SITE METALLURGIQUE MEDIEVAL

DU

CALEL

Sorèze

(Tarn)

Rapport de synthèse 1993-1995

par

François ROUZAUD

Eric MAUDUIT

Jean-Paul CALVET

avec concours de:

Régis Di Georgio

Jean-Charles Pétronio

Paul Batime

Marc Barbaste

Yves Lignereux

Autorisation N° 741

du 25 mars 1993

Programme H3

N° de site 81.288.002.AP

SOMMAIRE

1. RAPPELS DES TRAVAUX PRECEDENTS ET DES CONNAISSANCES ACQUISES SUR LE SITE

1.1. Historique des recherches (fig. 1 et 2)
1.2. Problématique, Méthodologie et conditions environnementales, juridiques et administratives de la recherche
1. 3. Le site du Calel
1.3.1. Prédétermination du substrat géologique pour l'implantation d'une activité minière médiévale originale
1.3.2. La stratégie minière médiévale
1.3.3. Les Eléments de datation
1.3.4. Le complexe métallurgique autour de la mine
1.3.5. Techniques de l'exploitation Médiévale et vulnérabilité du site.
1.3.6. Intégration des données fournies par la grotte du calel dans l'histoire régionale.

2. TRAVAUX REALISES EN 1993 - 1995

2.1. Travaux de terrain réalisés en 1993
2.2. Travaux de terrain réalisés en 1994
2.2.1. Sur le plateau du Causse 2.2.2.
Sur le pic de Fendeille
2.2.3. Les minières de surface dans le secteur du Pic Fendeille
2.2.4. Le réseau de sub-surface du promontoire de la carrière (Pic Fendeille)
2.2.5. Les affleurements calcaires voisins du plateau du Causse
2.3. Travaux de terrain réalisés en 1995
2.3.1. Exercice de Spéléo-secours
2.3.2. Levée de l'hypothèque archéologique sur le site de Pistre ou la carrière de la Mandre doit redéployer son activité
2.3.3. Délimitation de la surface du site minier médiéval du plateau du Causse
2.3.4. Révision des massifs calcaires voisins
2.3.4. Plongée de M Barbaste dans le lac terminal de la grotte du Calel
2.3.5. Prélèvement de la fi:lune
2.3.6. Prélèvement du vase

3. PROJETS POUR 1996

4. DOCUMENTS COMPLEMENTAIRES

4.1. Marc Barbaste : C.R. de la plongée du 26/11
4.2. Yves Lignereux : analyse des restes osseux prélevés dans la grotte du Calel 4.3. Documents graphiques
4.4. Tiré à part de INORA
4.4. Tiré à part de SPELUNCA

1. RAPPELS DES TRAVAUX PRECEDENTS ET DES CONNAISSANCES ACQUISES SUR LE SITE.

1.1. Historique des recherches (fig. 1 et 2)

"Le premier écrit concernant le trou du Calel date de 1508. 11 s'agit d'une transaction intervenue entre les "consuls, syndic, manants et habitants du dit Sorèze" et le "Noble homme Antoine de VILLESPASSOUS, Seigneur de Lina, de Laboulhène, de St-Amancet et Co-seigneur de Sorèze" sur des différends relatifs' à un partage de territoire sur le Plateau du Causse. Dans ce cas, l'entrée du Calel sert de point de repère pour délimiter les terrains en contestation. Le premier récit d'exploration dater de 1783 ; la cavité est connue jusqu'au ruisseau. L'équipe est formée de M Mathieu Guillaume Thérèse VILLENVAVE (Avocat journaliste polygraphe, né le 13 avril 1762), de M. REBOUL, Professeur de Physique au collège de Sorèze et de 3 valets portant flambeau. Ce récit nous dévoile la première observation scientifique faite au Calel. "la salle du ruisseau a un degré de plus qu'en surface". En 1882, le Dr CLOS fait une brève description des grands axes et a poussé, quelques années avant, l'exploration jusqu'à la "salle Lacordaire". 11 est certainement l'inventeur de cette partie de la grotte ; il écrit "On parvient au bord d'un ruisseau très limpide, qu'on traverse, en le remontant de quelques pas seulement pour s'engager dans une galerie qui conduit dans plusieurs salles très vastes situées vers l'Orient. En parcourant ces salles, on monte continuellement et quand on est à l'extrémité, on est parvenu à une assez grande hauteur". A partir de cette date, les explorateurs se succèdent, font des descriptions et études diverses, quelques topographies succinctes sont relevées, du moins dans les grands axes ..."(Calvet 1974)

Depuis 1949, la S.R.S.A.S.R. puis l'E.S.D.R.S., avec le concours d'autres clubs de spéléologie, poursuivent activement l'exploration des cavités du Causse de Sorèze. Le réseau Pierre-Marie est découvert en 1966, les premiers aménagements médiévaux y sont reconnus (marches, poteries, murs...). Le réseau Vidal-Jullia est exploré en 1973 ; les dessins anthropomorphes et les principaux aménagements sont décrits par Ch. Blaquières (1974). En 1976, des gravures sont signalées dans le réseau des Grands-Boulevards (Calvet 1978) La présence de minerai de fer, en surface et dans les galeries profondes est remarquée par les spéléologues.

La grotte du Calel est classée parmi les Monuments Historiques le 10 octobre 1977.

1.2. Problématique, Méthodologie et conditions environnementales, juridiques et administratives de la recherche

En janvier 1989, la découverte, en compagnie de Jean Clottes de nouvelles gravures dans le réseau Vidal-Jullia est à l'origine de notre étude du site (relevés d'art rupestre, programme P38000 autorisation n° 326 en date du 23/03/89)

Pour tenter de comprendre la signification de ces témoignages graphiques, nous nous sômmes intéressés à leur environnement. Nous avons pu démontrer l'extraction médiévale du minerai de fer dans l'ensemble du domaine karstique, tant dans les galeries profondes qu'en surface. Puis la découverte d'un amas de scories de fer, contemporain de l'exploitation minière, a fait du site du Calel un ensemble métallurgique médiéval exceptionnel (Rouzaud, Mauduit 1992).

Dès nos premières investigations sur le site, nous avons été confrontés à un grave problème de conservation : l'extension prévue de la carrière de la Mandre allait, à court terme, amputer une nouvelle portion du site de surface et menaçait gravement la conservation du site souterrain (vibrations, assèchements...). La carrière de granulat, initialement implantée dans la vallée de l'Orival, s'était peu à peu étendue à toute la partie occidentale du plateau du Causse. Dans l'ignorance de leur existence, de nombreuses minières et haldes médiévales ont alors été détruites ; mais celles-ci demeurent visibles sur des photographies aériennesntérieures. Les actuels fronts de carrières se situent à environ 80 mètres de l'entrée principale de la grotte du Calel.

Une nouvelle demande d'extension a été produite par la société G.S.M., exploitante de la carrière de la Mandre, en décembre 1989. Une décision d'Instance de Classement a été prise, le 22 mai 1990, par le directeur du Patrimoine pour assurer la conservation du site. Mais à l'issue de cette période d'instance, le classement définitif parmi les Monuments Historiques n'a pu être obtenu, non pour des raisons d'ordre scientifique, mais du fait de l'opposition des propriétaires, en indivis (cohérie Planchon), des parcelles concernées. Le Préfet du Tarn a, par arrêté en date du 9 août 1990, autorisé l'extension de la carrière au titre du code minier et sous réserve de la levée de toute protection, au titre des Monuments

historiques pour les parcelles concernées. Les parcelles concernées par l'extension ont été inscrites à l'Inventaire Supplémentaire des Monuments Historiques par arrêté du Préfet de Région en date du 4 février 1991. L'exploitant de la carrière a, solidairement avec la municipalité de Sorèze, contesté auprès du tribunal Administratif de Toulouse, l'intérêt de la protection juridique du site. Par sa décision en date du 31 août 1994, le tribunal Administratif de Toulouse a annulé l'I.S.M.H. du 4 février 1991. Le Ministère de la Culture a fait appel de cette décision auprès du Conseil d'Etat et déposé un dossier de demande de classement d'office auprès de la même institution. Par décret du 10 août 1995 le site archéologique du Calel est classé, parmi les Monuments Historiques (J.O. du 18 août 1995).

Mais la protection juridique ne prendra tout effet que lorsqu'elle sera complétée par un dispositif de protection physique sur le terrain. La fermeture de la grotte du Calel par des grilles, dont le financement est acquis, est subordonnée à la signature d'une convention pour la gestion du site souterrain. Après avoir reçu l'assentiment unanime des usagers et de l'administration, le projet est actuellement bloqué par la municipalité soucieuse de conserver l'accès le plus libre possible, aux galeries profondes, pour ses administrés.

Depuis 1990, les dossiers administratifs, juridiques et archéologiques ont donc du être menés de front. Les contraintes imposées par les deux premiers ont eu une influence non négligeable sur la conduite du troisième : Il a fallu s'adapter en permanence aux réalités de la procédure. Ceci qui nous a constamment obligés à élargir notre problématique et à aborder l'analyse du site sur une échelle beaucoup plus vaste et à examiner en détail le site extérieur. Les conséquences furent parfois bénéfiques comme, par exemple, la mise en évidence des minières de surface, ou la découverte du ferrier de l'Orival. En revanche, certains aspects du programme scientifique, en particulier les relevés de gravures conservés aux environs de la salle Clos ont du être différés. Ils ne pourront être entrepris que lorsque les accès à la cavité seront contrôlés.

Sur le plan de l'approche méthodologique du site, la priorité a été donnée à une évaluation du potentiel archéologique. Les prospections, observations et relevés qui ont été effectués dans la presque totalité du site l'ont laissé vierge de toute intervention archéologique « physique ». L'étude des vestiges et des traces d'activité extractive a permis de proposer des hypothèses sur la stratégie mise en oeuvre par les mineurs médiévaux et sur le

développement de l'exploitation. Les voies ouvertes à l'étude du site sont nombreuses : archéométrie (minerais et rejets métallurgiques), anthracologie (dessins pariétaux, modes d'éclairage, forêt charbonnée), céramologie... Nous nous proposons d'en mener à bien un certain nombre dès que la conservation du site sera durablement assurée.

1.3. Le site du calel

1.3.1. Prédétermination du substrat géologique pour l'implantation d'une activité minière médiévale originale

Le petit .causse-palier de Sorèze appartient au versant septentrional de la Montagne Noire. Il est formé de calcaires cambriens à pendage subvertical. Un karst s'est développé aux dépens de ces formations géologiques. Il a créé une puissante zone oxydée reconnue sur plus de cent mètres de profondeur.

Les directions des galeries du réseau spéléologique et celles des discontinuités du lapiaz se superposent aux traits structuraux hercyniens.

Des concentrations ferrifères (hydroxydes de fer, goethite dominante) existent sous deux gîtologies principales.

La première consiste en des argiles rouges héritées de la terra rossa qui contiennent des nodules et des concrétions d'hydroxydes de fer. Elle semble tirer son origine d'une phase ferralitique éocène. Les sédiments ferreux ont été piégés plus ou moins profondément dans les vides du karst qui a constitué une forme négative (fractures et joints de stratification élargis par dissolution, soutirages et vidanges de diaclases).

La seconde gîtologie est une minéralisation stratiforme, encaissée dans les calcaires. Elle aurait pour origine la diffusion, pendant la période triaso-liasique, de fluides hydrothermaux au sein de la masse calcaire structurée par l'orogenèse hercynienne. Cet hydrothermalisme aurait apporté des carbonates de fer et/ou remobilisé un stock métallogénique qui préexistait. La concentration des carbonates de fer s'est opérée le long de plans d'anisotropie mécanique du bâti hercynien.

Les hydroxydes de fer se sont substitués aux carbonates lorsque des conditions oxydantes ont régné sur le site, en particulier du fait de l'existence d'un potentiel de karstification. Des transformations, remobilisations et remaniements karstiques ultérieurs ont généré d'autres gîtologies dérivées des deux principaux types (brèches ferrifères dans les planchers stalagmitiques, reprises de minéralisations dans les dépôts alluviaux et gravitaires).

1.3.2. La stratégie minière médiévale

Toutes les minéralisations ferrifères ont été prospectées par les mineurs médiévaux qui ont su mettre en œuvre des stratégies adaptées. Cette constatation suppose, de leur part, une remarquable connaissance empirique du potentiel minier du site.

En surface, le minerai à fleur de terre (nodules et concrétions) a été simplement ramassé. Des sillons ont été creusés pour dégager le minerai contenu dans les discontinuités du lapiaz.

Le caractère géométrique du second type de gîtologie connaît une transposition rigoureuse dans la distribution spatiale des systèmes d'extraction du minerai.

Dans l'exploitation à ciel ouvert, qui a probablement précédé celle de la grotte-mine du Calel, le minerai a été extrait par le truchement de carrières, d'excavations en entonnoir, de tranchées implantées à l'aplomb des concentrations ferrifères encaissées dans les calcaires. Ces systèmes d'extraction s'ordonnent selon des alignements kilométriques et trouvent leurs équivalents dans la grotte-mine qui recoupe les mêmes filons.

En profondeur, les mineurs ont utilisé habilement les particularités structurales du karst et des relations qu'elles entretiennent avec les minéralisations ferrifères. La coïncidence de la direction d'allongement maximal des galeries et de celle des minéralisations stratiformes était un facteur éminemment favorable à l'extraction du minerai. Si les ressources naturellement accessibles ont été exhaustivement exploitées, la faiblesse de l'investissement technologique a entraîné très rapidement des limitations. L'encaissant calcaire n'a jamais été attaqué. Les mineurs se sont souvent contentés d'abattre le minerai affleurant en paroi des galeries. Lorsque le filon était sécant à la galerie, les mineurs ont pu le suivre sur quelques mètres, au maximum, en profitant de l'altération karstique qui fragilise localement les épontes.

Les galeries les plus importantes étaient déjà largement déblayées naturellement. Dans certaines sections encombrées de reliquats de sédimentation alluviale qui cachetait le minerai, les mineurs n'ont pas hésité à déplacer des quantités importantes de remplissages meubles pour accéder à la minéralisation recherchée.

L'espace minier souterrain s'organise systématiquement dans les différentes cavités du Causse autour d'axes logistiques maintenus en état pendant toute la durée de l'exploitation. Les axes logistiques comportent des aménagements qui facilitent le cheminement (escaliers, passerelles), des terrasses aménagées, des aires de repos. Sur le tracé de ces axes, des carrefours desservent des zones de travaux latérales, supérieures et inférieures.

Les planchers stalagmitiques ont été démantelés pour libérer les niveaux de brèches ferrifères qu'ils incluaient. Les éléments de minerai remaniés dans la sédimentation alluviale ont été prélevés. Les nodules et concrétions entraînés en profondeur par les soutirages ont été exploités.

1.3.3. Les Eléments de datation

Des céramiques et des représentations pariétales (dessins noirs, gravures) accompagnent les vestiges miniers.

Les travaux d'extraction ont pu être datés directement par la méthode du carbone 14 grâce aux nombreux niveaux de charbon de bois interstratifiés dans les aménagements et les déblais de la grotte-mine. Les recouvrements statistiques inclinent à penser que l'activité minière s'inscrit à l'intérieur d'une fourchette de dates comprises entre 1050 et 1150.

1.3.4. Le complexe métallurgique autour de la mine

Le site extractif du plateau calcaire s'adjoint, en particulier dans sa périphérie métamorphique, des ateliers de transformation du minerai. Les sites à scories se distribuent préférentiellement le long de la vallée du ruisseau de l'Orival et sur les versants à substrat gneissique, boisés de feuillus, du Mont Capel, au sud de la zone minière. La datation C 14

d'un ferrier indique que son activité était contemporaine de l'exploitation du minerai de fer sur le plateau du Causse de Sorèze, situé à une vingtaine de minutes de marche.

1.3.5. Techniques de l'exploitation Médiévale et vulnérabilité du site.

La masse des déblais de l'exploitation minière du Calel est impliquée dans une dynamique karstique de soutirages et de décolmatages qui traduit d'importants déséquilibres. Trois facteurs principaux contribuent à la vulnérabilité de l'ensemble.

Premier facteur : la volumétrie et la distribution des vides intérieurs. La structure de l'encaissant fait que la volumétrie et la distribution des vides intérieurs sont caractérisées par une composante verticale très importante (zones de fractures, joints de stratification élargis, zones à dolomies pulvérulentes plus ou moins déblayées). Les topographies spéléologiques, fussent-elles les plus soignées, sous-estiment, de façon constante, cette composante (les voûtes inaccessibles se referment au-delà du champ d'acuité visuelle et hors de la portée des éclairages utilisés couramment en spéléologie). La morphologie particulière de l'encaissant génère l'instabilité des sédiments karstiques, supports des vestiges archéologiques. Les niveaux étagés de travaux miniers prennent souvent appui sur des planchers stalagmitiques seulement en liaison avec les parois verticales de l'encaissant. Il n'y a pas de sol (et de toit) rocheux. Les travaux ont intéressé un remplissage karstique, alternance de dépôts alluviaux grossiers, peu consolidés, et de concrétionnements calcitiques. Après exploitation, seuls subsistent les éléments amincis, et donc fragilisés, des planchers de calcite littéralement en "suspension".

Second facteur : les modifications dans la répartition des volumes intérieurs provoquées par les travaux miniers. Nous constatons, qu'obéissant aux lois de la gravité, les mineurs ont tout naturellement déversé les déblais des zones de travaux vers les tréfonds. La coupe du Puits de Droite montre que le sol est une accumulation de rejets d'exploitation qui est soumise à des soutirages comme tous les sédiments intra-karstiques, anthropisés ou non. Ce phénomène est aisément vérifiable en d'autres endroits de la grotte-mine.

Troisième facteur : la compaction très faible et, dans les réseaux inférieurs, la forte teneur en eau des déblais. Par rapport aux sédiments naturels, les déblais ont un taux de compaction très faible.

Pour la partie fine, argileuse, le stockage dans les zones basses, humides, proches du réseau actif, pourrait engendrer des phénomènes de thixotropie. Notons, que la plongée de Marc BARBASTE, en 1991, prouve l'immersion de déblais médiévaux sous le niveau actuel du lac souterrain du Calel.

1.3.6. Intégration des données fournies par la grotte du calel dans l'histoire régionale.

Aucun document antérieur à 1508 relatif au Traouc del Calel n'est actuellement connu et, à cette date, aucune allusion n'est faite à une quelconque activité minière.

Les données internes de l'exploitation ne permettent pas, à elles seules, d'inscrire de façon précise le site minier et métallurgique dans le contexte historique de peuplement du piémont septentrional de la Montagne Noire et dans le réseau des échanges économiques régionaux au Moyen Age central. La production métallurgique paraît avoir été de nature à satisfaire les besoins en fer d'un terroir relativement limité pendant une période n'excédant pas le siècle. Aussi ne serait-ce pas solliciter outre mesure les données de terrain que d'établir une relation, au moins chronologique, entre les activités minières du Calel et le développement de l'habitat groupé autour de l'abbaye bénédictine de Sorèze et du castrum de Berniquaut aux XIe-XIIe siècles.

2. Travaux réalisés en 1993 - 1995

Au cours de ces trois années, l'urgence du dossier conservatoire a considérablement pesé sur le programme initialement prévu. Les travaux furent effectués en fonction des priorités du moment. Cette situation de fortes contraintes nous a néanmoins permis quelques avancées scientifiques significatives.

2.1. Travaux de terrain réalises en 1993

Dans la grotte, plusieurs journées ont été consacrées à contrôler et à compléter les relevés topographiques détaillés, dressés les années précédentes. La couverture photographique du site a été activement poursuivie. Au cours de ces travaux, de nouvelles gravures médiévales ont été découvertes dans la galerie du Jardin (secteur bas de la salle Clos) et dans le réseau Vidal-Jullia.

De nouveaux secteurs miniers, en particulier dans le réseau Vidal-Jullia, ont été reconnus. Sur ces structures, nous avons remarqué et interprété des mottes d'argile modelées qui servaient de support aux lampes à huile utilisées sur les fronts de taille individuels. Ces témoignages, visibles sur tous les fronts de taille bien conservés, nous permettent désormais d'aborder en détail les gestes du mineur au travail : position du corps, l'éclairage, l'outillage (longueur des manches, mineurs droitiers ou gauchers...).

Une avancée significative a été réalisée dans la compréhension de la structure géologique du massif et de l'origine des minerais de fer exploités. Plusieurs journées ont été consacrées à l'examen et à l'interprétation de toutes les coupes géologiques accessibles dans la carrière, sur les talus des routes et dans la grotte. L'existence d'une phase originelle de venues hydrothermales a pu être démontrée. Elle a conditionné la mise en place du fer, puis son exploitation médiévale ; elle est enfin, pour partie, responsable de la fragilité actuelle du site.

Des scories ont été découvertes au dessus du ferrier de l'Orival, ce qui montre une extension spatiale de la zone de transformation.

Une seconde datation a été réalisée sur une autre charbonnière du Mont Capel, elle confirme la pérennité du charbonnage sur le versant, jusqu'au début de ce siècle.

2.2. Travaux de terrain réalisés en 1994

2.2.1. Sur le plateau du Causse

L'expérience acquise pour la prospection des vestiges de surface a conduit à la mise en évidence de nombreuse minières et haldes, qui étaient jusqu'alors passées inaperçues, principalement au nord-est du plateau. Nombre de ces structures sont masquées par des épaisses broussailles, entre le point culminant du plateau et la descente, plus abrupte, vers l'Aygo Pesado.

Dans le secteur visé par l'extension de la carrière (parcelles 700 à 705 du cadastre de Sorèze), faute d'autorisation du propriétaire des terrains, il n'a pas été possible d'effectuer le relevé précis des structures qui demeurent conservées. Nous avons néanmoins pu localiser et dresser un plan schématique des plus significatives d'entre elles.

Dans le secteur déjà exploité par la carrière de la Mandre, plusieurs structures, dont une grande minière en croix ont été identifiées... par photo-interprétation de clichés anciens. Nous avons commencé à rassembler des documents complémentaires afin de dresser un plan de cette partie détruite du site minier médiéval.

2.2.2. Sur le pic de Fendeille

Les modes d'exploitation de la carrière d'extraction de granulats de la Mandre (antérieurement à la gestion de la G.S.M.) ont généré des fronts de taille dangereux et dont l'évolution ne laisse pas d'inquiéter les responsables de la sécurité. En particulier, des

surplombs dans le secteur sommital (Pic Fendeille), où d'importantes quantités de matériaux sont en position extrêmement instable. L'instabilité des fronts mal exploités et dégradés est aggravée par la décompression du massif Des travaux de purge ont été exigés en 1994, par la D. R.I.R. E.

L'ancienne exploitation de la carrière s'était développée jusqu'à l'extrême limite de l'actuelle concession ; aussi un passage pour les engins devait être créé, à l'extérieur, là où se trouvent précisément plusieurs minières bien conservées. La destruction inévitable d'une partie de ces structures a rendu leur relevé et leur étude prioritaires.

Plusieurs rencontres ont été organisées sur le terrain avec les responsables de la G.S.M. afin de définir les modalités et le calendrier des opérations. Nous avons communiqué aux carriers nos dernières informations concernant la structure géologique du massif et son altération par des venues hydrothermales antérieures à sa karstification gravitaire. Ces données et la présence de structures extractives médiévales ont convaincu l'ensemble des participants de la nécessité d'une intervention d'assainissement du front de taille aussi réduite que possible afin de ne pas déstabiliser plus encore le Pic Fendeille. Les relevés archéologiques ont été achevés au début de l'été. Ils ont par la suite été étendus à toute la zone susceptible d'être détruite ou dégradée par le passage des engins mécaniques. Ces topographies détaillées sont à l'origine de la découverte de nouvelles structures extractives, régulièrement présentes sur tous les calcaires du versant Nord-Ouest du Pic Fendeille.

Les minières topographiées à l'échelle du 1/50ème, n'ont pas été détruites ainsi qu'il avait été primitivement envisagé dans l'une des hypothèses de travail de G.S.M. Elles ont pu être simplement comblées afin de permettre la circulation des engins au bord du front de carrière.

Les travaux de purge proprement dits ont été réalisés avec un minimum de moyens mécaniques et pyrotechniques afin de limiter au maximum les atteintes au substrat. Une entrée de cavité a été ouverte quelques mètres en dessous du sommet du front. La société G.S.M. (Monsieur F. Lame) nous a immédiatement prévenus. Les spéléologues de l'E.S.D.R.S. ont exploré et topographié les quelques dizaines de mètres de galeries accessibles (fig. 4 et 5); Ce réseau d'accès particulièrement difficile suppose une descente en rappel sur le front de la carrière, dont la hauteur totale est à cet endroit d'environ 90 mètres.

2.2.3. Les minières de surface dans le secteur du Pic Fendeille

Une partie des structures extractives médiévales du Pic Fendeille devant être détruites par les travaux de purge de la carrière, nous en avons effectué le relevé topographique à l'échelle du 1/50éme suivant les méthodes mises au point pour cartographier les abords de l'entrée de la Grotte du Calel. Les forts dénivelés (près d'une quinzaine de mètres) et un important couvert végétal (buis, ronces...) ont nécessité des adaptations de notre méthode de travail. Une série de points ont été implantés à l'aide d'un théodolite ; ils ont ensuite servi au levé de détail qui s'est effectué au dessous et au dessus de la végétation. Le dessin révèle une série ininterrompue de structures (minières et haldes) entre les minières les plus évidentes qui avaient été observées. Le relevé fut donc poursuivi en suivant les structures qui se révélaient avec l'avancement du travail... Les limites de l'espace minier semblent correspondre aux limites du calcaire. Ces, dernières sont souvent assez floues car recouvertes par des déblais miniers ou par des éboulis de pente. Les travaux inférieurs, observés sur le versant en direction du village de Sorèze semblent néanmoins situés strictement sur des contacts calcaires/schistes ; immédiatement au delà, débute l'aire des structures charbonnières.

Toutes les minières de surface observées en 1994, et en partie relevées, s'intègrent parfaitement aux grandes orientations des systèmes extractifs, eux-mêmes conformes à la structuration géologique des calcaires cambriens.

2.2.4. Le réseau de sub-surface du promontoire de la carrière (Pic Fendeille,

Ce petit réseau se développe dans une structure orientée Nord 50°E, dans la direction des plans de clivage subverticaux observés sur l'ensemble du site. Il se compose de deux galeries principales déclives du Sud -Ouest vers le Nord-Est, dispositif commun à la presque totalité des galeries exploitées sur le site par les mineurs médiévaux. Les deux conduits sont parallèles et se développent sur une longueur cumulée de plus de 50 mètres. Ils présentent un ensemble cohérent de traces d'exploitations (coups de pic en paroi, mouchages de torches, excavations et tas de déblais, marches...).

La galerie Sud, plus large, est encombrée de blocs rocheux. L'extrémité occidentale du conduit est obturée par un chaos de blocs dans une étroiture. A l'extrémité orientale sont implantés des sondages associés à des tas de déblais.

La galerie Nord, de dimensions plus restreintes communiquait, à son extrémité occidentale avec l'entrée primitive du réseau. Celui-ci est implanté au sein d'un ensemble de tranchées d'extraction à ciel ouvert (topographié en 1994). La galerie Sud est damée par le passage des mineurs, elle se raccorde à son extrémité orientale avec la grande galerie par une zone pentue, le dénivelé étant rattrapé par des marches. Environ à la moitié de sa longueur, en paroi gauche s'ouvre un petit réseau parallèle d'extraction de quelques mètres d'extension qui présente la même orientation Nord 50°E. Ce diverticule résulte du creusement opéré par les mineurs dans un sédiment meuble colmatant un conduit karstifié.

Le profil actuel de ces deux galeries est très diffèrent. La petite est grossièrement aussi haute que large. Le sol, véritable de la plus grande galerie n'a pas été atteint car il est encombré d'éboulis instables qui interdisent toute exploration. Cette géométrie est conforme aux travaux connus ailleurs sur le site minier, qui exploitent un accident vertical du substrat. La base de ces discontinuités géologiques se situe sous la surface piézométrique actuelle, laquelle est artificiellement surélevée par les déblais médiévaux (cf rapport 1993 - plongée de M. Barbaste en 1991 dans le lac terminal du Calel). La coupe AB de la figure 4 montre que le voile de roche qui sépare le réseau du promontoire de la carrière (Pic Fendeille), n'est que de quelques mètres. Si, dans les prolongement inférieurs de ce réseau, les mineurs médiévaux ont désobstrué les galeries transversales qui le séparent du ruisseau souterrain de Fendeille, la carrière capturera le cours actif à l'occasion d'une prochaine décompression du front de carrière.

Le réseau de promontoire de la carrière est particulièrement illustratif de ce que nous appelons désormais les réseaux de sub-surface. De nombreux conduits identiques ont été révélés par les désobstructions spéléologiques au cours de ces dernières décennies. Après avoir longtemps considéré ces réseaux comme indépendants, nous avons peu à peu compris qu'il s'agissait en fait d'élargissement ponctuels des discontinuités, sièges à la fois des minières de surface et des galeries souterraines profondes actuellement accessibles seulement par la grotte du Calel ou l'Aven du Causse.

2.2.5. Les affleurements calcaires voisins du plateau du Causse

La découverte de nouvelles minières sur le plateau du Causse, partout où le calcaire est présent ainsi qu'à tous ses contacts avec les schistes, nous a conduit à réexaminer avec un regard neuf tous les affleurements calcaires voisins du plateau du Causse.

Sur Berniquaut aucune trace probante d'extraction n'a pu encore être observée. Les prospections complémentaires sur les versants, en particulier de l'Orival, face au ravin de Fendeille qui a, lui, été considérablement exploité, tendent à établir la présence d'un faciès du calcaire exempt, sur la rive gauche de l'Orival, de tout niveau ferrifère.

Le sommet des calcaires de Pistre semble, lui aussi, exempt de traces d'activités minières. La roche affleurante paraît trop compacte pour avoir autorisé l'exploitation médiévale ; quelques possibilités d'extraction demeurent toutefois possibles au contact des calcaires et des schistes.

En revanche, dans la partie sud du versant (à partir du contact calcaires/micaschistes ?), principalement dans le ravin qui relie la ferme de Pistre avec l'Orival, de nombreuses traces d'aménagement sont présentes dans le paysage, mais il est prématuré de les attribuer aux mineurs médiévaux. Peut-être s'agit-il, comme sur le versant du mont Capel de structures charbonnières. Le charbonnage des forêts de feuillus (hêtraie dominante) s'est poursuivi jusque dans les années 1950. De ce fait, l'activité médiévale sur les mêmes pentes forestières est occultée même si le voisinage immédiat d'un tas de scories - daté de 991/1189 par le ^{14}C -découvert en rive gauche de l'Orival) atteste de sa réalité.

2.3. Travaux de terrain réalisés en 1995

2.3.1. Exercice de Spéléo-secours

Dans le cadre de la protection physique du site, et suite aux opérations de secours réel qui se sont déroulées dans la grotte du Calel en 1994, nous avons participé à l'exercice de

spéléo-secours organisé par le Comité Départemental de Spéléologie du Tarn, les 1 et 2 juillet 1995. Notre but était triple :

- étendre notre collaboration avec les spéléologues locaux dans de nouveaux domaines. En effet, ceux qui ont la charge des secours ne sont pas forcément les plus sensibilisés au patrimoine archéologique souterrain et à sa conservation.

- prévenir, autant que faire se peut, des dégradations involontaires qui ne manqueraient pas de se produire dans la cavité si un secours réel devait avoir lieu. La probabilité d'un accident demeure forte en raison de l'absence de tout contrôle de l'accès à la grotte du Calel.

- réaliser une première expérience d'exercice de secours à l'intérieur d'une cavité archéologique, classée Monument Historique. (une autorisation spéciale a été délivrée au CDS 81, par la DRAC Midi-Pyrénées.

Nous pensons avoir pleinement atteint nos objectifs. Mais il demeure que d'autres exercices seront nécessaires avant d'atteindre une parfaite efficacité. Lorsque la grotte pourra être normalement close, et ses accès contrôlés, quelques aménagements sommaires (mains courantes placées dans les quelques passages glissants) diminuera le risque d'accident.

2.3.2. Levée de l'hypothèque archéologique sur le site de Pistre ou la carrière de la Mandre doit redéployer son activité

Le classement, par le conseil d'Etat, des parcelles initialement prévues pour l'extension de l'actuelle carrière nous a incité à collaborer étroitement avec la Société GSM pour examiner en détails la nouvelle zone envisagée (zone Nca proposée à la modification du POS comprenant les parcelles 694, 695, 696, 697, 698, 699, 738, 743, 744, 745, 746, 747, 887, 888, 889, parmi lesquelles seules les n° 697, 698, 699, 744, 745, et 889, seront totalement, ou en partie seulement, exploitées).

Une première reconnaissance archéologique, conduite en 1994, n'avait pas révélé de vestige notable d'exploitation minière. Il restait à vérifier quelques « anomalies » constatées à la périphérie du banc calcaire de Pistre. Après examen détaillé et confrontation sur le terrain avec M. Bakalowicz (CNRS Montpellier - Institut des Sciences de la Terre de l'Eau et de

l'Espace, Geofluides, Bassins, Eau - Groupe de Géochimie), il apparaît clairement que les dépressions constatées à l'immédiate périphérie, ou au contact des calcaires sont d'origine karstique et ne sont pas dues à l'action anthropique médiévale. Aucun témoignage archéologique n'est visible sur la surface des calcaires de Pistre où la nouvelle extension est projetée par les carriers. D'autre part l'exploitation des calcaires de Pistre, sur une profondeur raisonnable ne semble pas poser de problèmes de conservation pour la grotte du Calel ; les deux entités calcaires étant séparées par un bande de schistes. L'absence de toute liaison hydrologique en profondeur, entre les calcaires, reste toutefois à démontrer.

2.3.3. Délimitation de la surface du site minier médiéval du plateau du Causse

Les limite du site minier médiéval du Calel avaient été correctement définies au cours de nos précédents travaux : elles correspondent exactement (au décamètre près...) à l'affleurement des calcaires du plateau du Causse. Il nous restait à préciser ce contour au Nord du ravin de Fendeille, en direction de Sorèze. Cette zone est fortement déclive, très embroussaillée et de surcroît oblitérée par des déblais miniers provenant des exploitations supérieures. Les limites sont là un plus difficiles à discerner, mais elles ne remettent pas en question la parfaite adéquation entre les calcaires et les minières.

Il a été noté qu'aucune aire de charbonnage n'est conservée (ou existé !) sur les calcaires. En revanche elles sont toujours présentes dès que l'on a parcouru quelques dizaines de mètres sur les substrats voisins. Rappelons que ces structures charbonnières furent réutilisées jusqu'au milieu du XXème siècle. Il n'a donc pas encore été possible de démontrer leur contemporanéité avec l'exploitation minière médiévale.

2.3.4. Révision des massifs' calcaires voisins

La prospection fine réalisée sur la bande calcaire de Pistre fut prolongée par le réexamen de tous les affleurements calcaires voisins; quelques faibles indices de « tranchées d'exploration » ont pu être relevés sur la bande de calcaire située entre le plateau du Causse et Sorèze (détectées en 1994), sur le site de Berniquaut. Quelques rares traces d'exploitation, ou

plus probablement d'exploration minière demeurent à confirmer et à dater. L'exceptionnelle particularité géologique d'abord, puis archéologique du plateau du Causse s'en trouve ainsi soulignée.

2.3.4. Plongée de M Barbaste dans le lac terminal de la grotte du Calel

Le lac terminal du Calel a, depuis toujours, exacerbé la curiosité des spéléologues et l'on ne compte plus les tentatives de franchissement (plongées, pompages, escalades...)

Lors d'une plongée, en 1991, Marc BARBASTE (ESDRS) avait remarqué la présence d'une planche de bois solidement plantée dans le fond du lac. Cette observation judicieuse nous avait permis de conforter notre hypothèse d'un rehaussement considérable du niveau du ruisseau du Calel, consécutivement au comblement des parties basses du réseau, par les déblais des mineurs médiévaux. Une nouvelle plongée étant organisée le 26/11, dans le cadre d'une sortie interclubs (SRSASR, ESDRS, SC Blagnac), nous nous sommes joints à l'équipe afin de leur montrer dans les galeries, tous les types de traces que le plongeur était susceptible de rencontrer sous l'eau. Durant sa plongée, Marc Barbaste a observé des traces de fer et des traces d'exploitation jusqu'au fond du siphon. Il était également prévu de prélever un échantillon du « poteau » (pour anthracologie et datation C14), mais la dureté du bois n'a pas permis le prélèvement. (voir C.R. M. Barbaste)

2.3.5. Prélèvement de la faune

Lors d'une « première » dans le réseau Balayé, au delà d'une sévère chatière, les spéléologues (SRSASR et ESDRS) avaient remarqué des ossements à la base d'une trémie s'ouvrant à proximité de la surface du causse. L'exiguïté du conduit et l'extrême instabilité du remplissage n'ont pas autorisé, dans des conditions minimales de sécurité, autre chose qu'un simple prélèvement du mobilier osseux remanié dans les blocs éboulés. Une identification provisoire a été réalisée durant le prélèvement par Y. Lignereux, en raison de l'extrême état d'altération du matériel.

La topographie du gisement a été complétée et le dispositif de condamnation a pu être observé du « bas » ; il s'agit de grosses pierres disposées en travers d'un petit puits de mine, creusé, comme toutes les exploitations du Calel, au détriment du remplissage. Son diamètre est d'environ 0,50 mètre. L'exiguïté de l'orifice permet d'exclure toute chute animale accidentelle, la présence de tous les segments montre que nous sommes en présence de carcasses qui ont été volontairement placées en ce lieu (cache ou rebut ?) qui aurait été utilisée durant, ou à la fin de l'exploitation minière. L'absence de tout mobilier archéologique ne permet pas de confirmer l'âge médiéval des ossements, néanmoins, les mesures effectuées montrent une très forte probabilité de contemporaniété.

2.3.6. Prélèvement du vase

Il y a quelques années, Paul Batime, spéléologue, nous avait signalé l'existence d'un vase médiéval intact, à la base d'une trémie boueuse, près de l'entrée du Calel. Nous l'avons prélevé en sa compagnies Le vase se trouvait dans une petite salle basse, très déclive, à demi comblée de boue liquide, dont l'accès s'effectue par d'étroits conduits verticaux. L'extrême insalubrité des lieux n'a autorisé que le prélèvement du vase, après photographies. Jean-Luc Boudartchouk va étudier ce vase et entreprendre la révision de l'ensemble du matériel céramique issu du site.

3. **PROJETS POUR** 1996

Au terme de 7 années de recherches archéologiques sur le site minier médiéval du Calel, l'essentiel des nouvelles connaissances a été publié ou est sous presse. Notre révision de ce site exceptionnel doit maintenant être complétée par des analyses (anthracologie - Aline Durand), des études (céramiques - Jean-Luc Boudartchouk) et des complément de relevés (en particulier d'art - F. Rouzaud, E. Mauduit, J.P. Calvet) qui ne pourront être achevés que lorsque les accès au site souterrain seront parfaitement contrôlés.

En conséquence, nous sollicitons pour un an la prolongation de notre autorisation de recherches sur le site du Calel.

Parallèlement nous continuerons notre étroite collaboration avec les spéléologues afin d'exploiter avec eux, leurs observations et découvertes.

Bibliographie:

BLAQUIERES (C.), 1974. - Le Calel au Moyen-Age. Travaux et Recherches, Bulletin Fédération Tarnaise de Spéléo-Archéologie, n° 11, p. 103-142.

BARBASTÉ (M.), 1991 - Lac du Calel (plongée du 10 juillet 1991) Spéléoc, n°56, p. 7

CALVÉT (J.P.), 1974 - La grotte du Calel, commune de Sorèze (Tarn)., Travaux et Recherches. Bulletin Fédération Tarnaise de Spéléo-Archéologie, n° 11, p. 9-29.

CALVÉT (J.P.), 1978 - Nouvelle découverte de signes et d'un blason sur paroi dans la grotte du Calel, commune de Soréze, Tarn. Travaux et Recherches, Bulletin Fédération Tamaise de Spéléo-Archéologie, n° 15, p. 61-70.

CALVÉT (J.P.), 1988. - Inventaire spéléologique du Tarn : les monts du Sorèzois, T. 1, Toulouse, Comité Départemental de Spéléologie du Tarn, Conseil Général du Tarn, 102 p

GRATTÉ (L.), 1985. - Survivance de l'art pariétal.. lmp. Maury, Millau.

GRATTE (L.), 1988. - Chroniques d'une caverne en Languedoc : Le Traouc del Calel à Sorèze. Toulouse, Spelunca librairie - Comité de spéléologie Midi-Pyrénées - Musée National de spéléologie du Grand Sud-Ouest, 1988, 149 p., nbr. ill.

GRATTÉ (L),1994 - Le trou du Calel, nos ancêtres "spéléos" étaient mineurs..., - *Spéleo,* n° 16 (1994), p. 5 6 (plus topographie format A2)

GRATTÉ (L),1994 -.Trou du Calel : la consécration - *Spéléoc,* n° 67, p. I 7.

MAUDUIT (É.), 1994. - Le site du Calel : gîtologie, travaux miniers et métallurgiques anciens.. Mémoire de Maîtrise, Université de Toulouse-le-Mirail..

ROUZAUD (F.), 1991 - Sorèze (Tarn). Le trou du Calel, Archéologie Médiévale, XXI, Chroniques des fouilles médiévales, p. 408.

ROUZAUD (F.), 1992 - Sorèze (Tarn). Le trou du Calel, Archéologie Médiévale, XXII, Chroniques des fouilles médiévales, p. 539-540.

ROUZAUD (F.), MAUDUIT (E.), 1992 - Sorèze - grotte du Calel., Bilan scientifique, SRA-DRAC Midi-Pyrénées, p.137-138.

ROUZAUD (F.), MAUDUIT (E.), 1993 - Sorèze - grotte du Calel., Bilan scientifique, SRA-DRAC Midi-Pyrénées, p.187-189.

ROUZAUD (F.), MAUDUIT (É.), CALVÉT (J.P.), 1994 - L'art pariétal médiéval de la grotte-mine du Calel demeure menacé, Sorèze, Tarn (France), I.N.O.R.A. (lettre internationale d'information sur l'art rupestre), n° 9, p. 14-18

ROUZAUD (F.), MAUDUIT (É.), CALVÉT (J.P.), sous presse - Le site minier et métallurgique du Calel à Sorèze (Tarn), *in : Karst et mines* (Actes du Colloque - Paris 1994).

ROUZAUD (F.), MAUDUIT (É.), CALVET (J.P.), 1995 - La grotte-mine du Calel à Sorèze (Tarn), Spelunca n°57, avril 95, p. 15-22

Communications et travaux universitaires

-.Soutenance, par E. Y. Mauduit, du mémoire de maîtrise intitulé : Le site du Calel : gîtologie, travaux miniers et métallurgiques anciens, (Université de Toulouse-le-Mirail. - 1994).

– Communication intitulée : Le site minier et métallurgique du Calel à Sorèze (Tarn), au colloque "Karst et Mines", Paris, 28/29 mai 1994.

– Communication intitulée : Le site minier et métallurgique du Calel à Sorèze - Tarn (France), au 5th International congress of Hellenic Speleological Society, "cave development, evolution and environnement" et European Conference "Sub-surface waters development, uses, protection", Athènes (Grèce), 7/11 novembre 1994.

4. DOCUMENTS COMPLEMENTAIRES

4.1. Marc Barbaste :
C.R. de la plongée du 26/11

4.2. Yves Lignereux :
analyse des restes osseux prélevés dans la grotte du Calel

4.3. Documents graphiques

4.4. Tiré à part de INORA

4.4. Tiré à part de SPELUNCA

Extraits du rapport de Marc Barbaste

Plongée du 26 novembre 1995

Objectifs de la plongée

- récupérer un échantillon de bois dans le siphon n°5
- repérage et progression dans « cloche d'air »

Principaux participants : François ROUZAUD - Jean-Paul Calvet - Marc Barbaste - ESDRS - SRSASR.

Résumé de l'opération

Outre le transport du matériel, la plongée ne comporte aucune difficulté majeure.

Les constats suivants sont établis :

- la partie du lac immergé se compose d'un plan incliné longitudinal.

- en début de lac des graves grossières sont visibles ; elles sont très vite coiffées d'une épaisseur importante de limon calcaire compact, sur tout le reste de la longueur du lac.

−dans la partie basse, des remblais étagés semblent anciennement aménagés

− la profondeur moyenne du lac se situe à -8 mètres sur les 2/3 de sa longueur

−impossible de récupérer un échantillon de bois dur et coriace avec une scie à métaux - le courant principal d'eau qui alimente le siphon se situe perpendiculairement à l'axe central du lac

- la température de l'eau à -13 mètres est de + 10°c, et en surface du lac de + 13°c. Soit 3 degrés d'écart, ce qui est assez important

- la partie rocheuse du lac immergé se distingue par des cassures importantes en angles saillants

- sur 2 détails de plafond immergé je constate des traces de trous cylindriques peu profonds entourées de traces brunes foncées et noirâtres

- dans la cloche d'air de 1 mètre de diamètre, je trouve des morceaux de fer en saillie

- la faille trop étroite restera à mon avis longtemps impénétrable.

ANALYSE DES RESTES OSSEUX
PRELEVES DANS LA GROTTE DU CALEL
(SORREZE, TARN)

° Yves LIGNEREUX, °°François ROUZAUD,
°°Eric MAUDUIT et °°°Jean-Paul CALVET

° : Laboratoire d'Anatomie, Ecole Nationale Vétérinaire, 23 chemin des capelles, 31076 Toulouse CEDEX
°° : Service Régional de l'Archéologie, 7 rue Chabanon, 3I2(X) Toulouse
°°° : Musée National de spéléologie, 3I250 Revel.

INTRODUCTION

Ce travail concerne essentiellement les ossements trouvés dans la crotte du Calel, mais aussi, comme références, sur deux sites voisins : l'aven du Causse, à quelques centaines de mètres à l'Est, et la grotte de la Frayssinette à une dizaine de km au Nord-est (81 Verdalle : Lautier. et PIERRE-MARIE, 1967). Ces trois sites appartiennent au même ensemble géologique cambrien, constitué par une bande calcaire incluse dans un massif schisteux.

La grotte du Calel est un réseau karstique recreusé par l'homme au Moyen-âge (Rouzaud et *al.,* 1994, 1995). On y trouve deux séries de restes animaux. La plus ancienne, située dans le réseau Pierre-Marie, est formée par des ossements quaternaires scellés dans la calcite ou inclus dans les parois des galeries creusées par les mineurs médiévaux (cheval, aurochs, sanglier, ours ...).D'autres ossements sont beaucoup plus récents, parmi lesquels ceux qui ont pu être ramenés en surface à la suite d'une visite de la cavité, en juillet 1995.

Dans le réseau Balayé, après l'escalade d'un surplomb et le passage difficile d'une chatière, la galerie de mine où reposaient les ossements se présentait comme une cheminée étroite et inclinée, partiellement comblée par une trémie très instable. L'inconfort et le danger nous ont contraint à n'effectuer guère qu'une prise d'échantillons osseux accessibles et identifiables. Aucun mobilier archéologique n'a été observé.

Dans une autre galerie du même réseau, beaucoup plus profonde, ont été trouvés, dans des déblais de mineur et parmi des charbons de bois. des ossements de lapin.

MATERIEL ET METHODES

Au total, 293 restes pesant 8003,2 grammes ont été rapportés de la grotte du Calel : les restes pesaient en moyenne 27,3 grammes.

Ces restes ont été analysés anatomiquement et mesurés (von den DRUESH, 1976) : à titre d'information, les tailles au garrot ont été estimées selon différents auteurs.

---

trois ossements libres appartenant à cette série pléistocène ont été ramenés :

– l'extrémité distale d'un humérus gauche adulte d'aurochs, *Bos primigenius (DT* 95 uni)

- l'extrémité distale d'un fémur droit de laie, sus scroja *(Bd* 47,5 mm)

– l'extrémité proximale d'un métatarse III gauche d'ours brun, *Ur ours (freins* (Bp 16.S mm *et* Dp 29.9mm

RESULTATS

Répartition spécifique des restes

La répartition spécifique des ossements répond au tableau I :

SITES	ESPECES	N.R.	%	MASSE	%
le Calel	*Bos taurus*	131	44,7	6440	80,5
	Ovis aries	102	34,8	755	9,4
	Sus domesticus	1		10	0,13
	Oryctolagus cuniculus	12	4,1	8	0,2
	Equus caballus	1		22	0,27
	Canisfamiliaris	44	15	750	9,4
	Meles meles	1		11	0,14
	Talpatalpa	1		0,2	-
	TOTAL	293	100	7996,2	100
le Catisse	*Cervus elaphus*	2		69	-
la Frayssinette	*Capra ibex*	1		90	

Tableau I : COMPOSITION NUMERIQUE ET PONDÉRALE DE LA FAUNE.
N.R.: nombre de restes ; masses en grammes.

La grotte du Calel a pu fonctionner comme un piège aux époques quaternaires, mais dans les sédiments récents, les espèces domestiques dominent, elles représentent plus de 99% du nombre des restes et près de 100 % de leur masse ; on compte deux espèces sauvages terricoles. Les deux autres grottes n'ont fourni que des espèces sauvages.

Si ce puits particulier du *Traouc del Calel* avait continué à fonctionner comme un piège aux époques historiques, il aurait happé indistinctement des espèces domestiques et sauvages et celles-ci auraient été plus nombreuses. Il apparaît, déjà, qu'un choix se soit opéré : les hommes ont pu se servir de ce trou pour y jeter des cadavres d'animaux, avant de l'obstruer.

L'aven du Causse a fourni en octobre 1991, avec du matériel moustérien, une dernière vertèbre thoracique adulte de cerf et un os radial du carpe (os scaphoïde) droit de cerf.

La grotte de la Frayssinette a livré le quart proximal d'un fémur droit en voie de soudure diaphyso-épiphysaire de bouquetin [2], et des ossements de mouton et de bœuf (que nous n'avons pas vus). Ceux-ci, associés dans des offrandes mortuaires, sont datables du Néolithique final (LAUTIER et PIERRE-MARIE, 1967).

Répartition anatomique des restes

Le tableau Il donne la répartition anatomique des restes dans les quatre espèces principales (en N.R.) du Calel, bœuf, mouton. Chien et lapin.

L'ensemble du squelette des trois premières espèces mentionnées dans le tableau II est représenté, ce qui indique qu'il n'y a pas eu de choix autres que taphonomique (tri sur éboulis) et pratique (pièces à notre portée ou hors de portée). L'importation dans les boyauds superficiels de la cavité a joué sur des sujets (vivants ou morts) entiers. En revanche, le lapin n'est représenté que par le "baron", et il se trouvait dans une galerie beaucoup plus profonde de la mine du Calel, à mi-chemin de la rivière souterraine. Cela sous-tend une intention, un choix.

2 : ce Fragment nous a été communiqué par D. Terres (S.A.S.A.S.R.). Il a été découvert sur les déblais de la Fouille de

	Bos taurus	*Ovis aries*	*Canis famil.*	*Orvctolagus c.*
Neurocrâne	*1*	*I*	*I*	
Splanehnocrâne	*8*	*9*	*I*	
Dents supérieures	*33*	.	I paire	
Mandibule	*8*	*4*		
Dents inférieures	*9*	*4*		
Hyoide		*1*		
Atlas	*1*	*1*		
Axis	*I*		9 (chiot)	
Autres vertèbres cervicales	*4*	*1*	9(adulte)	
Vertèbresthoraciques	*2*			
Vertèbres lombaires	*5*	*1*		*1*
Sacrum		*1*		*1*
Vertèbrescaudales	*I*	.		
Côtes	*6*	*22*	*4*	
Sternum	.	*3*		
Scapula	*4*	*3*	*I*	
Humérus	*5*	*7*	I paire	
Radius	*6*	*5*	I paire	
Ulna	*3*	*I*	I paire	
Métacarpe	*I*	*5*	*I*	
Coxal .	*6*	*9*	I paire	*2*
Fémur	*6*	*6*	*I*	*2*
Tibia	*4*	*4*	*I*	*1*
Fibula				
Talus		*3*	*1*	
Calcanéus		*3*		
Métatarse	*I*	*3*	*3*	*3*
Phalange I	*3*	*4*	22	*2*
Phalange II	*3*			
Phalange III	*1*	*1*		
TOTAL	*13*	*10*	*44*	*1*

Tableau II : REPARTITION ANATOMIQUE DES RESTES.

Les espèces

- Le bœuf, *Bos taurus*

Ages et N.M.I.

EVOLUTIONDENTAIRE

Mandibule

Pd4+, MI-	< 0,5ans	1 gauche	1 infantile
Pd4+++/T, MI++. M2+,	1,5-2,25 ans	I droit	I juvénile
Pd4T, M I++, M2+, M3+/0	2,25-2,5 ans	ID.+1G.	1 juvénile
P4+, M 1+++, M2++, M3+	3-5 ans	ID.+1G.	adulte
P4++, M1+++/T, M2+++, M3++	> 5 ans	ID.+1G.	1 adulte

Maxillaire:

Pd4 +/O, MI -	0,5 ans	!droit	-I- infantile
Pd4+++/T (P4-), MI++, M2+	1,5-2,25 ans	1 gauche	1 juvénile
Pd4+, Mi+/++. M2+, M3+/0	2,25-2,5 ans	I G.+2D.	1+1 juvéniles
P4+, M I++/+++, M2+/++.	2,5-3 ans	2G.+1D.	2 juvéniles
P4+, MI+++. M2++	3-5 ans	IG.+ID.	4-(sub)adulte.

D'après l'évolution dentaire, le bœuf est représenté, au minimum, par huit animaux : 1 infantile de moins de six mois, 1 juvénile de 18 à 27 mois, 2 juvéniles de 27 à 30 mois, 2 juvéniles de 30 à 36 mois, I (sub)adulte de 3 à 5 ans et 1 adulte de plus de cinq ans.

DEGRE OSSIFICATION	(P: épiphyse proximale ; D : épiphyse distale ; NS : non soudée ; S : soudée).	
Scapula :		
I NS	9 mois	I infantile
Humérus :		
I paire PNS, DS	I,5 < 3,5 ans	I juvénile
2 DS	I5-20 mois	I juvénile
Radius :		
I PS, DS et 2 DS	3,5-4 ans	3 (sub)adultes
Ulna :		
I paire PS, DNS	3,5-4 ans	-I- subadulte
I PS	3,5-4 ans	-I-(sub)adulte
Métacarpe :		
I DNS	24-30 mois	-I- juvénile
Fémur :		
3 DNS	_ 3,5-4 ans	2+1 juvéniles
I PS	3,5 ans	1-(sub)adulte
1 DS	3,5-4 ans	-1-(sub)adulte
Tibia,		
1 DNS	< 2-^{2},5 ans	+ juvénile
I PNS, DS	2-2,5 < <3,5-4 ans	1- juvénile/ subadulte
Métatarse:		
I DNS	-< 24-30 mois	1- juvénile
Phalange proximale		
2 PNS	< ^{2}-2,5 ans	-I- juvénile
Phalange moyenne		
I PNS	15-I8 mois	-1- juvénile

D'après les soudures diaphyso-épiphysaires, nous avons, au minimum, sept animaux : 1 infantile de moins de 9 mois, 3 juvéniles de plus de 18 mois et de moins de 3,5 ans, 3 subadultes ou adultes de plus de 3,5-4 ans.

Au total, cette population comprend neuf animaux au minimum : 1 veau infantile de moins de 6 mois, 5 juvéniles (1 de 18-27 mois, 2 de 27-30 mois et 2 de 30-36 mois), et trois subadultes ou adultes de plus de 3,5-4 ans.

Hauteur au garrot

Radius

GL= 27,6 cm

GLx4,30 : 118,7 cm

Sans être grand, l'animal n'était pas de taille médiocre ; l'observation des ossements qui ne permettent pas d'estimer la taille au garrot ne laissent pas présumer d'animaux grands, un humérus apparaît chétif.

Les os ne montrent pas de traces d'origine humaine.

• Le mouton, *Ovis arien*

Ages et N.M.I.

Mandibule :

Pd4+, Mi-	< 3 mois	I G.+ I D.	I infantile
Pd4++/+++, M I -F, M2+/0, M3-	1,5-2 ans	1G . + 1 D.	I juvénile
M3 +	> 2 ans	1 G.+ ID.	I (sub)adulte

Scapula :

1 NS	< 9-II mois	I - juvénile

Humérus :

I foetal		1 - fœtus
2 PNS, DNS	< 4 -II mois	4 - infantile
I PNS, DS	<4-II <I6-30 mois	4 - juvénile

Radius :

3 DNS	< 1,6-3,5 ans	4 -juvénile/subadulte
1 paire soudée	> I6-42 mois	4 -(sub)adulte

Ulna :

1 infantile		4 - infantile

Métacarpe :

3 DNS	< 15-36 mois	3 - juvéniles/subadultes
I paire DS	> I5-36 mois	4 -(sub)adulte

Fémur :

I paire (nouveau-né)		I - nouveau-né
1 DNS	< 16-42 mois	4 - juvénile/subadulte
I DS	> I6-42 mois	4 - (sub)adulte

Tibia :

4 NS	< 15-20 mois	2 + 2 juvéniles

Métatarse :

3 DNS	< I5-24 mois	3 - juvéniles

Phalange proximale :

2 nouveau-nés		4 - nouveau-né

Le nombre minimum d'individus est de 8 moutons : 1 foetus, 1 nouveau-né, 1 infantile de moins de 3 mois, 4 juvéniles (1 de moins de 9-11 mois, 2 de 15-20 mois, 1 de 18 mois à 2 ans) dont un mâle, 1 subadulte ou adulte de plus de 2 ans.

Taille au garrot

Radius GL 16,5 cm
GL x 4,02: 66,3 cm

Métacarpe GL = 11,2 cm
GL x 4,89: 54.8 cm

Talus GL1 = 28,6 mm
GLl x 22,68: 64,9 cm

Calcanéus GL = 57,2 mm
GL x 11,4: 65,2 cm

Soit un petit mouton de 55 cm au garrot (métacarpe) et trois moutons de taille moyenne comprise entre 65 et 66 cm.

- Le bouquetin, *Capra ibex*

La grotte de la Frayssinette a livré le tiers proximal d'un fémur en voie d'épiphysation d'un sujet très grand et robuste (certainement un mâle, de deux ans environ).

La diaphyse a été sciée à l'état frais (observation de R. SIMONET).

- Le cerf, *Cervus elaphus*

L'aven du Catisse a livré quant à lui deux os de cerf : une dernière vertèbre thoracique adulte, et un os radial du carpe. Ces os, volumineux, ont pu appartenir à un grand mâle adulte.

- Le lapin, *Oryctolagus cuniculus*

Cette espèce est représentée par son arrière train. Sa localisation très profonde dans la grotte exclut que l'animal y soit allé de sa propre initiative, sa représentation anatomique indique plutôt qu'il y est parvenu sous la forme d'un repas de mineur.

• **Le chien, *Canis familiaris***

Ages et N.M.I.

Vertèbres :

9 d'un chiot

9 d'un adulte (soudures vers 18 mois-2 ans)

Scapula : 1 soudée (_> 6-8 mOis)

Humérus : 1 paire soudée (12-15 mois)

Radius : 1 paire soudée (11-18 mOis)

Ulna : 1 paire soudée (_> 7-15 mois)

L'espèce canine est représentée au minimum par un jeune et un adulte.

Taille.

SQUELETTE APPENDICULAIRE

Humérus	GL = 20,7 cm	
	GL x 3,37(HALTENORTH) :	69,76 cm
	GL x 3,43- 26,54 (H HARCOURT) :	68,35 cm
Radius	GL = 20,7 cm	
	GL x 3,22(HHALTENORTHH) :	66,65 cm
	GL x 3,18+ 19,51 (HARCOURT) :	67,78 cm
Tibia '	GL = 22,7 cm	
	GL x 2,92(HAHALTENORTH)	66,28 cm
	GL x 2,92+ 9,41 (H HARCOURT) :	67,22 cm

Le chien adulte était d'une taille comprise entre 67 et 70 cm (format des races actuelles Beauceron, Briard, Bouvier bernois ou Dobermann, plus grand que le setter ou le pointer).

SQUELETTECEPHALIIQUE

Le massif crânio facial était trop fragmenté pour que des mesures permettant d'en calculer les indices soient prises. A première vue, les proportions de la tête sont moyennes : tête mésocéphale (ni du type lévrier, ni du type bouledogue).

La mandibule est rectiligne, non incurvée comme chez les brachycéphales (bouledogue). Certaines mesures permettent d'estimer la longueur basale du crâne (distance Prosthion-Basion), d'après BRINKMAN (1924) et DAHR (1937) ; les chiffres en italiques correspondent aux mesures de von den DRIESCH (1976, tableau en annexe) :

3 = *(2* x 1,21 + *4* x 1,37 + *5* x 1,46) : 3 = 209,8 cm (d'après BRINKMAN, 1924)
3 = *8* x 2,9 - 44 mm = 217,6 cm (d'après DAHR, 1937).

La taille et les proportions de la tête correspondent aux types canins approchés par l'estimation de la taille au garrot : il pouvait s'agir d'un bouvier.

DISCUSSION

La discussion porte sur la datation des gisements, sur les circonstances de la constitution du gisement du Calel, sur le gabarit des animaux, la seule approche que nous ayons aujourd'hui de la zootechnie, et sur la présence de gibier dans les sites voisins.

Datation.

L'éboulis sur lequel et au pied duquel les ossements ont été recueillis est constitué par des déblais miniers provenant de la surface du causse. Le matériel est donc contemporain de l'exploitation minière ou légèrement postérieur. Aucun matériel archéologique associé n'a été observé, mais les bouchages des autres trous de surface de ce causse contiennent tous des tessons médiévaux, jamais plus récents.

La trace de sciage sur os frais du fémur de bouquetin caractérise l'époque, qui ne peut en aucun cas être paléolithique, or on sait que Gaston Phébus chassait le bouquetin dans les Pyrénées au XI Ve siècle ; celui-ci pouvait hanter aussi la Montagne Noire proche.

La grotte a été utilisée comme sépulcre jusque, et particulièrement, au Moyen-âge (LAUTIER et PIERRE-MARIE, 1967).

Le lapin de garenne/domestique est signalé dans la région à partir du Moyen-âge. En réalité, il a appartenu à la faune méridionale dès le Pléistocène supérieur (CALLOU, 1995).

Les restes de cerf de l'aven du Causse ont été retrouvés avec un éclat moustérien. Ils peuvent remonter à une date beaucoup plus ancienne.

Formation du gisement.

Si la cavité a fonctionné comme un piège naturel au Pléistocène, il n'en a pas été de même au Moyen-âge : la grotte a été exploitée comme mine de fer, puis son territoire a été rendu probablement à sa vocation pastorale exclusive (ce qu'elle est aujourd'hui encore), et cela exclut qu'il fût particulièrement dangereux pour des animaux domestiques de s'y aventurer.

Il est peu probable que les animaux soient tombés accidentellement dans les trous de .surface. Ceux-ci sont de petit calibre et faciles à boucher, ce que n'ont pas manqué de faire les bergers, afin d'éviter que de tels accidents se renouvellent (deux ou trois blocs ont suffi à obturer la galerie dans laquelle ont été effectués les prélèvements.

Cependant, les éleveurs ont très bien pu utiliser les cavités naturelles pour y faire disparaître les animaux morts sur le causse. La répartition des animaux dans toutes les classes d'àges reflète peut-être la composition du troupeau, et évoque le décès groupé de sujets atteints par une enzootie (abattage ou mort naturelle ?). Toujours est-il que la représentation de l'ensemble du squelette, l'absence de traces de dépeçage ou de décharnement et la présence de huit moutons et, surtout, de neuf bovins permettent de supposer que les hommes se sont débarrassés de carcasses entières et en assez grand nombre, et cela dans un court laps de temps. L'histoire du lapin est tout autre : il a participé, à l'évidence, au repas de l'un des explorateurs de la grotte ou de ses exploitants, un mineur.

Le chien était adulte, mais l'état de ses dents et de ses os ne montre aucun des signes qui auraient pu faire présumer son inutilité maladive ou sénile : les causes de sa mort restent mystérieuses, ainsi d'ailleurs que celles des ruminants domestiques, sinon certaines de leurs circonstances...

Avant le XIXe siècle, la préparation de la viande n'utilisait pas la scie ; le sciage ne concernait que l'utilisation artisanale. La raison pour laquelle le fémur du bouquetin a été scié nous échappe, même si cet acte a une grande valeur signifiante.

Format des animaux.

Le format du **bœuf** estimé d'après son radius est conforme à celui des bovins de l'abbaye de Saint-Avit-Sénieur (Dordogne, Xle-XIIIe s.) estimés d'après les métapodes (GAUTIER, 1972). Mais cette population comportait aussi des animaux chétifs.

Mis à part le sujet de très petite taille (estimé d'après son métacarpe !), la hauteur au garrot des **moutons** est supérieure de 4 à 7 cm à celle des animaux de Saint-Avit-Sénieur et d'Essertines (Loire,: BECK-BOSSARD,) et, d'une manière générale, des ovins médiévaux, dont la taille moyenne était, selon Audoin-Rouzeau (1991), d'environ 58 cm.

Sur le site proche de Durfort, FOREST (1992 et comm. pers.) donne des mesures permettant d'estimer la hauteur des ovicaprins à 54-69 cm, avec un petit sujet de 49 cm (radius).

On retrouve au Calel la taille des ovins présumés espagnols d'Usson (LIGNEREUX *et al*, 1994) : Les races caussenardes, habituées à de longs déplacements, sont grandes, mais il n'est pas rare de trouver, dans le troupeau, des animaux plus petits, qui témoignent ainsi de l'ampleur de la variation chez les animaux domestiques.

Le **chien** de Lastours était un animal médioligne et mésocéphale de 56 à 59 cm au garrot selon Fores[s]t (1992).

Les animaux chassés sont de grande taille. Le **bouquetin** de la Frayssinette est même surprenant à cet égard : il se situe à la limite supérieure de la variation enregistrée par Chaix et Disse: (1991) sur la Riviera, dans des populations ayant vécu aux ères glaciaires : nous sommes loin de l'idée généralement admise (et désormais préconçue) selon laquelle cette espèce a subi une réduction définitive de sa taille dès la fin de la dernière glaciation...

REMERCIEMENTS

Nous remercions MM. R. SIMONNET et V. FOREST pour les indications et les observations dont ils ont bien voulu nous faire part.

BIBLIOGRAPHIE

BECK-BOSSARD C. Les vestiges osseux. In *PIPONNIER F. Dir. Le château d'Essertines, Loire.* Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes, *119-I28.*

BRINKMANN A. Canidenstudien V - VI. Bergens Museums Aarbok *1923/24. Naturvidenskabelig Raekke. Nr. 7, Bergen, I924, pp. 57.*

CALLOU C. Modifications de l'aire de répartition du lapin (Oryctolagus cuniculus) *en France et en Espagne, du Pléistocène à l'époque actuelle. État de la question.* In *CHAIX L., OLIVE Cl., de ROGUIN L., SIDI MAAMAR H. et STUDER J. (Dir.) L'animal dans l'espace humain, l'homme dans l'espace animal. Actes du Sème Colloque international de "HASRI", Genève, 23-25 novembre 1994. Anthropozoologica, I995, 2* **I,** *95-II4.*

DAHR E. Studien über Hunde aus primitiven steinzeitkulturen in Nordeuropa. Lunds Universitets Àrsskrift. *rN.F.AdV. 2, 1937,. 3 2 (4), pp. 57.*

DESSE J. et CHAIX L. Les bouquetins de l'Observatoire (Monaco) et des Baoussé Roussé (Grimaldi, Italie). Troisième partie : stylopode, zeugopode, calcanéus et talus. Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco. *I99I, 3 4, 5I-73.*

DRIESCH A. von den et BOESSNECK J. Kritische Anmerkungen zur Widerristôhenberechnung aus Langenmassen vor- und frühgeschichtlicher Tierknochen. Saugetierkundliche Mitteilungen, *München, 1974, 2 2, 325-348.*

DRIESCH A. von den. A guide **to** *the measurement of animal bons from archaeological sites. Peabody Museum Bulletin, 1976, 2, pp. 137.*

FOREST V. Archéozoologie des sites de Lastours, Durfort et Villeneuve-la-Comptal. In *COLLECTIF. Formes et fonctions de l'habitat castra! en France méridionale. Les apports de la bordure méridionale du Massif Central. Projet Collectif 0I du programme HI8 du C.S.R.A. « Villages et terroirs médiévaux et post-médiévaux». Rapport triennal de synthèse, déc. I992, I28-I50.*

GAUTIER A. La faune d'un puits de l'Abbaye de Saint-Avit-Sénieur (Xle à Mlle siècle, Dordogne, France). Archéologie Médiévale, *Caen, I972,* **2,** *355-379.*

HALTENORTH Th. Rassehunde-Wildhunde. Winters. Naturwiss. Taschenbücher, Heidelberg, I958.

HARCOURT R.A. The dog in prehistoric and early historie Britain. Journal of Archœological Science, *1974. I I51-175.*

LA UTI ER .1. et PIERRE MARIE R.P. La grotte de la Frayssinette, *Revue chi Tarn,* 1967, 46, 185-I96.

LIGNEREUX Y.. PETERS J. et P. TILLET, avec la participation de M. LEGUILLOUX, V. FOREST. I. CA RRERE et H. MANHART : La consommation carnée au Château d'Usson (XI Ve. s.) (Rouie. canton de Queruigut, Ariège). Revue de Médecine Vétérinaire, *I995, 146, 103-128.*

ROUZAUD F., MAUDUIT E. et CALVET L'art pariétal médiéval de la Grotte-mine du Cale' demeure menacé. Sorèze, Tarn (Fiance). International Newsletter on Rock Art, *1994,* **9,** *14-18.*

ROUZAUD F., MAUDUIT E. et CALVET La Grotte-mine du Calel à Sorèze (Tarn). *Spelunca* 5e Série. 1995, **5 7**, 15-22

ANNEXE : OSTEOMETRIE (mm., d'après von den DRIESCH, 1976).

Bos taurus

Scapula	GLP	LG	BG	
	71	61	54,8	
Humérus	Bd	BT	SD	
	77	72,5	34,5	
	.	72	35,5	
	.	67,6	25,1	gracile
Radius	GL	Bp	BFp	SD
	276	79,2	75,6	40
Coxal	LAR	LA		
	79	51		
Tibia	Bd			
	64			
Phalange	GLpe	Bp	SD	Bd
proximale	54,1	30,1	25,3	29,4
	69,6	38,4	34,5	39,1

Capra ibex

Fémur	Bp	DC	SD
	73,5	34	32,4

Ovis aries

Scapula	GLP	LG	BG	
	32,3	23,5	18,8	
	32,3	23,5	17,5	
Humérus	Bd	BT		
	27,5	26,2		
Radius-ulna	GL			
	21,3			
Radius	GL	Bp	SD	Bd
	16,5	31,5	19	33,4
Ulna	LO	SDO	DPA	
	46,9	25	32	
Métacarpe	GL	Bp	SD	Bd
	11,2	24,1	15,6	26,5
Talus	GLl	GLm		
	28,5	28		
	28,6	27,9		
Calcanéus	GL	GB		
	57,2	19		
Phalange	GLpe	Bp	SD	Bd
proximale	38	12,5	10,3	13

Cervus elaphus

Vertèbre thoracique XIII	PL	GLPa	BPacr	BPacd	BF cr	BFcd	HFcr	HFcd
	47	63	[34,6]	25	47,5	36,6	28	30,3

Canis familiaris

Crâne	4	22	23	24	25	26	27	28	29	38	39		
	55,6	27	80	78,6	45,2	62	21,8	18,7	56,7	62,3	52,5		
Maxillaire	16	18	18A	20	21								
	23,7	20	11,6	14,5	8,9								
	.	.	.	18	10,7								
Mandibule	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	174	173	165	152	145	152	97	90,2	83,5	42,3	47,8	40,6	24,7
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
							14	15	16	17	18	19	20
							23,7	11,3	5,7	13,8	71	30	23,7
							.	7,6	5,3	.	.	.	.
Scapula	HS	SLC	GLP	LG	BG								
	169	34,2	38,3	31,8	22,8								
Humérus	GL	Dp	Bp	SD	Bd	BT							
	207	50	36,8	17,4	40,7	26,2							
Radius	GL	Bp	SD	Bd	BT								
	207	22,7	16	31,3	[23]								
Ulna	SDO	DPA											
	28,4	344											
Coxal	GL	SB	SH	LFo	LA								
	181	13	25	35,7	28								
Fémur	Bp	DC	Bd										
	50	24,5	41										
Tibia	GL	SD	Bd										
	227	18,3	30										
Talus	GL												
	34,5												

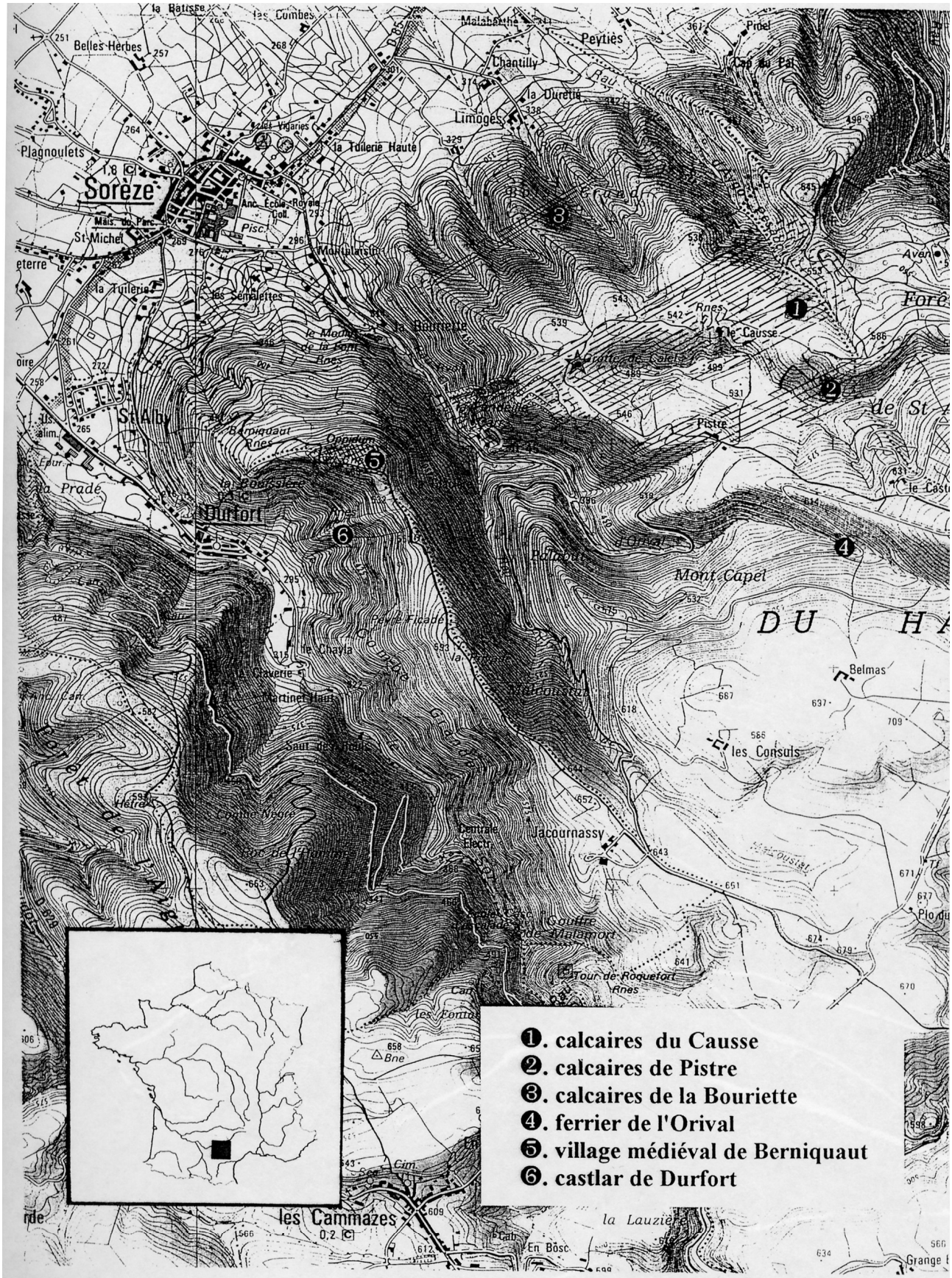
Meles meles

Humérus	Bd	BT
	34	25

Oryctolagus cuniculus

Coxal	GL	LAR	LS	SH	SB	LFo
	[56]	7,6	13,5	6,4	3,8	15,8
Fémur	GB	BTr	DC	SD		
	14,6	14,1	6,2	5,7		
Tibia	SD	Bd	Dd			
	5	10,8	6,3			

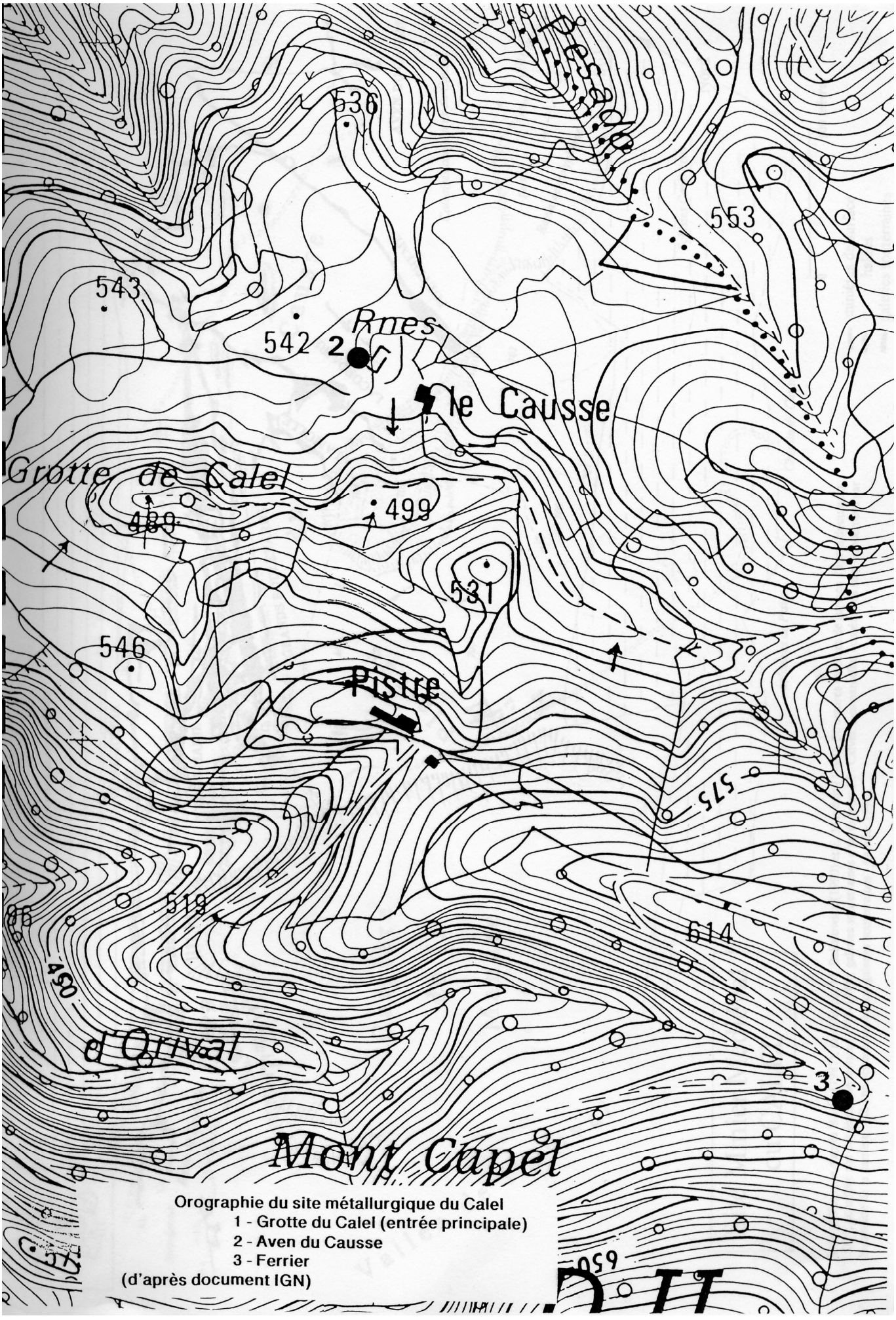
4.3 Documents Graphiques



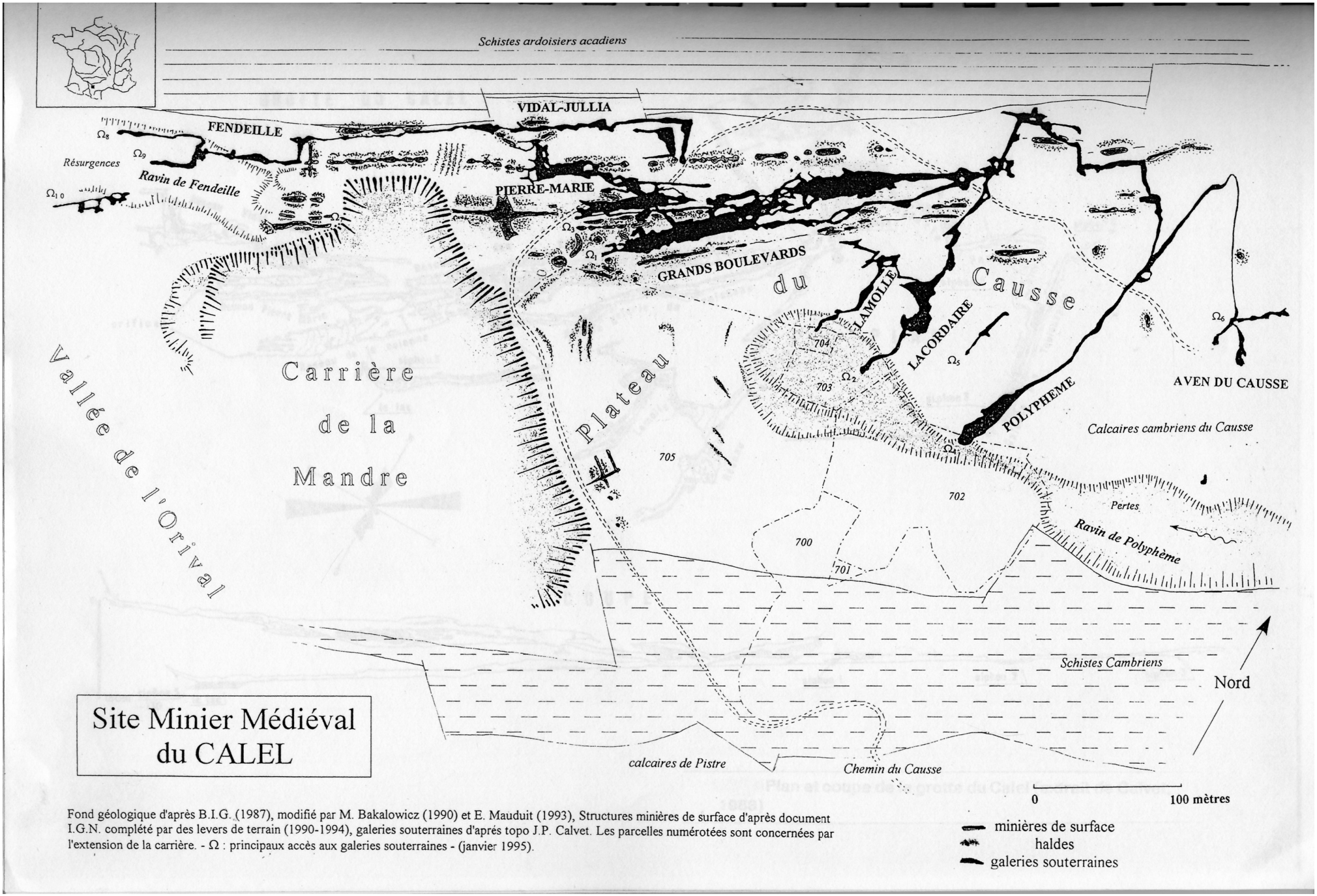
LOCALISATION DU SITE METALLURGIQUE MEDIEVAL DU CALEL

Sorèze (Tarn)

(sur extrait de la carte I.G.N. 1/25 000)

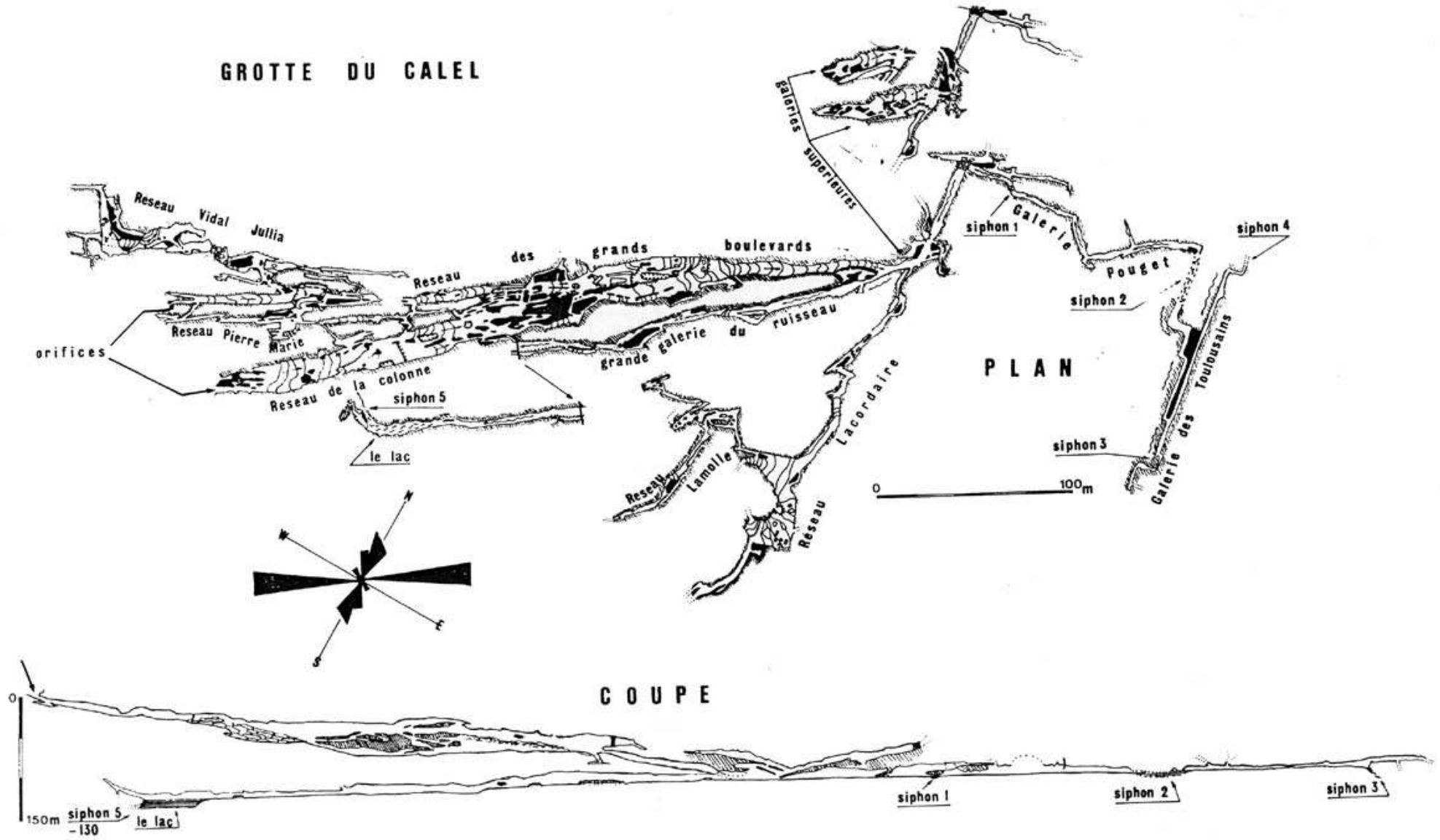


Orographie du site métallurgique du Calel
1 - Grotte du Calel (entrée principale)
2 - Aven du Causse
3 - Ferrier
(d'après document IGN)

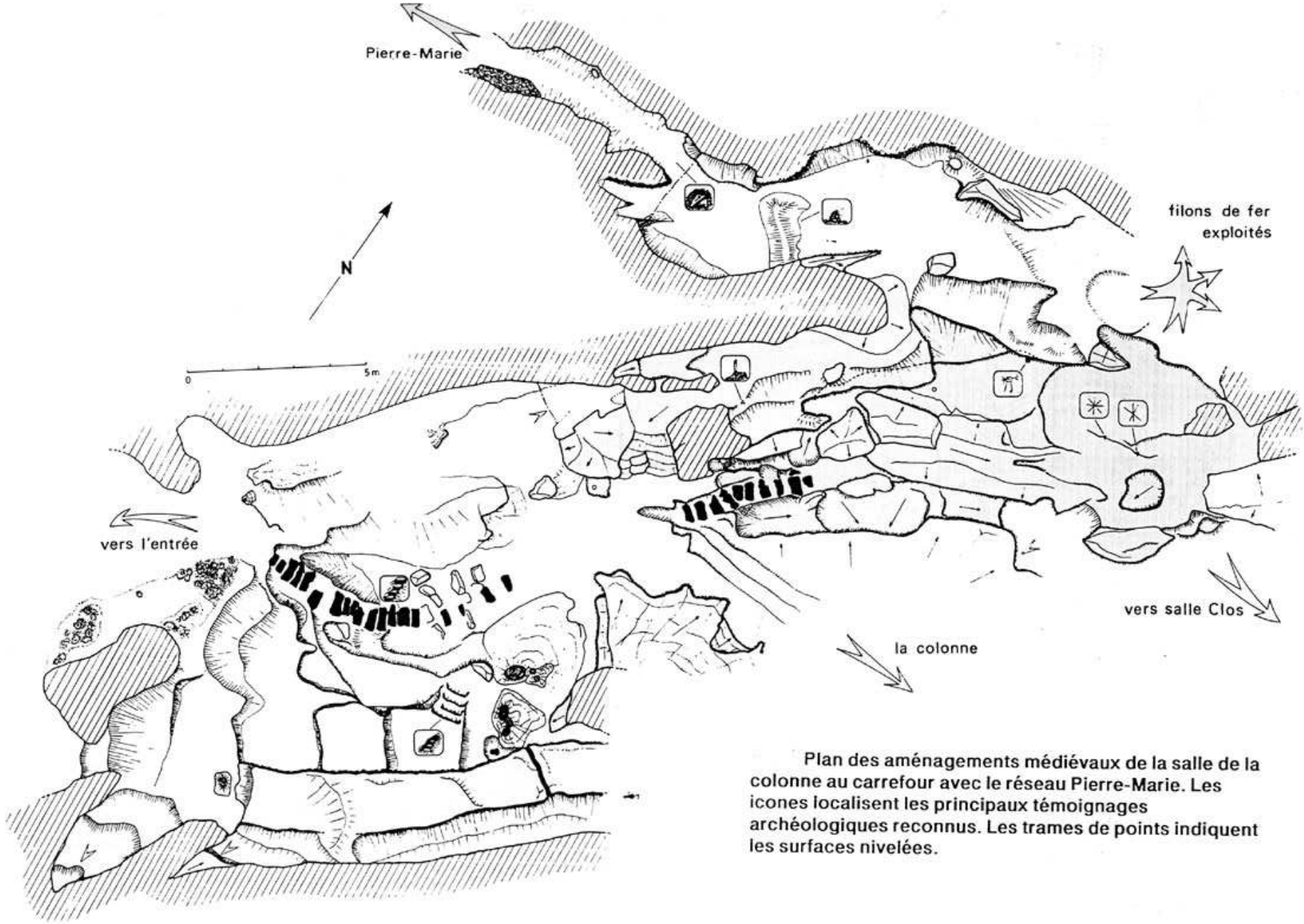


Site Minier Médiéval du CALEL

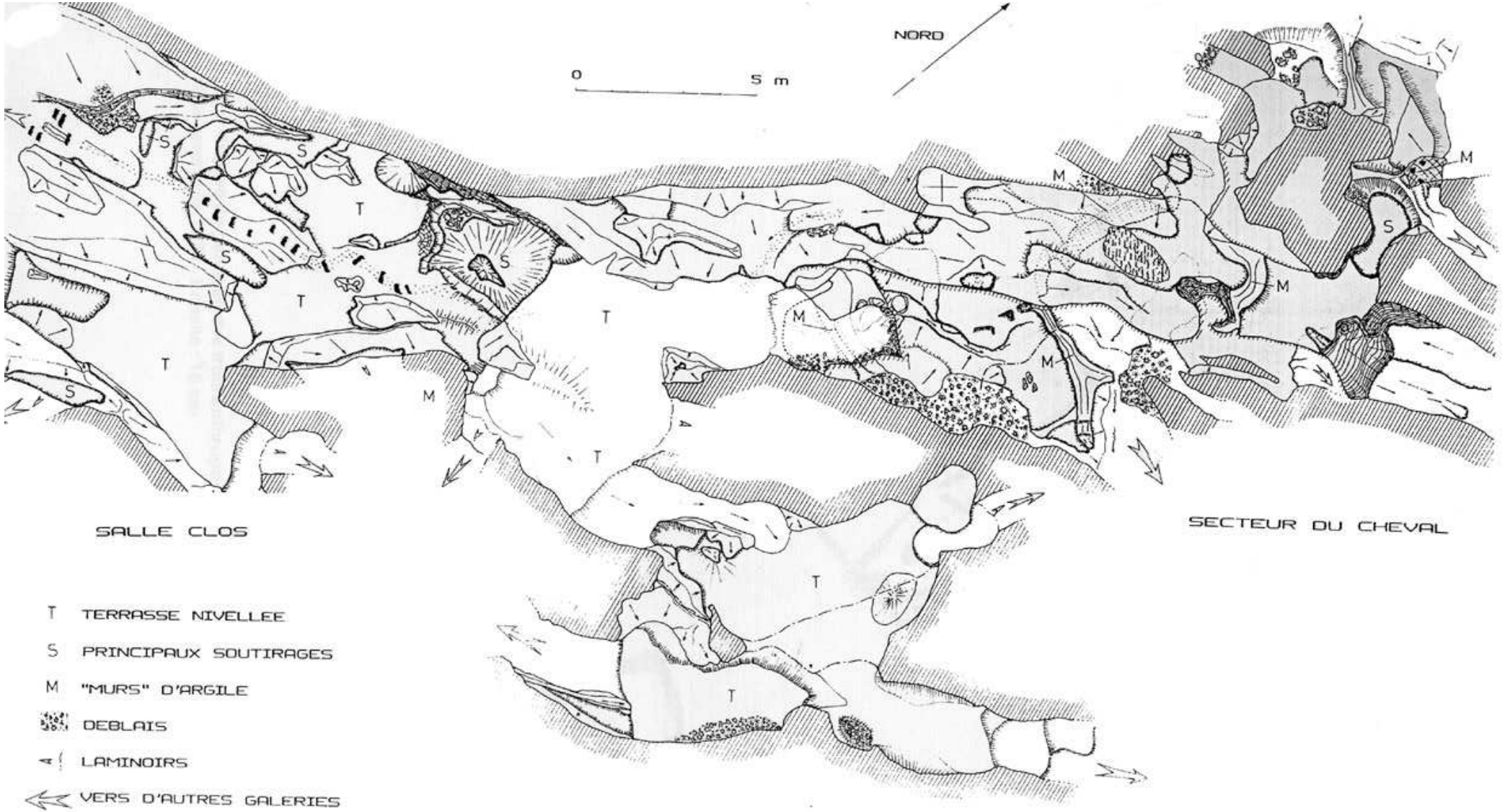
Fond géologique d'après B.I.G. (1987), modifié par M. Bakalowicz (1990) et E. Mauduit (1993), Structures minières de surface d'après document I.G.N. complété par des levers de terrain (1990-1994), galeries souterraines d'aprés topo J.P. Calvet. Les parcelles numérotées sont concernées par l'extension de la carrière. - Ω : principaux accès aux galeries souterraines - (janvier 1995).



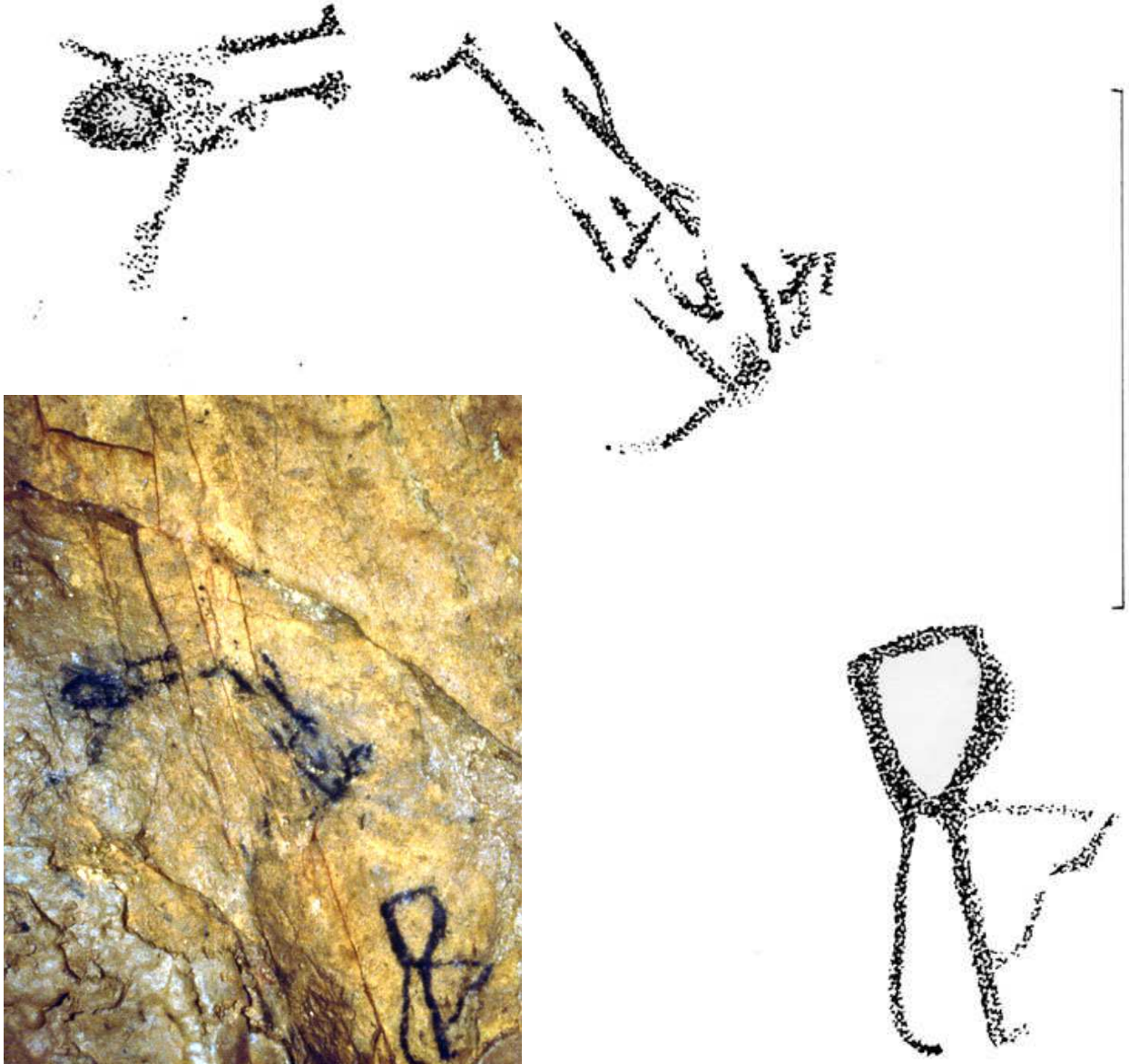
Plan et coupe de la grotte du Calel (extrait de Calvet, 1988)



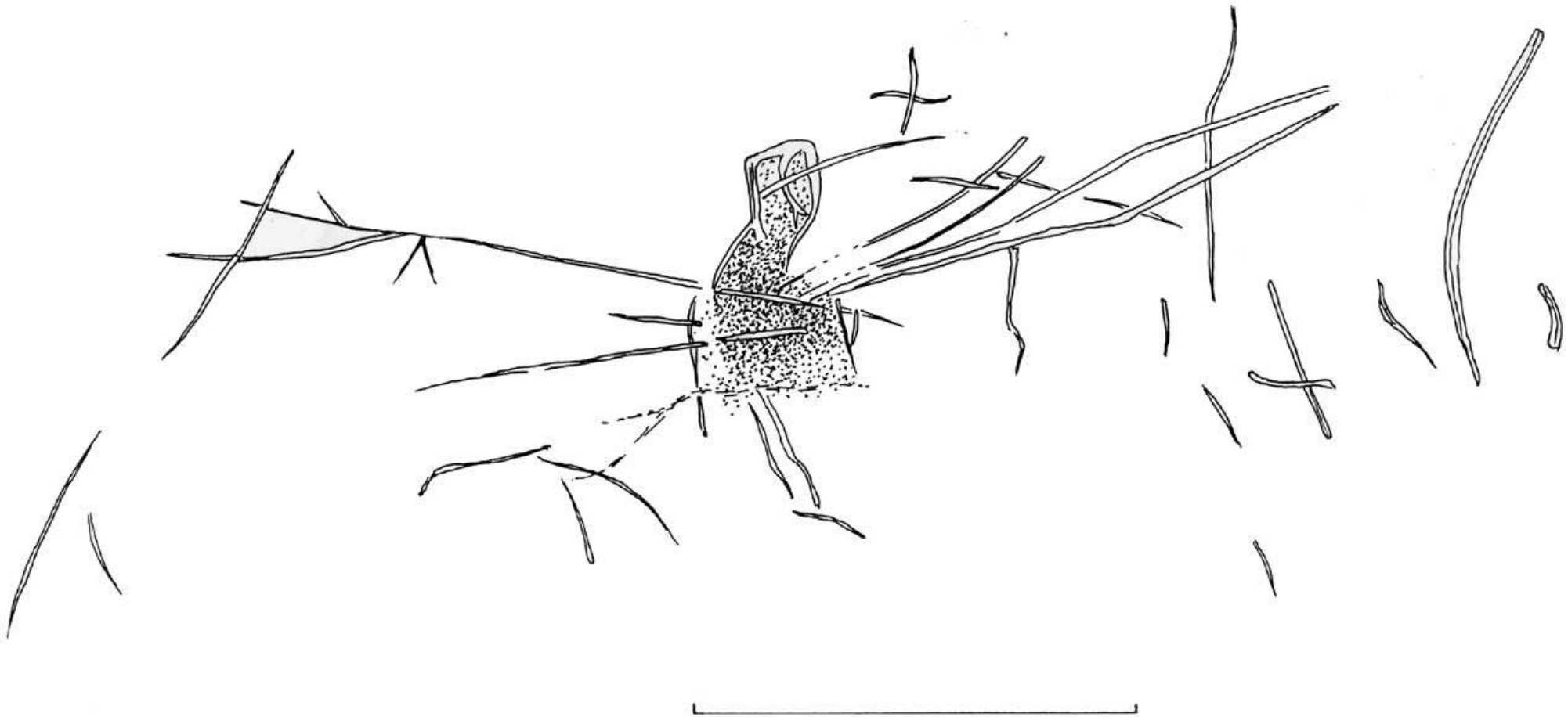
Plan des aménagements médiévaux de la salle de la colonne au carrefour avec le réseau Pierre-Marie. Les icones localisent les principaux témoignages archéologiques reconnus. Les trames de points indiquent les surfaces nivelées.



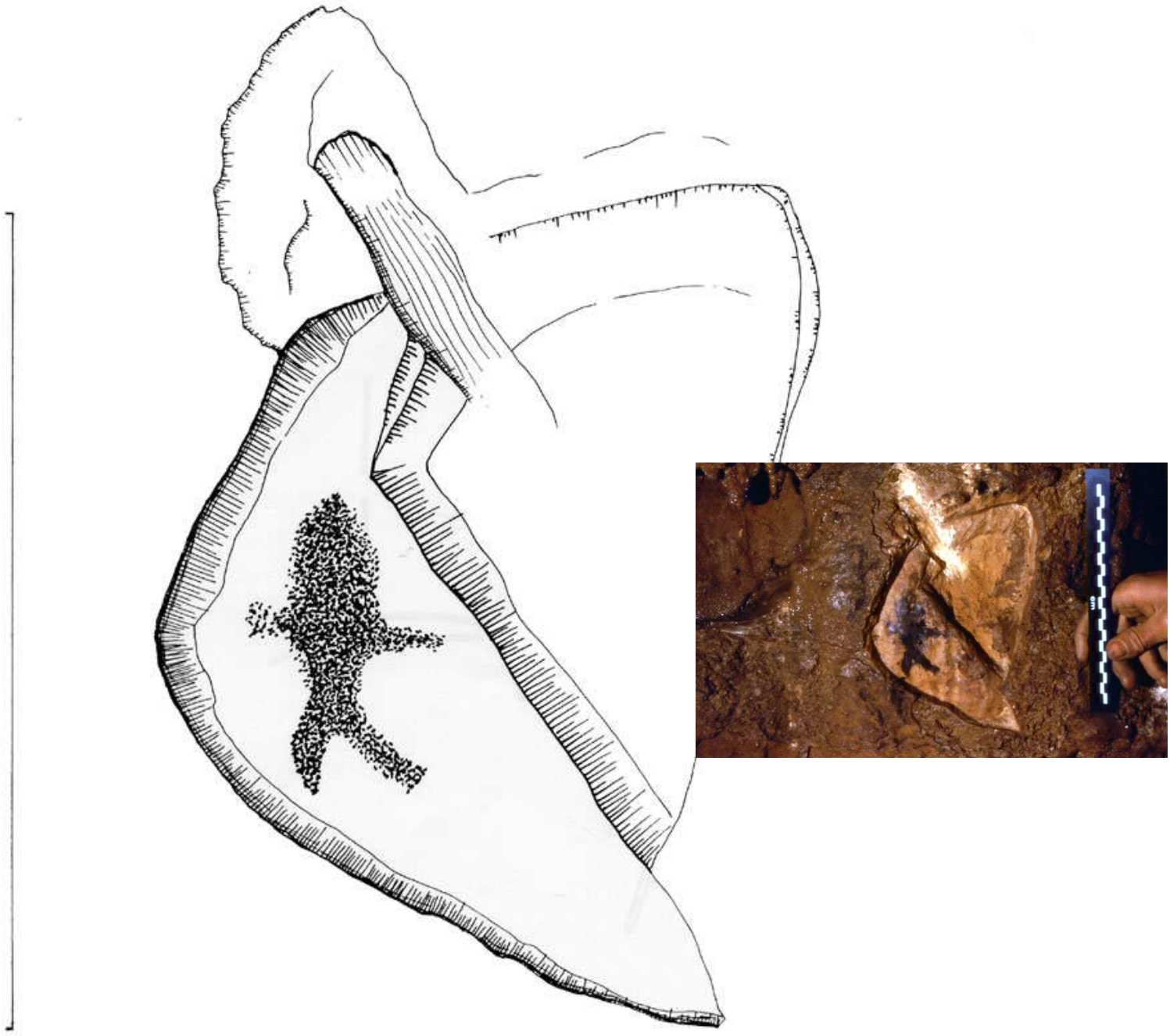
Plan des aménagements médiévaux dans le bas de la salle Clos et dans le secteur du Cheval.



Relevé du panneau des trois anthropomorphes Noirs de la galerie L.Sémat.
Découverts en 1974 - Echelle : 10 cm.



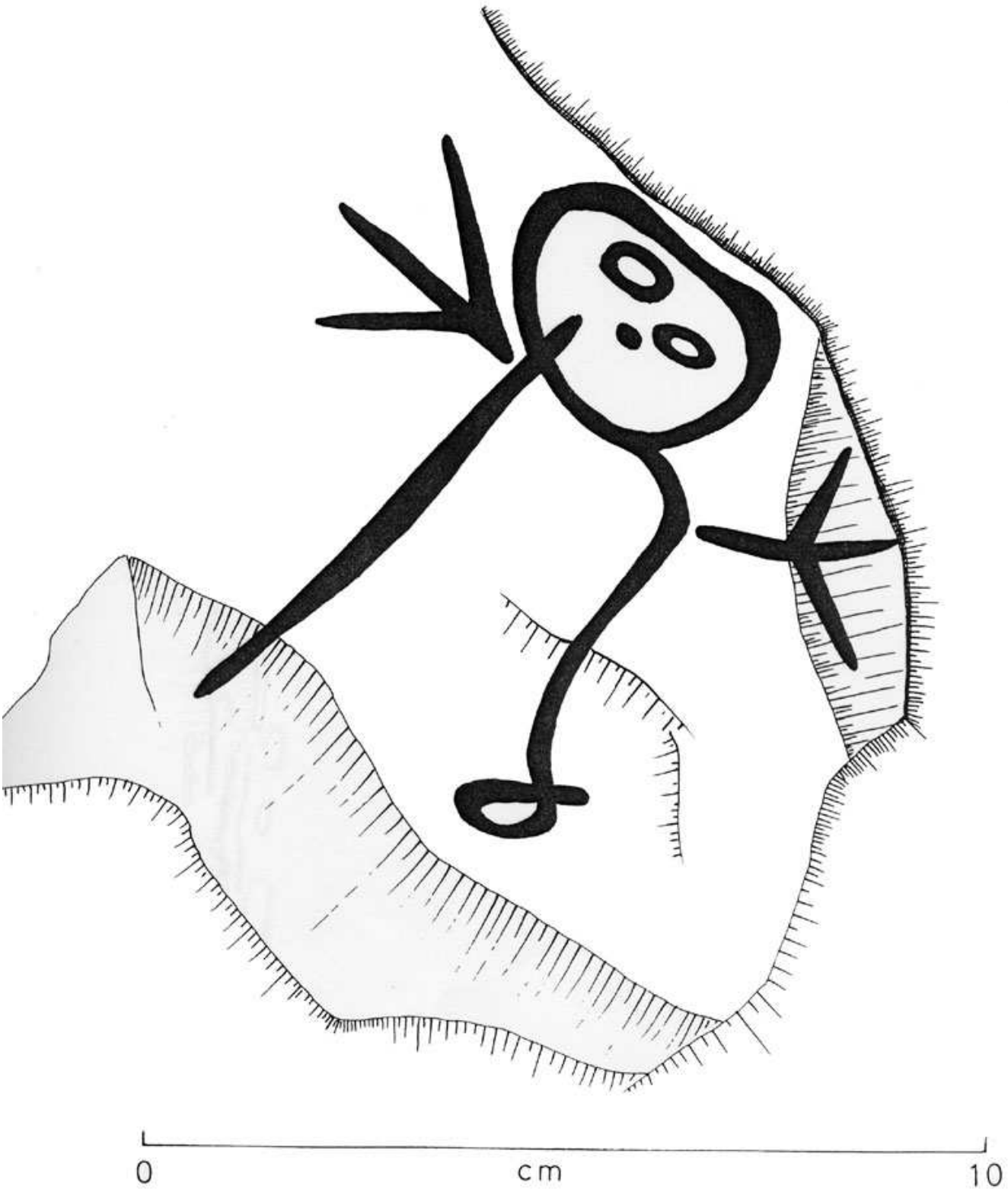
Relevé de la gravure de l'entrée médiévale du Vidal-Julia. Découverte le 31 janvier 1989. - Echelle : 20 cm.- Anthropomorphe ?



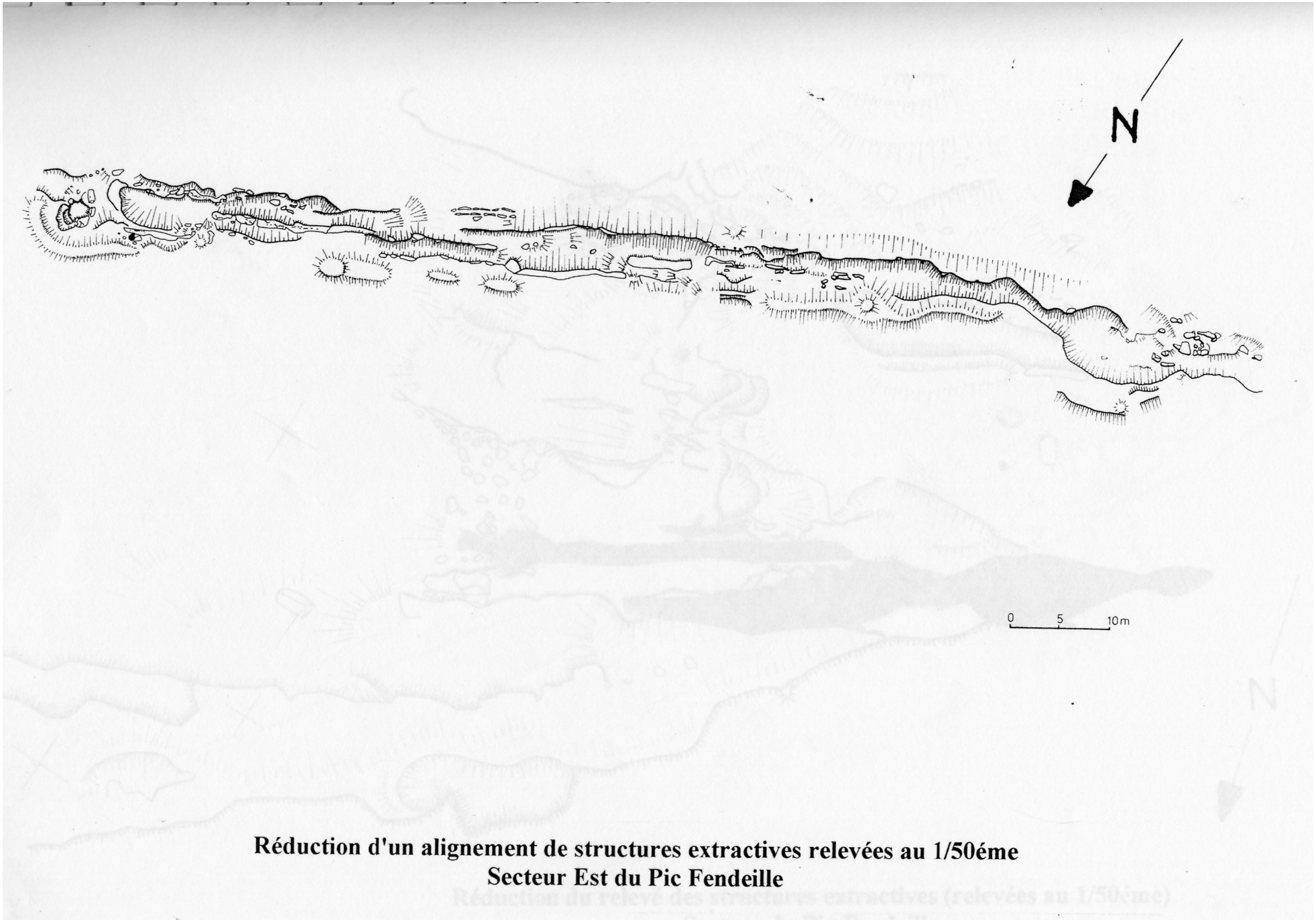
Relevé du dessin noir anthropomorphe de la Galerie Léon Sémat. (Découvert en 1989). Ce dessin a été réalisé sur une paroi recouverte de calcite ; il utilise la surface claire créée par une large écaille, haute d'environ 0,25 m., enlevée d'un violent coup de pic porté tangeantiellement à la paroi. (d'après photographie - échelle : 20 cm.)



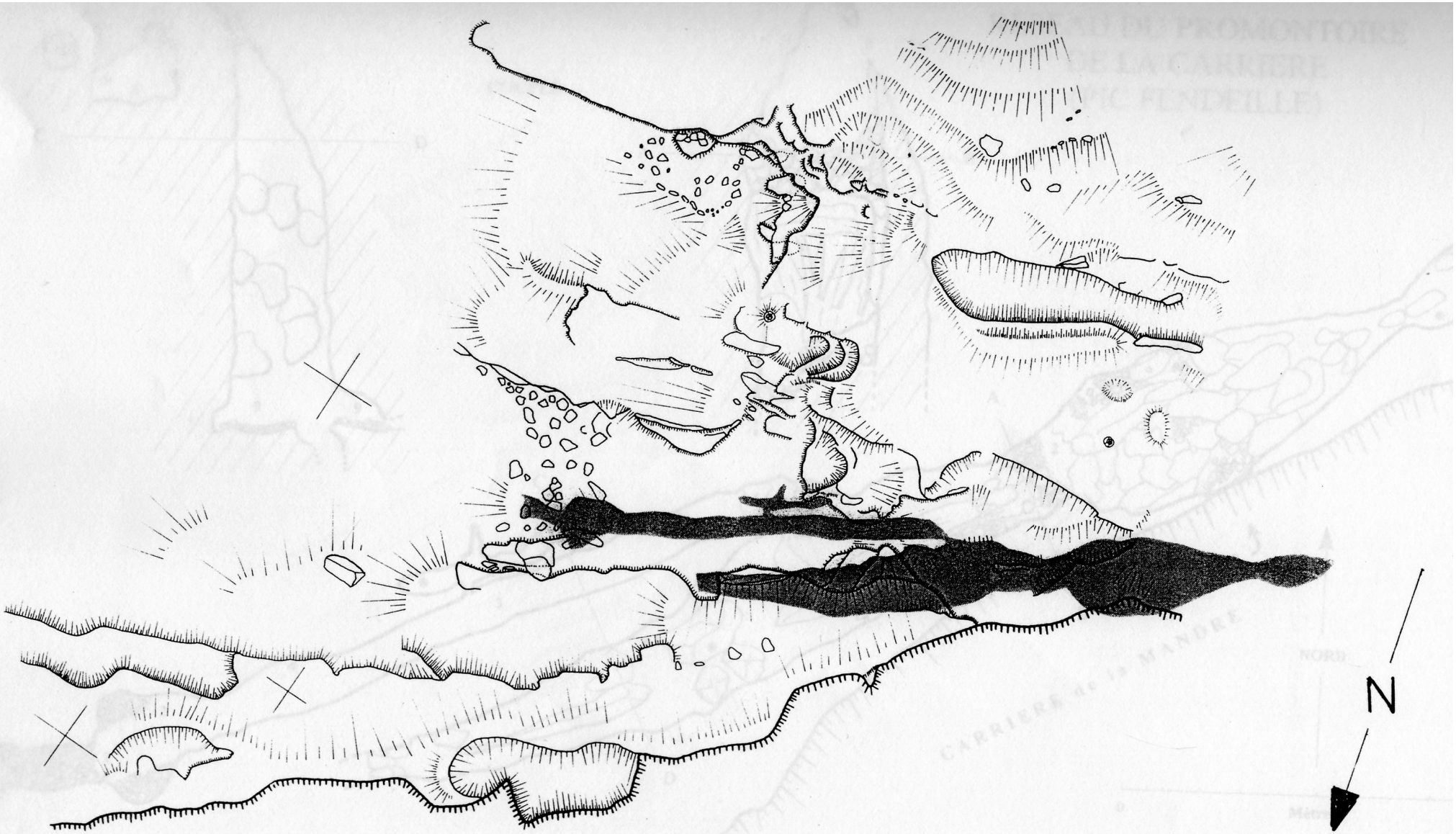
Relevé de la gravure "Arbalétiforme" du Vidal-Julia. (Découvert en 1989). Deux autres, absolument identiques, sont ctuellement connu dans le Calel.
- Echelle : 10 cm.



Reconstitution des tracés originaux de l'anthropomorphe noir "vendredi"sur le modelé de paroi, -Salle de la Colonne - Echelle : 10 cm.

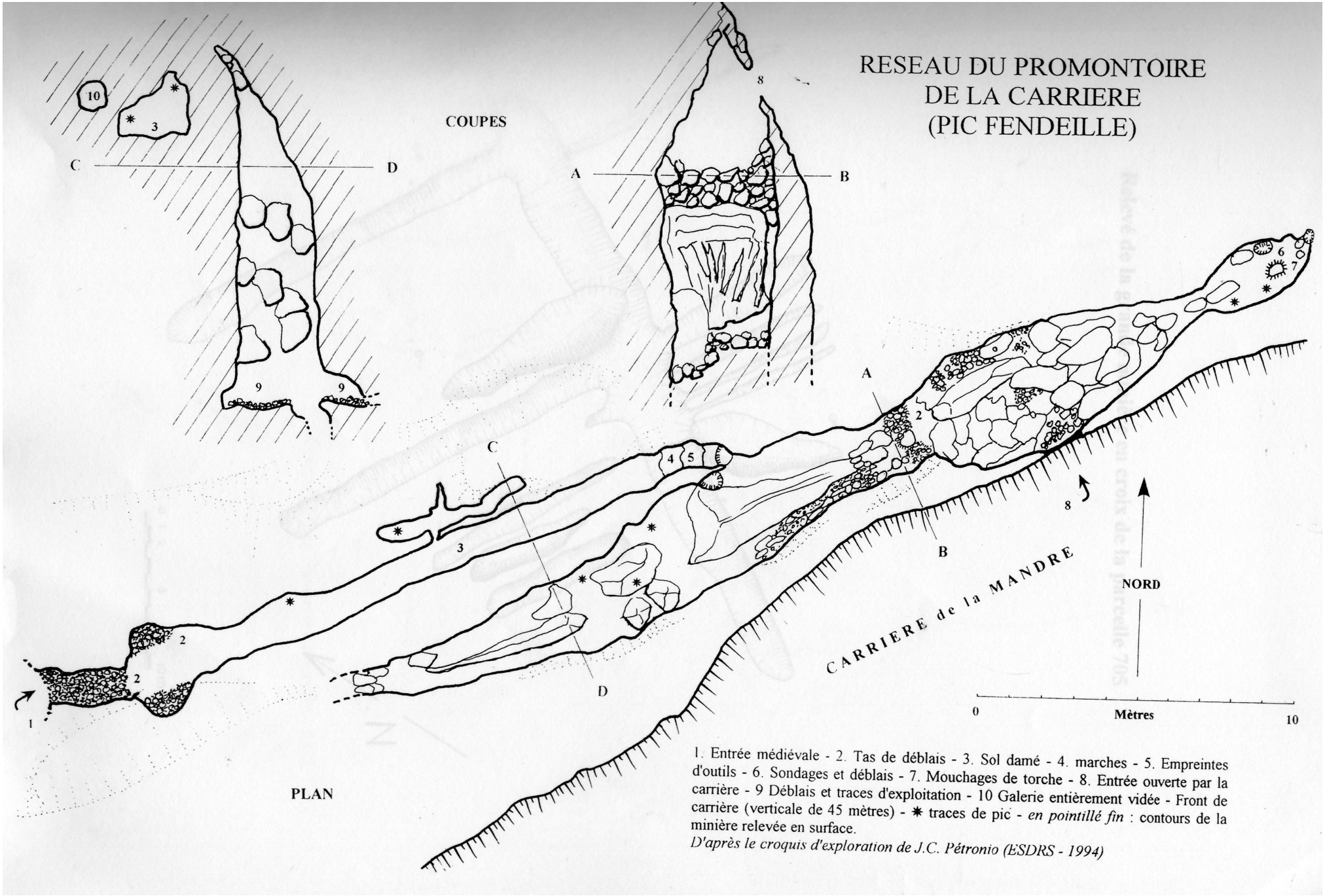


Réduction d'un alignement de structures extractives relevées au 1/50éme
Secteur Est du Pic Fendeille



Réduction du relevé des structures extractives (relevées au 1/50éme)
Secteur du Pic Fendeille
La grotte du promontoire de la carrière est figurée en grisé

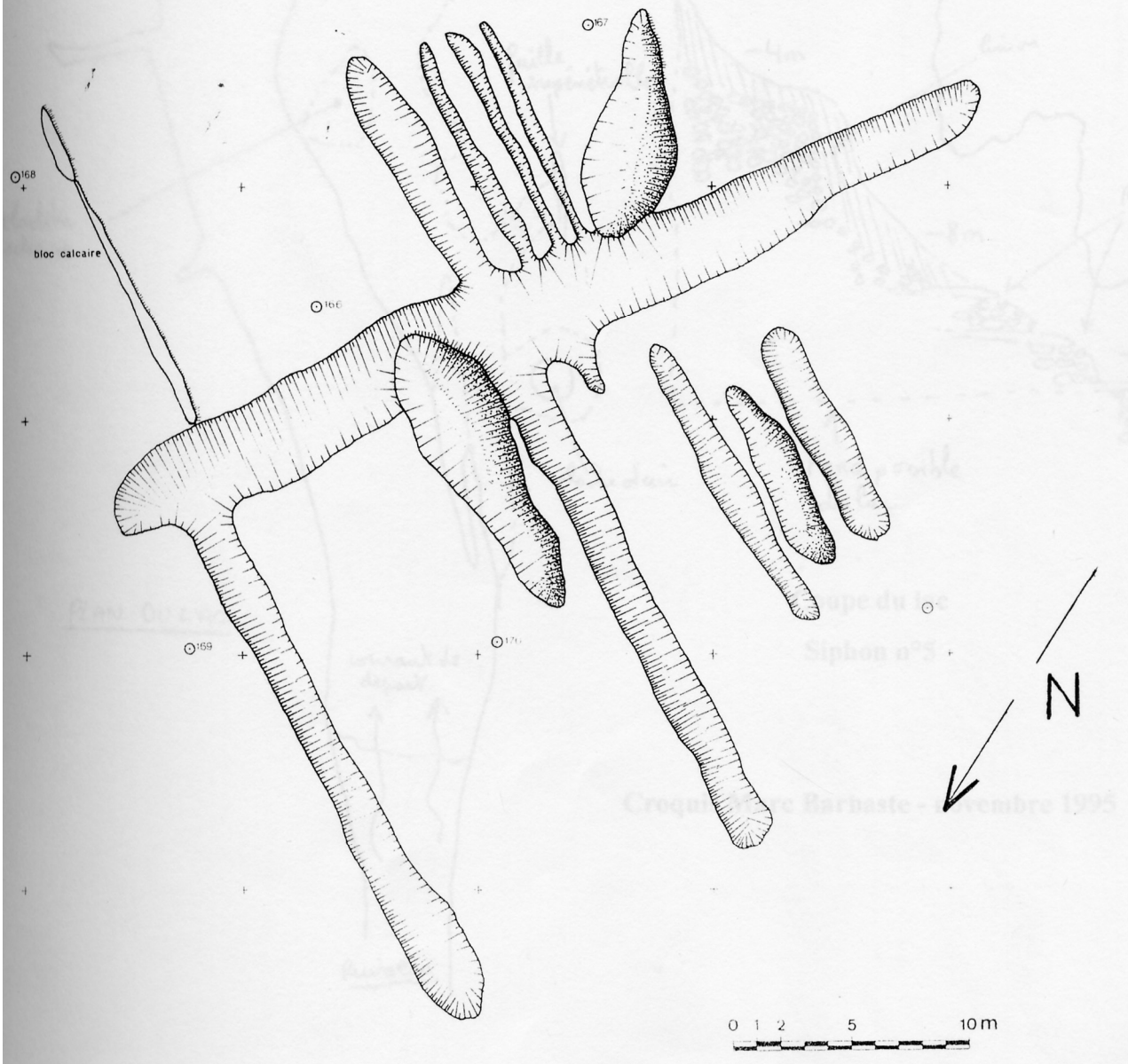
RESEAU DU PROMONTOIRE DE LA CARRIERE (PIC FENDEILLE)

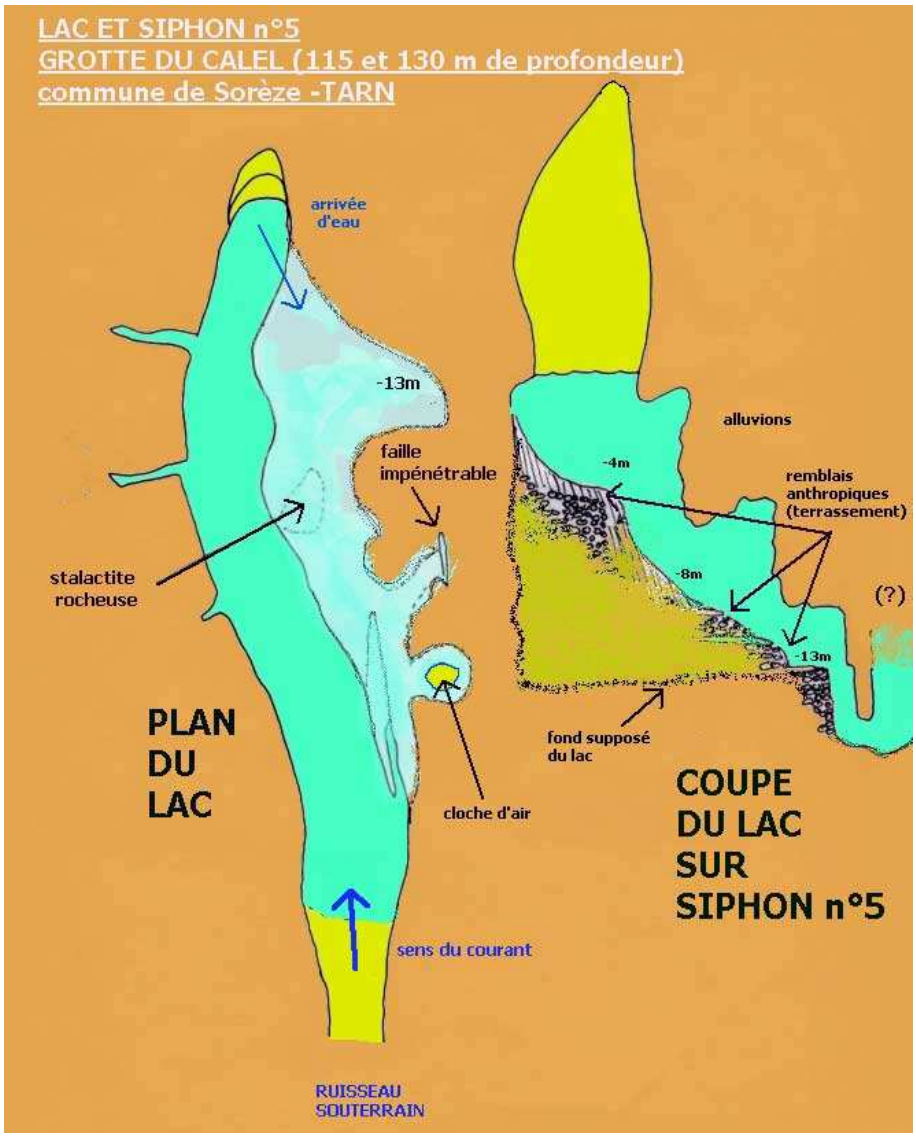


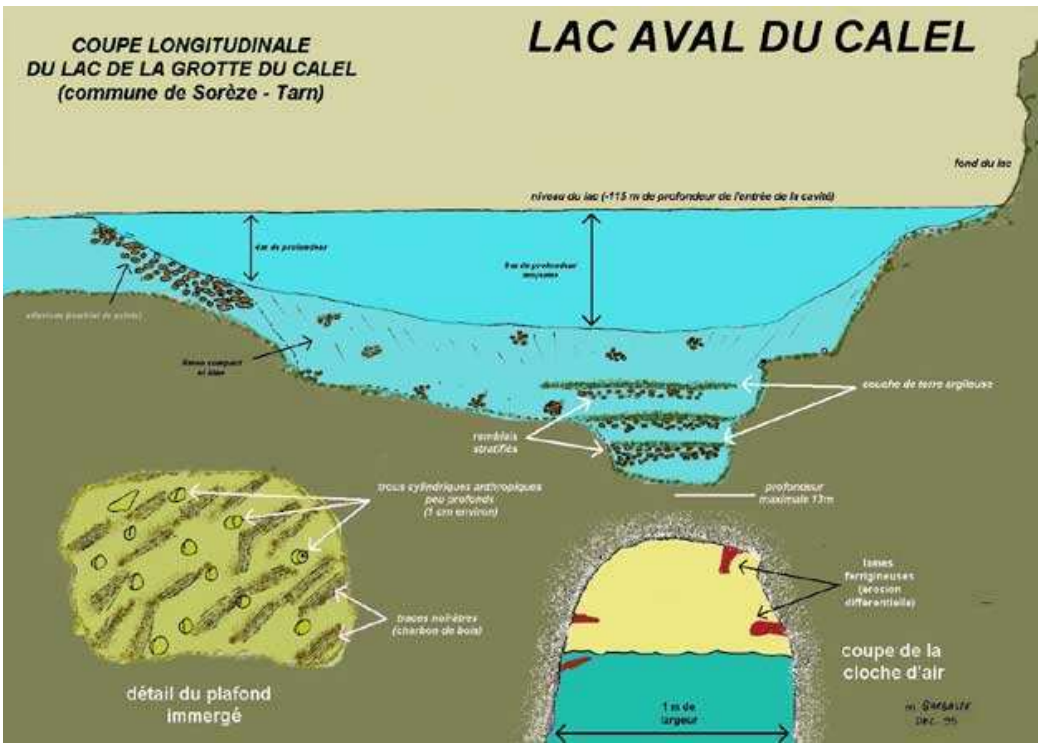
1. Entrée médiévale - 2. Tas de déblais - 3. Sol damé - 4. marches - 5. Empreintes d'outils - 6. Sondages et déblais - 7. Mouchages de torche - 8. Entrée ouverte par la carrière - 9 Déblais et traces d'exploitation - 10 Galerie entièrement vidée - Front de carrière (verticale de 45 mètres) - ✷ traces de pic - *en pointillé fin* : contours de la minière relevée en surface.

D'après le croquis d'exploration de J.C. Pétronio (ESDRS - 1994)

Relevé de la grande minière en croix de la parcelle 705




LAC ET SIPHON n°5
GROTTE DU CALEL (115 et 130 m de profondeur)
commune de Sorèze -TARN
arrivée d'eau
-13m
faille impénétrable
stalactite rocheuse
PLAN DU LAC
cloche d'air
sens du courant
RUISSEAU SOUTERRAIN
alluvions
-4m
remblais anthropiques (terrassement)
-8m
(?)
-13m
fond supposé du lac
COUPE DU LAC SUR SIPHON n°5


COUPE LONGITUDINALE
DU LAC DE LA GROTTE DU CALEL
(commune de Sorèze - Tarn)
LAC AVAL DU CALEL
fond du lac
niveau du lac (-115 m de profondeur de l'entrée de la cavité)
couche de terre argileuse
remblais stratifiés
profondeur maximale 13m
détail du plafond immergé
coupe de la cloche d'air
1 m de largeur

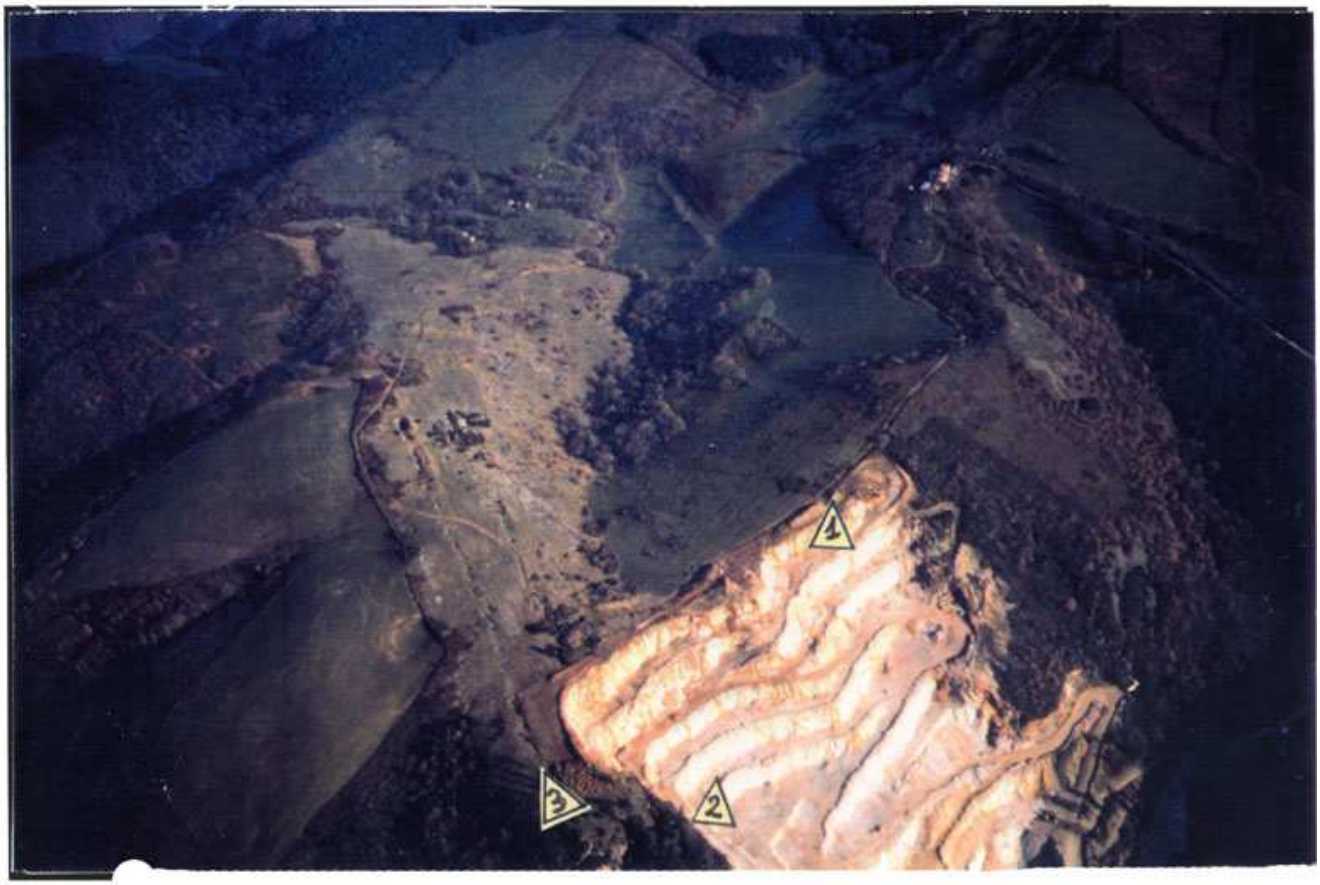


Figure 7 : Vue aérienne oblique du site du Calel prise depuis l'ouest, avec localisation des structures relevées en surface en 1994

1 Grande minière en croix dans la parcelle 705 (fig. 3)

2. Minières et réseau du promontoire de la carrière du Pic Fendeille (fig. 4 et 5)

3. Alignement de structure extractives (fig. 6)

Vue aérienne oblique du site du Calel prise depuis le sud-est montrant les alignements de structures extractives médiévales du plateau du Causse de Sorèze.

Les excavations minières de surface s’organisent selon deux directions principales :

Sensiblement Est-ouest et Sud-est/Nord-ouest. Ces alignements sont conformes à la fracturation, à la karstification et aux exploitations médiévales, souterraines et de sub-surface. Le front de taille, au nord de l’actuelle carrière a entamé l’un des réseaux de sub-surface



Vue générale de la carrière de la Mandre, avec localisation de l'entrée de la grotte mine du Calel.



Vue de la parcelle 705, visée directement par l'extension de la carrière.

L'installation d'une prairie et la pratique de l'élevage ne sont pas parvenus malgré le piétinement intense des troupeaux à occulter les bouleversements opérés par les mineurs médiévaux à la surface du causse. Le suivi et l'extraction de la minéralisation encaissée dans les calcaires cambriens se traduit par des sillons (creusement) et des rides (cordons de stériles) longitudinaux. Ces vestiges discrets témoignent de l'exploitation exhaustive de l'ensemble de la surface du plateau du causse de Sorèze.

Vues générales de la parcelle 705, visée directement par l'extension de la carrière.

En haut aspects de la surface du Causse sur la parcelle 705. Les vestiges des systèmes extractifs sont soulignés par une végétation d'arbustes qui tranchent sur la pelouse rase. Les flèches indiquent la position de deux excavations minières. Celle qui occupe la position supérieure en limite de la parcelle et du chemin qui borde le sommet de la position supérieure en limite de la carrière et une grande minière en croix.
En bas vue rasante de la parcelle 705 qui permet de mettre en évidence les cordons de rejets stériles et la minière en croix (flèches) qui se présente comme une surélévation anormale au dessus du niveau général de la prairie.

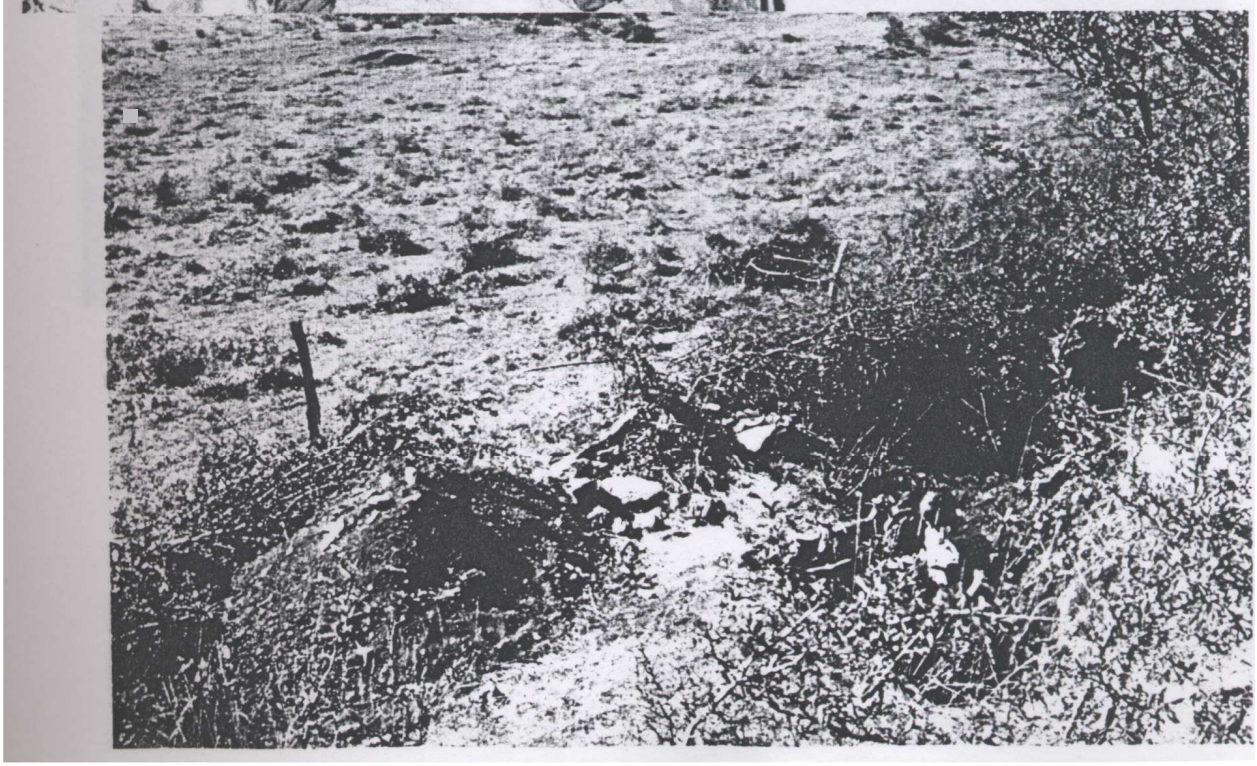




Extractions minières médiévale la limite des parcelles 653 et 705

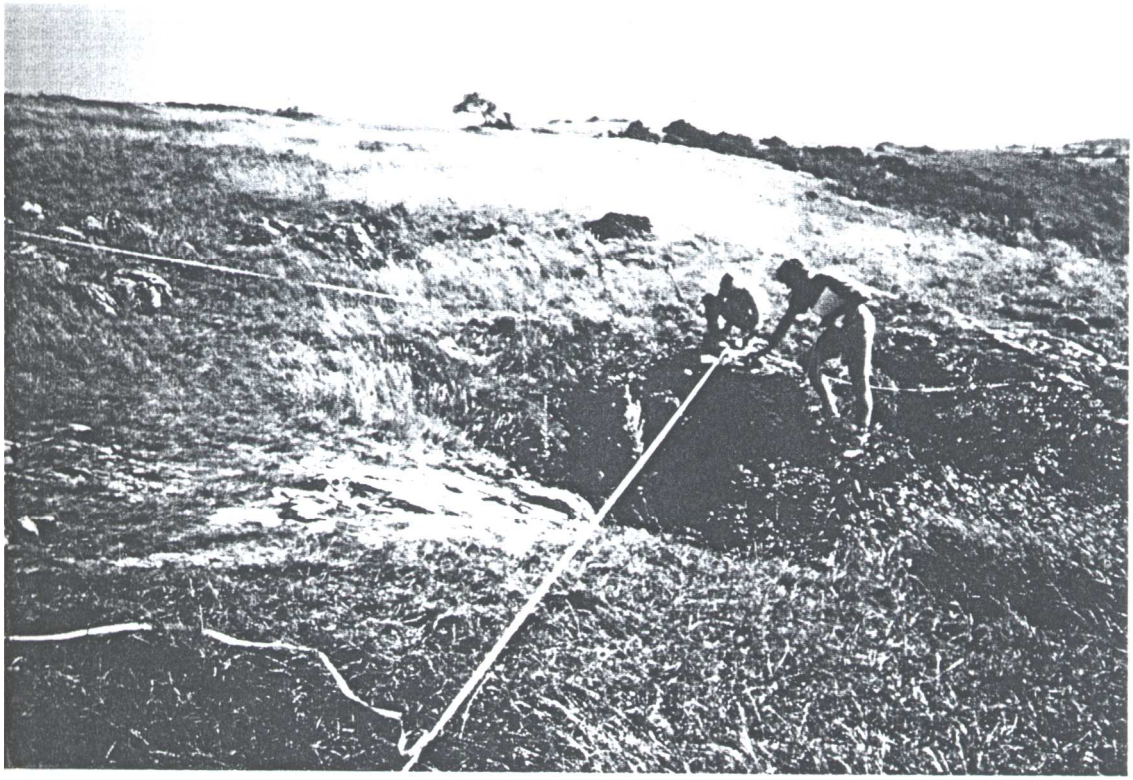


Le contentieux ouvert à la suite de l'inscription du site n'a pas permis d'effectuer des sondages archéologiques sur les parcelles directement visées par l'extension de la carrière. Par contre, à proximite immediate de la parcelle 705 (matérialisée par la clôture) s'ouvrent des excavations dans le lapiaz comme celle récemment désobstruée ci-dessous. Il est manifeste qu'elle se prolonge dans la parcelle 705 entièrement karstifiée et exploitée à l'époque médiévale.



L'actuelle entrée de la grotte mine du Calel

L'accès aux 7000 mètres de galeries pro ondes s'ouvre au fond de cette minière surface, morphologiquement identique à de Ires nombreuses autres. Les rejets de stériles sont la aussi nettement visibles à la périphérie de l'excavation.



Escalier médiéval des Grands –Boulevards

Vue partielle d'une partie bien conservée de l'escalier qui dessert la principale voie de circulation dans la grotte du Calel





Témoin de minerai de fer en place sur la paroi de réseau des Grands-Boulevards.



Vue partielle de l'escalier médiéval creusé dans les haldes du réseau Léon Sémat



Tunnel artificiel du réseau Pierre-Marie

Ces galeries artificielles médiévales ont été creusées au détriment du remplissage naturel de la grotte. Le conduit de droite long d'une dizaine de mètres, met en communication directe le réseau Pierre-Marie avec celui des Grands-Boulevards.





Galerie ouverte par les mineurs médiévaux, au travers d'un rideau de concrétions dans le réseau Vidal-Jullia



Exemples de traces d'outils sur les parois de la grotte du Calel (galerie Léon Sémat)



Dessin au charbon de bois représentant un mineur médiéval brandissant un pic et portant une hotte (réseau Vidal-Jullia)



Dessin anthropomorphe réalisés par les mineurs médiévaux, avec du charbon de bois, sur la paroi du réseau Vidal-Jullia



L’une des gravures médiévales conservées dans la grotte du Calel. Anthropomorphes ? (réseau Vidal-Jullia).



Vase prélevé en 1995, en contrebas d’un tas de déblais de mine
(Ph. Paul Batime)



INTERNATIONAL NEWSLETTER ON ROCK ART

I.N.O.R.A.

Comité International d'Art Rupestre (C.A.R. - ICOMOS)
Union Internationale des Sciences Préhistoriques - Protohistoriques (U.I.S.P.P. Commission 9 : Art Préhistorique)
Association pour le Rayonnement de l'Art Pariétal Européen (A.R.A.P.E)

N°9 - 1994

Responsable de la publication - Editor : Dr. Jean CLOTTES

11, rue du Fourcat, 09000 FOIX (France)
Tél. (33) 61.65.01.82 - Fax. (33) 61.65.35.73

LETTRE INTERNATIONALE D'INFORMATIONS SUR L'ART RUPESTRE

L'ART PARIÉTAL MÉDIÉVAL DE LA GROTTE-MINE DU CALEL DEMEURE MENACÉ

Sorèze, Tarn (France)

MEDIEVAL ROCK ART IN THE CALEL MINING CAVE AT SORÈZE, TARN (FRANCE) STILL UNDER THREAT

La grotte du Calel s'ouvre dans un petit massif karstique d'une surface inférieure à 1 km^2, situé sur le versant septentrional de la Montagne Noire, à son extrémité ouest (fig. **1).** La cavité se développe dans des calcaires d'âge cambrien. Plusieurs kilomètres de galeries ont été explorés et topographies sur une dénivelée de 130 mètres. Les parties inférieures du réseau sont occupées par une rivière souterraine (Calvet, 1988).

L'histoire des explorations de la grotte du Calel se confond avec l'émergence de la pratique de la spéléologie en France. Depuis le XVII^e siècle, les explorateurs nous ont laissé une abondante littérature sur la cavité (Gratté, 1988). Depuis 1974, de nombreux témoignages médiévaux (poteries, foyers, dessins, gravures...) sont régulièrement découverts et publiés (Blaquière, 1974).

L'exploitation de minerai de fer en domaine karstique est démontrée en 1990 (Rouzaud, 1991 et 1992). La récente découverte d'un amas de scories de fer, contemporain de l'exploitation minière, fait du site du Calel un ensemble métallurgique médiéval exceptionnel (Rouzaud, Mauduit, 1992). Les travaux d'extraction et de transformation ont pu être datés des XI^e et XII^e siècles grâce à une série de six mesures au carbone 14.

Les minéralisations ferrifères ont été prospectées par les mineurs médiévaux qui ont su mettre en œuvre des stratégies adaptées à leur exploitation exhaustive. Cette constatation suppose, de leur part, une remarquable connaissance empirique du potentiel minier du site.

L'extraction a débuté à ciel ouvert par des carrières, des excavations en entonnoir, des tranchées implantées selon des alignements kilométriques qui utilisent des discontinuités du lapiaz et suivent une minéralisation d'hydroxydes de fer (goethite) encaissée dans les calcaires cambriens. Le prélèvement du minerai s'est poursuivi dans le karst souterrain en tirant parti de la coïncidence entre la direction des galeries naturelles et celle de la minéralisation. Si les ressources naturellement accessibles ont été exhaustivement exploitées, la faiblesse de l'investissement technologique a entraîné très rapidement des limitations. L'encaissant calcaire n'a jamais été attaqué. Les mineurs se sont souvent contentés d'abattre le minerai affleurant en paroi des galeries.

L'espace minier souterrain s'organise systématiquement dans les différentes cavités du Causse autour d'axes logistiques maintenus en état pendant toute la durée de l'exploitation. Ces axes logistiques comportent des aménagements

The Calel Cave is located at the western end of a tiny karstic plateau (Causse de Sorèze), on the northern edge of the Montagne Noire (fig. 1). The plateau covers an area of less than 1 km^2. The cave is in Cambrian limestone. Passages extending over several kilometers have been explored and mapped with a 130 meter-long gradient. The lower parts of the network contain an underground river (Calvet 1988).

The history of explorations in Calel coincides with the practice of speleology in France. Since the XVIIIth century explorers have written many articles about the caverns (Gratté 1988). Since 1974 a number of discoveries of medieval origin (pottery, fires, wall-drawings and carvings) have steadily been made and published (Blaquière 1974).

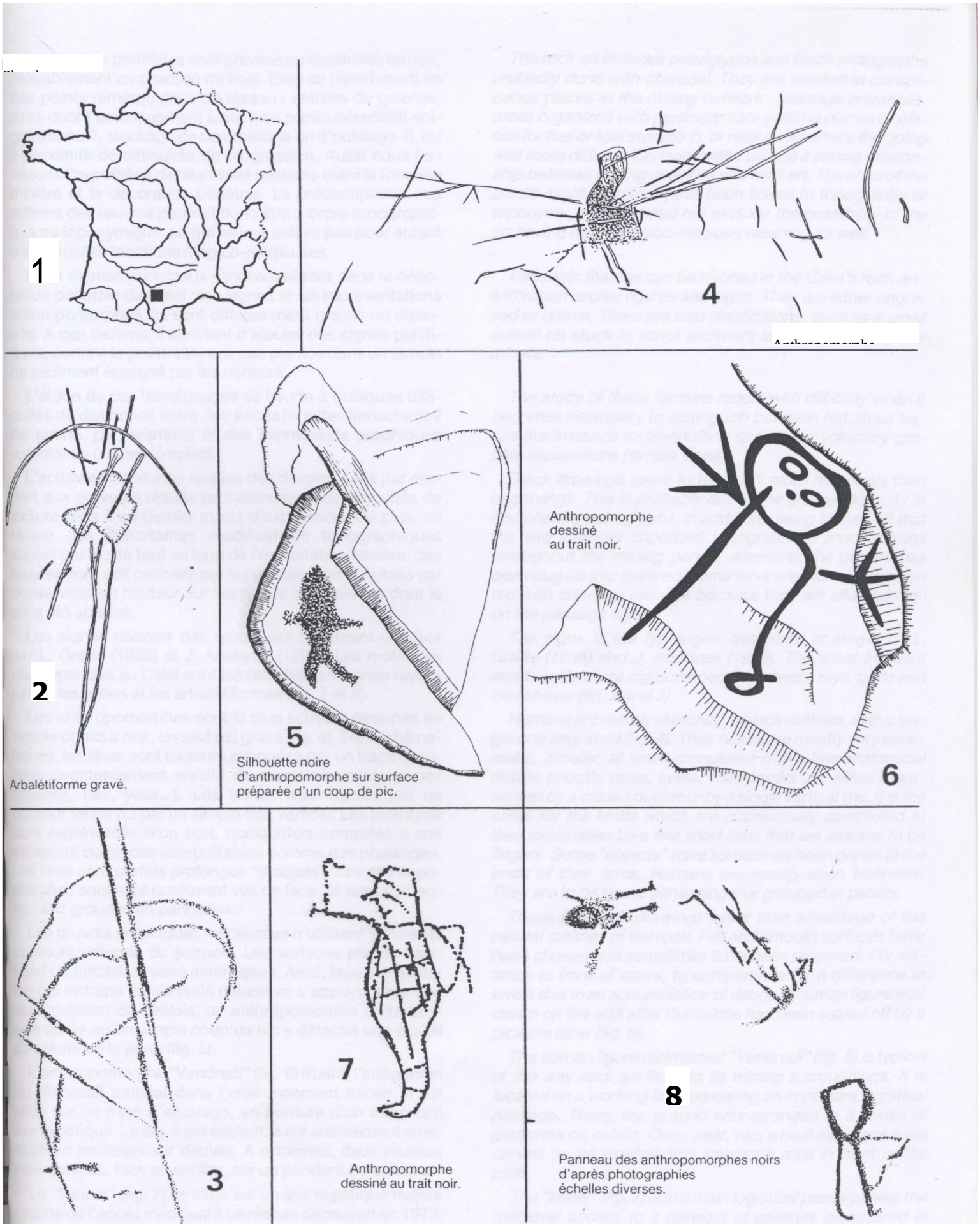
Evidence for the mining of iron ore inside the karst was discovered in 1990 (Rouzaud 1991, 1992). The recent find of an iron slag heap, related to the activity of the mine, shows that Calel was an unusual medieval metallurgic enterprise (Rouzaud, Mauduit 1992). The extracting and transfcrming processes could be dated back to the XIth and XIIth centuries AD by a series of six radiocarbon datings.

The iron ore deposits in the cave were extracted by medieval miners who obviously possessed strategies suitable to exhaustive exploitation as well as a remarkable empirical knowledge of the mining potential of the site.

The extraction of iron ore started with open air mining, by means of funnel-shaped excavations and trenches that took advantage of kilometer-long discontinuities in the lapiaz and followed an iron-hydroxide mineralization (goethite) deposited in the Cambrian limestone. The mining of the ore bored clown into the subterranean karst, helped by the coincidence of the direction of the natural cave passages and of the mineralization.

While the easily accessible resources were exhaustively mined, the poverty of the miners' technology soon limited their work. The limestone itself remained untouched. Very often, the miners merely took out the ore that could easily be seen along the passage walls.

The underground area was systematicaily organized in the different caves of the Causse along logistical pathways kept in good condition while the mining went on. These included arrangements to facilitate the comings and goings



Arbalétiforme dessiné au trait noir.

qui facilitent le cheminement (escaliers, passerelles), des terrasses aménagées, des aires de repos. Sur le tracé de ces axes, des carrefours desservent des zones de travaux latérales, supérieures et inférieures (Mauduit, 1994).

(stairs, foot-bridges, built-up platforms, rest areas). Some intersections of these pathways connect upper and lower levels in the working zones (Mauduit 1994).

Les œuvres pariétales sont gravées ou dessinées en noir, probablement au charbon de bois. Elles se répartissent en des points remarquables du réseau : entrées de galeries, aires dont l'aménagement a été plus particulièrement soigné (repos ?, stockage de combustible ou d'outillage ?), ou à proximité de difficultés de progression. Aussi nous formulons l'hypothèse de très fortes relations entre la fonction minière et la décoration pariétale. La préoccupation des auteurs des œuvres pourrait donc être d'ordre topographique ou toponymique, ce qui ne leur enlève pas pour autant d'éventuelles fonctions magico-religieuses.

Deux thèmes principaux s'individualisent dans la décoration pariétale du Calel : les signes et les représentations anthropomorphes. Ils sont différemment gravés ou dessinés. A ces œuvres, il convient d'ajouter des signes plastiques, comme la petite côte animale plantée dans un témoin de sédiment épargné par les mineurs.

L'étude de ces témoignages se heurte à quelques difficultés de distinction entre des traces fortuites (mouchages de torche, par exemple) et des expressions graphiques volontaires (signes simples).

L'actuelle abondance relative des dessins noirs par rapport aux gravures résulte probablement des difficultés de lecture liées à ce dernier mode d'expression. De plus, en raison des importantes modifications topographiques subies par le site tout au long de l'exploitation minière, des œuvres sont soit cachée par les déblais, soit invisibles car conservées en hauteur, sur les parois des galeries dont le sol a été abaissé.

Les signes relèvent des typologies largement décrites par L. Gratté (1985) et J. Abelanet (1990). Les motifs les plus répandus au Calel sont les rouelles, les signes rayonnants, les grilles et les arbalétiformes (fig. 2 et 3).

Les anthropomorphes sont le plus souvent dessinés en simple contour noir, un seul est gravé (fig. 4). Très schématiques, les têtes sont toujours évoquées par un tracé circulaire, éventuellement enrichi de précisions anatomiques (bouche, nez, yeux...). Les troncs sont figurés par un contour fermé ou par un simple trait vertical. Les membres sont représentés d'un trait, quelquefois complété à son extrémité de rayons interprétables comme des phalanges. Les bras sont parfois prolongés "d'objets". Les anthropomorphes sont le plus souvent vus de face. Ils sont soit isolés, soit groupés en panneaux. Les œuvres graphiques médiévales n'utilisent jamais les contours naturels du support. Les surfaces planes semblent recherchées, voire aménagées. Ainsi, face à un escalier qui rattrape un dénivelé naturel en s'appuyant sur une accumulation de déblais, un anthropomorphe a été dessiné après qu'un simple coup de pic a détaché une écaille de calcite de la paroi (fig. 5).

L'anthropomorphe "Vendredi" (fig. 6) illustre l'intégration du dispositif pariétal dans l'environnement minier. Il est situé sur un front d'abattage, en bordure d'un important axe logistique. Le sol, à cet endroit, a été entièrement aménagé en terrasses sur déblais. A proximité, deux rouelles sont gravées, face au sentier, sur un pendant de calcaire.

Le "Mineur" (fig. 7) se situe sur un axe logistique majeur proche de l'accès médiéval à un réseau découvert en 1973. Dessiné au fronton de la voûte, bien visible en pénétrant dans la cavité, il marque l'entrée d'une section du domaine minier. Ce personnage "porte une hotte sur le dos, et semble vêtu d'un habit en deux pièces, constitué d'une sorte de sarrau et d'un pantalon - son bras brandit ce que nous avons déjà interprété comme un pic" (Gratté, 1988).

The rock art includes petroglyphs and black pictograph, probably done with charcoal. They are located at conspi cuous places in the mining network : passage entrances areas organized with particular care (resting places or places for fuel or tool storage ?), or near spots where the going was more difficult. Consequently, we see a strong relation ship between mining activities and rock art. The aims of the artists might therefore have been linked to topography o toponymy, but this need not exclude the possibility of the art having had a magico-religious meaning as well.

Two main themes can be noticed in the Calel's rock art anthropomorphic figures and signs. They are either engraved or drawn. There are also plastic signs, such as a small animal rib stuck in some sediment left untouched by the miners.

The study of these remains meets with difficulty when h becomes necessary to distinguish between fortuitous traces (for instance torch-snuffing spots) and voluntary graphic expressions (simple signs).

Black drawings seem to be much more numerous than engravings. This is probably due to the greater difficulty in deciphering petroglyphs. In addition, owing to the fact that the site suffered important topographical modifications throughout the mining period, whenever the ground has been dug up and Lowered, some works remain either covered with debris or invisible because they are situated high on the passage walls.

The signs fit the typologies described at length by L. Gratté (1985) and J. Abelanet (1990). The most frequent motifs in Calel are signs shaped like wheels, rays, grids and crossbows (fig. 2 and 3).

Humans are merely sketched in black outlines, with a single one engraved (fig. 4). Their heads are mostly very schematic, circular, at times completed with a few anatomical details (mouth, [p]ose, eyes). Their trunks are either represented by a closed outline or by a single vertical line. It is the same for the limbs which are occasionally completed at their extremities by a few short lines that we assume to be fingers. Some "objects" have sometimes been drawn at the ends of their arms. Humans are mostly seen frontwise. They are to be found either singly or grouped in panels.

These medieval drawings never take advantage of the natural outlines of the rock. Flat and smooth surfaces have been chooses and sometimes have been prepared. For instance in front of stairs, to compensate for a difference in levels due to an accumulation of debris, a human figure was drawn on the wall after the calcite had been scaled off by a pickaxe blow (fig. 5).

The human figure nicknamed "Vendredi" (fig. 6) is typical of the way rock art fits into its mining surroundings. It is Located on a working face bordering an important Logistical passage. There, the ground was arranged in series ol platforms on debris. 'Duties near, two wheel-like signs were carved on an overhanging limestone rock in front of the path.

The "Miner" (fig. 7) is in a main Logistical passage near the medieval access to a network of galleries discovered in 1973. If was drawn at the front of the ceiling and it is easily visible when one infers the cave : it seems to indicate the entrance to a particular section of the mine. This character "bears a basket on his back and seems to be dressed in a two-piece suit consisting of a kind of smock and pair .of trousers. One arm flourishes what we have already interpreted as a pickaxe" (Gratté 1988).

Certains panneaux sont en étroite relation avec une difficulté de progression ou un danger. Ainsi une composition de trois anthropomorphes (fig. 8) occupe la paroi immédiatement au-delà d'un puits, profond d'une dizaine de mètres, qui doit être contourné en rampant sur un étroit plancher stalagmitique sous-cavé. Deux des trois personnages figurés sont manifestement en train de choir. Cet épisode tragi-comique n'est pas sans rappeler- en d'autres temps, mais dans une configuration topographique comparable - le thème de la "scène du Puits" de Lascaux.

La préservation de ces témoignages graphiques est étroitement solidaire de leur environnement. Les conditions physiques favorables, qui ont permis la conservation de cette mine médiévale en milieu karstique, sont en voie d'altération grave du fait de l'activité d'une carrière de granulats. Celle-ci a d'ores et déjà amputé le site archéologique d'une partie de ses vestiges et soumet le karst à des contraintes très vulnérantes (décompression des couches géologiques et forte élévation du gradient hydraulique local). La structure géologique est particulière : les assises calcaires cambriennes sont verticales, intensément fracturées et fragilisées par des phénomènes de dolomitisation. La vulnérabilité des témoignages archéologiques est d'autant plus forte que les travaux miniers médiévaux ont accentué l'instabilité des remplissages du karst dont l'évolution continue de nos jours.

Le caractère exceptionnel d'un tel site justifie parfaitement que des dispositions soient prises afin de permettre d'abord son étude exhaustive puis sa conservation à long terme qui sera confortée par une mise en valeur. Ainsi le plus large public pourra-t-il découvrir le karst métallifère, les travaux miniers anciens et leur cortège d'expressions graphiques.

En dépit des protections juridiques actuelles dont bénéficie le site archéologique du Calel (Inscription à l'Inventaire Supplémentaire des Monuments Historiques), il demeurera menacé jusqu'à son classement définitif parmi les Monuments Historiques. Un site archéologique d'une telle ampleur et d'un tel intérêt doit être impérativement et intégralement conservé. Une procédure de classement d'office est en cours.

Some panels are in close relation to obstacles or impending danger. For instance a group of three hume figures (fig. 8) can be seen on the wall just beyond a tel meter-deep pit that can only be negotiated by crawlin along a narrow hollowed out stalagmitic floor. Two of th three figures are obviously falling. This tragi-comic episod reminds one of the "Scène du Puits" in Lascaux which much earlier but whose topographic context is comparable.

The preservation of the rock art strongly depends upon its environment. The physical conditions - up to now favourable - that enabled this medieval mine to be preserved inside a cave are seriously changing because of a stone quarry. Ifs digging has already deprived the archaeological site of part of its remains and it continues to subject the Calel karst to very severe stress (decompression of geological layers and a strong rise of the Local hydraulic gradient). The geological structure of the site is such that the Cambrian limestone layers are vertical, intensely broken up and made more fragile because of dolomitization. The vulnerability of archaeological traces, structures and objects is the greater as the work of the medieval miners increased the instability of the karst sediments that have not yet entirely settled.

Such an exceptional site is well worth taking such measures as are necessary first to study it exhaustively, and second to ensure long-term conservation of the mine and its opening to visitors. Thus the largest possible public will be able to discover a metalliferous karst, with its ancient mining site and accompanying rock art.

In spite of actual official protection - the site has been entered into the “Inventaire Supplémentaire des Monuments Historiques” -, the Calel archaeological site will remain under threat until it is finally classified as a full-fledged Historical Monument. An archaeological site of this importance and interest must be preserved in its integrity. Proceedings have been instituted to have it classified.

François ROUZAUD*, Eric MAUDUIT, Jean-Paul CALVET*****

* Conservateur en Chef du Patrimoine, Service Régional de l'Archéologie Tél. 61.61.21.61 - Fax : 61.99.98.82. - DRAC Midi-Pyrénées, 7, rue Chabanon, 31200 Toulouse (France),

** Attaché des services extérieurs, Service Régional de l'Archéologie -Tél. 61.61.21.61 - Fax : 61.99.98.82. - DRAC Midi-Pyrénées, 7, rue Chabanon, 31200 Toulouse (France),

*** Musée National de Spéléologie du Grand Sud-Ouest (Fédération Française de Spéléologie), 31250 Revel (France).

BIBLIOGRAPHIE

ABELANET (J.), 1990. - *Les roches gravées nord-catalanes : Rossello, Vallespir, Conflent, Cerdanya, Capcir, Fenilledès.,* Prada Revista terra nostra, 1990, 209 p., nbr. ill. (Centre d'études préhistoriques Catalanes n°5).

BLAQUIÉRE (C.), 1974. - Le Calel au Moyen-âge. *Travaux et Recherches,* Bull. Fed. Tarn. de Spéléo-Archéologie, n° 11, p. 103-142.

CALVET (J.P.), 1988. - *Inventaire spéléologique du Tarn : les monts du Sorèzois.* T. 1, Toulouse, Comité Départemental de Spéléologie du Tarn, Conseil Général du Tarn, 1988, 102 p., nbr ill., (Suppl. à *Spéléoc).*

GRATTÉ (L.), 1985. - *Survivance de l'art pariétal.,* Imp. Maury, Millau.

GRATTÉ (L.), 1988. - Chroniques d'une caverne en Languedoc : *Le Traouc del Calel à Sorèze.* Toulouse, Spélunca librairie -

Comité de spéléologie Midi-Pyrénées - Musée National de spéléologie du Grand Sud-Ouest, 1988, 149 p. nbr. ill.

MAUDUIT (E.), 1994 - *Le site du Calel : gîtologie, travaux miniers et métallurgiques anciens,* Mémoire de Maîtrise, Université de Toulouse-le-Mirail.

ROUZAUD (F.), 1991. - Sorèze (Tarn). Le trou du Calel. *Archéologie Médiévale, XXI,* p. 408.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Plans et relevés

Localisation du site métallurgique médiéval du Calel
Orographie du site métallurgique du Calel
Photo aérienne verticale du site métallurgique du Calel
Plan du site minier médiéval
Plan et coupe de la grotte du Calel
Plan des aménagements médiévaux de la salle de la Colonne
Plan des aménagements médiévaux dans le bas de la salle Clos
Relevé du panneau des trois anthropomorphes noirs de la galerie L. Sémat
Rélevé de la gravure de l'entrée médiévale du Vidal-Jullia
Relevé du dessin noir anthropomorphe noir de la galerie L. Sémat
Relevé de la gravure arbalétiforrne du Vidal-Jullia
Antropomorphe noir de la salle de la colonne
Alignement de structures extractives sur le Pic Fendeille (secteur Est)
Alignement de structures extractives sur le Pic Fendeille et grotte du promontoire
Plan et coupes du réseau du promontoire de la carrière
Relevé de la grande minière en croix de la parcelle 705
Plan et coupe du lac du Calel
Coupe longitudinale du lac du Calel

Planches Photo

Vue aérienne oblique du site du Calel prise depuis l'ouest
Vue aérienne oblique du site du Calel prise depuis le sud-est
Vue générale de la carrière de la Mandre, vue de l'oppidum de Bemiquaut
Vue de la parcelle 705
Vues générales de la parcelle 705
Extractions minières médiévales à la limite des parcelles 653 et 705
L'actuelle entrée de la grotte mine du Calel
Escalier médiéval des Grands-Boulevards
Témoin de minerai de fer en place sur la paroi du réseau des Grands-Boulevards
Vue partielle de l'escalier médiéval creusé dans les haldes du réseau Léon Sémat
Tunnel artificiel du réseau Pierre-Marie
Galerie ouverte, par les mineurs médiévaux, au travers d'un rideau de concrétions
Exemple de traces d'outils sur les parois de la grotte du Calel (Galerie Léon Sémat)
Dessin au charbon de bois représentant un mineur médiéval (Réseau Vidal-Jullia)
Dessins anthropomorphes réalisés par les mineurs médiévaux, avec du charbon de bois, sur la paroi du réseau Vidal-Jullia
L'une des gravures médiévales, anthropomorphe ? (Réseau Vidal-Jullia)
Dessin noir anthropomorphe de la galerie Léon Sémat
Vase médiéval prélevé en 1995