 - Elle fut fréquentée de nouveau, à deux reprises rapprochées, enfin abandonnée ;
- 4 - Et le remplissage se continua jusqu'à la voûte.
(J. BOUYSSONIE et H. DELSOL, 1950).

Grotte des Morts :

"...elle présente cette particularité d'avoir un remplissage d'argile et non de sable".

"...l'épaisseur des dépôts de 50 cm en moyenne... Nous avons distingué trois niveaux superposés, correspondant sans doute à trois occupations successives ; la couche superficielle formant terre végétale, mais non cultivée, a pu subir quelques remaniements de peu d'importance".

(A. et J. BOUYSSONIE et L. BARDON, 1939).

Grotte de Prê-Aubert :

de bas en haut :

- 1 - "quelques blocs déjà tombés...".
- 2 - "le sol fut aplani, revêtu d'une couche d'argile et, par place, d'un pavé de cailloux".
- 3 - "couche plus ou moins épaisse de sable et de petits blocs provenant des parois qui se désagrègent très facilement".
- 4 - "puis vinrent d'autres habitants de la même civilisation...".
- 5 - "après eux, nouvel abandon, suivi d'un retour passager".
- 6 - "enfin...vinrent à deux reprises des hommes nouveaux...".
- 7 - "d'autres éboulements survinrent".
- 8 - "lentement, un dépôt de sables parfaitement stratifiés (comme nous en avions déjà remarqué à la Coumba del Bouïtou et à la grotte Lacoste) combla presque entièrement la cavité encore existante".

(L. BARDON, A. et J. BOUYSSONIE, 1924).

Grotte de Chez-Rose :

Sur 1,60 m de profondeur, le sol était constitué d'un sable sec et aggloméré, fort pénible à creuser. Aucune trace de foyers ; épars dans toute l'épaisseur, des silex taillés appartenant à toutes les époques. Le rocher fut rencontré à 1,60 m de profondeur.

(L. BARDON, A. et J. BOUYSSONIE, 1924).

Grotte Dufour :

"La stratigraphie que nous avons rencontrée est semblable à celle de J. BOUYSSONIE. Sur le roc repose directement la couche archéologique d'une épaisseur de 0,20 m. à 0,30 m., avec foyers disséminés, recouverte de sable (1m.) contenant des éboulis de dimensions très variables".
(L. PRADEL, 1968).

Grotte de la Renardière :

"Partant du sol actuel, nous trouvons :

- une couche de sable gris à débris modernes, stérile, d'une quinzaine de centimètres d'épaisseur en moyenne.
- une couche de sable brun-rouge ou ocre, à traînées noires de 35 cm en moyenne, avec éclats et débris osseux (couche A).
- une très mince couche de sable aggloméré, blanche et noire, avec petits galets de quartz.
- une couche de sable brun-rouge ou jaunâtre, d'une vingtaine de centimètres, avec éclats et débris osseux (couche B).
- une très mince couche de sable aggloméré, avec petits galets de quartz, doublée dans le fond de la grotte d'une couche argileuse.
- une couche de sable rougeâtre à l'entrée et gris blanc à l'intérieur, d'une quinzaine de centimètres (couche C), stérile au fond de la grotte et comportant sous le porche une très mince traînée d'éclats et d'outils au contact même du rocher.
- enfin, le rocher formant plancher de la cavité.

(J. BOUYSSONIE, P. ANDRIEU, J. DUBOIS, 1960).

Talus de Lacam :

de bas en haut :

Couche 1 : sable blanc.

Couche 2 : foyer solutréen, sable gris, épaisseur 0,35 m.

Couche 3 : sable marron clair, épaisseur 0,65 m.

Couche 4 : sable marron foncé, épaisseur 0,35 m.

Couche 5 : sable et gravier blanchâtres de ruissellement, épaisseur 0,55 m.

- Couche 6 : sable bigarré, épaisseur 0,25 m.
 Couche 7 : sable argileux jaune verdâtre, épaisseur 0,15 m.
 Couche 8 : sable blanc, épaisseur 0,30 m.
 Couche 9 : sable argileux jaune verdâtre, épaisseur 0,15 m.
 Couche 10: mélange humus et sable de couleur rougeâtre
 Couche 11: sable de surface contenant des objets magdaléniens provenant des couches situées sur le flanc du coteau, épaisseur 1,80 m.

(J. BOUYSSONIE, 1937)

"On pouvait reconnaître, sur une coupe à peu près verticale (épaisseurs données approximatives) :

- 1 - La terre végétale, constituée surtout d'un sable gris très meuble (1,60 m). Des silex se trouvent dans la partie supérieure de cette couche, mais surtout plus à l'Ouest, et de nombreux fragments de céramique, surtout à l'Est ;
- 2 - une première couche de sable (2 m) bien stratifié, lits blancs et lits rubéfiés intercalés, minces, horizontaux dans le sens parallèle au flanc de la colline, mais d'épaisseur croissante et fortement inclinés (pente de 15 à 20 %) dans le sens perpendiculaire, c'est-à-dire vers le Sud, vers la rivière, s'avancant ainsi jusqu'à une soixantaine de mètres. De très rares silex dans cette couche ; ils ont pu s'y infiltrer de plus haut. C'est là évidemment un dépôt de pente : la colline est constituée de grès triasique (dit "brasier") qui se désagrège facilement en un sable blanc, grossier et assez pur ;
- 3 - une couche (40 cm) beaucoup plus dure, très rubéfiée, qui, elle aussi, s'incline vers le Sud, mais en s'amincissant et en durcissant au point de devenir un lit de grès à ciment ferrugineux. C'est sans doute un ancien sol resté longtemps à l'air, qui fut du reste raviné par place, comme on pouvait le voir dans la coupe ;
- 4 - nouvelle couche de sable (1,60 m) blanc ou à peine rosé, plus meuble, avec quelques lits rougeâtres, ondulés, et quelques poches rubéfiées. Encore un dépôt de pente, sans doute, mais moins régulier que le premier ;
- 5 - autre couche de sable (1,40 m) plus dur, rouge assez clair, non stratifié ;
- 6 - enfin apparaît un sable argileux vert, le même qui forme presque toujours le fond des dépôts dans nos grottes de grès, et qui se trouve ici au niveau de la base de l'exploitation, à la hauteur de la route voisine. Les dépôts intercalés entre le banc rouge et le banc vert (le premier vient, en biseau, au contact du second) constituent, semble-t-il, une

formation loessique d'âge ancien.../...Cependant, signalons, pour terminer, que l'année suivante, mais notablement plus à gauche, s'est trouvée, à peu près à la hauteur du 4^o niveau ci-dessus indiqué, une couche à industrie solutréenne que rien ne permettait de soupçonner..." (J. F. PEROL, 1938).

Grotte de Bassaler-Nord :

de haut en bas :

- 1 - Terre végétale et matériaux provenant de la désagrégation de la voûte.
- 2 - Sable gréseux : 0,60 m.
- 3 - Sable très argileux blanc-jaune : 0,05 m.
- 4 - Couche supérieure de Périgordien à burins de Noailles (niveau II) : 0,10 à 0,15 m.
- 5 - Sable et, dans la partie remaniée, couche du haut moyen-âge : 0,40 m.
- 6 - Argile blanche : 0,05 m.
- 7 - Couche inférieure d'Aurignacien type Dufour (niveau I) : 0,20 m. environ.
- 7a- Argile souvent imprégnée d'ocre rougeâtre : 0,10 m.
- 8 - Sable blanc très meuble imprégné d'eau : 0,25 m.
- 9 - Sable jaune meuble imprégné d'eau : 0,25 m.
- 10- Argile blanche très compacte, puis affleurement de grès.
- 11- Zone remaniée.

(J. COUCHARD et D. de SONNEVILLE-BORDES, 1960).

Grotte de la Coumba del Bouïtou :

- 1 - "A la base, immédiatement sur le rocher de grès blanc, s'étendait un lit compact d'argile rouge, verte ou blanche, aux couleurs tranchées.
- 2 - Sur ce sol, les foyers inférieurs se rencontraient sur toute la largeur de la grotte...
- 3 - Au-dessus, des éboulis forment une couche d'épaisseur variable, de 30 à 80 centimètres environ, passant latéralement à du sable stérile.
- 4 - Couche rouge indice d'un nouveau foyer...placé faiblement en dos d'âne sur les éboulis" (foyer n° 2).
- 5 - "Lit de petits cailloux", sur le foyer n° 2, en avant de l'abri.
- 6 - Dans le fond de l'abri, sur le foyer n° 2 : "au-dessus, de nouvelles couches noires, de moins en moins importantes, apparaissaient, formant nos foyers n° 3 et 4. D'autres chutes de morceaux de plafond avaient

eu lieu, et l'habitation continua sur ces blocs, jusqu'à ce qu'enfin, la grotte fut abandonnée".

- 7 - "Tout ce système de foyers était...recouvert d'une couche de déblais fort épaisse, sans aucun silex, se subdivisant ainsi : à la base, un lit d'argile ; puis des sables stratifiés et des sables d'éboulis... Le lit d'argile verte, épais de 3 à 4 centimètres à peine, sensiblement horizontal, allait toucher la voûte intérieure et se continuait sur le devant par un lit de petits cailloux lavés, incliné vers l'extérieur et déjà signalé. Comme nous avons trouvé des silex empâtés à la base du dépôt d'argile, il a dû se former aussitôt après l'abandon de la grotte... Au-dessus, le dépôt de sable, parfaitement stratifié, allait jusqu'à atteindre, à plus de 4 mètres au-dessus des foyers, le plafond même de la grotte, vers la droite. Il était curieusement formé de lits de sable superposés, sans aucun remaniement à l'intérieur. (chacun de ces lits était épais de 1 ou 2 centimètres au plus, et formé de grains de sable de grosseur décroissante de bas en haut. Ces dépôts avaient leur point culminant à droite sous le bord du plafond actuel, et allaient s'inclinant légèrement à gauche, vers l'intérieur et l'extérieur. Certains bancs avaient des lits plus inclinés et disposés comme des formations alluviales dans les lacs, en miniature....".

(L. BARDON, A. et J. BOUYSSONIE, 1907).

Grotte de Prê-Neuf :

de bas en haut :

- 1 - Sable argileux rouge, stérile, de 10 à 20 centimètres d'épaisseur.
 - 2 - Au-dessus se trouvaient les silex et les os disséminés dans 80 centimètres de sable ou de cendres ; aucune superposition tangible, mais aussi nul remaniement, à part quelques terriers de blaireau.
 - 3 - Le tout était recouvert de terre végétale épaisse de 40 à 50 centimètres.
- (J. BOUYSSONIE et H. DELSOL, 1924).

Grotte de Bos del Ser :

de haut en bas :

- 1 - Sable stérile extrêmement sec et dur, 1,50 m.

2 - Niveau archéologique : "couche de sable rouge très dur, épais de 40 à 50 centimètres, avec nombreuses traces de foyers...Il n'y avait pas de superposition nette. A part quelques pièces d'allure moustérienne remarquées tout à fait à la base, il n'y a pas de succession d'industrie, et l'outillage a été trouvé parfaitement homogène dans toute l'épaisseur de la couche".

(J. BOUYSSONIE, 1923).

Grotte de la Font-Robert :

"Le gisement ne présentait pas de niveaux stratigraphiques, mais seulement de la terre végétale d'épaisseur très variable, contenant quelques silex ; et, au-dessous, la couche archéologique qui s'étendait sur toute la terrasse et pénétrait peu dans la grotte. Son épaisseur moyenne était de 0,20 m avec quelques variations dues aux dénivellements du sol".

(L. BARDON, A. et J. BOUYSSONIE, 1920).

Grotte de la Font-Yves :

"Le plafond, qui devait être assez mince, et s'avancer notablement, tomba sans doute tout d'une pièce sur le gisement et en scella pour ainsi dire la plus grande partie. Après le déblaiement, on ne trouva que le fond extrême de l'ancienne cavité, d'ailleurs vide, qui subsiste encore. Le sol sous-jacent était constitué d'une couche de terre noirâtre, en pente légère vers la vallée ; il contenait le mobilier archéologique ordinaire aux environs de Brive..."

(L. BARDON, A. et J. BOUYSSONIE, 1920).

Grotte de Thévenard :

"La stratigraphie n'a pu être nettement établie..."

(L. BARDON, A. et J. BOUYSSONIE, 1920).

Grotte de Lacam :

de haut en bas :

Sable D : épaisseur maximum 1,10 m, remanié.

couches inférieures A, B et C : de couleur plus foncée que D, atteignaient en amont leur plus grande épaisseur (C : 0,65 m, B : 0,54 m, A : 0,45 m), s'amincissaient vers l'aval.

(L. et H. KIDDER, 1936).

Gisement de Chez-Pourrê - Chez-Comte :

de bas en haut :

a - Sol rocheux.

b - Sable et blocaille de grès, concrétions en traînées de sable ferrugineux parfois très dures, 0,40 m. Les concrétions semblent localisées au sommet de cette couche (0,10 m).

c - foyers noirs mouchetés de blanc (os), de consistance dure (0,50 m).

d - Sable gris, avec quelques poches cendreuses (?), à peu près stérile, avec petits éboulis de brasier (0,50 m).

e - Niveau archéologique moyen, couleur brune (0,30 m).

f - Couche limoneuse très dure, un peu rougeâtre, parcourue de perforations vermiculaires, nombreuses petites alvéoles (0,20 m).

g - Niveau archéologique supérieur, limoneux, rubéfié, 0,20 m.

h - Terre végétale sableuse, 0,30 à 0,40 m.

(J. BOUYSSONIE, 1944 et 1958 ; L. et J.H. PRADEL, 1973).

Grotte de Puy-Jarrige :

de haut en bas :

1 - Sable avec un seul instrument en bois de cerf, 0,35 m, Néolithique (?).

2 - Couche archéologique comprenant un foyer très dur de 3 x 2 m et 0,12 m d'épaisseur moyenne, Paléolithique supérieur (Périgordien).

(Ph. LALANDE, 1869).

Grotte de "Puy-Lenti" :

"La désagrégation de la voûte a recouvert le sol primitif d'une couche de sable variant entre 0,60 m et 0,70 m d'épaisseur. C'est à cette profondeur que se trouvait le foyer, vers la paroi de droite".

(J. BEAUFORT, 1890).

<i>Gisements</i>	<i>Industries préhistoriques</i>
Noailles	Aurignacien, Périgordien IV et V.
Le Raysse	Aurignacien, Périgordien sup., Solutréen.
Lacoste	Périgordien sup.
Chanlat	Aurignacien.
Les Morts	Aurignacien (?), Périgordien sup.
Pré-Aubert	Périgordien sup., Solutréen.
Chez-Rose	?
Dufour	Aurignacien.
La Renardière	Aurignacien.
Lacam	Solutréen (talus), Magdalénien.
Bassaler-Nord	Aurignacien, Périgordien V .
Coumba del Bouïtou	Aurignacien.
Pré-Neuf	?
Bos del Ser	Aurignacien, Périgordien ancien.
Font-Robert	Périgordien sup.
Font-Yves	Aurignacien.
Thévenard	Magdalénien.
Chez-Pourré - Chez-Comte	Moustérien.
Puy-Jarrige	Néolithique (?), Périgordien sup.
Puy-Lanti	Aurignacien (?), Périgordien sup.(?).

DEUXIEME PARTIE

Les Méthodes de Recherche

Les méthodes d'étude que nous avons employées sont exposées en détail. Un chapitre est consacré aux méthodes sédimentologiques et aux analyses chimiques qui permettent de mettre en évidence les actions climatiques qui ont présidé au dépôt et à la transformation des sédiments.

Un second chapitre rappelle les principales caractéristiques des minéraux argileux susceptibles d'être rencontrés dans les sédiments étudiés.

LES REMPLISSAGES QUATERNAIRES DES GROTTES ET ABRIS

METHODES D'ETUDE

Le but des analyses est la connaissance, aussi parfaite que possible, du dépôt sous ses divers aspects :

- texture,
- structure,
- composition chimique.

L'interprétation des résultats permet de mettre en évidence le mécanisme de sédimentation, de retracer l'histoire des modifications postérieures à sa mise en place, et ouvre la voie à la reconstitution paléoclimatique.

Les méthodes de recherche utilisées sont de deux ordres :

- études de terrain,
- études en laboratoire.

I - ETUDES DE TERRAIN

Elles se résument à l'étude de stratigraphies de remplissages de grottes et abris, mises au jour par des travaux de fouilles archéologiques auxquels nous avons participé. Nous avons pu ainsi suivre de façon précise les variations latérales de faciès. L'étude des coupes est menée de la façon suivante :

- établissement de la stratigraphie,
- description des niveaux,
- prélèvement des échantillons.

A - Etablissement de la stratigraphie :

Il est nécessaire de différencier la *couche géologique* proprement dite (correspondant à un mode de dépôt particulier), de l'altération pédologique postérieure qui a pu l'affecter. Ainsi, un même sol peut recouvrir plusieurs couches successives, ou bien, une même couche a pu subir plusieurs pédogénèses. La stratigraphie est donc établie par :

- la recherche des coupures importantes qui permet de différencier les couches géologiques,
- la distinction de niveaux à l'intérieur d'une même couche à l'aide de critères descriptifs calqués sur ceux établis par C. THIBAUT (1970) mais adaptés à notre type de sédiment.

B - Description des niveaux :

Elle renseigne sur :

- l'épaisseur moyenne ou maximale,
- la texture,
- la couleur (donnée à l'aide du code expolaire de Cayeux et Taylor),
- la forme et la nature des limites,
- la structure observable à l'oeil nu (macro-structure),
- la macro-porosité,
- la plasticité,
- l'adhérence,
- les particularités du niveau s'il en présente : hydromorphie, tâches, racines, outils préhistoriques etc...

Nous utilisons la fiche descriptive suivante (d'après C. THIBAUT 1970).

Gisement : Date : Echantillon n° :
 Zone : Couche : Niveau : Horizon :

I - LIMITES :

Netteté : brutale, distincte, graduelle, diffuse,
 Régularité : régulière, ondulée, irrégulière, interrompue,

II - DONNEES ANALYTIQUES :

lentille, lit régulier,

Epaisseur :

Couleur du fond : sec : humide :

Taches :

couleur		contraste	nombre	dimensions	limites	formes
S	H					

Teneur en matière organique :

Teneur en calcaire :

Texture : limon

argile plastique

sable fin

argile sableuse

sable moyen

argile sablo-limoneuse

sable grossier

argile à cailloux

sable argileux

cailloutis argileux

Importance relative des divers éléments :

	absent	rares	nombreux	très nombreux
Blocs				
Cailloux				

Structure :

- 1 - a - Particulaire : cendreuse, fibreuse, feuilletée,
- b - Massive ou continue : ciment, grès, poudingue,
- c - Fragmentaire : lamellaire, squameuse, feuilletée,
- prismatique, colonnaire,
- cubique, en plaquettes,
- (f.arr.) spheroidale, grenue, grumeleuse, poudreuse, farineuse,
- (f.ang.) polyédrique, nuciforme (=sub-anguleuse),

2 - a - Combinaison de plusieurs types d'éléments structuraux :

b - Concrétions : forme taille couleur composition

c - Litage : stratification : fissures : canaux :

Alvéoles :

d - Classe des unités structurales :

très fine fine moyenne grossière très grossière

e - Degré de développement : 0 : 1 : 2 : 3 :

Consistance :

1 - Etat trempé :

a - adhésion : non collant, peu collant, collant, très collant;
 b - plasticité : non plastique, peu plastique, plastique, très plastique,

2 - Etat humide :

meuble, très friable, friable, ferme, très ferme, extr. ferme,

3 - Etat sec :

meuble, peu cohérent, peu dur, dur, très dur, extr. dur,
 Porosité : compact, assez poreux, poreux, très poreux,

forme des pores :

diamètre des pores :

Cimentation : continue, discontinue,
 peu cimenté, cimenté, fortement cimenté, très cimenté,

bréchification :

bancs et lits ferrugineux :

Enracinement : actuel, fossile,

1 - Espèces :

2 - Taille des racines : grosse, moyenne, chevelu,

3 - Direction générale : verticale, oblique, horizontale,

4 - Abondances :

Formations spéciales :

coatings,

slickensides,

racines mortes, racines ferruginisées, charbon de bois, empreintes végétales,

éléments remaniés :

activité biologique :

Apports humains :

Notes complémentaires :

- en grotte : intérieur, extérieur, sous surplomb, non abrité,

- sous abri : abrité, non abrité, sous cheminée,

- dépôt de pente :

- dépôt mixte :

- orientation :

- % pente : très faible, faible, moyenne, forte, très forte,

- roche-mère : bancs massifs, stratifications entrecroisées,

- effondrements : dans le niveau, sur le niveau,

C - Echantillonnage :

Nous avons procédé à un échantillonnage serré pour chaque coupe observée. La prise d'échantillons a été faite selon des "colonnes" continues de prélèvements afin :

- de suivre le plus précisément possible l'évolution verticale du sédiment,
- de pouvoir mieux mettre en évidence les variations latérales entre plusieurs colonnes.

Chaque échantillon correspond en principe à une puissance de 5 cm de coupe ; dans certains cas (chimie détaillée des niveaux mésolithiques du gisement de Chez-Jugie) il a été procédé à un échantillonnage tous les un ou deux centimètres. Toutes les analyses de laboratoire ont été effectuées sur le même échantillon (granulométrie, chimie, argiles, pH).

II - ETUDES EN LABORATOIRE

A- - ANALYSE SEDIMENTOLOGIQUE DE LA FRACTION FINE

1° - Analyses granulométriques

Elles permettent de définir la *texture* du sédiment, c'est-à-dire les proportions relatives des grains de différentes tailles qui le composent (1), mettent en évidence le *classement* des particules et renseignent sur les agents de transport et les illuviations qui ont affecté les couches après leur dépôt.

On utilise :

- le *tamissage mécanique* entre 2 mm et 50 μ .
- la *densimétrie* pour les particules inférieures à 50 μ , lorsque la séparation mécanique devient moins précise, voire impossible (MERIAUX, 1957).

(1) La classification est celle préconisée par P. DUCHAUFOR (1965) : sables, de 2 mm à 0,050 mm ; limons, de 0,050 mm à 0,002 mm ; colloïdes minéraux (ou "argiles"), moins de 0,002 mm. En accord avec C. THIBAUT (1970) nous dirons que : "la définition texturale d'un sédiment indique d'abord le nom de la phase prépondérante, suivi d'un adjectif composé ou simple selon que les deux autres phases sont bien représentées ou non, et dans le premier cas il faut respecter l'ordre d'importance. Exemple : limons argilo-sableux, sables argileux".

- *Mode opératoire*

a - densimétrie :

100 g environ de sédiment inférieur à 2 mm est minéralisé par attaque à l'eau oxygénée à 110 volumes, à chaud (destruction de la matière organique). Le résidu est rincé, séché en étuve à 60 °c, puis finement dissocié.

30 g de ce résidu sont prélevés, mis en présence de 100 ml d'hexamétaphosphate de sodium en solution normale (40 g/l), et agités par rotation pendant quatre heures. Cette solution est complétée à 1000 ml à l'aide d'eau déminéralisée, puis neutralisée, voire légèrement basifiée par adjonction de quelques gouttes d'ammoniaque.

L'éprouvette est alors agitée par retournement durant une minute en prenant soin d'éviter une chute turbulente des particules.

Aussitôt cette éprouvette posée, on introduit un densimètre dans la suspension. Les mesures de densité sont effectuées aux temps de :

1 mn, 2 mn, 3 mn, 5 mn, 10 mn, 15 mn, 30 mn, 1 h, 2 h et 30 mn, 17 h.

A partir des résultats obtenus, la lecture d'abaques permet de déterminer :

- le diamètre des particules restant en suspension à chacun de ces temps,
- leur pourcentage, qu'il faut corriger en fonction des écarts de la température par rapport à l'optimum de 20 °c.

b - tamissage

Il permet de connaître la répartition granulométrique des éléments de taille comprise entre 2 mm et 0,050 mm.

Les 30 g de sédiment de la densimétrie sont tamisés sous l'eau à 50 µ. La fraction sableuse est ainsi récupérée et séchée à l'étuve.

Elle est ensuite placée sur la colonne de 13 tamis AFNOR (1) et secouée durant 15 mn. Les mailles des tamis sont de 1,25 - 0,80 - 0,50 - 0,40 - 0,315 - 0,25 - 0,16 - 0,100 - 0,080 - 0,063 - 0,050 mm.

Le refus de chaque tamis est ensuite pesé et son pourcentage en poids calculé.

(1) Selon les normes AFNOR, les mailles des tamis sont en progression géométrique de raison $\sqrt[10]{10}$.

- Interprétation

Deux séries de points sont ainsi obtenues :

- l'une de dix points comprise entre 50 et 2 ,
- l'autre de treize points, allant de 2 mm à 50.

Elles permettent de construire deux courbes cumulatives complémentaires sur papier semi-logarithmique à quatre modules. Malgré les précautions de manipulation, il est très rare que ces deux ensembles se raccordent parfaitement : d'une part, la loi de STOCKES fait appel à des cas parfaits (sphéricité de particules de même densité, écoulement laminaire, etc...), d'autre part, les variations de température ont une grande influence lors de la manipulation. Conformément à la méthode préconisée par C. THIBAUT (1970), les courbes obtenues par densimétrie sont systématiquement translatées de manière à ce qu'elles se raccordent parfaitement à celles obtenues par tamisage, considérant que ces dernières sont les plus exactes. Dans ces conditions, la forme de la courbe au niveau des limons n'est en rien changée, la correction se faisant d'une manière générale dans le sens d'une augmentation du taux de colloïdes. L'expérience montre que les sédiments très sableux donnent des raccords très bons, la variation maximale étant de l'ordre de 2 %. De cette manière, les résultats restent comparables pour les échantillons d'une même coupe.

A partir de ces courbes, on établit des *diagrammes stratigraphiques*, pour suivre l'évolution verticale des différentes classes granulométriques sur une même coupe.

Pour cela on porte :

- en ordonnées les différents niveaux géologiques,
- en abscisses, les pourcentages respectifs des sables, limons et argiles.

Il est également possible de déterminer sur les courbes la médiane M_d , le premier quartile Q_1 et le troisième quartile Q_3 . Enfin, il est possible d'évaluer le classement des éléments en mesurant l'indice d'hétérométrie H_e de CAILLEUX (CAILLEUX et TRICART 1959).

Il est préférable d'utiliser cet indice Hé plutôt que le Qdphi de KRUMBEIN car ce dernier nécessite l'utilisation du troisième quartile. Or, pour certaines de nos courbes granulométriques, le troisième quartile n'est pas mesurable, par exemple lorsqu'apparaît une illuviation ou dans le cas de faciès de décantation. De plus, alors que le Qdphi concerne l'ensemble de la courbe, l'indice d'hétérométrie ne se mesure que sur une partie de celle-ci ; il devient alors possible, dans le cas d'une courbe à paliers, de définir un indice pour les sables et un indice pour les limons.

B - MESURES DU pH

Les mesures du pH d'un même échantillon dans deux solutions, l'une d'eau déminéralisée, l'autre de chlorure de potassium normal, donnent deux valeurs différentes. Celles obtenues avec le chlorure de potassium sont toujours les plus faibles "par suite d'un échange des bases entre les ions K^+ de la solution et les ions H^+ du complexe absorbant". (C. THIBAUT, 1968). La différence entre les deux valeurs obtenues s'appelle le Δ pH (J. FRANC de FERRIERE, G. MILLOT, H. PAQUET, C.E. RIEDEL, 1963). Il semblerait qu'elle soit en relation directe avec le degré d'altération du sédiment et permette de déceler les paléosols, même faibles (THIBAUT, 1968). Toutefois, la difficulté d'interprétation de certains résultats pourrait s'expliquer par une importance accrue des forces de solvation lors de la mise en suspension des échantillons (LAZZLO, 1974).

- Mode opératoire

Deux fois 10 g de sédiment (tamisés à 2 mm) sont placés dans des béchers de 50 ml. On ajoute alors :

- 20 cc d'eau déminéralisée dans l'un,
- 20 cc de chlorure de potassium en solution normale dans l'autre.

Le pH de chaque suspension est mesuré au bout de 24 h à l'aide d'un pH-mètre (potentio-pH-mètre Quéré au 1,20°). La différence entre les deux pH mesurés représente le Δ pH.

C - CALCIMETRIE

Les carbonates sont peu importants dans la Roche-Mère. Par conséquent, nous n'avons effectué qu'un petit nombre de calcimétries en traitant 100 g de sédiment inférieur à 2 mm par l'acide chlorhydrique.

D - ANALYSES CHIMIQUES

C'est à J.M. LE TENSORER que revient le mérite d'avoir systématisé l'utilisation des analyses chimiques pour l'étude des remplissages quaternaires : "la composition chimique des remplissages quaternaires d'un sédiment est en effet très variable et due, avant tout, à la composition de la roche-mère ; mais, lorsque cette dernière demeure sensiblement la même tout au cours d'un remplissage, la variation des constituants devient tout à fait significative des évolutions climatiques" (LE TENSORER, 1970).

Nos analyses ont uniquement concerné les éléments totaux réserves du sédiment.

- Mode opératoire

a - mise en solution des constituants :

1 g de sédiment brut, séché et tamisé à 0,25 mm, est attaqué par l'acide chlorhydrique 12 N à chaud pendant deux heures. Après refroidissement, filtrer et recueillir le filtrat dans une fiole jaugée de 250 ml. Ajuster à 250 ml.

b - dosages :

Ils sont effectués sur un spectrophotomètre de flamme par absorption atomique (SAFAS Sp AA 1900). Avant de procéder aux mesures, on ajoute dans chaque fiole une pincée d'oxyde de lanthane qui joue le rôle de tampon spectral.

Les éléments suivants sont dosés :

Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Ba, Sr, Li, Cu.

Le silicium et l'aluminium sont dosés par colorimétrie sur un spectrophotomètre Jean et Constant.

Les valeurs obtenues en P.P. M. sont corrigées en 0/00, portées sur des diagrammes stratigraphiques et renseignent sur les pédogénèses.

E - ETUDE DES MINÉRAUX ARGILEUX

Les minéraux argileux contenus dans les sédiments hérités des roche-mères et transformés par les mécanismes de la pédogénèse. Leur étude renseigne donc sur :

- l'origine des dépôts,
- les transformations successives qui les ont affectés.

- Préparation des échantillons :

100 g de sédiment brut sont mis en suspension dans 300 cc d'eau déminéralisée environ, puis agités par rotation pendant 1 H 30. Le contenu des flacons est transvasé dans des béchers, puis laissé à reposer pendant 1 H 30. On pipette alors 20 cc de suspension (100 cc si le sédiment est pauvre en argiles), on centrifuge et on récupère le culot. La pâte est étalée sur des lames minéralogiques, entre deux bandes de ruban adhésif. On obtient ainsi, après nettoyage, des lames orientées d'épaisseur constante. On prépare deux lames pour chaque échantillon : les lames sont ensuite séchées. Pour chaque échantillon, une des lames est alors placée durant 24 h dans une enceinte saturée en vapeurs d'éthylène-glycol.

- Analyse au diffractomètre :

La nature des argiles est déterminée à l'aide d'un diffractomètre C.G.R. de type THETA 60 à tube scellé. La raie du rayonnement du cuivre est sélectionnée par un monochromateur de GUINIER. Trois diagrammes sont réalisés pour chaque échantillon :

- un *diagramme normal*, à partir de l'échantillon brut "irradié dans l'espace angulaire compris entre 1 et 14 °" (LATOUCHE, 1968).
- un *diagramme après traitement à l'éthylène-glycol*.
- un *diagramme après passage au four à 550 °*.

- *Interprétation des résultats :*

Les minéraux sont caractérisés sur les diffractogrammes par des raies qui leur sont propres.

Le tableau suivant regroupe les principales valeurs en degré θ pour les différentes familles de minéraux (raie $K\alpha$ du cuivre) :

Minéraux Argileux	TRAITEMENT		
	Normal	Ethylène-Glycol	Four
<i>Kaolinite</i>	6 ° 15 12 ° 45	idem	+
<i>Illite</i>	4 ° 40 8 ° 80 à 8 ° 90 13 ° 30 à 13 ° 35	idem	idem
<i>Montmorillonite</i>	2 ° 90	2 ° 60	4 ° 40
<i>Vermiculite</i>	3 ° 15 6 ° 10 9 ° large 12 ° 50	3 ° 15 6 ° 10 9 ° large	4 ° 40 8 ° 80 13 ° 30
<i>Chlorite</i>	3 ° 15 6 ° 20 9 ° 30 à 9 ° 40 12 ° 50 à 12 ° 60	idem	3 ° 20

La comparaison de l'intensité des raies principales des différents constituants permet une appréciation semi-quantitative des proportions relatives des minéraux argileux présents dans l'échantillon (LATOUCHE, 1968). Elle permet d'apprécier l'évolution des proportions de chaque minéral pour les différents niveaux d'une même coupe.

Les valeurs du rapport $A = \frac{\text{Intensité de la raie 001}}{\text{Intensité de la raie 002}}$ de l'Illite

(KLINGEBIEL et LATOUCHE, 1963) sont en relation avec le lessivage des sédiments et apportent des indications sur le degré d'altération des dépôts.

Enfin, des minéraux non argileux peuvent apparaître sur les diffractogrammes. C'est le cas du quartz (raies à $10^{\circ} 44$ et à $13^{\circ} 29$).

CLASSIFICATION GENERALE

=====

DES DIFFERENTS TYPES DE MINERAUX ARGILEUX RENCONTRES

=====

L'étude détaillée des différents types de minéraux argileux n'entre pas dans le cadre de ce travail. Nous nous contenterons donc de ne rappeler que les caractéristiques essentielles des principales familles que nous avons rencontrées.

I - CARACTERES GENERAUX

Les minéraux argileux appartiennent au groupe des phyllosilicates. La trame silicatée s'étend de façon infinie dans un plan (001).

- Chaque feuillet résulte de l'assemblage :
 - d'un réseau de tétraèdres (Te) ayant leurs bases jointives dans un même plan (001) à maille hexagonale, et leurs sommets orientés dans une même direction. Ces tétraèdres possèdent des oxygènes sur chacun de leurs sommets, et en général des atomes de silicium sur leurs centres ;
 - d'un réseau d'octaèdres (Oc) dont les sommets forment deux plans (001) d'anions O et OH. Aux centres de ces octaèdres se trouvent des cations.
- Cette couche octaédrique peut être :
 - de type gibbsite à 2Al^{+++} (type dioctaédrique : deux sites octaédriques sont occupés sur les trois possibles),

Pour la rédaction de ce chapitre, nous avons largement utilisé les ouvrages de LATOUCHE (1968), MILLOT (1964) et KERVAZO (1973).

- de type brucite : aux 2 Al^{+++} se sont substitués
3 Mg^{++}

(type trioctaédrique : tous les sites possibles
sont occupés.

- Les feuillets sont liés entre eux par des forces de VAN DER WAALS,
- Des Al^{+++} peuvent parfois se substituer à certains Si^{++++}

Il en résulte une déficience électronique créant des valences
libres.

Des cations viennent alors former des ponts, impliquant la
naissance de liaisons ioniques interfoliaires.

II - CLASSIFICATION

A - MINÉRAUX PHYLLITEUX SIMPLES

1° - Minéraux à 2 couches

- La Kaolinite

Te - Oc	Épaisseur des feuillets	7,15 Å
raies caractéristiques	001	à 7,19 Å
	002	à 3,57 Å

Les feuillets, électriquement neutres, sont unis par des forces
de VAN DER WAALS (auxquelles viennent s'ajouter des liaisons hydrogènes).
Le manque de capacité d'échange confère au minéral sa grande stabilité :

Il est insensible au glycol,
par contre, la chaleur provoque un affaissement de son réseau.

On peut y rattacher deux groupes :

- les kaolinites désordonnées ou *fire-clays*,
- les halloysites, chez lesquelles des couches d'eau viennent
s'insérer entre les feuillets. Leur déshydratation donne
naissance de manière irréversible à des méta-halloysites.

2° - Minéraux à 3 couches

Te - Oc - Te

Les ions Al^{+++} viennent, une fois sur quatre, remplacer les
ions Si^{++++} dans la couche tétraédrique. Le déficit de charge doit alors
être compensé par l'introduction de cations.

On distingue :

- Les Micas

illite :	Epaisseur des feuillets	10 Å
raies caractéristiques	001 à 10 Å	forte
	002 à 5 Å	moyenne
	003 à 3,32 Å	forte

Il existe "tous les termes de passage granulométriques et minéralogiques entre le mica bien cristallisé et des particules de très petites tailles, souvent dégradées, dont la composition et les propriétés passent à celles des montmorillonites (A. KLINGEBIEL 1967 - p. II5)

Les liaisons sont généralement assurées par les ions K^+ .

L'illite dérive directement de la muscovite. Un déficit en ions K^+ partiellement remplacés par de l'eau, en affaiblit les liaisons, impliquant une vulnérabilité relative du minerai.

Ces minéraux sont stables au glycol et à la chaleur.

- Les Montmorillonites

L'épaisseur des feuillets n'est pas fixe, elle est le plus souvent voisine de 14 Å.

Cas général : raies caractéristiques :

- 15,3 Å	Forte
7,5 Å	Faible
5,03 Å	Moyenne
3,03 Å	Très faible

Il y a substitution d'ions Mg^{++} aux ions Al^{+++} entraînant l'introduction de cations supplémentaires. Ceux-ci s'entourent de molécules d'eau (jusqu'à trois couches). L'épaisseur des feuillets n'est donc pas fixe, elle varie en fonction du cation associé. Il y a donc, là encore, affaiblissement des liaisons interfoliaires.

- des liquides organiques peuvent se substituer à l'eau, augmentant l'épaisseur des feuillets. Après passage à l'éthylène glycol, les raies caractéristiques passent à

- 17 Å	Forte
8,5 Å	Très faible
5,66 Å	Faible

4,25 Å ^o Très Faible
 3,4 Å ^o Faible

- Le traitement par la chaleur, quant à lui, fait partir les différentes couches d'eau les unes après les autres, par paliers, sans détruire la structure du minéral.

On aboutit ainsi à la structure du mica :

- 10 Å ^o
 5 Å ^o
 3,33 Å ^o

- Les Vermiculites

- Epaisseur élémentaire 14 Å ^o
 Raies caractéristiques 14 Å ^o Forte
 4,9 Å ^o Moyenne

En général, le pic à 3,55 Å ^o est masqué par la présence de kaolinite.

Dans les vermiculites typiques, le cation représenté est Mg⁺⁺ qui se trouve associé à deux couches d'eau. Contrairement aux montmorillonites, l'épaisseur des feuillets est ici constante lors du traitement à l'éthylène glycol. Néanmoins, d'autres cations peuvent parfois venir se substituer, l'espacement basal n'est plus alors fixe.

"On a coutume de ranger parmi les vermiculites les minéraux argileux présentant une distance réticulaire de 14 Å ^o stable au glycol, mais non à la chaleur. L'identité n'a cependant jamais été parfaitement établie" (C. LATOUCHE 1968 - p. 19).

"Les argiles vermiculites" sont des édifices micacés diocraédriques ou trioctaédriques dont la liaison entre les feuillets est moins bien assurée que dans les micas et les chlorites, mais mieux que dans les montmorillonites. Il est certain actuellement que tous les intermédiaires existent "Mon opinion est .. qu'il nous arrive de séparer arbitrairement, sous des noms différents, des édifices qui passent les uns aux autres, par transition insensible" (G. MILLOT 1964 - p. 28).

- *Les Chlorites*

Elles sont formées par un ensemble de trois couches de type Te - Oc - Te auquel vient s'adjoindre une couche Oc de type brucite.

- Equidistance réticulaire 14 ^o Å

Raies caractéristiques

- 001	à	14,2	^o Å	Moyenne à Forte
002	à	7,1	^o Å	Très Forte
003	à	4,73	^o Å	Moyenne à Forte
004	à	3,545	^o Å	Très Forte

Elles sont plus magnésiennes que les montmorillonites et ne possèdent pas d'eau zéolithique. Elles forment des solutions solides depuis les moins alumineuses jusqu'aux plus alumineuses.

Des échanges de cations peuvent se produire. Ce sont alors des liaisons ioniques qui assurent la cohésion de l'édifice, remplaçant les forces de VAN DER WAALS.

- Elles sont stables au glycol (il existe toutefois des chlorites gonflantes qui résulteraient d'une mauvaise liaison entre les feuillets de brucite et ceux de mica).
- La chaleur provoque des modifications importantes du réseau.

B - MINÉRAUX FIBREUX

Nous ne les mentionnons que pour mémoire :

- Les attapulgites ou palygorskites
- Les sépiolites.

C - MINÉRAUX ARGILEUX INTERSTRATIFIÉS

Ils résultent de l'alternance, le plus souvent irrégulière, de feuillets de natures différentes.

Selon J. LUCAS (1962) toutes les transformations des minéraux argileux (agradations et dégradations) passent par les interstratifiés. Ils représentent un compromis en équilibre instable entre la composition de la phyllite et la composition du milieu. A l'inverse les minéraux néoformés sont en équilibre avec leur milieu de gènesse. Cet équilibre étant unique, tous les feuillets sont semblables. Il y a donc à ce moment impossibilité d'interstratification.

L'interstratification se fait en général entre deux types de feuillets :

- les minéraux, le plus souvent associés deux à deux, sont :

- l'illite
- la montmorillonite
- la vermiculite
- la chlorite

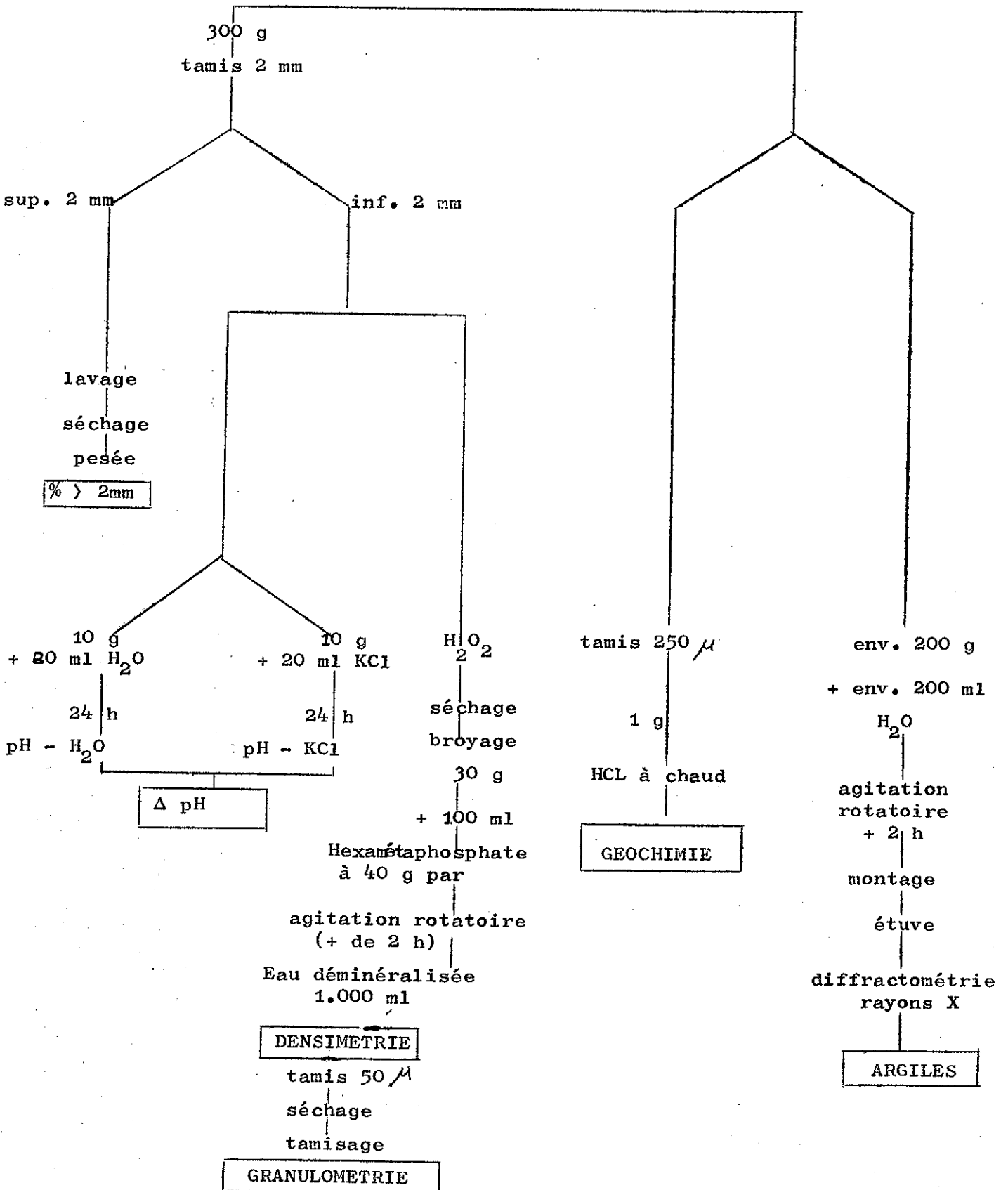
ce qui conduit à six combinaisons possibles.

- ils ne se comportent pas comme des mélanges, mais comme de vrais minéraux, dont l'équidistance fondamentale est égale à la somme des épaisseurs des deux feuillets interstratifiés.

Par contre, leur comportement au glycol et à la chaleur relèverait d'un compromis vis à vis de chacun de leurs feuillets constitutifs.

Les différentes étapes de l'analyse des sédiments.

Echantillon brut,
débarassé des éléments anthropiques, séché, pesé.



TROISIEME PARTIE

Etude des Gisements

Les stratigraphies étudiées appartiennent :

- *au Würm III : Grotte du Loup (Périgordien ancien et Aurignacien),*
- *au Tardiglaciaire et à l'Holocène : Grotte du Ro Del Dra (Magdalénien terminal) et Abri de Chez-Jugie (Azilien et Sauveterrien).*

GROTTE DU LOUP

A - *Situation géographique :*

Cette petite cavité s'ouvre au Sud-Est, sur le flanc gauche d'un vallon secondaire de la vallée de l'Enval, à 300 m. environ au Sud du village de Galau, entre la voie de chemin de fer et la route départementale n° 38 sur le territoire de la commune de COSNAC (Pl. 2) (1). Ancienne *Grotte de la Gaillardie*, elle est aujourd'hui appelée *Grotte du Loup*, au lieu dit *Puy Verla*.

B - *Historique :*

Ce gisement fut sondé en 1939 par H. DELSOL, puis signalé en 1944 comme *peu riche ou incomplètement fouillé* par J. BOUYSSONIE qui le rapporte *soit à l'Aurignacien, soit plutôt au Périgordien*.

J. COUCHARD et R. ROSE effectuent un nouveau sondage en 1965, sur une superficie de 2 m² environ.

De 1966 à 1972, G. MAZIERE effectue une fouille sur une plus grande superficie. Deux industries sont présentes :

- Périgordien ancien dans les niveaux inférieurs.
- Industrie à fortes proportions de Lamelles à retouches inverses ou alternes (Dufour ?) dans les niveaux supérieurs : Aurignacien .

(1) Coordonnées Lambert X = 538,50, Y = 314,70, feuille I.G.N. au 1/50000° de Brive la Gaillarde.

C - Stratigraphie des niveaux situés à l'extérieur de la grotte actuelle :

Dans la travée E, la stratigraphie suivante a pu être établie :

Couche 1 : Remanié . Elle a livré des burins, des "carénoïdes", des lamelles Dufour, deux demi-feuilles de laurier, de la poterie du Moyen-âge et un demi-tournois de 1631.

Couche 2 : Epaisseur maximale 0,30 m. Sable dur, compact, avec oxydes métalliques diffus. Blocs et cailloux absents. Limite supérieure nette due au remanié. Limite inférieure nette avec la couche 3. Elle a été localement subdivisée en 2/0, 2/a et 2/b (couleurs respectives : E 52, brun rouge ; F 52, brun rouge ; F54, brun foncé). Dans le carré Ec, le niveau 2/b est surmonté par une passée riche en oxydes de fer (E 56, brun vif) (épaisseur maximale 0,06 m) qu'il n'est pas possible de raccorder au 2/0 ou au 2/a. Des lentilles situées sous le remanié et localement sur la passée riche en oxydes ont été rapportées à la couche 2 sans distinction de niveau (E 43, brun rouge). Cette couche est caractérisée par l'abondance de lamelles retouchées, de lames à retouches aurignaciennes, de grattoirs sur lames retouchées. Il y a peu de grattoirs carénés, certains du genre des burins carénoïdes décrits par J. BOUYSSONIE. Aurignacien (?).

Couche 3 : Epaisseur maximale 0,18 m. Sable dur, compact, caractérisé par la présence d'un important niveau de racines. Couleur E 56 à H 64, brun vif à brun foncé. La base est ondulée et nette au contact avec la couche 4, soulignée par le lit de racines. Cette couche est stérile.

Couche 4 : Epaisseur maximale 0,30 m. Sable dur, compact, blocs absents, cailloux rares. Toutes les subdivisions qui vont être décrites ne sont pas visibles sur la même coupe. Cette couche a été subdivisée en :

Niveau 4/0 : épaisseur max. 0,10m. Sable dur, compact, quelques "nodules" de quartz provenant du grès. Oxydes métalliques diffus et en lits. Couleur E 54, brun. Présence de petites lentilles d'argile verte, sèche et tassée. Ce niveau forme un lit régulier au pendage régulier vers la grotte. Sa limite supérieure avec la 3 est nette, sa limite inférieure diffuse. Périgordien ancien.

Niveau 4/a 1 : épaisseur maximale : 0,06 m. Lentille plus grise. Mêmes caractéristiques que le niveau 4/0. Couleur : E 52-62, brun rouge à brun gris.

Niveau 4/a 2 : idem 4/a 1 mais plus claire. Epaisseur maximale : 0,07 m. Couleur : E 52, brun rouge.

Niveau 4/a 3 : épaisseur maximale : 0,23 m. idem niveaux précédents mais présence d'argile rouge, tassée, humide, en lentilles. Couleur : F 62, brun gris.

Couche 5 : Epaisseur maximale : 0,55 m. Plusieurs subdivisions ont été faites dans la couche 5. Elles ne sont pas toutes présentes sur une même coupe verticale. Périgordien ancien.

Niveau 5/0 : épaisseur maximale : 0,35 m. Sable tendre, compact avec lentilles d'argile grise humide et tassée. Limite supérieure avec la base de la 4, irrégulière et diffuse. Couleur : F 41, gris rouge foncé.

Niveau 5/a : épaisseur maximale : 0,20 m. Sable tendre, mêmes caractéristiques que 5/0. Ce niveau forme des lentilles coincées, comme celles des niveaux 5/b et 5/b', entre la couche 6 et le niveau 5/0. Limites supérieure et inférieure peu nettes.

Niveau 5/b : épaisseur maximale : 0,08 m. Mêmes caractéristiques que 5/0 et 5/a. Argile grise et jaune, humide et tassée, en petites lentilles de 15 cm de longueur environ. Limites supérieure et inférieure peu nettes. Couleur : F 41, gris rouge foncé.

Niveau 5/b' : épaisseur maximale : 0,15 m. Mêmes caractéristiques. Couleur : F 41, gris rouge foncé.

Couche 6 : Sable argileux tendre, avec nombreuses lentilles d'argile rouge et mauve. Epaisseur maximale : cette couche est une pellicule de grès altéré et cryoturbé, d'épaisseur variable de l'ordre de 0,20 m environ. Des poches de cryoturbation étaient particulièrement nettes dans le carré Cb, des injections dans les carrés Ef, Ee, Eb. Un sondage a été pratiqué à travers cette couche, puis dans un sédiment très dur et compact mais finement lité qui semble bien être le grès en place. Cette couche est stérile.

La stratigraphie du dépôt de pente situé en avant du gisement dans les carrés j à n n'est pas encore très nettement établie. Dans le carré Em, la succession suivante a pu être relevée : (Pl. 58)

- remanié : Epaisseur, 0,20 à 0,30 m.
- ensemble I : Epaisseur, 0,15 m environ. Sable argileux marron clair.
- ensemble II : Epaisseur, 0,30 m. Sable argileux jaune clair. Nombreux blocs.
- ensemble II-III : Epaisseur, 0,20 m environ. Sable dur, brun jaune (E 64) en lit régulier. Passage graduel au II sus-jacent et au III sous-jacent.
- ensemble III : Epaisseur, 0,50 m environ. Sable dur, brun vif (E 56) en lit régulier. Quelques cailloux surtout à la base. Pendage de 30° environ vers le thalweg. Passage graduel à l'ensemble IV. Outillage moustérien.
- ensemble IV : Sable grossier jaune, dur. Epaisseur, inconnue.

D - Etude sédimentologique des niveaux situés à l'extérieur de la grotte actuelle :

I - Carré Ec.

1 - Etude de la fraction grossière : (Pl. 29, fig. 1).

Elle est essentiellement composée de granules.

Ses variations sont bien marquées : la base du remplissage comporte un assez fort pourcentage d'éléments grossiers. Ce phénomène s'atténue au sommet de la couche 6 et dans la zone de transition 5-6. La couche 5 montre une légère diminution des éléments supérieurs à 2 mm de bas en haut, de même pour la couche 4a. La base de la couche 4 se différencie par une augmentation brutale mais qui ne se poursuit pas. Le milieu et le sommet de 4 présentent sensiblement la même composition que la couche 3 sus-jacente.

2 - Etude de la fraction fine :

a - diagramme stratigraphique : (Pl. 29, fig. 2 et 3).

Les variations sont d'amplitude moyenne mais nettes.

La fraction sableuse est la mieux représentée, constituant de 66 à 91 % des éléments fins.

La fraction colloïdale représente de 5 à 26 % du sédiment. Ses proportions sont maximales dans la couche 6.

La fraction limoneuse varie entre 2 et 8 % de façon nette.

La variation du taux de colloïdes est harmonieuse et détermine quatre ensembles (couche : 3 et au sommet 4, 4 et 4a, 5, 6).

Les limons suivent les variations des argiles et s'opposent à celles des sables.

b - courbes cumulatives : (Pl. 30, 31, 32, 33 et 34).

Roche-mère : La couche est unimodale, à montée concave (1) puis convexe sur les sables grossiers, très peu convexe dans la partie correspondant aux sables fins pour devenir rectiligne sur les limons. Le taux de fraction inférieure à 50 microns est de l'ordre de 5 %.

(1) concave : à concavité tournée vers le haut.

convexe : à concavité tournée vers le bas.

partie droite : partie située vers la droite de la courbe.

Couche 6 : La base de cette couche est caractérisée par des courbes bimodales, avec une montée légèrement concave à rectiligne sur les sables grossiers, un premier palier au niveau des sables fins, une seconde montée concave sur les limons, la partie droite de la courbe étant convexe. Vers le sommet de la couche, le second mode perd peu à peu de son importance, la partie droite de la courbe tendant à devenir concave.

Couche 5 : La zone de transition 5 et 6 montre une courbe légèrement bimodale, le mode des sables étant le plus accentué et précédé par une montée rapide, d'abord concave puis convexe. Mais dès la base de la 5 *sensu stricto*, les limons reprennent de l'importance : les courbes sont toujours bimodales avec un mode accentué sur les sables et une légère ensellure au niveau des sables fins, puis une montée régulière et rectiligne sur les limons. Vers le sommet, la bimodalité tend à s'atténuer.

Couche 4a : Les courbes sont sensiblement identiques à celles de la 5, mais on note que l'ensellure tend à se déplacer des sables fins vers les limons.

Couche 4 : Dans cette couche, les courbes sont unimodales, même si une petite remontée reste perceptible sur les limons. Le mode principal est précédé par une montée rapide, plus franchement concave que dans les couches précédentes.

Couche 3 : La courbe est unimodale.

c - indice d'hétérométrie $H\bar{e}$: (Pl. 29, fig. 4).

Les valeurs sont comprises entre 0,5 et 1,5. Très élevées dans la couche 6, elles diminuent progressivement jusqu'à la transition 5-6 pour remonter un peu dans la couche 5, diminuer à la base de 4a et croître à nouveau jusqu'à la base de 4. Elles restent identiques dans 4 et 3.

d - médiane, premier et troisième quartiles :

La médiane varie entre 0,25 mm et 0,64 mm. Elle confirme par ses variations la différence nette qui existe entre l'ensemble constitué par

les couches 3 et 4, celui des couches 4a et 5, et le dernier représenté par la couche 6.

Les valeurs du premier et du troisième quartile accentuent cette différenciation tout en distinguant moins nettement la couche 6 des couches 5 et 4a.

Dans l'ensemble, les variations de ces trois paramètres s'opposent à celles de l'hétérométrie, sauf à la base de 4 (augmentation de Md et de Hé) et au milieu de 6 (augmentation de Md, Q1 et Hé). Ceci traduit, pour la base de 4, une légère augmentation des sables fins, donc un aplatissement perceptible de la montée sur les sables et pour le milieu de 6, une augmentation des sables grossiers jointe à une augmentation du taux de colloïdes.

II - Carré Fc :

Etude de la fraction fine :

a - diagramme stratigraphique : (Pl. 36).

La fraction sableuse est la mieux représentée (78 à 92 %).

Les limons montrent des variations de peu d'amplitude et leurs maxima correspondent à des déficits en colloïdes.

Les argiles dessinent quatre ensembles principaux correspondant aux couches 2, 3, 4 et 5 sommet-5 milieu, 5 base et 5'.

Les sables grossiers représentent la plus grande part du sédiment et leurs variations sont dans leur ensemble un peu plus accentuées que celles des sables. Elles marquent trois coupures nettes dans la stratigraphie : une au milieu de la couche 5, une au milieu de la couche 3 et une au milieu de la couche 2. Ces points sont d'ailleurs ceux correspondant aux maximum de colloïdes.

b - courbes cumulatives : (Pl. 39, 40, 41, 42, 43, 44 et 45).

Couche 2 : Les courbes sont bimodales à une exception près, le second mode étant parfois assez nettement marqué. Une enclure sépare les deux portions de courbes entre 0,030 et 0,050 mm. Toutefois, le

milieu de la couche 2 est caractérisé par une cassure entre 0,020 et 0,030 mm, le déplacement par rapport aux autres échantillons étant dû à l'augmentation du taux de colloïdes (17 %). La courbe de cet échantillon est trimodale, avec un premier mode sur les sables grossiers, un second sur les sables moyens à fins et un dernier sur la fin des limons.

Couche 3 : La zone de transition entre couche 2 et couche 3 montre une courbe bimodale à montée rectiligne sur les sables, un replat entre 0,040 et 0,060 mm et un second mode assez bien marqué, la partie droite de la courbe étant rectiligne. Dans toute la couche 3, les courbes montrent une tendance à l'atténuation du second mode, l'ensellure se situant entre 0,025 et 0,040 mm.

Couche 4 : Les courbes sont semblables, à montée quasi rectiligne sur les sables.

Couche 5 : Les courbes sont beaucoup moins nettement bimodales. La montée sur les sables redevient concave au départ, puis convexe.

c - indice d'hétérométrie Hé : (Pl. 37).

La variation de cet indice (0,65 à 1,00) permet de différencier un ensemble constitué par les couches 2 et 3 (diminution de Hé du sommet vers la base), un second ensemble groupant les couches 4 et 5 (caractérisé par une augmentation de Hé, atteignant sa valeur maximum au sommet de 5) et un dernier ensemble formé de la base de 5 et du niveau 5' (valeurs peu élevées de Hé).

d - médiane, premier et troisième quartiles : (Pl. 37).

Les variations de ces trois paramètres sont opposées à celles de l'hétérométrie, sauf dans le milieu de la couche 2 et dans les couches 5 et 5'. Elles différencient les mêmes ensembles que précédemment.

e - variations du pH et du Δ pH : (Pl. 37).

Le sédiment est basique sauf au sommet et au milieu de la couche 2 : pH minimum 5,15, pH maximum 7,90. Le pH dans K Cl présente des valeurs

nettement moins élevées (entre 3,55 et 4,65), en augmentation quasi constante de haut en bas de la coupe.

Les valeurs du Δ pH montrent des variations régulières qui découpent la stratigraphie en trois parties :

- La première correspond au sommet et au milieu de la couche 2. Elle est caractérisée par une augmentation importante suivie d'une décroissance rapide.
- La seconde englobe la base de la couche 2 et la couche 3. Elle est caractérisée par une montée régulière des valeurs dans la base de 2 et le sommet de 3, suivie d'une décroissance lente jusqu'au sommet de 4.
- La troisième partie montre un phénomène identique qui affecte la couche 4, le niveau 4', le sommet et le milieu de 5. La variation du Δ pH passe par un minimum à la base de 5 pour remonter très légèrement dans 5'.

f - analyses chimiques : (Pl. 38).

La teneur en fer montre deux minima : un à la base de 2 et un à la base de 5. Elle passe par deux maxima situés respectivement au milieu de la couche 2, dans les couches 3 et 4. Elle semble augmenter à nouveau tout à l'extrême base de 5 et dans le niveau 5'.

Le manganèse montre une accumulation importante à la base de la couche 2. Les teneurs décroissent ensuite jusqu'à la base du remplissage.

Le magnésium montre une répartition assez analogue à celle du fer.

Les variations du calcium sont de faible amplitude sauf à la base de la couche 5 où l'on enregistre une montée extrêmement brutale qui ne persiste pas en 5'. Ce "pic" peut être corrélé avec un "pic" de moindre importance du magnésium ainsi qu'avec de petites augmentations de potassium et de sodium.

Le potassium suit de manière moins nette les variations du fer et du magnésium.

La teneur en sodium oscille autour de 20 0/00, mais ne montre pas de concentration nette.

g - diffractométrie : (Pl. 101).

Le cortège des minéraux argileux est constitué par la kaolinite, l'illite et les interstratifiés illite-vermiculite, quelques traces de chlorite.

L'illite et les interstratifiés illite-vermiculite dominent très largement .

La kaolinite est assez peu abondante et mal cristallisée.

Dans la couche 5 et la couche 5', les interstratifiés sont les moins développés, le pic étant décalé sur l'illite. Dans la couche 4' le pic a tendance à s'élargir. Dans la couche 4, le pic devient large et symétrique, son sommet formant plateau . Cette vermiculitisation s'accroît dans la couche 3.

A la base de la couche 2, le pic redevient dissymétrique vers l'illite. Au milieu de la couche 2 la symétrie réapparaît.

Le quartz est toujours présent en très petite quantité.

III - Carré Em.

Etude de la fraction fine :

a - *diagramme stratigraphique* : (Pl. 59).

Il est dominé par les sables.

Les sables grossiers dessinent quatre ensembles ; qui sont de bas en haut :

- I - prélèvements 21 à 19,
- II - prélèvements 18 à 10,
- III - prélèvements 9 à 4
- IV - prélèvements 4 à 1.

Les sables fins décroissent de bas en haut de la coupe, mais présentent une légère augmentation vers le sommet. Ils définissent les mêmes ensembles que les sables grossiers, mais moins nettement.

Les limons sont en faible pourcentage dans les ensembles I et II, mais augmentent dans l'ensemble III et atteignent leur maximum dans l'ensemble I.

Argiles : le remplissage se divise en deux parties, l'une pauvre en colloïdes correspondant aux ensembles I et II, l'autre plus riche regroupant les ensembles III et IV.

b - *courbes cumulatives* :

Ensemble I : Les courbes sont d'abord unimodales, à montée rapide sur les sables, puis rectiligne sur les limons mais sans cassure. Au sommet de l'ensemble, un second mode apparaît sur les limons, la cassure se situant entre 0,020 et 0,030 mm. La montée sur les sables est alors moins rapide et plus concave au début.

Ensemble II : Les courbes sont toutes bimodales. Le second mode se place comme au sommet de I. De bas en haut de l'ensemble, la montée sur les sables tend à devenir de plus en plus rectiligne.

Ensemble III : Les courbes sont bimodales. La montée sur le second mode est rectiligne mais commence plus tôt, vers 0,040 mm. Il n'y a pas de replat net entre les deux portions de courbe.

Ensemble IV : Les courbes sont devenues unimodales, la partie droite montrant une pente assez importante, rectiligne, sans cassure.

c - indice d'hétérométrie Hé : (Pl. 60).

Les valeurs de l'hétérométrie sont comprises entre 0,80 et 0,85. Chaque ensemble présente des variations assez brutales de cet indice.

d - médiane, premier et troisième quartiles : (Pl. 60).

Ces trois paramètres varient de la même façon de bas en haut de la séquence. Les valeurs augmentent assez régulièrement de la base au sommet de chaque ensemble. Ces variations se font le plus souvent dans le même sens que celles de l'hétérométrie. Les oppositions se manifestent à la base de II, au sommet de III et à la base de IV.

IV - Problème de la "banquette" : (Pl. 27).

Cette formation barre transversalement le devant de la grotte, au niveau de la travée "i". C'est un bourrelet très dur, à surface écaillée. La portion supérieure, est moins dure que la zone inférieure qui constitue une véritable cuirasse ferrugineuse. Dans cette cuirasse, sont piégés des éclats de taille et des charbons de bois. Elle semble reposer directement sur le rocher en place décapé dans les carrés de la travée "j". Ses rapports exacts avec le reste du remplissage n'ont jamais pu être clairement établis (1). Il semble toutefois que l'on puisse la rattacher à la couche 3 *sensu lato*.

Granulométrie de la fraction fine :

brute : La courbe cumulative de la zone supérieure de la banquette montre une montée assez rapide sur les sables, concave au départ puis convexe ($Md = 0,47$, $Q1 = 0,85$, $Q3 = 0,20$, $Hé = 0,80$). Un second mode est bien marqué à partir de 0,010 mm, la partie droite de la courbe étant ensuite horizontale. Le pourcentage d'argiles atteint 12 %.

(1) Nous nous proposons d'essayer d'éclaircir ce point lors de la fouille complémentaire prévue pour 1975 et 1976.

traitée à H Cl : (à chaud) La courbe monte un peu moins rapidement sur les sables, mais le second mode disparaît, la partie droite de la courbe étant rectiligne en pente douce ($M_d = 0,40$, $Q_1 = 0,70$, $Q_3 = 0,19$, $H_e = 0,85$). Le pourcentage de colloïdes est de l'ordre de 10 %.

Analyses chimiques : (Voir tableau p. 77).

Elles confirment le caractère original de cette formation.

La teneur en fer est très élevée, la valeur maximum étant atteinte dans la cuirasse (111,2 0/00).

La teneur en manganèse est également très forte par rapport au reste du remplissage, mais identique dans toute l'épaisseur de la "banquette".

Les proportions de magnésium, calcium, potassium et sodium ne sont pas plus fortes que dans le reste du remplissage.

Dans la travée A1, la stratigraphie suivante a été relevée : (Pl. 46).

- Couche 1* : Remanié. Burins (dièdres, doubles, d'angle sur cassure). Un fragment de pointe de la Font-Yves, des lamelles à retouches alternes, des fragments de pointes de Châtelperron.
- Couche 2* : Epaisseur moyenne : 0,40 m. La couche 2 a été subdivisée en 2α , 2β , 2γ , mais les limites en sont diffuses et la différenciation basée uniquement sur de légères différences de coloration. L'ensemble des niveaux 2 consiste en un sable peu argileux, meuble, légèrement plus dur dans des zones plus oxydées, avec des lentilles d'argile rouge tassée (de petites dimensions, 0,05 m environ). Les blocs sont nombreux, souvent partiellement désagrégés et entourés d'une zone plus claire. La limite inférieure avec la couche 3 est la plupart du temps nette. L'industrie de cette couche est riche en chutes de burins, lamelles de carénés, lamelles retouchées et burins le plus souvent dièdres (droits, déjetés et d'angles).
- Couche 3* : Epaisseur maximale : 0,10 m dans le carré A1 IV. C'est un ensemble de petites lentilles noires, grises, rouges ou jaunes, dont la limite supérieure avec la couche 2 est nette. Cette couche est pratiquement stérile.
- Couche 4* : Epaisseur moyenne : 0,45 m. Sable meuble. Couleur F 41, gris rouge foncé. Blocs nombreux. Localement subdivisée en 4/a, 4/a' (plus foncé que le niveau 4/a) et 4/b. Sa limite supérieure avec la couche 3 est nette, sa limite inférieure avec la couche 5 également, soulignée par un mince niveau de racines. L'outillage comprend des grattoirs sur lames courtes et trapues, des burins grossiers, des lames à dos.
- Couche 5* : Elle présente les mêmes caractéristiques que dans la travée E. Périgordien ancien.

F - Etude sédimentologique des niveaux situés à l'intérieur de la grotte :

Carré A1 IV.

Etude de la fraction fine :

a - diagramme stratigraphique : (Pl. 47).

Il est caractérisé par une nette dominance des sables dont la proportion oscille autour de 90 %.

Les variations des sables grossiers sont bien nettes et dessinent quatre ensembles correspondant aux couches 5, 4, 3 et 2. Leur importance varie entre 75 et 85 % du sédiment.

Les limons sont peu importants dans la couche 5, augmentent légèrement dans la couche 4, puis restent en proportions constantes dans la couche 3 et la couche 2.

Les variations du taux de colloïdes sont de faible amplitude mais harmonieuses. Elles ne sont pas synchrones de celles des limons.

Les variations des sables fins (fig. 3) sont douces, opposées à celles des sables grossiers, synchrones avec les limons dans la couche 5 et la base de 4 mais pas dans les couches 4a, 3 et 2.

b - courbes cumulatives : (Pl. 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55 et 56).

Elles sont toutes unimodales, ou à légère tendance bimodale.

Couche 5 : La base de la couche 5 atteinte par les travaux de fouille n'est pas nécessairement sa véritable base. Les courbes correspondantes présentent une montée rapide, légèrement concave, sur les sables grossiers puis une légère ensellure au niveau des sables fins et sur le début des limons, suivie d'une nouvelle montée douce et régulière, la partie droite des courbes étant rectiligne. Avec le prélèvement 18, on observe que la montée principale devient légèrement convexe ; cette tendance persiste avec le prélèvement 17. L'échantillon 16 offre une montée rectiligne. Au sommet de la couche 5, la montée redevient concave, le deuxième mode s'estompe.

Couche 4 : Les courbes présentent une montée un peu plus inclinée sur l'axe des dimensions, rectiligne ou concave au début, puis convexe sur le mode

principal, le second mode réapparaissant légèrement. Vers le sommet de 4, les courbes montrent une montée plus concave au départ, le second mode persistant.

Couche 3 : La courbe est identique à celles de la couche 4.

Couche 2 : Les courbes restent identiques aux précédentes, le second mode disparaissant vers le sommet.

c - indice d'hétérométrie $H\bar{e}$: (Pl. 48).

Les valeurs de cet indice sont comprises entre 0,65 et 0,85.

Elles sont les moins élevées dans la couche 5, augmentent dans la couche 4 (base et sommet), dans la couche 3, puis diminuent dans la couche 2 avec un maximum en 2 β .

d - médiane, premier et troisième quartiles : (Pl. 48).

Ces paramètres ont des variations opposées à celles de l'hétérométrie dans la couche 5 et la base de 4 (4b), qui en deviennent synchrones dans le sommet de 4, la couche 3 et la couche 2. Elles atteignent leur maximum dans la couche 5, puis diminuent vers le haut tout en confirmant les coupures du diagramme stratigraphique global.

e - variations du pH et du Δ pH : (Pl. 48).

Le sédiment est acide.

Son pH varie entre 4,70 et 6,45. Dans K Cl, les valeurs sont plus faibles (de 3,30 à 3,90).

Le Δ pH varie de 0,95 à 3,00. Il marque un minimum au sommet de 2 puis augmente régulièrement jusqu'au milieu de 4a ; une augmentation brutale suit et disparaît à la base de 4a. Les valeurs augmentent à nouveau régulièrement jusque vers la base de 5.

Il est à noter que l'augmentation brutale dans 4a est synchronisée d'une montée de l'hétérométrie, de Q1, Md et Q3. Les variations de grande amplitude et régulières sont parallèles aux variations des argiles.

f - diffractométrie : (Pl. 57).

Le cortège des minéraux argileux est dominé par les interstratifiés illite-vermiculite, la kaolinite restant discrète, traces de chlorite.

Dans la couche 5, le pic d'interstratifiés est assez aigü et décalé sur l'illite. Il s'aplatit et s'élargit dans la couche 4b. Cette tendance s'accroît à la base et au milieu de la couche 4a. Au sommet de 4a, le pic redevient plus étroit et se déporte à nouveau vers l'illite. Dans la couche 2, le pic est large et peu élevé, presque symétrique.

Le quartz est présent de bas en haut du profil.

G - Interprétation : (1)

La *Grotte du Loup* est une galerie pseudo-karstique. L'eau a certainement joué un rôle important dans son creusement comme le montrent les sections transversales de la galerie (Pl. 7 et 7a). Actuellement, la circulation d'eau y est permanente, mais de niveau variable : le plus souvent au niveau des couches 6 et 5 base. C'est une circulation lente, non alluvionnante. Nous ne connaissons pas la longueur exacte de la galerie, reconnue déjà sur près de vingt mètres. A l'intérieur de la grotte actuelle, à la base du remplissage, un petit sondage a permis de trouver des lits de sables limoneux bien classés, lités, qui doivent appartenir à un ancien remplissage d'origine "karstique".

Le grès de la *Grotte du Loup* entre dans la catégorie des échantillons "libérant lentement un pourcentage moyen de débris". Les courbes obtenues (après un nombre limité de cycles gel-dégel) ont une médiane plus petite que la courbe de la roche-mère, mais sont très redressées sur les sables. Aucune courbe du remplissage ne leur est identique. Nous sommes donc en présence de sédiments dont la granulométrie n'est plus celle de la roche-mère, et qui ne sont pas semblables à ceux obtenus par gélifraction expérimentale. Nous devons, par conséquent, envisager un remaniement des débris résultants de la gélivation des parois de la voûte (en ambiance froide et humide) par un ruissellement assez soutenu en provenance de la galerie. La courbe granulométrique de la roche-mère est unimodale. Bon nombre des courbes du remplissage présentent un second mode, peu important, sur la fin des limons. Ce phénomène peut être

(1) Les fouilles ont été effectuées de 1966 à 1972, par une équipe exclusivement composée d'amateurs. Ce premier contact avec les remplissages sous-grès a posé...

le résultat d'apports par ruissellement, en provenance de la galerie ou du plateau. Enfin, l'absence de blocs dans les couches peut-être interprétée de deux façons : il n'y a pas eu de chute de blocs ou bien, des effondrements ont eu lieu mais les blocs ont été détruits par gélivation de reprise.

La couche 6 est meuble, riche en argiles et en limons (courbe bimodale). L'argile se présente le plus souvent sous forme de lentilles de petites dimensions (0,20 m environ). Par sa couleur, cette couche est très proche de la roche en place sous-jacente. Elle peut résulter de l'altération du grès, puis d'un remaniement en milieu humide de cette pellicule altérée. La présence de figures de cryoturbation indique une mise en place en ambiance froide. Cette couche est présente à l'extérieur et à l'intérieur de la grotte. Son édification semble liée au fonctionnement du pseudo-karst. La couche 6 résulte donc du remaniement d'une pellicule altérée de la roche en place, en milieu froid et humide.

La couche 5 est constituée de nombreuses lentilles sableuses, entrecoupées de lentilles argileuses. Les minéraux argileux sont peu dégradés. Ces critères indiquent une mise en place sous un climat humide. Les injections de la couche 6 dans la couche 5 indiquent en outre l'existence d'une ambiance froide. L'édification de cette couche résulte de l'action d'un climat froid et humide.

La couche 4 est ensuite déposée. Elle présente à la base les mêmes caractéristiques que la couche 5 (présence de lentilles d'argile). Les argiles sont peu dégradées. Elle est également constituée de nombreuses lentilles. L'ensemble de la couche est en pente régulière vers la grotte. Son édification doit résulter essentiellement d'apports extérieurs, en milieu froid et humide.

(1)...de nombreux problèmes qui n'ont pas toujours été résolus de façon satisfaisante. En particulier, les prélèvements d'échantillons que nous avons effectués n'ont pas toujours été choisis de façon judicieuse. H. LAVILLE, avait commencé l'étude du remplissage, après avoir lui-même prélevé. Il nous a spontanément donné ses résultats et son avis. Nous l'en remercions sincèrement.

Une coupure nette existe entre la couche 4 et la couche 3. Le sommet de la couche a été raviné. De plus, une illuviation nette des couches 4 et 5 se manifeste (concentration des éléments dosés, augmentation du Δ pH). Dans la coupe Ec, elle affecte les couches 4, 4a et 5, mais en dessinant deux ventres. Dans le carré Fc, elle affecte les couches 4, 4' et 5 sans coupure apparente. A l'intérieur de la grotte, dans le carré A1 IV, elle affecte les couches 4 et 5, mais moins nettement qu'à l'extérieur, sans coupure apparente. Tous ces critères caractérisent une phase douce et humide.

La couche 3 se met en place en milieu froid et humide, après avoir raviné la couche 4. Elle présente également un pendage vers l'intérieur de la grotte. Elle est affectée par une illuviation nette dans le carré Fc (colloïdes et Δ pH). Mais les analyses chimiques conduisent à regrouper cette altération avec celle qui affectait les couches 4 et 5. Dans les autres coupes, elle n'a été que partiellement échantillonnée, ou était trop peu épaissée. Par exemple, dans le carré Ec on note une remontée du Δ pH à la base de la couche 3. Les minéraux argileux montrent le même degré d'altération dans les couches 3 et 4. La couche présentant une moindre vermiculitisation des illites.

La couche 2 n'a jamais été échantillonnée de bas en haut dans sa partie la plus épaisse. Elle présente un net enrichissement en colloïdes vers son milieu (extérieur de l'abri). Dans le carré Fc, cette illuviation est accompagnée d'une montée du Δ pH et d'une concentration de tous les éléments dosés. Les argiles montrent une nette dégradation. La mise en place de la couche en milieu froid et humide semble donc avoir été suivie d'une période plus douce, ayant favorisé une altération du dépôt. La présence de blocs dans la couche 2 à l'intérieur de la grotte peut indiquer une diminution de l'humidité ou n'avoir aucun rapport avec les facteurs climatiques.

A l'avant de l'abri, les pédogénèses se sont cumulées sur le niveau constituant la "banquette", conduisant à la constitution d'une véritable cuirasse.

En avant de la banquette, dans le carré Em, la présence de Moustérien dans l'ensemble III n'est pas une preuve suffisante pour attribuer la mise en place de ce niveau à une vidange de la grotte pendant une période douce et humide.

Nous proposons la reconstitution climatique suivante :

Phase	Climat proposé	Conséquences
1	Doux et humide.	Vidange et altération du plancher
2	Froid et humide. Froid et humide. Froid et humide. Froid et plus humide.	Dépôt de 6. Dépôt de 5. Dépôt de 4. Ravinement de 4 et dépôt de 3.
3	Doux et humide.	Altération de 3, 4 et 5.
4	Froid et (moins ?) humide.	Dépôt de 2.
5	Doux et Humide.	Altération de 2.

Gisement de la grotte du Loup.

Carré Ec.

<i>Couche</i>	<i>Sables en %</i>	<i>Limons en %</i>	<i>Argiles en %</i>
3	83,5	6,5	10,0
4	85,0	6,0	9,0
4	90,0	4,0	6,0
4	86,0	4,0	10,0
4	87,0	4,0	9,0
4a	83,5	6,5	11,0
4a	86,0	3,0	11,0
4a	87,0	3,0	11,0
4a	90,0	2,0	8,0
5	85,0	6,0	9,0
5	86,0	6,0	9,0
5	82,0	7,0	11,0
5-6	91,0	3,0	6,0
6	81,0	6,0	13,0
6	75,0	6,0	19,0
6	66,0	7,0	27,0

Gisement de la grotte du Loup.

Carré Fc.

Couche	Echantillon	Sables en %	Limons en %	Argiles en %
2	1	89,5	5,5	6,0
2	2	86,3	6,2	7,5
2	3	77,3	5,7	17,0
2	4	88,0	4,5	7,5
2	5	88,0	5,0	7,0
2	6	89,3	7,2	3,5
2-3	7	88,9	4,6	6,5
3	8	87,1	4,9	8,0
3	9	82,0	6,5	11,5
3	10	86,7	5,3	8,0
3-4	11	86,2	5,8	8,0
4	12	91,6	3,4	5,0
4	13	86,9	7,1	6,0
4	14	90,3	3,7	6,0
4-5	15	87,9	5,1	7,0
5	16	86,5	4,5	9,0
5	17	86,5	5,5	8,0
5	18	90,4	5,1	4,5
5	19	90,3	3,7	6,0
5	20	88,4	3,6	8,0

Analyse chimique du gisement de la grotte du Loup.

Carré Fc.

Niveau	Echantillon	Fe 0/00	Mn 0/00	Mg 0/00	Na 0/00	K 0/00	Ca 0/00
2	1	13,0	0,05	4,60	18,7	3,7	0,57
2	2	14,0	0,07	4,40	23,0	3,6	0,80
2	3	14,5	0,07	4,52	19,2	3,7	0,50
2	4	12,5	0,10	4,45	16,0	3,6	0,32
2	5	8,0	0,07	2,85	22,7	2,5	0,57
2	6	5,0	0,25	4,35	19,7	3,7	0,82
2	7	10,7	0,10	3,35	22,7	2,9	1,25
3	8	17,7	0,12	4,40	18,5	3,5	0,57
3	9	12,7	0,12	4,67	19,7	4,2	0,85
3	10	15,0	0,07	4,57	18,7	3,8	0,67
3-4	11	13,0	0,06	4,65	24,0	4,4	0,57
4	12	16,2	0,05	3,75	20,5	3,3	0,45
4	13	8,7	0,05	4,25	19,7	3,7	0,70
4	14	7,7	0,07	3,95	19,0	3,3	0,47
4-5	15	7,7	0,07	2,80	24,2	3,6	0,50
5	16	6,2	0,05	3,57	19,0	3,4	0,45
5	17	5,7	0,10	2,62	20,5	2,4	0,57
5	18	4,2	0,05	2,37	20,7	2,5	0,52
5	19	6,0	0,07	3,00	22,5	3,0	5,00
5	20	6,2	0,05	2,60	21,5	2,5	0,85
"Banquette" zone cuirassée		111,2	0,025	3,60	22,2	3,2	0,50
"Banquette" supérieure zone non cuirassée		30,0	0,025	3,87	22,5	3,1	0,47

Gisement de la grotte du Loup.

Carré Em.

Echantillon	Sables en %	Limons en %	Argiles en %
1	84,5	5,5	10,0
2	83,7	8,3	8,0
3	82,6	8,4	9
4	85,3	6,2	8,5
5	85,6	5,4	9,0
6	84,4	5,6	10,0
7	85,0	5,0	10,0
8	86,4	4,6	9,0
9	86,1	5,9	8,0
10	89,1	3,9	7,0
11	88,1		
12	90,5	3,5	6,0
13	91,5	3,5	5,0
14	90,5	3,0	6,5
15	91,4	2,6	6,0
16	90,3	4,7	5,0
17	90,6	4,4	5,0
18	90,5	4,5	6,0
19	90,3	4,2	5,5
20	89,0	4,5	6,5
21	92,7	4,3	3,0

Gisement de la grotte du Loup.

Carré A1 IV.

Couche	Niveau	Echantillon	Sables en %	Limons en %	Argiles en %
2	α	1	90,0	4,0	6,0
2	$\alpha-\beta$	2	91,4	5,1	4,5
2	β	3	92,0	5,0	3,0
2	β	4	90,8	5,2	4,0
2	$\beta-\gamma$	5	90,4	4,6	5,0
2	γ	6	91,2	5,3	3,5
3		7	90,2	4,3	5,5
3-4		8	90,0	5,0	5,0
4	a	9	89,7	4,3	6,0
4	a	10	90,9	6,8	3,5
4	a	11	91,5	5,0	3,5
4	a-b	12	92,2	4,8	3,0
4	b	13	90,3	4,7	5,0
4	b	14	88,0	6,0	6,0
5		15	90,1	3,4	6,5
5		16	89,3	3,7	7,0
5		17	89,5	3,5	7,0
5		18	89,4	4,6	6,0
5		19	91,8	3,2	5,0
5		20	90,0	3,5	6,5
5		21	90,0	3,0	7,0

GROTTE DU RO DEL DRA

A - Situation géographique :

La cavité est située sur le bord de la route de Queyssac à Puy d'Arnac, à l'extrême Sud du Bassin de Brive (Pl. 2). Elle s'ouvre dans une falaise du versant Sud-Ouest du *Puy Tranchat* nommé *Lou Ro Del Dra* (Rocher du Drac).

B - Historique :

" Le Rocher du Dra où baille la grotte formait jadis un éperon que contournait le chemin de Queyssac à Puy d'Arnac. Dans l'épaisseur des bois de châtaigniers il apparaissait comme une haute barre en travers du chemin sur laquelle le Drac, démon facétieux du Haut Quercy qui avait élu domicile dans la caverne, terrifiait les voyageurs attardés. Il y a une dizaine d'années le service des Ponts et Chaussées de Beaulieu exorcisa ce lieu hanté et coupa la barre rocheuse privant le Drac de son piédestal et la préhistoire d'une partie du gisement magdalénien que contenait la cavité" (M. LORBLANCHET, 1969).

Le gisement est découvert en 1968 par L. HUGONIE. Un tamisage des déblais et une fouille limitée est alors effectuée. Le gisement comporte un seul niveau archéologique, attribué au Magdalénien final, reposant directement sur le rocher.

La stratigraphie est la suivante : (Pl. 89).

Niveau I : Epaisseur : 0,10 m. Argile limono-sableuse à végétaux, de couleur grise à rouge, finement litée, fendillée à son sommet, passant vers sa base à une argile sablo-limoneuse. Limite inférieure avec le niveau II nette.

Niveau II : Epaisseur : 0,25 m. Sable argilo-limoneux, à tâches rouille. Ce niveau n'est pas homogène mais entrecoupé de passées très fines de sable pur ou d'argile. Il passe graduellement vers le bas à un sable argileux gris et rouille, de 2 cm de puissance. Sa limite inférieure est nette.

Niveau III : Epaisseur : 0,08 m. Sable argilo-limoneux, de couleur jaune, gris et rouille. Limite inférieure graduelle avec le niveau IV.

Niveau IV : Epaisseur : 0,08 m. Sable argilo-limoneux, plus riche en argiles et limons que le niveau III. Limite inférieure assez nette avec le niveau V.

Niveau V : Epaisseur : 0,09 m. Sable argilo-limoneux, plus riche en sables que le niveau IV, de couleur dominante ocre jaune, limite inférieure nette avec le niveau VI.

Niveau VI : Il se subdivise en :

VI a : Argile sablo-limoneuse, 0,10 m de puissance environ, identique à celle du niveau I.

VI b : Lit sableux, non échantillonné, présent sous forme de lentille dans la partie droite de la coupe. Epaisseur : 0,10 m.

VI c : Argile sablo-limoneuse, gris foncé, très plastique. Présence au sein de la masse argileuse de gros blocs de grès. Epaisseur : 0,50 m. environ.

VI d : Argile bleu-noire, en deux placages de part et d'autre de la galerie ; ses rapports stratigraphiques avec les sous-niveaux VI e et VI f sont inconnus. Non échantillonné. Epaisseur : 0,10 maximum.

VI e : Sable rouge en fin liseré conservé dans la partie gauche de la galerie, entre les niveaux VI c et VI f. Non échantillonné. Epaisseur : 0,02 m maximum.

VI f : Sable gris-vert ou gris rouge, conservé seulement dans la partie gauche de la galerie, reposant directement sur le niveau archéologique magdalénien. Non échantillonné. Epaisseur : 0,15 m maximum.

Niveau VII : Mince couche archéologique contenant un outillage rapporté par M. LORBLANCHET au Magdalénien terminal. Elle repose directement sur la roche en place. Epaisseur : 0,05 m environ.

D - Analyse sédimentologique :

1 - Etude de la fraction grossière : (Pl. 90).

Les éléments de taille comprise entre 2 et 50 mm ont fait l'objet d'une mesure globale.

Les éléments de taille supérieure à 10 mm sont rares et toujours représentés par des "nodules" de quartz provenant de la roche encaissante. Ce sont les granules (2 à 5 mm) qui sont les plus abondants.

La proportion des éléments grossiers est variable : ils sont peu importants mais irrégulièrement représentés dans le niveau VI, avec trois augmentations nettes (prélèvements 22, 19 et 16). Ils augmentent graduellement au sommet de VI pour atteindre plus de 25 % dans le niveau V. Ils disparaissent presque totalement dans le niveau IV et augmentent à nouveau dans le niveau III, sont très peu abondants en II et reprennent un peu d'importance dans le niveau I.

2 - Etude de la fraction fine :

a - diagrammes stratigraphiques : (Pl. 90, fig. 1, 2 et 3).

Les résultats obtenus sont traduits sous forme de diagrammes stratigraphiques. Leur examen permet tout d'abord de constater que le remplissage se divise en trois grands ensembles :

- Le premier est constitué par le niveau VI et caractérisé par

une grande abondance de limons et d'argiles. Les limons augmentent régulièrement jusqu'au prélèvement 19 (où ils atteignent le plus fort pourcentage de la coupe : 28,8 %), augmentent à nouveau en 16 pour décroître régulièrement jusqu'en 14, puis augmentent brutalement au sommet de VI. Les argiles augmentent régulièrement jusqu'en 20, diminuent jusqu'en 16 puis croissent rapidement pour atteindre 77 % en 14. Elles décroissent ensuite jusqu'à la base de V. Les sables sont assez importants en 22 (46,7 %) puis diminuent jusqu'en 19 pour remonter légèrement en 18 et décroître ensuite jusqu'en 14. Ils augmentent brutalement au sommet de VI.

Dans tout cet ensemble, les pics d'argiles précèdent les pics de limons.

- Le second ensemble regroupe les niveaux V, IV, III et II. Il est caractérisé par une dominance des sables, entrecoupée de montées brutales d'argiles et de limons. Dès la base de V, les sables sont en très nette augmentation par rapport à VI (67,1 %). Ils passent brutalement à 36,4 % dans le niveau IV, puis croissent en III. La base de II est marquée par une nouvelle diminution des sables qui augmentent ensuite, puis perdent de l'importance au sommet de II.

Les limons présentent deux pics principaux qui coïncident avec ceux d'argiles.

- Le troisième ensemble est constitué par le niveau I. Les sables y perdent toute importance au profit des argiles (80 %) et d'une proportion de limons assez peu importante (11,3 %).

b - courbes cumulatives.

Niveau VI : La base de VI (Pl. 99 et 100) présente une courbe bimodale à montée assez rapide et légèrement concave (1) sur les sables grossiers, avec un léger aplatissement au niveau des sables fins et une nouvelle montée rectiligne sur les limons. Les prélèvements 21 et 20, montrent des courbes à tendance trimodale avec un premier mode moins marqué sur les sables grossiers, un second sur les sables fins ou décalé sur les limons, un troisième sur les limons. Avec le prélèvement 20, le second mode est nettement décalé vers les limons, avec une cassure assez nette au niveau des sables fins. La partie droite (2) de la courbe est concave. Les prélèvements 19 et 18 présentent des courbes plus franchement bimodales, avec une montée légèrement convexe sur les sables et un second mode plus accentué sur les limons,

(1) concave : à concavité tournée vers le haut.
convexe : à concavité tournée vers le bas.
partie droite : partie située vers la droite de la courbe.

qui se traduit par une montée rapide et rectiligne. La cassure se situe aux alentours de 0,080 mm. Les courbes des échantillons 17 et 16 tendent à devenir unimodales, avec une montée concave sur les sables fins, puis rectiligne sur les limons. Le sommet du niveau VI (Pl. 98) est caractérisé par des courbes à nouveau bimodales, le premier mode se situant sur les sables grossiers et le second sur les limons. L'allure générale des courbes est légèrement concave à rectiligne. La cassure se fait entre 0,010 et 0,020 mm. La partie droite des courbes est convexe.

Niveau V : Les courbes sont unimodales (Pl. 97), le mode se trouvant généralement au niveau des sables fins. La montée est concave à la base, légèrement convexe au milieu du niveau, puis à nouveau concave, mais plus légèrement. Sur les limons, les courbes sont sensiblement rectilignes, la partie droite restant néanmoins toujours convexe. Il faut toutefois noter une légère ensellure entre 0,050 et 0,010 mm, et l'amorce discrète d'un second mode.

Niveau IV : La courbe correspondante (Pl. 96) est unimodale, à montée concave sur les sables fins, puis assez irrégulière sur les limons. La partie droite est concave.

Niveau III: (Pl. 95 et 96). Les courbes sont unimodales, la montée sur les sables étant concave à la base, puis nettement convexe, indice d'un meilleur classement. La partie correspondant aux limons est en pente douce, rectiligne.

Niveau II : (Pl. 94 et 95). La base montre une courbe unimodale, à montée concave sur les sables grossiers, puis convexe sur les sables fins et les limons. La partie droite est concave.

Puis, vers le haut, les courbes deviennent franchement unimodales avec une montée rapide et concave sur les sables, puis faible et sensiblement rectiligne sur les limons.

Niveau I : (Pl. 94). A sa base, la courbe est bimodale, voire légèrement trimodale, avec une montée rapide et convexe sur les sables grossiers, une légère ensellure vers 0,4 mm, une montée rectiligne puis convexe sur les sables fins, un palier entre 0,050 et 0,010 mm et un nouveau mode assez bien marqué, la partie droite de la courbe étant concave.

Au sommet, la courbe, bien que d'allure générale concave, est bimodale, la première montée se faisant au niveau des sables fins, la seconde sur les limons à partir de 0,030 mm. La partie droite de la courbe est concave.

c - indice d'hétérométrie $H\bar{e}$: (Pl. 91).

Les valeurs de cet indice varient entre 1,00 et plus de 5,00. Elles montrent trois maxima : deux dans le niveau VI et un au sommet du niveau I ; ils correspondent aux trois pics principaux d'argiles et de limons. Par suite de la diversité des courbes cumulatives, les variations sont nettes et parfois brutales. Les passées sableuses sont en général marquées par des valeurs plus faibles.

d - médiane, premier et troisième quartiles : (Pl. 91).

La médiane et le troisième quartile n'ont pas été toujours mesurables. Seules ont été représentées les variations de la médiane et du premier quartile.

Ces deux indices montrent des variations inverses de celles de l'hétérométrie, sauf pour l'échantillon 4 : la médiane varie alors en sens inverse de l'hétérométrie et du premier quartile ; cet échantillon est le seul à présenter une montée concave sur les sables grossiers, puis nettement convexe sur les sables fins : c'est le mieux classé de la coupe.

e - variations du pH et du Δ pH : (Pl. 90, fig. 5).

Le sédiment est presque toujours acide et son pH varie entre 5,75 et 7,10. Les valeurs du pH dans K Cl sont comprises entre 3,60 et 5,75. Le Δ pH varie entre 1,35 et 2,45 de façon parfois brutale. Dans le niveau VI, les valeurs sont plus faibles que dans le reste de la séquence. Elles sont maximales au sommet du niveau VI et dans le niveau II. Elles suivent grossièrement les variations du pourcentage d'argiles.

f - calcimétrie : (Pl. 90, fig. 4).

Les niveaux VI et I sont les plus riches en carbonates. Dans tous les niveaux, les pics sont synchrones de ceux d'argiles. Les carbonates varient dans le même sens que le Δ pH dans les niveaux I et VI, mais de manière plus indépendante dans les autres niveaux.

g - analyses chimiques : (Pl. 92).

La teneur en fer est irrégulière (de 19,0 à plus de 40,0 0/00). Dans l'ensemble VI, les augmentations sont synchrones de celles des colloïdes. Dans les ensembles supérieurs, elles paraissent plus être liées à celles des sables. Il en est de même dans une moindre mesure pour le potassium, le sodium et le magnésium.

Le calcium est plus abondant dans les ensembles I et VI, en teneur moins forte dans les ensembles IV et V.

Le manganèse augmente régulièrement de la base de l'ensemble I à la base de l'ensemble V où il atteint sa teneur maximum.

Le cuivre ne présente que des variations mineures. Néanmoins, toutes les variations sont en accord avec celles des autres éléments, à de rares exceptions près.

h - diffractométrie : (Pl. 93).

Lecortège des minéraux argileux est constitué par les interstratifiés illite-vermiculite, l'illite et la kaolinite.

Les interstratifiés dominent largement.

Le niveau VI se distingue nettement des niveaux sus-jacents par la présence de kaolinite bien cristallisée et un pic d'interstratifiés large et aplati, très légèrement dissymétrique, décalé vers l'illite.

Les niveaux supérieurs sont caractérisés par une nette diminution de la kaolinite, plus mal cristallisée vers le sommet. Le pic d'interstratifiés est très aigu et déporté sur l'illite.

Le rapport illite/kaolinite, de l'ordre de 2,0 dans le niveau VI, passe à plus de 10,0 dans tous les niveaux supérieurs et semble diminuer à la base de l'ensemble I (I/K = 8,6).

E - Interprétation :

Les sections de l'entrée actuelle de la galerie de la grotte du *Ro Del Dra* (Pl. 6a) montrent que nous sommes en présence d'une galerie "pseudo-karstique", creusée aux dépens d'un lit de grès plus grossier, d'une cinquantaine de centimètres d'épaisseur.

Le remplissage semble d'origine exclusivement alluviale, témoin de périodes successives d'activité et d'assèchement du pseudo-karst. L'occupation humaine magdalénienne, décelée à la base du remplissage, sur le rocher, prouve que l'exutoire actuel n'est pas très éloigné de celui qu'ont connu les paléolithiques : quinze à vingt mètres tout au plus .

Lors de l'installation des hommes, la galerie est vide de tout dépôt, soit parce que son creusement vient juste de se terminer, soit à la suite d'une vidange récente.

Après le départ des magdaléniens, le niveau archéologique est concrétionné. Le fait qu'il n'ait pas été présent sur la coupe échantillonnée interdit toute hypothèse sur la composition chimique de ce concrétionnement. On peut toutefois penser qu'il résulte d'une exposition plus ou moins prolongée en milieu doux et humide.

Un premier ensemble sédimentaire se dépose, composé d'abord de sables (niveaux VI f et VI e), puis d'argiles (VI d). Il caractérise une période assez humide au début, puis moins humide.

Une première coupure doit être placée après cet épisode :

Elle est attestée par le déblaiement presque total des formations précédentes qui subsistent uniquement sous forme de lambeaux. Cette vidange témoigne d'une période très humide et non alluvionnaire.

Un nouvel ensemble sédimentaire se dépose, représenté par les argiles sablo-limoneuses et limono-sableuses du niveau VI c. A la base (éch.22), elles témoignent d'apports irréguliers, mal triés et d'une compétence moyenne du fluide transporteur. La compétence diminue ensuite régulièrement (éch. 20 à 19) et l'on observe que les phénomènes de décantation prennent peu à peu le pas sur l'alluvionnement plus grossier. Une nouvelle augmentation de la compétence se manifeste au sommet de cette formation (éch. 18 à 16) et l'alluvionnement reprend un peu d'importance puis atteint un maximum avec le dépôt des sables du niveau VI b.

Une nouvelle coupure se place après le dépôt de cet ensemble. Elle se manifeste par une sorte d'érosion assez nette, un chan-

gement dans la dynamique sédimentaire et une différence radicale dans la composition chimique et la nature des minéraux argileux des sédiments. Toutes les formations précédentes étaient caractérisées par une forte teneur en calcium, de faibles proportions de manganèse et de fer, une teneur plus élevée en cuivre. Les argiles comprenaient la kaolinite en assez forte proportion, bien cristallisée, des illites très vermiculitisées, une forte proportion d'interstratifiés illite-vermiculite et un peu de chlorite. Les niveaux qui vont se déposer ensuite sont caractérisés par une plus faible teneur en calcium, de plus fortes teneurs en fer, manganèse et potassium; des variations de grande amplitude du magnésium et du sodium. Toutes ces variations de proportions dans la fraction soluble sont liées à la dominance respective de la classe granulométrique des sables ou de celles des colloïdes et des limons. Les argiles sont représentées par la kaolinite en plus faible proportion, de moins en moins bien cristallisée vers le haut, des illites moins vermiculitisées, des interstratifiés illite-vermiculite et des traces de chlorite. Enfin, il faut noter des valeurs plus élevées du Δ pH que dans l'ensemble inférieur. La grande différence entre ces deux ensembles peut s'expliquer de plusieurs façons : érosion en surface de deux bancs de composition minéralogique différente, ces bancs pouvant appartenir à la même roche-mère, à deux roche-mères différentes, à deux formations quaternaires différentes par leur composition originelle ou par leur degré d'altération. Il est impossible de trancher dans l'état actuel des recherches. La coupure témoigne d'une période humide et non alluvionnaire.

Après cette coupure se déposent les ensembles VI a, V, IV, III et II, sans coupure apparente. Leur dépôt est d'abord la conséquence d'un écoulement lent, qui se traduit par des phénomènes de décantation (niveau VI a). On enregistre ensuite un ruissellement assez soutenu dont la compétence diminue régulièrement dans le niveau V : la décantation reprend le pas sur l'alluvionnement. Cette tendance s'accroît dans le niveau IV (phase sableuse peu importante et très étirée, suivie d'une phase limoneuse assez redressée et d'une importante proportion de colloïdes). La sédimentation prend alors une allure irrégulière, la courbe traduisant un mauvais classement des apports (éch. 8). Le ruissellement s'accroît ensuite pour diminuer rapidement et laisser place à la décantation (éch. 7 et 6). Une nouvelle reprise du ruissellement se manifeste avec les échantillons 5 et 4, la compétence diminuant légèrement dans l'échantillon 3 mais la sédimentation restant régulière.

Une coupure dont l'importance est difficile à préciser semble se manifester ensuite et la sédimentation devient varvée, avec des apports

importants de végétaux, correspondant certainement à des périodes de destruction de la végétation de surface. Ces dépôts passent progressivement à un faciès de décantation, également riche en débris végétaux. Ce niveau I paraît donc résulter de dépôts saisonniers. Il constitue la dernière manifestation climatique enregistrée dans la caverne.

Un problème reste posé : celui de la présence de blocs de grès et parfois de calcaire rencontrés dans toute l'épaisseur des niveaux IV, V et VI, qui semblent situés préférentiellement au-dessus d'un approfondissement du sol rocheux dont il est difficile de dire s'il résulte d'une action naturelle ou anthropique. Ces blocs sont noyés dans les dépôts : ils en sont par conséquent contemporains. Ils pourraient s'expliquer par une détente des parois après un déblaiement important de la cavité, ou après le passage d'un écoulement en régime noyé à un écoulement à l'air libre.. Cet événement se situerait alors postérieurement à la phase de vidange du remplissage post-magdalénien des niveaux VI d, VI e et VI f. Il se serait poursuivi, avec une moindre importance, après la vidange postérieure au dépôt du niveau VI b. Cette hypothèse sera à vérifier lors de la poursuite des travaux de fouilles.

L'évaluation de l'ampleur des variations climatiques, avec les seules indications qu'apporte l'étude de ce remplissage, reste délicate : nous ne pouvons apprécier que l'importance relative de l'humidité après filtration et passage dans le pseudo-karst. On doit tout de même penser que les périodes d'amélioration climatique, permettant le développement de la végétation et une meilleure fixation des sols, seront caractérisées par des arrêts de sédimentation (faible humidité) ou des vidanges (forte humidité). On constatera alors des dépôts saisonniers de très faible importance. En période froide, au contraire, une moins bonne fixation des sols, liée à des phénomènes d'érosion accrus (solifluxion, ruissellement...) entraînera un important dépôt de matériaux grossiers (humidité importante), ou des dépôts de matériaux plus fins (humidité moins importante). On doit d'ailleurs envisager en premier lieu un apport de matériaux fins tant que les sols sont encore présents. Cl. THIBAUT pense qu'en outre, les pédogénèses les plus fortes (Cf gisement de *Nauterie à La Romieu*) peuvent être responsables de l'obturation des collecteurs de surface du karst. En milieu de phase froide on observe des apports plus grossiers, puis un retour à des dépôts fins en fin de phase froide et en début d'amélioration climatique.

Si la galerie était sensiblement de même longueur qu'actuellement,

les parois ont du subir les attaques du gel en ambiance humide. Dans ce cas, la proportion de granules peut nous renseigner sur les variations de l'intensité du froid humide. Leur forte proportion dans le niveau V, dont les courbes traduisent un mauvais classement du matériel indique une ambiance froide durant laquelle la compétence du fluide n'est pas apte à bien classer le matériel apporté. Dans le niveau III, leur présence indique le même phénomène lié à une augmentation de l'humidité au sommet (meilleur classement des sables). Dans le niveau VI, par contre, leur présence dans des faciès de décantation est une indication supplémentaire permettant de rapporter ces faciès à une ambiance froide.

Nous proposons la succession climatique du tableau de la page suivante.

<i>Phase</i>	<i>Climat proposé</i>	<i>Conséquences</i>
1	Tempéré, très humide.	Vidange de la cavité.
2	Tempéré sec ou froid sec.	Pas de dépôt. Installation des magdaléniens.
3	Doux et humide.	Concrétionnement de la couche archéologique.
4	Froid et assez humide.	Dépôt des niveaux VI f, d et e.
5	Tempéré, très humide.	Vidange.
a 6 b c	Froid, humide. Froid, moins humide. Froid, humide.	Dépôt de VI c et VI b.
7	Tempéré, très humide.	Vidange.
a b 8 c d e	Froid et humide. Froid et moins humide. Froid et plus humide. Froid et moins humide. Froid et humide.	Dépôt de VI a. Dépôt de V, de IV et de III (éch. 8). Dépôt de III (éch. 7). Dépôt de II (éch. 6). Dépôt de II.
9	Alternances saisonnières, tempéré ?	Dépôt de I.

Gisement de la grotte du Ro Del Dra.

Niveau	Echantillon	Sables en %	Limons en %	Argiles en %
I	1	8,7	11,3	80,0
I	2	54,3	9,7	36,0
II	3	69,6	6,9	23,5
II	4	74,0	5,0	21,0
II	5	67,6	9,4	23,0
II	6	49,8	16,7	33,5
III	7	73,5	7,5	19,0
III	8	64,6	9,9	25,5
IV	9	36,4	24,6	39,0
V	10	58,1	16,9	25,0
V	11	58,5	13,5	28,0
V	12	67,1	6,9	26,0
VI	13	18,0	20,0	62,0
VI	14	13,0	10,0	77,0
VI	15	22,8	22,2	55,0
VI	16	31,8	26,7	41,5
VI	17	31,3	22,7	46,0
VI	18	33,9	23,1	43,0
VI	19	26,7	28,8	44,5
VI	20	21,0	26,0	53,0
VI	21	32,1	18,9	49,0
VI	22	46,7	10,3	43,0
Entrée Sud :		63,8	13,2	23,0

Analyse chimique du remplissage de la grotte du Ro Del Dra.

Niveau	Echantillon	Fe 0/00	Mn 0/00	Cu 0/00	Mg 0/00	Na 0/00	K 0/00	Ca 0/00
I	1	27,2	0,27	0,025	5,05	0,80	19,2	1,55
I	2	24,2	0,25	0,025	5,05	0,67	18,0	1,82
II	3	23,0	0,17	0,025	4,92	0,50	15,0	1,20
II	4	30,5	0,12	traces	4,82	0,52	12,5	1,10
II	5	27,2	0,27	0,025	4,95	0,50	14,5	1,17
II	6	27,7	0,32	0,025	5,00	0,57	67,0	1,22
III	7	30,5	0,52	0,025	5,02	0,60	16,7	1,47
III	8	42,5	0,67	0,035	5,05	0,57	18,2	1,47
IV	9	25,0	0,62	0,025	5,05	0,60	16,7	1,55
V	10	26,7	0,70	0,025	5,05	0,57	16,7	1,37
V	11	28,0	1,87	0,035	5,07	0,62	17,2	1,67
V	12	19,2	0,77	0,025	4,90	0,47	13,0	1,32
VI	13	34,7	0,92	0,025	5,17	0,72	23,0	2,00
VI	14	37,2	0,92	0,025	5,17	0,90	26,5	2,40
VI	15	24,0	0,80	0,025	5,05	0,77	18,0	1,90
VI	16	20,7	0,62	0,025	4,97	0,60	13,2	2,22
VI	17	22,5	0,65	0,035	5,02	0,60	15,2	2,20
VI	18	24,0	0,52	0,035	5,05	0,67	15,7	2,82
VI	19	23,0	0,52	0,025	5,05	0,70	15,7	2,80
VI	20	24,5	0,45	0,035	5,10	0,65	16,7	2,57
VI	21	22,2	0,42	0,025	5,02	0,62	15,2	2,20
VI	22	23,5	0,42	0,050	5,10	0,13	19,0	2,30

GISEMENT DE CHIZ-JUGIE

A - *Situation géographique :*

Le gisement se trouve sur le territoire de la commune de Cosnac, au lieu dit *Marenzac* (1).

B - *Historique :*

L'abbé PIRAULT a fouillé dans un petit vallon à 300 m environ à l'Est du gisement, au lieu dit *le Bessol* et y a récolté une industrie épipaléolithique dont une série est visible au Musée de Brive. Les énormes traces de fouilles anciennes que nous avons trouvées à *Chez-Jugie* nous incitent à penser que ce site ne lui avait pas échappé. Il semble également que J. BOUYSSONIE y ait effectué un sondage (notes non publiées mentionnées par P. ANDRIEU (2)). On sait aussi que les fouilles clandestines y furent nombreuses. Les travaux de fouilles récents ont commencé en 1968 sous la direction de G. MAZIERE (Pl. 61). Dans le courant de l'hiver 1968 et au début de l'année 1969, notre travail fut saccagé et un vide irrémédiable creusé entre la partie amont et la partie aval du gisement. Dès 1972, un chantier permanent fut installé et fonctionne depuis tous les étés (3).

Deux industries ont été découvertes en place dans ce gisement:

- Azilien,
- Sauveterrien.

Le tamisage des déblais indique l'existence d'occupations plus récentes (Bronze et Moyen-Age) qui n'ont pas encore été retrouvées en stratigraphie.

(1) Coordonnées Lambert : $x = 541,0$ et $y = 312,3$; feuille de BRIVE 1-2 au 1/25 000°.

(2) "Station de Combe du Milieu, dite Chez-Bonny, Vallée de Planchetorte à Brive", par P. ANDRIEU, manuscrit déposé au comité de lecture S.P.F., inédit.

(3) Depuis cette date, nous sommes associés à la direction du chantier. Il nous est agréable de remercier G. MAZIERE pour avoir souhaité et organisé cette collaboration.

C - Stratigraphie :

Dans le carré E II, les fouilles 1973 ont permis de lever la coupe suivante (Pl. 62), de haut en bas :

Niveau 1 : Sable grossier hétérogène, fraction fine argilo-limoneuse importante. "Enracinement" fort. Ce niveau est fortement perturbé et comporte de nombreux outils lithiques remaniés. Couleur : E 52 (1).

Niveau 2 : Sable grossier jaune-gris, fraction fine limono-argileuse moins importante qu'en 1. Ce niveau semble avoir subi un lessivage. "Enracinement" faible. Présence d'outils lithiques remaniés. Couleur : E 41.

Niveau 3a : Sable grossier à fraction fine argileuse, présence d'oxydes métalliques diffus. "Enracinement" nul. Ce niveau semble stérile au niveau de la coupe. Couleur : F 41 = 5 YR 4/2.

Niveau 3b : Même nature que 3a, mais enrichi en matières organiques grisâtres. Ce niveau semble stérile au niveau de la coupe. Couleur : J 41 = 10 YR 3/2.

Niveau 3c : Idem 3a. Industrie Mésolithique. Couleur : F 41 = 5 YR 4/2

Niveau 3d : Idem 3b. Industrie Mésolithique. Couleur J 41 = 10 YR 3/2. La base de ce niveau est soulignée par une racine de taille exceptionnellement grosse par rapport à celles rencontrées dans les autres niveaux.

Niveau 3e : Sable moyen très argileux. Structure des éléments fins grumeleuse. Ce niveau est compact. Peu de canalicules. On note la présence d'oxydes métalliques diffus dans la masse. Les blocs sont absents, les cailloux rares. Ce niveau forme une lentille, au contact supérieur avec la 3d souligné par le niveau de racines, au contact inférieur avec la 3f diffus. Industrie Mésolithique. "Enracinement" faible. Couleur : panachée avec de nombreux points et tâches, J 42 pour le fond.

Niveau 3f : Sable moyen argileux, compact, peu de canalicules. Structure très grumeleuse. Enrichissement, par rapport à la 3e en argile et en fer de manière homogène et diffuse. Blocs absents, cailloux rares. "Enracinement" faible. Présence d'os et de charbon de bois, de traces organiques indéterminées noires. Industrie Mésolithique. Cette couche forme une lentille qui perd sa consistance en se biseautant dans la 3d dans le carré E III. Couleur : H 52 pour le fond, panachée avec traînées diffuses.

(1) Couleurs données à l'aide du code expolaire de CAYEUX et TAYLOR, sur sédiment humide, et transcrites en équivalents MUNSELL.

Niveau 3g : Sable grossier argileux, structure grumeleuse, consistance tendre, enrichi en fer et matières organiques limono-argileuses. "Enracinement" faible. Industrie mésolithique. Ce niveau est une partie de la 3d qui se biseaute dans le E II sous la 3e-3f. Couleur : panachée, traînées diffuses, tâches, H 64 = 10 YR 3/4 pour le fond.

Niveau 4a : Sable grossier hétérogène peu vacuolé, consistance friable, enrichi en argile, blocs absents, cailloux rares, "enracinement" nul. Présence de concrétions argilo-métalliques formant en plan un cuirassement continu et en coupe des bandes anastomosées (phénomène de "colored-bandings"). Industrie mésolithique. Couleur : panachée, F 62 pour le fond.

Niveau 4b : Idem 4a, mais moins riche en argiles, "enracinement" nul. Paraît stérile dans le E II. Couleur : D 62 = 7,5 YR 5/4.

Niveau 4c : Idem 4b, mais plus grise, "enracinement" nul, limites diffuses avec le 4b et le 5a. Couleur : F 41 = 5 Y 4/2.

Nota : Dans tous les niveaux suivants, jusqu'au niveau 7 compris, on remarque le phénomène de concrétionnement argilo-métallique décrit dans le niveau 4a.

Niveau 5a : Sable grossier hétérogène, peu vacuolé, plus gris que le 4c, "enracinement" nul, consistance friable, blocs rares et cailloux rares. Ce niveau contient une industrie azilienne. Couleur : panachée avec traînées diffuses, F 41 = 5 YR 4/2 pour le fond.

Niveau 5b : Sable grossier hétérogène; peu vacuolé, mais à fraction fine plus argileuse que dans le niveau 5a. Structure très grumeleuse, consistance tendre, blocs rares et cailloux rares sauf en cas de structures d'habitat. Présence de cendres et de charbon de bois. Coloration très sombre, "enracinement" nul. Industrie azilienne. Couleur : panachée avec tâches et points, J 41 = 10 YR 3/2 pour le fond.

Niveau 5d : Sable grossier hétérogène, peu vacuolé, grisâtre, plus riche en argiles que les niveaux 5a, 5b et 5c, consistance friable, blocs rares et cailloux rares, limites diffuses et passage graduel du 5c au 5d et du 5d au 6a. Couleur : panachée avec traînées diffuses, E 41 pour le fond.

Niveau 6a : Idem 5d, formant un niveau de transition entre les niveaux grisâtres de 5 et le niveau 6b et très riche en argiles. Couleur : E 41.

Niveau 6b : Sable argileux peu vacuolé, consistance friable, structure particulière à peu grumeleuse, blocs et cailloux rares, "enracinement" nul. Ce niveau semble contenir la première occupation azilienne du gisement. Couleur : E 41.

Niveau 6c : Sable grossier moins argileux que le niveau 6b, mais encore enrichi par rapport au niveau 7 sous-jacent. Léger "enracinement". Passage graduel au niveau 7.

Niveau 7 : Sable grossier hétérogène, "enracinement" nul, stérile.

Niveau 8 : Niveau de gros éboulis du grès grossier constituant l'abri. Matrice de sable grossier hétérogène.

Niveau 9 : Sable grossier hétérogène devenant très grossier vers sa base.

Substratum : Non atteint par les travaux de fouille.

En 1974, la stratigraphie relevée est la suivante :

Couche 1 : Remanié, présence de poterie et de silex (1).

Couche 2 : Sable limono-argileux, compact. La base de cette couche est constituée par un important niveau d'éboulis qui scelle les couches mésolithiques sous-jacentes. La couche renferme une série lithique et céramique trop pauvre pour faire l'objet d'une attribution culturelle précise (Bronze ?). A partir de la travée IV, cette couche s'épaissit et passe graduellement à un véritable dépôt de pente. Dans la travée V, elle présente plusieurs poches cendreuse aux contours diffus dont l'étude sera effectuée lors de la fouille de cette zone.

Couche 3 : La stratigraphie relevée dans le carré E II n'avait qu'une valeur indicative, ayant été définie sur une surface réduite. La fouille 1974 a permis de saisir l'extrême importance des variations latérales de faciès dues à la part prépondérante des actions anthropiques dans l'édification de cette couche. Nous avons pu constater l'imbrication de zones de foyers et de zones de rubéfaction intense. (Pl. 79). C'est la raison pour laquelle les subdivisions 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g, de la coupe E II ne se retrouvent pas partout, ou sont plus nombreuses. L'étude sédimentologique a été menée par couches, et nous nous réservons la possibilité d'un micro-découpage de ces couches lorsque nous aurons de bonnes coupes, plus étendues, permettant des raccords et une chronologie relative de toutes ces subdivisions.

(1) Nous adoptons le terme de couche, ayant pu retrouver les niveaux de 1973 sur une plus grande superficie.

D - *Caractéristique de la roche-mère* : (Pl. 83).

Etude de la fraction fine :

a - *courbe cumulative* :

La courbe cumulative est bimodale. Le premier mode se trouve sur les sables grossiers, le second, plus diffus sur les limons, la cassure se situant entre 0,010 et 0,020 mm. La montée des sables est rapide, très légèrement concave au départ, puis franchement convexe.

b - *hétérométrie, médiane, premier et troisième quartiles* :

L'indice d'hétérométrie est faible, de l'ordre de 0,60.

Le premier quartile se trouve vers 1,20 mm, la médiane et le troisième quartile ayant pour valeurs respectives 0,80 et 0,42 mm.

c - *analyses chimiques* : (voir tableau p. 119).

La teneur en fer oscille entre 3,0 et 3,8 0/00, le manganèse varie entre 0,32 et 0,50 0/00, le cuivre est présent à l'état de traces (teneur maximum : 0,025 0/00) et le magnésium varie entre 1,52 et 1,65 0/00.

Le calcium et le sodium présentent des teneurs sensiblement identiques, de l'ordre de 0,20 à 0,40 0/00, le potassium variant de 1,8 à 2,0 0/00..

E - Etude sédimentologique des niveaux supérieurs :

I - Carré E II.

1 - Etude de la fraction grossière : (Pl. 63, fig. 1).

Dans le carré E II, la fraction supérieure à 2 mm n'a pas été l'objet d'une étude complète.

Les cailloux sont rares et seuls les granules sont en proportions notables.

La représentation de la fraction grossière est variable. Grossièrement, elle passe de 6 % à la base de 6, à 21 % au sommet de 4, mais cette augmentation n'est pas régulière et on note trois minima : un au milieu de 6; un à la base de 5 et un à la base de 4. Dans la couche 3, le pourcentage de fraction grossière diminue nettement de bas en haut et ne dépasse pas 14 %.

2 - Etude de la fraction fine :

a - diagramme stratigraphique : (Pl. 63, fig. 2 et 3).

Le diagramme est caractérisé par une nette dominance des sables (72 à 96 %). Cinq ensembles peuvent être individualisés, de bas en haut.

Le premier regroupe les échantillons 1 à 8 et correspond aux deux premiers tiers de la couche 6 : nette dominance des sables, limons assez importants (12 %), colloïdes en faible pourcentage.

Le second monte jusqu'au sommet de la couche 5 : toujours dominance des sables, un peu plus que dans l'ensemble précédent, diminution des limons et augmentation légère mais régulière du taux de colloïdes (5 % environ).

Le troisième ensemble correspond à la couche 4 : augmentation graduelle des sables de la base au sommet (90 à 96 %), diminution des limons (7 à 2 %), colloïdes en pourcentage sensiblement constant mais diminuant nettement au sommet (5 à 2 %).

Le quatrième englobe la moitié inférieure de la couche 3 et est caractérisé par une régression des sables (95 à 72 %), un taux variable de limons (2 à 8 %), une augmentation notable des argiles qui atteignent 23 % dans l'échantillon 25.

Le dernier ensemble voit les sables reprendre un peu d'importance (72 à 83 %), les limons augmenter brutalement jusqu'à 13 % puis décroître pour atteindre 4 % dans l'échantillon 30, les colloïdes variant entre 12 (base et sommet de l'ensemble) et 9 % (milieu de l'ensemble).

b - variations du pH et du Δ pH. : (Pl. 63, fig. 4).

Le sédiment est toujours acide et son pH varie entre 5,20 et 6,45. Dans K Cl les valeurs sont comprises entre 3,85 et 4,40.

Le Δ pH varie entre 1,15 et 2,05. Les coupures observées correspondent généralement à de faibles pourcentages d'argiles ; à l'intérieur des ensembles distingués sur le diagramme stratigraphique, on note une augmentation des valeurs du Δ pH de haut en bas de chaque niveau.

c - diffractométrie : (Pl. 64).

Le cortège des minéraux argileux est constitué par l'illite, les interstratifiés illite-vermiculite, la kaolinite et la chlorite.

Il est dominé par l'illite et les interstratifiés illite-vermiculite.

Dans la couche 6, l'illite est assez bien cristallisée. La kaolinite est en faible proportion et mal cristallisée.

Dans la couche 5, la vermiculitisation des illites est plus poussée et se poursuit jusqu'à la base du niveau 4, la kaolinite étant en très faible proportion.

Au sommet de la couche 4, le pic d'illite redevient plus aigü.

Dans la couche 3, le pic d'illite n'est plus visible et remplacé par un large plateau d'illite-vermiculite entre 10 et 14 Å.

II - Carré A I.

1 - Etude de la fraction grossière : (Pl. 65, fig. 1).

La coupe étudiée est moins complète que dans le carré E II car elle ne descend guère sous le niveau 5.

On note une importante chute de blocs qui scelle le niveau 3.

Dans tous les niveaux les blocs sont absents et les cailloux rares, bien que présents dans les niveaux archéologiques où il est alors difficile de faire la part des apports humains et de ce qui a pu tomber du surplomb.

On remarque une décroissance de la fraction grossière jusqu'au sommet de 5, puis une augmentation irrégulière avec un maximum au milieu de 4, une diminution au sommet de 4 et à la base de 3 suivie d'une remontée vers le milieu de 3.

2 - Etude de la fraction fine :

a - diagramme stratigraphique : (Pl. 65, fig. 2 et 3).

Le diagramme stratigraphique global permet de distinguer quatre ensembles. Le premier correspond à ce que nous avons échantillonné du niveau 6 : sables passant de 83 % à la base à 89 % au sommet, limons passant de 8 à 5 %, colloïdes diminuant également, de 8 à 5 %.

Le second englobe le niveau 5 et la base du niveau 4 : augmentation des sables (86 à 93 %); diminution des limons (8 à 3 %), les colloïdes dessinent un "ventre" dont le maximum se trouve au milieu de l'ensemble avec 7 % ; ils diminuent régulièrement vers le sommet pour atteindre 3 %.

Le troisième ensemble correspond aux deux tiers supérieurs du niveau 4 : les sables diminuent de manière irrégulière (92 à 90 %), les limons augmentent de 3 à 5 %, le pourcentage d'argiles varie entre 6 et 2 %.

Le dernier ensemble est caractérisé par une nette régression des sables (71 %), une augmentation des limons (10 %) jusqu'au milieu du niveau 3, suivie d'une baisse notable (5 %), une élévation importante du taux de colloïdes (24 %). Cet ensemble correspond au niveau 3. Son sommet est marqué par une diminution du pourcentage d'argiles et une augmentation corrélative de celui des sables.

b - courbes cumulatives : (Pl. 68, 69, 70, 71 et 72).

A la base du remplissage (couche 6), les courbes sont bimodales, à montée rapide et légèrement concave sur les sables, à montée plus douce sur le second mode, la cassure se situant vers 0,050 mm.

Dans la couche 5, la montée sur les sables devient plus rectiligne, le second mode se dessinant à partir de 0,020 mm. La partie droite des courbes est rectiligne et légèrement oblique.

A la base de la couche 4, le second mode n'est presque plus perceptible, une très légère ensellure se situant vers 0,010 mm. Cette tendance se conserve jusqu'au sommet de la couche 4. On note toutefois des variations assez importantes du dessin de la courbe au niveau des sables (Pl. 70 et 71).

De la base au sommet de la couche 3, les courbes s'aplatissent du fait de l'augmentation du taux de colloïdes. A la base de 3, le second mode est nettement marqué, à montée rectiligne oblique assez rapide, ou convexe, la cassure se situant vers 0,030 mm. Au sommet de 3, ce mode tend à disparaître, les sables reprenant de l'importance. Les courbes sont alors unimodales (échantillons 1 et 2).

c - indice d'hétérométrie, Hé :

Cet indice varie entre 0,75 et 1,10. Ces variations dessinent nettement trois grands ensembles : le premier correspondant à la couche 3, le second aux couches 4 et 5 et le dernier à la couche 6. Le second ensemble est caractérisé par des valeurs très irrégulières.

d - variations de la médiane, du premier et troisième quartiles :

Les variations de ces trois paramètres sont quasi parallèles (Pl. 65, fig. 4). De la base au sommet de la couche 6, ils sont en augmentation. De la base de la couche 5 au sommet de la couche 4, les valeurs diminuent de manière irrégulière. Cette diminution s'accroît à la base de la couche 3. Les valeurs remontent ensuite jusqu'au milieu de la couche, restent sensiblement identiques puis augmentent brutalement à l'extrême sommet.

3 - Phénomène de *colored-bandings* :

Ce type de concentration a été rencontré dans tout le gisement. Il est particulièrement net et bien développé dans les niveaux situés sous la couche 3. Nous avons choisi de l'étudier succinctement dans la coupe du carré A I. Huit échantillons ont été prélevés dans la couche 4. Quatre d'entre eux correspondent aux zones de concentration, les quatre autres aux parties claires qui les séparent. Les résultats obtenus sont les suivants:

a - variations du pH et du Δ pH : (Pl. 66, fig. 1 et 2).

Le pH décroît régulièrement de l'échantillon 11 à l'échantillon 18. Le pH dans K Cl augmente, par contre très légèrement du sommet vers la base. Les variations du Δ pH sont irrégulières. Les valeurs les plus élevées correspondent toutes aux bandes sombres, les minima correspondant aux zones claires.

b - analyses chimiques : (Pl. 66, fig. 3 et 67, fig. 1, 2, 3, 4, 5).

La teneur en fer varie de 5,5 à près de 15,0 0/00. Tous les maxima correspondent aux bandes sombres, tous les minima aux zones claires.

Le magnésium, le potassium et le manganèse se trouvent également concentrés aux mêmes niveaux que le fer.

Le calcium et le sodium semblent varier de façon plus indépendante. Alors que la teneur en calcium décroît de haut en bas, le sodium se retrouve en concentration de plus en plus forte vers la base.

Les bandes sombres sont par conséquent caractérisés (dans ce gisement) par la présence constante de fer, de magnésium, de potassium, de manganèse (par ordre de teneurs décroissantes), de sodium et de calcium (en teneurs irrégulières). L'augmentation du Δ pH au niveau des bandes brunes semble indiquer un degré d'altération plus élevé des minéraux argileux dans ces zones que dans les parties claires intermédiaires.

III - Carré I III.

1 - Etude de la fraction grossière : (Pl. 80, fig 1).

La stratigraphie étudiée se résume aux niveaux 3 et 4, tels qu'ils ont été définis dans les carrés E II et A I.

Un échantillonnage très serré (tous les 2 à 3 cm) a été effectué pour essayer de découper finement le niveau 3. Nous pensons que le niveau 4 est complet.

La fraction grossière augmente irrégulièrement de la base au sommet de 4, atteint son maximum à la base de 3 (25 %), puis diminue dans toute la partie moyenne de ce niveau pour atteindre 7 % avant de reprendre de l'importance vers le sommet (18 %). Une importante chute de blocs déjà signalée dans le carré A I scelle le niveau 3.

2 - Etude de la fraction fine : (Pl. 80, fig. 2 et 3).

a - diagramme stratigraphique : (Pl. 80; fig. 2 et 3).

Il est dominé par les sables. Les variations sont plus régulières que précédemment compte tenu du rapprochement des échantillons.

Quatre ensembles se dessinent :

Le premier correspond au niveau 4, dans lequel la variation des limons suit celle des colloïdes, toutes deux s'opposent à celles des sables.

Un second ensemble correspond à la base du niveau 3 : les sables diminuent de bas en haut (92 à 90 %), les limons également (6 à 3 %) mais les argiles augmentent régulièrement (de 2 à 8 %) pour décroître brutalement au sommet.

Le troisième ensemble est caractérisé par une nette augmentation des colloïdes (atteignant 15 %), une augmentation parallèle des limons (jusqu'à 10 %) et une diminution corrélative des sables (jusqu'à 72 %). Vers le sommet, les sables reprennent de l'importance, surtout au détriment des argiles.

Un dernier ensemble s'amorce au sommet du niveau 3, caractérisé par une augmentation importante des limons (12 %), les argiles restant en proportion constante.

b - courbes cumulatives : (Pl. 84, 85, 86, 87 et 88).

niveau 4 : Toutes les courbes sont bimodales (Pl. 88). Le premier mode est sur les sables : la montée est rapide, concave au départ puis convexe. Le second mode est sur les limons, le replat le séparant du premier se situe entre 0,050 mm et 0,010 mm. La montée est beaucoup plus lente, la partie droite de la courbe étant rectiligne à faiblement convexe. Le prélèvement 25 représente la transition entre le niveau 3 et le niveau 4 : la courbe est bimodale, mais la montée sur le premier mode est d'abord rectiligne, puis convexe (Pl. 87).

niveau 3 : Les courbes sont toujours bimodales, le second mode étant très peu marqué (Pl. 84, 85, 86). Dès la base de 3, la montée sur le premier mode redevient concave sur les sables grossiers et convexe sur les sables fins. La pente générale a tendance à diminuer compte tenu de la croissance du taux de colloïdes. Au sommet du niveau, la courbe présente une montée concave sur les sables grossiers et une partie des sables fins. Le deuxième mode étant beaucoup plus net et commençant vers 0,025 mm (échantillon 0).

c - indice d'hétérométrie $H\bar{e}$: (Pl. 81, fig. 1).

Les valeurs de cet indice sont comprises entre 0,75 et 1,15. Elles montrent plusieurs minima et maxima. Dans toute la partie supérieure de la couche 3 (prélèvements 1 à 17) elles restent néanmoins supérieures à 0,90. La base de la couche 3 donne des valeurs généralement comprises entre 0,80 et 0,90. L'extrême base de 3, montre une nouvelle augmentation de cet indice. Dans la couche 4, à une exception près correspondant au prélèvement le plus riche en argiles et en limons, les valeurs sont nettement inférieures à 0,90.

d - médiane, premier et troisième quartiles : (Pl. 81, fig. 2).

Ces trois indices montrent généralement des variations inverses de celles de l'hétérométrie. Elles permettent de retrouver les quatre ensembles mis en évidence à partir du diagramme stratigraphique global (Pl. 80, fig. 2).

Les valeurs de ces indices sont les moins élevées au sommet du niveau 3. Elles augmentent ensuite irrégulièrement (surtout Q1) jusqu'à la base du deuxième ensemble, décroissent dans le troisième ensemble (base de 3), augmentent à nouveau au sommet et à la base de 4.

e - variations du pH et du Δ pH : (Pl. 80, fig.4).

Le sédiment est toujours acide. Son pH varie entre 4,10 et 5,95. Les valeurs dans K Cl sont comprises entre 3,70 et 4,30. Le Δ pH varie entre 0,40 et 2,50, de façon parfois brutale. La valeur la plus élevée correspond à la partie de la couche 3 la plus riche en argiles. Les coupures observées ne se placent pas au niveau de celles distinguées sur le diagramme stratigraphique global.

f - analyses chimiques : (Pl. 82).

Les variations des éléments dosés ont été reproduites sous forme de diagrammes stratigraphiques.

La teneur en fer augmente du sommet au milieu de la couche 3 (prélèvement 12), puis décroît régulièrement jusqu'à la base. Elle atteint son minimum au sommet de la couche 4 puis augmente à nouveau dans 4.

Le potassium et le magnésium suivent les variations du fer mais marquent plus nettement un "pic" au niveau du prélèvement 21.

Le manganèse atteint sa plus forte teneur au sommet de la couche 3. Il décroît ensuite rapidement jusqu'à la base de l'ensemble riche en limons et pauvre en argiles qui caractérise le sommet de la couche 3. Puis les teneurs sont de plus en plus faibles jusqu'à la base de 4.

Le calcium est en proportion variable mais toujours supérieur à 0,4 0/00 dans la couche 3. La teneur diminue ensuite légèrement de haut en bas de la couche 4 (0,4 à 0,3 0/00).

La teneur en sodium croît irrégulièrement du sommet de 3 vers la base, passe par un minimum au sommet de 4, augmente à nouveau brutalement pour diminuer ensuite vers la base.

F - Etude sédimentologique des niveaux inférieurs :

Carré D V (Pl. 73).

1 - Etude de la fraction grossière : (Pl. 74, fig. 1).

Essentiellement composée de granules, elle montre deux minima principaux en 2 et 7. Une ligne de blocs de dimensions moyennes (30 cm environ) constitue la couche 8 entre les prélèvements 6 et 7.

2 - Etude de la fraction fine :

a - diagramme stratigraphique : (Pl. 74, fig. 2 et 3).

Les variations sont de faible amplitude et dessinent deux ensembles séparés par une augmentation des sables en 6.

La phase argileuse représente de 4 à 7 % du sédiment.

Les limons varient peu, entre 3 et 5 %.

La variation du taux des colloïdes est harmonieuse et indépendante de celle des limons.

b - courbes cumulatives : (Pl. 76, 77 et 78).

Les courbes sont bimodales (éch. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8), le premier mode étant sur les sables, le second, diffus, sur la fin des limons. Une seule est unimodale (éch. 2). La montée sur les sables est rapide et concave (éch. 8, 7, 5, 2), ou rectiligne à convexe (éch. 6, 4, 3, 1).

c - indice d'hétérométrie $H\bar{e}$: (Pl. 74).

Cet indice varie entre 0,65 et 0,90. La valeur la plus faible correspond au prélèvement 6 et confirme la coupure mise en évidence sur le diagramme stratigraphique global.

d - médiane, premier et troisième quartiles : (Pl. 74).

Les variations de ces trois paramètres sont quasi parallèles. Leur augmentation brutale au niveau du prélèvement 6 confirme la coupure déjà citée.

e - variations du pH et du Δ pH : (Pl. 74).

Le sédiment est acide, son pH varie entre 5,00 et 5,90. Le pH dans K Cl augmente de 3,70 (prélèvement 1) jusqu'à 4,40 (prélèvement 5) pour décroître ensuite régulièrement jusqu'à 4,20. Le Δ pH montre deux maxima : prélèvements 4 et 8.

f - analyses chimiques : (Pl. 74).

La teneur en fer montre un premier minimum avec le prélèvement 2, augmente régulièrement jusqu'en 5, montre un second minimum (de valeur identique au premier) en 6, puis augmente à nouveau jusqu'en 8 (teneur maximum 8 0/00).

Le potassium et le magnésium suivent la courbe du fer.

Le manganèse atteint sa plus forte valeur dans le prélèvement 5 (0,17 0/00). Il présente deux minima, le premier sur les prélèvements 2 et 3, le second sur le prélèvement 7.

Le calcium, le lithium, le sodium, le strontium, montrent des variations sensiblement parallèles, dont les maxima se trouvent sur les prélèvements 3, 4 ou 5. Tous montrent des minima au niveau des prélèvements 2 et 6 ou 7.

Le baryum présente un maximum en 2, un minimum en 3, un nouveau maximum en 4 et une décroissance régulière jusqu'au prélèvement 7.

Le cuivre suit les variations du calcium, du sodium, etc...

g - diffractométrie : (Pl. 75).

Le cortège des minéraux argileux est constitué par l'illite, les interstratifiés illite-vermiculite et la kaolinite. On observe quelques traces de chlorite. L'illite et les interstratifiés illite-vermiculite dominent très largement. La vermiculitisation des illites est maximum entre les échantillons 5 et 3. Dans les échantillons 2 et 1, elle est moins importante, le pic de l'illite restant très large par rapport à celui des échantillons 7 et 8.

G - Interprétation :

Le remplissage du gisement de *Chez-Jugie* est un remplissage d'abri-sous-roche. Nous avons constaté, lors de l'étude de la formation des cavités des grès, que ce type de remplissage se constituait essentiellement par désagrégation de la paroi en climat froid et humide et que des arrivées de matériel extérieur pouvaient se produire (par solifluction notamment). Nous avons rapporté les phases d'éboulis à une décompression des parois lorsque la désagrégation n'est pas importante, soit par conséquent en période froide et sèche ou en phase tempérée.

Dans ce site, le surplomb actuel se trouve très légèrement en retrait de la rupture de pente observée dans le remplissage. Ce dernier est sensiblement horizontal sous l'abri, puis plonge rapidement en avant pour passer à un dépôt de pente. Ces observations impliquent que les apports extérieurs (provenant surtout du plateau) n'ont pas joué un rôle prépondérant dans l'édification du remplissage.

De la base au sommet du remplissage, toutes les courbes granulométriques se ressemblent mais sont nettement plus aplaties sur les sables que celles de la roche-mère. Il faut voir dans ce phénomène le résultat d'un granoclassement progressif du sédiment, lié à un remaniement par ruissellement diffus, mais constant de la base au sommet de la séquence. L'édification du dépôt semble donc caractérisée par une humidité quasi-constante.

De la base au sommet, la reconstitution suivante peut être proposée :

Sur le plancher de l'abri, se met en place une grosse épaisseur de sables, en ambiance froide et humide. Cette couche subit une légère altération comme le montrent les analyses chimiques et les minéraux argileux (carré D V) : concentration en calcium, magnésium, potassium et fer, vermiculitisation des illites, légère illuviation des colloïdes et augmentation du Δ pH.

Une coupure se situe au niveau de la couche 8 (prélèvements 6 et 7) : déficit en colloïdes, teneurs minima des différents éléments, chute de blocs. Le dépôt de cet ensemble paraît synchrone de l'altération de la couche 9, ou juste postérieur, et pourrait caractériser une période plus douce.

Le dépôt des couches 7 et 6, résulte de conditions froides et humides. Elles subissent une altération attestée par une illuviation des colloïdes, une remontée du Δ pH, une concentration en tous les éléments dosés

et une dégradation des illites (toutefois moins forte que celle enregistrée plus haut dans la coupe). Une légère amélioration climatique est donc enregistrée après le dépôt des couches 6 et 7.

La mise en place de la couche 5 résulte à nouveau de conditions froides et humides. Pendant cette période, l'abri est occupé pour la première fois par les paléolithiques (Azilien). Une amélioration climatique s'instaure ensuite entraînant une illuviation des colloïdes et une dégradation des minéraux argileux plus poussée que lors de l'altération des couches 7 et 6 (Pl. 64). La couche est ensuite ravinée. On constate donc une amélioration climatique plus nette après le dépôt de la couche 5, qu'après le dépôt de la couche 4.

La couche 4 est le résultat de l'attaque de la paroi par un climat froid et humide. Une petite illuviation semble indiquer une amélioration climatique postérieure au dépôt, moins marquée que la précédente si l'on en croit la moindre dégradation des illites.

Les processus conduisant à la mise en place de la couche 3 sont moins faciles à définir. Toute cette couche est perturbée par une intense occupation humaine et bon nombre des différences de texture et de couleur observables sont le résultat d'actions anthropiques (cuvettes de foyers, rubéfaction, tassement différentiel etc...). Cette couche est peu épaisse et très riche en colloïdes. Cet enrichissement n'est peut être pas exclusivement le fait d'une illuviation postérieure au dépôt : il peut résulter d'une humidité importante accroissant les phénomènes de ruissellement. Nous pensons que son édification est le résultat d'une phase climatique fraîche et très humide. Une altération postérieure au dépôt est attestée par l'analyse chimique (Pl. 82), la vermiculitisation quasi-totale des illites, les pics importants du Δ pH (les valeurs sont toutefois très irrégulières et certainement profondément dépendantes du milieu par l'habitat). Cette couche est ravinée pendant son dépôt et après son altération comme le prouve l'outillage lithique récolté dans le dépôt de pente. Elle est ensuite scellée par une importante chute de blocs. Tous ces critères conduisent à la caractérisation d'une phase tempérée humide.

La sédimentation reprend après la chute de blocs mais n'a pas fait l'objet de notre étude, les lambeaux existant actuellement étant trop peu nombreux.

Les variations de la proportion de granules dans le remplissage ne peuvent être interprétées comme une manifestation de l'intensité du froid. Elles peuvent dépendre de l'érosion d'un lit de la paroi plus riche en éléments grossiers, ou être un indice de "lavage" par ruissellement. Il est intéressant de noter leur plus forte proportion dans la couche 4 et à la base de la couche 3. Toutefois, les données ne sont pas concordantes d'une coupe à l'autre et nous interdisent de trancher.

Nous proposons la reconstitution climatique du tableau de la page suivante.

La séquence sera ramenée à 10 phases si les chutes de blocs caractérisent une période tempérée peu humide.

<i>Phase</i>	<i>Climat proposé</i>	<i>Conséquences</i>
1	Froid et humide.	Couche 9.
2	Doux et humide.	Altération de 9.
3	Doux et moins humide, ou froid et sec.	Chute de blocs.
4	Froid et humide.	Couches 7 et 6.
5	Doux (moins que 2) et humide.	Altération de 6 et 7.
6	Froid et humide	Couche 5.
7	Doux et humide.	Altération de 5.
8	Froid et humide.	Dépôt de 4.
9	Doux et humide (-doux que 6).	Altération de 4.
10	Frais et très humide.	Dépôt de 3.
11	Tempéré, humide.	Altération de 3.
12	Tempéré, moins humide, ou froid et sec.	Chute de blocs.

Gisement de Chez-Jugie :

Carré E II.

Niveau	Echantillon	Sables en %	Limons en %	Argiles en %
3	30	83,5	4,5	13,0
3	29	83,5	7,5	9,0
3	28	83,0	7,0	10,0
3	27	73,0	18,0	9,0
3	26	81,5	6,5	12,0
3	25	75,5	2,0	22,5
3	24	73,0	8,5	18,5
3	23	88,5	4,0	7,5
4	22	95,5	1,0	3,5
4	21	97,0	1,0	2,0
4	20	88,5	9,5	2,0
4	19	87,5	7,5	5,0
4	18	89,5	6,5	4,0
4	17	92,5	4,5	3,0
4	16	88,5	6,5	5,0
4	15	91,0	8,0	1,0
5	14	90,5	4,5	5,0
5	13	90,0	6,5	3,5
5	12	89,5	5,0	5,5
5	11	88,5	7,0	4,5
6	10	90,0	7,0	3,0
6	9	91,0	5,5	3,5
6	8	93,0	6,5	0,5
6	7	90,0	9,0	1,0
6	6	87,5	12,0	0,5
6	5	90,5	8,5	1,0
6	4	89,5	8,0	2,5
6	3	87,5	10,5	2,0
6	2	89,0	8,5	2,5
6	1	91,0	7,5	1,5

Gisement de Chez-Jugie :

Carré A I.

Echantillon	Sables en %	Limons en %	Argiles en %
1	77,7	3,3	19,0
2	73,1	3,9	23,0
3	71,6	4,4	24,0
4	76,2	1,8	22,0
5	73,9	4,1	22,0
6	74,0	9,0	17,0
7	71,6	7,4	21,0
8	78,6	7,4	14,0
9	85,0	6,5	8,5
10	82,4	7,6	10,0
12	90,6	5,4	4,0
14	89,7	5,8	4,5
15	89,1	5,4	5,5
16	92,2	5,8	2,0
19	91,4	5,6	3,0
20	89,4	6,1	4,5
21	90,7	4,3	5,0
22	92,7	3,8	3,5
23	87,7	4,3	7,0
24	93,3	3,2	3,5
25	91,4	5,6	4,0
26	91,5	5,5	4,0
27	89,2	4,8	6,0
28	86,1	6,9	7,0
29	87,6	4,9	7,5
30	87,0	7,0	6,0
31	86,4	7,6	6,0
32	89,7	5,3	5,0
33	83,7	8,3	8,0
34	83,5	8,0	8,5

Analyse chimique du gisement de Chez-Jugie.

Carré A I.

Phénomène de *colored-bandings*.

<i>Echantillon</i>	<i>Fe</i> 0/00	<i>Mn</i> 0/00	<i>Mg</i> 0/00	<i>Na</i> 0/00	<i>K</i> 0/00	<i>Ca</i> 0/00
11	12,5	0,30	4,10	14,5	2,40	0,47
12	8,2	0,27	3,12	15,2	1,90	0,37
13	14,7	0,40	4,52	16,2	3,20	0,22
14	6,7	0,22	3,22	17,2	2,20	0,35
15	12,5	0,35	4,42	17,7	3,12	0,37
16	7,0	0,17	2,75	14,7	1,57	0,30
17	13,7	0,30	4,20	18,5	2,70	0,35
18	6,7	0,15	2,35	15,7	1,15	0,25

Gisement de Chez-Jugie :

Carré I III.

Echantillon	Sables en %	Limons en %	Argiles en %
0	82,1	11,9	6,0
1	85,4	7,6	7,0
2	86,8	5,2	6,0
3	85,0	5,0	10,0
4	82,7	6,3	11,0
5	81,0	6,0	13,0
6	82,4	3,6	14,0
7	77,0	7,0	16,0
8	79,2	7,3	13,5
9	78,4	8,6	13,0
10	79,0	9,0	12,0
11	79,8	5,2	15,0
12	81,0	6,0	13,0
13	80,2	6,8	13,0
14	80,7	3,8	15,5
15	82,4	6,6	11,0
16	85,0	7,0	8,0
17	88,0	6,0	6,0
18	90,5	5,5	4,0
19	89,0	3,0	8,0
20	86,9	4,1	6,0
21	89,3	5,7	5,0
22	89,3	5,7	5,0
23	89,8	6,2	4,0
24	92,7	5,8	1,5
25	90,7	5,3	4,0
26	89,4	6,6	4,0
27	86,9	8,1	5,0
28	91,6	5,4	3,0
29	92,2	4,8	3,0
30	92,7	5,8	1,5

Analyse chimique du gisement de Chez-Jugie.

Carré I III.

Niveau	Echantillon	Fe 0/00	Mn 0/00	Mg 0/00	Na 0/00	K 0/00	Ca 0/00
3	0	1,9	8,50	4,15	0,57	2,7	0,50
3	1	12,5	6,70	3,50	0,57	2,1	0,85
3	2	12,2	3,00	3,47	0,42	2,3	1,00
3	3	13,7	2,20	3,92	0,45	2,55	0,75
3	4	16,2	2,30	4,20	0,50	3,00	0,60
3	5	21,2	3,00	4,52	0,52	3,70	0,85
3	6	24,5	2,90	4,85	0,65	5,10	0,75
3	7	25,0	2,80	4,82	1,15	4,70	0,80
3	8	25,0	2,60	4,85	1,20	5,10	0,70
3	9	27,5	2,50	4,90	1,85	5,30	0,82
3	10	27,0	2,20	4,82	1,80	5,00	1,00
3	11	26,5	2,10	4,80	1,55	4,75	0,50
3	12	27,5	1,82	4,87	1,40	5,20	0,40
3	13	25,0	1,70	4,77	1,52	4,90	0,85
3	14	26,00	1,57	4,70	1,90	4,70	0,55
3	15	24,7	1,50	4,85	2,50	5,50	0,75
3	16	18,5	1,30	4,47	1,72	4,00	0,95
3	17	16,0	1,05	4,07	1,60	3,00	0,50
3	18	15,0	0,90	3,90	1,57	2,70	0,65
3	19	13,2	0,85	3,62	2,20	2,40	0,57
3	20	13,5	0,80	3,62	2,00	2,30	0,95
3	21	14,0	0,70	4,05	3,30	2,80	0,55
3	22	12,7	0,67	3,67	3,90	2,00	0,37
3	23	11,0	0,42	3,07	4,10	1,80	0,37
3	24	8,7	0,35	3,05	3,60	1,70	0,35
3-4	25	8,7	0,27	3,25	1,50	1,80	0,42
4	26	7,2	0,22	2,85	4,80	1,60	0,32
4	27	7,2	0,22	3,02	4,10	1,60	0,32
4	28	9,2	0,25	3,85	4,00	2,10	0,35
4	29	10,7	0,30	3,60	3,90	2,00	0,30
4	30	12,2	0,30	3,30	3,40	1,60	0,30

Gisement de Chez-Jugie :

Carré D V.

Echantillon	Sables en %	Limons en %	Argiles en %
1	90,6	5,4	4,0
2	91,7	3,8	4,5
3	89,5	5,5	5,0
4	90,2	3,8	6,0
5	88,1	4,9	7,0
6	91,6	4,4	4,0
7	88,2	5,8	6,0
8	88,0	6,0	6,0

Analyse chimique du gisement de Chez-Jugie.

Carré D V.

Niveaux inférieurs.

<i>Echantillon</i>	<i>Fe</i> 0/00	<i>Mn</i> 0/00	<i>Cu</i> 0/00	<i>Mg</i> 0/00	<i>Na</i> 0/00	<i>K</i> 0/00	<i>Ca</i> 0/00
1	7,4	0,15	0,025	3,35	0,27	2,5	0,22
2	6,7	0,12	0,025	2,47	0,25	2,0	0,20
3	7,0	0,12	0,025	2,77	0,37	2,3	0,45
4	7,2	0,15	0,037	2,77	0,40	2,2	0,45
5	8,0	0,17	0,025	3,25	0,37	2,5	0,42
6	6,9	0,15	0,025	2,65	0,27	2,0	0,30
7	7,7	0,12	traces	3,15	0,22	2,3	0,32
8	8,0	0,15	0,025	3,82	0,32	2,6	0,40

*Roche-Mère.**Provenance.*

G IV bloc eff.	3,8	0,50	0,025	1,65	0,37	2,0	0,30
I IV bloc désagrégé.	3,0	0,32	traces	1,52	0,25	1,8	0,25
I IV bloc eff.	3,3	0,37	traces	1,55	0,25	2,0	0,22

QUATRIEME PARTIE

Conclusions

Les cavités de la région de Brive constituent un pseudo-karst. Elles sont principalement développées dans le niveau des "grès inférieurs de Brive".

Trois catégories ont été définies : la première groupe les abris sous roche, la seconde les grottes *sensu stricto*, la dernière rassemble les formes intermédiaires.

Les processus de formation de ces cavités sont au nombre de trois :

- gélivation,
- creusement par l'eau,
- creusement par éboulements de décompression des voûtes et des parois.

Le rôle important de la gélivation a pu être mis en évidence par les expériences de gélifraction expérimentale. Les "grès inférieurs de Brive" sont très sensibles au gel de par leur importante proportion de matrice. Ils libèrent des blocs, des grumeaux et surtout des sables. Les expériences indiquent que les blocs sont le plus souvent détruits par gélivation secondaire.

La gélivation s'est exercée aux émergences de nappes aquifères. La position altimétrique de ces nappes n'a pratiquement pas changé depuis le début du Würm : leur possible rabattement par enfoncement des drains principaux semble à exclure. Nous savons en effet que le creusement maximum des vallées dans cette région date du Riss-Würm. La présence actuelle de sources dans de nombreuses cavités s'explique donc aisément.

L'aptitude au gel de la roche-mère est donc responsable du creusement d'un grand nombre de cavités, ainsi que de leur remplissage rapide, donc de l'existence de séquences chronologiques généralement courtes. Elle explique également les traits morphologiques actuels : régularisation des versants, puissance des formations de pente, réduction des interfluves et important comblement des vallées.

Le creusement par l'eau est plus rare mais bien typique. Il se produit généralement aux dépens de fissures et de joints de stratification.

Les éboulements par décompression des voûtes et des parois sont responsables de la plupart des chutes de blocs observables. Leur lien avec les fluctuations climatiques reste à établir : ils semblent caractéristiques de périodes sèches.

Des formes caractéristiques correspondent à des épisodes bien définis de l'évolution d'une cavité : ainsi, l'existence d'un surplomb concave caractérise un éboulement de l'avancée du toit. La concavité est indépendante de la stratification et du litage de la roche. La présence d'un dièdre rentrant sur les parois est l'indice d'éboulements de décompression récents ou montre que la paroi n'a pas été régularisée depuis la chute des blocs.

L'évaluation des actions climatiques ayant commandé la formation des remplissages est déduite des observations précédentes. Seule l'action d'un froid humide provoque la désagrégation des voûtes et des parois. En période froide et sèche, comme en période tempérée peu humide, les éboulements de décompression sont prépondérants. Les améliorations climatiques se marquent dans le remplissage par des illuviations, des concentrations en éléments, une dégradation des minéraux argileux. Ces phénomènes sont décelables par les méthodes classiques de la sédimentologie et de la géochimie, la grande importance des sables les atténuant toutefois. Notre connaissance des paléoclimats est donc incomplète, mais permet d'apprécier les coupures majeures et de comparer les séquences climatiques obtenues avec celles d'autres gisements.

Le remplissage de la *Grotte du Loup* a permis de définir cinq phases climatiques principales dont les fouilles ultérieures préciseront le détail. Nous proposons, à titre d'hypothèse de travail, les corrélations suivantes avec la chronologie du Périgord (LAVILLE, 1973) :

<i>Phases Würm III-Périgord</i>	<i>Phases Grotte du Loup</i>
III a et III b	5
II a, II b et II c	4
I d	3
I c ou I a, I b et I c	2
I b ou Würm II-III	1

L'étude de deux gisements de la fin du Würm, l'abri de *Chez-Jugie* et la grotte du *Ro Del Dra*, a permis de définir onze phases climatiques. L'industrie de la grotte du *Ro Del Dra* est un Magdalénien supérieur dont le stade culturel précis n'est pas connu : ce n'est pas du Magdalénien VI, le doute subsiste entre Magdalénien IV et V. Les phases *Ro Del Dra* 3, 4 et 5 nous paraissent comparables aux phases *Würm IV, Périgord 6, 7 et 8*.

La séquence de *Chez-Jugie* est remarquablement proche de celle décrite dans le gisement du *Martinet* (LE TENSORER, 1973). Le réchauffement de la phase *Martinet 2* nous paraît comparable avec les phases *Chez-Jugie 2, 3, 4 et partiellement 5*. Si cette amélioration climatique correspond bien aux phases *Würm IV-Périgord 6, 7 et 8*, nous pouvons proposer, à titre d'hypothèse, le tableau suivant :

CHRONOLOGIE	PHASES CLIMATIQUES PERIGORD LAVILLE, 1973	PHASES CLIMATIQUES CHEZ-JUGIE	PHASES CLIMATIQUES LE MARTINET LE TENSORER 1973	PHASES CLIMATIQUES RO DEL DRA	
POST-GLACIAIRE			7 Tardenoisien I	2	
		Effondrement	Effondrement	9	
		11	6 Sauveterrien		
		10 Sauveterrien	5	3	
		9	4		
		11	8	8	
		10	7	7	
		9	6 Azilien	6	
		8	5	5	
	WURM IV	7	4	2 Magdalénien supérieur	4
		6	3-2		3
V		1	1	2 Magd. IV ou V	
IV				1	

Il nous reste à examiner les anciennes stratigraphies sous l'angle purement géologique.

Elles confirment la rapidité du remplissage des cavités : 3,50 m de sédiment comportant cinq niveaux archéologiques de Périgordien supérieur à la grotte *Lacoste*, près de 2,00 m de sédiment avec trois niveaux de Périgordien supérieur à *Pré-Aubert*, près de 4,00 m de remplissage dans l'abri du *Raysse* pour la séquence la plus longue actuellement connue : Aurignacien, Périgordien supérieur et Solutréen.

Dans tous les gisements comportant un niveau Aurignacien de type Dufour, on note un important niveau d'éboulis sur la couche archéologique (*Dufour*, *Chanlat inférieur*, *Bos Del Ser*).

Certaines améliorations climatiques décrites en Périgord (LAVILLE, 1973) peuvent être retrouvées : le "sable rouge très dur" du "niveau à gravettes" de la grotte de *Noailles* témoigne vraisemblablement de l'amélioration climatique de la Phase *Würm III-Périgord V* ; le niveau de "sable très argileux" situé sur le Périgordien supérieur à burins de *Noailles* de *Bassaler-Nord* peut-être une manifestation de la phase *Würm III-Périgord VII*; la couche "beaucoup plus dure, très rubéfiée...au point de devenir un lit de grès à ciment ferrugineux", ravinée, trouvée dans le dépôt de pente de *Lacam* sur le niveau Solutréen, représentait vraisemblablement une phase tempérée majeure (*Würm III-Würm IV* ?).

Ce sont hélas, à peu près les seuls renseignements aujourd'hui exploitables pour plus de 20 gisements du paléolithique supérieur anciennement fouillés. Nous espérons que sera poursuivie et intensifiée la collaboration pluridisciplinaire pour l'étude des sites actuellement en cours de fouille, dans cette région.

Nous souhaitons que cette étude fragmentaire ait permis de poser les problèmes et serve de comparaison lors d'études ultérieures plus détaillées.

RESUMES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES PLANCHES

BIBLIOGRAPHIE

RESUME

Après un exposé rapide du cadre géographique et du contexte géologique, le problème de la genèse des cavités dans les grès de la région de Brive est abordé. Les théories antérieures sont rappelées. Un modèle théorique est proposé en fonction des données de terrain et des résultats de la gelifraction expérimentale.

Les méthodes d'étude employées sont exposées en détail. Un chapitre est consacré aux méthodes sédimentologiques et aux analyses chimiques qui permettent de mettre en évidence les actions climatiques qui ont commandé au dépôt et à la transformation des sédiments. Un second chapitre rappelle les principales caractéristiques des minéraux argileux susceptibles d'être rencontrés dans les sédiments étudiés.

Les stratigraphies étudiées appartiennent :

- Au début du Würm III : *Grotte du Loup* (Périgordien ancien et Aurignacien), commune de Cosnac (Corrèze).
- Au Würm IV et au Post-glaciaire : grotte du *Ro Del Dra* (Magdalénien terminal), commune de Végennes (Corrèze) ; abri de *Chez-Jugie* (Azilien et Sauveterrien), commune de Cosnac (Corrèze).

En conclusion, il est montré que les remplissages des cavités des grès permettent une bonne appréciation des fluctuations climatiques, principalement des périodes froides et humides et des phases tempérées.

SUMMARY

A summary of the geographical framework and geological context, is followed by a consideration of the problem of the formation of cavities in the sandstones of the Brive region. Previous theories are looked at, and a theoretical model is proposed based on field data and the results of experimental gelifraction.

The methods of study used are described in detail. One chapter is devoted to the sedimentological methods and chemical analyses leading to the description of the climatic action which controlled the deposition and transformation of the sediments. A second chapter runs through the principal characteristics of the clay minerals likely to be met with in the sediments studied.

The stratigraphies studied date to :

- The beginning of the Würm III : *Grotte du Loup* (Lower Périgordian and Aurignacian), commune of Cosnac (Corrèze).

- The Würm IV and the Post-glacial : *Ro Del Dra* cave (Upper Magdalenian), commune of Végenes (Corrèze) ; *Chez-Jugie* rock-shelter (Azilian and Sauveterrian), commune of Cosnac (Corrèze).

In conclusion, it is shown that the fill of caves and rock-shelters in the sandstones can give a good idea of climatic fluctuations, particularly of cold-humid and temperate periods.

RESUMEN

Tras una exposicion rapida del cuadro geografico y del contexto geologico, se aborda el problema de la genesis de las cavidades en las areniscas de la region de Brive. Se recuerdan las teorias anteriores y se propone un modele teorico en funcion de los datos de campo y de los resultados de la gelifraccion experimental.

Se exponen en detalle los metodos de estudio empleados. Un capitulo esta dedicado a los metodos sedimentologicos y a los analisis quimicos que permiten poner en evidencia las acciones climaticas que han dado lugar al deposito y transformacion de los sedimentos. Un segundo capitulo recuerda las principales caracteristicas de los minerales arcillosos susceptibles de ser encontrados en los sedimentos estudiados.

Las estratigrafias estudiadas pertenecen :

- Al comienzo del Würm III : *Grotte du Loup* (Perigordienne inferior y Auriniense), commune de Cosnac (Corrèze).
- Al Würm IV y al Post-glacial : cueva du *Ro Del Dra* (Magdaleniense terminal), commune de Végenes (Corrèze) : abrigo de *Chez-Jugie* (Aziliense y Sauveterriense), commune de Cosnac (Corrèze).

En conclusion, se demuestra que los vellenos de las cavidades en areniscas permiten una buena apreciacion de las fluctuaciones climaticas, principalmente de los periodos frios y humedos, y de las fases templadas.

LISTE DES TABLEAUX

Stratigraphie du Bassin de Brive.....	4
Gélifraction expérimentale : provenance des échantillons.....	16
Gélifraction expérimentale : caractéristiques des échantillons....	17
Gélifraction expérimentale : observations suivant le nombre de cycles, gel doux.....	18
Gélifraction expérimentale : observations suivant le nombre de cycles, gel intense.....	19
Gélifraction expérimentale : granulométrie des débris.....	20
Les gisements préhistoriques des environs de Brive et leurs industries.....	36
Caractéristiques des minéraux argileux.....	47
Les différentes étapes de l'analyse des sédiments.....	54 bis
<i>Grotte du Loup</i> : reconstitution climatique.....	74
<i>Grotte du Loup</i> : carré Ec résultats de la granulométrie.....	75
<i>Grotte du Loup</i> : carré Fc résultats de la granulométrie.....	76
<i>Grotte du Loup</i> : carré Fc résultats de l'analyse chimique.....	77
<i>Grotte du Loup</i> : carré Em résultats de la granulométrie.....	78
<i>Grotte du Loup</i> : carré A1 IV résultats de la granulométrie.....	79

Grotte du <i>Ro Del Dra</i> : reconstitution climatique.....	91
Grotte du <i>Ro Del Dra</i> : résultats de la granulométrie.....	92
Grotte du <i>Ro Del Dra</i> : résultats de l'analyse chimique.....	93
Abri de <i>Chez-Jugie</i> : reconstitution climatique.....	112
Abri de <i>Chez-Jugie</i> : carré E II résultats de la granulométrie.....	113
Abri de <i>Chez-Jugie</i> : carré A I résultats de la granulométrie.....	114
Abri de <i>Chez-Jugie</i> : carré A I analyse chimique des <i>colored-bandings</i>	115
Abri de <i>Chez-Jugie</i> : carré I III résultats de la granulométrie....	116
Abri de <i>Chez-Jugie</i> : carré I III résultats de l'analyse chimique..	117
Abri de <i>Chez-jugie</i> : carré D V résultats de la granulométrie.....	118
Abri de <i>Chez-Jugie</i> : carré D V résultats de l'analyse chimique....	119
Comparaison entre la succession climatique de la <i>Grotte du Loup</i> et le début du Würm III en Périgord.....	122
Comparaison des séquences climatiques de <i>Chez-Jugie</i> et du <i>Ro</i> <i>Del Dra</i> avec celle du <i>Martinet</i> et du Périgord.....	123

LISTE DES PLANCHES

- 1 - Cadre géographique et localisation des gisements étudiés.
- 2 - Carte géologique schématique de la région étudiée.
- 3 - Plans sommaires de quelques grottes et abris.
- 4 - Profils sagittaux des grottes et abris.
- 5 - Profils sagittaux des grottes et abris.
- 6 - Grotte de Bassaler-Nord, fissures de détente au voisinage d'un versant.
- 6a- Grotte du Ro Del Dra, coupes transversales de la cavité.
- 7 - Grotte du Loup, coupes transversales de la cavité.
- 7a- Grotte du Loup, coupes transversales de la cavité.
- 8 - Formation des cavités des grès.
- 9 - Evolution d'un abri sous roche dans les grès.
- 10 - Gélifraction expérimentale, protocoles de gel.
- 11 - Ascension capillaire, échantillons : 1, 2, 3, 4, 5 et 6.
- 12 - Ascension capillaire, échantillons : 7, 8, 9, 10, 11 et 12.
- 13 - Ascension capillaire, échantillons : 13, 14, 15, 16, 17 et 18.
- 14 - Ascension capillaire, échantillons : 19 et 20.
- 15 - Ascension capillaire, échantillons : 3, 5, 6, 8, 11, 14.

- 16 - Courbe granulométrique des débris inférieurs à 2 mm.
- 17 - Gélifraction expérimentale, courbes granulométriques des débris inférieurs à 2 mm., gel doux.
- 18 - Gélifraction expérimentale, courbes granulométriques des débris inférieurs à 2 mm., gel doux.
- 19 - Gélifraction expérimentale, courbes granulométriques des débris inférieurs à 2 mm., gel intense.
- 20 - Gélifraction expérimentale, courbes granulométriques des débris inférieurs à 2 mm., gel intense.
- 21 - Pourcentage de débris en fonction du nombre d'alternances, gel doux.
- 22 - Pourcentage de débris en fonction du nombre d'alternances, gel doux.
- 23 - Pourcentage de débris en fonction du nombre d'alternances, gel intense.
- 24 - Pourcentage de débris en fonction du nombre d'alternances, les divers faciès.
- 24a- Gélifraction expérimentale, photos.
- 25 - Grotte du Loup, plan des fouilles.
- 26 - Grotte du Loup, granulométrie de la roche-mère.
- 27 - Grotte du Loup, banquette, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 28 - Grotte du Loup, carré Ec, coupe stratigraphique.
- 29 - Grotte du Loup, carré Ec, granulométrie de la fraction fine, hétérométrie pH.
- 30 - Grotte du Loup, carré Ec, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 31 - Grotte du Loup, carré Ec, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 32 - Grotte du Loup, carré Ec, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 33 - Grotte du Loup, carré Ec, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 34 - Grotte du Loup, carré Ec, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 35 - Grotte du Loup, carré Fc, coupe stratigraphique.
- 36 - Grotte du Loup, carré Fc, granulométrie de la fraction fine.
- 37 - Grotte du Loup, carré Fc, granulométrie de la fraction fine, pH.
- 38 - Grotte du Loup, carré Fc, analyses chimiques.
- 39 - Grotte du Loup, carré Fc, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 40 - Grotte du Loup, carré Fc, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.

- 41 - Grotte du Loup, carré Fc, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 42 - Grotte du Loup, carré Fc, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 43 - Grotte du Loup, carré Fc, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 44 - Grotte du Loup, carré Fc, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 45 - Grotte du Loup, carré Fc, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 46 - Grotte du Loup, carré A1 IV, coupe stratigraphique.
- 47 - Grotte du Loup, carré A1 IV, granulométrie de la fraction fine.
- 48 - Grotte du Loup, carré A1 IV, granulométrie de la fraction fine, pH.
- 49 - Grotte du Loup, carré A1 IV, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 50 - Grotte du Loup, carré A1 IV, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 51 - Grotte du Loup, carré A1 IV, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 52 - Grotte du Loup, carré A1 IV, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 53 - Grotte du Loup, carré A1 IV, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 54 - Grotte du Loup, carré A1 IV, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 55 - Grotte du Loup, carré A1 IV, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 56 - Grotte du Loup, carré A1 IV, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 57 - Grotte du Loup, carré A1 IV, argiles.
- 58 - Grotte du Loup, carré Em, coupe stratigraphique.
- 59 - Grotte du Loup, carré Em, granulométrie de la fraction fine.
- 60 - Grotte du Loup, carré Em, granulométrie de la fraction fine.
- 61 - Gisement de Chez-Jugie, plan des fouilles.
- 62 - Gisement de Chez-Jugie, carré E II, coupe stratigraphique sagittale.
- 63 - Gisement de Chez-Jugie, carré E II, granulométrie du sédiment fin, pH.
- 64 - Gisement de Chez-Jugie, carré E II, argiles.
- 65 - Gisement de Chez-Jugie, carré A I, granulométrie du sédiment fin.
- 66 - Gisement de Chez-Jugie, carré A I, phénomène de "colored bandings".

- 67 - Gisement de Chez-Jugie, carré A I, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 68 - Gisement de Chez-Jugie, carré A I, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 69 - Gisement de Chez-Jugie, carré A I, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 70 - Gisement de Chez-Jugie, carré A I, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 71 - Gisement de Chez-Jugie, carré A I, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 72 - Gisement de Chez-Jugie, carré A I, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 73 - Gisement de Chez-Jugie, carré D V, coupe stratigraphique.
- 74 - Gisement de Chez-Jugie, carré D V, granulométrie de la fraction fine.
- 75 - Gisement de Chez-Jugie, carré D V, granulométrie de la fraction fine.
- 76 - Gisement de Chez-Jugie, carré D V, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 77 - Gisement de Chez-Jugie, carré D V, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 78 - Gisement de Chez-Jugie, carré D V, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 79 - Abri de Chez-Jugie, coupe stratigraphique.sagittale des niveaux mésolithiques entre les travées I et J.
- 80 - Abri de Chez-Jugie, carré I III, granulométrie de la fraction fine.
- 81 - Gisement de Chez-Jugie, carré I III, granulométrie de la fraction fine.
- 82 - Gisement de Chez-Jugie, carré I III, analyses chimiques.
- 83 - Gisement de Chez-Jugie, granulométrie de la Roche-Mère.
- 84 - Gisement de Chez-Jugie, carré I III, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 85 - Gisement de Chez-Jugie, carré I III, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 86 - Gisement de Chez-Jugie, carré I III, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 87 - Gisement de Chez-Jugie, carré I III, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 88 - Gisement de Chez-Jugie, carré I III, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 89 - Grotte du Ro Del Dra, coupe transversale.
- 90 - Grotte du Ro Del Dra, granulométrie de la fraction fine.

- 91 - Grotte du Ro Del Dra, granulométrie de la fraction fine.
- 92 - Grotte du Ro Del Dra, analyse chimique de la fraction inférieure à 250 microns.
- 93 - Grotte du Ro Del Dra, argiles.
- 94 - Grotte du Ro Del Dra, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 95 - Grotte du Ro Del Dra, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 96 - Grotte du Ro Del Dra, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 97 - Grotte du Ro Del Dra, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 98 - Grotte du Ro Del Dra, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 99 - Grotte du Ro Del Dra, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.
- 100 - Grotte du Ro Del Dra, granulométrie de la fraction fine, courbes cumulatives.

Ouvrages généraux :

- BLANC J.J., 1964.
Recherches sur les sédiments argileux des grottes dans le S.-E. de la France.
Bull. Musée d'Anthrop. préhist. Monaco, n° 11, pp. 5-35.
- BONIFAY E., 1952.
1 - Remplissage des grottes.
Soc. paléont. palethnol. Provence, pp. 162-170.
- BONIFAY E., 1955.
Méthode d'étude du remplissage des grottes.
Bull. Soc. Préhist. fr., t. 52, fasc. 3-4, pp. 144-145.
- BONIFAY E., 1956.
Les sédiments détritiques grossiers dans le remplissage des grottes - Méthode d'étude morphologique et statistique.
l'Anthropologie, t. 60, n° 5-6, pp. 447-461, 4 fig.
- BONIFAY E., 1962.
Les terrains quaternaires dans le S.-E. de la France.
Publ. Inst. Préhist. univ. Bordeaux, Delmas impr., mém. II, 164 p., 48 fig., 9 tabl.
- BORDES F., 1951.
Loess et cailloutis : le complexe loessique, phénomène cyclique.
in : sédimentation et quaternaire - France, 1949. Comptes rendus du Congrès tenu en Charente et Dordogne.
Led-Sam, edit., Bordeaux, pp. 171-167.
- BORDES F., 1953.
Recherches sur les limons quaternaires du bassin de la Seine.
Arch. Inst. paléont. hum., mém. 26, 472 p., 175 fig., 1 carte h.t.
- BORDES F., 1963.
Géologie du Quaternaire. Cours ronéoté.

- BORDES F., 1968.
Le Paléolithique dans le monde.
L'Univers des connaissances, Hachette, 1968, 256 p., 78fig.

- BORDES F., LAVILLE H. et THIBAUT Cl., 1973.
Le Riss et le Würm ancien dans le S.-O. de la France, d'après
le Périgord et le Bassin de l'Adour.
IXe Congrès INQUA, Christchurch (sous presse).

- CAILLEUX A., 1954.
Limites dimensionnelles et noms des fractions granulométriques.
Bull. Soc. géol. France, 6e série, t. IV, 1954, pp. 644-646.

- CAILLEUX A. et TRICART J., 1959.
Initiation à l'étude des sables et des galets.
Cent. docum. univ. Paris, t. 1, 369 p., 79 fig., 56 tabl.

- CHAMLEY H., 1968.
Sur le rôle de la fraction sédimentaire issue du continent comme
indicateur climatique durant le Quaternaire.
C.R. Acad. Sc. Paris, t. 267, pp. 1262-1265.

- CHAMLEY H., 1971.
Recherches sur la sédimentation argileuse en méditerranée.
Thèse de Doct. Sc. Nat., Aix-Marseille, 1971, 1 vol., 401 p.

- DEBENATH A., 1965.
Recherches sédimentologiques sur le remplissage des grottes et
abris de la Chaise de Vouthon (Charente).
Thèse de Doct. Géol. appr., Bordeaux, 168 p., 69 pl., 2 tabl. h.t.

- DERUEAU M., 1962.
Précis de géomorphologie.
Masson édit., Paris, 1962, 413 p., 164 fig., 61 pl. h.t.

- DUCHAUFOR Ph., 1965.
Précis de pédologie.
Masson édit., Paris, 481 p., 78 fig., 23 pl.

- ENJALBERT H., 1960.
Les Pays aquitains. Tome I : Le modelé et les sols.
Impr. Bière, Bordeaux, 618 p., 103 fig., 2 cartes h.t., 47 pl.

- ESCALON de FONTON M., 1968.
Les séquences sédimento-climatiques du Midi méditerranéen du Würm à l'Holocène.
Bull. Musée Anthropol. préhist. Monaco, n° 14, pp. 125-185, 29 fig., 3 tabl.

- ESCALON de FONTON M., 1969.
Problèmes posés par les blocs d'effondrement des stratigraphies préhistoriques du Würm à l'Holocène dans le Midi de la France.
Bull. Assoc. fr. Et. Quaternaire, n° 17, 1968, 4 p.

- FENELON P., 1951.
Le Périgord - Etude morphologique.
Lahure, édit., Paris, 525 p., 65 fig., 12 cartes, 43 photos.

- GOURDON N., 1973.
Etude de quelques concentrations en oxydes de fer dans diverses formations continentales du Bassin Aquitain. Essai de classification.
Thèse de Doct. Géologie, Univ. de Bordeaux III, 2 t., 1973.

- GUILLIEN Y., 1952.
Cycle de gel, gel intense et gel prolongé.
Rev. géogr. Lyon, vol. XXVII, n° 1, pp. 63-66.

- GUILLIEN Y., 1970.
Cryoclase, calcaires et grottes habitées. (Note préliminaire).
Bull. Soc. préhist. fr., t. 67, C.R.S.M., fasc. I, pp. 231-236, 5 fig.

- KERVAZO B., 1973.
Recherches sur les formations superficielles en Périgord noir.
Thèse Doct. Géol., 1973, Univ. de Bordeaux I, n° d'ordre : 1052, t. I : 372 p., t. II : planches.

- LAPLACE G., 1970.
Les niveaux aurignaciens et l'hypothèse du synthétype.
in : l'homme de Cro-Magnon. Anthropologie et archéologie.
Arts et Métiers graph., 1970, pp. 141-163, 5 fig., 1 tabl.
- LATOUCHE C., et THIBAUT Cl., 1966.
Comportement des minéraux argileux au cours de quelques phases
d'altération datant du Quaternaire dans le Bassin de l'Adour.
C.R. Congr. nat. Soc. Sav. (Rennes), t. 91, 2, pp. 229-242, 3 fig.
- LATOUCHE C., 1968.
Etude des minéraux argileux de quelques sols nord-aquitains.
Bull. de l'Inst. Géol. du Bassin d'Aquitaine, t. 4, 188 p., 51 fig.
- LAVILLE H., 1964.
Recherches sédimentologiques sur la paléoclimatologie du Würm
récent en Périgord.
Th. doct. 3e cycle Geol. approf. Bordeaux, 1964, 118 p., 29 pl.
1 tabl., h.t.
- LAVILLE H., 1964.
Recherches sédimentologiques sur la paléoclimatologie du Würmien
récent en Périgord.
l'Anthropologie, t. 68, n° 1-2, p. 1-48, n° 3-4, p. 219-252. 25
fig., 1 tabl. h.t.
- LAVILLE H., 1969.
Le remplissage des grottes et abris de S.-O. de la France,
in : Etudes françaises sur le Quaternaire, présentées à l'oc-
casion de VIIIe Congrès INQUA, Paris, 1969. Suppl. Bull. Assoc.
fr. Et. Quaternaire, pp. 77-80.
- LAVILLE H., 1969.
Paléoclimatologie du Würm ancien en Périgord : données sédimento-
logiques. in : Etudes sur le Quaternaire dans le monde. Union
intern. Et. Quaternaire. VIIIe Congrès INQUA Paris, 1969, pp. 513-
516, 1 tabl.

- LAVILLE H., 1969.
L'interstade Würm II - Würm III et la position chronologique
du Paléolithique supérieur ancien en Périgord.
C.R. Acad. Sc. Paris, t. 269, série D, pp. 10-12.

- LAVILLE H., 1971.
Sur la contemporanéité du Périgordien et de l'Aurignacien :
la contribution du géologue.
Bull. Soc. préhist. franç., p. 68, C.R.S.M., n° 6, pp. 171-174.

- LAVILLE H., 1972.
Le troisième stade würmien dans le remplissage des grottes et
des abris sous roche du Périgord. in : Colloque sur l'étude
du remplissage détritique, chimique et biologique des grottes,
pour servir à la reconstitution de l'environnement au Quaternaire.
Assoc. franç. Et. Quaternaire (sous presse).

- LAVILLE H., et TEXIER J.-P., 1972.
De la fin du Würm III au début du Würm IV. Paléoclimatologie et
implications chronostratigraphiques.
C.R. Acad. Sc. Paris, t. 275, série D, pp. 329-332, 1 tabl.

- LAVILLE H. et THIBAUT Cl., 1967.
L'oscillation climatique contemporaine du Périgordien supérieur
à burins de Noailles, dans le S.-O. de la France.
C.R. Acad. Sc. Paris, t. 264, pp. 2364-2366.

- LAVILLE H., 1973.
Climatologie et chronologie du Paléolithique en Périgord. Etude
sédimentologique de dépôts en grottes et sous abris.
Thèse de Doct. ès Sciences, Univ. de Bordeaux I, 1973, t. 1, : 400p.,
t. 2 : 320p., t. III : 181 illustrations.

- LENOIR M., 1970.
Recherches sédimentologiques concernant quelques gisements mag-
daléniens de Guyenne occidentale.
Thèse de Doct. Géol., Bordeaux, 1970, t. 1, 129 p., t. II, 144 pl.

- LEROI-GOURHAN Arl., 1959.
Flores et climats du Paléolithique récent.
Congrès préhist. France, 16e session, Monaco, p. 1-6 (Publ. en 1960).

- LEROI-GOURHAN Arl., 1965.
Le climat würmien pendant le Paléolithique supérieur, de 36 000 à 5 000 B.C..
Communication au Congrès de l'INQUA, Boulder, 1965.

- LEROI-GOURHAN Arl., 1968.
Dénominations des oscillations würmiennes.
Bull. Assoc. franç. Et. Quaternaire, 1968, 4, pp. 281-287.

- LE TENSORER J.-M., 1970.
Recherches physico-chimiques sur les dépôts du Würm III de la région de Gavaudun (Lot-et-Garonne).
Thèse de Doct. Géol., Bordeaux 1970, t. I, 184 p., t. II, 71 fig.

- LE TENSORER J.-M., 1972.
Analyse chimique des remplissages quaternaires. Méthodes et premiers résultats. Interprétation paléoclimatique.
Bull. Assoc. franç. Et. Quaternaire, n° 32, 3, pp. 155-169.

- LE TENSORER J.-M., 1972.
L'analyse chimique des remplissages préhistoriques. Données palethnologiques.
A.F.E.Q. Colloque de Nice, mai 1972. (sous presse).

- LE TENSORER J.-M., 1973.
Le gisement du Martinet à Sauveterre. La Lémance (Lot-et-Garonne).
Bull. Ass. Fr. Et. Quat., 1973, 4, pp. 215-237.

- LUMLEY H. de, 1965.
Evolution des climats quaternaires, d'après le remplissage des grottes de Provence et du Languedoc méditerranéen.
Bull. Assoc. franç. Et. Quaternaire, n° 3, pp. 165-170.

- MALAURIE J., 1968.
Thèmes de recherches géomorphologiques dans le N.-O. du
Groënland.
Centre de Rech. Docum. cartogr. géogr., Ed. C.N.R.S., 496 p.,
161 fig., 70 photos, 2 cartes h.t.
- MERIAUX S., 1957.
L'analyse granulométrique par densimétrie.
Assoc. franç. Et. sol, n° 90, 12 p., 4 fig.
- MILLOT G.,
Géologie des argiles.
Masson et Cie editeurs. Paris, 499 p., 75 fig., 12 pl., 15 tabl.
- MISKOVSKY J.-Cl., 1970.
Stratigraphie et paléoclimatologie du Quaternaire du Midi
méditerranéen, d'après l'étude sédimentologique du remplissage
des grottes et abris sous roche (Ligurie, Provence, Bas-
Languedoc, Roussillon, Catalogne).
Thèse de Doct. Etat ès Sc. nat. Paris, 747 p., 303 fig.
- ONORATINI G., CHAMLEY H., ESCALON de FONTON M., 1973.
Note préliminaire sur la signification paléoclimatique des mi-
néraux argileux dans le remplissage de l'abri Cornille (B. du
Rh.).
C.R.S. Soc. Géol. Fr., Paris, t. XV, n° 2, pp. 59-61, 1 fig.
- PAQUEREAU M.-M., 1970.
Flores et climats paléolithiques dans le S.-O. de la France.
Rev. Géogr. phys. Géol. dynam. (2), vol. XII, fasc. 2, pp. 109-
116.
- PEDRO G., 1957.
Nouvelles recherches sur l'influence des sels dans la désagrégation
des roches.
C.R. Assoc. Sc. Franç., t. 244, pp. 2822-2824.

- PEYRONY D., 1939.
De l'importance de l'étude géologique des gisements préhistoriques pour la détermination de l'âge des différentes cultures.
Revue Antropologique, t. 49, n° 1-3, pp. 54-62, 5 fig.
- PINTA M. et al., 1971.
Spectrométrie d'absorption atomique. Applications à l'analyse chimique.
O.R.S.T.O.M. ed. Masson et Cie, Paris, t. 2, 793 p.
- RENAULT Ph., 1967-1968-1969.
Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse.
Ann. Spéléol., t. 22, fasc. 1, 1967, pp. 5-307, t. 23, fasc. 3, 1968, pp. 529-596 et t. 24, fasc. 2, 1969, pp. 317-337.
- RENAULT Ph., 1970.
La formation des cavernes. Que sais-je n° 1400,
Presses universitaires de France, 126 p., 34 fig.
- SMITH Ph., 1966.
Le Solutréen en France.
Publ. Inst. Préhist. univ. Bordeaux, mém. n° 5, 449 p., 81 fig.
- SONNEVILLE-BORDES D. de, 1961.
L'âge de la pierre. "Que sais-je" n° 948,
Presses universitaires de France, 125 p., 8 fig.
- SONNEVILLE-BORDES D. de, 1967.
La Préhistoire moderne.
Pierre Fanlac édit., Périgueux, 140 p., 47 fig., 140 illustr. h.t., 4 cartes.
- TEXIER J.-P., 1968.
Etude sédimentologique des dépôts de pente de la vallée de la Couze (Dordogne).
Thèse de Doct. 3e cycle Géol., Bordeaux, n° 599, 188 p., 42 pl., 1 tabl.

- THIBAUT Cl., 1968.

Δ pH et paléosols dans le Quaternaire du S.-O. de la France.
C.R. Acad. Sc. Paris, t. 266, pp. 2215-2218, série D.

- THIBAUT Cl., 1970.

Recherches sur les terrains quaternaires du bassin de l'Adour.
Thèse de Doct. ès Sciences, Bordeaux, 1970, 814 p., 171 fig.,
68 pl.

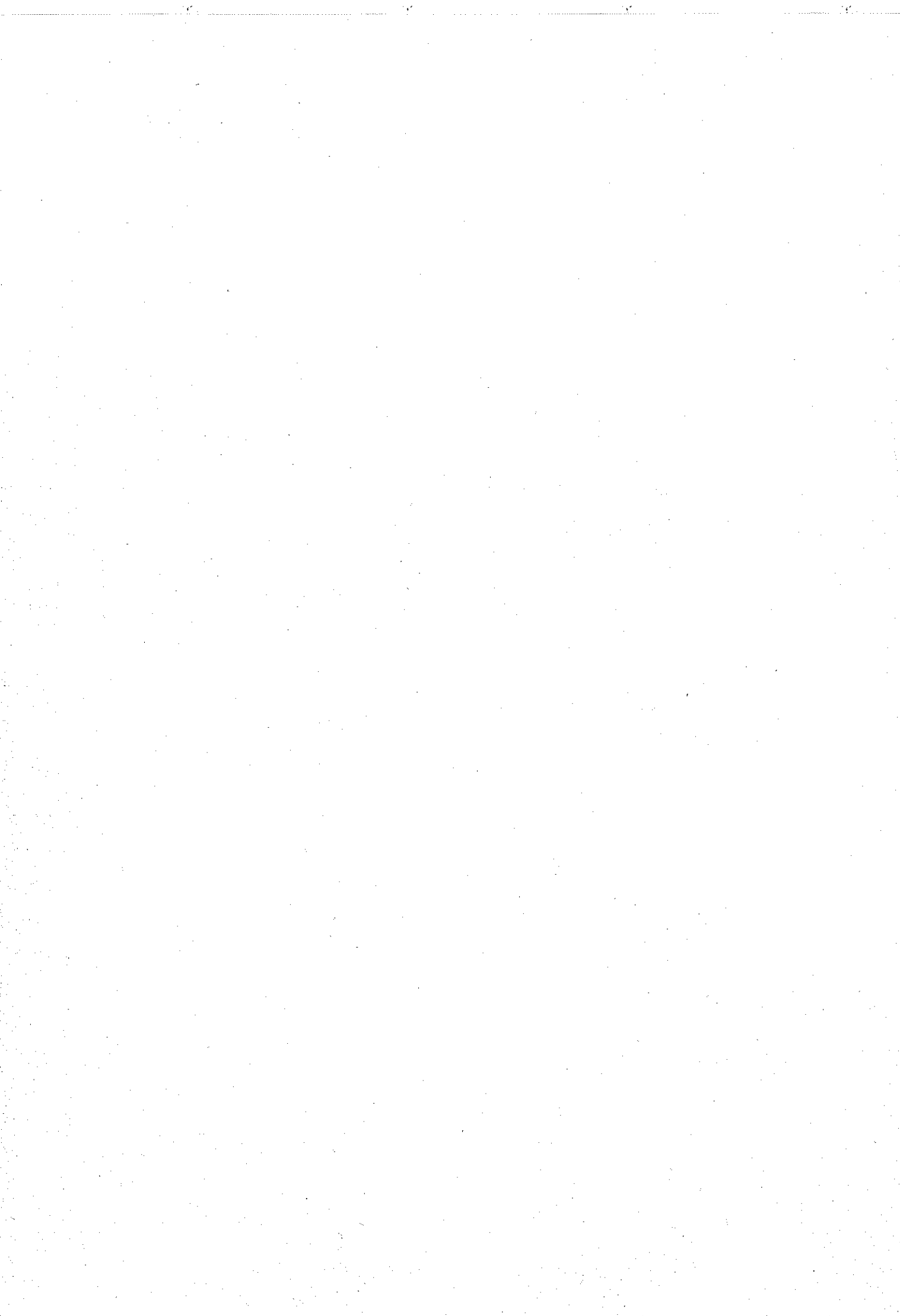
- TRICART J., 1967.

Le modelé des régions périglaciaires.

in : TRICART J. et CAILLEUX A. : Traité de Géomorphologie.
Ed. S.E.D.E.S., 512 p., 127 fig.

- Généralités.

- Auteurs divers, :1972.
Colloque international de Géomorphologie, Liège. Caen, 1971.
Etude des phénomènes périglaciaires en laboratoire.
Bull. Cent. de Géomorphol. de Caen, C.N.R.S., mai-novembre 1972
n° 13,14,15. 207 p.
- BIGOT A., 1944-45.
Action du gel sur les roches.
Bull. Soc. Lin. Norm., 9e série, vol. 4, pp. 67-69.
- BIROT P., 1962.
Contribution à l'étude de la désagrégation de roches.
Chapitre IV : Cryoclastie.
C.D.V., pp. 23-33.
- BIROT P., 1964.
La mesure de la porosité des roches cristallines.
Zeits geom. suppl. 5, pp. 41-52.
- ENGELGARDT V., 1964.
Espace poreux des roches sédimentaires.
Izd. vo., "Nedra".
- LAUTRIDOU J.-P., 1971.
Conclusion générales des recherches de gélifraction expérimentale.
Bull. du Cent. de géomorphol. de Caen, C.N.R.S., n° 10, Mai 1971,
pp. 63-84.
- LAUTRIDOU J.-P., 1974.
Les thèmes de recherche du laboratoire de cryoclastie.
Bull. du Cent. géomorphol. de Caen. C.N.R.S., Novembre 1974, n°
19, pp. 41-42.



- LAUTRIDOU J.-P., 1975.
Les recherches de gélifraction expérimentale du Centre de Géomorphologie du C.N.R.S.
Colloque sur la gélifraction, Le Havre, 23-25 Avril 1975 (sous presse).
- LAVILLE H., 1972.
Gélifraction artificielle et remplissage des grottes.
A.F.E.Q., Colloque de Nice, 11, 12 et 13 Mai 1972.
Etude du remplissage détritique, chimique et biologique des grottes pour servir à la reconstitution de l'environnement au Quaternaire.
- MAMILLAN M., 1967.
La gélivité des matériaux.
Ann. Inst. Tech. Bat. trav. Publ. n° 235.236, pp. 1017-1052.
- MARTINI A., 1967.
Preliminary experimental studies on frost weathering of certain rock types from the Sudetes.
Biul. Perygl. n° 16, pp. 147-194.
- MASSEPORT J., 1959.
Premiers résultats d'expériences de laboratoire sur les roches.
Rev. géogr. Alpine, pp. 531-537.
- MEL'NIKOV D.A., 1965.
Influence de la teneur en argile sur la résistivité spécifique des roches gréseuses.
Priklad. Géofiz. vyp. 44, pp. 185-201.
- POWERS T.C., 1967.
Résistance au gel du béton jeune.
Cahiers Rech. Théor. Exp. Mater. Struc., t. 4, pp. 1-47.
- SCHUMANN H., 1951.
Zur Porosität und Durchlässigkeit von Sandsteinen.
Erdöl und Kohle, t. 5, pp. 473-477, 5 fig., 3 tabl.
Traduction B.R.G.M., n° 779 par J. Roger.

- SCHUMANN H., 1949.
Die Raumgestaltung von Gesteinporen.
Erdöl Tektonik, N.W. Deutschland pp. 321-325, 9 fig., 1 tabl.
- TRICART J., 1953.
Résultats préliminaires d'expériences sur la désagrégation des roches sédimentaires par le gel.
C.R. Acad. Sc., t. 236, pp. 1296-1298.
- TRICART J., 1956.
Etudes expérimentales du problème de la gélivation.
Biul. Perygl., n° 4, pp. 285-318, 1956.
- WIMAN S., 1963.
A preliminary study of experimental frost weathering.
Géogr. Ann., vol. 45, n° 2-3, pp. 113-121.
- les roches calcaires.
- AUBRY M.-P., LAUTRIDOU J.-P., 1974.
Relations entre propriétés physiques, gélivité et caractères structuraux dans divers types de roches : craie, calcaires crayeux, calcaire sublithographique et silex.
Bull. du Cent. de géomorphol. de Caen, C.N.R.S., novembre 1974, n° 19, pp. 7-16.
- BENOIST J.-P., GUILLEMET G., LAUTRIDOU J.-P., OZOUF J.-C. et PANCZA A., 1974.
La propagation du froid dans un bloc de calcaire.
Bull. du Cent. de géomorphol. de Caen, C.N.R.S., Novembre 1974, n° 19, pp. 35-40.
- COUTARD J.-P., HELLUIN M., LAUTRIDOU J.-P., PELLERIN J., 1970.
Gélifraction expérimentale des calcaires de la campagne de Caen; comparaison avec quelques dépôts périglaciaires de cette région.
Bull. du Cent. géomorphol. de Caen, C.N.R.S., n° 6, Mai 1970, pp. 7-44.

- DEBENATH A., 1971.
A propos de l'article de M. Y. Guillien : cryoclase, calcaires et grottes habitées, note préliminaire.
Bull. Soc. Préhist. Fr., C.R.S.M. n° 2, février 1971.
- GABERT P. et LAUTRIDOU J.-P., 1969.
Gélification artificielle et gélification au cours du Quaternaire. Etude comparée à propos des calcaires lacustres de la région d'Aix en Provence.
Méditerranée n° 3, pp. 223-312.
- GABERT P. et LAUTRIDOU J.-P., 1970.
Comportement au gel de quelques calcaires de la région d'Aix en Provence.
Bull. du Cent. de Géomorphol. de Caen, C.N.R.S., n° 6, Mai 1970, pp. 67-72.
- GUILLIEN Y., 1962.
Contribution à l'étude de la désagrégation des roches.
Chapitre IV - Morphologie des calcaires gélivés.
C.D.U., pp. 45-48.
- GUILLIEN Y. et LAUTRIDOU J.-P., 1969.
Recherches de gélification expérimentale au Centre de Géomorphologie, I : les calcaires de Charentes.
Bull. du Cent. de Géomorphol. de Caen, C.N.R.S., n° 5, 50 p.
- GUILLIEN Y., 1970.
Cryoclase calcaires et grottes habitées. Note préliminaire.
Bull. Soc. Préhist. Fr., t. 67, C.R.S.M., fasc. 8, pp. 231-236, 5 fig.
- GUILLIEN Y. et LAUTRIDOU J.-P., 1974.
Conclusions des recherches de gélification expérimentale sur les calcaires des Charentes.
Bull. du Cent. de Géomorphol. de Caen, C.N.R.S., Novembre 1974, n° 19, pp. 25-34.

- LAUTRIDOU J.-P., 1970.

Gélinivité de la craie de Tancarville : le "head" de l'estuaire de la Seine.

Bull. du Cent. de Géomorphol. de Caen. C.N.R.S., n° 6, Mai 1970,
pp. 45-66.

- LAUTRIDOU J.-P. et LEBEUF N., 1974.

Microstructure et gélinivité des calcaires lithographiques.

Bull. du Cent. de Géomorphol. de Caen, C.N.R.S., novembre 1974,
n° 19, pp. 17-24.

- Les grès.

- GOLARD A. et HOUEL-GANGLOFF Fr., 1965.

Essais de gélinivité artificielle pratiqués sur des calcaires et des grès lorrains.

Rev. géogr. Est, n° 2, pp. 125-139.

- LAUTRIDOU J.-P., 1971.

Le comportement au gel des schistes, des grès et des roches métamorphiques de l'Avranchien; le "head" de Saint-Jean-le-Thomas.

Bull. du Cent. de Géomorphol. de Caen. C.N.R.S., n° 10, Mai 1971,
pp. 43-62.

- MAINGUET-MICHEL M., LAUTRIDOU J.-P., PELLERIN J., 1971.

Action du gel sur des grès.

Bull. du Cent. de Géomorphol. de Caen. C.N.R.S. n° 9, février 1971, pp. 9-24.

- PANCZA A. et LAUTRIDOU J.-P., 1974.

Gélinivité artificielle sur quelques molasses du moyen pays suisse.

Bull. Soc. Neuchâteloise de Géogr., Tome LIV, fasc. 2, 1974.

- ROGNON P., CUSSENOT-CURSEN M., SEYER C., WEISROCK A., 1967.
Remarques sur la comportement au gel des grès et granites
vosgiens sous climat froid.
Rev. Géogr. Est, n° 4, pp. 403-418.

- Autres roches.

- COUTARD J.-P. et LAUTRIDOU J.-P., 1971.
Expériences de cryoclastie effectuées sur des roches du
Briovérien (Saint-Lois, Coutançais).
Bull. du Cent. de Géomorphol. de Caen, C.N.R.S., n° 10, Mai 1971,
pp. 11-28.
- COUTARD J.-P. et BENOIST J.-P., 1971.
Propagation du froid dans un grand échantillon du granite de
Vire.
Bull. du Cent. de Géomorphol. de Caen, C.N.R.S., n° 10, Mai 1971.
pp. 29-42.
- KIEFFER G. et LAUTRIDOU J.-P., 1971.
Essais de gel sur des roches volcaniques du Massif Central.
Bull. du Cent. de Géomorphol. de Caen, C.N.R.S., n° 9, février
1971, pp. 25-52.

Bassin de Brive : Géologie.

- BONFILS P., 1966.
Etude pédologique du Bassin de Brive.
Serv. et. des sols, Montpellier, S.E.S. n° 42, décembre 1966,
2 t.
- BOUCHEPORN de, 1848.
Explications de la carte géologique du département de la Corrèze.
impr. nat. Paris.
- BOUCHEPORN de, 1848.
Carte géologique du département de la Corrèze.
impr. nat. Paris.
- FENELON P., 1951.
Le Périgord. Etude morphologique.
Thèse Doct. ès Lett., Fac. des Lett. de Paris, A. Lahure, edit.
Paris.
- Feuilles géologiques au 1/80.000 de Brive (n° 183) et de Tulle (n° 173)
du Service de la carte géologique de France, avec notices expli-
catives.
- LAUNAY L. de, 1889.
Notes sur les roches primitives de la feuille de Brive.
Bull. Serv. Carte Géol., t. 1er, n° 4.
- MEYNIER A., 1954.
Remarques géomorphologiques sur le bassin de Brive.
Rev. Géogr. Pyr. et S.-O., 2, pp. 126-143.
- MOURET G., 1880.
Esquisse géologique des environs de Brive.
Bull. Soc. Sc. hist. et arch., Brive, t. I, impr. M. Roche, Brive.

- MOURET G., 1880.
Etude des gites minéraux de la France. Bassin houiller et permien de Brive.
fasc. I, Statigraphie.

- MOURET G., 1887.
Note sur le Lias des environs de Brive.
Bull. Soc. Sc. hist. arch. de Brive,

- MOURET G., 1890a.
Note sur la stratigraphie du Plateau Central entre Tulle et Saint-Caré.
Bull. Serv. Carte géol., t. I, n ° 4.

- MOURET G., 1890b.
Feuille de Brive.
Carte Géol. détaillée au 1/80 000°.

- MOURET G., 1895.
Feuille de Tulle au 1/80 000°.
C.R. collaborateurs bull. Serv. Carte Géol., t. VI, p. 54.

- MOURET G., 1898.
Remarques sur la Géologie des terrains anciens du Plateau Central de la France.
Bull. Soc. Geol. Fr., t. 26.

- MOURET G., 1900.
Aperçu sur la géologie de la partie S.-O. du Plateau Central.
Bull. Serv. Géol., t. XI, pp. 51-91.

- PERPILLOU A., 1940.
Le Limousin. Etude de géographie physique régionale.
Impr. Durand, Chartres, 16 pl., pp. 27-34.

- PETERLONGO J.-M., 1972.
Massif Central. Limousin, Auvergne, Velay.
Masson & Cie, ed., 1972.

- ROGER Ph., 1960.
Sédimentologie stratigraphique et interprétation paléogéographique des séquences continentales post-permiennes du Bassin de Brive.
Thèse de 3e cycle, 1960, Bordeaux, 90 p., 7 pl., 11 fig. 7 tabl.
- ROGER Ph., 1968.
Lithostratigraphie et sédimentologie des formations détritiques du Bassin de Brive. Essai de synthèse paléogéographique.
Actes Soc. Lin. de Bordeaux, Tome 105, 1968, série B, n° 1.
- RAYNAL J.-P., 1974.
Carte géologique de la France au 1/50 000° : feuille de Brive.
Notice relative aux terrains quaternaires du N.-O. de la feuille.
B.R.G.M. (à paraître).
- SABOURDY G., 1962.
Contribution à l'étude pétrographique et stratigraphique et étude de la minéralisation en cuivre du bassin de Brive.
D.E.S., Clermont-Ferrand.
- THEVENIN, 1903.
Bordure S.-O. du Massif Central.
Bull. Serv. Carte Géol., t. XIV.
- WALTERS R.-F., 1952.
Etude stratigraphique du Bassin de Brive.
D. E. S. Bordeaux, 6 tabl., 18 fig., 4 pl.
- WATELIN J., 1920.
Le pays de Brive et ses enveloppes naturelles.
Larose Paris, 29 fig., 20 pl., pp. 50-93.
- YANATCHKOV K., 1972.
Contribution à la connaissance des séries infra-hettangiennes (Trias et Rhétien) de la bordure occidentale du Massif Central.
Thèse Doct. Université, Bordeaux III, 1972, 1 Vol., 136 p., 8 fig., 26 pl., 3 tabl.

Bassin de Brive : les grottes et abris et leurs remplissages quaternaires.

- ANDRIEU P., DUBOIS J., 1966.
Travaux récents à la grotte éponyme de "Noailles".
Bull. Soc. préhist. fr., C.R. Séances mens., t. 63, n° 5,
: 167-180.
- ANDRIEU P., 1974.
Grotte de la Grande Renardière, vallée de Planchetorte à
Brive (Corrèze).
Bull. Soc. Lett. Sc. Arts de la Corrèze, Tulle, 1974, pp.
27-31.
- BEAUFORT J., 1890.
Nouvelles stations préhistoriques des environs de Brive.
Bull. Soc. Sc. Hist. Arch. Corrèze, Brive, t. 72, p. 281.
- BOUYSSONIE J., 1923.
Station préhistorique aurignacienne de Bos-del-Ser, près
Brive (Corrèze).
Congrès de l'Assoc. fr. pour l'Avanc. des Sc., 47 e session,
Bordeaux, 1923, : 617-622, 1 fig.
- BOUYSSONIE J., 1937.
A propos de Puy-de-Lacan (Corrèze).
Bull. de la Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 59, 1937,
pp. 27-31, 1 fig.
- BOUYSSONIE J., 1944.
La préhistoire en Corrèze.
Bull. de la Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 66, 1944.
pp. 37-55, 5 fig., 1 carte.
- BOUYSSONIE J., 1944.
Le gisement de "Chez-Pourré" et de "Chez-Comte", près
Brive (Corrèze).
Gallia, t. 2, 1944, pp. 225-229, 5 fig.
- BOUYSSONIE J., 1954.
La grotte Gorse, commune de Noailles (Corrèze). Fouilles
Vazeilles, Gorse, Girard.
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 76, 1954, pp. 77-82, 1 fig.

- BOUYSSONIE J., 1944.
La grotte Dufour près Brive (Corrèze).
Bull. Soc. préhist. fr., t. 41, n° 10-12, octobre-décembre 1944,
pp. 186-192, 2 fig.

- BOUYSSONIE J., 1946.
Choses vues à Puy-de-Lacan, commune de Malemort (Corrèze).
Bull. Soc. préhist. fr., t. 43, n° 3-4, mars-avril 1946, pp.
115-120, 4 fig.

- BOUYSSONIE J., DELSOL H., 1924.
Station préhistorique de la "coumba" du Pré-Neuf à Noailles
(Corrèze).
Rev. anthrop., Paris, 34^e année, septembre-décembre 1924, pp.
342-348, 3 fig.

- BOUYSSONIE J., DELSOL H., 1931.
Un coup d'oeil sur la préhistoire en Corrèze.
Congrès intern. d'Anthrop. et d'Arch. préhist., 15^e session,
Paris, 1931, pp. 340-342, 2 cartes.

- BOUYSSONIE J., LEJEUNE L. et PEROL J.-F., 1934.
La station de Lacan (Corrèze) et son outillage.
Congrès préhist. de France, 11^e session, Périgueux, 1934,
pp. 318-323, 2 fig.

- BOUYSSONIE J., DELSOL H., 1950.
La grotte de Chanlat près Brive (Corrèze).
Congrès préhist. de France, 13^e session, Paris, 1950, pp.
183-190, 2 fig.

- BOUYSSONIE J., PEROL P., 1953.
La station moustérienne "Chez Pourret", "Chez Comte", près
Brive.
Bull. Soc. d'Étu. et de Rech. préhist., Les Eyzies, n° 3,
1953, pp. 23-27, 2 fig.

- BOUYSSONIE A. et J., PEROL P., 1958.
Le gisement moustérien de "Chez-Pourré, Chez-Comte" (près Brive, Corrèze).
Mém. Soc. préhist. fr., t. 5, pp. 1-60, 38 pl.
- BOUYSSONIE J., PEROL P., 1960.
La station préhistorique du Raysse et sa grotte Fouillade, avec Solutréen (Corrèze).
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, Brive t. 82, 1960, pp. 33-42, 3 fig.
- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1904.
Monographie de la grotte de Noailles (Corrèze).
Rev. Ec. Anthrop., Paris, 14e année, août-septembre 1904, pp. 283-294, 8 fig.
- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1905.
Monographie de la grotte de Noailles (Corrèze).
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 27, 1905, pp. 65-84, 8 fig. et T.A.P., Brive, chez Roche et chez les auteurs, 20 p., 9 fig.
- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1905.
De la succession des niveaux archéologiques dans les stations préhistoriques des environs de Brive (Corrèze).
Congrès préhist. de France, 1ère session, Périgueux, 1905, pp. 59-69. 4 fig.
- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1906.
La grotte de la Font-Robert (Corrèze).
Congrès intern. d'Anthrop. et d'Arch. préhist., 13e session, Monaco, 1906, C.R., t. 2, pp. 172-184, 7 fig.
- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1907.
Station préhistorique de la Coumba-del-Bouïtou, près Brive (Corrèze). (Etude d'ensemble).
Rev. Ec. Anthrop., Paris, 17e année, avril 1907, pp. 120-144, 13 fig., 1 tabl.

- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1908.
Station préhistorique de la Coumba-del-Bouïtou, près Brive
(Corrèze).
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 29, octobre-décembre
1908, pp. 17-50, 29 fig., 1 pl h.-t. et T.A.P. chez les auteurs.
- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1908.
Stations préhistoriques de Bassaler près Brive (Corrèze).
I. La grotte de la Font-Robert près Brive (Corrèze).
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 30, 1908, pp. 315-
331, 9 fig. et T.A.P. à Brive et chez les auteurs.
- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1910
La grotte Lacoste près Brive (Corrèze).
Rev. Éc. Anthrop., Paris, 20e année, janvier 1910, pp. 28-40,
9 fig. et février 1910, pp. 60-71, 8 fig., 2 tabl.
- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1910.
Stations préhistoriques de Planchetorte près Brive (Corrèze).
I. La grotte Lacoste près Brive (Corrèze).
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 32, 1910, pp. 217-
248, 17 fig., 2 tabl., 2 pl. h.-t. et T.A.P. chez les auteurs.
- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1910.
Appendice au sujet de l'âge de la grotte de Noailles (Corrèze).
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 32, 1910, p. 249.
- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1912.
Sur les stations préhistoriques des environs de Brive.
Congrès préhist. de France, 8e session, Angoulême, 1912, pp.
387-389.
- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1913.
La station préhistorique de Font-Yves (Corrèze).
Rev. anthrop., Paris, 23e année, juin 1913, pp. 218-225, 6 fig.
- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1920
La grotte préhistorique de Pré-Aubert, près Brive (Corrèze).
Rev. anthrop., Paris, 30e année, juillet-août 1920, pp. 117-
189, 5 fig.

- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1920.
La station préhistorique de Font-Yves (Corrèze).
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 42, 1920, pp.
291-301, 7 fig.

- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1920.
La grotte de Thévenard (Corrèze).
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 42, 1920, pp.
301-305, 2 fig.

- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1920.
Le Plateau de Bassaler (Corrèze).
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, t. 42, 1920, pp. 305-309,
2 fig.

- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1924.
Stations préhistoriques de Planchetorte (suite). II. La
grotte de Pré-Aubert, près Brive (Corrèze). III. Complément
sur d'autres grottes préhistoriques de Planchetorte (Corrèze).
Champ. Chez Rose. Coumba-Négra. Le Raysse.
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 46, 1924, pp. 141-
171, 11 fig.

- BOUYSSONIE A. et J., BARDON L., 1939.
Stations préhistoriques de Planchetorte près Brive (Corrèze).
IV. La grotte des Morts.
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 61, 1939, pp. 131-
142, 5 fig., 1 tabl.

- BREUIL H., 1912.
Les subdivisions du Paléolithique supérieur et leur signifi-
cation.
Congrès intern. Anthrop. et Arch. préhist., CR. de la XIVe session,
Genève, 1912, 2e édition, pp. 5-78, 47 fig.

- CHEYNIER A., BOUYSSONIE J., 1961.
Quelques nouvelles observations sur la grotte Lacoste (Corrèze).
Bull. Soc. arch. de la Corrèze, Brive, t. 83, 1961, pp. 131-134,
1 tabl., 1 diagr.

- COUCHARD J., 1957.
Essai d'application des méthodes de typologie et de statistique au gisement remanié de Bellet près Brive.
Bull. Soc. Sc. Hist. Arch. Corrèze, Brive, 1957, Tirage à part.
- COUCHARD J., 1960.
Gisement de Bellet près Brive (Corrèze). Note complémentaire.
Bull. Soc. Préhist. fr., t. LVII, n° 5-6, pp. 282-286, tirage à part.
- COUCHARD J., 1970.
Atlas d'Archéologie préhistorique de la Corrèze.
Brive. Impr. Maugerie, Publ. de la Soc. Sc. hist. arch. Corrèze, 66 p., cartes.
- COUCHARD J. et SONNEVILLE-BORDES D. de, 1960.
La grotte de Bassaler-Nord, près de Brive, et la question du Périgordien II en Corrèze.
l'Anthropologie, t. 64, n° 5-6, 1960, pp. 415-437, 9 fig.
- DEBARD E., 1974.
Etude sédimentologique du sondage de la Grande Renardière, vallée de Planchetorte Brive, (Corrèze).
Bull. Soc. Lett. Sc. Arts, Corrèze, Tulle, 1974, pp. 32-42,
- DELPORTE H., 1970.
Informations archéologiques. Circonscription d'Auvergne et Limousin.
Gallia Préhistoire, t. XII, 1970, fasc. 2, pp. 459-484, 34 fig.
- DELPORTE H., 1972.
Informations archéologiques. Circonscription d'Auvergne et Limousin.
Gallia Préhistoire, t. 15, 1972, fasc. 2, pp. 457-485, 44 fig.
- KIDDER L. et H., 1936.
Le Puy-de-Lacan et ses gravures magdaléniennes.
l'Anthropologie, t. 46, n° 1-2, 1936, pp. 17-31, 6 fig., 2 pl.

- KIDDER L. et H., 1936.
The cave of Puy-de-Lacan : a magdalenian site in south-central France.
in : American Anthrop., vol. 38, n° 3, juillet-septembre 1936, pp. 439-451, 7 fig.
- LALANDE Ph., 1866.
Fouilles de la grotte de Coumba-Négra.
Matériaux, 1865, pp. 177-180.
- LALANDE Ph., 1867.
Mémoire sur les grottes des environs de Brive.
Montauban. Bertuot impr., pp. 261-274.
- LALANDE Ph., 1869.
Station préhistorique de Chez-Pourré, Brive.
Matériaux, pp. 458-462.
- LALANDE Ph. et RUPIN E., 1879.
Monographie des grottes creusées de main d'homme, situées aux environs de Brive (Corrèze).
Bull. Monu. ou rec. doc. et mém., Soc. fr. arch. conserv. monu. hist., 5e série, t. 7, 45e de la collection, n° 5, 1879, pp. 397-418.
- LALANDE Ph. et RUPIN E., 1878.
Monographie des grottes taillées des environs de Brive.
Matériaux, pp. 379-382.
- LEJEUNE L., 1944.
La station de Chez Pourré - Chez Comte.
Gallia, t. II, 1 coupe, 20 dessins.
- MARTEL E. A., 1907.
Les cavernes des grès triasiques de Brive.
Bull. Soc. sc. hist. et arch. de la Corrèze, Brive, 1907, t. 29, pl et fig., pp. 17-29.

- MASSENAT E., 1881.
De la formation des grottes des environs de Brive.
Bull. Soc. sc. hist. et arch. de la Corrèze, Brive, t. 3,
Pl. et fig. dans le texte, pp. 509-518.
- MASSENAT E. et GIROT P., 1900.
Station de Chez Pourré-Chez Comte.
Rev. Ec. Anthropol., 1900, pl. III,
- MAUREILLE J.-P., 1971.
Etude sur le climat de la Corrèze. Thèse de Doctorat en Médecine.
Avant-Propos de Robert Joudoux.
Tulle. éd. Lemouzi, 1971, 94 p. fig., 2 pl. dépl. h.-t.
Lemouzi, 1971, n° 38 bis.
- MAZIERE G., 1967.
Le gisement paléolithique de la grotte du Loup.
Bull. Arch. de la Corrèze, t. LXXXIX, janvier-décembre 1967,
pp. 37-46.
- MAZIERE G., 1969.
Grotte du Loup, 1968.
Bull. Soc. sc. hist. et arch. de la Corrèze, Brive, 1969,
pp. 25-30.
- MAZIERE G., 1969.
Grotte du Loup, 1969.
Bull. Soc. sc. hist. et arch. de la Corrèze, Brive, 1969, pp. 31-41.
- MAZIERE G., 1969.
Gisement chez Pourré - chez Comte. 1969.
Bull. Soc. sc. hist. et arch. de la Corrèze, Brive, 1969,
pp. 41-42.
- MAZIERE G., 1970.
Grotte du Loup à Galau-Brive.
Bull. Soc. sc. hist. et arch. de la Corrèze, 1970, t. 92,
Brive, pp. 35-42, 3 fig.

- MAZIERE G., 1971.
Gisement de "chez Jugie". Commune de Cosnac.
Bull. Soc. sc. hist. et arch. de la Corrèze, Brive, janvier-décembre 1971, t. 93, pp. 50-52, 10 dessins.

- MAZIERE G., 1973.
D.E.P.H.E. soutenu le 9 mai 1973. mention très honorable. 131 p.
dactylographiées, nombreuses fig. et tabl.

- MAZIERE G. et RAYNAL J.-P., 1973.
Gisement de chez-Jugie près Cosnac (Corrèze). Campagne de fouilles 1973.
Bull. Soc. sc. hist. et arch. de la Corrèze, Brive, t. 95, 1973, 7 p., 3 fig.

- PEROL J., 1956.
La formation et l'évolution des cavernes des environs de Brive.
Bull. Soc. des Eyzies, pp. 74-80, n° 6.

- PEROL J., 1973.
La formation géologique des cavernes triasiques de Brive.
ed. Lemouzi, rev. trimest., 54e année, 5e série, Tulle, janvier 1973, n° 45, pp. 13-23.

- PEYRONY D., 1933.
Les industries aurignaciennes dans le Bassin de la Vézère.
Aurignacien et Périgordien.
Bull. Soc. Préhist. fr., t. 30, 1933, pp. 543-559, 13 fig.

- PEYRONY D., 1936.
Le Périgordien et l'Aurignacien. Nouvelles observations.
Bull. Soc. Préhist. Fr., 1936, pp. 616-619, 1 fig.

- PRADEL Dr. L. et J. H., 1966.
La station paléolithique du Raysse, commune de Brive (Corrèze).
l'Anthropologie, t. 70, n° 3-4, 1966, pp. 225-253.

- PRADEL Dr. L. et J. H., 1973.
Une fouille américaine dans le Moustérien de "Chez Pourré,
Chez Comte", commune de Brive (Corrèze).
l'Anthropologie, t. 77, n° 5-6, 1973, pp. 621-636.
- PRADEL L., 1968.
Le Corrèzien de la grotte Dufour, commune de Brive (Corrèze).
l'Anthropologie, t. 72, n° 5-6, 1968, pp. 467-478.
- PRADEL Dr. L., 1972.
La grotte paléolithique de Bos-del-Ser, commune de Brive,
(Corrèze).
l'Anthropologie, t. 76, n° 5-6, 1972, pp. 427-440.
- ROUSSOT A., 1966.
Amédée et Jean Bouyssonie, Préhistoriens.
- un texte de H. Breuil ;
- une bibliographie complète ;
- le Paléolithique en Corrèze, par D. de Sonnevill-Bordes.
Périgueux, éd. Fanlac, 48 p. illustrations.
- SALMON Ph., 1886.
Voyage préhistorique dans quatre départements du Sud-Ouest de
la France.
Bull. Soc. Sc. Hist. Arch. Corrèze, t. VII, p. 449, 257, 289.
- SONNEVILLE-BORDES D. de, 1954.
Esquisses d'une évolution typologique du Paléolithique supérieur
en Périgord.
Défense et illustration de la méthode statistique.
l'Anthropologie, t. 58, pp. 197-230, fig. 10.
- SONNEVILLE-BORDES D. de, 1955.
La grotte de Chanlat et la question du Périgordien II.
l'Anthropologie, pp. 357-360.
- SONNEVILLE-BORDES D. de, 1955.
A propos du Périgordien II.
Bull. Soc. Préhist. fr., 1955, pp. 187-203, 2 fig.

- SONNEVILLE-BORDES D. de, 1955.
La question du Périgordien II.
Bull. Soc. Préhist. fr., t. LII, 1955, n° 3-4, pp. 187-203.

- SONNEVILLE-BORDES D. de, 1958.
Problèmes généraux du Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France.
l'Anthropologie, t. 62, pp. 413-451, 20 fig. (et t. 63, 1959, pp. 1-36, 17 fig.).

- SONNEVILLE-BORDES D. de, 1960.
Le Paléolithique supérieur en Périgord.
Bordeaux, Delmas, 2 vol., 560 p., 295 fig.

- SONNEVILLE-BORDES D. de, 1966.
L'évolution du Paléolithique supérieur en Europe occidentale et sa signification.
Bull. Soc. Préhist. fr., t. 63, pp. 3-34.

- SONNEVILLE-BORDES D. de, 1966.
Le Paléolithique en Corrèze d'après les recherches de A. et J. Bouyssonie.
in : A. Roussot : Amédée et Jean Bouyssonie, Préhistoriens.
Périgueux, ed. Fanlac, 1966, pp. 11-17.

- SONNEVILLE-BORDES D. de et COUCHARD J., 1960.
La grotte de Bassaler-Nord, près de Brive, et la question du Périgordien II en Corrèze.
l'Anthropologie, t. 64, n° 5-6, 1960, pp. 415-437, 9 fig.

Compléments :

a/ Ouvrages généraux :

- GEZE B., 1973.

Lexique des termes français de spéléologie physique et de karstologie.

Ann. Spéléol., 28, 1, : 1-20.

b/ Gélifraction expérimentale :

- LAUTRIDOU J.-P. et al., 1975.

Etude des mécanismes du gel dans la pierre de Caen.

Fondation française d'études nordiques, VIe Congrès international, "les problèmes posés par la gélifraction. Recherches fondamentales et appliquées", rapport n° 309.

- MAINGUET M. et CANON L., 1975.

Densité coefficient d'usure, charge de rupture et cryoclastie dans les grès et les grès quartzites de l'Europe de l'Ouest.

Fondation française d'études nordiques, VIe Congrès international, "les problèmes posés par la gélifraction. Recherches fondamentales et appliquées", rapport n° 110.

c/ Géologie du Bassin de Brive :

- MOURET G., 1896.

Les régions naturelles du département de la Corrèze.

Bull. Soc. Scient. Hist. et Arch. Corrèze, t. 18, : 325-334.

d/ Grottes et abris du Bassin de Brive :

- LORBLANCHET M. et HUGONIE L., 1969.

La grotte du Rocher du Drac près de Vegennes (Corrèze).

Bull. Soc. Préhist. Fr., t. 66, C.R.S.M., n° 2, : 47-52.

- MALISSEN B., 1972.

Les abris sous roche des grès triasique du Bassin de Brive.

Etude réalisée dans la cadre de la Fondation Nationale des Bourses Zelliçja (n° 1051).

- SONNEVILLE-BORDES D. de, 1972.

La grotte de Thévenard, gisement magdalénien près de Brive (Corrèze).

Bull. Soc. Préhist. Fr., t. 69, C.R.S.M., fasc. 2, : 45-48.

TABLE DES MATIERES

Avant-propos

Introduction..... 1

Première partie : Données générales

- Situation géographique et esquisse géologique..... 3
- Les grottes et abris du Bassin de Brive..... 8
 - A - Caractéristiques principales..... 9
 - B - Quelques observations..... 10
 - C - Théories antérieures..... 13
 - D - Gélifraction expérimentale..... 15
 - Conclusions aux expériences..... 22
 - E - Conclusions générales..... 24
 - F - Annexe : les stratigraphies des gisements
des environs de Brive..... 27

Deuxième partie : Les méthodes de recherche

- Les remplissages quaternaires des grottes et abris,
méthodes d'étude..... 37
 - I - Etudes de terrain..... 37
 - II- Etudes en laboratoire..... 41
- Classification générale des différents types de
minéraux argileux rencontrés..... 49

Troisième partie : Etude des gisements

- La Grotte du Loup, commune de Cosnac (Corrèze)	
A - Situation géographique.....	55
B - Historique.....	55
C - Stratigraphie des niveaux extérieurs de la grotte.....	56
D - Etude sédimentologique des niveaux extérieurs..	59
E - Stratigraphie des niveaux intérieurs.....	68
F - Etude sédimentologique des niveaux intérieurs..	69
G - Interprétation.....	71
- La grotte du Ro Del Dra, commune de Végennes (Corrèze)	
A - Situation géographique.....	80
B - Historique.....	80
C - Stratigraphie.....	81
D - Etude sédimentologique.....	82
E - Interprétation.....	86
- Abri de Chez-Jugie, commune de Cosnac (Corrèze)	
A - Situation géographique.....	94
B - Historique.....	94
C - Stratigraphie.....	95
D - Caractéristique de la roche-mère.....	98
E - Etude sédimentologique des niveaux supérieurs..	99
F - Etude sédimentologique des niveaux inférieurs..	107
G - Interprétation.....	109

Conclusions 120

Résumé 125

Liste des tableaux..... 127

Liste des planches

Bibliographie

- Ouvrages généraux	I
- Gélifraction expérimentale.....	X
- Géologie du Bassin de Brive.....	XVI
- Les grottes et abris du Bassin de Brive et leurs remplissages quaternaires.....	XIX
- Compléments	XXX