

Étude des conditions de conservation de la grotte ornée d'Escoural

Jacques Brunet*
Philippe Malauren**
Jean Vouvé***
Maria José Moinhos****
João Marques*****

*Engenheiro, LRMH, Ministère de la Culture et de la Communication
jacques.brunet@culture.gouv.fr
**Engenheiro, CDGA, Université Bordeaux I
malauren@cdga.u-bordeaux1.fr
***Engenheiro, CDGA, Université Bordeaux I
****Divisão de Conservação e Restauro do IPPAR
mjmoinhos@ippar.pt
*****Arqueólogo, Direcção Regional de Évora do IPPAR
jmarques@ippar.pt



1. Accès au site

Arquivo CDGA, Universidade de Bordeaux

Introduction

La grotte d'Escoural, découverte par hasard en 1963, à la faveur de l'exploitation d'une carrière de marbre, renferme un certain nombre de tracés préhistoriques peints et gravés. Elle est située dans la commune de Santiago do Escoural, creusée dans une petite butte témoin de calcaire métamorphique, dans le flanc d'un pli synclinal, dégagée par l'érosion. Actuellement l'épaisseur de roche surmontant la caverne est réduite à la suite des travaux d'exploitation de la carrière comme le montre la Fig. 1. Sur la partie supérieure de la butte des placages correspondant au niveau archéologique du Néolithique sont présents. Le front de taille de la carrière est très fissuré. La partie touchée par l'exploitation du marbre est relativement importante.

La grotte d'Escoural est globalement constituée d'une grande salle et de plusieurs galeries (dix-sept sont répertoriées sur le plan mis à notre disposition) ouvertes à des profondeurs différentes. Des fouilles archéologiques ont été réalisées dans la caverne sans en modifier fondamentalement le volume.

État des aménagements

La cavité ou du moins ce qui constitue les parties les plus accessibles, est visitée par le public (Fig. 5). L'examen des décomptes journaliers de la fréquentation depuis juin 1989 montre une nette tendance à l'accroissement des visites; de 25 personnes par jour en moyenne en 1989 elles sont passées à près de 45 par jour actuellement (document IPPAR). Sa visite se fait par un cheminement constitué d'un escalier d'accès en béton suivi de passerelles en bois en plus ou moins bon état.

L'éclairage est sous basse tension (12 Volts) alimentée par panneaux solaires. Un programme de travaux sur le site est prévu: la construction d'un bâtiment d'accueil, la rénovation du cheminement au sol; la mise en oeuvre si nécessaire d'un sas d'entrée...

A cette occasion il faudra exclure tous les éléments en bois susceptibles de pourrir et capables de faciliter l'instauration de mauvaises conditions de conservation dans la caverne (développement de contamination et de pollution biologique). Pour le remplacement de ces éléments par d'autres constituants tels que: bois dur

2. Au centre d'une concavité de la paroi, haute de 100 cm, large de 95 cm et profonde de 15 cm, des vestiges de peintures rouges et noires en partie masquées sous des dépôt de calcite ont pu être identifiés (A. C. Araújo et M. Lejeune). Ils comprennent une tête de cheval en profil absolu avec un départ de crinière bien marquée, elle se prolonge à gauche par des tracés rouges, interprétés comme étant le corps de l'animal, et surmontés de deux traits noirs

IPPAR/M. Ribeiro



2

3. Dans une faible concavité de la paroi, on aperçoit la partie inférieure d'un animal caractérisé par un membre antérieur massif, un membre postérieur plus effilé et le ventre ballonné (A. C. Araújo et M. Lejeune). Ce tracé est considéré comme très altéré

IPPAR/M. Ribeiro



3

4. Sur une voûte oblique abondamment surchargée de nervures de calcite se répartissent 4 ensembles de tracés peints rouges ou noirs:

- 1 figure hybride (60 cm sur 20 cm);
- 1 animal (bovidé?);
- de 32 cm sur 20 cm de haut;
- des vestiges indéterminés en noirs à gauche;
- 1 série de petits traits rouges et noirs le long d'une nervure de calcite

IPPAR/M. Ribeiro

exotiques; fer; aluminium; acier inox; alliages au titane; cuivre; matières plastiques...; il faudra tenir compte de leur capacité spécifique d'altération.

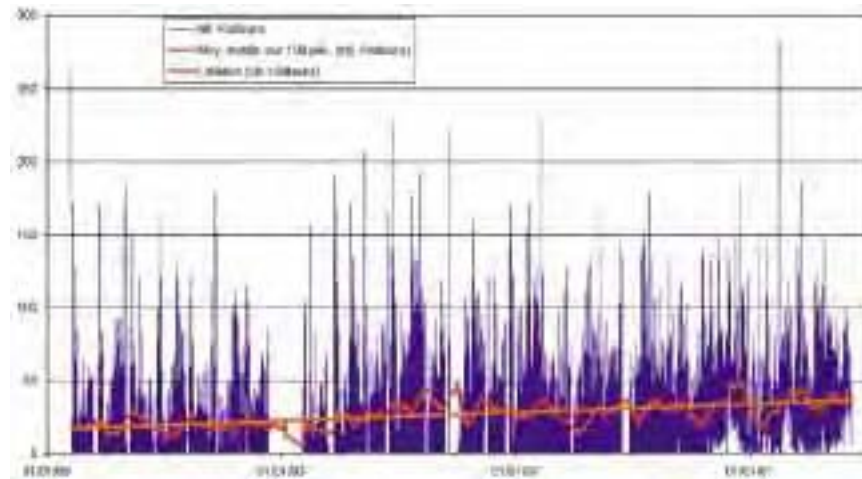
Ce qu'il faut protéger

L'art pariétal comprend, d'après Ana Cristina Araújo et Marylise Lejeune, 78 figures représentant essentiellement des équidés et des bovidés (dessins au trait et gravures) ainsi que des formes non-figuratives également peintes ou gravées attribuées au Paléolithique Supérieur.

L'examen de la surface des parois d'une manière générale, révèle la présence de dépôt de calcite sous forme:

- de voile plus ou moins épais, translucide et actif (Fig. 2);
- de voile de calcite paraissant en mauvais état (Fig. 3);
- de coulures (Fig. 2);
- de concrétions nervurées en relief de plusieurs millimètres d'épaisseur (Fig. 4);
- de bourrelets (Fig. 6);

5. Évolution du nombre de visiteurs de 1989 à 2002



4

- de concrétions discontinues, opaques, correspondant au niveau des parois à une activité hydrogéologique restreinte, nulle ou peut être complètement fossile (Fig. 6);
- de traces résiduelles de calcite (Fig. 8);
- de granules et grains de calcite accolés.

Problématique

Actuellement l'accès à la cavité se fait directement dans la salle principale, la grotte n'est séparée de l'extérieur que par une porte et un auvent vitrés. Les entrées préhistoriques présumées sont fermées par des trappes métalliques, une à l'ouest ouverte.

Le domaine souterrain et les œuvres préhistoriques associées subissent l'impact des facteurs climatiques externes. La diversité des états micromorphologiques des dépôts calciques évoquées ci-dessus et présents tantôt sous les peintures et gravures, tantôt sur elles, laisse à penser que le concrétionnement n'a pas été régulier dans les temps préhistoriques et dans l'espace



de la cavité. Cette instabilité a de fortes chances de se retrouver actuellement. Certaines scènes ornées peuvent donc être stabilisées si rien ne se passe à l'interface roche/air. D'autres sont en danger suite à un concrétionnement actif ou à une déstructuration du support.

Se préoccuper de la conservation des tracés préhistoriques demande de s'interroger sur les échanges qui peuvent exister entre le milieu souterrain et le milieu environnant, soit directement par les accès (entrée des visiteurs, fissures ou autres ouvertures plus ou moins comblées, soit indirectement par la roche). Un bilan de santé de la cavité sur un cycle climatique complet (18 mois) s'impose et nécessite un suivi scientifique régulier. Il permettra à partir de la connaissance du climat souterrain, des échanges aérauliques, hydriques... de définir une meilleure démarche conservatoire de la grotte. En parallèle devront être notés toutes informations et tous éléments significatifs au niveau des parois (état d'hydratation, ruissellement...) tant pour le décor lui-même (extrêmement fragile) que pour la surface de la roche.

Acquisition de données sur le milieu souterrain

La cavité en raison de sa position superficielle (à peine quelques m la séparent du sommet rocheux), est dans une situation microclimatique évolutive. Le suivi scientifique de cette évolution devrait mettre en évidence d'une part les possibilités de condensation de la vapeur d'eau de l'air sur les parois ornées en période d'inversion des températures du milieu souterrain et d'autre part la possibilité d'évaporation plus ou moins impor-



6. Panneau de forme losange délimitée par deux directions principales de fracturation de la roche. Les fissures liées à la fracturation sont abondamment recouvertes et comblées de bourrelets de calcite. Les traces de couleur rouge – deux points – plus ou moins difficiles à voir ont été exécutés sur un support concrétionné. Un des deux points (celui de droite) est partiellement amputé par une écaillage de dépôt concrétionné et est recouvert d'un bourrelet de calcite. La grotte est en phase active de concrétionnement. Cette activité déjà présente avant l'exécution de ces tracés. L'évolution morphologique de ce panneau mérite d'être suivie.

IPPAR/M. Ribeiro

7. Ce panneau haut d'une quarantaine de cm et large d'une trentaine de cm comporte des têtes d'équidés emboîtées et une troisième plus petite et aussi tournée vers la gauche. En profil absolu, elles sont lisibles et bien conservées.

Arquivo IPPAR

tante en dehors de cette période. Rappelons que la condensation et l'évaporation sont potentiellement nuisibles au bon état des parois ornées en raison du risque d'altération du support et des tracés pour l'une et de l'apparition d'efflorescences cristallines pour l'autre. L'humidité absolue de l'atmosphère de la cavité dépend des mouvements d'air produisant des échanges entre les différentes salles, les différents niveaux (galeries) du réseau karstique et l'extérieur.



8. Arrière train d'équidé gravé en relief sur le profil absolu d'après M. Leveau. La queue est suggérée par des traits courbes. La patte arrière est grêle... Les autres éléments anatomiques ne sont pas visibles ou ont disparu. Une couche de calcite traverse ce qui pourrait être le corps de l'animal.

Arquivo IPPAR

Suivi des échanges souterrains

Nous avons défini un protocole d'études pour suivre les échanges thermiques et hydriques au droit des parois. Il devrait permettre de:

- mieux comprendre les mécanismes locaux d'échanges aux interfaces (roche/air);
- mieux apprécier les circulations de l'air à l'échelle de la cavité;
- et donc de mieux prévoir l'influence de perturbations d'origine climatique, hydrogéologique et anthropique.

La configuration du système karstique auquel appartient la cavité restant à définir, les raisons évoquées précédemment nous conduisent à prévoir de mesurer les débits d'air dans la cavité, les variations de la pression atmosphérique, la température et la pression partielle de vapeur d'eau de l'air dans la grotte et à l'extérieur ainsi que la température superficielle de la roche. Ces mesures ont lieu en plusieurs points caractéristiques du réseau souterrain. Elles doivent être associées à un suivi régulier et rigoureux de la cavité (mesures de débits d'air, températures de surface I. R., humidités pariétales), permettant de noter les variations d'hydratation, les zones de ruissellement éventuel, les suintements.



9. Centrale d'acquisition automatique des mesures et psychromètre

Arquivo CDGA, Universidade de Bordéus

Moyens mis en place

Une centrale de mesures dotée d'une autonomie d'au moins 90 jours permet de recueillir les données mentionnées ci-dessus. Elle est alimentée par une source d'énergie de 12 V sur panneaux solaires, et une liaison téléphonique GSM permet sa maintenance et son interrogation à distance (Fig. 9).

Les capteurs mis en place dans la cavité fournissent les informations suivantes:

- Mesure des débits d'air (un anémomètre à fils chauds);
- Mesure des températures (12 sondes Pt100 au 1/100°C dont 6 dans l'air et 6 pour la roche constituant 6 stations de suivi);
- Mesure de la pression partielle de vapeur d'eau dans l'air (1 psychromètre).

Et ceux à l'extérieur sous abri météo:

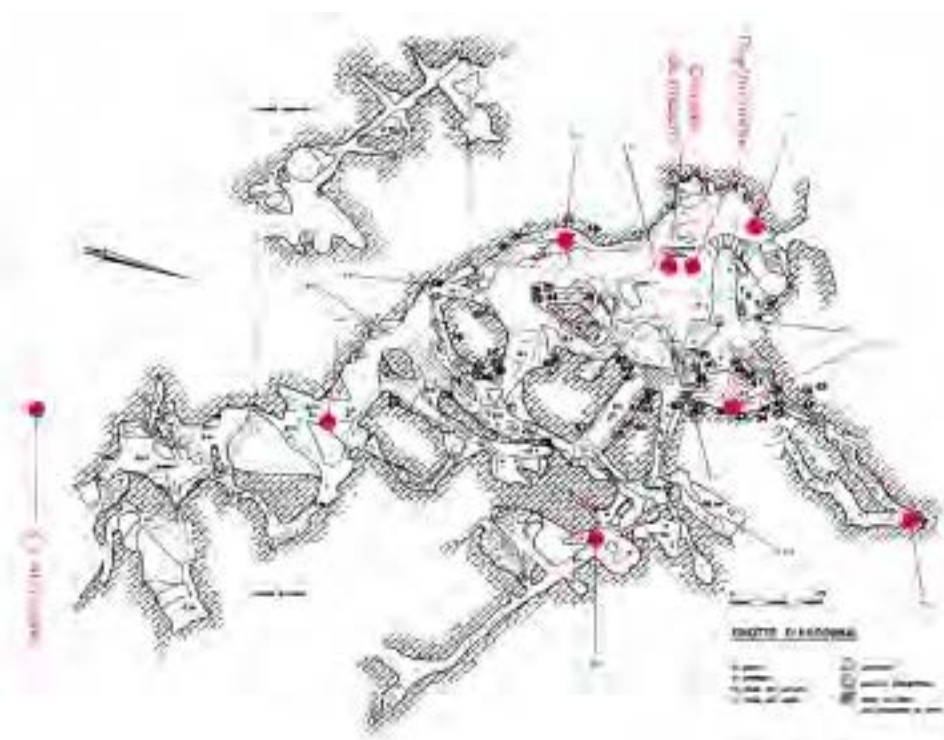
- La mesure de l'humidité relative de l'air (une sonde capacitive);
- La mesure de la pression atmosphérique;
- La mesure de la température de l'air (1 sonde Pt100 au 1/10°C).

La cartographie pariétale des variations des mesures de températures de surface par infrarouge, et celle des mesures de l'humidité superficielle par TDR¹ sont effectuées à chaque mission (1 par trimestre).

Documentation des parois

Le suivi systématique des états de parois est assuré par une conservatrice-restauratrice de peintures murales. Il est réalisé à partir d'une mosaïque photographique sur laquelle sont reportés les informations concernant

10. Plan de la cavité avec implantation des capteurs



l'état de paroi de chaque zone ornée, pouvant être rencontrées dans ce site:

- les caractéristiques du support des tracés dus à la roche elle-même:
 - accidents morphologiques,
 - fissures,
 - joints de stratification,
 - pores,
 - présence de fossiles ou de débris coquilliers;
 - l'état de la roche en surface:
 - grains du calcaire bien cimentés,
 - pulvérulence;
 - les phénomènes d'érosion du support;
 - les phénomènes d'érosion des tracés:
 - usure des traits gravés ou peints,
 - perte de matières picturales;
 - les formes de dépôts de calcite actifs ou fossiles:
 - voiles et bourgeonnements de calcite,
 - efflorescences cristallines,
 - granules;
 - les accumulations de dépôts étrangers et de surcharges:
 - nature,
 - aspect,
 - coloration;
 - la présence éventuelle de microorganismes;
 - l'état d'hydratation temporaire ou permanent des parois. Les cas suivant devront si possible être différenciés:
 - traces d'écoulement visible d'eau,
 - film d'eau bien localisé,
 - présence de gouttelettes d'eau de condensation,
 - imprégnation diffuse de la roche;

- visualisation des cheminements d'eau;
- à cet inventaire au niveau des parois peut être ajoutée la cartographie des impacts de gouttes d'eau au sol, et tout facteur permettant d'identifier et de compléter les points précédents.

Ces phénomènes observés régulièrement seront codifiés et reportés sur des transparents de manière à identifier les diverses interactions; elles feront partie du suivi général de la caverne.

A l'issue de mesures et d'observations durant un cycle climatique, il sera possible de faire un bilan de santé de la cavité et de proposer des recommandations concernant les moyens d'assurer une bonne conservation de ce site.

Conclusion

Le but de cette étude est d'obtenir des données multiparamétriques afin d'apprécier la qualité des conditions de conservation de la grotte d'Escoural. La compréhension des mécanismes d'échange au niveau des parois, des circulations d'air, devra permettre de prévoir l'influence de perturbations d'origine diverse; il faudra éviter l'instauration de conditions favorables aux corrosions et aux cristallisations sur la paroi ornée. A cette fin, il faudra limiter au maximum les transferts au droit des interfaces air-roche et donc maintenir les paramètres de l'air (température, humidité...) dans la cavité aussi près que possible des valeurs assurant les équilibres, évitant ainsi le déclenchement de processus de condensation, d'évaporation...

La meilleure gestion de la conservation de la cavité pourra passer le cas échéant par la proposition de dispositifs de protection mieux adaptés.

¹ *Time Domain Reflectometry: méthode de mesure de la vitesse de propagation d'une onde électromagnétique dans une ligne de transmission. On peut considérer que la TDR est une méthode de mesure de la permittivité électrique donc indirectement de l'humidité du matériau.*

Bibliografia

ARAÚJO, Ana Cristina, LEJEUNE, Marylise – *Gruta do Escoural. Necrópole Neolítica e Arte Rupestre Paleolítica*. Trabalhos de Arqueologia n.º 8. Lisboa: IPPAR. 1995.

Gruta do Escoural. Arte Parietal. Coordenação Ana Cristina Araújo. Lisboa: IPPAR.

BRUNET, Jacques, VOUVÉ, Jean – *La conservation des grottes ornées*. Paris: CNRS Editions. 1996.

1 site à consulter: Conservation et protection de l'art préhistorique.: <http://www.culture.gouv.fr/culture/conservation/fr/grottes/accueil/htm>