

LA PROTECCION Y CONSERVACION DEL ARTE RUPESTRE PALEOLITICO



MESA REDONDA HISPANO-FRANCESA

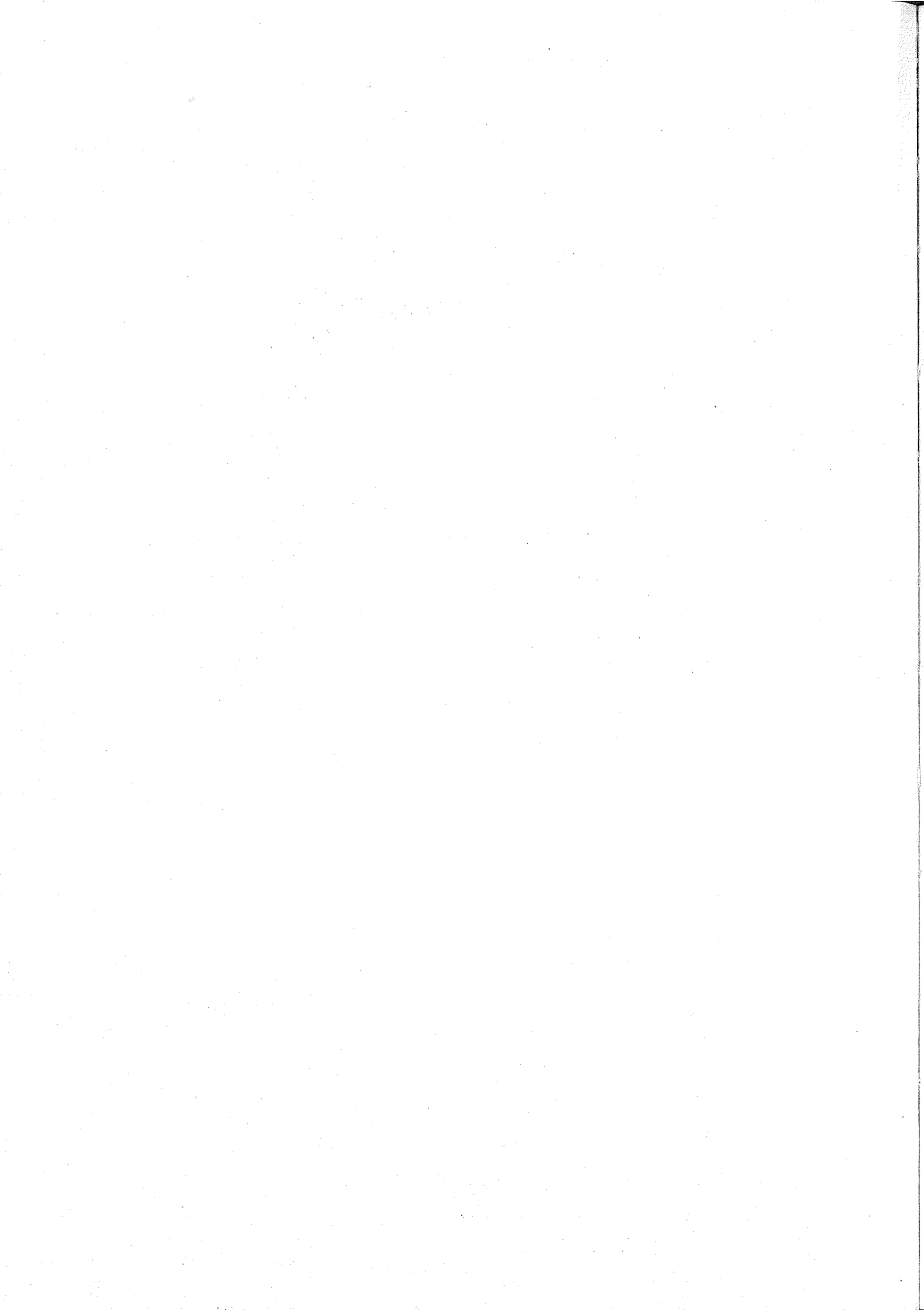
FUNDACION ARCHIVO DE INDIANOS

Colombres - Asturias: 3 a 6 de junio de 1991



PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERIA DE EDUCACION,
CULTURA, DEPORTES Y JUVENTUD





PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERIA DE EDUCACION,
CULTURA, DEPORTES Y JUVENTUD

LA PROTECCION Y CONSERVACION DEL ARTE RUPESTRE PALEOLITICO

MESA REDONDA HISPANO-FRANCESA
COLOMBRES (ASTURIAS)
2 AL 6 DE JUNIO DE 1991

EDITOR: F. JAVIER FORTEA PEREZ

Edita: Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias
Promueve: Consejería de Educación, Cultura, Deportes y Juventud
Diseño y maquetación: Diseño Siete
Imprime: Astur-Graf, S. L. - Granda-Colloto-Oviedo
Depósito Legal: As.-1.185/93
I.S.B.N.: 84-7847-198-7

INTRODUCCION

Con la edición de los trabajos de la "Mesa Redonda hispano-francesa" celebrada en Colombres durante los días 3 a 6 de junio de 1991, no sólo damos a conocer una publicación pionera en su género, puesto que es fruto del primer encuentro multidisciplinar e interdisciplinar que se realiza en España sobre la protección y conservación del Arte Parietal Paleolítico, sino también, ponemos en manos del lector una obra que constituirá, sin lugar a dudas, un horizonte de referencia forzoso para el conocimiento de las causas, naturales y antrópicas, causantes de la degradación de tan delicado Arte.

Así mismo, de la mano de la profundización en el conocimiento de los orígenes que provocan la paulatina destrucción de este Arte, han ido surgiendo, a lo largo del desarrollo de los trabajos de esta "Mesa", las alternativas y técnicas que será necesario aplicar en todas las figuras de planeamiento para asegurar la pervivencia de este legado cultural, una de las grandes señas de identidad de Asturias.

Si bien es verdad que la calidad de los trabajos estaba asegurada anticipadamente por la figura de los Codirectores así como por el resto de los participantes en "Colombres 91", no es menos cierto que la publicación de este libro expresa la decidida voluntad de quienes estuvieron y están al frente de la Consejería de Educación, Cultura, Deportes y Juventud, y la mía propia, en proteger y salvaguardar la máxima expresión cultural y artística de hace más de 10.000 años. Y aunque consideremos altamente positiva la celebración de la "Mesa hispano-francesa" y la publicación que hoy presentamos, ya que ésta es un instrumento de primera necesidad para la protección del Arte Parietal, somos conscientes de la lenta, difícil y escrupulosa tarea que queda por realizar para la protección efectiva de las 35 estaciones con Arte Paleolítico de Asturias.

Por último queremos expresar nuestro público reconocimiento a todos los participantes en la "Mesa Redonda hispano-francesa" porque con su trabajo posibilitarán, en la medida que las condiciones lo permitan, la conservación y, por tanto, el acceso y disfrute de los ciudadanos y de las futuras generaciones del siguiente milenio a las cuevas con Arte Parietal.

Oviedo, 14 de julio de 1993.

MARIA JESUS QUEIPO PEREZ
Directora Regional de Cultura

LA PROTECCION Y CONSERVACION
DEL ARTE RUPESTRE PALEOLITICO

CRONICA

La imperiosa necesidad por generar un estado de opinión, consensuado y de amplio espectro, referente a la protección y conservación del Arte Rupestre Paleolítico, se vio atendida con la realización de esta Mesa Redonda promovida por la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Principado de Asturias.

El objetivo principal consistió en reunir a diferentes especialistas con una dilatada trayectoria profesional o de responsabilidad en la conservación, protección e investigación del arte rupestre paleolítico, para debatir la temática propuesta desde todas las perspectivas posibles; y, finalmente, establecer unas conclusiones generales que sirvieran de base, tanto a la comunidad científica como a los responsables de las Administraciones autonómicas, nacionales e internacionales, para arbitrar **en común** cuantas medidas sean precisas en el ineludible empeño por proteger y conservar el Patrimonio Rupestre.

Previo al comienzo de las sesiones de trabajo se había confeccionado un volumen con los documentos de trabajo y las comunicaciones, a fin de acceder directamente a la presentación y al debate de los problemas y de las propuestas.

La Mesa Redonda fue inaugurada por el entonces Consejero de Educación, Cultura y Deportes del Principado de Asturias D. Jorge Fernández Bustillo, acompañado por el entonces Consejero de Educación y Cultura de la Comunidad Autónoma de Cantabria D. Rafael de la Sierra, por el Responsable del Departamento de Investigación del Ministerio de Cultura y Comunicación de Francia D. M. Grennier de Monner y por el Inspector General de Arqueología del Ministerio de Cultura y Comunicación de Francia D. Jean Tarrete¹.

Posteriormente los codirectores de la Mesa Redonda, Dres. Javier Fortea Pérez y Jean Clottes, presentaron los propósitos y el programa de la misma; y el Dr. Jean Combier expuso la comunicación inaugural titulada "**Faits nouveaux sur l'art pariétal de l'Ardeche**".

Las sesiones se desarrollaron en horario de mañana y tarde con dos moderadores que resumían las conclusiones particulares de cada ponencia y debate, y se articularon en dos partes: en primer lugar, la que trataba sobre el protocolo analítico aplicado en diferentes yacimientos con arte rupestre, con los problemas planteados, las soluciones aplicadas y los resultados obtenidos; y, en segundo lugar, la que trataba aspectos relativos a la investigación, difusión, legislación y cooperación internacional.

Asimismo, se realizaron unas visitas de trabajo a la cueva de Tito Bustillo y a la Cueva Llonín, respectivamente presentadas por los Dres. Alfonso Moure Romanillo y Javier Fortea Pérez, para plasmar in situ varias de las cuestiones debatidas durante las sesiones. Coincidiendo con la visita a Cueva Llonín se incorporó el Director General de Bellas Artes y Archivos del Ministerio de Cultura, D. José María Luzón Nogué², haciéndole partícipe de cuanto acontecía en la Mesa Redonda.

Finalmente, aunadas las conclusiones parciales, la organización elaboró un documento que, estudiado, debatido y aprobado por todos los participantes, fue expuesto a las autoridades españolas y francesas y clausurada la Mesa Redonda. Después, una parte de los asistentes se desplazó a Oviedo para visitar varios yacimientos de la cuenca media del Nalón presentados por el Dr. Javier Fortea Pérez.

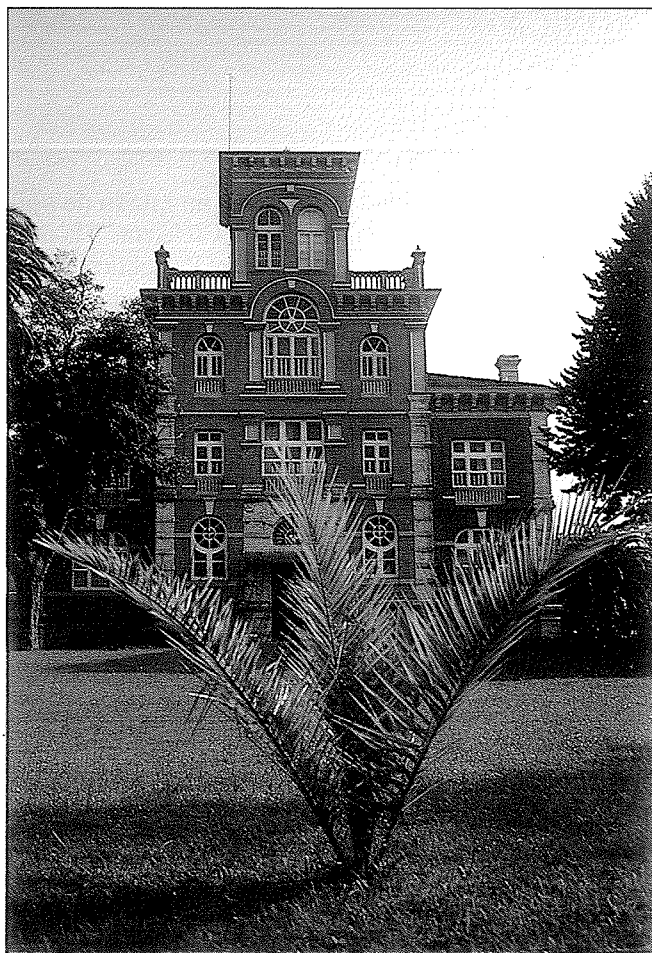
Por último, todos los participantes en esta Mesa Redonda quieren destacar la especial sensibilidad y el acierto de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Principado de Asturias, y en especial de D. Jorge Fernández Bustillo, por tratar estos temas y por la acogida dispensada; así como que los actuales responsables de esa Consejería y del Ministerio de Cultura también continúen la tarea comenzada posibilitando, entre otras cosas, la publicación de esta monografía.

De igual modo, quieren agradecer a todas cuantas personas e instituciones han contribuido a la realización de la Mesa Redonda, y en particular a D. Santiago Romero, Dña. Angeles Suárez Arboleya, Dña. Mercedes Erice Pisano, D. Daniel Obeso Ruiz de la Fundación Archivo de Indianos, a Dña. Mónica Pérez Hidalgo de Eurolang, S. L., y a Dña. María Dolores Mañana Palacio.

Marco de la Rasilla Vives



Sesión inaugural. De izquierda a derecha: M. de la Rasilla Vives (Secretario de la Mesa Redonda), J. Fortea Pérez (Codirector de la Mesa Redonda), M. Grennier de Monner (Responsable del Departamento de Programación y Difusión de la Investigación del Ministerio de la Cultura y la Comunicación, Francia), J. Fernández Bustillo (Consejero de Educación, Cultura y Deportes del Principado de Asturias), R. de la Sierra (Consejero de Educación y Cultura de la C.A. de Cantabria) y J. Clottes (Codirector de la Mesa Redonda).



Archivo de Indios de Colombres: fachada principal

NOTAS

- 1 Estaba prevista la asistencia del Consejero de Educación y Cultura de la Comunidad Autónoma del País Vasco D. Joseba Arregui, y del entonces Subdirector General de Monumentos y Arqueología del Ministerio de Cultura D. Antonio Más Guindal; pero razones propias del cargo les impidieron participar en la inauguración.
2. Inicialmente el citado Director General debía participar en la clausura de la Mesa Redonda (6-6-91), adelantando su visita también por razones del cargo al día anterior.

PARTICIPANTES

Directores de la Mesa Redonda:

FORTEA PEREZ, J. Catedrático de Prehistoria. Universidad de Oviedo. Facultad de Geografía e Historia. Area de Prehistoria. E-33011 Oviedo.

CLOTES, J. Conservateur Général du Patrimoine. Ministère de la Culture et de la Communication. 11, rue de Fourcat. F-09000 Foix.

Secretario:

RASILLA VIVES, M. DE LA Profesor Titular de Prehistoria. Universidad de Oviedo. Facultad de Geografía e Historia. Area de Prehistoria. E-33011 Oviedo.

Coordinadora:

MAÑANA PALACIO, M. D. Servicio de Patrimonio. Consejería de Educación, Cultura y Deportes. Oviedo.

Participantes:

ALTUNA ECHAVE, J. Director del Departamento de Prehistoria. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Plaza de I. Zuñiga (Museo). E-20003 San Sebastián.

AUJOLAT, N. Ingénieur, responsable du Département d'Art Pariétal. Centre National de Préhistoire. 38, rue du 26 R.I. F-24000 Périgueux.

BRUNET, J. Ingénieur, Chef de la Section "Grottes Ornées". Ministère de la Culture et de la Communication. 29, rue de Paris. F-77420 Champs-sur-Marne.

COMBIER, J. Directeur des Antiquités Préhistoriques Rhône-Alpes. F-71570 Romanèche-Thorins.

GONZALEZ MORALES, M. R. Catedrático de Prehistoria. Universidad de Cantabria. Facultad de Geografía e Historia. Area de Prehistoria. E-39005 Santander.

GRENNIER DE MONNER, M. Chef du Bureau de la Programmation et Diffusion de la Recherche. Ministère de la Culture et de la Communication. 4, rue d'Aboukir. F-75002 Paris.

HOYOS GOMEZ, M. Investigador del C.S.I.C. Museo Nacional de Ciencias Naturales. C/ José Gutiérrez Abascal, 2. E-28006 Madrid.

LASHERAS, J. M. Director del Centro de Investigación y Museo de Altamira. Santillana del Mar.

LORBLANCHET, M. Chargé de Recherche au C.N.R.S. Le Faubourg. F-46160 Cajarc.

MANGIN, M. Ingénieur de la Recherche. Laboratoire Souterrain du C.N.R.S. Moulis F-09200 Saints Giron.

MOURE ROMANILLO, J. A. Catedrático de Prehistoria. Universidad de Cantabria. Facultad de Geografía e Historia. Area de Prehistoria. E-39005 Santander.

RIGAUD, J. PH. Directeur des Antiquités Préhistoriques d'Aquitaine. 6 bis, Cours de Gource. F-33074 Bordeaux.

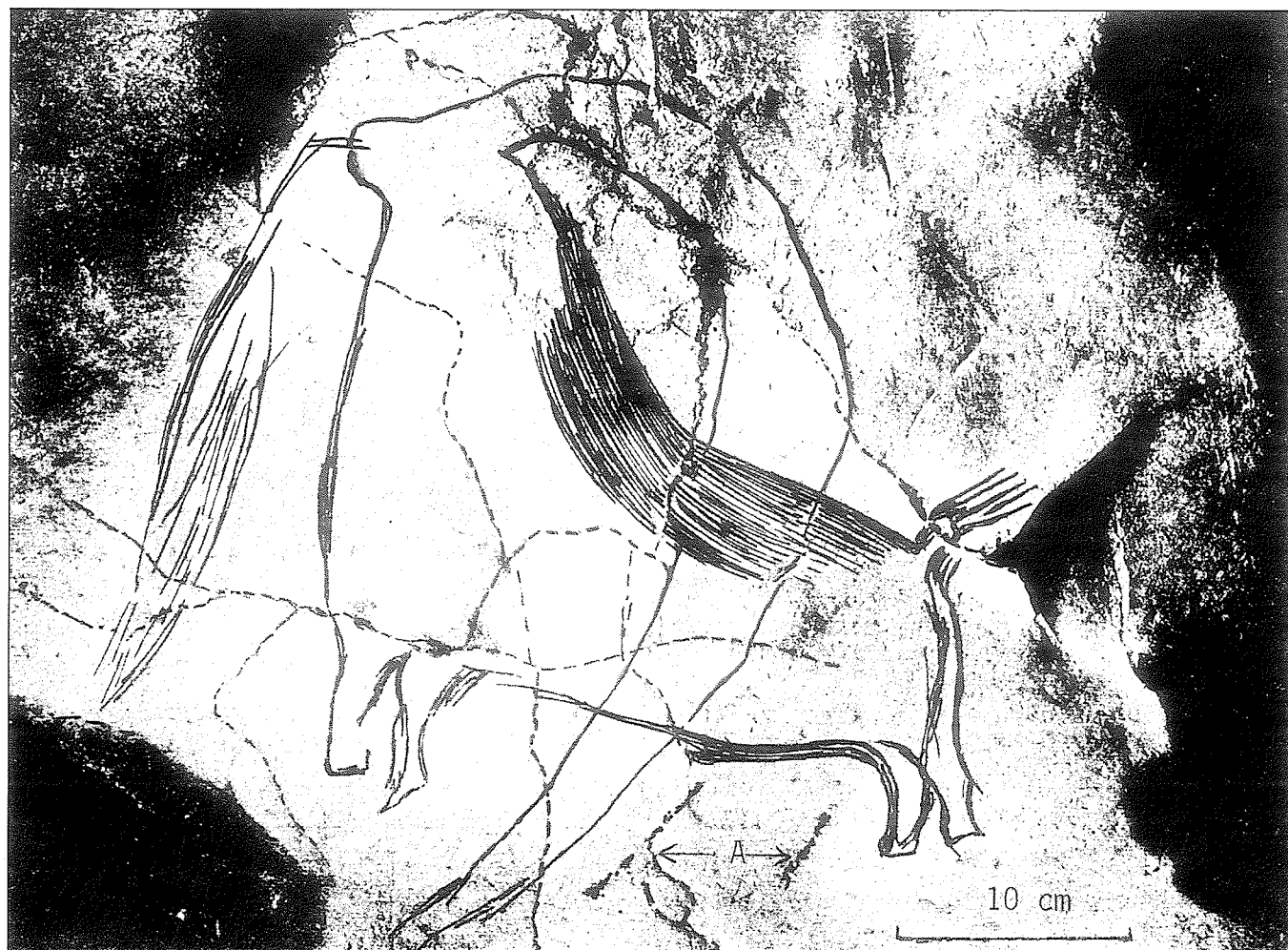
SIMO MARTINEZ, R. M. Doctora en Farmacia (Botánica). C/ Pérez de la Sala, 53. E-33007 Oviedo.

TARRETE, J. Inspecteur Général de l'Archéologie. Ministère de la Culture et de la Communication. 4, rue d'Aboukir. F-75002 Paris.

VILLAR BONET, E. Catedrático de Física. Universidad de Cantabria. Departamento de Física Aplicada. E-39005 Santander.

de la Tête-du-Lion (style II de Leroi-Gourhan), tandis que l'ensemble des charpentes corporelles reste très massif, avec une grande lourdeur des aplombs (confinant plutôt aux caractères attribués au style II du Sud-Ouest). Nous avons déjà constaté que ces traits mêlés des styles II et III caractérisent le style solutréen des porches éclairés de l'Ardèche avec des variations selon les espèces représentées les bovinés étant d'aspect plus évolué que les chevaux et les

mammouths. Certaines des figures de la nouvelle grotte ardéchoise, comme le grand bison hachuré et les bouquetin à corne "hyperréaliste" sont à ranger parmi les figures les plus typiques de l'art pariétal archaïque et pourraient en devenir des classiques comme leurs homologues déjà connus respectivement à la Grèze et à Pair-non-Pair. Tous les éléments à notre disposition postulent un rapprochement étroit avec l'art des grottes solutréennes des environs.



Gravure d'un bouquetin mâle dont la corne démesurée va se perdre bien au-dessous de la ligne ventrale. Un crinière abondante est figurée par de fins raclages. La queue, érigée, semble traduire une attitude agressive. Les quatre pattes visibles sont figurées en perspective mais elles sont très courtes, donnant le corps "en basset" habituel dans les stades anciens de l'art pariétal. Le faisceau de traits qui semble sortir de la bouche, déjà connu dans les grottes de Dordogne et des Pyrénées a parfois été considéré comme la représentation réaliste du souffle ou d'un jet de sang vomi par un animal blessé. Avec A. Leroi-Gourhan on peut estimer qu'il s'agit plutôt d'une représentation symbolique, assimilable à un signe. On l'observe aussi sur l'un des aurochs mâles de la grotte à Deux Ouvertures. Le volume général du corps a des affinités avec les bouquetins de Pair-non-Pair. Au-dessous, deux bâtonnets peints en noir (A).

Le niveau de l'expression graphique étant très proche, la différenciation est d'ordre technologique, la gravure très fine du sanctuaire profond s'opposant au trait en incision profonde des avantgrottes, comme Chabot et le Figuier. Aux Deux Ouvertures, en l'absence d'une datation portant sur les charbones d'éclairage, comme à la Tête-du-Lion, le seul élément chronologique à notre disposition est une pointe à face plane caractéristique, trouvée dans un sondage proche de la galerie gravée, indiquant une pénétration des hommes solutréens dans le réseau profond de la cavité. Mais d'autres sondages n'ont pas confirmé l'existence d'un habitat solutréen à l'entrée.

L'ABRI INFÉRIEUR DU COLOMBIER

On connaît dans ce site de Vallon-Pont d'Arc les représentations magdaléniennes les plus remarquables du Midi méditerranéen, et en particulier un panneau représentant une dizaine de bouquetins très réalistes, identiques à leurs modèles pyrénéens. Ces gravures qui décoraient nos pas un sanctuaire obscur mais, à la lumière, l'habitat lui-même ne sont que les vestiges d'une décoration lus étendue, "si même elle ne se développait pas tout autour de la paroi de l'abri, à 1,50 m environ du sol de circulation des hommes magdaléniens" (Atlas des grottes ornées ...1984, p. 622). Des fouilles, reprises en 1990 par G. Onoratini pour préciser la stratigraphie du remplissage ont montré la présence de 4 niveaux magdaléniens recouverts par 8 niveaux aziliens.

Lors de ces travaux, des fragments de gravures pariétales détachées de la paroi par le gel ont été recueillis *in situ*. L'un d'eux porte une gravure complète de bouquetin. Ces éléments étaient inclus dans un cailloutis cryoclastique interstratifié entre deux strates magdaléniennes 16 et 15 a, cette dernière appartenant au Magdalénien supérieur à lamelles denticulées. Dans l'attente des datations C 14 en cours, qui permettront de préciser par un encadrement de dates l'âge des gravures, il apparaît déjà que la couche de destruction du décor pariétal du Colombier est antérieure à la fin de l'occupation magdalénienne (auparavant datée du Dryas moyen: Ly 4811, $12\,150 \pm 240$ BP). En d'autres termes, ce décor pariétal est plus ancien que le Magdalénien évolué type Teyjat, du style IV avancé, auquel il avait tout d'abord été assimilé.

En conclusion, ces deux exemples tirés des récentes recherches effectuées en Ardèche montrent qu'il est difficile d'enfermer, dans une systématisation trop catégorique et globale, l'évolution stylistique de l'art pariétal, aussi bien de la phase ancienne que de la phase récente. Beaucoup de datations et d'analyses, grotte par grotte, dans chaque région où il s'est développé, devront être faites auparavant.

* Nota del editor: el presente texto es la versión reducida, aparecida en las pre-actas, de la conferencia inaugural de la Mesa Redonda, que fue pronunciada por J. Combier. En esta edición no ha podido utilizarse otro material gráfico que el enviado para las pre-actas.

LA SITUACION ACTUAL: PROTECCION Y CONSERVACION

Documento de trabajo para la discusión de la Mesa

Javier Fortea Pérez*

LA EVOLUCION DE LAS ACTITUDES

La conjunción de la hidrogeología y los estudios ligados a la conservación del arte rupestre paleolítico ha traído consigo el abandono de la noción de estatismo y poder conservador del medio subterráneo. Las cuevas son un sistema interactivo que relaciona el espacio interno y su contenido con el exterior. Entre ambos se producen intercambios productores de variaciones de débil amplitud, que fluctúan en torno a un valor de equilibrio diferente en cada cueva, según su morfología, la de la red kárstica de la que forma parte y la cobertera vegetal. Es precisamente el débil rango de esas variaciones lo que ha permitido que las cuevas decoradas lleguen hasta nosotros.

Aquel equilibrio puede romperse por causas naturales o humanas. Las primeras están siempre actuando en mayor o menor medida y fueron las responsables de que en algunas cuevas sólo se conserven indicios de una decoración posiblemente más compleja. Pero sus efectos no fueron dramáticos en ese número, circunscrito geográficamente y relativamente alto para la baja densidad de población estimada, de cuevas y abrigos con buena expresión parietal que conocemos en el occidente de Europa. Las causas humanas son las más peligrosas porque, a diferencia de las naturales, pueden alterar en un tiempo muy corto los espacios interno y externo haciendo saltar los valores de equilibrio.

La situación actual es en buena medida el resultado de un pasado en el que las cuevas eran entendidas como algo inerte y conservador. No entraban en las previsiones otras causas de deterioro que no fueran las resultantes de agresiones humanas más o menos conscientes: las primeras puertas de Altamira datan de 1880. Poco a poco, las cuevas más importantes de entre las conocidas fueron abiertas y acondicionadas para la visita pública y las consideradas menores, aquellas en las que la cantidad y estimada cualidad de sus figuraciones no compensaban su puesta en servicio, quedaron abandonadas a una suerte cada vez más aciaga a medida que iba popularizándose la Prehistoria y la exploración subterránea.

Lo sucedido en Lascaux y Altamira fue el detonante de un cambio de actitud que ha de considerarse positivo en la intención, pero insuficiente, porque su traducción en medidas concretas es muy irregular y porque, por lo común, éstas se reducen al espacio interno de las cuevas. Así, en muy contados sitios de entre los que sufrieron salvajemente el factor de alteración humana, siempre los más impor-

tales, se pudo combatir con éxito al denominado "mal verde", se midieron los parámetros microambientales y pudo ajustarse una actuación cuyo efecto más llamativo fue la reducción drástica del flujo de visitantes.

Quizá la mezcla de una lección aprendida con una previsión de uso que fuera menos contestada, llevó a una protección y oferta más sensibilizada con el resto de las cuevas, muchas de las cuales sufrían la herencia de la vieja concepción: carreteras o muy cómodos caminos de acceso, túneles, modificaciones del espacio interno, iluminaciones abusivas, visita masiva etc. Después de Lascaux y Altamira se multiplicaron los cierres, se empezó a hablar de la implantación de cupos diarios, se prohibieron los flashes fotográficos y en algunos pocos sitios se sustituyeron las luces de incandescencia por otras frías. Medidas sin duda bien intencionadas y positivas, pero meramente intuitivas, pues tras de ellas no había ningún estudio o control sólido. Medidas que tranquilizaban a los responsables al poner aparentemente a tono sus obligaciones patrimoniales con el imperativo de la protección y la conservación.

Pero dos preguntas fundamentales seguían y siguen sin respuesta: ¿qué estaba ocurriendo en el interior de las cuevas abiertas al gran público? Salvo en el caso particular de Altamira, que tampoco es satisfactorio para los últimos años, no sabemos nada que sea el resultado de la aplicación de un protocolo científico. Todo queda reducido a las voluntaristas y siempre útiles observaciones visuales de sus guías y responsables; incluso, ingenuamente, se han instalado termómetros y, en el mejor de los casos, termohigrómetros mecánicos por mor de la objetividad. En aquellas cuevas se habrá dulcificado el impacto, pero no podemos expresar en parámetros sus variaciones.

En cualquier caso, todo lo que antecede se refiere al espacio interno de las cuevas. La segunda pregunta sería: ¿qué se está haciendo con su espacio exterior inmediato y mediato? Alguna respuesta ha dado el Estado español en Altamira, pero son la excepción las Comunidades Autónomas que tienen en cuenta a aquel espacio en sus instrumentos de planificación. La Ley del Patrimonio Histórico Español de 1985 declara, por su propio ministerio y sin necesidad de declaración específica, Bienes de Interés Cultural, la máxima calificación, a las cuevas, abrigos y lugares con arte rupestre descubiertos y por descubrir, requiriendo, además, la delimitación de su entorno. Y es en ese entorno donde se encuentran las áreas de infiltración, vitales para la regulación interna de las cuevas y el control de su equilibrio.

No puede negarse que hoy existe una sensibilización ante los problemas de conservación, pero su virtualidad es muy variable y el control arqueológico o de otro tipo de las

* Area de Prehistoria. Facultad de Geografía e Historia. Universidad. 33011 Oviedo.

medidas adoptadas difiere según las Comunidades Autónomas. Incluso persiste la más dura utilización de un espacio subterráneo, olvidando totalmente la existencia de un arte paleolítico en él: tal es el caso de la planificación de uso en las cuevas de Nerja e Higuera, cuyo estado es caótico y dramático. Existen amenazas dimanantes de promociones inmobiliarias; de la venta del ocio en complejos privados que añaden a sus valores la cercanía de una cueva decorada con la consiguiente presión sobre ella; de la promoción de áreas deprimidas, que puede ejemplificarse en la incorporación de Doña Trinidad de Ardales al itinerario turístico de un término municipal, que pretende crear un foco interior alternativo para el turismo de la costa, cuya base pivotaría, entre otros puntos, en la visita a la cueva, parte integrante de un parque natural; del avance de las canteras; de las grandes obras públicas: autovía Torrelavega-Oviedo que al menos afectará a Balmori, pantano que anegará Siega Verde etc.

En otro orden de consideraciones, el modelo estatal autonómico de España ha transferido a las Autonomías las competencias de protección, conservación y disfrute de los bienes integrantes del Patrimonio Histórico Español, reservándose su registro y la vigilancia de sus valores en última instancia. La situación posterior a la transferencia es variada, según el grado de sensibilización de las Autonomías y el celo de Instituciones y personas. En cualquier caso, no estaría fuera de lo conveniente un esfuerzo de coordinación y armonización ante los problemas de un sujeto pasivo común.

LAS MEDIDAS DE PROTECCION FISICA

Entre cuevas, abrigos y sitios al aire libre son unas 113 las localizaciones con arte rupestre paleolítico en la Península Ibérica. Descontados los cuatro sitios al aire libre y los dinamitados o destruidos con la piqueta, son 80 los cerrados (75,4%) mediante puertas o verjas instaladas en las bocas de entrada o las galerías que dan acceso a los paneles decorados.

Aplicando el mismo descuento, los lugares abiertos son 26 (24,5%). ¿Convendría cerrar todo? Aunque una respuesta podría ser la afirmativa, es obvio que razones técnicas, económicas y tácticas lo harían inviable. Aunque la distinción entre sitio mayor o menor no se fundamenta en nada objetivo, de cara a nuevos descubrimientos no debería repararse en esfuerzos ante los, al menos desde un punto de vista cuantitativo, mayores. En la actualidad todos ellos están dotados de siste-

mas de cierre. El problema está en las pequeñas cuevas y abrigos con pocas figuraciones. La experiencia es contradictoria. Algunas dejadas abiertas se vienen manteniendo sin problemas, pero en otras fue precisamente su cierre lo que sirvió de reclamo para la actuación de incontrolados. La experiencia muestra también que es difícil hacer cierres realmente infranqueables en todos los casos por razones de impacto e incluso conservación de lo que se pretende proteger. Además, no tanto la publicación científica, en si misma elemento de conservación por otras vías, como la difusión excesiva o reiterada en los medios de comunicación es un factor de riesgo, pese a que previamente se hayan ejecutado medidas protectoras. En definitiva, buena parte de la problemática pasa por la sensibilización y educación del público general, pero también, no lo olvidemos pues hay casos, de quienes más diariamente están en contacto con él.

Tener el 75% de los sitios cerrados puede calmar la conciencia moral ante el imperativo de la protección. Pero no basta, pues es necesario vigilar aquellas cuevas y abrigos que no tienen guarda propio, sino una sola puerta o verja perdida en el campo, que también hay que mantener y eventualmente reparar. Las Comunidades Autónomas deberían crear plazas de Inspectores que, repartidos geográficamente, cumplieran esas funciones. En 1980 fue creada una plaza de ese tipo para cubrir el oriente de Asturias y la experiencia se ha mostrado positiva, particularmente en lo concerniente a la ronda quincenal de vigilancia.

¿Conviene señalar los paneles en las cuevas abiertas apelando a la conciencia cívica? Parece que, salvo casos particulares, lo mejor sería que pasaran inadvertidos.

No es ocioso insistir en que futuros cierres, ya sean en los lugares aún abiertos o los que puedan descubrirse, deberían estar supervisados *a pie de obra* por un directo conocedor de los valores patrimoniales en juego, porque es en las circunstancias de la ejecución donde puede producirse el mal. La experiencia indicaría que en cualquier momento pueden reproducirse destrucciones como la del bisonte de entrada de Hornos de la Peña o, bien recientemente, pérdidas de depósito en los yacimientos de La Haza, Covalanas, Santián y La Viña, entre otros.

En algunos paneles se han instalado mallas o redes protectoras (La Pileta, El Castillo, Las Monedas, El Buxu). Dado su efecto impactante, no deberían instalarse más que en los casos de galerías estrechas, pues unas condiciones de visita más vigilantes solucionarían el problema. Además, en la mayor parte de los casos no se hizo la previsión de un desmontaje y montaje fácil y rápido.

LAS CONDICIONES DE ACCESO AL PÚBLICO

1.—*Los regímenes de visita.*

Sobre 109 sitios (descontando a La Cueva, que no tiene arte parietal interior y a los dos destruidos), son 12 (11%) los sitios abiertos al gran público: Tito Bustillo, El Buxu, El Pindal, Altamira, El Castillo, Las Monedas, Colvalanas, Santimamiñe, Nerja, El Higerón, La Pileta y Maltravieso. El régimen de la visita depende de las posibilidades de la cueva, siendo lo común la división en grupos compuestos por un número variable de personas, generalmente de 20 a 25 como máximo, y un guía. Más importante que esto es la existencia o no de un cupo diario y de periodos de descanso. Las situaciones son muy variadas. El cupo aumenta o disminuye en Altamira según periodos, pero es muy reducido y sigue siendo experimental. En El Buxu es de 25. No está clara su existencia en El Castillo o Las Monedas. La Pileta está razonablemente bien administrada por sus propietarios. En Tito Bustillo es de 400 personas por día, cantidad meramente tentativa y muy inferior a la demanda en los meses punta. Para aliviar y desviar la presión hacia ella, se abrió el gran escenario natural de La Cueva y se construyó un Aula Didáctica divulgativa de la Prehistoria, que no sólo satisficiera aquel fin, sino que dignificara con una oferta cultural el uso de Tito Bustillo. Una derivación inesperada fue el intento de convertir a La Cueva en anfiteatro para la audición de música sinfónica, teatro, festivales etc. Los graves problemas de acceso se solventaban en el proyecto con la perforación de túneles, la instalación de ascensores; todo ello en la más inmediata área de infiltración de Tito Bustillo. Afortunadamente y por ahora, el proyecto ha sido abandonado, pero no deja de sorprender cómo unas medidas protectoras y dignificadoras estuvieron a punto de ser transformadas en todo lo contrario.

No son una norma generalizada los periodos de descanso. Posiblemente sean sólo Tito Bustillo, El Pindal y Colvalanas? los únicos sitios cerrados al público durante seis, dos y ¿un? mes respectivamente.

Dos cuevas, Nerja e Higerón, retienen todos los estigmas del más absoluto desprecio a los valores de un Bien de Interés Cultural: en Nerja, la apertura es anual, con horarios ininterrumpidos durante 12 horas en verano y 7 en invierno, medias de 1.500 personas diarias, ausencia de grupos y guías, vigilancia muy laxa, profusa instalación eléctrica de incandescencia, sonorización, espectáculos diversos en escenarios con graderíos, urbanización con jardines sobre la cueva que se abonan, cafetería y demás servicios destinados a la explotación turística, careciendo de cualquier instalación cultural divulgativa del contenido his-

tórico de la cueva y su entorno. El resultado: males verde y blanco extendidos, pérdidas de saturación del color, descamaciones etc. El caso de Higerón sólo difiere en que su explotación es privada.

En una situación diferente se encuentran las cuevas clasificadas en la columna 5 del listado adjunto, cuyo régimen es el de apertura atenuada. Su exclusión de la oferta al gran público y la existencia de un guarda oficial, asociaciones o personal investigador que velan por ellas y controlan la visita, hace que los problemas sean mucho menores. Resulta positivo que grandes sitios como Altxerri o Ekain hayan quedado incluidos en éste régimen, con medias respectivas de 350 y 10 visitantes al año. En el caso concreto de Ekain, la visita tiene un curioso límite por edad: para mayores de 18 años, con lo que se pretende evitar la rutinaria presión de centros docentes de Primera y Segunda Enseñanza, como ocurre en Santimamiñe. Medida que puede suscitar algún comentario, pero que es fiel reflejo de cómo la iniciativa puede servir de las cuevas decoradas para montar los puntos fijos de un circuito turístico o recreativo-educativo; incluso escolar-religioso: algunas misas se celebraron ante el Muro de los Grabados de La Peña de Candamo a principios de los sesenta.

Mucho más restringidas al gran público están las cuevas y abrigos de la columna 6. Su condición de "menores" las ha privado, por lo general, de accesos y acondicionamientos, pero también son conocidas. Sus problemas principales son el control y la vigilancia, a veces dificultadas por los propietarios de los terrenos en que se ubican (San Antonio, El Juyo, El Cuco). Por Comunidades, llama la atención que el 34% de los sitios cántabros se encuentren en la situación 6.

2.—*La iluminación y los acondicionamientos*

El problema se circunscribe a los sitios abiertos para el gran público, pues, por lo común, la visita de los restantes se hace con linternas eléctricas.

¿Deberían sustituirse las lámparas de petróleo a presión que se utilizan en La Pileta? Aunque la cueva se abre en un sistema espacioso y comunicado, parecería lo más conveniente. Para el resto, la norma es la ausencia de criterios en la fijación y la elección del tipo de luminaria. Sólo cabría decir que existe la tendencia de sustituir las lámparas de incandescencia por otras frías, pero ambas siguen coexistiendo, como en El Castillo o Tito Bustillo. Tampoco se ha estudiado suficientemente qué longitudes de onda serían las más convenientes, lo que se traduciría en un criterio a la hora de elegir las luminarias. ¿Qué tipo de luminaria debe instalarse?

Las características de la oferta de estos sitios hacen difícil la eliminación de las luces de balizamiento. Si han de seguir, deberían ser móviles para cambiarlas de posición según la evolución de la pared o suelo. Pero ante los paneles decorados: ¿iluminación fija directa, o indirecta reflejada, sólo en un razonable tiempo de contemplación?, ¿iluminación con linternas portátiles?

El establecimiento de criterios con respecto a la iluminación en este tipo de sitios es algo pendiente; la consecuencia sería una normativa que evitaría tener que corregir, ya desde la fase de proyecto, la instalación de 5.000 w. de luz de incandescencia ante el panel principal de El Pindal y a unos 80 cm. de distancia del mismo, con el bien intencionado propósito de conseguir una temperatura de color que hiciera más próxima a la realidad la percepción de los cromatismos.

¿Sobre qué criterios reposa el proyecto de electrificación de Maltravieso?

Tampoco es ocioso volver a insistir en la necesidad del control por parte de las personas adecuadas de las nuevas instalaciones y de la modificación o supresión de las antiguas. En La Pasiega C, algunos grabados fueron tapados por cemento y, en El Castillo, obras muy recientes, tanto para la modificación de los camuflajes del anterior tendido eléctrico, la instalación de otro nuevo o la modificación de los deambulatorios, trajeron consigo actuaciones, incluso con movimiento de tierras, sin control arqueológico alguno. Lo mismo ha ocurrido con los importantes acondicionamientos interiores recientemente efectuados en Trinidad de Ardales. En el mejor de los casos, es posible que no se produjeran daños o se perdiera información, pero no parece que situaciones de hecho como ésta satisfagan el procedente diálogo entre las partes implicadas por el imperativo de la salvaguarda de los valores del Patrimonio.

3.—*Los efectos de la visita*

No hay que insistir en que son factores de degradación las modificaciones de los espacios internos producidas por las obras de acondicionamiento, la diseminación del aeroplacton por los visitantes, sus aportes de dióxido de carbono y la iluminación. Como se ha dicho, la prevención se ha reducido a actuar en mayor o menor medida sobre el régimen de visita y la iluminación; el control se reduce a observaciones visuales no sistemáticas. Salvo para los casos de La Peña de Candamo, Altamira y Nerja, no hay instalado ningún equipo de medida de los parámetros microambientales que nos permita expresar fiablemente la intensidad y duración de las variaciones; en suma, no pode-

mos describir el perfil anual de las cuevas, básico para conocer su evolución, predecir y actuar.

Esos equipos están instalados en sitios cuya evolución había alcanzado los límites del escándalo, y resulta llamativo que no se hayan emplazado también en el resto de los grandes nombres del arte rupestre paleolítico. Ciertamente, aunque no menores, no son insalvables las dificultades económicas, asistenciales y de coordinación con los expertos. ¿Deberían instalarse en los otros sitios abiertos al gran público? ¿Acaso también, si no en todos, sí en los más importantes de entre los que tienen apertura atenuada? Entre ellos están La Pasiega u otros sitios casi vírgenes como Ekain. Los cambios de voluntad pueden producirse y sería muy positivo conocer su perfil antes de que empezaran a actuar los mecanismos de degradación. En ese perfil se fundamentaría la mejor de las defensas. Propuesta, ésta, quizá algo ideal, pero que convendría considerar.

4.—*¿Hay que abrir más cuevas?*

Tan imperativo de un Bien Patrimonial es su disfrute como su conservación. Vista la experiencia de los últimos años, la situación geográfica de los abiertos al gran público, la razonable facilidad con que pueden ser visitados los de régimen atenuado y el contenido figurativo de ambos, tanto estilístico como cronológico, parece que la respuesta sería negativa. Hay suficientes cuevas abiertas para satisfacer la deuda social; hay que vigilar su conservación y no hay que exponer a las demás.

LOS ESTUDIOS SOBRE LA ALTERACION Y LA CONSERVACION. OTRAS MEDIDAS PREVENTIVAS

La situación heredada del pasado y la escasa política preventiva actual explican que los estudios con protocolo definido hayan quedado reducidos a Altamira, Nerja y San Román de Candamo. Tales estudios, junto con los llevados a cabo por los colegas franceses, constituirán el punto focal de la Mesa Redonda.

Pero otras medidas preventivas, que corresponden directamente a la Administración, han de ser acometidas. No basta con cerrar una cueva cuando su umbral de equilibrio interno ha saltado, pues las causas pueden deberse no sólo al impacto de la visita y sus condiciones, sino también a modificaciones que han podido producirse en el área de infiltración, directamente ligada al espacio exterior inmediato y mediato. Hoy sabemos que dicha área es la responsable de la mayor parte de los intercambios y de las posibilidades de regulación de los espacios subterráneos.

Toda modificación importante en el exterior repercutirá antes o después en la temperatura, dióxido de carbono, tensión del vapor de agua, condensación, desecación etc., que se sumarán a las variaciones producidas por efecto de la visita. Hay que delimitar, pues, un entorno y un área de influencia a la que aplicar una normativa que tenga en cuenta la vigilancia de incendios, los cambios drásticos en la cobertura vegetal autóctona por roturaciones, nuevos cultivos, repoblaciones con especies agresivas, la edificabilidad, los vertidos etc. La zona más crítica es la del impluvio por encima de la cueva hasta la divisoria de aguas.

La Ley de Patrimonio Histórico Español, al introducir la noción de lugar cuando trata del arte rupestre, al señalar que un inmueble declarado Bien de Interés Cultural es inseparable de su entorno y al prohibir toda obra interior o exterior que afecte al todo o las partes, proporciona un buen instrumento protector y preventivo. Concretamente, en su artículo 17 señala que "...deberán considerarse sus relaciones con el área territorial a que pertenece, así como a la protección de los accidentes geográficos y parajes naturales que conforman su entorno". El control del espacio natural no viene propiciado tanto por sus propios valores como por su relación con el Bien Patrimonial que circunscribe.

Son excepción las Comunidades Autónomas que están delimitando y definiendo los diferentes grados de protección para los entornos y áreas de influencia de sus Bienes de Interés Cultural. Sería conveniente hacer un serio esfuerzo en esa línea por más que los propietarios y usuarios de la superficie quedaran sorprendidos y contrariados por la previsión legal y que el éxito no estuviera siempre asegurado.

El A. agradece a los participantes españoles, a R. de Balbín, M.^a S. Corchón, M. S. Hernández y J. L. Sanchidrián los datos que han servido para la clasificación de las cuevas en el listado adjunto y otros referentes a su conservación y circunstancias acaecidas, que se incluyen en el texto.

CUEVAS Y ABRIGOS CON ARTE PARIETAL PALEOLÍTICO. SITUACION ACTUAL

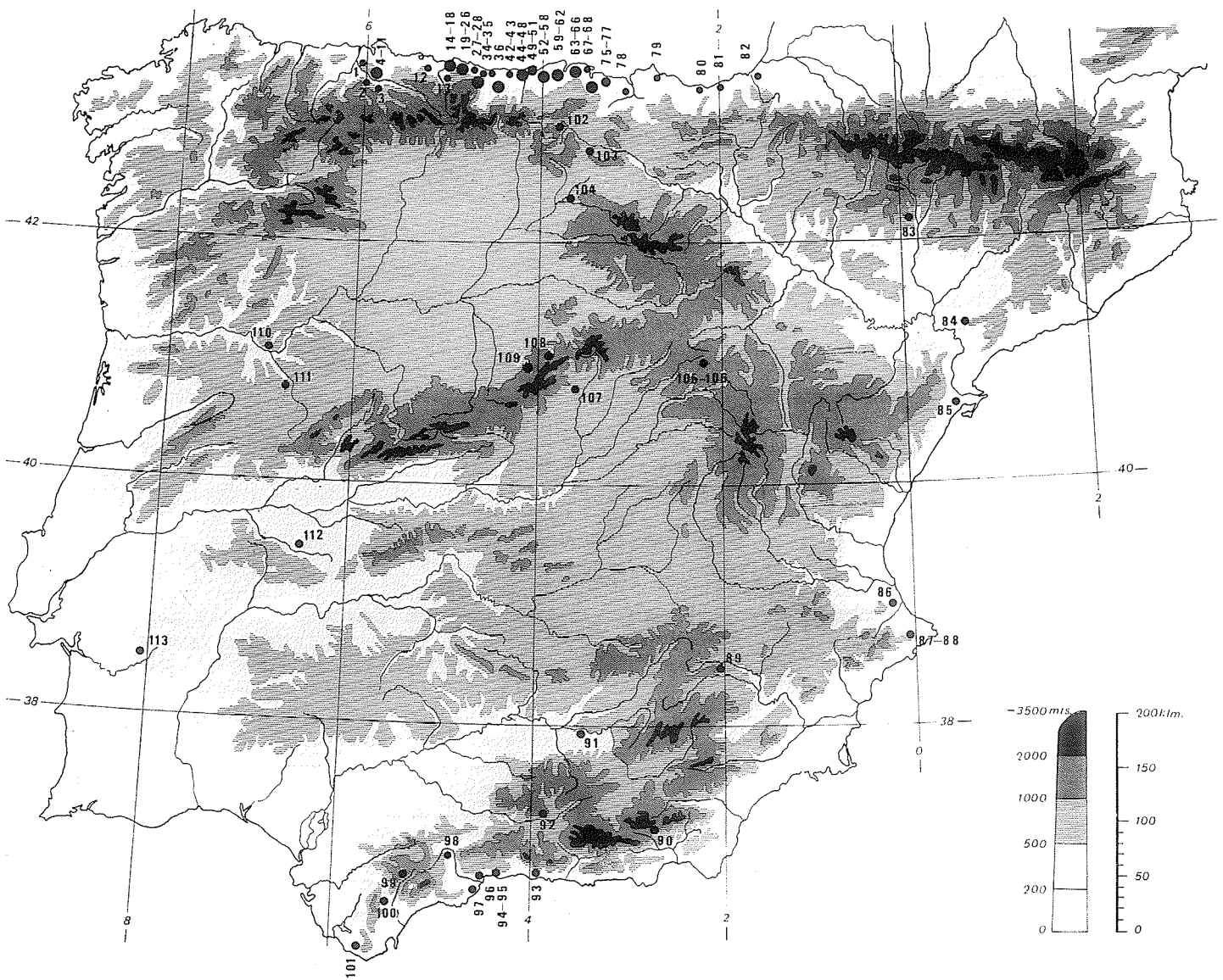
- 1: Sitios cerrados mediante puertas o verjas.
- 2: Sitios abiertos.
- 3: Sitios dotados de iluminación eléctrica para ambiente, caminos y, según casos, paneles con arte.
- 4: Sitios abiertos al gran público: visita organizada con guías, horario y condiciones prefijadas.
- 5: Sitios que pueden visitarse poniéndose en contacto con un guarda oficial que controla una o varias cuevas, o

bien con una entidad pública que facilitará una visita siempre acompañada por un responsable.

- 6: Sitios cuya visita puede realizarse obteniendo la llave de las personas o entidades que son depositarios de ellas, sin que existan claras medidas de control.

	1	2	3	4	5	6
1.—La Peña de Candamo	X		X	(clausurada)		
2.—El Conde	X				X	
3.—Entrefoces	X				X	
4.—Godulfo		X				
5.—Las Mestas	X					X
6.—La Lluera I	X				X	
7.—La Lluera II	X				X	
8.—Las Caldas	X				X	
9.—Entecueves	X				X	
10.—Los Murciélagos		X				
11.—La Viña	X				X	
12.—El Sidrón		X				
13.—El Buxu	X		X	X		
14.—Tito Bustillo	X		X	X		
15.—La Lloseta	X				X	
16.—La Cuevona	X			X		
17.—Les Pedroses	X		X		X	
18.—San Antonio	X					X
19.—Samoreli		X				
20.—Coberizas		X				
21.—Cueto de la Mina	X				X	
22.—La Riera	X				X	
23.—Tres Calabres	X				X	
24.—El Tebellín		X				
25.—Balmori	X				X	
26.—Quintanal	X				X	
27.—El Covarón		X				
28.—Las Herrerías	X				X	
29.—Los Canes	X				X	
30.—Traúno		X				
31.—Coimbre o Las Brujas	X				X	
32.—Llonín	X				X	
33.—La Loja	X				X	
34.—Mazaculos II	X				X	
35.—El Pindal	X		X	X		

36.—La Fuente del Salín	X		X	78.—Arenaza	X			X
37.—El Porquerizo		X		79.—Santimamiñe	X	X	X	
38.—Traslacueva		X		80.—Ekain	X			
39.—Chufin	X		X	81.—Altzerri	X			X
40.—Micolón	X		X	82.—Alquerdi	X			X
41.—Los Marranos	X		X	83.—Fuente del Trucho	X			X
42.—La Meaza	X		X	84.—La Taverna		X		
43.—Las Aguas	X		X	85.—Moleta de Cartagena	(panel destruido)			
44.—Altamira	X	X (especial)		86.—Parpalló (sólo arte mobiliario)				
45.—El Linar	X		X	87.—Fosca	X			X
46.—El Perro	X		X	88.—Reinós	X			X
47.—La Clotilde	X		X	89.—El Niño	X			X
48.—La Estación	X		X	90.—Piedras Blancas		X (sitio de superficie)		
49.—Las Brujas		X		91.—El Morrón		X		
50.—La Pila	(dinamitada)			92.—Malalmuerzo	X			X
51.—Cudón	X		X	93.—Nerja	X	X	X	
52.—El Castillo	X	X	X	94.—La Victoria		X		
53.—Las Monedas	X	X	X	95.—El Higuerón (La Cala, Tesoro) ...	X	X	X	
54.—Las Chimeneas	X		X	96.—Navarro		X		
55.—La Pasiega	X	X (apagada)	X	97.—El Toro		X		
56.—La Flecha	X		X	98.—Doña Trinidad de Ardales	X			X
57.—Hornos de La Peña	X		X	99.—La Pileta	X		X	
58.—Somovilla	X		X	100.—La Paloma I		X		
59.—El Pendo	X		X	101.—Cueva Palomera (Ojo Guareña) ...	X			X
60.—Santián	X		X	102.—Penches	X			X
61.—El Juyo	X		X	103.—Atapuerca (Cueva Mayor)	X			X
62.—Salitre		X		104.—La Hoz	X			X
63.—El Otero	X		X	105.—Los Casares	X			X
64.—Los Emboscados	X			106.—El Reguerillo	X			X
65.—El Patatal	X			107.—La Griega	X			X
66.—Cobrantes	X			108.—Domingo García		X (Sitio de superficie)		
67.—San Carlos	X			109.—Mazouco		X	"	"
68.—Peña del Perro	X		X	110.—Siega Verde		X	"	"
69.—Covalanas	X	X		111.—Maltravieso	X		X	
70.—La Haza	X		X	112.—Escoural	X			X
71.—La Cullalvera	X			113.—La Motilla		X		
72.—Sotarriza	X							
73.—Covanegra	X			Asturias: 1 a 35				
74.—Venta Laperra	X		X	Cantabria: 36 a 73 y 75 a 77				
75.—El Cuco	X		X	País Vasco: 74 y 78 a 81				
76.—La Lastrilla	X			Navarra: 82				
77.—La Hoz	X		X	Aragón: 83				
				Cataluña: 84 y 85				
				País Valenciano: 86 a 88				
				Castilla-La Mancha: 89, 104 y 105				
				Andalucía: 90 a 100 y 113				
				Castilla y León: 101 a 103, 107, 108 y 110				
				Extremadura: 111				
				PORTUGAL: 109 y 112				



LA SITUATION ACTUELLE. PROTECTION ET CONSERVATION

Document de travail pour la discussion de la Table

J. Clottes*

LE LEGS DE L'HISTOIRE

En France comme ailleurs cette situation résulte des avatars subis par les grottes et abris au cours d'une longue histoire, où n'ont manqué ni les agressions de la Nature ni celles des hommes. Les sites dont nous avons la charge, sauf rarissimes exceptions (découvertes les plus récentes, comme Fontanet, le Réseau Clastres ou Erberua; conditions exceptionnelles de conservation, comme les Cavernes du Volp), sont très loin d'être intacts. De nombreuses oeuvres ont été anciennement altérées par des coulées d'eau (Niaux), recouvertes par la calcite, abîmées ou détruites par le vandalisme. Des aménagements irréversibles ont bouleversé de fond en comble les conditions climatiques dans la plupart des cavités ouvertes au public: creusement de tunnels (Niaux, Cougnac), percement des éboulis d'entrée (Lascaux), abaissement des sols (Niaux, Pech-Merle), etc. C'est cette situation que nous devons gérer.

L'ACCÈS DU PUBLIC

Un certain nombre de grottes sont ouvertes au public, parfois depuis des décennies. C'est une situation de fait. Actuellement, 25 grottes ornées sur 145 environ, soit 17% des grottes françaises, sont accessibles à tous et voient défile de nombreux touristes.

La question a été souvent posée de la fermeture totale des grottes pour en assurer une meilleure conservation. Cette mesure susciterait de gros problèmes économiques et politiques, sans parler des problèmes moraux (accès à la connaissance de milliers d'amateurs). En outre, elle susciterait des frustrations très vives, génératrices d'actes irraisonnés et destructeurs, et le problème de la conservation se trouverait alors déplacé, de la défense du biotope à la lutte contre le vandalisme.

Les solutions drastiques de ce type (Lascaux, Altamira) ne peuvent être prises qu'au coup par coup, en fonction de situations particulières. A l'inverse, l'ouverture au public de cavités anciennement connues ou nouvellement découvertes n'est généralement pas souhaitable, car le nombre de grottes déjà ouvertes paraît très suffisant pour satisfaire toutes les curiosités.

II a: LES MESURES PRATIQUES

Ces mesures sont très pragmatiques et adaptées aux cas particuliers, en fonction de quelques principes de base le

plus souvent fondés sur le bon sens que sur des études préalables.

Protection physique des cavités:

La plupart des cavités se trouvent dans des lieux retirés. La notoriété toujours plus grande de l'art pariétal les expose à des curiosités intempestives et à des actes de vandalisme délibérés (graffiti) ou inconscients (piétinements des sols, noircissement des parois avec des lampes à carbure, etc...).

La première des protections est la fermeture par des portes ou des grilles solides. Presque toutes les grottes ornées sont ainsi fermées, en tout (à l'entrée) ou en partie (clôture des seules galeries ornées dans certaines vastes cavernes: les Eglises). Il est des exceptions quand une grotte est hyperfréquentée par des amateurs de sports souterrains (Cuzoul des Brasconies, Lot): dans ce cas, les fermetures sont constamment fracturées et impossibles à conserver. Faut-il, dans une grotte laissée ouverte, baliser et signaler les panneaux ornés pour éviter un vandalisme inconscient? Faut-il au contraire ne pas les signaler pour ne pas les exposer à des actes stupides de destruction (Mayrière supérieure, T. & G.)?

Depuis 1982, dans chacune des quatre régions où l'art paléolithique est majoritairement représenté (Aquitaine, Midi-Pyrénées, Rhône-Alpes, Languedoc-Roussillon), a été créé un poste de gardien itinérant (Ministère de la Culture). Ces personnes font des tournées régulières des grottes ornées, signalent (et éventuellement réparent...) les fermetures cassées, assurent une surveillance, et à l'occasion font visiter les grottes isolées à des spécialistes ou à des amateurs. Leur rôle est précieux, car avant la création de ce corps de guides, si insuffisant soit-il numériquement, des grottes aux grilles fracturées restaient ouvertes pendant des mois sinon des années.

Certaines grottes, cependant, sont impossibles à protéger efficacement, car elles sont trop isolées, et l'on sait que les difficultés d'accès ne rebutent pas, au contraire, les visiteurs indésirables. Dans certains cas extrêmes, lorsque la grotte a été aussi bien étudiée qu'il est possible, ne conviendrait-il pas de la "geler", c'est-à-dire de fermer hermétiquement son entrée de sorte que *personne* ne puisse plus y pénétrer? Si, au bout de 10 ou 20 ans, les progrès de la science rendaient nécessaires de nouvelles études, il serait toujours temps alors de la ré-ouvrir, mais elle serait jusque-là protégée. Cette mesure fut proposée, il y a dix ans, pour le Travers de Janoye (Tarn); elle ne fut pas acceptée, afin de respecter la liberté de recherche et de visite; depuis, les sols de cette grotte ornée ont été entièrement dévastés et des représentations ont été abîmées.

* Conservateur Général du Patrimoine. 11, rue Fourcat. 09000 FOIX

Dans les cavités visitées par le public, la protection physique consiste à écarter les visiteurs des parois par des barrières de diverses sortes (métalliques; filets, etc.). L'abaissement des sols est à proscrire, car il change brutalement les conditions de l'environnement.

La protection contre les ruissellements n'existe que dans quelques grottes. Elle fut mise en oeuvre systématiquement dans le Salon Noir de Niaux, à la suite des dégâts survenus en 1978 et 1979. Dans l'impossibilité de contrôler les mécanismes karstiques, elle ne peut être que ponctuelle. Les eaux ont été soit captées par micro-forages en amont des panneaux, soit dérivées par des cordons protecteurs en ciment ou en élastomères, ou encore par de micro-stalagmites en élastomères.

L'éclairage:

Les grottes ouvertes au public sont généralement éclairées à l'électricité. L'inconvénient de ce système est connu: il génère le développement des algues sur les parois. Cette difficulté est tournée, dans une certaine mesure, en restreignant le temps d'éclairage de chaque secteur, grâce à des séries d'interrupteurs. Toutefois, il reste encore indispensable, dans certaines grottes, de procéder à des pulvérisations de produits formolés pour éviter l'extension des algues (Pech-Merle, Font-de-Gaume). Cela ne risque-t-il pas d'être nuisible à long terme?

Dans la grotte de Niaux, la visite se fait au moyen de lampes électriques à main, rechargeables sur batteries, qui ont plusieurs avantages: souplesse et facilité d'utilisation; absence d'effets nocifs sur les parois; respect du cadre naturel souterrain et du sentiment d'une visite aventureuse pour le public.

Les visites:

La plupart des grottes françaises ne sont pas ouvertes au grand public. De nombreux collègues français et étrangers, des étudiants, des amateurs, souhaitent cependant les visiter. Les autorisations sont données au coup par coup, en fonction des conditions de chacune de ces grottes, de leur accessibilité, de leur appartenance. Ces autorisations, selon le cas, sont délivrées par les Directeurs des Antiquités concernés, ou par les propriétaires des grottes. Il s'agit toujours de tout petits groupes, obligatoirement accompagnés par un spécialiste (par exemple, par le gardien officiel des grottes ornées).

Dans les grottes ouvertes au public, le problème majeur est celui du nombre des visiteurs par groupe et du nombre de groupes par jour. L'expérience prouve qu'un groupe supérieur à 20 - 25 personnes est incontrôlable par le guide.

Peu à peu, des règles se sont établies, ou ont été imposées, parfois non sans mal, dans les grottes ornées les plus importantes, donc les plus visitées. A Niaux, les groupes sont limités à 20, ils le sont à 25 à Pech-Merle. Dans d'autres cavités aux dimensions plus restreintes (Les Combarelles), l'effectif est notablement plus réduit.

Le nombre total des visiteurs par jour dépend du volume et des conditions propres de chaque grotte. Il n'existe pas de règle fixe en la matière, et les prescriptions n'ont pas de valeur générale. Elles devraient être édictées après une étude approfondie du climat et de ses variations, comme de l'incidence des visites touristiques, effectuée par des spécialistes. Ce fut le cas à Niaux, où en haute saison 11 groupes par jour seulement sont admis, soit 220 personnes. A Font-de-Gaume, la limite est de 340 personnes (17 groupes). Elle fut arbitrairement fixée à 700 personnes par jour, ce qui paraît encore beaucoup trop, à Pech-Merle, où, au début des années 80, certains jours de pointe venaient affluer jusqu'à 1.100 visiteurs.

L'encadrement de ces groupes constitue également un problème à discuter. A Font-de-Gaume, chaque groupe est encadré par un guide et un "serre-file", alors qu'à Niaux, cavité de dimensions beaucoup plus importantes et donc moins vulnérable, le serre-file n'existe pas. La qualification des guides, très variable d'une cavité à une autre, est également un paramètre qui joue dans le domaine de la conservation.

Les photographies et films:

En règle générale, photographies et films sont formellement interdits dans les grottes ornées. Cette mesure, en vigueur depuis une vingtaine d'années, est officiellement justifiée par les impératifs de la conservation. Or, l'agression lumineuse due aux flashes modernes reste à démontrer, et les progrès techniques en matière de sensibilité de films, surtout en vidéo, permettent maintenant de filmer une paroi ornée avec une source lumineuse très faible et non vulnérante. Il reste les dangers dus à des équipes plus ou moins nombreuses, restant longtemps dans la cavité, avec les risques d'échauffement, de malaises.

La politique actuellement en vigueur en France consiste à limiter au maximum les opérations de prises de vues, surtout cinématographiques, et à fournir aux demandeurs des produits de substitution issus de banques d'images photo et cinématographiques.

Faut-il ou non assouplir les conditions de prises de vues face aux progrès des techniques et à leur moindre vulnérabilité? De façon générale (interdictions ou permissions généralisées) ou particulières (permissions de photographier réservées aux seuls spécialistes)?

II b: LES ÉTUDES EN MATIÈRE DE CONSERVATION

Elles concernent tout autant l'extérieur que l'intérieur des grottes. En effet, les caractéristiques de l'environnement souterrain et leur évolution sont indissociables du contexte hydrogéologique des massifs karstiques et de leur environnement. Les apports d'air et de CO₂, comme l'évolution du champ thermique, sont liés aux mécanismes d'infiltration de l'eau. Ces mécanismes sont influencés par l'évolution des sols et de la végétation, leur modification étant susceptible d'entraîner des répercussions sur la stabilité du milieu souterrain.

Idéalement, pour protéger efficacement une grotte ornée, il conviendrait de connaître et de protéger les terrains qui la surplombent et l'entourent, l'étendue des périmètres de protection variant en fonction de la nature et de la morphologie de ces terrains. Cela devrait impliquer des interdictions de déboisement ou de labours profonds, de constructibilité, et plus généralement de toute activité pouvant perturber le sol et le sous-sol.

En fait, nous sommes loin de ces conditions idéales, et seul l'environnement de quelques grottes (Niaux, Lascaux, Font-de-Gaume, les Trois-Frères et le Tuc d'Audoubert, etc.) fait l'objet de mesures de protection satisfaisantes. Beaucoup reste à faire dans ce domaine: par exemple, dans la prévention des incendies qui risquent de provoquer une destruction immédiate du couvert végétal et une altération rapide des sols. L'écologie des grottes ornées majeures devrait être systématiquement étudiée.

L'évolution des climats souterrains ne peut l'être que sur de longues périodes. En France, le Laboratoire Souterrain du C.N.R.S. (Mouliis, Ariège) a mené et mène de telles études dans les grottes de Niaux et de Pech-Merle. Le Labo-

ratoire de Recherches des Monuments Historiques (Champs-sur-Marne) travaille également sur divers biotopes souterrains, dont celui de Lascaux, et surveille l'ensemble des cavités classées.

De multiples paramètres sont enregistrés en continu et les données recueillies nécessitent souvent un traitement informatique. Ce travail de longue haleine permet d'identifier et de quantifier les paramètres fondamentaux de l'environnement souterrain, de mieux cerner les notions de régulation et de déstabilisation concernant le pouvoir conservateur de grottes face à des phénomènes d'altérations chroniques, insidieuses et peu visibles mais qui peuvent se développer sur de longues périodes de temps et avoir des effets catastrophiques sur le long terme.

Une question fondamentale demeure, pour l'instant, sans réponse satisfaisante. Il s'agit de la façon dont les mécanismes intrinsèques de l'altération interviennent lors de la dégradation des oeuvres pariétales, au moment où les possibilités de régulation sont détériorées.

Beaucoup reste à faire dans ce domaine, d'autant que la technologie mise en oeuvre est élaborée, ce qui limite obligatoirement le nombre des cavités sous études. Les autres sont visitées à intervalles plus ou moins réguliers, mais ne font pas l'objet d'études suivies et approfondies. A de rares exceptions près, ce type de recherche n'intervient qu'après que des altérations (Niaux, Lascaux) ou de graves menaces (Pech-Merle) aient été signalées. Or, un véritable bilan de santé est indispensable pour chaque site, afin de prévenir plutôt que d'avoir à guérir.

Texte rédigé d'après les contributions fournies par les divers participants français.

IMPORTANCIA DE LA VENTILACION NATURAL EN LA CONSERVACION DE LAS PINTURAS PREHISTORICAS DE RECINTOS HIPOGEOS. TIEMPOS DE RECUPERACION.

Eugenio Villar García, P. L. Fernández, I. Gutiérrez, L. S. Quindós, J. Soto*

La ventilación de un recinto hipogeo que contiene pinturas rupestres, es un agente importante para la conservación de las mismas, ya que de ella dependen la mayor parte de los factores que influyen en los procesos de deterioro de las pinturas. Esto ocurre con la concentración del dióxido de carbono, con la humedad relativa y también con la temperatura ambiente del recinto. Precisamente las variaciones que experimentan estos factores constituyen unos indicadores naturales de la intensidad de la ventilación. Por ejemplo, si el aire de la cueva fuera estanco, su temperatura Θ_a sería la misma que la de las rocas, Θ_r , que lo encierran, por ello las diferencias de temperatura, $\Theta_a - \Theta_r$, constituyen un índice cualitativo de la intensidad de la ventilación a que está sometido el recinto. Así las pequeñas diferencias de temperatura media mensual entre la roca y el aire del interior de la Sala de Polícromos de la Cueva de Altamira¹, que se observan en la figura 1, es un índice de la escasa ventilación de esta cueva. En cambio, la figura 2 muestra la intensa ventilación a que está sometido un abrigo prácticamente a la interperie², observándose como entre las 11 y las 15 horas, estas diferencias aumentan, como consecuencia de los movimientos verticales de aire, típicos del mediodía.

Para realizar evaluaciones cuantitativas de la intensidad de la ventilación de recintos más o menos cerrados, puede utilizarse una técnica basada en medidas precisas de la concentración del gas radiactivo Radón-222, en el aire que contienen^{3, 4}. Este gas es uno de los elementos radiactivos de la cadena de desintegración del Uranio²³⁸, isótopo que se encuentra como componente de todo tipo de rocas, en proporciones diferentes. El contenido de U²³⁸ en granitos es del orden de 4,7 ppm y en rocas calizas, de 3,7 ppm. El gas Rn²²², de 3,8 días de vida media, escapa del interior de las rocas, por grietas y fisuras, hasta alcanzar la superficie de las mismas y se libera en la atmósfera, de la que no desaparece mas que por desintegración, ya que se trata de un gas noble de carácter inerte. Puede decirse que, por término medio, la exhalación de este gas por la superficie terrestre es del orden de un átomo por segundo y por cm.², y basta un espesor de roca igual o superior a los tres metros para que la exhalación tenga ese valor.

Entonces, en una cavidad hipogea, si el aire estuviese estanco, se establecería un equilibrio, dependiente de la superficie interior del recinto, entre el número de átomos de Rn²²², exhalados por unidad de tiempo por las superficies rocosas, y el número de átomos que por unidad de tiem-

po se desintegran en la cavidad, de modo que la concentración del gas radón en esa atmósfera permanecería constante. Estas concentraciones llegan a veces a ser cien veces superiores a las que se presentan en el exterior, en la atmósfera libre, que en general es del orden de 0,6 g/m³. Es evidente que si el aire del recinto se va renovando, debido a un intercambio de aire con el exterior, la concentración de radón en la cavidad disminuye, por lo tanto medidas precisas de esta concentración a lo largo del tiempo permiten medir la ventilación del recinto.

Si un recinto hipogeo de volumen V m³ y superficie interior S m², presenta un flujo neto de E átomos de Rn²²² por unidad de tiempo y unidad de superficie, la concentración de átomos de este gas radiactivo en el recinto iría aumentando a razón de E.S/V átomos por unidad de tiempo. Ahora bien, como estos átomos se desintegran proporcionalmente a la concentración C existente, según la ley $\lambda \cdot C$, donde λ es la constante radiactiva del radón, la variación que experimentaría la concentración C en la unidad de tiempo sería E.S/V - $\lambda \cdot C$. Si ahora tenemos en cuenta que además el aire se renueva a Q m³ por unidad de tiempo, $Q(C - C_{ext})/V$, representa la velocidad con que se va modificando la concentración de este gas debido a la ventilación natural, originada por el intercambio convectivo entre el recinto y el aire del exterior, donde existe una concentración de radón C_{ext}. Resulta así que la variación que experimenta la concentración de átomos de radón por unidad de tiempo en el recinto podemos expresarla por:

$$dC/dt = E.S/V - \lambda \cdot C - Q(C - C_{ext})/V \quad (1)$$

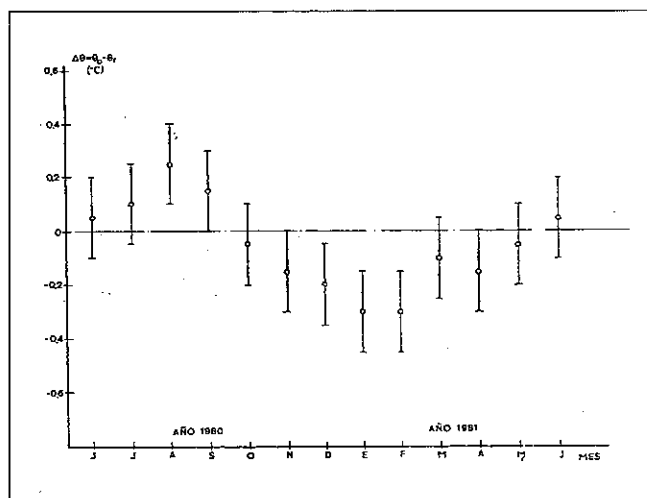


Figura 1

* Departamento de Física Aplicada. Facultad de Ciencias. Universidad. 39005 Santander.

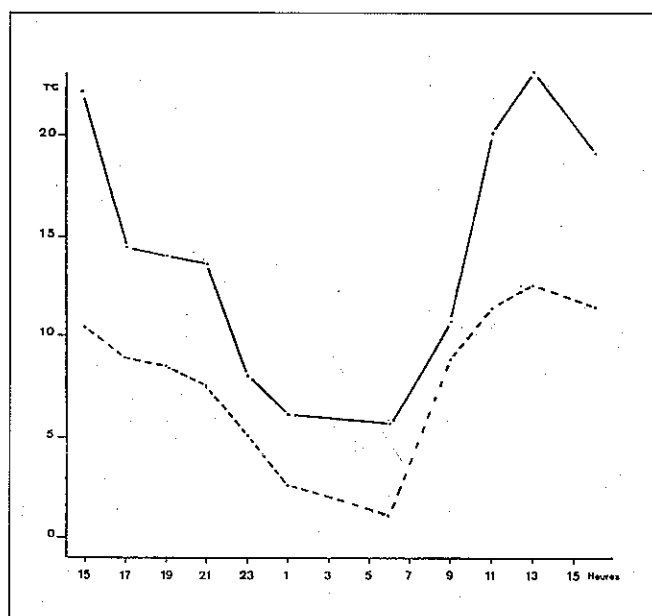


Figura 2

Cuando se alcanza el equilibrio, es decir, cuando la producción de gas radón iguala a la pérdida de este gas debida a la desintegración y a la ventilación, la concentración C permanece constante en el tiempo, por lo que podemos escribir: $E.S/V = \lambda .C + Q(C - C_{ext})/V$ (2).

A lo largo de un año, como la temperatura del espacio exterior presenta oscilaciones estacionales, llega un momento en el que la corriente convectiva de aire que se establece con el exterior, cambia de sentido, por lo que durante un periodo pequeño de tiempo el aire permanece estanco, la ventilación Q es nula y la concentración de radón es máxima, lo que permite escribir:

$$E.S/V = \lambda .C_{m\acute{a}x} \quad (3)$$

Si ahora sustituimos esta condición en (2), se obtiene:

$$Q = \lambda .C.V\{C_{m\acute{a}x} - C/C - C_{ext}\} \quad (4)$$

expresión que permite calcular el volumen de aire que se renueva en el recinto por unidad de tiempo, mediante medidas de las correspondientes concentraciones del gas radiactivo Rn^{222} .

Para medir estas concentraciones de radón se toman muestras de aire mediante células de centelleo de volumen conocido, que se acoplan a un contador. Este sistema se calibra previamente mediante una fuente radiactiva de actividad conocida. En primer lugar, se hace el vacío en la célula y se mide el ruido de fondo. Hecho esto, se lleva al lugar que interese y se abre la espita de la célula, por lo que se llena de aire, e inmediatamente después se procede a la medida del número de cuentas.

En el caso de la Sala de Polícromos de la cueva de Altamira, la ventilación tiene lugar al intercambiarse el aire entre esta Sala y el Hall, por lo que las medidas de la concentración de Rn^{222} se realizaron en ambas salas, así es que en la expresión (4), en lugar de utilizar C_{ext} , se tomaron los valores de la concentración C_{Hall} . En la Tabla I se muestran los valores medios mensuales de estas concentraciones en pCi/l. Se observa que es en el mes de Mayo cuando el valor medio de la concentración del Rn^{222} en la Sala de Polícromos es máxima, ya que es en esta época cuando se invierte el sentido de la corriente convectiva, y el aire llega a hacerse estanco, y durante este mes el valor máximo encontrado fue de 196 pCi/l, que hemos tomado como $C_{m\acute{a}x}$. Con estos datos se ha construido la Tabla II, en la que figuran los valores de Q , en $m^3/hora$. Los resultados obtenidos son coherentes con las variaciones de velocidad del proceso convectivo. En efecto, en la figura 3 se muestra mediante una línea de trazos los valores medios mensuales de la intensidad Q de la ventilación, y mediante trazo continuo las diferencias entre las temperaturas medias mensuales de la Sala de Pinturas y del Hall de la Cueva (para diferentes años), diferencias de las que depende la intensidad de los fenómenos de convección. Esta figura permite comprobar la coherencia de los resultados.

TABLA I

Medidas de la concentración de Rn^{222} en la Cueva, en pCi/l

Mes	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost.
Hall	47±3	149±8	162±8	159±9	43±4	6,3±0,8	13,5±1
Sala	76±4	159±8	171±9	185±12	67±5	27 ±3	37 ±5

Mes	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Enero
Hall	16±1,7	37±5	117±7	173±9	177±9
Sala	38±5	58±4	143±8	180±11	181±9

TABLA II
Ventilación de la Sala de Polícromos

Mes	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Q (m. ³ h ⁻¹)	10,3	9,2	6,9	1,05	13,4	20,3
Mes	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Enero
Q (m. ³ h ⁻¹)	16,9	17,9	16,4	5,1	5,7	9,3

TABLA III

Datos más significativos para el estudio de la influencia de los visitantes en la humedad de la Sala

Mes	VALORES MEDIOS MENSUALES			
	H ₀ (%)	H _s - H ₀ (g m ⁻³)	Q (m ³ h ⁻¹)	φ máx (gh ⁻¹)
Enero ...	97,4	0,56	9,3	11,625
Febrero ..	96,9	0,62	10,3	12,051
Marzo ...	97,8	0,42	9,2	9,936
Abril	97,7	0,46	6,9	3,933
Mayo	98,2	0,26	1,05	0,378
Junio	98,6	0,14	13,4	3,752
Julio	98,9	0,05	20,3	0,0
Agosto ..	99,2	-0,09	16,9	0,0
Sept.	98,6	0,01	17,9	0,0
Octubre ..	98,8	0,20	16,4	6,560
Nov.	98,1	0,36	5,1	3,672
Dic.	97,1	0,53	5,7	3,591

En la Sala de Polícromos hemos comprobado que el flujo de agua es prácticamente constante, no apreciándose diferencias entre las distintas estaciones, lo que conduce a que el aporte de anhídrido carbónico también es constante⁵. Esto quiere decir que las variaciones de concentración del CO₂ en la atmósfera de la Sala dependen exclusivamente de la ventilación. Este hecho se pone de manifiesto en la figura 4, donde puede apreciarse como la concentración de este gas es mínima cuando la ventilación es máxima y viceversa⁶.

La determinación de la magnitud de la ventilación natural en una sala hipogea con pinturas prehistóricas, sometida a visitas turísticas, es esencial en los estudios de conservación. En efecto, una persona elimina vapor de agua a razón del 7% de su peso, por hora (2/3 en la respiración y 1/3 por transpiración cutánea), y unos 17 litros de CO₂, por hora. Supongamos que la sala se halla en condiciones de equilibrio, tales que las pinturas no sufren

deterioro. Cuando un grupo de personas visitan la sala, permaneciendo en ella un cierto tiempo, se modifican la humedad relativa y el contenido de gas carbónico del recinto. Una vez acabada la serie diaria de visitas de grupos sucesivos, cuando ha salido el último visitante, las condiciones ambientales de la sala han quedado alteradas, y si la ventilación natural de la cueva no es lo suficientemente intensa para que el recinto recupere las condiciones iniciales antes de comenzar las visitas del día siguiente, se parte de un aumento remanente de estos parámetros, de modo que el efecto es acumulativo. Solamente un conocimiento preciso de la intensidad de la ventilación puede conducir a determinar el número de visitantes y el tiempo de permanencia para que el tiempo de recuperación de las condiciones iniciales sea inferior al intervalo de tiempo que transcurre entre dos series de visitas.

En el caso de Altamira⁷, considerando que la variación natural de los parámetros ambientales de la Sala de Polícromos es muy lenta, pueden tomarse, como valores iniciales de la humedad, de la temperatura y de la concentración de anhídrido carbónico, los valores medios mensuales H₀, T₀ y C₀, con gran aproximación. Se ha aceptado este criterio porque estos parámetros siguen leyes periódicas que se rigen exclusivamente, por las oscilaciones estacionales. Por otra parte, dadas las pequeñas dimensiones de la Sala, de tan solo 326 m.³ de volumen y 450 m² de superficie interior, resulta extraordinariamente sensible a los efectos producidos por la presencia de visitantes en su interior, que modifican casi de modo inmediato los parámetros que determinan el equilibrio de este ecosistema.

En relación a las modificaciones que experimenta la humedad absoluta H, en g/m³, se ha tenido en cuenta que el deterioro de las pinturas por efecto de la emisión de vapor de agua por los visitantes se debe fundamentalmente a la condensación del vapor de agua en el techo de la Sala, por lo que el tiempo de permanencia de los visitantes no debe superar al que se necesita para alcanzar la humedad saturante H_s a la temperatura del techo. Esto se debe a que la condensación supone diluir la concentración iónica de las aguas que permanentemente bañan el techo policromado, lo que supone disminuir el índice de saturación, con la consiguiente probabilidad de que estas aguas incrustantes se conviertan en agresivas y comiencen a disolver el carbonato cálcico, componente principal de la roca soporte de las pinturas. Si el déficit de humedad saturante es (H_s - H₀) g/m³, el tiempo necesario para que N personas logren que la humedad ambiental de la Sala alcance la saturación, viene dado por:

$$t_0 = 6,25 (H_s - H_0) / N \text{ horas}$$

Si designamos por Φ a la producción de vapor de agua, en g/hora, debida a la evaporación de techos y paredes, se obtiene para el tiempo de recuperación t_r , necesario para que la humedad recobre el valor inicial a partir del momento en que se alcanza la saturación:

$$t_r = \frac{326 (H_s - H_0)}{Q (H_s - H_0) + \Phi} \ln \{10 (H_s - H_0)\}$$

Como puede observarse, la ventilación es un factor decisivo. En la Tabla III se muestran los valores medios de los datos que interesan. En la Tabla IV, se dan los resultados concernientes al tiempo de permanencia de 6 perso-

nas para lograr que se inicie la condensación. La Tabla V, muestra los tiempos medios necesarios para que la Sala, una vez alcanzada la humedad de saturación, recupere la humedad inicial. De esta Tabla V se deduce que durante los meses de Abril, Mayo, Noviembre y Diciembre, no debe permitirse que las visitas lleguen a saturar la Sala de humedad, puesto que al día siguiente todavía estaría la Sala saturada y la entrada de cualquier visitante daría lugar a la condensación, fenómeno que hay que evitar a toda costa.

En relación a las variaciones de concentración del CO_2 en la Sala de Altamira⁸, tomando para la exhalación de este gas por los visitantes, el antes indicado, se llega a la conclusión de que un grupo de 6 personas que permaneciese t horas en la Sala, aumentaría la presión parcial de este gas en:

$$\Delta P \text{ CO}_2 = \frac{6.17.t}{326.000} \cdot 100 = 0,0313.t$$

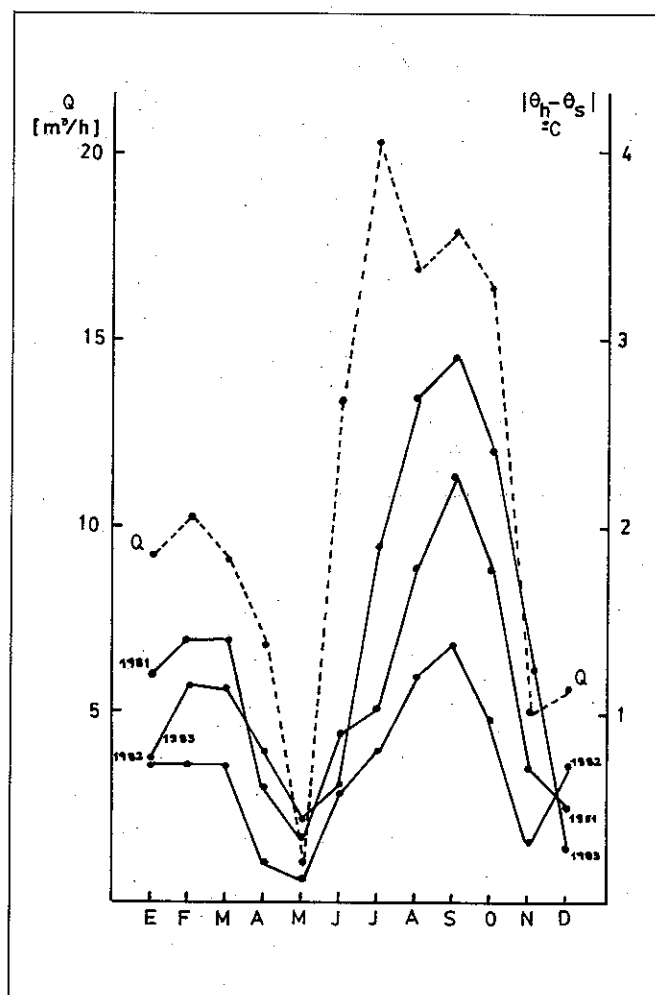


Figura 3

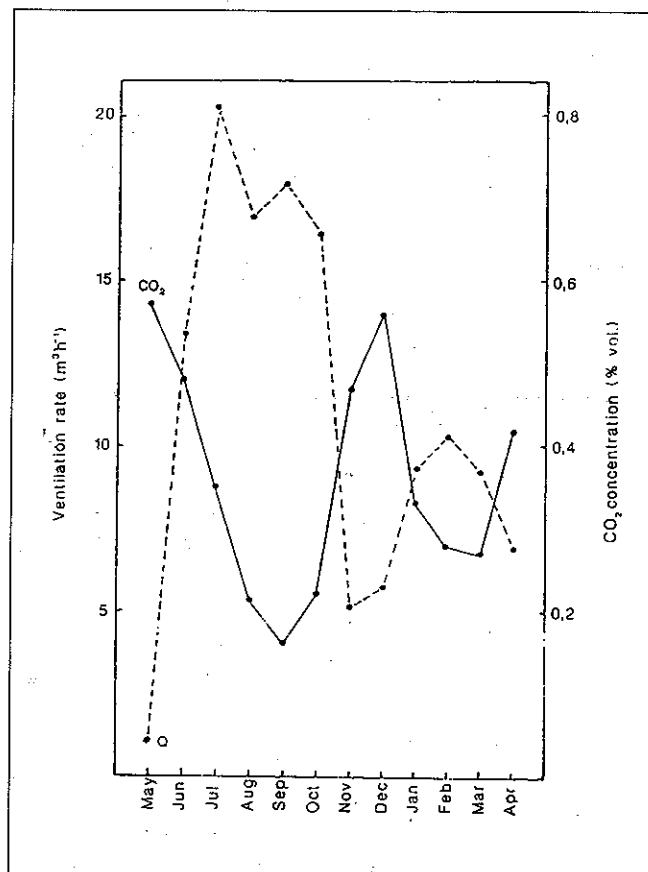


Figura 4

cuando t se expresa en horas. Alcanzada una cierta concentración C_f de este gas al finalizar las visitas de un día, es la ventilación Q la que se encarga de ir reduciendo esta concentración. Planteando un razonamiento análogo al utilizado en el caso de la humedad, se obtiene para el tiempo de recuperación de la concentración inicial, la expresión:

$$t_c = \frac{V (C_{\text{máx}} - C_o)}{Q (C_{\text{máx}} - C_{\text{ext}})} \ln \frac{(C_f - C_o)}{(C_i - C_o)}$$

en donde, C_i y C_f son las concentraciones inicial y final, y $C_{\text{máx}}$ y C_o , son la concentración máxima observada y el valor medio del mes considerado, expresadas todas ellas en % en volumen. Como $C_i = C_o$, se ha tomado para $C_i - C_o = 0,01$, que es el error de medida; para la C_{ext} se ha tomado 0,03 y siendo la concentración máxima medida $C_{\text{máx}} = 0,85$, resulta finalmente:

$$t_c = (397,56/Q)(0,85 - C_o) \ln \{100 (C_f - C_o)\}$$

en donde de nuevo se pone de manifiesto la importancia de la ventilación. En la Tabla VI se muestra el tiempo máximo de permanencia, en minutos, de un grupo de 6 personas para que la Sala de Polícromos de Altamira recupere en 24 horas el valor inicial de la concentración del gas carbónico. En la última columna se expresa el número de grupos de 6 personas que podrían estar contemplando las pinturas durante 10 minutos, si la única causa de deterioro fuese el aumento de la presión parcial del anhídrido carbónico a consecuencia de las visitas.

TABLA IV

Tiempo de permanencia, t_o , de seis personas para lograr que se inicie la condensación; aumento $\Delta\theta_a$ que experimenta la temperatura del aire de la Sala, y humedad relativa final h_f

Mes	t_o (minutos)	Núm. de grupos (10 ^{min} de visita)	$\Delta\theta_a$ (°C)	h_f (%)
Enero.....	36,5	3	0,3	100,0
Febrero....	40,4	4	0,4	99,7
Marzo.....	27,4	2	0,2	99,6
Abril.....	30,0	3	0,3	99,1
Mayo.....	17,0	2	0,2	99,3
Junio.....	9,1	1	0,2	98,5
Julio.....	3,3	0	0,0	98,9
Agosto.....	0,0	0	0,0	99,2
Septiembre..	0,7	0	0,0	98,6
Octubre....	13,0	1	0,2	99,3
Noviembre..	23,5	2	0,2	99,7
Diciembre..	34,6	3	0,3	100,0

TABLA V

Tiempos medios de recuperación τ_H de la humedad de la Sala de Polícromos para los diferentes meses del año

Mes	τ_H (horas)
Enero.....	18,68
Febrero.....	20,00
Marzo.....	14,24
Abril.....	32,20
Mayo.....	124,41
Junio.....	2,73
Julio.....	0,00
Agosto.....	0,00
Septiembre.....	0,00
Octubre.....	4,59
Noviembre.....	27,29
Diciembre.....	43,58

Evidentemente a la hora de establecer un régimen final de visitas, además de tener en cuenta las variaciones de humedad y de CO_2 , hay que considerar el tiempo de recuperación de las temperaturas de la Sala.

La medida de la concentración del gas radiactivo radón presenta también un interés adicional, puesto que las personas que se hallen dentro de un recinto hipogeo están recibiendo una dosis radiactiva que puede no ser despreciable si permanecen largo tiempo, como podría ocurrir con los guías, sobre todo en cuevas poco ventiladas. Así en las Cuevas de Carlsbad, llegaron a medirse 48 pCi/l, cuando en verano la atmósfera de la cueva está prácticamente en reposo, debido a la escasa ventilación⁸. En la Sala de Pinturas de Altamira, durante el mes de Mayo, en el que el aire de la Sala está prácticamente estanco, se alcanzan los 160 pCi/l, concentración que representaría un nivel de exposición de 299.200 pCi/hr/l para una persona que trabajase 170 hr/mes, durante 11 meses⁹, valor que es cuatro veces mayor que el nivel máximo establecido para los mineros que trabajan en la extracción de los minerales de uranio. Lógicamente, con las limitaciones de grupos de visitantes y de tiempo de permanencia impuestos actualmente, ni visitantes, ni guías, alcanzan en ningún momento los niveles límites establecidos por la International Commission on Radiological Protection (ICRP). Así, para un visitante que estuviera media hora en la Sala recibiría 80 pCi-hr/l que supone un 4% de la dosis aceptada como permisible, y un guía que trabajase en el interior de la Sala durante 15 hr/mes, recibiría una dosis de 26.400 pCi-hr/mes, es decir un 38% del máximo nivel establecido.

TABLA VI

Tiempos máximos de permanencia de un grupo de seis personas para que la Sala recupere, en veinticuatro horas, el valor inicial de la concentración de CO₂

Mes	0,85 - C ₀ (%)	Q (m ³ · h ⁻¹)	t (min)	Núm. de grupos (*)
Enero	0,52	9,3	56	5
Febrero	0,57	10,3	57	5
Marzo	0,58	9,2	50	5
Abril	0,43	6,9	50	5
Mayo	0,28	1,05	24	2
Junio	0,37	13,4	171	17
Julio	0,50	20,3	222	22
Agosto	0,64	16,9	94	9
Septiembre	0,69	17,9	92	9
Octubre ...	0,64	16,4	90	9
Noviembre ..	0,38	5,1	43	4
Diciembre ..	0,29	5,7	63	6

(*) Se supone que cada grupo realiza una visita de diez minutos.

BIBLIOGRAFIA

- (1) E. VILLAR, P. L. FERNANDEZ, L. S. QUINDOS, J. R. SOLANA, J. SOTO. *Cave Science*, 11, N° 2, 92-98, 1984.
- (2) J. BRUNET, P. VIDAL, J. VOUBE. *Etudes et Documents sur le Patrimoine Cultural*, CLT-85/WS/38. UNESCO.
- (3) M. WILKENING. *Health Physics*, 31, 139-145, 1976.
- (4) E. VILLAR, A. BONET, B. DIAZ-CANEJA, P. L. FERNANDEZ, I. GUTIERREZ, L. S. QUINDOS, J. R. SOLANA, J. SOTO. Ministerio de Cultura, Centro de Investigación y Museo de Altamira, Monografía N° 11, 21-34, 1984.
- (5) E. VILLAR, A. BONET, B. DIAZ-CANEJA, P. L. FERNANDEZ, I. GUTIERREZ, L. S. QUINDOS, J. R. SOLANA, J. SOTO. *Cave Science*, 12, N° 1, 21-24, 1985.
- (6) P. L. FERNANDEZ, I. GUTIERREZ, L. S. QUINDOS, J. SOTO, E. VILLAR. *Nature*, 321, N° 6070, 586-588, 1986.
- (7) Véase (4), pp 82-93.
- (8) E. VILLAR, P. L. FERNANDEZ, I. GUTIERREZ, L. S. QUINDOS, J. SOTO. *Cave Science*, 13, N° 1, 21-23, 1986.
- (9) P. L. FERNANDEZ, L. S. QUINDOS, J. SOTO, E. VILLAR. *Health Physics*, 46, N° 2, 445-447, 1984.

CONSERVATION ET PROTECTION DE L'ART PRÉHISTORIQUE.

Remarques

J. Brunet*

En Espagne et en France, les responsables administratifs et scientifiques sont très sensibles à la notion de conservation de l'art pariétal. Les menaces pesant sur le site de Lascaux en 1963, celles sur la grotte d'Altamira furent à la base de cette prise de conscience collective de la fragilité de cet art. Dans l'opinion publique espagnole, française et même mondiale, ces deux sites prestigieux servent maintenant de références lorsqu'est abordée la notion de conservation d'un patrimoine culturel.

Le présent document a pour but de formuler les principales orientations de réflexion menées sur la conservation de l'art rupestre, avec Pierre VIDAL et Jean VOUVE. Seront abordés tour à tour la recherche en conservation, les moyens de protection physique, l'éclairage des cavités, les relations entre le public et l'art pariétal, la protection de l'environnement contre les altérages externes, la restitution des conditions climatiques.

1.—LA RECHERCHE EN CONSERVATION

1.1 Définition de la conservation

Pour les oeuvres pariétales préhistoriques, nous pouvons adopter la définition de la conservation employée pour d'autres biens culturels. C'est l'ensemble des actes destinés à prolonger la vie d'une oeuvre d'art ou d'un objet d'art; elle nécessite la recherche et l'élimination des causes d'altération. Toutes les opérations de conservation reposent sur une déontologie définie dans la charte internationale sur la conservation et la restauration des monuments et des sites (1964) et connue sous le nom de "Charte de Venise" dans le milieu professionnel. Cette déontologie insiste sur le respect du matériau d'origine, de l'aspect esthétique de l'oeuvre et de la réversibilité des interventions.

Sur le plan pratique, la conservation est un travail d'équipe qui va synthétiser les diagnostics de trois disciplines: diagnostic esthétique - diagnostic scientifique - diagnostic technique. Cela correspond à l'avis du spécialiste de l'art préhistorique, du spécialiste de terrain et de laboratoire, du restaurateur praticien. Le prolongement de cette volonté, dans l'esprit d'un acte conservatoire, est la restauration proprement dite.

Dans la plupart des pays, les responsables administratifs et scientifiques ont peu à peu pris conscience de la valeur culturelle et sociologique de cet héritage. Sur le plan mondial, des organismes internationaux ayant pour vocation la protection des sites, des monuments, des musées,

des biens culturels se préoccupent avec plus ou moins de succès de la conservation de l'art préhistorique. Citons l'ICOMOS, l'ICOM et l'IIC. Un groupe de travail du Comité de l'ICOM pour la conservation de l'art rupestre existe depuis 1981; il est issu du besoin de contacts entre spécialités. Ce groupe de travail a pour ambition, tout en étant dans le droit fil de la déontologie et de l'éthique de la conservation des oeuvres d'art, de promouvoir, encourager et faciliter les échanges d'idées, de données, de documents ayant trait à la conservation des peintures et gravures du milieu souterrain, des abris et des sites de plein air, effectués sur un support rocheux naturel.

1.2 Orientations de la recherche

La conservation de ce patrimoine archéologique et artistique implique des recherches portant sur la connaissance de l'oeuvre, mais aussi sur tout son contexte. Pour comprendre les mécanismes d'altération et y remédier, trois directions s'imposent; elles concernent le substrat, les dégradations et la conservation. Elles mettent à contribution diverses disciplines complémentaires: géologie, hydrogéologie, climatologie, chimie, géomorphologie, microbiologie, archéologie, histoire de l'art (figure 1). Les axes majeurs de ces recherches sont la caractérisation des peintures, les processus d'altération, la climatologie, l'environnement, les interventions, les aménagements, les fac-similés, la formation en conservation.

Pour la France et l'Espagne en particulier, les oeuvres préhistoriques sont localisées dans les cavernes et plus rarement dans les abris sous roche; à l'interface de deux

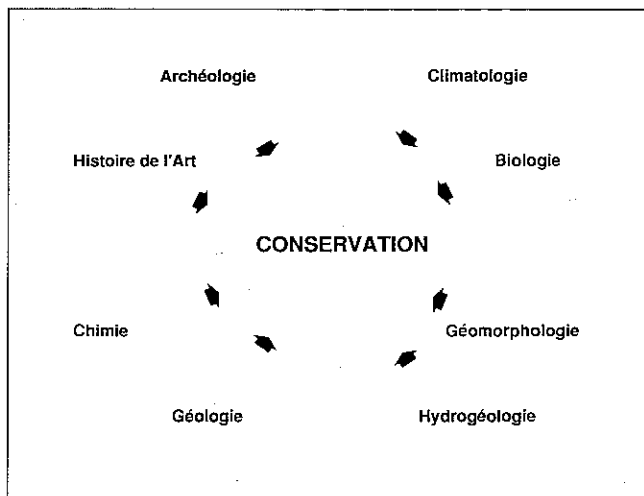


Figure 1: La conservation à la convergence de différentes disciplines

* Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques. Château de Camps-sur-Marne. 77420 Camps-sur-Marne.

milieux, le milieu gazeux et le milieu solide, elles seront soumises directement aux influences de l'air et indirectement aux variations thermiques et hydriques transitant par la roche.

Actuellement, il est difficile de porter un jugement sur l'état de conservation des oeuvres pariétales; en effet de nombreuses oeuvres paraissent intactes, mais elles possèdent cependant des traces d'altération acquises au cours des millénaires. Depuis la découverte de l'art pariétal et sa reconnaissance officielle, un grand nombre de cavités a subi des modifications: mise en communication avec l'extérieur, travaux d'aménagement (accès dans les effondrements de l'entrée, percement de tunnel, abaissement des sols), sans que cela corresponde vraiment à un renforcement des mesures de conservation. C'est le cas du creusement en plusieurs phases du cône d'éboulis à l'entrée de Lascaux, de l'installation d'un escalier pour faciliter l'accès de la grotte du Pech-Merle et bien d'autres exemples.

Les recherches doivent favoriser les progrès des méthodes de conservation par l'étude des conditions régnant dans les abris et dans les grottes, du comportement des oeuvres et de leur support et par la connaissance de tous les facteurs susceptibles de porter atteinte au bon état des parois ornées. En fait, le mauvais état des parois ornées est conditionné par plusieurs facteurs: climatiques (température de l'air et de la roche, humidité de l'air, teneur en gaz carbonique), hydrogéologiques (circulations de l'eau chargée en sels et en gaz dans la roche) et biologiques (présence d'algues, de champignons et de bactéries). Tous ces facteurs naturels ou dus à l'action humaine contribuent à perturber une stabilité qui semblait installée de manière durable. Ainsi l'équilibre d'une paroi décorée pourra être fragile et précaire, le ruissellement pourra entraîner les particules de pigments, la dessiccation de la paroi provoquera la pulvérisation de ces pigments ou l'apparition de cristallites de calcite.

Quelles solutions apporter à ces difficultés et à ces problèmes?

D'abord obtenir et accumuler le maximum de données grâce à la mesure de paramètres; à partir de ce que nous pouvons considérer comme un bilan de santé de chaque oeuvre, abri ou grotte, qui constituera une référence, il sera possible de décider une intervention pour préserver et améliorer les conditions de conservation après consultation d'autres partenaires scientifiques. Chaque site est un cas particulier et il est impossible de préconiser des solutions sans une étude détaillée du site et de son environnement.

Les oeuvres d'art préhistorique, comme toutes les oeuvres d'art, sont destructibles; les conserver nécessite des soins précis. Le maintien en bon état demande des re-

cherches faites en collaboration avec différents spécialistes.

2.—MOYENS DE PROTECTION PHYSIQUE

2.1 *Protection contre les dégradations humaines volontaires*

Les cavités préhistoriques et les abris sous roche se trouvaient au moment de leur découverte dans des lieux retirés, sauf exceptions. Les recherches entreprises et la renommée des sites découverts, les ont exposés à l'intérêt des connaisseurs et du public. Un siècle après les découvertes d'Altamira en 1879, des grottes du Figuer en 1890 et de Pair-non-Pair en 1895..., le problème des détériorations dues aux actes de vandalisme n'est toujours pas totalement maîtrisé. Paradoxalement, ces difficultés d'accès ne rebutent pas les visiteurs indésirables; elles compliqueraient plutôt les tournées de surveillance et les travaux de fermeture.

Les protections physiques à l'entrée des galeries tendent à décourager les visiteurs indésirables, à ralentir leur progression. Baume Latrone, un site en bordure des gorges du Gardon, illustre la vulnérabilité des cavités (photo 1). La proximité de ruines "le Castellat", l'existence à quelques mètres de l'entrée de la caverne d'un sentier de grandes randonnées, l'aménagement d'un abrupt en école d'escalade font que ce site est très fréquenté. En dépit de deux fermetures, la cavité est régulièrement l'objet de tentatives d'effractions: descellement des protections, creusement d'un tunnel sous la porte, détériorations des serrures...

Devant la multiplication des risques QUE FAIRE?

À l'extérieur, les moyens de protection seront à base de portes, de grilles renforcées; le but étant de dissuader et de retarder toute personne indésirable.

Dans les cavités visitées par le public, les visiteurs doivent être tenus éloignés des parois. L'inventaire des mesures prises en France permet de distinguer différentes actions, différentes protections: barrières métalliques (Pech Merle), filet tendu (Frise Noire de Pech-Merle) (photo 2), plaque de plastique transparent (photo 3) (Font-de-Gaume), abaissement des sols à Saint-Cirq-du-Burgue, éloignement des visiteurs des parois (Salon Noir de Niaux).

Pour cette question délicate, il ne faut pas hésiter à adapter ce qui peut exister ailleurs, aux problèmes spécifiques des cavités françaises et espagnoles. Citons les réalisations originales menées en ce domaine en Australie, où la protection des sites des abris aborigènes, riches en vestiges archéologiques, est assurée par l'aménagement de passerelles (photo 4), permettant l'accès et la circulation à proximité des parois sans risque de détérioration des roches, des

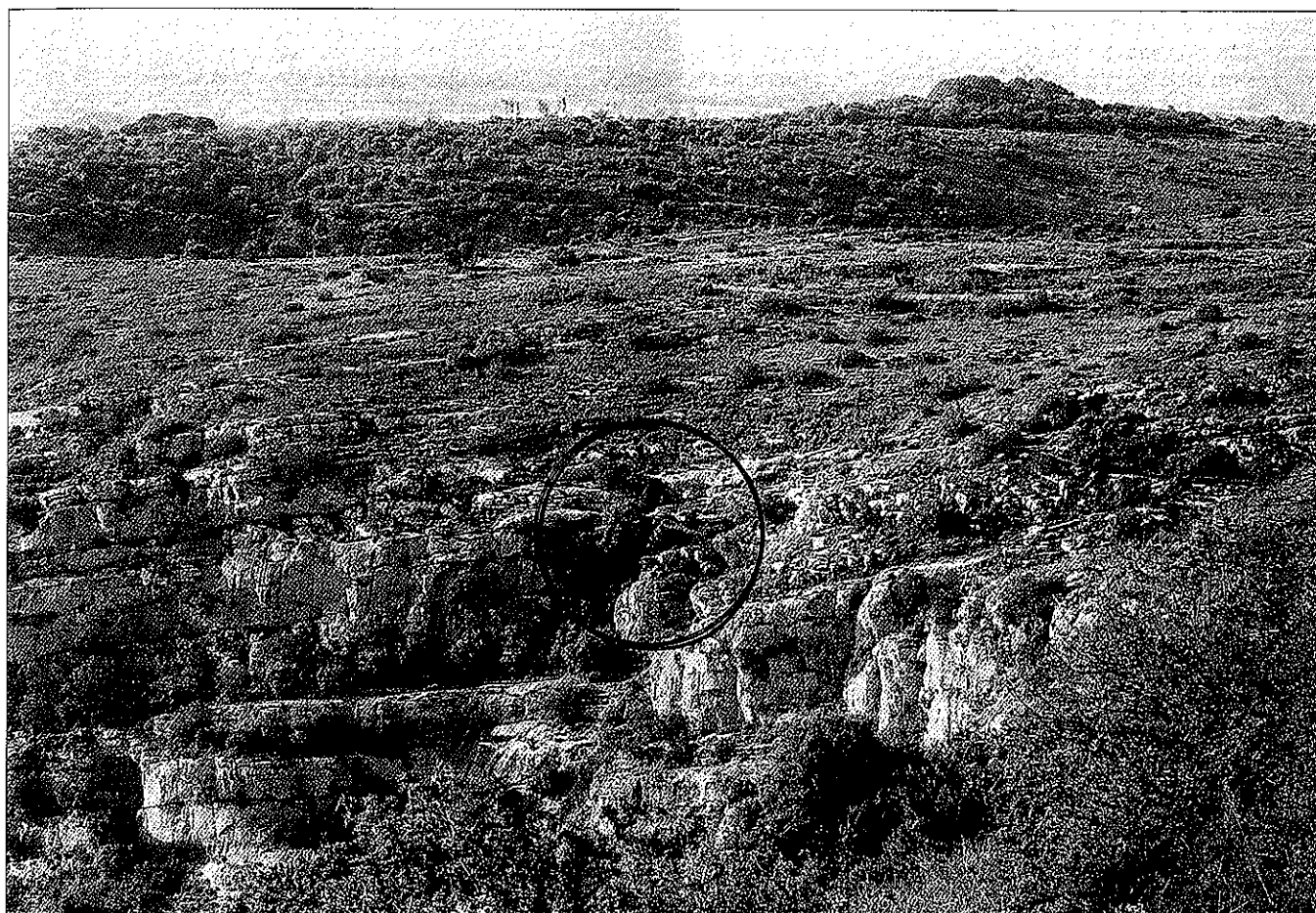


Photo 1: La BAUME LATRONE (cercle) située dans les gorges du Gardon est d'approche facile (piste carrossable, sentiers...)

niveaux archéologiques en surface des sols, ni empoussièrage des parois. Cela nécessite des constructions qui doivent s'intégrer esthétiquement aux sites. La réflexion en ce domaine devrait être fructueuse.

2.2 Protection contre les dégâts de l'eau

Sous diverses latitudes, l'eau peut être un agent dégradant des oeuvres rupestres par effet de ruissellement. Actuellement, le contrôle hydrologique n'est pas raisonnablement envisageable en raison de l'importance des surfaces à traiter (plusieurs centaines à plusieurs milliers de mètres carrés). Par exemple à Font-de-Gaume, il faudrait maîtriser totalement les mécanismes d'infiltration sur plus de

10.000 m.² avec certainement beaucoup d'aspects négatifs. Il apparaît donc préférable de s'orienter vers des actions ponctuelles, telles que la pose de cordons d'élastomères, de pseudo-concrétions et le percement de micro-forages. Nos collègues australiens ont multiplié sur les parois sujettes au ruissellement la pose de cordons (photo 5) dans les sites de plein air. Leur expérience (réussite ou échec) peut nous être profitable. Le but est de détourner les circulations superficielles; le lieu idéal de pose est à la jonction d'un plan horizontal et d'un plan vertical. En pratique ce n'est que rarement réalisable.

Une autre méthode de dérivation des eaux peut être employée, il s'agit de poser des pseudo-stalactites de polyuréthane sur le trajet des eaux à la faveur de ruptures de

pente. Cette technique a été utilisée par M. GARCIA pour soustraire au ruissellement des représentations animales tracées sur la paroi du Salon Noir de Niaux (photo 6). Par leur forme ces pseudo-concrétions s'intègrent au cadre général.

La pose de cordons et de pseudo-concrétions ne peut résoudre toutes les difficultés rencontrées et, en particulier, lorsque l'alimentation en eau paraît se faire par l'intérieur de la roche à la faveur de fissures et de la porosité. Dans ces conditions, le détournement à l'amont de l'exutoire peut permettre de maîtriser les venues d'eau. Cette technique délicate a pu être utilisée avec succès par nos col-

lèges du Laboratoire Souterrain du C.N.R.S. de Moulis pour résoudre le délicat problème de l'excès d'humidité en surface des parois ornées du Salon Noir (figures 2A, 2B). Ces micro-forages ont détourné ces circulations, sans aller bien entendu jusqu'à provoquer l'assèchement de la paroi qui serait alors préjudiciable à la conservation des tracés.

3.—ECLAIRAGE DES CAVITES

En France, à l'occasion de travaux, l'éclairage des cavités appartenant à l'Etat a pu être réaménagé pour faciliter



Photo 2: Grotte du PECH MERLE (Cabrerets - Lot), barrière métallique et filet tendu devant l'alvéole de la Frise Noire.



Photo 3: Grotte de FONT DE GAUME. Protection d'une représentation de bison par une plaque de matière plastique transparente.

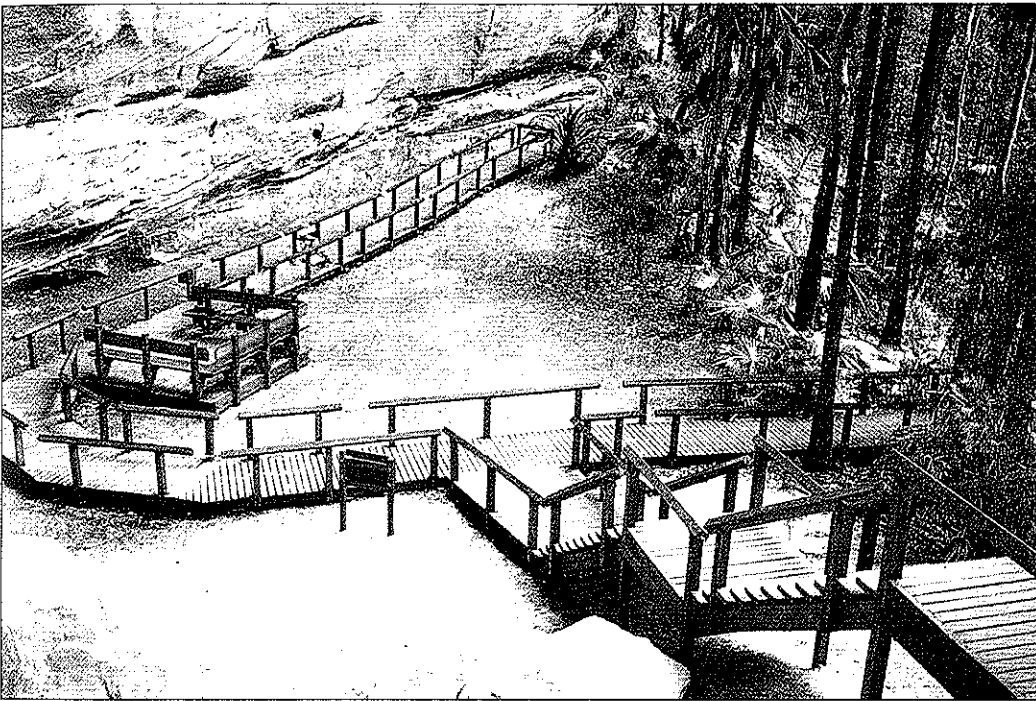


Photo 4: Cathedral Caves, Carnarvon National Park, Queensland (d'après doc. G. L. WALSH). Les passerelles à différents niveaux permettent aux visiteurs de mieux voir les parois décorées et protègent le site de dégradations.

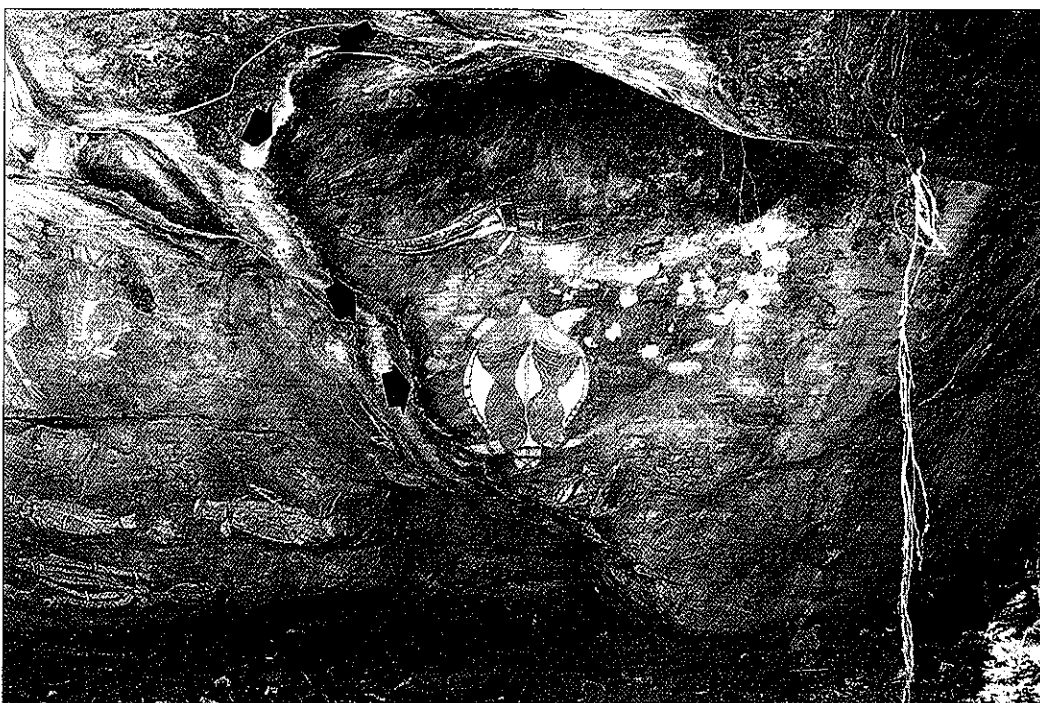


Photo 5: Abri orné de "Blue Paintings", Kakadu National Park, Northern Territory Australia. Des cordons de plastique (flèches) détournent les circulations superficielles d'eau alimentées par les infiltrations pendant la saison des pluies. Le but de ces cordons est d'éliminer le risque d'extension latérale d'un film d'eau à partir de coulées d'eau.



Photo 6: Salon Noir, grotte de NIAUX, détournement d'écoulement d'eau menaçant des figurations animales, à l'aide de pseudo-concrétions d'élastomères.

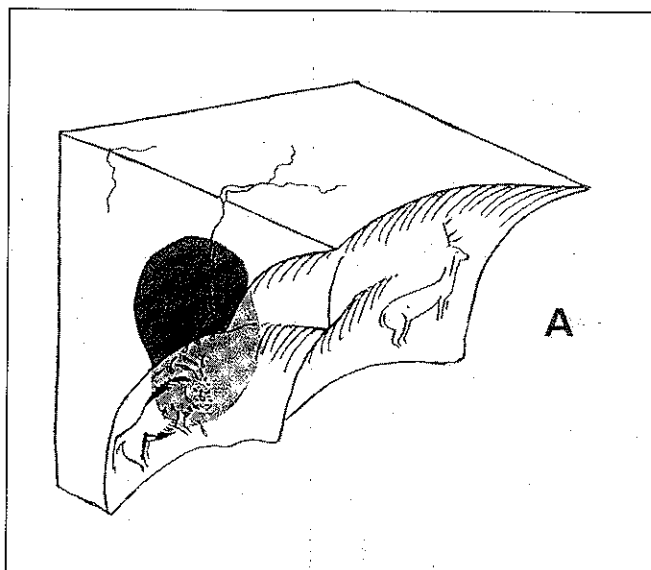


Figure 2 A: avant intervention. Représentation schématique de détournement d'eau par captage des circulations à l'amont, dont l'émergence à proximité des zones décorées provoquait la disparition des tracés.

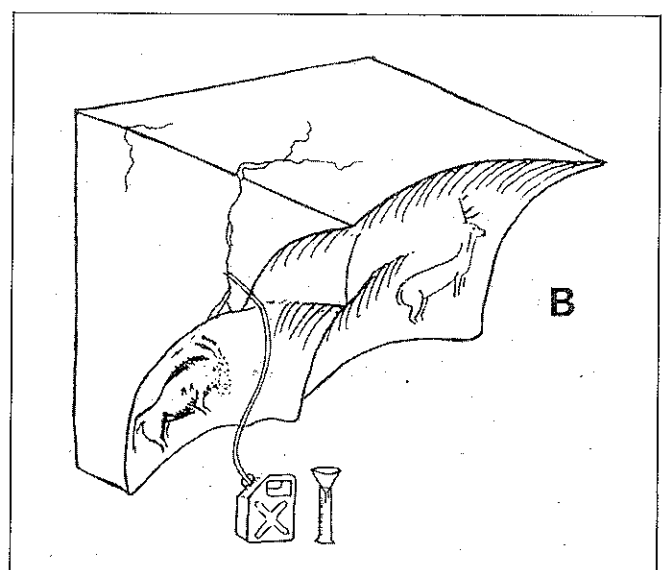


Figure 2 B: après intervention. Après microforage d'interception de l'écoulement, la paroi n'est plus soumise à ces venues d'eau aux effets catastrophiques pour la conservation des tracés préhistoriques.

la visite et respecter les normes de conservation. A la grotte de Font-de-Gaume, il est effectué sous tension continue de 24 Volts et est commandé par une série d'interrupteurs échelonnés tout au long du circuit touristique, ce qui permet de restreindre le temps d'éclairage de chaque secteur. Deux modes d'éclairage existent et concernent les oeuvres et le cheminement des visiteurs; un éclairage de secours sur batteries permet d'assurer le cas échéant l'évacuation des visiteurs. Ce type d'éclairage est peu favorable au développement d'algues sur les parois (figure 3).

4.—RELATIONS ENTRE PUBLIC ET ART PARIETAL: REGIMES DES VISITES

L'activité touristique et économique des communes, départements et régions est de nos jours liée étroitement à l'existence de sites historiques ou préhistoriques. Ces remarques sont valables pour la Dordogne et pour le Nord-Ouest de L'Espagne. En cas de fermeture, les répercussions économiques seraient importantes. A ce titre, mentionnons la stagnation économique de la ville de Montignac après la fermeture de la grotte de Lascaux en 1963 et les alarmes ressenties localement en juillet 1990 lors de la fermeture

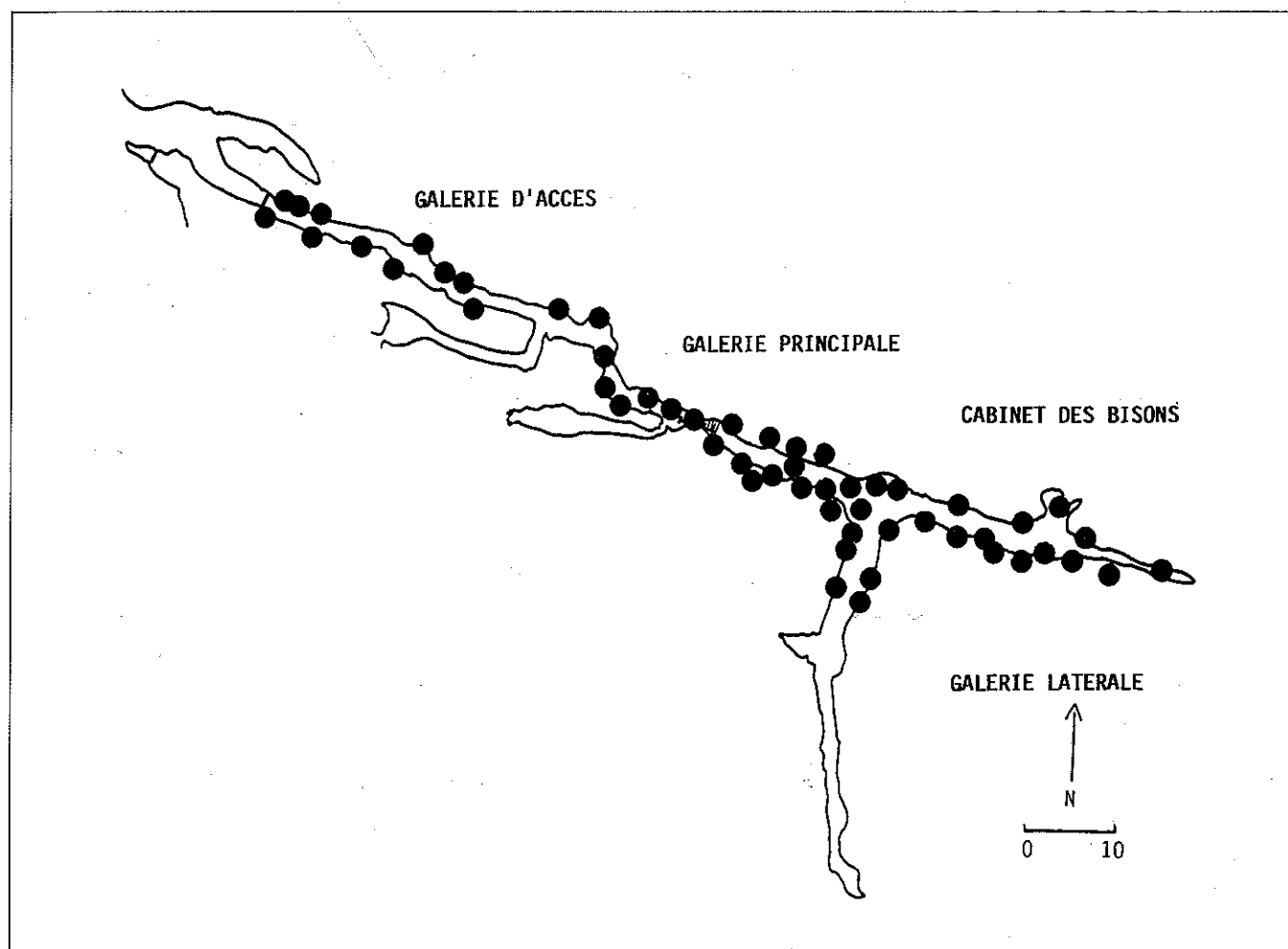


Figure 3: Grotte de FONT DE GAUME. Localisation des points d'éclairage (document P. VIDAL)

quelques jours pour traitement biocide des cavités de Font-de-Gaume et des Combarelles, en Dordogne.

Pour les cavités ouvertes au public, il faut concilier les impératifs de la conservation et le désir des visiteurs de connaître ces monuments. Ce sujet a déjà fait l'objet d'une présentation lors du colloque d'art pariétal au Thot en 1984; reprenons-en les termes principaux. L'expérience acquise en différents sites a montré que, pour des raisons de sécurité et de respect des impératifs de conservation, il ne fallait pas dépasser un effectif de 20 à 25 personnes par groupe. Au-delà, les membres du groupe ont tendance à se répartir sur plusieurs dizaines de mètres. A la grotte de Font-de Gaume, en 1991, le système de visites qui est en vigueur depuis plusieurs années donne toute satisfaction. Rappelons que c'est une cavité en forme de couloir de largeur moyenne, inférieure à 2,5 m., où chaque groupe de visiteurs est encadré par un guide et un "serre-file". Au cours d'une journée normale en période d'été (haute saison), 340 personnes, réparties en 17 groupes de 20, pourront accéder à la caverne. Cet équilibre de la fréquentation journalière va dans le sens d'une bonne conservation du monument. Sur le même principe, la visite du site de Combarelles I a pu être organisée en 1987 avec des groupes beaucoup plus restreints en effectif (tableau 1).

Les conditions régnant globalement dans les grottes doivent être en retrait du seuil du risque de dégradations, la prudence doit primer en ce domaine. La nécessité de laisser des documents de cette période de la préhistoire aux générations présentes et futures implique que les impéra-

tifs de conservation doivent l'emporter sur les préoccupations touristiques et économiques. Ne pas faire des sites préhistoriques "des usines à touristes", tel est le but que nous devons poursuivre.

5.—PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT CONTRE LES ALTERAGENES EXTERNES

5.1 Généralités

Les cavités et les abris sous roche préhistoriques ornés en France et dans le monde, et les sites naturels qui leur sont associés, forment un ensemble aux relations simples ou complexes selon les cas de figures. Cette notion, jusqu'à présent mal définie, doit s'inscrire désormais dans le domaine naissant du "droit de l'environnement" qui est tributaire de l'évolution de la science et de la technologie moderne. Il doit en outre tenir compte des réalités juridiques et de société. Ainsi, par exemple, pour être considéré comme protégé, un site d'art rupestre, associé à un réseau karstique, à un auvent ou à une falaise, devra être à l'abri de dégradations dépendant directement ou indirectement de la dynamique naturelle aérienne, comme de la présence et de l'activité humaine.

Les faits illustrant les risques de désordre sont nombreux et nous pouvons évoquer l'évolution, à caractère réversible ou irréversible selon les cas, du couvert végétal d'une colline ou d'un flanc de montagne. L'interruption de la croissance comme la destruction de la mosaïque herbacée

TABLEAU I
Caractéristiques de la fréquentation de quelques grottes

Cavités	Dimensions	Fréquentation annuelle 1990	Conditions actuelles de visites
FONT-DE-GAUME	Longueur 120 m Hauteur 2 à 8 m Largeur moyenne 2,5 m	47.925	Fréquentation journalière maximale: 340 17 groupes de 20 personnes
LES COMBARELLES	Longueur 240 m Hauteur < 2 m	9.956	Fréquentation Journalière maximale: 133 19 groupes de 7 personnes
PECH-MERLE	Longueur 1.200 m	85.000	Fréquentation journalière maximale: 750 30 groupes de 25 personnes

et arborescente peut être associée à l'effet d'une parasitose saisonnière ou chronique, d'un incendie, ou d'une puissance exagérée par un vcheptel ainmalier sédentaire ou transhumant. Dans le cadre des interventions humaines et tout en conservant l'exemple de la mosaïque végétale, il faut savoir que l'activité agricole peut remettre en jeu le bon équilibre du milieu souterrain qu'il soit orné ou seulement concrétionné. Le défrichement, les labours profonds, l'irrigation, la mutation culturelle, l'emploi d'engrais en modifiant la répartition et la qualité physico-chimique des eaux souterraines, peuvent être à l'origine de dégradations mécaniques, hydromécaniques, hydrochimiques, microbiologiques, etc... Elles pourront affecter la totalité d'un réseau karstique ou seulement une paroi.

Dans d'autres domaines de l'activité humaine, liée au développement de la société moderne, nous pouvons citer:

- la constructibilité (résidences secondaires, hôtels, motels à vocations touristiques, campings...),
- l'aménagement du territoire (voies d'accès routières, tranchées de canalisations d'eau, de gaz, lignes électriques, etc...).

Dans le milieu rural et en ce qui concerne la protection à l'encontre de la dynamique agricole, les détériorations de la nature sont souvent prévisibles et liées:

- à la destruction de la mosaïque végétale séculaire ou multiséculaire par abattage intempestif,
- à l'absence de toute planification dans le sens du reboisement à partir des mêmes essences végétales,
- à la plantation d'essences végétales dont le comportement hydrique sera très différent des précédentes,
- au remplacement de la strate arbustive par des aires de cultures souvent intensives.

5.2 Bases scientifiques de la protection

L'environnement immédiat des cavités préhistoriques joue un rôle capital dans la conservation des oeuvres pariétales. En effet, sur les sols au-dessus des grottes et des abris, la végétation influence certains paramètres tels que les infiltrations en profondeur et le ruissellement (figures 4A, 4B). Dans ce contexte, la liaison entre le milieu extérieur et le milieu souterrain est en partie assurée par l'eau. Parmi tous les altérages, l'eau assure le transfert de calories, de substances minérales ou organiques dissoutes. C'est donc tout un écosystème qui est responsable directement ou indirectement de l'état d'une paroi dans un abri et à l'intérieur d'une cavité creusée à quelques mètres de profondeur. L'eau jouant un rôle important dans l'équilibre des milieux sous abris ou souterrains, il convient de mieux connaître l'extension des sols et des terrains qu'elle

a pu traverser, sachant que toute modification externe naturelle ou artificielle aura des répercussions sur la stabilité de ces milieux.

La protection des sites ornés préhistoriques implique celle des terrains surincombants. Elle nécessite une bonne connaissance de dynamique climatique et microclimatique actuelle, celle de la place de la cavité dans le contexte géologique (nature des terrains, dépendance hydrogéologique de la cavité), celle du couvert végétal actuel et l'appréciation de son évolution.

A partir de l'étude de terrains (cartographie), de l'enquête de l'état des lieux, il est possible d'établir un découpage géographique révélateur de la vulnérabilité à l'égard de phénomènes ou de mécanismes altérageux. Les découpages géographiques sont à trois modules principaux et comportent:

- une aire de protection immédiate englobant le territoire circonscrit au monument,
- une aire de protection rapprochée interceptant une zone altimétrique plus élevée que le monument au-dessous de laquelle une pollution est susceptible de se transmettre rapidement au niveau des surfaces ornées,
- une aire de protection éloignée englobant toute la surface au sol intégrée dans le bassin versant.

Ces aires sont adaptables à chaque site en fonction de ces spécificités; ces aires de protection peuvent correspondre de fait à des restrictions des droits de propriété et bien souvent l'administration française n'a pas la maîtrise du terrain audessus de ces sites. Ces aires de protection sont assorties de prescriptions telles que interdiction de toute activité forestière ou agricole, entretien du sous-bois, réglementation du déboisement, constructibilité interdite ou réglementée.

A titre d'exemple, les grottes de Font-de-Gaume (figure 5, tableau 2), Combarelles, Lascaux, Rouffignac ont été l'objet d'études de ce type depuis quelques années.

6.—RESTITUTION DES CONDITIONS CLIMATIQUES

A la suite des travaux d'aménagement qui se sont succédés à la grotte de Lascaux, l'ensemble souterrain formé par la salle des machines et la salle des Taureaux était plus sensible que le reste de la caverne aux conditions externes. Cette sensibilité était encore accrue par l'influence directe des eaux souterraines se déversant sur le toit de la salle des machines. La présence de gaz carbonique en quantité variable dans l'air de la cavité joue un rôle fondamental sur l'agressivité des eaux de condensation.

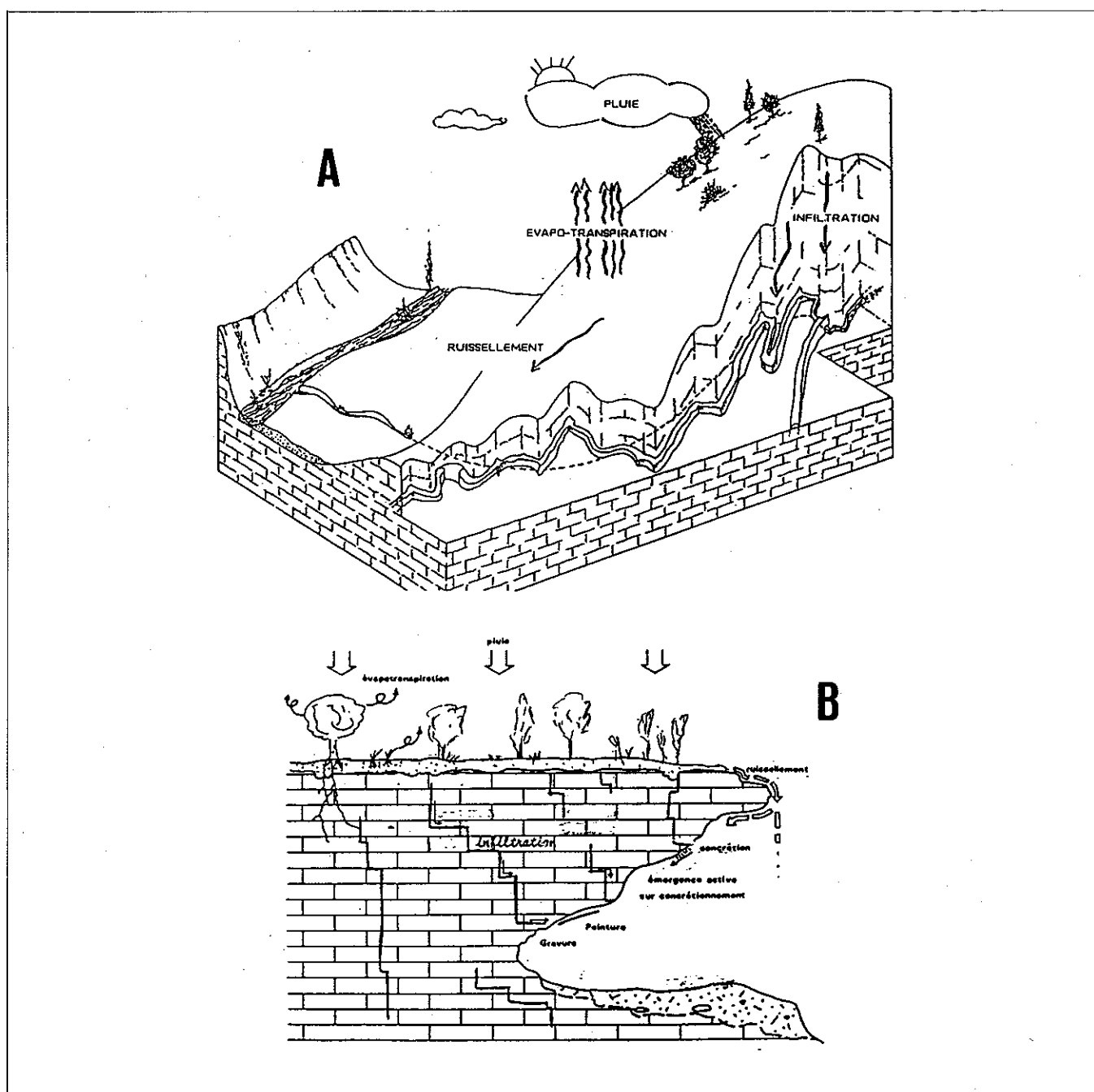


Figure 4A - 4B: ces deux représentations schématiques d'un réseau souterrain orné au sein d'une colline et d'un abri orné le long d'un abrupt - tous les deux creusés par des phénomènes naturels dans des formations calcaires - visualisent le rôle de la végétation, du ruissellement et de l'infiltration.

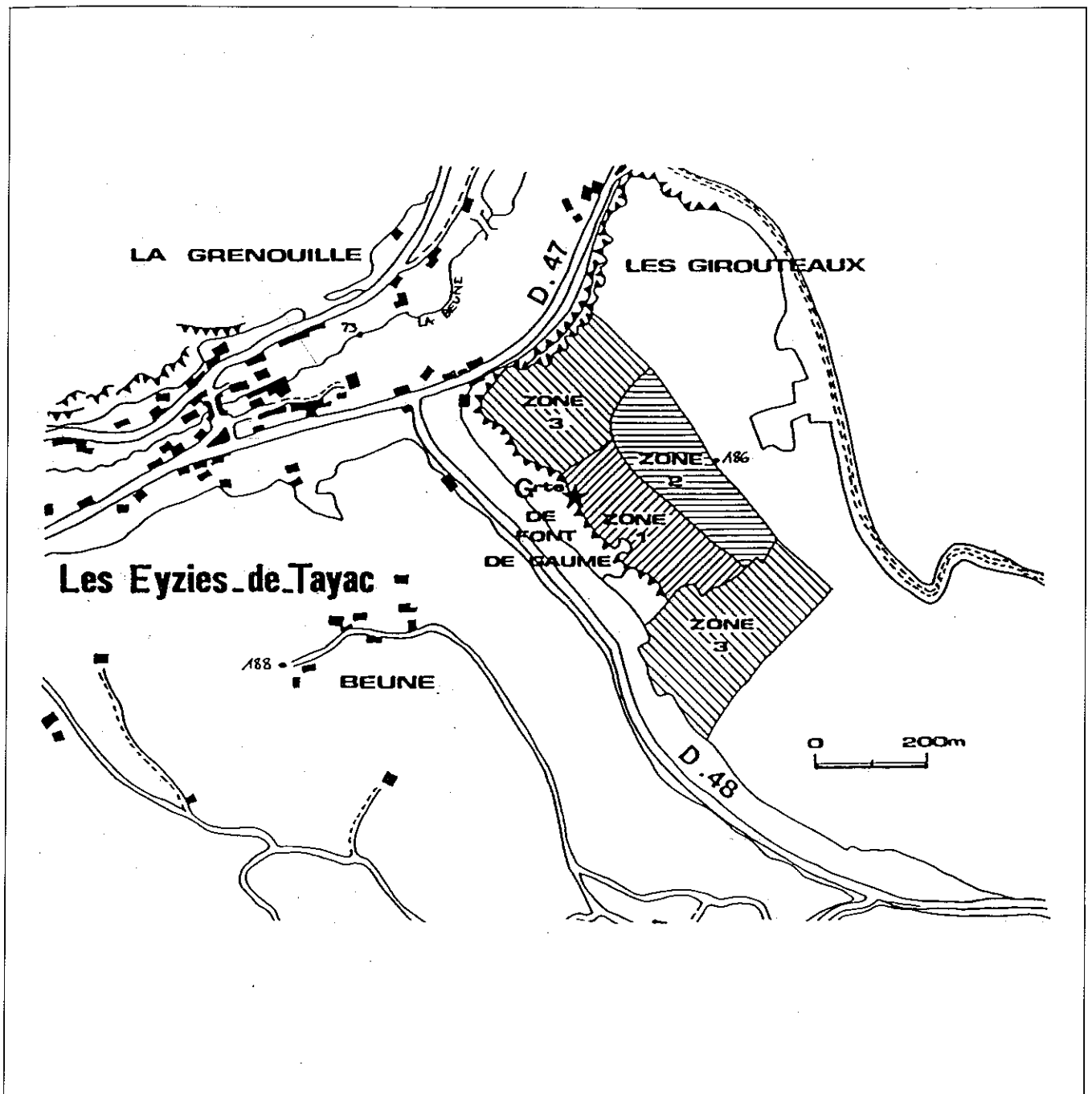


Figure 5: Exemples de répartitions de zones de protection des terrains au-dessus de la grotte de FONT DE GAUME. Dans ce site, la liaison hydrogéologique entre la surface et la galerie est essentiellement verticale; il est souhaitable de ne modifier en rien l'écoulement des eaux.

TABLEAU 2

Récapitulatif de l'inventaire des risques de nuisances associés
à l'impluvium au-dessus de la grotte de Font-de-Gaume

	N.° Zone	Nature surface	Appartenance	Pollution potentielle estimée	Activités interdites	Activités réglementées
I M P L U V I U M	1	Pencre sol forte. Sol mince caillouteux et sol absent. Rocher affleurant calcaire fissuré. Couverture végétale: chênes uniquement + lande	Dépendance directe. Temps de transfert: entre 3 et 4 mois	Forte	—Déboisement —Aménagements divers —Constructibilité —Culture —Activités industrielles et touristiques	
	2	Pente sol moyenne. Sol caillouteux, Mince + sol argileux moyen. Calcaire affleurant moyen- nement fissuré. Calcaire subaffleurant. Couverture végétale: chênes 90% et pins sylvestres 10%	Dépendance directe et moyenne. Temps de transfert: entre 4 et 6 mois.	Forte à moyenne.	—Aménagements divers —Constructibilité —Activités industrielles —Amendements (engrais naturels et chimiques)	—Déboisement sur petites surfaces avec obligation de reboisement
	3	Pente sol moyenne. Sol argilo-calcaire et sol nu. Calcaire subaffleurant et affleurant peu fissuré. Couverture végétale: chênes	Dépendance retardée. Temps de transfert: entre 8 et 10 mois.	Moyenne à faible	—Activités industrielles et touristiques	—Constructibilité —Aménagements divers

Les études faites depuis la fermeture en 1963 ont permis d'appréhender les conditions qui pouvaient exister avant les aménagements puis de prendre les mesures les plus aptes (sas...) à garantir des conditions optimales de conservation.

Selon les saisons, les parois et l'air seront plus ou moins humides et cela pourra être préjudiciable à la bonne conservation des peintures et gravures préhistoriques. Assurer la stabilité du support demandait donc le contrôle de l'évaporation et de la condensation au niveau des parois. Dans la cavité, cette stabilité nécessite l'équilibre entre la pression partielle de vapeur d'eau de l'air et la pression partielle saturante de vapeur d'eau correspondant à la température de la roche. Au sein de la grotte de Lascaux, l'instauration et le maintien de cet équilibre ont pour effet la stabilisation de l'état cristallin de la calcite et donc la maî-

trise du support des tracés préhistoriques. Grâce à l'utilisation des échanges aérodynamiques qui se font naturellement par cellules convectives entre la partie axiale de la grotte et la salle des machines (photo 7, figures 6, 7), la possibilité de condensation de la vapeur d'eau ambiante sur les parois peintes est limitée. Elle est par contre favorisée au niveau des surfaces froides créées artificiellement hors du secteur à sauvegarder, dans la salle des machines. Ainsi de juillet à décembre de l'année en cours, il est possible d'agir sur les caractéristiques thermiques et hydriques de l'air souterrain pour les ajuster aux conditions les plus favorables. Cette intervention n'impose pas de régime étranger à la cavité et adapte les conditions ambiantes à celles de la roche. Il y a donc eu restitution des conditions thermiques et hydriques existant avant la découverte.



Photo 7: Grotte de LASCAUX. Représentation préhistorique d'un auroch, tracée sur un support formé d'une mince couche de concrétions recristallinées dont la stabilité dépend étroitement des conditions climatiques.

CONCLUSIONS

Le domaine d'étude de la protection et de la conservation de l'Art préhistorique est vaste; les thèmes de réflexions et de recherches sont nombreux. Ils correspondent pour le milieu souterrain et les abris sous roche au contexte géologique, hydrogéologique, climatique, biologique, chimique, archéologique, esthétique, juridique...

Pour l'ensemble des sites, un bilan de santé doit être effectué; il permettra de disposer de références pour suivre

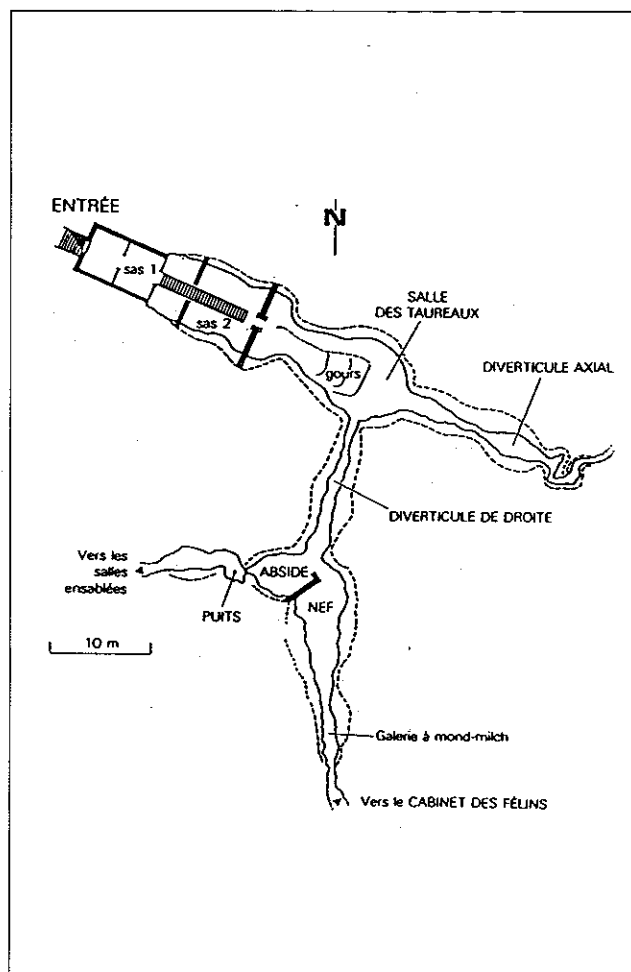


Figure 6: Plan de la grotte de LASCAUX.

et apprécier l'évolution de l'état des parois, du climat souterrain et de l'environnement.

Les perturbations potentielles susceptibles d'apporter des détériorations aux œuvres pariétales préhistoriques sont issues en grande partie de la surface topographique, les eaux d'infiltration jouant un rôle de relais. L'inventaire du cadre naturel associé à des mesures *in situ* permet de définir des cartes de vulnérabilité assorties de recommandations destinées à être incorporées à des réglementations plus générales.

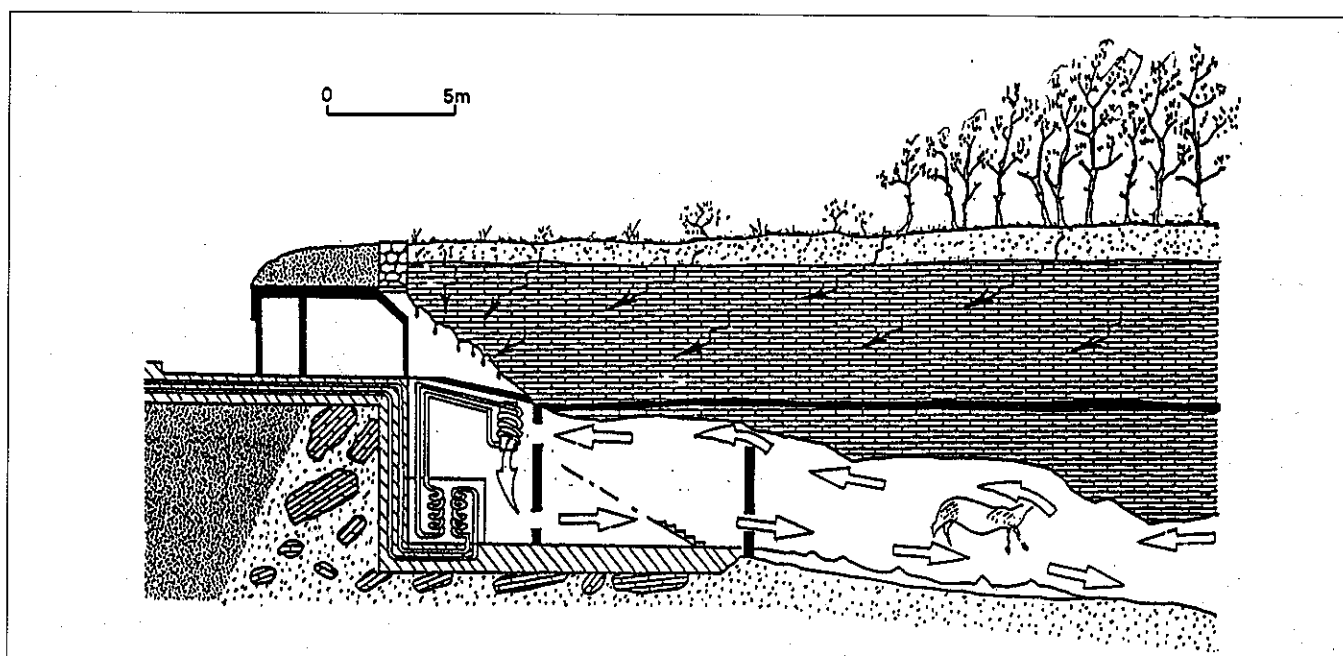


Figure 7: Les aménagements de LASCAUX pour le public ont entraîné la suppression de l'éboulis à l'entrée de la cavité; ce secteur constituant une zone plus exposée et plus sensible que les autres parties aux conditions externes. Dans cette situation, l'utilisation des échanges aérodynamiques entre la partie axiale de la grotte et la salle des machines permet d'éviter la condensation de vapeur d'eau sur les parois ornées. Par ailleurs, les eaux souterraines se déversant actuellement sur le toit de la salle des machines sont recueillies et rejetées à l'extérieur.

Parallèlement aux risques potentiels, qui sont importants d'ailleurs et imputables à la "saturation" des "capacités de récupération" du milieu souterrain, il faut mentionner des dégradations mécaniques: touchers, effleurements, actes de vandalisme délibérés aux effets immédiats. C'est en fonction de ces considérations que les visites doivent être envisagées. La qualité des conditions de visite: éclairage, déroulement, doivent jouer dans le sens d'une meilleure conservation du monument.

De l'exemple de Lascaux, retenons dans la démarche générale une phase de reconnaissance des problèmes, une phase de diagnostic, une phase d'intervention. Cette dernière se poursuit encore. Soulignons que dans ce domaine

rien n'est acquis d'avance; à la suite de la découverte, des aménagements, la cavité est soumise à une évolution en liaison avec les facteurs externes et les perturbations d'origine humaine.

L'esprit des études sur la conservation peut se résumer par un certain nombre de dispositions et de propositions communes à l'ensemble des recherches menées sur la protection des biens culturels; mentionnons:

- entreprendre toute action nécessaire pour connaître les oeuvres,
- entreprendre toute action nécessaire pour mieux comprendre et maîtriser les causes de détérioration,
- contribuer à l'amélioration de l'état des oeuvres.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIEUX C. Etude du climat de cavités naturelles dans les roches calcaires (grotte de Niaux). In *Gallia Préhistoire*, 1977, 20, 1, p. 301-302.
- ANDRIEUX C. Influence de l'homme sur l'environnement climatique souterrain. Actes des journées Félix Trombe, 8-10 mai 1987, Moulis (Ariège), t. 1, p. 96-122. In *Mémoires du Spéléo-Club de Paris*, n° 14, 139 p.
- BREZILLON M. Présentation de l'art pariétal paléolithique. In *Monuments historiques*, n° 118, (1981), p. 12-23.
- BRUNET J., DANGAS I., VIDAL P., VOUVE J.: In *La conservation de l'art des cavernes et des abris*. Section française de l'Institut international de conservation, 1990, 32 p.
- BRUNET J., VIDAL P. Le problème du seuil de fréquentation. In *L'art pariétal paléolithique: actes des colloques de la direction du patrimoine*, novembre 1984, Périgueux Le Thot, p. 229-239.
- BRUNET J., VIDAL P. Les cavités préhistoriques ornées et les problèmes biologiques: l'exemple de Lascaux et ses enseignements. In *Patrimoine culturel et altérations biologiques: actes des journées d'études de la SFIIC*, 17-18 novembre 1988, Poitiers, p. 135-144.
- BRUNET J., VIDAL P. Les oeuvres rupestres préhistoriques: étude des problèmes de conservation. In *Studies in conservation*, august 1980, vol 25, n° 23, p. 97-107.
- BRUNET J., VIDAL P. Surveillance et mesures de protection. In *L'art des cavernes: atlas des grottes ornées paléolithiques françaises*, p. 56-62.
- BRUNET J., VIDAL P. Grotte du Pech-Merle, Cabrerets (Lot). Etude des conditions climatiques à proximité de la Frise noire. Conséquences pour la conservation. In *La Préhistoire du Quercy dans le contexte de Midi-Pyrénées*. Congrès préhistorique de France, compte-rendu de la XXIIe session, septembre 1979, Montauban - Cahors: Société préhistorique française, vol. 1, p. 208-209.
- BRUNET J., VIDAL P. Restitution d'un régime climatique favorable à la conservation des oeuvres préhistoriques de Lascaux. In *50 ans après la découverte de Lascaux: actes de journées internationales d'étude sur la conservation de l'art rupestre*, 20-23 août 1990, Dordogne, Périgord (France). Groupe "art rupestre" de l'ICOM pour la conservation: Office départemental de tourisme de la Dordogne, p. 147-154.
- BRUNET J., VIDAL P., VOUVE J. *Conservation de l'art rupestre: deux études*, glossaire illustré. Unesco 1985, 107 p.
- BRUNET J., VIDAL P., VOUVE J. La conservation de Lascaux. In *Les dossiers d'archéologie*, Dijon, septembre 1990, n° 125, p. 68-75.
- BRUNET J., VIDAL P., VOUVE J. Protection et gestion du patrimoine rupestre et de l'environnement associé. Application à la grotte de Lascaux. In *50 ans après la découverte de Lascaux: actes de journées internationales d'étude sur la conservation de l'art rupestre*, 20-23 août 1990, Dordogne, Périgord (France). Groupe "art rupestre" de l'ICOM pour la conservation: Office départemental de tourisme de la Dordogne, p. 89-100.
- CLOTTES J. La grotte de Niaux. In *Monuments historiques*, novembre 1981, n° 118, p. 33-48.
- COMBIER J. La protection des grottes isolées. In *Monuments historiques*, novembre 1981, n° 118, p. 65-71.
- LAPORTE G.S. Au chevet de Lascaux. In *Bulletin de l'Ordre des pharmaciens*, 1970, n° 143.
- MANGIN A., ANDRIEUX C. Infiltration et environnement souterrain, le rôle de l'eau sur les paramètres climatiques. Actes des journées Félix Trombe, 8-10 mai 1987, Moulis (Ariège) t. 1, p. 78-95, In *Mémoires du Spéléo-Club de Paris*, 1988, n° 15, 139.
- MANGIN A., ANDRIEUX C. La kart milieu conservatoire des oeuvres préhistoriques. Problèmes posés par leur conservation. In *Actes des colloques de la Direction du Patrimoine*, novembre 1984, Périgueux Le Thot, p. 171-178, Ministère de la culture, de la communication, des grands travaux et du bicentenaire, 262 p., 1989.
- MORA P. & L. et PHILIPPOT P. In *La conservation des peintures murales*: Ed. Compositori, Bologna, (1977), p. 228-229.
- PATTYN C. Protection et conservation. In *Monuments historiques*, novembre 1981, n° 118, p. 2-11.
- SARRADET M. Conservation de la grotte de Lascaux. In *Gallia Préhistoire*, 12^e supplément, 1979, P. 15-19.
- SCHOELLER H. Conduite de l'étude hydrogéologique et géologique des grottes descendantes. In *Spelunca*, actes VII, Congrès national de spéléologie de Bordeaux, 1972, p. 76-93.
- VILLAR E., BONET A., DIAZ-CANEJA D., FERNANDEZ P. L., GUTIERREZ I., QUINDOS L. S., SOLANA J. R., SOTO J. Estudio del equilibrio gas carbonico-agua-carbonato cálcico, en las aguas que bañan las pinturas de Altamira. In *Monografías*, 1984, n° 11 del Centro de investigación y Museo de Altamira, p. 35-36.
- VILLAR E., BONET A., DIAZ-CANEJA D., FERNANDEZ P. L., GUTIERREZ I., QUINDOS L. S., SOLANA J. R., SOTO J. Influencia de la presencia de personas en la humedad y en la concentración de anhídrido carbónico en la sala de pinturas de Altamira. Tiempos de recuperación. In *Monografías*, 1984, n° 11 del Centro de investigación y Museo de Altamira, p. 67-93.
- VILLAR E., BONET A., DIAZ-CANEJA D., FERNANDEZ P. L., GUTIERREZ I., QUINDOS L. S., SOLANA J. R., SOTO J. Influencia de la presencia de personas sobre los procesos de deterioro de la pintura de Altamira. Criterio de conservación. In *Monografías*, 1984, n° 11 del Centro de investigación y Museo de Altamira, p. 67-93.
- VOUVE J., BRUNET J. A propos de la protection de l'environnement des monuments rupestres ornés du patrimoine mondial. Mythe ou réalité? In *7th Triennial Meeting: preprints ICOM committee for conservation: Comité de l'ICOM pour la conservation*, 10-14 september 1984, Copenhagen.
- VOUVE J., BRUNET J., VIDAL P. Contribution de la photogrammétrie et de la thermographie à courte distance à la documentation systématique des oeuvres pariétales préhistoriques en vue de leur sauvegarde. Application à la grotte de Lascaux. In *Bulletin de la Société française de photogrammétrie et de télédétection*, 1985, n° 98, p. 23-34.
- VOUVE J., BRUNET J., VIDAL P. Lascaux 1988: une colline, une grotte ornée, un fac-similé et... 400.000 visiteurs par an, Dordogne (France). In *Karstologia*, 1^{er} semestre 1989, n° 13, p. 33-40.
- VOUVE J., BRUNET J., VIDAL P. Les oeuvres rupestres de Lascaux, Montignac (France): maintien des conditions de conservation. In *Studies in conservation*, August 1983, vol. 28, n° 3, p. 107-116.
- VOUVE J., BRUNET J., VIDAL P. Méthodologie d'étude des abris sous roche ornés en climat tempéré. Cas de l'abri de la Chaire à Calvin (France). In *8th Triennial Meeting: preprints ICOM Committee for conservation: Comité de l'ICOM pour la conservation*, 6-11 september 1987, Sydney (Australie), p. 1.155-1.159.

PROCESOS DE ALTERACION DE SOPORTE Y PINTURA EN DIFERENTES CUEVAS CON ARTE RUPESTRE DEL NORTE DE ESPAÑA: SANTIMAMIÑE, ARENAZA, ALTAMIRA Y LLONIN.

Manuel Hoyos Gómez*

I. INTRODUCCION

De forma general se puede afirmar que la conservación durante milenios de las pinturas rupestres que han llegado hasta nuestros días, otras habrán desaparecido, se debe más a la falta de agresividad de las diferentes condiciones kársticas que han estado sometidas durante ese tiempo, que a la estabilidad de dichas condiciones, ya que una cueva es algo dinámico que puede considerarse estable o no, en función de la unidad de tiempo que a su vez se considere.

Sin embargo es un hecho que una vez descubiertas las pinturas, en la mayoría de ellas se ha observado una cierta degradación en un corto periodo de tiempo, lo que implica una velocidad de alteración que de provenir del pasado no hubiera permitido su conservación. Desgraciadamente, la mayoría de las veces el factor desestabilizante añadido está relacionado de una forma u otra con actividades antrópicas en los medios endo y exokársticos.

En este sentido, en el presente trabajo se analizan las causas de los principales procesos de alteración, sobre todo en soportes y pinturas, que presentan algunas de las más importantes cuevas con arte rupestre en la Cornisa Cantábrica, donde la influencia antrópica posterior a su descubrimiento constituye un factor importante, tanto por ser en unos casos la causa directa de dichos procesos, como por acelerar en otros los procesos de alteración naturales.

Agradecemos la financiación de estos trabajos y la autorización para publicar los resultados a los siguientes organismos: Ministerio de Cultura, Diputación Foral de Vizcaya y Consejería de Educación y Cultura del Principado de Asturias. Así como al Prof. J.M. Apellaniz, Dr. J. Echeagaray y Prof. J. Fortea, por su ayuda y participación directa en los trabajos.

II. CUEVA DE SANTIMAMIÑE

II.1 Características Generales

La Cueva de Santimamiñe se encuentra en la vertiente meridional del monte "San Miguel de Areñosa", al oeste de la ría de Guernica (Guipuzcoa), teniendo su entrada orientada SSE a 180 m. s.n.m.

Aún siendo una cueva con importante desarrollo lineal, el grueso principal de las pinturas se encuentra en una pequeña cámara denominada "Sala Antigua de Pintura", de forma oval con unos 7,5 m. de eje mayor, situada a unos 50 m. de la entrada, en el flanco occidental de la galería principal y a 3,5 m. por encima del suelo actual.

La alimentación hídrica de dicha sala, teniendo en cuenta que se encuentra en la zona vadosa del karst muy por encima de la zona de circulación freática, se reduce a escasos puntos de goteo y de escorrentía parietal debidos a la infiltración de agua de lluvia. También debe tenerse en cuenta, dado lo reducido de este ámbito, el agua de condensación que aunque en mucha menor proporción juega un papel importante en los procesos de alteración.

La roca encajante en la que se desarrolló el karst corresponde a unas calizas pararrécificas, con intercalaciones de calizas apizarradas, margas y areniscas limolíticas del "Complejo Urgoniano" de edad Aptense. Son calizas grises oscuras formadas por una micrita arcillosa masiva con bajo grado de recristalización y distribución irregular de las arcillas. Presenta abundantes restos fósiles recristalizados y grietas rellenas de esparita, a veces con microtubos de karstificación con relleno parcial de arcillas rojas.

II.2 El Soporte de las Pinturas.

El soporte de las pinturas en esta sala lo constituyen corizas estalagmíticas parietales poligénicas que recubren las paredes. Están formadas por asociaciones de cristales de calcita en empalizada de longitudes variables siempre de orden milimétrico. La roca encajante aflora solo en el techo, encontrándose muy alterada en superficie y afectada por procesos de erosión diferencial por corrosión, en los que destacan los restos fósiles recristalizados sobre un fondo pulverulento grisáceo en seco o barroso oscuro en húmedo, producido por la descarbonatación parcial de la matriz micrítica dentro de un proceso general de "cholkización" de la roca.

II.3 Los Procesos de Alteración

Se han distinguido dos tipos de alteraciones de etiología diferente que afectan a las pinturas:

- Recrecimientos cristalinos sobre las pinturas.
- Alteraciones de la roca soporte.

II.3.1. Recrecimientos Cristalinos

Se han distinguido diferentes tipos de formaciones de cristales carbonatados que afectan tanto al soporte como a las pinturas, en función de su composición mineralógica determinada por difracción de R-X y morfología de las cristalizaciones.

II.3.1.1. Espeleotemas de Calcita

Corresponden a la formación de espeleotemas vadosos parietales sobre el soporte y las pinturas, afectando sobre

* Departamento de Geología. C.S.I.C. Museo Nacional de Ciencias Naturales. 28006 Madrid.



Foto 1.—SANTIMAMINE: Bisonte en negro con recubrimiento actual de una corteza estalagmítica en formación

todo a las situadas en la parte externa de la sala. Se distinguen dos tipos principales, por una parte la formación de una corteza estalagmítica que recubre un tema en negro, formada por la reactivación de la circulación vadosa de agua laminar por la pared. En segundo lugar se aprecia la generación de formas botroidales y oolíticas por ascenso capilar del agua, de pequeña talla.

II.3.1.2. Espeleotemas de Aragonito

Son dos tipos formas de desarrollo incipiente de orden milimétrico (4-5 mm. máximo), que se desarrollan sobre soporte y pinturas del interior de la sala. Unas correspon-

den a “Manchas Blanquecinas” de aspecto pulverulento, de tipo “moon milk” constituidas por microcristales fibrosos de aragonito agrupados de forma desordenada. Las otras forman “Manchas Blancas Estrelladas” formadas por microcristales fibroso radiados de aragonito, con diámetros comprendidos entre 3 y 5 mm. Son formas poco estables que necesitarían de un control fotográfico para seguir su crecimiento o disolución, ya que su formación puede estar relacionada con flujos capilares de agua carbonatada a través de las discontinuidades de alteración los planos de unión de los cristales de calcita de la roca soporte. Dichos flujos pueden estar relacionados a su vez con un proceso de desecación de la superficie del soporte de-

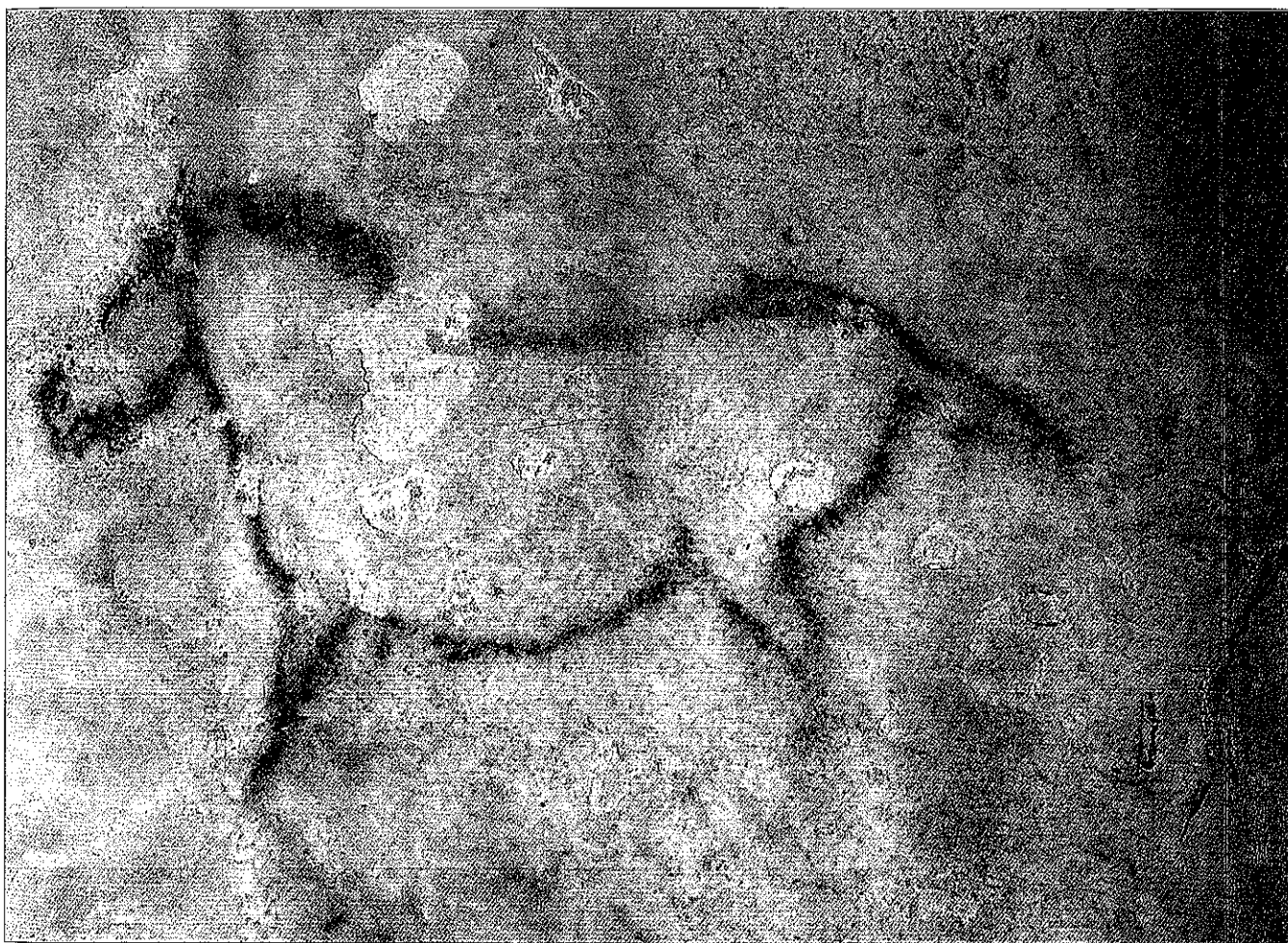


Foto 2.—SANTIMAMIÑE: Descamaciones afectando a la pintura

bida al aumento de temperatura (García y Ortiz 1986) que se produce de forma rápida en el interior de la sala por la presencia de visitantes, ya que antes de que se permitiesen estas visitas dichas formas no existían.

II.3.2. Alteraciones de la Roca Soporte

La roca soporte constituida como se ha visto por estalagmitas parietales adosadas directamente sobre la roca madre, con espesores comprendidos entre 5 y 7 mm. presenta tres tipos diferentes de procesos de alteración.

El primero de ellos, muy generalizado por toda la superficie externa de la corteza corresponde procesos de “en-

vejecimiento” natural por corrosión debidos a meteorización superficial de las caras externas de los cristales de calcita, afectando también a la zona externa de los planos de conjunción de los cristales. El inicio de estos procesos es anterior a las pinturas ya que estas los recubren.

El segundo y más importante, consiste en la generación de desconchados irregulares de orden centimétrico por desprendimientos parciales de fragmentos de la costra soporte que arrastran consigo partes de pintura, con la consiguiente destrucción parcial pero progresiva de ésta.

El análisis de la relación roca madre-roca soporte en las zonas de las descamaciones muestran lo siguiente:

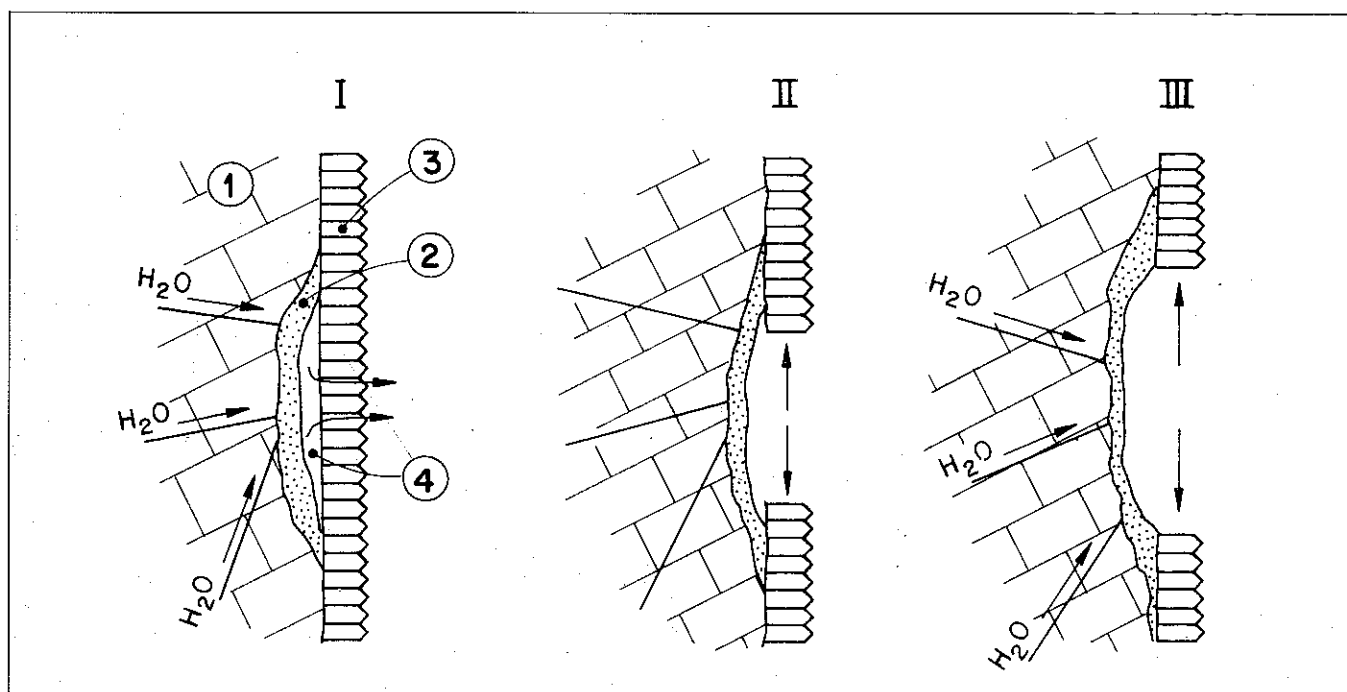


Fig. 1.—Santimamiñe: Esquema de formación de las descamaciones.

(1) Roca. (2) Zona alterada de la roca. (3) Corteza estalagmítica. (4) Vacío creado por emigración de los productos de alteración de la roca. I. Inicio del proceso bajo la costra. II. Deseccación y desprendimiento de cristales. III. Ampliación del desconchado lateralmente.

- La roca encajante se encuentra muy alterada y húmeda.
- La superficie interna de la corteza estalagmítica presenta huellas de disolución que afectan a la base de los cristales y penetran por los planos de unión avanzando hacia el exterior, estando también muy húmeda.
- Los elementos recrystalizados de la roca madre y de la corteza, son más resistentes a la disolución que el resto de los componentes carbonatados de dicha roca madre.

En base a esto y a las características citadas de la roca madre, la modelización de la generación de los desconchados puede explicarse por:

- En zonas determinadas, un flujo de agua alcanza por microconductos kársticos la interfase roca madre-roca soporte. La menor competencia de la roca madre con respecto a la roca soporte frente a la disolución, da lugar a una disolución más rápida de la primera generándose un efecto de despegue entre ambas con la pérdida de cohesión consiguiente. (Fig. 1).

- El excedente de agua ataca también la base de la corteza y se infiltra de forma capilar por los planos de unión de los cristales de calcita avanzando hacia el exterior hasta alcanzar la zona de alteración externa.
- Una vez perdida la unión entre roca madre-roca encajante y ampliadas las discontinuidades entre cristales de la roca soporte, tanto por gravedad como por efecto de desecaciones periódicas o por ambas causas a la vez, comienza el desprendimiento de partículas de las zonas más inestables generándose el inicio de un desconchado que posteriormente se irá ampliando por los bordes.

El aumento rápido de temperatura y la pérdida de humedad que se produce por la presencia de visitantes (García y Ortíz 1986) puede ser la causa de desecaciones que favorecen estos procesos, a la vez que crean un gradiente de humedad entre las interfases roca madre-roca soporte y roca soporte-aire, que favorece la salida del flujo de agua hacia el exterior.

Un tercer tipo de alteraciones lo forman las denominadas vermiculaciones, consistentes en pequeñas acumula-

ciones arcillosas a favor de hendiduras, aunque no necesariamente, de 3 a 5 mm. de longitud en forma de gusano. Las de Santimamiñe corresponden a los tipos "pimple-like spots" y "hieroglyphic vermiculations" de Parenzan (1961), que afectan tanto a la superficie del soporte como a las pinturas (Bisonte sombreado del gran panel de la Cámara).

Son numerosas las teorías sobre la formación de las vermiculaciones, aunque la más aceptada se refiere a procesos de floculación de arcillas existentes en suspensión en el agua de la pared, relacionados con procesos de desecación. En Santimamiñe estas acumulaciones están relacionadas a su vez con la alteración de las zonas externas de unión de los cristales de calcita que configuran la superficie, en las terminaciones piramidales de estos.

II.4. Conclusiones

La presencia de nuevo en esta sala de un flujo de agua que da lugar a la reactivación de la formación de espeleotemas y a los procesos de alteración del soporte, puede deberse con mayor probabilidad a causas relacionadas con la evolución natural del karst, aunque no se descarta una posible influencia de los cambios hábitos en la zona externa del karst, no tanto morfológicos como de vegetación. En todo caso se trata de procesos irreversibles, en los que al menos cabría la posibilidad de estudiar la desviación de alguno de los flujos de agua para impedir la continuación de la formación de la corteza estalagmática que recubre la pintura.

La presencia de visitantes, en exceso para las dimensiones de la sala, produce unas modificaciones en las condiciones microambientales, que parecen favorecer la generación de espeleotemas de aragonito, no existentes antes, y la aceleración de los procesos irreversibles de descalcificación.

III. CUEVA DE ARENAZA

III.1. Características Generales

La cueva de Arenaza se encuentra en el paraje de El Bertal, en el barrio de Arenaza de San Pedro de Galdames (Vizcaya), abriéndose su entrada al SO, a unos 45 m. sobre el cauce del río Galdames y a 250-300 m. de una cantera que explota las mismas calizas en las que se encuentra la cueva. Las pinturas se sitúan a 128 m. de la entrada, en el "Santuario de las Pinturas", un pequeño ensanche de forma ovalada de unos 3.5-4.0 m. de eje mayor, origi-

nado por la confluencia de una galería lateral a la principal con otra perpendicular a ella colmatada de sedimentos, cuyo acceso se encuentra interrumpido por dos puertas metálicas que ocupan toda la sección del conducto.

Se trata de un karst maduro, con alimentación por agua de lluvia, con un nivel freático colgado en la cueva y el general del karst muy por debajo. La circulación hídrica en el Santuario se realiza fundamentalmente en régimen capilar por fisuras y microconductos kársticos lo que confiere una cierta humedad a las paredes, ya que solo existe algún punto de goteo de caudal ínfimo y carácter estacional. Es importante destacar que tanto el diaclasamiento y la morfología kárstica como la circulación hídrica subterránea natural, han sufrido modificaciones por el empleo de explosivos y realización de labores con apertura de galerías de prospección minera a partir de los conductos kársticos.

III.2. La Roca Encajante

Dadas las características de los procesos de alteración que afectan al soporte y pinturas, íntimamente relacionadas con la roca encajante como se verá después, ha sido necesario un estudio lo más completo posible de esta roca.

La roca encajante del karst es una caliza gris oscura de aspecto masivo, brechoideo y agamidaloide, muy diaclasada con abundantes grietas rellenas de calcita, con estructuras estilolíticas poco desarrolladas, que dan lugar a una cierta disyunción hojaldrada paralela a la estratificación. Los procesos de meteorización confieren a la roca un color grisáceo y una superficie rugosa y desigual por erosión diferencial.

El estudio petrográfico muestra que se trata de calizas micríticas y biomicritas con zonas arcillosas dispersas de contornos difusos. Además de fragmentos de conchas y foraminíferos en su mayor parte recrystalizados y algún grano de cuarzo aislado, presenta moldes de pequeños cristales de pirita (0.1-0.5 mm.) muy alterados, cuyo análisis por microsonda revela que están rellenos de silicatos (arcilla) y óxidos de hierro.

La composición química realizada por fluorescencia de R-X expresada en óxidos corresponde a:

Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + Fe O		Mn O	
4.40	1.40	0.69		0.00	
Mg O	Ca O	Na ₂ O	K ₂ O	Ti O ₂	P ₂ O ₅
0.75	51.91	0.00	0.38	0.06	0.02

siendo el valor de SO₃ de 0.20 % y la pérdida por calcinación (H₂O + CO₂) de 40.10%.

La composición mineralógica determinada por difracción de R-X muestra como componente mayoritario a la calcita seguida de una pequeña proporción de arcillas illíticas, algo de cuarzo e indicios de sulfato cálcico (yeso). Las arcillas illíticas deben corresponder a un filosilicato del tipo hidroflogopita dada la existencia de Mg y K en el análisis químico precedente, ya que por su pequeña representación en la muestra, presenta picos poco definidos en el difractograma. El cuarzo libre debe corresponder con el cuarzo detrítico observado al microscopio.

III.3. La Roca Soporte

En el Santuario pueden distinguirse tres tipos de superficies parietales sobre las que se realizaron las pinturas en función de su composición, textura, grado de alteración y cronología. De más antigua a más moderna se tiene:

A.—Paneles correspondientes a la antigua superficie de erosión kárstica, que regularizó las paredes y configuró la cavidad. Presentan alteraciones superficiales por corrosión representadas por pequeñas cúpulas invertidas de orden milimétrico, a veces conectadas entre sí, que tapizan dicha superficie. Las características petrológicas, mineralógicas y geoquímicas son las de la roca encajante. Solo es de señalar las pequeñas acumulaciones de arcillas en el fondo de algunas cúpulas de corrosión procedentes de descalcificación y de decantación de polvo en suspensión.



Foto 3.—ARENAZA: Cierva afectada por el desprendimiento de plaquetas.

B.—Un segundo tipo lo constituyen superficies del tipo A, recubiertas por una corteza estalagmítica cristalina de espesor milimétrico (1.0-3.0 mm.), con cristales de calcita paralelos en empalizada, estando alterada en superficie por disolución. Dicha corteza presenta la particularidad de que sobre ella, en algunas zonas, se han depositado pequeños cristales blanquecinos o transparentes de sulfato cálcico. En otras zonas presenta fenómenos de disolución superficial e inclusiones de microcristales de yeso.

C.—El tercer tipo está representado por superficies rugosas e irregulares producto de fenómenos de descamación antigua que afectó a la superficie de tipo A. Se encuentra recubierta parcial o totalmente, según las zonas, por una delgada corteza compleja cristalina, de tipo estalagmítico, con o sin alteración superficial posterior.

La complejidad de dicha costra estriba en que no presenta como las otras una superficie de cristales regulares, sino que está formada por asociaciones concrecionales irregulares de cristales de diferente naturaleza y desarrollo con inclusiones de partículas finas de elementos detríticos como impurezas (arcillas), que determinados por difracción de rayos-X, dan calcita como dominante y yeso en menor proporción. El análisis por fluorescencia de R-X, expresado en porcentaje de óxidos confirman ésta casi exclusiva composición de la costra en los dos minerales citados, correspondiendo los bajos porcentajes de sílice, alúmina y potasio a las impurezas de arcillas que estando en suspensión se debieron decantar sobre la costra durante su formación.



Foto 4.—ARENAZA: Detalle de la cierva anterior.

Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe + Fe ₂ O ₃	Mn O		
0.31	0.10	0.03	0.00		
Mg O	Ca O	Na ₂ O	K ₂ O	Ti O ₂	P ₂ O ₅
1.77	58.23	0.00	0.02	0.01	0.09

Pérdidas por calcinación (H₂O + CO₂ + SO₃) = 39.45%.

La costra de tipo C presenta por tanto un carácter mixto, complejo y policíclico, que geoquímicamente debió comenzar su formación con la precipitación discontinua de núcleos de cristales de yeso a partir de agua fisural rica en sulfato cálcico que alcanzaría la superficie de la roca por capilaridad, alternando posteriormente con ciclos de precipitación de calcita entre y sobre los cristales de yeso. Los aportes de agua con bicarbonato cálcico pueden haber tenido el mismo origen fisural —el carbonato precipitaría después de haberse agotado el SO₃— o bien procedería de agua de circulación laminar parietal. El carácter irregular de los cristales de calcita y de su disposición morfológica parece indicar con mayor probabilidad la primera posibilidad.

En alguna zona la existencia de levantamientos de escamas en la parte externa de la costra y la existencia de cristales prismáticos transparentes de yeso en la cicatriz, indica que la formación de yeso continuó después de la formación de la costra, incluso la presión de crecimiento de estos cristales está ligada a la producción de escamas como se verá después.

Es posible que las cristalizaciones parietales que se dan en el tipo C se superpongan en alguna zona a las del tipo B.

Hay que señalar que la pintura de una cierva puede ocupar uno o más tipos de las superficies descritas, ya que éstas se reparten de forma irregular por toda la pared.

III.4. Alteraciones de Soporte y Pinturas

En función de sus características morfológicas y fisicoquímicas se han determinado tres tipos de alteraciones que afectan a las pinturas y/o soporte.

I.—El primero, que puede ser denominado como natural, consiste en la desaparición lenta de la pintura por la acción combinada del agua de circulación laminar y/o de condensación de la atmósfera. Este fenómeno afecta a casi la totalidad de las ciervas del Santuario, aunque de forma más acusada a los conjuntos 5 y 6 de Apellaniz (1982).

II.—El segundo tipo corresponde a procesos de descamación de la roca soporte con desprendimiento de plaquetas de roca que arrastran consigo la pintura que las cubría. Son plaquetas de espesor variable de orden milimétrico con anchura y longitud centimétrica. El desprendimiento de varias plaquetas adyacentes origina la apari-



Foto 5.—ARENAZA: Grieta de la pared rellena de cristales de calcita y yeso.

ción de grandes desconchones, en los que se observa la textura fresca de la roca normalmente recubierta, total o parcialmente, por una ligera película de microcristales blancuecinos o transparentes, con mayor concentración en grietas y fracturas de orden menor (inferiores a 1 mm. de anchura). Este tapizado cristalino aparece también en la cara interna de las plaquetas.

Un análisis detallado de estas descamaciones permite observar que en las zonas de fractura de orden mayor (superiores a 1 mm. de anchura), en los bordes de las cicatrices producidas por el desprendimiento de plaquetas, en los espacios libres que se producen entre la pared y la plaqueta antes de su desprendimiento y sobre la costra cristalina inicial, se encuentran cristalizaciones parecidas a las descritas para la superficie C, aunque con mayor desarrollo puntual.

La composición geoquímica de estas concreciones determinada por fluorescencia de R-X, es la siguiente:

Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe O + Fe ₂ O ₃	Mn O		
0.27	0.08	0.03	0.00		
Mg O	Ca O	Na ₂ O	K ₂ O	Ti O ₂	P ₂ O ₅
1.51	57.86	0.00	0.02	0.01	0.07

Pérdida por calcinación: (H₂O + CO₂ + SO₃) = 40.15%.

Esta composición responde, según los resultados obtenidos por difracción de R-X, a la siguiente mineralogía:

Sulfato cálcico (yeso) como componente principal, acompañado de un pequeño porcentaje de carbonato cálcico en forma de calcita (1% a 2%) y aragonito (menos del 1%). La escasas proporciones de sílice y alúmina con el magnesio y el potasio corresponden a las inclusiones arcillosas.

Se trata por tanto de concreciones formadas casi exclusivamente por cristales de yeso prácticamente puros donde a diferencia de las concreciones de la superficie de tipo C, aquí predominan las asociaciones de cristales de yeso sobre los de calcita. Estos cristales euhedrales de yeso se encuentran en diferentes fases de crecimiento siendo los más transparentes los de mayor talla (hasta 3 mm) y forma prismática. El eje de crecimiento de estos cristales tiende a ser perpendicular a la superficie sobre la que crece, excepto en los engrosamientos de tipo botroidal en los que aparecen formas fibroso-radiadas. Los conjuntos blanquecinos están compuestos de microcristales de la misma naturaleza que los anteriores. Tanto unos como otros presentan inclusiones de partículas arcillosas aisladas.

Prácticamente la totalidad de los conjuntos pictóricos del Santuario están afectados, en mayor o menor grado, por este segundo tipo de alteraciones.

Aunque se observan cicatrices de aspecto antiguo la mayor parte de éstas son frescas, por lo que pueden calificarse de recientes, incluso existen plaquetas en curso de desprendimiento y plaquetas en el suelo caídas durante 1985 controladas directamente por el Prof. Apellaniz. También es significativa en este sentido la comparación de las fotografías del archivo del Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco con las obtenidas más recientemente por el Prof. Apellaniz muestra que la caída de plaquetas es un fenómeno que al menos recientemente se ha reactivado y/o ha aumentado su intensidad y que se está produciendo actualmente. A título indicativo, en dicha comparación fotográfica puede verse como en la cierva inferior del conjunto 1 se observan tres zonas donde se han desprendido plaquetas en el tiempo de unos 12 años. Por todo ello puede afirmarse que la mayor parte de las alteraciones se han producido en un corto espacio de tiempo y que la velocidad de degradación es preocupante, pues de seguir así las pinturas pueden desaparecer en unas decenas de años ya que se trata de procesos irreversibles.

III.—Un tercer tipo de alteraciones que afectan a las pinturas, aunque con carácter más restringido, está representado en la cierva superior del conjunto n.º 1 de Apellaniz,

donde el conjunto de la cierva casi ha desaparecido por el recrecimiento de una costra cristalina que ha ido levantando y abombando la pintura. Esta costra presenta las mismas características mineralógicas que las otras aunque aquí predominan las formas de tipo botroidal, apreciándose dos fases principales de crecimiento y algunas otras más secundaria en algún punto.

Los análisis realizados de las concreciones de tipo botroidal presentan una composición análoga a la anterior, con algo más de sílice, alúmina, magnesio y potasio.

Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe O + Fe ₂ O ₃	Mn O
4.54	0.42	0.16	0.00

Mg O	Ca O	Na ₂ O	K ₂ O	Ti O ₂	P ₂ O ₅
2.95	52.24	0.00	0.08	0.01	0.03

Pérdida por calcinación: (H₂ O + CO₂ + SO₃) = 39.60%

La mineralogía (DR-X) muestra al yeso como componente mayoritario, acompañado de una ligera proporción de arcillas e indicios de calcita, debiéndose a las arcillas los porcentajes de sílice, alúmina, magnesio y potasio.

Este tipo de alteración parece seguir un proceso de evolución más lento que el anterior o al menos no ha producido todavía daños irreparables, aunque es muy probable que siga su curso evolutivo en la actualidad.

La génesis de estos dos tipos de costras cristalinas de los tipos II y III de alteraciones está relacionada con un flujo de agua capilar que lleva en disolución SO₃ procedente de la oxidación de los sulfuros de hierro (pirita) existentes en la roca y bicarbonato cálcico procedente, a su vez, de la disolución de la caliza. Al aflorar dicha agua por las fisuras de la pared precipita, como es normal, el sulfato cálcico antes que el carbonato, y seguirá precipitando éste mientras exista ión sulfato.

La presencia de yeso como componente de espeleotemas ya fue estudiada por Polh and wite (1965) en Flint — Mammoth Cave de Kentucky, en la que atribuían su presencia a la oxidación de sulfuros dispersos en la caliza encajante del karst, siendo citado posteriormente dicho mineral por Bertolani et al (1976) en Grotta Grande del Vento — Grotta del Fiume (Italia), por Seeman (1982) en Dachstein-Mammuthöle (Austria) y en Carlsbad Cavern en New Mexico, aunque su génesis sigue siendo controvertida a nivel físico-químico proponiéndose diferentes modelos, sobre todo en relación con la procedencia del ión sulfato, suficientemente claro en el caso de Arenaza, donde la presencia de pirita ha sido detectada claramente dispersa en el interior de la roca encajante.



Foto 6.—ARENAZA: Detalle de cristales de yeso formados en las grietas.



Foto 7.—ARENAZA: Suelo al pié del panel de las ciervas con plaquetas desprendidas recientemente.

III.5. *Modelo de Formación de Plaquetas y Costras Cristalinas Asociadas.*

Se han establecido una serie de etapas que intentan explicar los procesos genéticos y evolutivos de las plaquetas y su relación con las costras cristalinas yesíferas.

III.5.1. Consideraciones Previas

De todo lo precedente es necesario resaltar lo siguiente:

1.—La cueva de Arenaza no ha sufrido modificaciones naturales recientes de importancia.

2.—Las labores mineras desarrolladas en la cueva han modificado la morfología kárstica, la circulación hídrica subterránea y han podido producir una fracturación artificial de la roca encajante y ampliar la red de diaclasas de dicha roca.

3.—Aunque existe un informe del Laboratorio de Ensayo e Investigación Industrial "L.J. Torrontegui" de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de Bilbao (1980), en el que se asegura que las explosiones de la explotación de la cantera vecina, situada entre 250-300 m. de las galerías de la cueva, no afectan a la estructura de la cueva, nada se dice sobre la velocidad de vibración de la pared con pinturas del Santuario que se produce con dichas explosiones, y aunque no disponemos de datos —en su día se propuso un estudio de dichas vibraciones a la Diputación Foral de

Vizcaya— la proximidad de la cantera y la inexistencia de discontinuidades geológicas importantes entre ambas, nos hace suponer que dicha velocidad de vibración es superior a lo aconsejable.

4.—La descamación es un fenómeno que aunque ha existido antes de las pinturas, se ha reactivado recientemente y se produce actualmente, con una velocidad de degradación importante, pero no cuantificada.

5.—Las costras cristalinas del soporte son de carácter mixto, compuestas por yeso y calcita, mientras que las asociadas a las descamaciones y a abombamientos son de yeso, lo que implica un cambio en las características geoquímicas del agua que aflora a la pared.

III.5.2. Modelo de Formación

Etapas I. Preparación de la roca encajante.

La roca encajante además de diaclasas y grietas, presenta un tipo de fisuración paralela a la superficie de la pared y próxima a ésta como muestra la figura 2 (I y II). Este tipo de fisuración puede deberse a dos factores principales, por una parte a las tensiones de carga a que está sometido todo conducto subterráneo (Bogli 1980), sobre todo teniendo en cuenta las características favorables de la roca, y por otra a las vibraciones a que fueron sometidas las paredes por las explosiones de las prospecciones mineras.

En época reciente, ambos factores deben haber actuado conjuntamente, o dicho de otro modo, a la acción del pri-

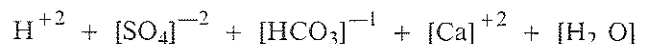
mero ya existente deben haberse sumado los efectos del segundo por las siguientes razones:

—Existen dos etapas de descamaciones, una anterior a las pinturas y otra reciente y actual. La primera de menor intensidad y asociada a costras de menor desarrollo y diferente composición mineralógica que la segunda. Si el primer factor es el responsable de la primera etapa de fisuración y descamación, alcanzándose un equilibrio posterior, es necesario introducir otro factor desestabilizante que sumándose al existente, rompa el equilibrio y cambie las características geoquímicas del agua kárstica originando una nueva fase de descamación más intensa. Dada la modernidad de esta segunda fase, es posible atribuir su causa a las prospecciones mineras, es decir a las vibraciones producidas en las paredes de la cueva por los explosivos empleados en su interior, y no a causas naturales ya que las condiciones kársticas no han cambiado recientemente.

En resumen, la suma de estos dos factores ha modificado la situación de "equilibrio" existente, generando nuevas fracturas y/o ampliando las existentes en longitud y anchura, lo que, a su vez, facilita la circulación de agua por éstas.

Etapas II. Formación de Cristales

Una vez ampliado el sistema de fisuras circula por ellas agua por capilaridad que tiende hacia el exterior (Fig. 2-III). En la composición del agua se encuentran en disolución iones sulfato y bicarbonato cálcico cuya procedencia ya se ha explicado anteriormente, que configuran un sistema geoquímico abierto que puede expresarse por:



del que no se conocen, por ahora, datos suficientes para determinar las condiciones físico-químicas de precipitación de las diferentes fases minerales encontradas, aunque se dispone del resultado final que es la formación de cristales de yeso, calcita y aragonito. En todo caso el mecanismo de precipitación debe estar ligado a concentraciones de saturación que son relativamente fáciles de alcanzar en la interfase roca-aire por evaporación, teniendo en cuenta las cantidades mínimas de agua aportada y el espesor de la lámina de ésta que se extiende por la superficie de la roca.

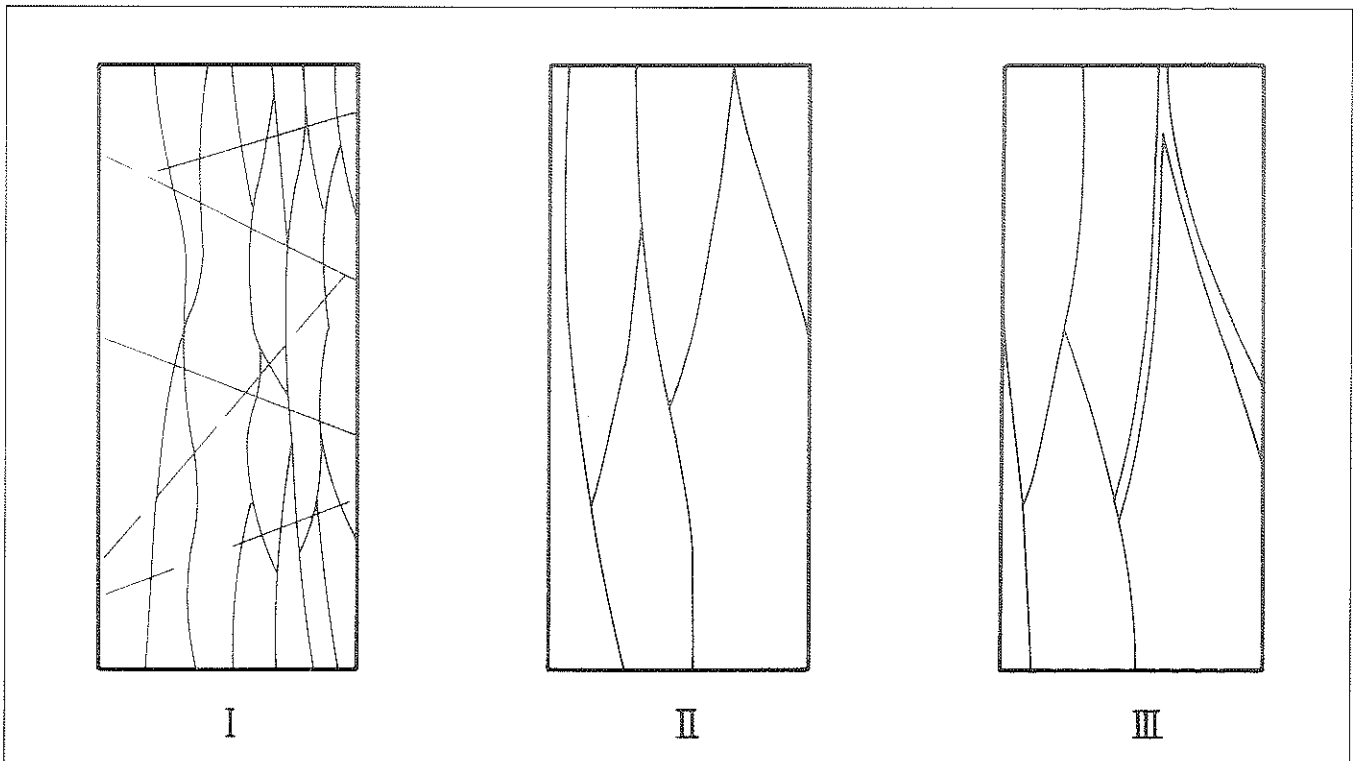


Figura 2

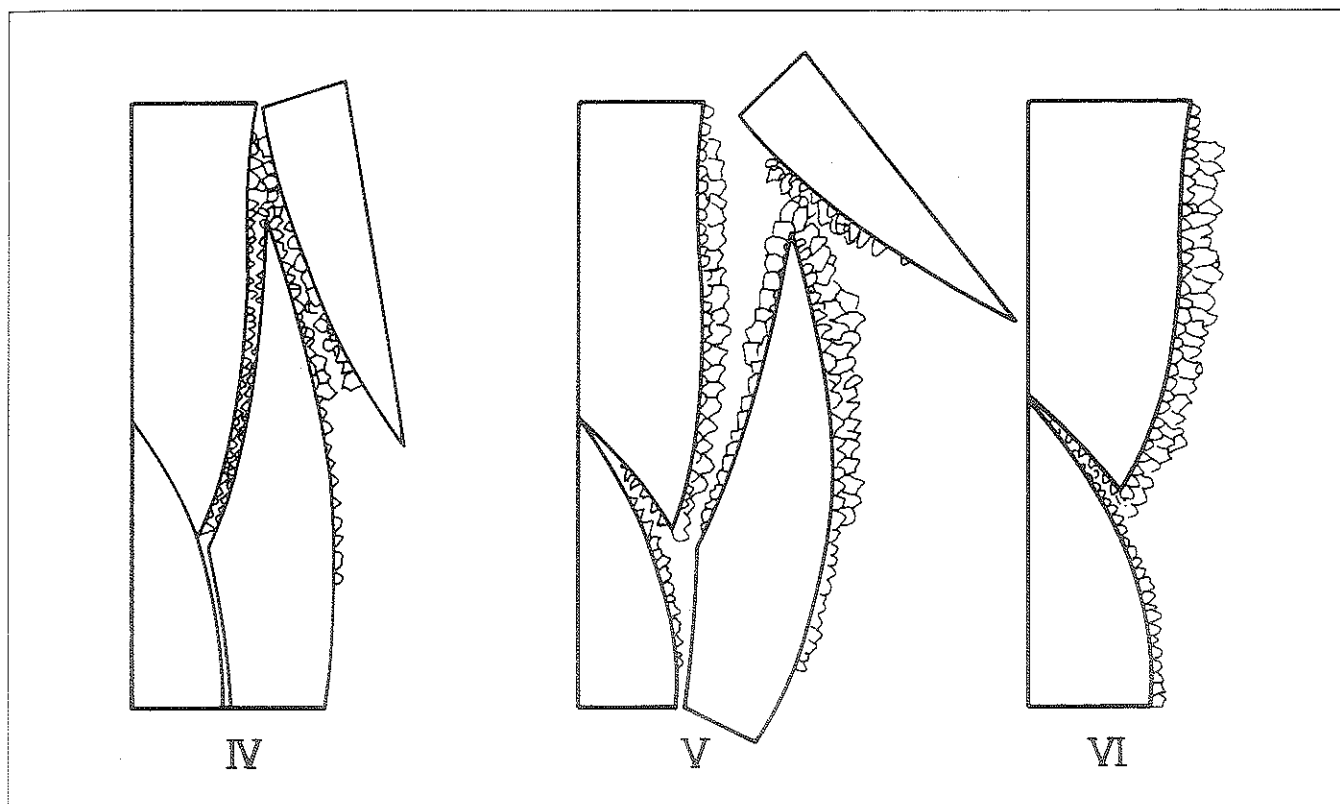


Figura 3

Aunque no se conocen las condiciones microambientales del Santuario, las tres puertas metálicas que lo aíslan del exterior (dos en la galería de acceso y otra en la sala exterior) confieren una cierta estabilidad ambiental al mismo, con muy escasa circulación de aire, lo que en principio favorece la formación de cristales.

Etapa III. Formación de Plaquetas

En una primera fase se produce una trama compleja de microcristales que tapizan ambas caras de la fractura tendiendo a rellenarla. A la vez se generan unos primeros esfuerzos perpendiculares a la superficie de crecimiento de los cristales, es decir perpendiculares a las paredes de la fractura, producidos por la presión de crecimiento de los propios cristales que tienden a ampliar la fractura separando sus caras (Fig. 3-IV). Dicho efecto puede ser favorecido por las vibraciones que

se producen en la pared debido a las explosiones de la cantera próxima.

En fases sucesivas el fenómeno se repite y la presión de crecimiento de nuevos cristales separará aún más las caras de la fractura definiendo cada vez más la plaqueta, hasta que ésta queda unida a la pared solo por la unión de los cristales. Cuando esta fuerza de unión sea inferior al peso de la plaqueta o se vea perturbada por otra causa, ésta caerá (Fig. 3-V). Esta perturbación puede ser verosimilmente la vibración producida en la pared por una voladura de la cantera próxima.

La formación de los cristales de mayor talla (3 mm.), prismáticos y con caras bien definidas es un fenómeno tardío que se produce cuando éstos tienen espacio libre suficiente para crecer, lo que ocurre cuando la fisura es suficientemente ancha antes del desprendimiento de la plaqueta o después de desprendida ésta (Fig. 3-VI).



Foto 8.—ARENAZA: Detalle de las plaquetas anteriores. Las de mayor talla están comprendidas entre 4 - 5 cm.

III.6. Conclusiones

Se trata de procesos irreversibles relacionados con las características físico-químicas de la roca encajante, que comenzaron a desarrollarse desde antiguo. No obstante, desde que las pinturas se realizaron hasta su descubrimiento, su velocidad de degradación fue muy inferior a la existente desde su descubrimiento hasta hoy.

Los desprendimientos de plaquetas están directamente relacionados con la presión de crecimiento de los cristales de sulfato cálcico y el grado de fisuración de la roca encajante. El cambio en las características geoquímicas del agua, con mayor abundancia en sulfatos, puede haber estado relacionado con los trabajos antiguos de prospección minera.

Dado que actualmente se observa una mayor velocidad de degradación en las pinturas, es más que probable que exista una relación directa de causa-efecto entre las explosiones de la cantera el desprendimiento de plaquetas. Las vibraciones producidas pueden ampliar las fisuras favoreciendo la precipitación de yeso, y pueden, a su vez, desprender las plaquetas que se encuentren en un equilibrio precario.

El que en otras zonas más externas de la cueva no se formen estas cristalizaciones, puede deberse a una diferente composición en sulfuros de los bancos calcareos en los que se generó el Santuario, aunque es posible una cierta influencia del cierre casi hermético de las dos puertas metálicas de la galería de acceso.

IV. CUEVA DE ALTAMIRA

IV.1. Introducción

La cueva de Altamira es suficientemente conocida como para no necesitar presentación, siendo la primera y durante mucho tiempo la única cueva española de cuyos problemas se han ocupado de una forma u otra diferentes investigadores, aunque siempre de una forma parcial e incompleta, distando mucho de estar resueltos. Este trabajo es un resumen de los resultados obtenidos en 1981, sin que hasta ahora se hayan podido continuar.

IV.2. Características Kársticas

La cueva de Altamira se encuentra en la zona superior de un pequeño cerro calcáreo (158 m.s.n.m.), en la divisoria de los términos municipales de Santillana del Mar y Reocín.

De de las características kársticas (Hoyos et al., 1981) más sobresalientes relacionadas con la conservación de la cueva puede resumirse lo siguiente:

Se trata de un karst tabular, poligénico y senil de edad Pliocena, cuyas cavidades superiores (Altamira) se encuentran próximas a la superficie. Su génesis y evolución han estado condicionadas por la estructura y la fracturación, donde los conductos y cavidades han evolucionado fundamentalmente por desplomes gravitacionales, existiendo escasa formación de espeleotemas.

En toda la zona externa de la cueva, hasta la Sala de los Muros, las galerías presentan secciones rectangulares o trapezoidales limitadas a techo por un plano de estratificación que nada tienen que ver con las antiguas formas relacionadas con la erosión de la circulación hipogea. Son formas inestables producidas por hundimientos, lejanas a las formas de equilibrio kárstico, en las que la potencia del estrato que forma el techo y el no excesivo ensanchamiento de las diaclasas por carga y disolución permiten su conservación. Este es el caso del techo de los Polícromos.

El desprendimiento de bloques del techo es un fenómeno generalizado por toda la cueva, siendo patente sobre todo en las zonas externa y media y algunos grandes bloques en la Gran Sala. Es conocida la caída de bloques durante la excavación de Obermaier.

Otro fenómeno de la misma índole es el hundimiento del suelo, patente en la Sala de la Hoya donde a ambos lados de la entrada existen restos de una antigua corteza estalagmítica cortada, correspondiendo aproximadamente el descenso del piso a favor de una cavidad inferior al desnivel existente entre ésta sala y la Gran Sala. Más al interior se encuentra una gran estalactita unida a su co-

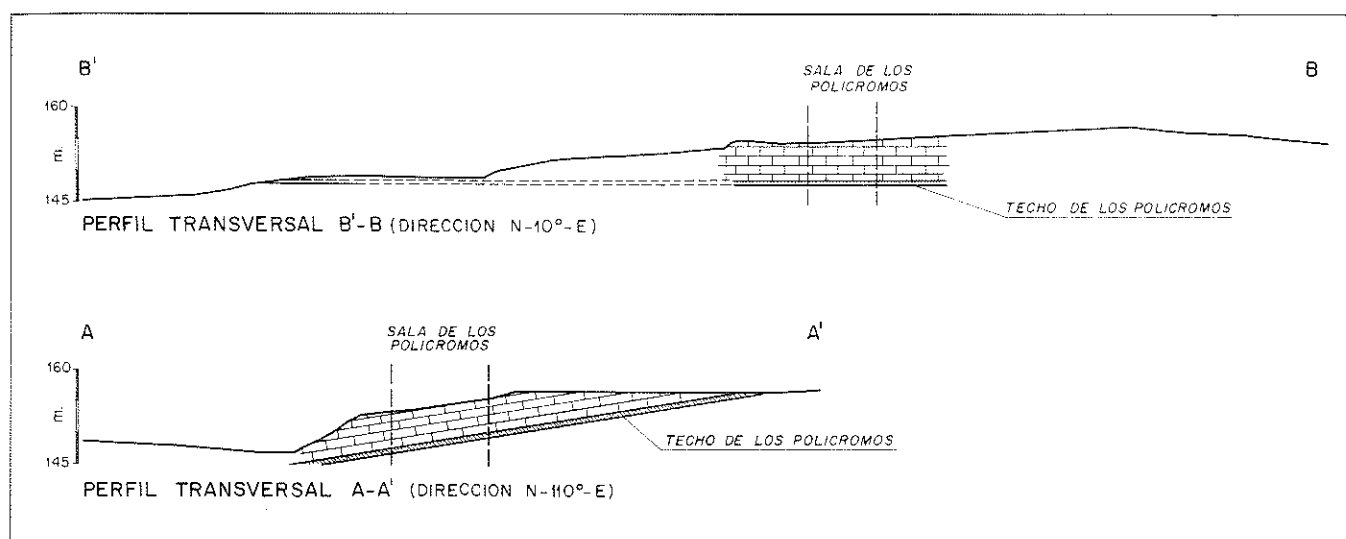


Figura 4

respondiente estalagmita rota por tracción debido al hundimiento del piso, siendo más reciente aún el desplazamiento vertical aparente de uno de los pilares construidos para la sustentación.

Se trata por tanto de una cavidad senil en fase de desmantelamiento o destrucción en sentido kárstico, de la que se desconoce casi por completo su grado de estabilidad estructural.

La cueva está situada en la zona vadosa del karst con alimentación hídrica por infiltración directa de agua de lluvia (Gómez Laá, 1980), siendo escasa la circulación de agua a nivel de la cueva produciéndose ésta preferentemente por fracturas dada la muy escasa permeabilidad de la roca, como se verá más adelante. El freático con niveles locales colgados se encuentra a cotas inferiores, siendo el nivel de base general del karst el río Saja. Las particularidades de la circulación relacionadas con la Sala de los Polícromos se exponen más adelante.

IV.3. Características de la Roca Encajante

Se realizó en su día (Hoyos et al., 1981), un estudio detallado del tramo calcáreo en el que se encuentra la cueva, con especial atención al techo de los polícromos, ya que una parte de los procesos de alteración que afectan a Altamira están relacionados con las características de la roca encajante.

El tramo de la serie carbonatada de edad Albiense en la que se encuentra Altamira está formado por calcarenitas

de color beige en bancos de 0.5-10.0 m., con intercalaciones de niveles arcilloso-limosos de color beige a gris verdoso, de orden centimétrico.

Dichas calcarenitas corresponden a biomicritas y bioesparitas con textura deposicional de tipo packstone, a veces parcialmente borrada por recrystalización o dolomitización, siendo los fósiles restos de orbitolinas, placas de pelmatozoos, microforaminíferos, bivalvos, etc. Muchos de los fragmentos fosilíferos presentan micritización total o incipiente en los bordes. Cuando la dolomitización es completa los fósiles y la matriz desaparecen quedando solo pequeñas huellas de placas de pelmatozoos.

Además de los minerales carbonáticos, se encuentran granos de cuarzo detrítico finos (inferiores a 60 micrones), asociados preferentemente a caparazones de orbitolinas, con aspecto aparente de formar laminaciones, que han sido interpretadas como estructuras deposicionales por Valle et al. (1978). Existen también detríticos finos de carácter arcilloso.

La recrystalización principal es de micrita a microesparita, lo que da lugar a una pérdida parcial o total, según las zonas, de la porosidad matricial de la roca. Las cementaciones tardías, bastante generalizadas, se encuentran rellenando fisuras lo que también contribuye a dar una mayor compacidad a la roca. La porosidad actual de estas rocas se debe fundamentalmente a disoluciones posteriores a estos procesos, lo que ha originado microporos y ampliado pequeñas grietas de origen tectónico. En todo caso

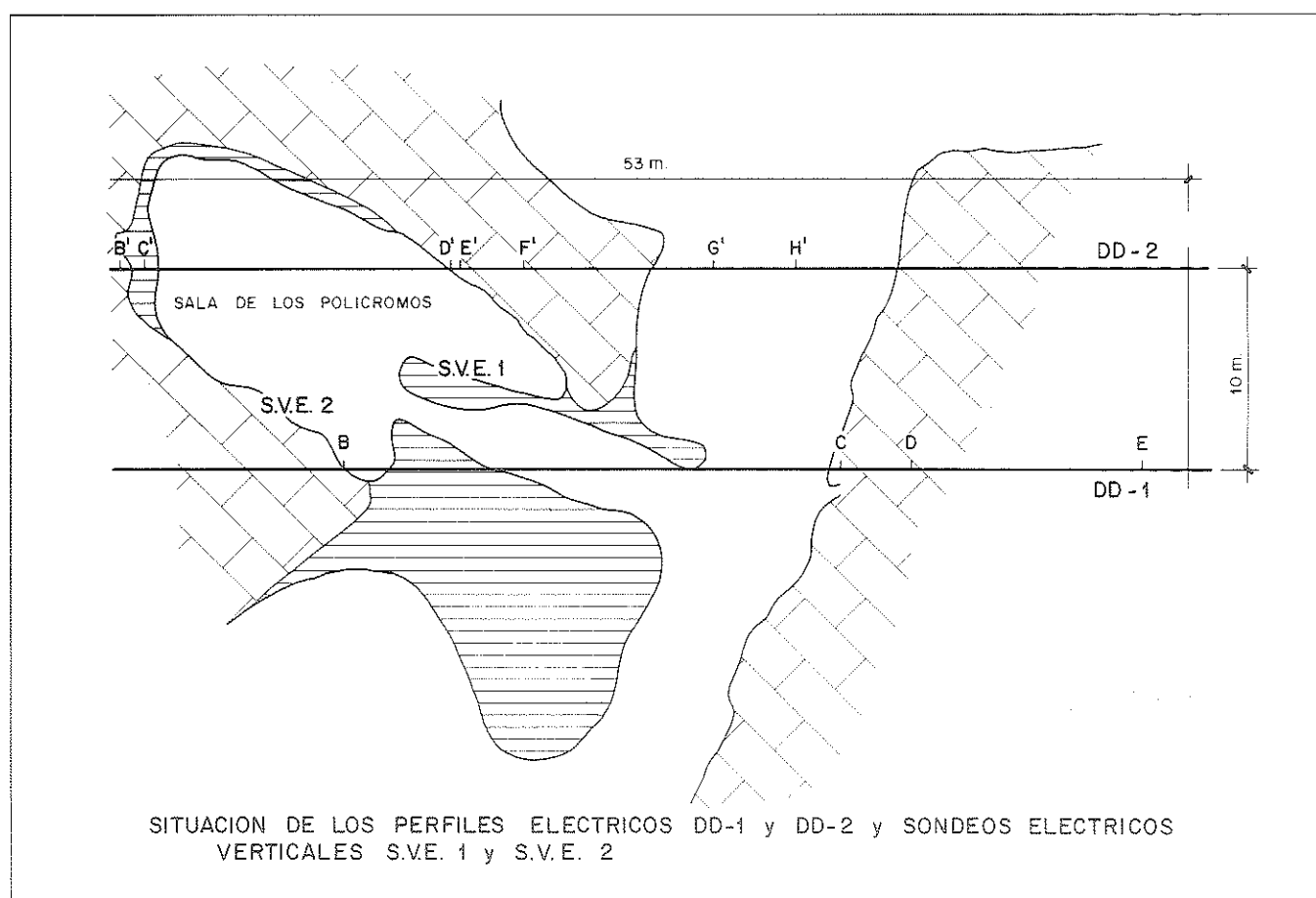


Figura 5

dicha porosidad no supera el 1% por unidad de superficie, siendo el tamaño de los poros de 400 a 30 micrones. Los ensayos sobre el grado de saturación en agua (Hamrol, 1961), muestran valores insignificantes. En resumen, puede afirmarse que la capacidad de adquisición y circulación de agua por la roca no está ligada a la textura de la misma que se comporta prácticamente como impermeable, sino a formas mayores como macrovacuolas y fracturas, sin que se pueda negar una cierta importancia a la microporosidad en los procesos de alteración de la roca.

El residuo insoluble de estas rocas oscila entre 3.3-11.1%, de los cuales un 45% lo constituyen arcillas, que de acuerdo con los datos analíticos de Valle et al (1978) corresponden mayoritariamente a montmorillonita y en menor proporción illita y caolinita.

Las direcciones de fracturación dominantes que afectan a la roca encajante en el interior de la cueva presenta un máximo N-60-70-E, seguido de otros dos relativos de direcciones N-40-50-E y N-80-90-E, sin una densidad de fracturación homogénea. Los planos de fractura son verticales o inclinados por encima de 70°. Existen planos de fractura próximos a la horizontal que afectan a depósitos kársticos pero son debidos a colapsos gravitacionales y no a la tectónica.

En consecuencia, la senilidad del Karst, la estructura tabular de las calizas y la fuerte pendiente de los planos de fractura explica la relativa facilidad existente en Altamira para que se produzcan desplomes gravitacionales. Además, ya que la litología se comporta prácticamente como impermeable, la circulación de agua debe realizarse

por estas fracturas favoreciendo su ensanche por disolución.

IV.4. La Roca Encajante y su Relación con el Entorno

Las características petrológicas de la roca soporte, tanto del techo de la Sala de los Polícromos como de otras partes de la cueva con pinturas son las mismas que las expuestas en el apartado anterior.

El techo de la Sala de los Polícromos lo forma el muro de un estrato calcareo de 40-45 cm. de potencia que se acuña hacia el Sur, aunque puede observarse en la entrada, donde está hundido en parte, y seguirse por otras zonas del interior de la cueva. Lo separan actualmente de la superficie exterior un paquete de calizas de solo 7 m. de potencia, a los que habría que sumar 1,5 m. que fueron extraídos por la explotación de una cantera.

Las formas abombadas que presenta el techo y que sirvieron para dar relieve a las pinturas corresponden a deformaciones hidroplásticas sinsedimentarias que afectan al muro del estrato.

La superficie del techo sobre la que se encuentran las pinturas está afectada por procesos de micro-corrosión que dan lugar a pequeñas cúpulas de diámetros milimétricos. Estos procesos son anteriores a las pinturas, al menos en parte, puesto que éstas las cubren, e indican que el techo de la Sala permaneció largo tiempo en condiciones subáreas.

Adherida al techo existe una película de arcillas discontinua, irregularmente repartida y a veces carbonatada, que puede atribuirse a acumulaciones por corrientes de convección de polvo arcilloso en suspensión en el aire, o bien en acumulaciones de arcillas por evaporación del agua capilar que aflora al techo y que las transportaba en suspensión en ínfima cantidad, antes de la realización de las pinturas. Esto último parece más probable puesto que no existen arcillas sobre las pinturas.

Los espeleotemas que afectan al techo son de escasa entidad y dos tipos diferentes. Por una parte estalactitas incipientes de las denominadas "macarroni" y por otra algunas placas calcáreas de microcristales de calcita precipitados por evaporación de la lámina de agua del techo y concentración de carbonatos. Pueden llegar a disolverse si el agua que llega de nuevo a la zona no está saturada de bicarbonato cálcico y la presión parcial de CO_2 en el aire es suficientemente alta.

La actividad hídrica que dio lugar a estas formas ha cambiado en el tiempo. Actualmente hay zonas del techo completamente secas en las que existen raíces de estalactitas abortadas y otras zonas húmedas donde la formación de estos espeleotemas es activa.

Al menos una parte importante de las pinturas presenta carbonatada la zona de contacto con el soporte. Esta carbonatación por microcristales de calcita engloba la pintura como si se tratase de una cementación.

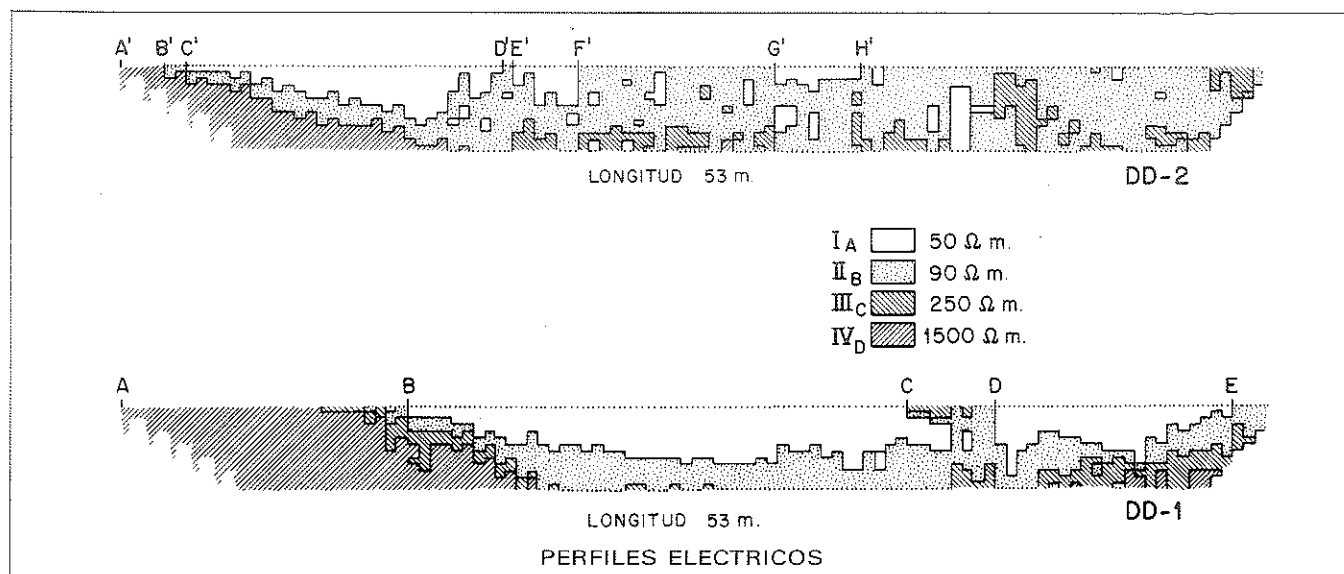


Figura 6

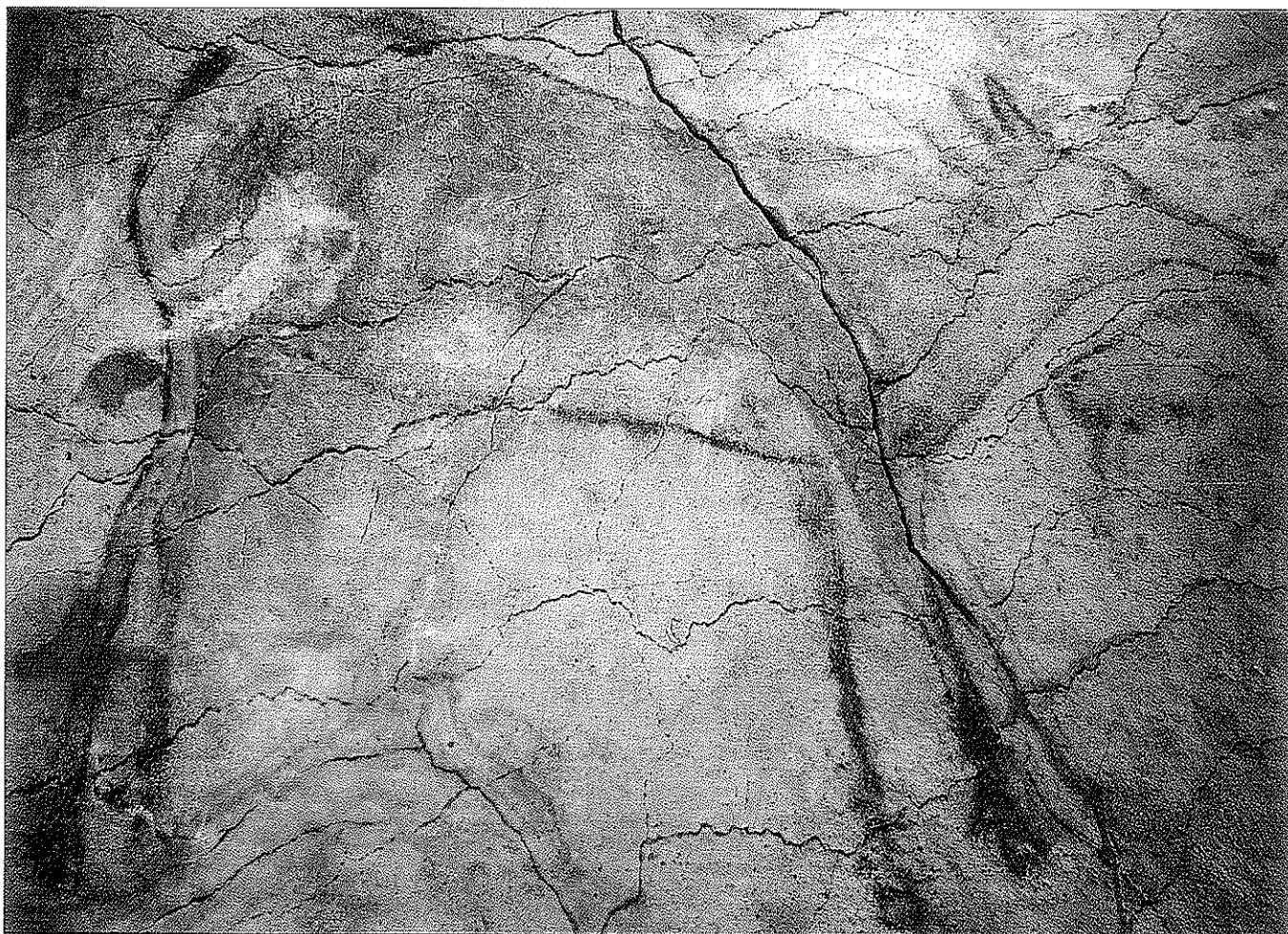


Foto 9.—ALTAMIRA: Cierva fotografiada en 1981, en la que se aprecia un cierto estadio de la veladura

Gran parte de la cueva y de su cobertera, incluyendo el estrato de la Sala de los Polícromos, se sitúan por encima de la cota máxima de influencia de los posibles aportes laterales de agua infiltrada en el karst procedente de zonas topográficamente más altas, por lo que el agua que aflora en el techo de los Polícromos se debe exclusivamente a la infiltración del agua de lluvia en un área muy reducida, limitada por la intersección del "plano" del techo de los Polícromos con la superficie del terreno y por la intersección de un plano vertical que pasando por el extremo E. SE. de la Sala de los Polícromos tenga dirección N.NE-S.SO, es decir

perpendicular a la dirección de buzamiento de las capas calcareas. (Fig. 4).

Dentro de este área se encuentran parte de las alteraciones antrópicas que afectan a la zona externa del karst, como son el transformador, el depósito de agua de la parte superior, una parte del edificio del Museo (3), así como la antigua cantera y la lechada de cemento sobre la superficie exterior.

Los sondeos eléctricos dipolo-dipolo de 53 m. de longitud, paralelos y separados 10 m, y S.E.V. de 4 y 8 m. realizados en la superficie antes delimitada de influencia directa sobre la Sala de los Polícromos, con objeto de eva-



Foto 10.—ALTAMIRA: La misma cierva fotografiada en 1989, en la que se aprecia la evolución de la veladura en relación al estadio anterior.

luar la distribución del agua en las capas suprayacentes al techo de los Polícromos en función de la mayor o menor resistividad, teniendo en cuenta la impermeabilidad de la roca y que la circulación de agua se realiza por fracturas, han puesto de manifiesto lo siguiente: (Fig. 5 y 6).

- Una zona basal de resistividad alta, por tanto con escasa agua, que constituye una cubeta de fondo resistivo.
- Sobre ella se sitúa una banda de resistividad normal y forma de doble cubeta con un umbral intermedio de mayor resistividad. En esta zona la cantidad de agua existente es superior a la de la zona inferior.

—Sobre la anterior y hasta la superficie se encuentra una tercera zona con la misma forma de doble cubeta que la anterior y adaptada a ella, pero altamente conductora indicando un mayor almacenamiento de agua que en las dos zonas anteriores.

Dada la impermeabilidad de la roca y que por tanto el almacenamiento de agua debe producirse en fracturas, la zonación señalada implica una gradación en la densidad de fracturas desde el techo de los polícromos hasta la superficie. Si las fracturas fuesen de origen tectónico habrían afectado prácticamente por igual a todo el conjunto calcareo, como ocurre en otras zonas del mismo karst, y no

presentarían esta gradación, ni esta distribución en formas de cubeta en el almacenamiento de agua.

En consecuencia esta distribución y mayor abundancia anómala de la fracturación hacia el exterior debe atribuirse a causas antrópicas, siendo la antigua cantera con sus explosiones, la única actividad externa de la zona con capacidad para producir dicha fracturación. Además estas formas de cubetas pueden deberse a la penetración hacia el interior de la fisuración artificial en forma pseudorradiada por las explosiones de los cartuchos de pólvora empleados en la cantera.

El agua "almacenada" en la zona superior fluye hacia el interior hasta alcanzar el techo de la cueva ya sea por fracturas naturales donde no alcanzó la fisuración artificial, o continuando su descenso por la roca hacia zonas más profundas del karst, puesto que la cantidad de agua procedente de lluvia caída sobre la superficie exterior de influencia potencial en la Sala de los Polícromos es muy superior a la que gotea y se extiende por el techo de dicha sala Villar et al. (1983), existiendo un marcado desfase entre el máximo de pluviosidad y el máximo de infiltración. Ello implica una velocidad baja de infiltración o circulación vertical para un espesor de 7 m. de media entre superficie del techo y exterior, lo que indicaría una ausencia casi total de fracturas verticales abiertas, y puesto que fracturas existen, éstas deben tener rellenos de arcillas, recristalizaciones o simplemente presentar discontinuidades en los niveles arcillosos intracalcareos, que actúan como tapones frente a la circulación.

Un punto de excepción en la circulación vertical del agua lo constituye el inventariado por Villar con el n.º 20 (Villar et al., 1983) cuyo caudal, aunque no evaluado, es discontinuo pero importante teniendo una respuesta inmediata a las variaciones de la pluviosidad externa. Dicho punto corresponde a un estrecho conducto ascendente de sección irregular, generado en la confluencia de dos grandes diaclasas, una en la dirección de la generatriz de la galería que une la Sala de la Cocina con la Sala de los Muros, y la otra de dirección casi perpendicular a la anterior correspondiente a una de las generatrices de la Sala de los Polícromos. Un análisis geomorfológico de dicho tubo permite distinguir tres etapas de funcionamiento diferente, una primera erosiva de circulación libre que es la generadora del tubo, una segunda de circulación laminar con formación de espeleotemas estalagmíticos en cascada y una tercera de reactivación con las características de circulación actuales. Teniendo en cuenta su posición con respecto a la Sala de los Polícromos y el buzamiento de las capas hacia este lugar, el agua que actualmente surge es caudal que se le resta a la Sala de los Polícromos. La posible relación

entre esta última reactivación de la circulación por dicho conducto y las modificaciones estructurales producidas por la cantera no han podido establecerse con seguridad, pero no se descartan.

IV.5. Alteraciones de las Pinturas

Son numerosos los trabajos en los que de una forma u otra se han abordado los problemas de las alteraciones de las pinturas de Altamira. De los trabajos más recientes destacan los de García Lorenzo y Endériz García (1972), Valle, Moya y Cendrero (1978), Cabrera (1980) y Cendrero (1980). Todos ellos coinciden en el fondo de los problemas, aportando cada uno matizaciones de detalle.

Por nuestra parte, teniendo en cuenta la proximidad a la superficie de la Sala de los Polícromos y las particularidades características kársticas del entorno limitado que le puede afectar, los procesos de alteración de las pinturas de la Sala de los Polícromos pueden agruparse en dos tipos:

- Procesos de alteración directos. Aquellos que afectan directamente a la integridad de las pinturas.
- Procesos de alteración indirectos. Aquellos que afectan a alguna parte del karst y cuyas consecuencias pueden repercutir o han repercutido ya en la conservación de las pinturas.

IV.5.1. Procesos de alteración Directos

Se han distinguido tres tipos fundamentales:

IV.5.1.1. Descamación. Corresponde este fenómeno al desprendimiento de partículas de orden milimétrico, que partiendo de un núcleo central se extienden más o menos hacia la periferia, por lo que se trata de una alteración irreversible.

Su origen lo atribuimos, de acuerdo con Cendrero (1980), a las tensiones internas que se producen en las arcillas expansivas (montmorillonitas) por la alternancia de humectaciones-deseccaciones, dada la capacidad de absorción de agua y el consiguiente cambio de volumen de estas arcillas. Para Cendrero dichos fenómenos se producen en la película más externa de la roca soporte debido a pequeñas concentraciones de estas arcillas en el interior de la roca. En los análisis realizados por nuestra parte no hemos localizado dichas concentraciones de arcillas ni en la zona externa, ni en el interior de la roca soporte, por lo que nuestra interpretación difiere sustancialmente en cuanto a la localización de los procesos y los materiales afectados.

Para nosotros las arcillas en cuestión son las ya citadas al referirnos a las características de la roca soporte, constituyentes de la película existentes entre la roca y las pinturas. Dentro de las superficiales posibilidades de estudio

del problema sin dañar las pinturas, la interpretación del fenómeno parece más compleja, ya que parece producirse preferentemente donde la base de la pintura está carbonatada pero menos que en otras zonas. La fijación de carbonatos (cementación) de la base de la pintura le resta a ésta plasticidad confiriéndole a la vez mayor rigidez, lo que facilita la rotura al deformarse por hinchazón las arcillas situadas debajo, a la vez que se favorece el despegue entre pintura-arcillas-soporte en los momentos de desecación.

Se observa un mayor desarrollo de estos procesos en la zona de tránsito entre la parte del techo que actualmente permanece húmeda y la seca, lo que parece indicar que son procesos ligados a la regresión de humedad habida en el techo, siendo la zona de tránsito la que periódicamente se humedece y seca un mayor número de veces, mientras que la húmeda se seca un número menor de veces y la seca se humedece solo ocasionalmente.

Estos procesos no pueden producirse con las condiciones de impregnación constante por agua de toda la superficie del techo de los Policromos descritas por Villar (Villar et alii, 1983, 1984) como punto de partida para sus argumentaciones del flujo de agua y humedad. Por nuestra parte hemos podido comprobar a cueva cerrada y sin visitantes la existencia de los tres ambientes citados, húmedo constante, de transición y seco, por lo que dichos procesos pueden continuar desarrollándose en el caso de producirse cambios en las condiciones microclimáticas internas que den lugar a desecaciones-humectaciones.

La procedencia del agua se debe a circulación capilar y/o condensación, por ello los cambios de humedad y temperatura ambientales, y la circulación de corrientes de aire favorecen estos procesos.

IV.5.1.2. Lavado y Erosión por Disolución.

Los componentes minerales de las pinturas, óxidos de hierro, óxidos de manganeso y carbón vegetal, se disuelven muy lentamente en agua, sobre todo teniendo en cuenta la mayor resistencia adquirida por las pinturas debido a la cementación carbonatada de su base, pero con el tiempo la disolución es apreciable. La erosión por circulación de agua, al menos con los caudales laminares ínfimos existentes hoy, es un fenómeno difícil de apreciar a simple vista, siendo necesario para su evaluación análisis geoquímicos del agua del techo en los que se determine la presencia y cantidad de los óxidos citados, sobre todo el de manganeso ya que este no existe en la roca encajante. Es un hecho que algunas de las pinturas han sufrido deterioros por estos procesos, incluso alguna ha desaparecido, pero no parece en este momento un problema acuciante, sobre todo si las aguas son "incrustantes" según los resultados de Villar (Villar et al., 1984).

IV.5.1.3. Formación de Espeleotemas

Es un fenómeno ligado a la circulación kárstica, grado de saturación en bicarbonato cálcico del agua, presión parcial CO_2 en la atmósfera interior y temperatura. Se han distinguido dos tipos de espeleotemas vadosos cenitales actualmente en formación aunque con escaso desarrollo.

IV.5.1.3.1. Concrecciones Calcáreas

Se produce en zonas normalmente asociadas a fracturas por las que llegan los aportes de agua con bicarbonato cálcico en disolución, saturada o no, que se extiende por capilaridad a ambos lados de la fractura, de forma irregular y según la microtopografía existente, en forma de una lámina finísima cuyo espesor está controlado por la tensión superficial del líquido. Por evaporación parcial o total del agua, debida normalmente a un aumento de temperatura, se alcanza la saturación en la solución y precipita el carbonato cálcico en forma de microcristales de calcita o aragonito según las condiciones físico-químicas. Estos son susceptibles de disolverse si llega un nuevo aporte de agua no saturada y existe suficiente presión parcial de CO_2 en el ambiente. Por el contrario, si a partir de los primitivos cristales que actúan como núcleos de cristalización, los nuevos aportes de agua reúnen las condiciones iniciales, el crecimiento de los cristales continuará y una vez que alcancen suficiente desarrollo el proceso ya no será reversible aunque posteriormente cambien de nuevo las condiciones ambientales.

En este caso tampoco es admisible la afirmación de Villar de que el agua impregna constantemente el techo de los Policromos y que el flujo de agua es constante pues no podrían formarse ni modificarse dichas concreciones. Sin embargo un ejemplo de que los procesos citados existen actualmente, y por tanto los flujos de agua no son constantes, puede observarse en la diferencia existente en dos fotografías de la cierva, una de 1981 y otra de 1989 (esta última cedida amablemente por el Prof. F. Bernaldo de Quirós), en las que se aprecia lo siguiente:

- La concreción carbonatada blanquecina del anca de la cierva se ha extendido de forma difuminada (veladura) por gran parte de la pata trasera alcanzando la parte inferior del vientre, prolongándose fuera de la pintura por una fisura hasta unirse a favor de ésta con otra concreción situada algo más bajo.
- La misma concreción en 1981 se prolongaba fuera de la parte posterior del anca de la cierva, mientras que en 1989 casi se ha disuelto en su totalidad.
- La concreción situada encima de la cabeza prácticamente se mantiene en las mismas condiciones sin que se observen en ella cambios apreciables.

- La concreción asociada a una fisura situada algo a la izquierda del extremo de la pata izquierda delantera es activa y ha engrosado su tamaño rellenando parte de la sección de la misma.

De todo ello se deduce que en las condiciones actuales de cueva cerrada nuestras apreciaciones discrepan de los resultados de Villar et al. (1983, 1984) en lo siguiente:

- El flujo de agua que se extiende por el techo de los Polícromos no es constante ni permanente como afirma Villar et al. (1983, 1984), pues con las condiciones actuales es un hecho que se producen desecaciones parciales que dan lugar a los precipitados de las concreciones carbonatadas, aunque sea “cuasi” constante el agua de goteo.
- Tampoco es constante por tanto el flujo de CO_2 , hecho por otra parte normal, ya que este aporte constante de carbónico lo asocian dichos investigadores a la constancia del flujo de agua que llega al techo de la sala.
- Las características geoquímicas del agua que llega al techo tampoco son constantes por las mismas razones, ni siempre tiene que corresponder a aguas “incrustantes”, ya que también es un hecho que se producen disoluciones de carbonatos. Por otra parte no se observan indicios de generación de espeleotemas cenitales en ninguno de los puntos de muestreo de goteo que sería lo normal con este tipo de agua.

A nuestro entender estas diferencias están motivadas por el enfoque dado al problema, que entre otras razones obvian aspectos importantes, como considerar que:

- Los análisis de las aguas procedentes de goteo recogidas durante un tiempo en las probetas no corresponden a las características del agua del punto de partida del techo, puesto que en el impacto de caída en la probeta y durante el tiempo de recogida que permanecen en la misma (1 semana) sufren, al menos, una degasificación en la que se pierde CO_2 , con el consiguiente cambio en la composición y características físico-químicas del agua de las probetas en relación al agua del techo (Bögli, 1980).
- En estos micro-procesos puede jugar un papel relevante, aunque no continuo, el agua de condensación como factor dilución de la concentración de bicarbonatos en el agua, que no se ha tenido en cuenta en el estudio del equilibrio gas carbónico-agua-carbonato cálcico, así como las variaciones de temperatura del aire de la sala y la posible actividad del catión Mg en los precipitados de carbonatos.

IV.5.1.3.2. Estalactitas

Están ligadas directamente al agua de los puntos de goteo, a su composición química, a su velocidad de circula-

ción y los parámetros ambientales. En todo caso son siempre formas incipientes o de escaso desarrollo y poco numerosas, de las denominadas “macarroni” situadas en la zona del techo próxima a la pared occidental de la sala. Aunque representan procesos irreversibles.

En ambos casos de formación de espeleotemas, éstos son favorecidos teóricamente por la fracturación anómala debida a la cantera, puesto que se han creado nuevas vías de penetración del agua y nuevas superficies de disolución susceptibles de aportar carbonatos en disolución.

Tanto las descamaciones como los concrecionamientos calcáreos se verán favorecidos por los cambios en los parámetros microambientales de la Sala de los Polícromos, producidos por visitantes o la utilización de aparatos con desprendimiento de calor.

IV.5.2. Procesos de Alteración Indirectos

De alguna forma ya nos hemos referido a ellos en los apartados anteriores, pues corresponden a alteraciones estructurales del karst relacionadas con la Sala de los Polícromos. De ellos los más significativos se expresan a continuación.

IV.5.2.1. Explotación de la Cantera

Ha sido la alteración más importante por las siguientes razones:

- Ha sustraído una parte importante de las capas suprayacentes al techo de los Polícromos.
- Ha provocado una fisuración anormal de los estratos suprayacentes a dicho techo, con implicaciones en el almacenamiento y circulación del agua, y a su vez en los de disolución de la roca y procesos de disolución-precipitación de carbonatos en el techo de los Polícromos. Implicaciones conocidas y explicadas pero no suficientemente evaluadas.
- Ha motivado la caída de bloques y contribuido a la inestabilidad estructural de la cueva.

IV.5.2.2. Muro de Cierre de la Sala de los Polícromos

Es de señalar que el motivo de su construcción fue la marcada inestabilidad del techo de la Sala, siendo apreciable hoy en las zonas externas el despegue existente entre el estrato que constituye el techo y su inmediato suprayacente. No obstante la construcción del muro creando una sala artificial, el rebaje del suelo y el cierre con su correspondiente puerta han producido cambios en:

- La morfología kárstica.
- Los parámetros microambientales.
- La circulación de aire.

IV.5.2.3. Lechada de Cemento

La lechada de cemento con la que se cubrió la zona externa correspondiente al techo de los Polícromos y cuya misión era la de actuar como impermeabilizante, es posible que se encuentre ya fracturada y alterada por la acción del suelo que hoy la cubre. En todo caso se desconoce por completo la influencia de ésta y de sus productos de alteración en las aguas de infiltración.

IV.5.2.4. Construcciones

Una parte de los edificios del Museo (3) y un transformador son las construcciones sobre la zona de influencia directa sobre la Sala de los Polícromos, desconociéndose su posible actividad.

IV.6. Conclusiones

Por todo lo expuesto anteriormente puede decirse que las condiciones naturales de la Cueva de Altamira han cambiado sustancialmente desde poco antes de su descubrimiento, y aunque se conocen los actuales parámetros ambientales interiores, sus características kársticas y los problemas que la han afectado y afectan, se desconoce un modelo de integración y evaluación que defina si con todas estas variaciones sufridas, las condiciones actuales de la cueva son las idóneas para su conservación y la de las pinturas, o si por el contrario necesitan algún tipo de corrección.

V. CUEVA DE LLONIN

V.1. Características Generales

La Cueva de Llonín se encuentra en el concejo de Peñamellera Alta próxima a la localidad del mismo nombre. Se trata de un karst actualmente en estudio del que puede adelantarse su carácter maduro, policlínico, de edad pleistocena, relacionado con la acción y el encajamiento de la red fluvial de la zona, que se desarrolla en unas facies calcáreas de la denominada Caliza de Montaña del Carbonífero.

La circulación actual de agua es escasa, reduciéndose al goteo procedente de infiltración de agua de lluvia y circulación capilar que en ocasiones se acumula localmente llegando a reactivar algún "gours", ya que el nivel de base kárstico local se encuentra unos cuarenta metros por debajo de la cueva, marcado por un pequeño arroyo afluente del Cares.

La cueva, conocida de antiguo, se ha empleado durante mucho tiempo como almacén para la curación de quesos, adecuándose para ello una parte de la sala principal donde se encuentran las pinturas.

V.2. Características de la Roca Soporte

El grueso de las pinturas se sitúan al fondo de la gran sala, en un gran panel constituido en un 95% por la roca encajante del karst y en un 5% por una delgada corteza estalagmítica muy degradada de 2-3 mm. de espesor y algún otro espeleotema parietal. La roca encajante está formada por una caliza gris-blancuecina, muy diaclasada, con abundantes rellenos de calcita en las fisuras. La superficie del panel se encuentra afectada por procesos de erosión diferencial con desarrollo de abundantes y pequeñas cúpulas de corrosión de orden milimétrico, destacando en alcorelieves las zonas más resistentes recrystalizadas de los rellenos calcíticos de las fisuras o de los fósiles, lo que de forma general confiere al conjunto de la superficie un aspecto poroso y áspero en detalle, en gran parte generado en una época previa a las pinturas, ya que éstas rellenan dichas microcúpulas y cubren los resaltes citados. En algunos huecos de erosión kárstico-fluvial quedan restos de escasa entidad de depósitos alóctonos de gravas y arenas cementadas por carbonatos, relacionadas con aportes antiguos del arroyo exterior.

La composición en óxidos de las calizas de diferentes zonas de la cueva, determinada por fluorescencia de rayos-x, corresponde a lo expresado en la tabla siguiente:

Si O ₂	1.35	0.23	0.48
Al ₂ O ₃	0.89	0.07	0.29
Fe ₂ O ₃	0.43	0.07	0.29
Mn O	0.13	0.11	0.12
Mg O	0.09	0.23	0.21
Ca O	52.88	55.30	55.38
Na ₂ O	0.97	1.46	0.59
K ₂ O	0.26	0.03	0.11
Ti O ₂	0.04	0.00	0.01
P ₂ O ₅	0.04	0.04	0.05
P.C.	42.91	42.42	42.66

En dichos resultados el calcio se encuentra como elemento mayoritario y prácticamente único con muy bajos porcentajes de sílice, alúmina y óxidos metálicos relacionados con silicatos (arcillas) ocasionales. La difracción de R-X muestra a la calcita como componente mineralógico prácticamente exclusivo.

V.3. Espeleotemas del Panel de las Pinturas

Son escasos y de poco desarrollo los espeleotemas parietales anteriores y posteriores a las pinturas que se encuentran sobre el panel, destacando las formas siguientes:

A) *Espeleotemas parietales*. Son restringidos y de escaso desarrollo.

Corteza estalagmítica de carácter local ya citada. Anterior a las pinturas.

Formas botroidales y coralinas situadas en la parte inferior oriental del panel. Son formas muertas que en su día afectaron a la pintura roja que tiñe gran parte del panel.

B) *Estalactitas activas*. De escaso desarrollo y poco abundantes, siendo la más significativa la asociada a un saliente de la roca en la zona oriental del panel, con pintura roja recubierta por nuevos aportes de calcita. Se trata de un espeleotema reactivado de carácter local anterior y posterior a las pinturas.

C) "*Moon-Milk*". En algunas zonas del panel sin afectar a las pinturas, se han generado por corrosión vacuolas más amplias (3-4 cm. de eje mayor) a favor de la conjunción de un grupo de microcúpulas, con un relleno de tipo "moon milk" de microcristales de calcita. Estas formas pueden ser tanto anteriores como posteriores a las pinturas.

D) *Concreciones globosas blanquecinas aisladas*. Son formas subesféricas o arriñonadas, a veces claramente asociadas a diaclasas, con tallas comprendidas entre 3 y 5 cm. de diámetro mayor, y 1.5-2.0 cm. de altura. Están formadas por una zona externa muy porosa con vacuolas interiores de espesor variable comprendido entre 0.5 y 1.2 cm. y otra zona interior compacta.

La zona externa está constituida exclusivamente por una trama de microcristales aciculares de aragonito (Difracción de R-X), distribuidos en todas las direcciones del espacio, incluso con microexcentricas en las zonas más vacuolares, y/o núcleos de microcristales fibroso-radiados del mismo mineral. En las muestras estudiadas se han observado un máximo de dos etapas de crecimiento separadas por una discontinuidad en las que se ha detectado restos de pintura negra (pirolusita).

La zona interior muy recrystalizada está formada por cristales de calcita que llegan a alcanzar los 3 mm. de longitud. Está separada de la zona externa en general por una superficie irregular difusa, siendo en algún caso neta y marcada por una ligera tinción de los cristales de calcita por arcillas, correspondiendo con una etapa de discontinuidad en el crecimiento y/o erosión. En la zona externa de las concreciones poligénicas se observa la existencia en la zona interna de micro-tubos de disolución posiblemente asociados al crecimiento de dichas capas externas. Esta zona interior parece corresponder a un proceso de recrystalización secundario que partiendo del interior hacia el exterior fagocita y digiere los cristales de la zona externa transformando el aragonito en calcita.

El origen del aragonito en los espeleotemas sigue siendo controvertido y en todo caso sujeto a diferentes facto-

res cuya influencia no siempre ha sido suficientemente probada; una discusión resumida sobre el tema se encuentra en Hill y Forti (1986). En todo caso dada su posición en el panel, situándose por encima de los 2 m. sobre el suelo actual, se descarta su posible relación con espeleotemas subacuáticos, teniendo que estar relacionados con aguas de infiltración en ambiente vadoso.

Estas formas son anteriores y posteriores al menos a la primera fase de pinturas. Su distribución en el panel es irregular, ligeramente más abundantes en la zona oriental y en su mayor parte por encima de 1.0 m. sobre el suelo.

E) *Concreciones blanquecinas globosas de pequeña talla*. De forma externa análogas a las anteriores aunque de menor tamaño, de orden milimétrico (2-5 mm), encontrándose separadas entre sí pero agrupadas en conjuntos más o menos extensos de tallas similares. Están formadas exclusivamente por microcristales de yeso sin una estructuración interna bien definida. Este tipo de concreciones afecta a la pintura negra de una cabra.

F) "*Velo Blanquecino*". No alcanza la densidad de microcristales de una "moon milk", ya que prácticamente es una película de microcristales discontinua o con huecos internos, que afecta a la zona W del panel en un resalte con restos de pintura negra difusa. En su composición se encuentran calcita y yeso, siendo dominante la primera.

G) *Concreciones blancas brillantes*. Presentan formas abombadas en la parte central y bordes difusos extendiéndose sobre la roca. La parte prominente puede alcanzar un máximo de 2 cm - 3 cm de diámetro por 1 cm de altura, presentando su interior hueco, con un grosor de la cúpula en torno a 1.0-1.5 mm. Está formada por microcristales transparentes adosados entre sí, destacando algunos aciculares en posición perpendicular a la superficie. La composición mineralógica de estas costras determinada por difracción de R-X muestra que se trata exclusivamente de cristales de yeso. La forma de burbuja puede deberse a un precipitado inicial de anhídrita que al hidratarse y pasar a yeso aumenta de volumen abombándose y agrietándose, siendo en estas grietas donde se generan los cristales aciculares perpendiculares a la superficie.

La forma de ampolla hueca podrá atribuirse a la presencia inicial de anhídrita que al hidratarse y pasar a yeso aumentando de volumen se deformase hacia el exterior generándose entonces los cristales prismáticos de mayor desarrollo y perpendiculares a la superficie.

La presencia de espeleotemas de yeso en el karst ya ha sido comentada en Arenaza, pero la ausencia de sulfuros y/o sulfatos en los resultados analíticos de la roca encicante plantea el problema de la procedencia del ión sulfato, para lo que se han establecido las siguientes hipótesis:



Foto 11.—LLONIN: Concrecciones de sulfato cálcico (yeso) afectando a una pintura situada en la zona inferior del panel

1) Las facies calcareas de la Caliza de Montaña presentan a veces niveles con una pequeña proporción de materia orgánica y por tanto es posible encontrar sulfuros asociados. Aunque en este caso los resultados analíticos obtenidos son negativos en este sentido, no se descarta la presencia localizada de ésta o de sulfuros que den lugar al sulfúrico y éste sea aportado por aguas de infiltración a través de fisuras hasta la superficie del panel.

A favor de esta hipótesis está la posición localizada de estas concrecciones en el panel, ya que ocupan una zona en la parte occidental comprendida entre el suelo y 1.5 m. de altura.

En contra de la misma, además de los resultados analíticos, está el hecho de que las concrecciones yesíferas son al menos en parte posteriores a las pinturas, incluso bastante más recientes dada la escasa alteración de los cristales superficiales de éstas.

2) Una segunda hipótesis se ajustaría en esencia al modelo de "Solution-replacement" de Egemieier (1973, 1981), aplicado también por Calandri y Grippa (1978) a la Grotta del Fiume, en el que el SH_2 procedente de emanaciones se oxida a sulfúrico, y atacando éste al carbonato cálcico precipita yeso y se desprende CO_2 .

Las emanaciones de SH_2 en este caso deben ser muy pobres dado el desarrollo y volumen de las concrecciones, y su procedencia debe estar relacionada bien con un nivel de materia orgánica en ambiente reductor enterrado debajo del panel (nivel arqueológico) o materia orgánica,

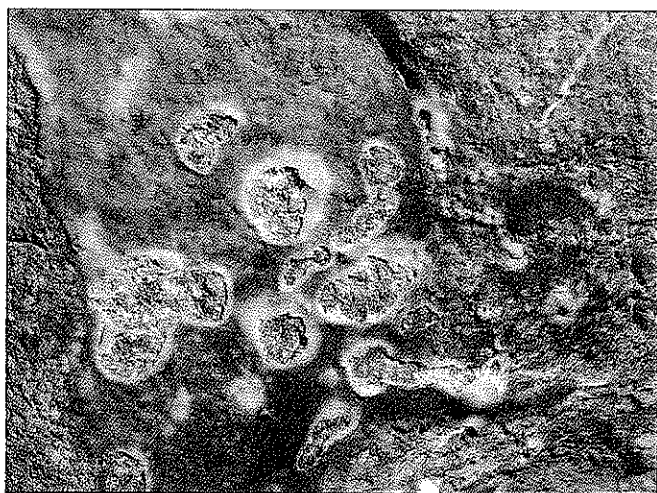


Foto 12.—LLONIN: Concrecciones de sulfato cálcico abombadas y huecas después de recogidas las muestras.

siempre en ambiente reductor, situada en la cavidad del nivel inferior, en ambos casos la liberación de SH_2 se produciría por el hundimiento existente en el extremo W del panel, hundimiento que se produjo bastante después de las pinturas. Otra posibilidad es que procediese del lavado de la materia orgánica existente en el yacimiento del talud o bien relacionado con la actividad bacteriana de la fermentación de los quesos y/o los productos de deshecho.

A favor tanto de la primera como segunda posibilidad está la frescura de las concrecciones y que algunas afectan a las pinturas, es decir su modernidad. También a favor de las mismas está la posición cercana al suelo de las concrecciones, lo que se ajusta a las condiciones del modelo.

En contra de la primera posibilidad hay que señalar que no está demostrada la existencia clara de un nivel de materia orgánica en ambiente reductor debajo de esa zona del panel, aunque se ha detectado por un pequeño sondeo la presencia de ésta debajo de la estalagmita y gours que forman el suelo al borde de éste.

V.4. Conclusiones

Aparte de los procesos de alteración antiguos que afectaron en su día a las pinturas, está claro que las concrecciones yesíferas de formación aparentemente más reciente afectan también directamente a las pinturas y puesto que su origen es todavía hipotético, se considera necesario un seguimiento fotográfico de la evolución de las mismas, así como el estudio y comprobación de las diferentes hipótesis de procedencia de los aportes de azufre.

VI. BIBLIOGRAFIA

- APELLANIZ, J. M. (1982). El Arte Prehistórico del País Vasco y sus vecinos. Editorial Descle de Brouwer S. A. Bilbao. 227 p.
- BERTOLANI, M.; GARUTI, G.; ROSSI, A.; BERTOLANI, M. D. (1976). Motivi di interesse mineralogico-petrografico nel complesso carsico Grotta Grande del Vento—Grotta del Fiume (Genga, Ancona). *Grotte d'Italia* ser. 4, V. 6, 109-144.
- BÖGLI, A. (1980). Karst hydrology and physical speleology. Springer Verlag. Berlín.
- CABRERA, J. M. (1980). Conservación de la cueva de Altamira. Sugerencias para un programa de trabajo Altamira Symposium. 612-642.
- CALANDRI, G. (1979). I cristalli di gesso in grotte calcaree. *Soc. Speleol. Ital.* v. 2, 45-47.
- CALANDRI, G. (1980). The deposition of gypsum in cave. *Cving Int. Mag.* v. 9, 44-47.
- CALANDRI, G. and GRIPPA, C. (1978). Cristalli di gesso in cavità del flysh dianese (Liguria occidentale). *Boll. Gruppo Speleol. Imperia* v. 11, 47-51.
- CENDRERO, A. (1980). Influencia de la composición de la roca soporte en el deterioro de las pinturas de Altamira. Altamira Symposium. 579-580.
- EGEMIEIER, S. J. (1981) Cavern development by thermal waters. *Natl. Speleol. Soc. Bull.* v. 43, n° 2, 31-51.
- GARCIA GARCIA, A.; ORTIZ RAMIS, R.; SUAZO ALCONADA, C. (1986). Características medioambientales de la Cueva de Santimamiñe (Vizcaya). Informe Diputación Foral de Vizcaya.
- GARCIA LORENZO, A. y ENDERIZ GARCIA, J. (1972). La conservación de las cuevas prehistóricas y las pinturas ubicadas en ellas. Santander Symposium. Actas Symp. Inter. Arte Prehistórico. 525-555.
- GOMEZ LAA, G. (1980). Nota geológica e hidrogeológica sobre la situación de las cuevas de Altamira en la provincia de Santander. Informe Ministerio de Cultura.
- HILL, C. A.; FORTI, P. (1986). Cave Minerals of the World. National Speleological Society, Huntsville, Alabama 35810. U.S.A. 238 p.
- HOYOS GOMEZ, M.; BUSTILLO REVUELTA, A.; GARCIA GARCIA, A.; MARTIN ESCORZA, C.; ORTIZ RAMIS, R.; SUAZO ALCONADA, C. (1981). Características geológico-kársticas de la cueva de Altamira (Santillana del Mar, Santander). Informe Ministerio de Cultura, Madrid.
- PARENZAN, P. (1961). Sulle formazioni argillose-limose dette vermicolare. *Atti. Int. Symp. Varenna.* v. 1, p. 120-125.
- POHL, E. R.; WHITE W. B. (1965). Sulfate minerals: their origin in the Central Kentucky karst. *Am. MINERALOGIST* v. 50, 1462-1465.
- VALLE, F. J.; MOYA, J. S.; CENDRERO, A. (1978). Estudio de la roca soporte de las pinturas rupestres de la cueva de Altamira. *Zephyrus* XXVIII-XXIX, 5-15.
- VILLAR, E.; FERNANDEZ, P. L.; QUINDOS, L. S.; SOLANA, J. R.; SOTO, J. (1983). Flujos de materia de la cueva de Altamira. en "Estudios físico-químicos sobre la cueva de Altamira" Cent. Inves. y Museo de Altamira. Monografía n° 9 Ministerio de Cultura. 45-66.
- VILLAR, E.; BONET, A.; DIAZ-CANEJA, B.; FERNANDEZ, P. L.; GUTIERREZ, I.; SOLANA, J. R.; SOTO, J. (1984). La humedad natural de la cueva de Altamira. "Cueva de Altamira". Cent. Inv. y Museo de Altamira. Monografía n° 11. Ministerio de Cultura. 7-20.
- VILLAR, E.; BONET, A.; DIAZ-CANEJA, B.; FERNANDEZ, P. L.; GUTIERREZ, I.; SOLANA, J. R.; SOTO, J. Estudio del equilibrio gas carbónico-agua-carbonato cálcico, en las aguas que bañan las pinturas de Altamira. "Cueva de Altamira". Centr. Inv. y Museo de Altamira. Monografía n° 11. Ministerio de Cultura. 35-64.

LA CUEVA DE CANDAMO DESPUES DE 1980

J. Fortea Pérez*

La alarmante situación a que había llegado la cueva de La Peña de Candamo pudo ser comprobada por los expertos que la visitaron en 1980 tras el *Altamira Symposium*. Ello motivó que la Junta Superior de Arte Rupestre recomendara su clausura total a la Dirección General de Bellas Artes del Ministerio de Cultura, quien nos encargó una serie de medidas conducentes a:

- La recuperación paulatina del equilibrio natural del sistema mediante la supresión de un régimen de visita masiva que, en unión de sus instalaciones anexas, se había venido mostrando en diferentes casos tipo como la causa principal de una serie de interacciones que modificaban las condiciones microambientales. Estas interacciones tenían como resultado la degradación, y eventual destrucción, dentro de una escala verificada de tiempo corto, de un patrimonio artístico que había llegado a nosotros desde hacía milenios.
- El estudio del tipo y alcance de la contaminación vegetal s. l., uno de los resultados de aquellas interacciones, pero quizá el más preocupante por sus efectos destructivos a corto plazo.
- La obtención de una imagen global de la temperatura y humedad relativa de la cueva a puerta cerrada, mediante la instalación de un aparato de registro mecánico.

Como resultado de las medidas adoptadas y estudios realizados, pudieron determinarse los diferentes géneros de musgos, algas y hongos, que habían colonizado en distintos puntos de la cueva, así como su proceso adaptativo a las nuevas condiciones mediante la multiplicación de sus órganos reproductivos. Todo ello quedó reflejado en los informes que la Dra. Simó Martínez emitió en su día y que se recogen en la documentación de esta Mesa Redonda. Paralelamente, pudo obtenerse una imagen del comportamiento de la cueva a puerta cerrada en lo referente a temperatura y humedad relativa, mediante un termohigrómetro mecánico de registro continuo sobre papel, con autonomía para 90 días. Imagen ciertamente aproximada, porque su rango de precisión no era el más adecuado para un estudio afinado de los parámetros microambientales, pero el objetivo principal y los medios concernían a la regresión del "mal verde". El resultado de esta primera fase de actuación fue, gracias a haber podido disponer de la variable tiempo sin presiones administrativas, la extinción de las colonias vegetales sin el empleo de ningún medio químico biocida; así mismo, la presunción de una vuelta a las condiciones naturales en lo referente a temperatura y atmósfera interior. No obstante, la degradación sufrida

por el Muro de los Grabados o el Camarín, evidente del mero cotejo entre la publicación de 1919 y la evolución a lo largo de los 80, es irreversible por más que la cueva haya mejorado. Y ello pese a que las ilustraciones fotográficas de la publicación se beneficiaran de las usuales, para la época, películas ortocromáticas.

A lo largo de 1984 el Estado Español transfirió al Principado de Asturias la competencia en materia de patrimonio artístico. No habiendo descartado la nueva Administración autonómica de Asturias una posible reapertura de la cueva, siempre condicionada a un estudio en profundidad que mostrara o no su viabilidad, se abrió una segunda fase de actuación. Su objetivo había que establecerlo en la *definición de un umbral* por debajo del cual la presencia humana pudiera ser absorbida por el sistema natural sin que fuera determinante de las interacciones antes aludidas.

Ante este nuevo objetivo era necesario el seguimiento, con aparatos de registro mucho más precisos, de las variables de temperatura y humedad relativa, e incorporar sondas de dióxido de carbono, dada la íntima relación de este gas en la disolución de los soportes calizos. Así mismo, era conveniente que estas tres variables fueran medidas al menos durante un año, con objeto de que el modelo resultante se refiriera a un ciclo natural completo.

La Consejería de Educación y Cultura del Principado de Asturias nos encargó la elaboración de un proyecto que sustanciara la segunda fase de actuaciones. Nuevamente nos pusimos en contacto con la Dra. Simó Martínez para la continuación del seguimiento de la contaminación vegetal y con los Drs. Hoyos Gómez y Soler Javaloyes para el diseño y fabricación *ex profeso* de un sistema informatizado de medición de los parámetros microambientales. Este sistema pudo instalarse en noviembre de 1989 y, tras más de un ciclo natural completo de mediciones, ha producido una información cuyo estudio preliminar e implicaciones serán expuestos y debatidos en la Mesa.

En la actualidad, la cueva sigue cerrada y la Administración viene asumiendo que toda posible reapertura estará condicionada a:

- La eliminación o regresión de los hongos que aún colonizan la zona exterior-vestibular.
- El control del aeroplacton mediante cultivos tras la reapertura.
- El establecimiento de un cupo máximo de visitantes según lo que se deduzca del estudio microambiental.
- La continuación en servicio del sistema de medidas durante un periodo experimental.
- A una actuación enérgica sobre la iluminación.
- A un seguimiento cautelar.

* Area de Prehistoria. Facultad de Geografía e Historia. Universidad. 33011 Oviedo.

LA CUEVA DE LA PEÑA DE CANDAMO (ASTURIAS):

Primeros resultados microclimáticos

Manuel Hoyos Gómez*, Vicente Soler Javaloyes** y Javier Fortea Pérez***

I. CARACTERISTICAS KARSTICAS GENERALES

La cueva se desarrolla en la denominada Caliza de Montaña del Carbonífero, correspondiendo a un karst poligénico cuyos inicios en la zona se remontan a una fase de karstificación importante ocurrida durante el Plioceno inferior. Corresponde a una cavidad de escaso recorrido con

una longitud de unos 70 m. que debió formar parte de otra más extensa que por rellenos litoquímicos, hundimientos y evolución de la vertiente ha quedado reducida a las dimensiones actuales.

La alimentación hídrica del sistema kárstico se produce por infiltración de agua de lluvia, y aunque se reconocen en ella espeleotemas epiacuáticos, la circulación de agua

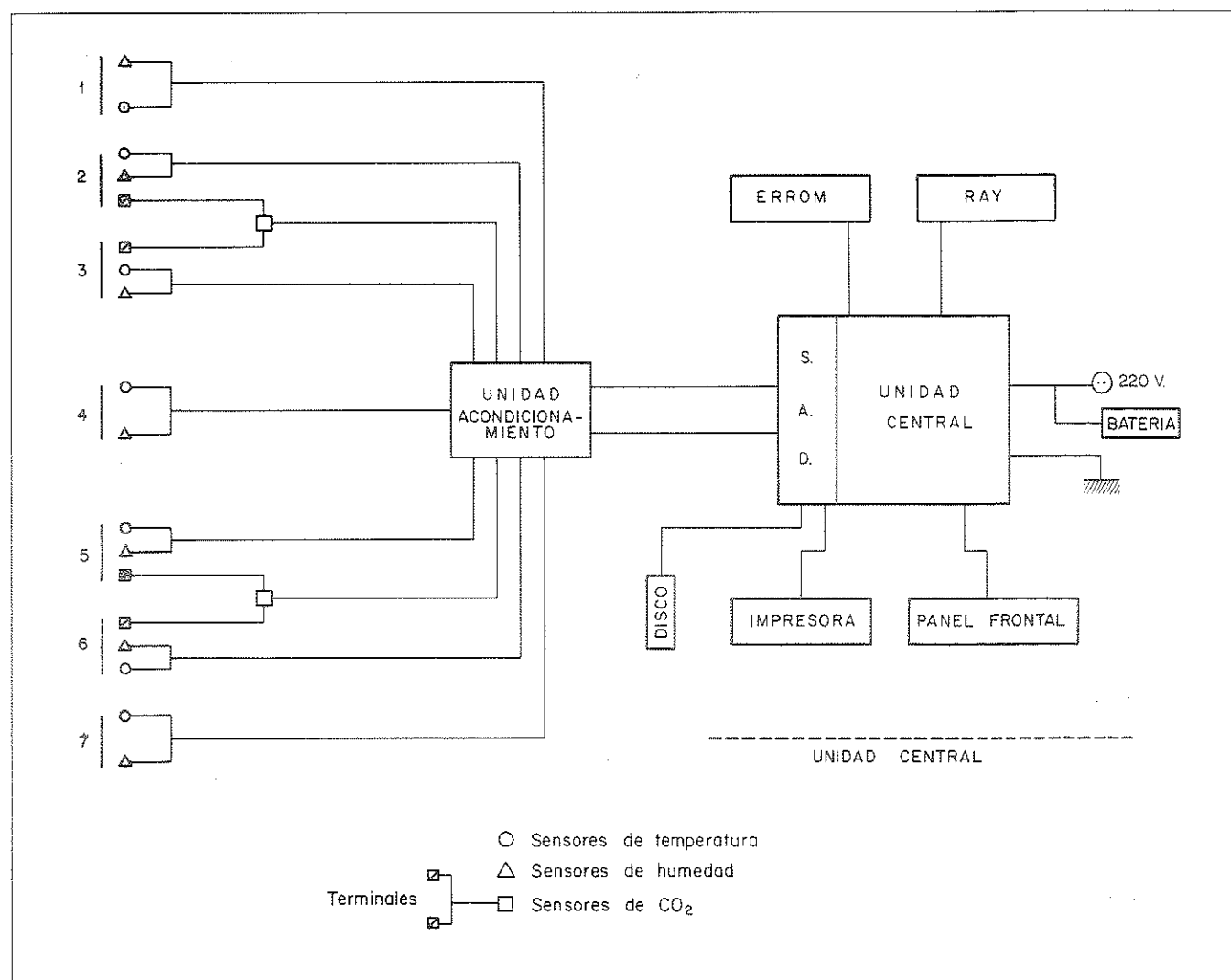


Figura 1

* Departamento de Geología C.S.I.C. Museo Nacional de Ciencias Naturales. 28006 Madrid.

** Estación Volcanológica de Canarias. C.S.I.C. 38206 La Laguna. Tenerife.

*** Area de Prehistoria. Facultad de Geografía e Historia. Universidad. 33011 Oviedo.

actual se reduce al goteo y circulación laminar parietal con caracter estacional, ya que el nivel de base kárstico marcado por el río Nalón se encuentra muy por debajo, encontrándose alguna surgencia entre éste y la cueva.

Desde los años sesenta el acceso a la cueva ha permanecido cerrado por dos puertas metálicas que prácticamente la han mantenido aislada del exterior, y desde 1980 se han suprimido los visitantes siendo solo perturbado su ambiente interior de forma ocasional por las personas que han participado en su estudio. Los resultados que aquí se exponen corresponden a la primera fase de las tres que consta el estudio integral de la cueva, que se realiza con objeto de determinar las posibilidades de apertura al público, y

en su caso, el número máximo de individuos que podrían visitarla sin rebasar los límites de perturbación que se establezcan. En estos resultados, por tanto, se resumen las características microclimáticas de la cueva a puerta cerrada.

II. SISTEMA DE MEDIDAS

El sistema de medidas ha sido diseñado en función de las características geomorfológicas de la cueva, con caracter autónomo y totalmente protegido dada la situación aislada de la cueva, por lo que puede permanecer funcionando ininterrumpidamente más de dos meses sin otra nece-

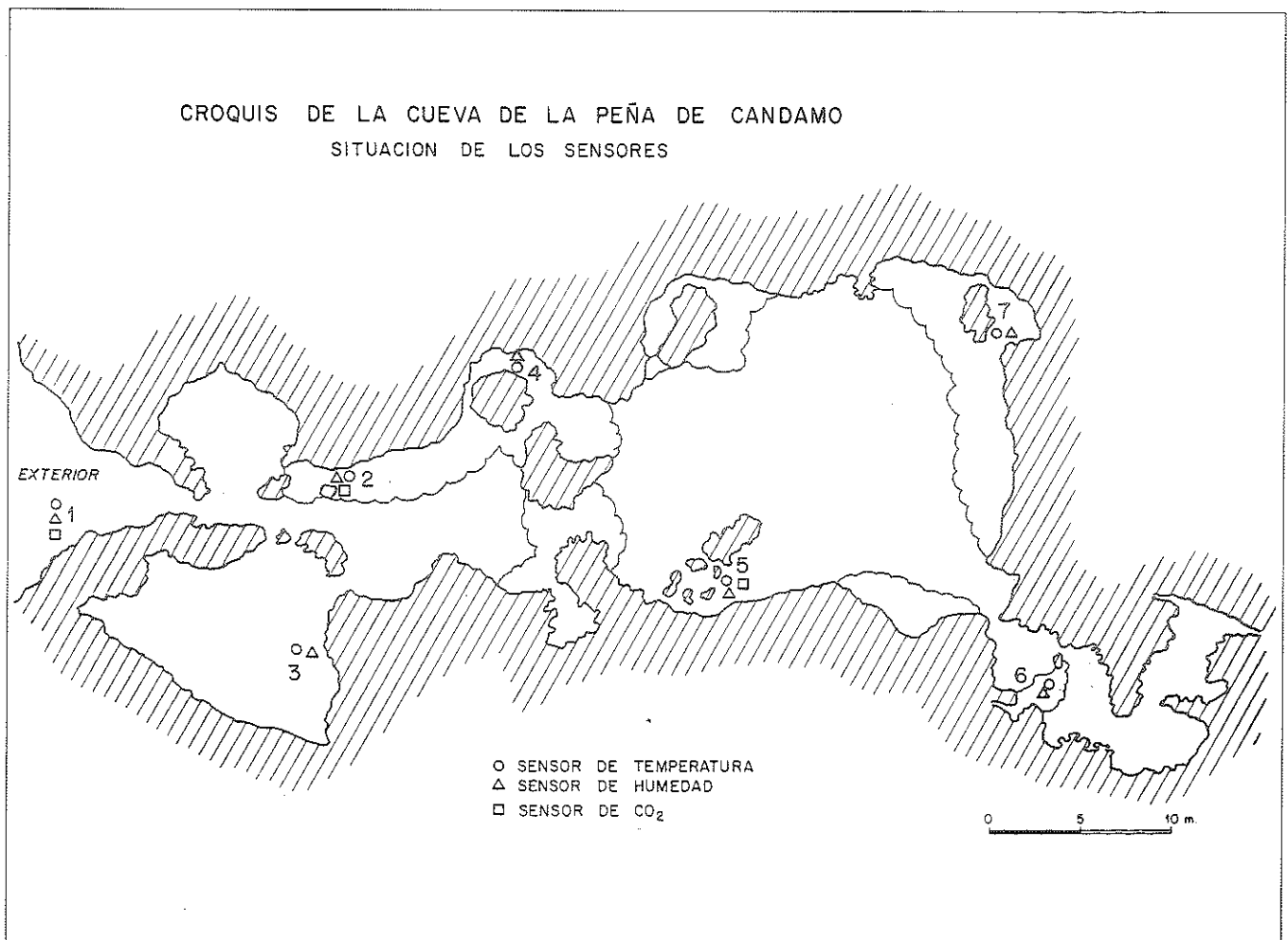


Figura 2

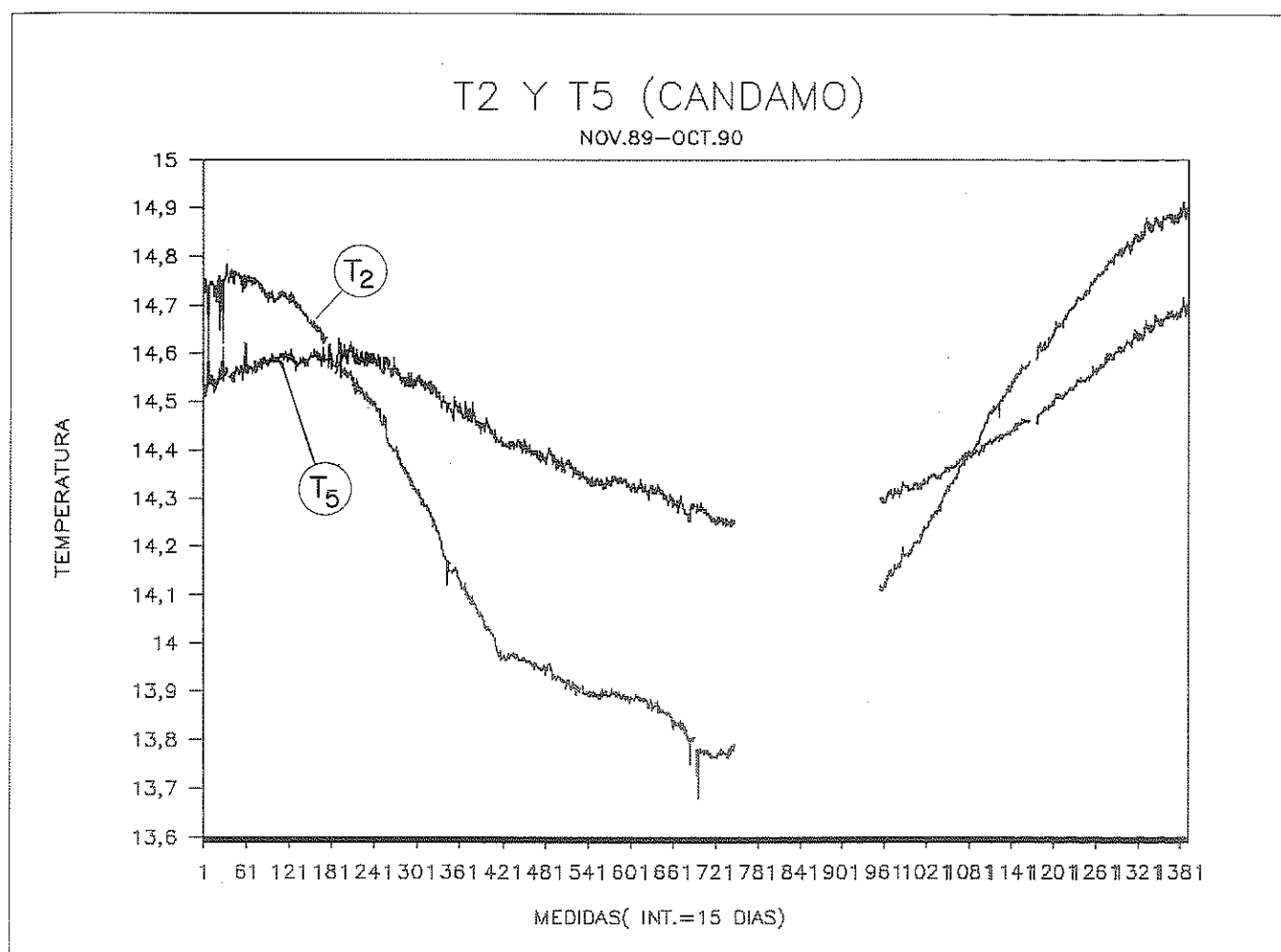


Figura 3

sidad que la de cambiar el disco de registro. Dicho sistema consta de las siguientes partes y elementos (Fig. 1):

—*Unidad Central.* Consta de un microprocesador especialmente diseñado para control y medida, que ejecuta un programa contenido en disco concebido de acuerdo con la modalidad de trabajo elegida, protegiendo la información contra posibles fallos de alimentación mediante el almacenado en disco de cada una de las medidas realizadas. Para cualquier modificación de las condiciones de trabajo, el sistema es accesible desde un pe-

queño teclado incorporado en el panel frontal del mismo.

—*Unidad de Acondicionamiento.* En esencia constituye una central que puede acomodar sensores de diferente naturaleza, actuando como medio receptor de la información de los sensores, adecuando dicha información a los niveles de tensión o corriente adecuados y transmitiéndolos a la Unidad Central.

—*Sensores.* Dadas las reducidas dimensiones de la cueva y en función de la morfología de la misma, se han instalado los siguientes sensores cuya posición queda reflejada en la fig. 2:

- 7 sensores de humedad relativa, de los cuales 6 están situados en el interior y son de tipo de “punto de rocío” y 1 de tipo capacitivo en el exterior, siendo el error de medida inferior al 1%.
- 7 sensores de temperatura, uno exterior y seis en el interior, con un error de medida inferior a 0,1°C.
- 2 sensores de CO₂ por absorción de infrarrojos, con un error menor del 1% en el rango de 0 - 3.000 ppm.

III. CARACTERISTICAS MICROCLIMATICAS

Los resultados obtenidos corresponden a un año de medidas (Noviembre 1989-Noviembre 1990), en el que se rea-

lizaron ininterrumpidamente (salvo algún corte en la alimentación) una medida cada hora por sensor en condiciones de cueva cerrada. Los aspectos más sobresalientes de estos resultados son los siguientes.

III.1. Temperatura

La temperatura de la cueva se mantiene bastante constante a lo largo del año entre 13,77 y 14,92 grados centígrados en la zona externa y 14,24 - 14,74 en la interior (fig. 3), sin que las variaciones de la temperatura exterior influya de forma inmediata y directa sobre ella, ni siquiera en tiempos más amplios a escala estacional, puesto que a la tendencia general de aumento de la temperatura de

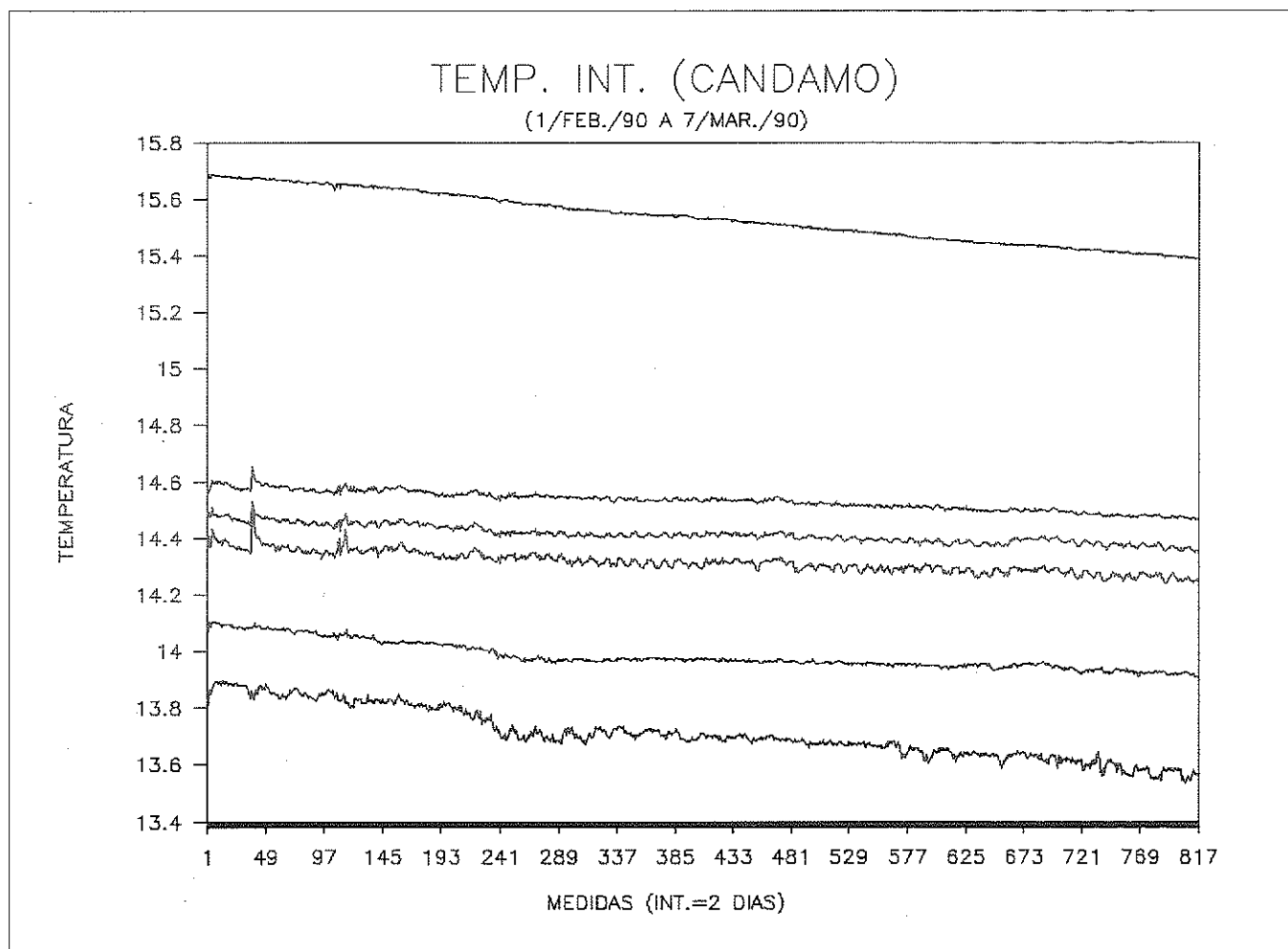


Figura 4

invierno a verano, en la cueva se produce, aunque con diferencias reducidas, el fenómeno contrario, ocurriendo lo mismo de verano a invierno. Esta dicotomía entre temperaturas exteriores y las interiores a la cueva es debida al efecto de las dos puertas metálicas que la aíslan del exterior.

Las oscilaciones diarias de la temperatura son muy débiles, del orden de centésimas de grado, y dentro de este orden de magnitud las amplitudes son ligeramente mayores en los sensores situados más al exterior (T-2, T-3), donde ocasionalmente se alcanzan variaciones de décima de grado.

Las oscilaciones estacionales tampoco son de gran amplitud, siendo en este caso del orden de $1,15^{\circ}$ centígrado

en la zona externa (13,77 - 14,92 grados) y algo menor en la interior 0,50 grados (14,24 - 14,74 grados) (fig. 3), destacando que la temperatura es, dentro de este orden, ligeramente más alta en invierno que en verano, descendiendo suavemente durante la primavera y ascendiendo del mismo modo en otoño (figs. 4 y 5)

A su vez la mayor oscilación de la temperatura de la zona externa da lugar a que se produzca una inversión de temperaturas entre exterior e interior de la cueva, la primera en Diciembre y la segunda (retorno) entre Julio/Agosto de tal manera que en invierno la temperatura es más alta en la zona externa y en verano en la interna (fig. 3).

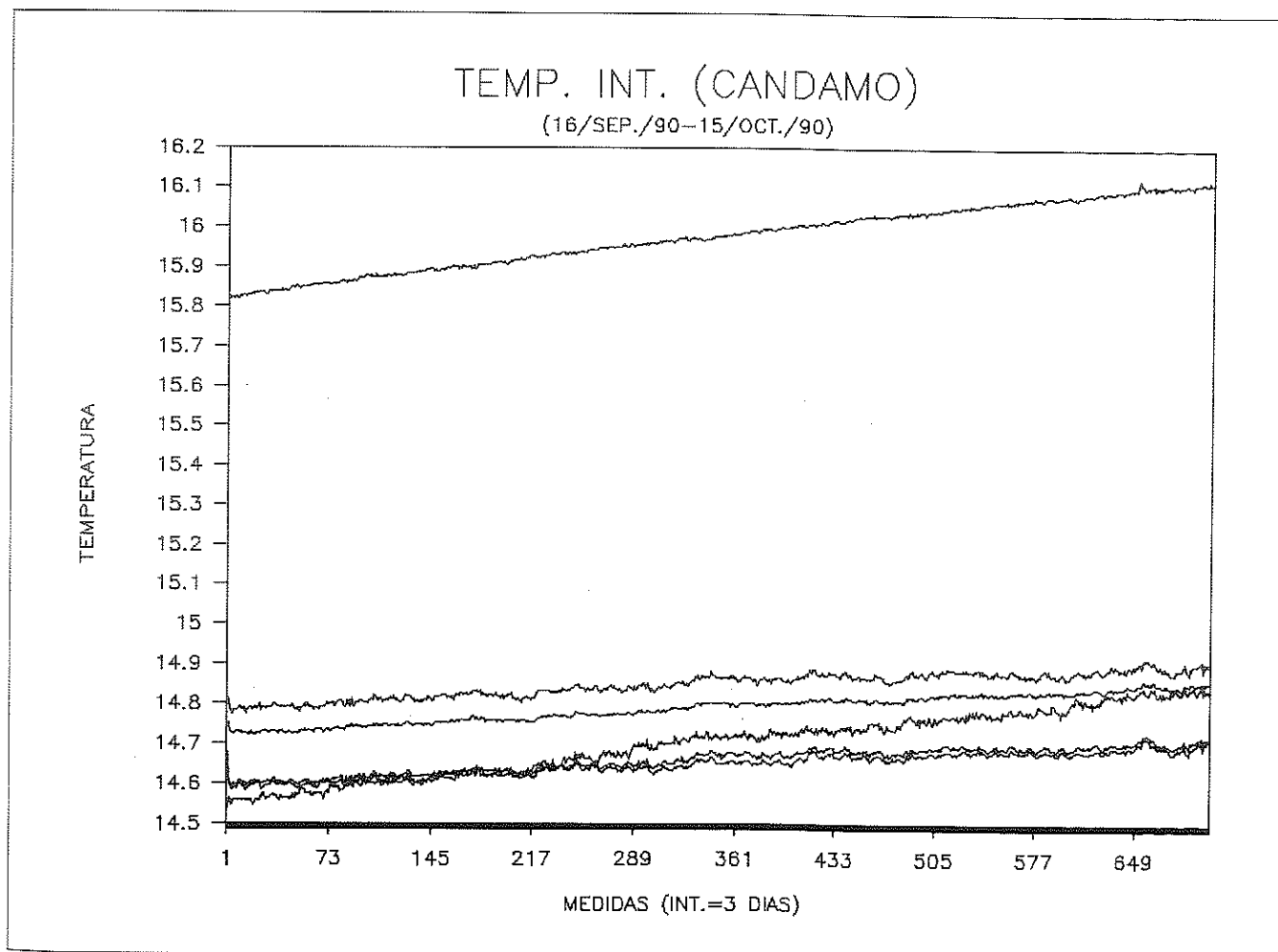


Figura 5

III.2. Humedad relativa

La humedad, directamente relacionada con la infiltración de agua en la cueva, presenta siempre valores situados entre el 94% y el 100%, tanto en la zona externa como en la interna, permaneciendo en saturación gran parte del año, ya que las dos puertas metálicas impiden en gran parte la circulación de aire y por tanto la ventilación.

En estas condiciones de cueva cerrada que dan lugar a estos valores de humedad, es difícil establecer una relación entre la pluviosidad, tiempo de percolación y humedad en el interior de la cueva, aunque se observa una tendencia suave y lineal en primavera en las distintas zonas de la cueva

a ir aumentando la humedad (0,2% - 0,3% en dos meses) (fig. 6), alcanzándose en algunos puntos la saturación dependiendo del valor de partida invernal. El fenómeno contrario con una regresión del mismo orden se produce en otoño.

El sentido de estas variaciones de las humedades relativas del interior de la cueva es el contrario al de las temperaturas, mientras éstas tienden a descender en primavera, las humedades tienden a aumentar y de forma contraria en el otoño.

Las oscilaciones diarias son mínimas, se sitúan entre 0,1% y 0,3% sin otra relación que la ya expuesta con las variaciones climáticas del exterior e independien-

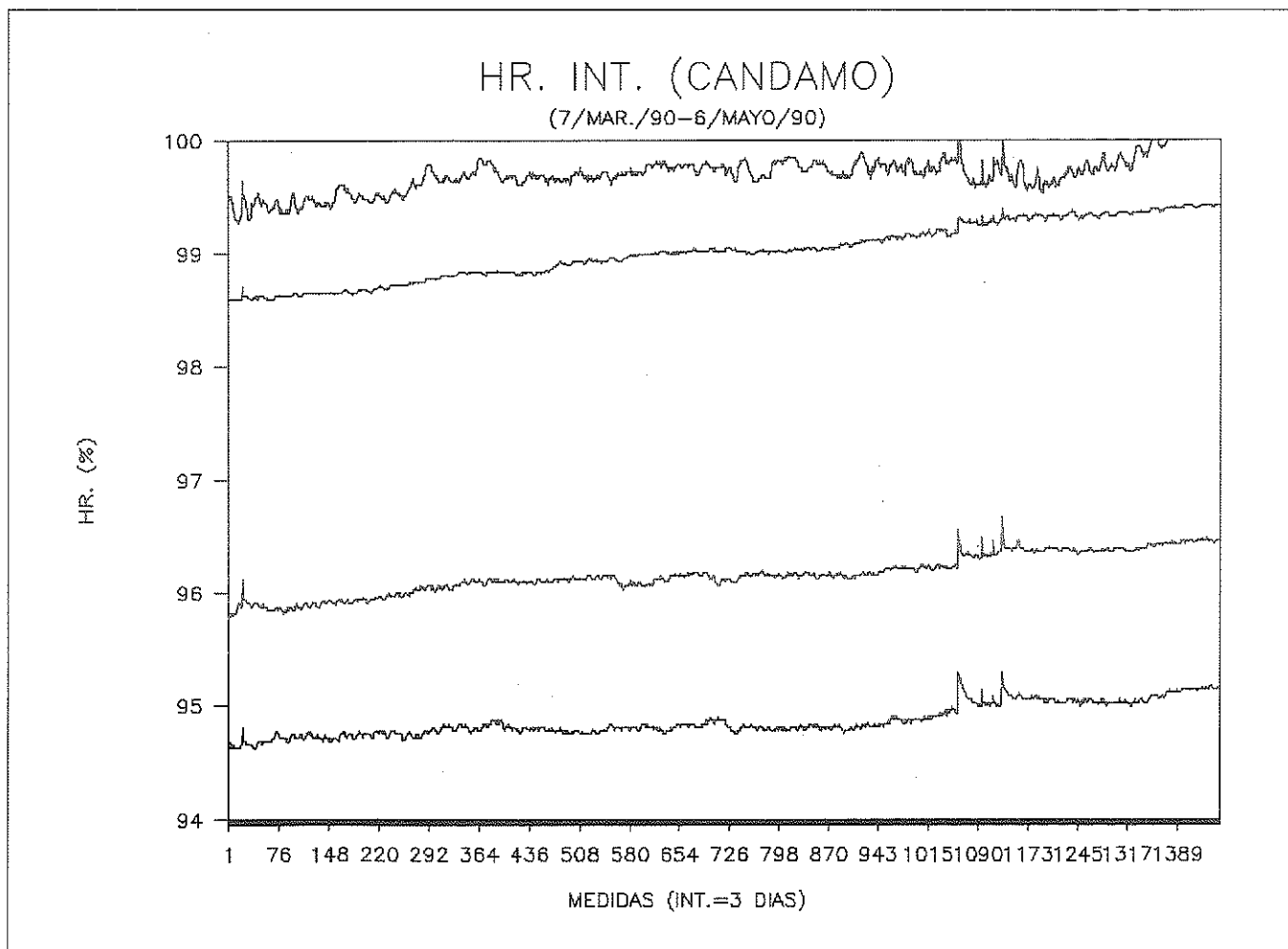


Figura 6

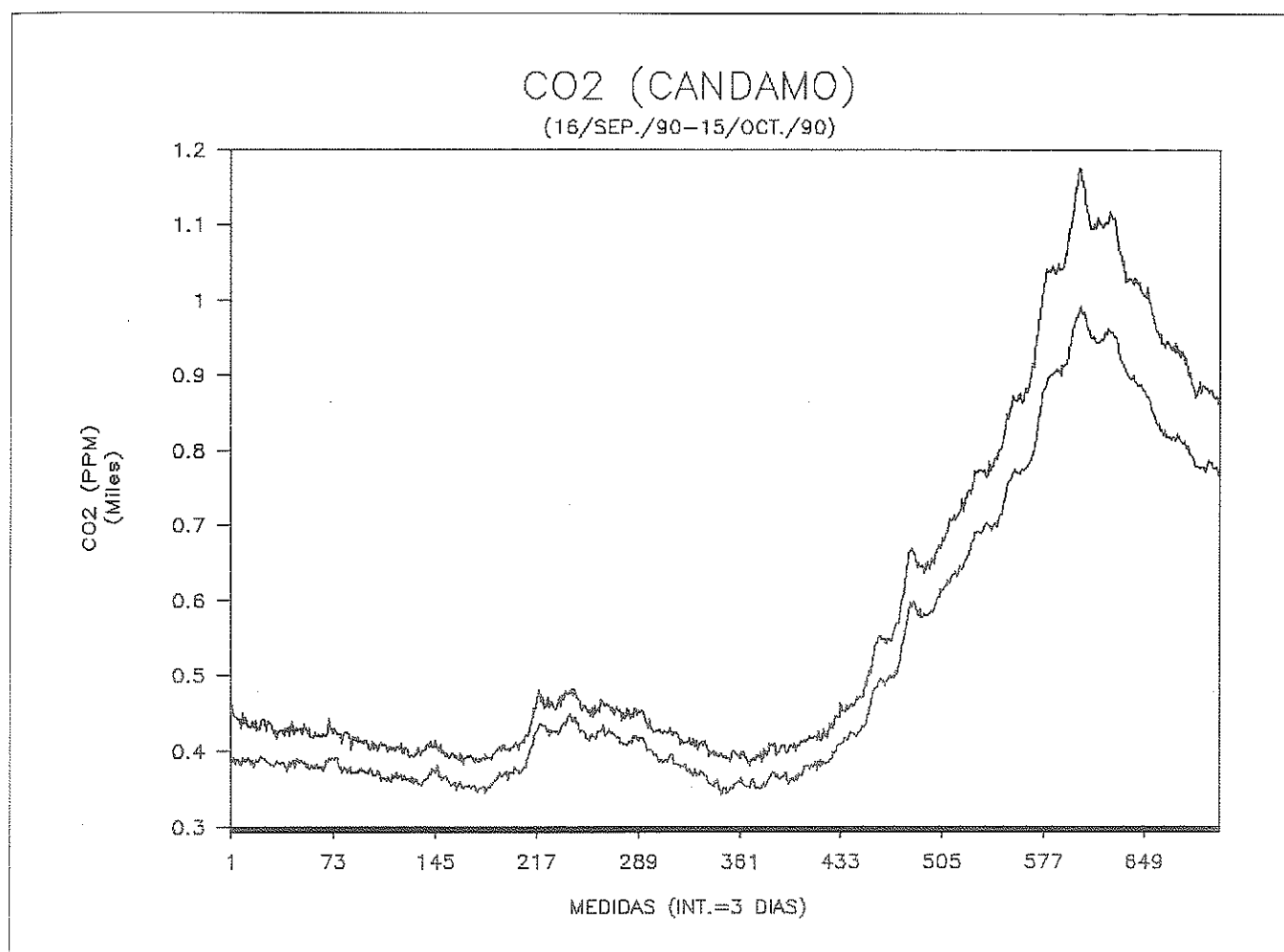


Figura 7

te de las variaciones diarias de la humedad relativa externa.

III.3. Dióxido de Carbono

Las concentraciones de CO₂ varían sensiblemente a lo largo del año, desde concentraciones próximas a las del exterior en torno a 350 ppm, hasta 6.000 ppm, siendo las variaciones entre las zonas externa e interna del mismo sentido, aumentando o disminuyendo a la vez (fig. 7). Por otra parte, las diferencias entre ambas zonas son del orden de 50 ppm para valores de la concentración de CO₂ inferior-

res a 550 ppm, aumentando esta diferencia progresivamente al aumentar los valores de la concentración (100 ppm para valores entre 800 y 900 ppm, 200 ppm para valores de la concentración entre 1.000-1.200 ppm y 400 ppm para valores de 2.000-3.000 ppm).

Estas variaciones de la concentración de CO₂ están relacionadas directamente con las variaciones de la presión atmosférica exterior y no tienen relación con la ventilación, prácticamente inexistente por efecto de las dos puertas, ya que la temperatura y humedad permanecen "cuasi" constantes para los periodos de tiempo en los que se producen las variaciones de la concentración de CO₂.

(figs. 8 y 9), de tal forma que a la tendencia de variación general de la presión atmosférica, ascenso o descenso, durante varios días responde la cueva en el mismo sentido con un ascenso o descenso en la concentración de CO_2 . Dicha respuesta se produce con un retardo de varios días, entre 4 y 8 o más días, dependiendo del valor y amplitud de las oscilaciones intermedias de la presión y el tiempo entre los máximos de altas y bajas presiones.

IV. CONCLUSIONES

En las condiciones en las que se encuentra la cueva de

Candamo, tanto la temperatura interior como la humedad relativa son parámetros bastante estables con débiles fluctuaciones independientes de las variaciones de sus homónimos del exterior.

Esta estabilidad debe atribuirse a la muy escasa relación con el exterior y/o con otras cavidades del karst en relación con éste, es decir a la escasez de circulación de aire.

Las dos puertas metálicas de cierre de la cueva son las responsables de la falta de ventilación y de la independencia de la temperatura y humedad relativa interiores con las del exterior. En consecuencia, y como primera medida, se ha propuesto a la Consejería de Cultura el ranurado de

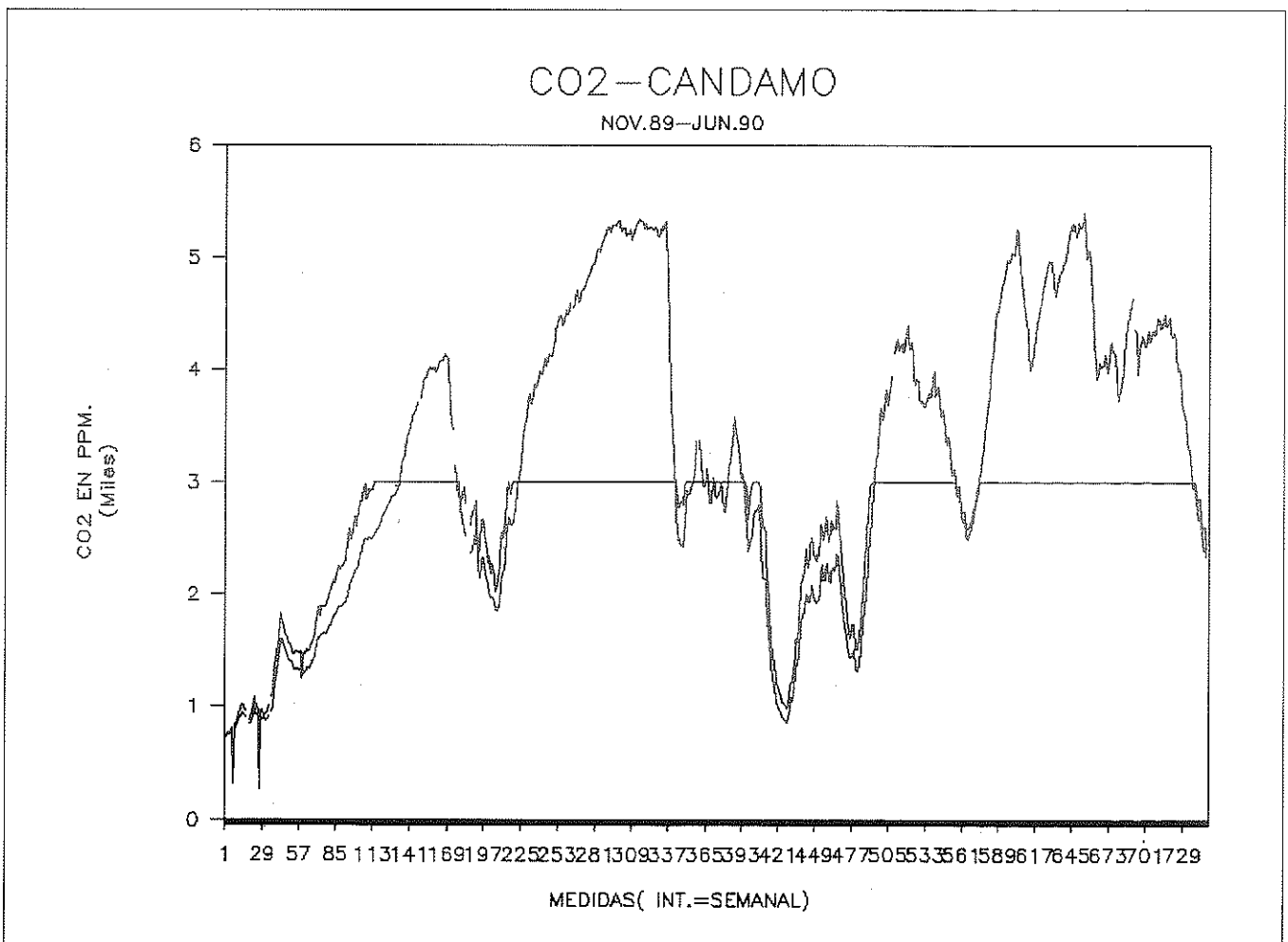


Figura 8

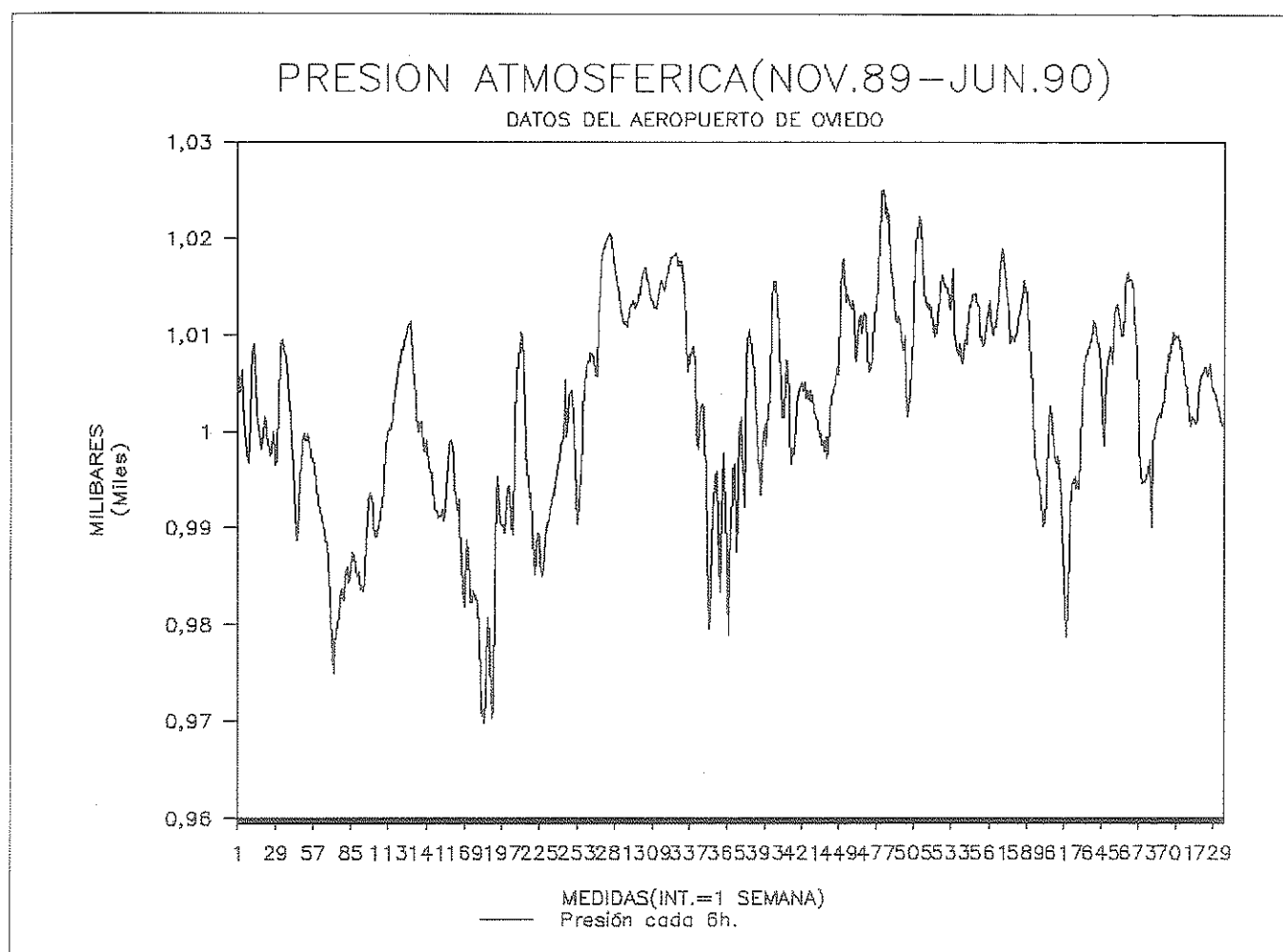


Figura 9

las puertas hasta dotarlas de una superficie de vano equivalente a la que tenía la cueva cuando fue descubierta. Esta obra ya ha sido ejecutada.

Las concentraciones y variaciones del CO_2 en el interior de la cueva están controladas por las variaciones de la presión atmosférica en el exterior.

LA CONTAMINACION VEGETAL DE LA PEÑA DE CANDAMO

R. M. Simó Martínez*

Tras la clausura de la cueva de La Peña de Candamo en 1980, nos fue encargado el seguimiento de su contaminación vegetal. En el texto que sigue se recogen los tres informes emitidos hasta el presente y las recomendaciones basadas en ellos.

INFORME PRELIMINAR. FEBRERO DE 1980

Se ha realizado una visita a la cueva de Candamo el día 9 de febrero de 1980. Durante la misma se llevó a cabo una observación visual del aspecto general y se tomaron muestras en determinados lugares que parecieron interesantes, bien por encontrarse cerca de las pinturas o por presentar un aspecto que no parecía normal en un ambiente de sus características.

Obviamente, no se puede sacar conclusiones definitivas, al menos cuantitativas, con sólo una visita, pero sí parece oportuno indicar lo siguiente:

1.—Es admitido de forma general que no existen seres vegetales troglobitas o cavernícolas específicos —como ocurre en el caso de los animales—, pero se pueden encontrar algunas especies de vegetales inferiores adaptadas a la vida en la oscuridad. Esto da lugar a que la flora de las cuevas no alteradas sea muy poco abundante en cantidad y calidad y a que la que pueda existir se ubique en las partes próximas a las entradas, donde llega algo de luz. Los vegetales que pueden desarrollarse en estas condiciones pertenecen, lo más frecuentemente, a:

HONGOS que se desarrollan sobre materias orgánicas introducidas en las grutas. Suelen encontrarse *Myxomycetes*, *Phycomycetes* y, en ocasiones, mohos: *Aspergillales* y *Mucorales*.

ALGAS AZULES, que pueden llegar a sintetizar sus pigmentos con ausencia de luz y juegan un papel importante, bien precipitando carbonato de calcio (acción litogénica) o bien desintegrando las rocas calcáreas (acción endolítica).

ALGAS VERDES, algunas de las cuales pueden sintetizar clorofila en ausencia de luz, pero en éste caso su desarrollo está ligado a la presencia de materia orgánica.

MUSGOS, HEPATICAS o HELECHOS se encuentran en ocasiones a la entrada de las grutas; son en general formas ombrófilas que crecen en lugares húmedos. La falta de luz provoca generalmente alteraciones de forma o de talla.

2.—En la cueva de Candamo, se aprecia actualmente un desarrollo, masivo en ocasiones, en todos los tipos de ve-

getales anteriormente citados, con poblaciones repartidas por toda la cueva. Tal vez lo más sorprendente sea la presencia de plántulas de helechos (género *Adiantum* con probabilidad) en el Salón de los Grabados, adyacentes al muro de los grabados de Hernández Pacheco (muestras de los puntos 6 y 6bis; cfr. fig. 1 para la localización de las muestras) y donde no es posible que llegue otra luz que la artificial. Sorprende también, y en este mismo lugar, la presencia de musgos bien desarrollados (*Fissidens taxifolius* y *F. incurvus*).

3.—Todas las áreas próximas a los focos de luz se encuentran invadidas por poblaciones perfectamente desarrolladas de algas azules (géneros *Gloeocapsa* y en mayor abundancia *Phormidium*) y de algas verdes, no sólo unicelulares (género *Apatococcus*), sino también filamentosas, pluricelulares, ramificadas (género *Trentepohlia*), que forman densos tapices de algunos metros cuadrados de superficie (muestras de los puntos 11 y 13). En las oquedades y junto a las algas, se han determinado varios tipos de musgos (géneros *Bryum*, *Trichostomum* y *Plagiothecium*). No parece ilógico pensar que el foco de luz, con la consiguiente emisión de calor, está actuando como factor desencadenante del desarrollo explosivo de estos vegetales.

4.—La presencia de todas estas plantas puede hacer cambiar el sistema biológico de la cueva, alterando la composición del aire y la de la fauna cavernícola, al ofrecerle un alimento no habitual, que podría cambiarla profundamente.

5.—No se han encontrado, o al menos no se han observado, signos de vida vegetal en la zona de El Camarín (muestras de los puntos 15 y 16). Sí se han observado algunas esporas, hongos y células de algas verdes en las muestras de los puntos 17 y 18).

6.—Parece probable que de mantenerse la periodicidad de la luz y el calor, el aporte de esporas y gérmenes, así como de materia orgánica (procedente del exterior) y el cambio del estado higrométrico del aire por la acción combinada de los dos factores, se pueda alcanzar un desarrollo mucho mayor de las poblaciones vegetales, llegando a formarse tal vez líquenes de mucho más difícil desarraigue.

7.—Sería conveniente un seguimiento de todos estos procesos, con tomas de muestras semestrales.

Oviedo, 13-2-1980

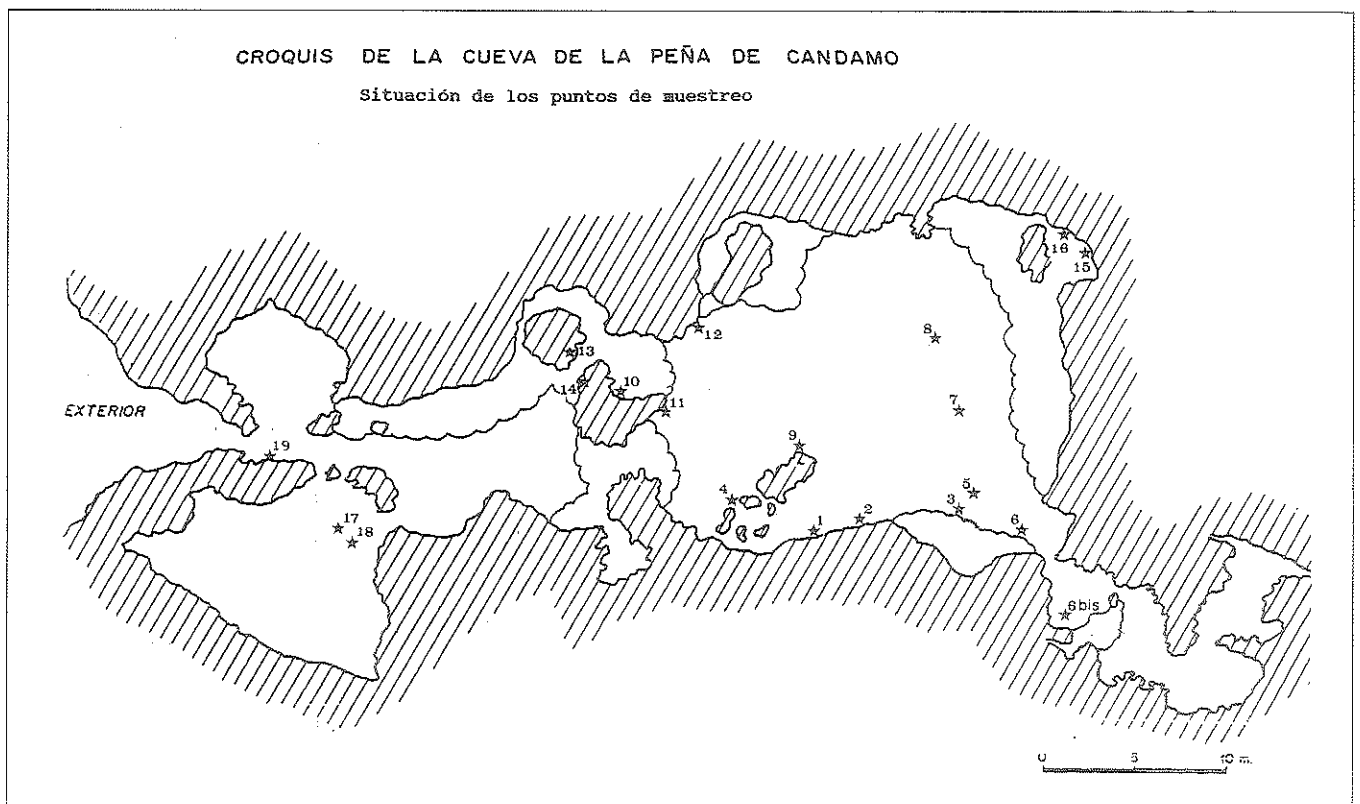
SEGUNDO INFORME. NOVIEMBRE DE 1980

Se ha realizado una segunda visita a la Cueva el día 21 de Octubre de 1980, habiendo transcurrido ocho meses en los que las condiciones han sido las siguientes: clausura

* Doctora en Farmacia. Pérez de la Sala, 53. 37007 Oviedo.

CROQUIS DE LA CUEVA DE LA PEÑA DE CANDAMO

Situación de los puntos de muestreo



total, ningún encendido de luz y ninguna presencia humana.

Se han tomado muestras en los mismos puntos que en la primera visita y se ha determinado lo siguiente:

- Muestra del punto 4: presencia de poblaciones de algas bien desarrolladas, pertenecientes a los géneros *Gloeocapsa*, *Phormidium* y *Apatococcus*.
- Muestra del punto 6: plántulas de helecho muy poco desarrolladas, así como prótalos del mismo en patente estado de mal desarrollo. Se han observado así mismo algunos ejemplares de musgo, pertenecientes al género *Plagiothecium*.
- Muestra del punto 7: masas del alga *Phormidium*, en estado óptimo y algunas plantas de musgo pertenecientes a *Plagiothecium*.
- Muestra del punto 11: masas grandes, muy extendidas de *Threntepholia*, con numerosos órganos de reproducción sin germinar. Masas compactas de *Phormidium* y ejemplares del musgo *Bryum*, bien desarrollados.
- Muestra del punto 13: céspedes de *Phormidium* e, intercalados, algunos ejemplares del musgo *Plagiothecium*.
- Muestra del punto 14: alga azul, filamentosa, en masas compactas, más o menos regulares esféricas, con un color en masa verde oliváceo: probable especie del género *Lyngbia*.
- En las muestras tomadas en la zona del El Camarín, puntos 15 y 17, no se han observado signos de vida vegetal.

De las observaciones anteriores y a partir del estado general de la cueva, se puede concluir y recomendar:

- 1.—como consecuencia del cierre de la cueva durante ocho meses, ha habido una regresión ostensible, **pero no suficiente**, de las poblaciones vegetales que de forma anormal se encontraban perfectamente desarrolladas en las ro-

cas. Y se dice que no es suficiente porque el estado actual, en caso de haber sido el inicial, habría aconsejado la interrupción inmediata de visitas e iluminación.

2.—Parece imprescindible eliminar focos de luz y que los que se dejen sean sustituidos por lámparas de luz fría.

3.—La cueva debería permanecer cerrada durante, al menos, otro periodo de seis a ocho meses, con objeto de valorar la regresión de las manchas de algas y mohos. Hasta su extinción completa no parece aconsejable la apertura, ni siquiera muy controlada.

Oviedo, 18-11-1980

TERCER INFORME. MARZO DE 1988.

En la visita realizada a la cueva en el mes de febrero, se pudo apreciar una regresión completa de las poblaciones de musgos y plántulas de helechos, que en años ante-

riores colonizaban en varias zonas, así como una desaparición de las manchas de algas verdes, que se encontraban en el Salón de los Grabados y en la escalinata previa al mismo.

En la parte en contacto o próxima a la entrada a la cueva aparecen, en la actualidad, manchas de hongos (sin determinar), que tapizan extensiones de roca bastante considerables, al igual que en la zona lateral de la escalinata que da paso a ella.

Se propone proceder a una limpieza mecánica, pero con control arqueológico, del suelo y de las zonas no pintadas o grabadas de las paredes, que retienen restos orgánicos de las poblaciones vegetales extinguidas.

También sería de interés analizar los hongos que colonizan la zona exterior-vestibular y en su caso, intentar favorecer su eliminación o regresión.

Oviedo, 30-3-1988

LA CONCENTRACION DE RADON COMO INDICE DE RENOVACION DEL AIRE EN CAVIDADES SUBTERRANEAS: PRIMEROS RESULTADOS DE LAS CUEVAS DE NERJA Y CANDAMO.

Vicente Soler Javaloyes*

INTRODUCCION

El radón (Rn-222) es un gas radioactivo, de 3,85 días de vida media, que se genera en la cadena del U-238 por desintegración del Ra-226. Debido a que el uranio está presente en la práctica totalidad de las formaciones que componen la corteza terrestre, en cualquier material (roca, suelo, etc.) existe una concentración gobernada fundamentalmente por el equilibrio secular de la cadena radioactiva. Dada su condición gaseosa, el radón se difunde por los poros y diaclasas de los materiales y escapa a la atmósfera desde las capas más superficiales del terreno, a un ritmo promedio de unos $0.5 \text{ pCi/m}^2 \text{ S}$; este ritmo puede verse afectado por los cambios de presión atmosférica, por el contenido de humedad del suelo, etc.; siendo la concentración de este gas en la atmosfera varios órdenes de magnitud inferior a la que se alcanza en suelos y rocas. Esta exhalación casi constante de radón hace que en cualquier cavidad o recinto cerrado se establezca, con el tiempo, una concentración máxima o de equilibrio, en la que el radón que desaparece por decaimiento radioactivo es igual al que emana por la superficie libre que conforma el recinto. Esta concentración máxima es función de la relación superficie/volumen (A/V) del recinto y de la emisividad de los materiales que lo forman (Garzón 1978 y 1991). Cuando dejan de verificarse las condiciones de estanqueidad, se produce un descenso de la concentración de radón (por pérdidas a la atmósfera), que es proporcional al ritmo de renovación del aire del recinto y de ahí la posibilidad de utilización de estas medidas de radón como índice de ventilación (Garzón 1978 y Villar y otros 1984). Normalmente resulta difícil evaluar la concentración teórica de equilibrio para una cavidad natural, sobre todo teniendo en cuenta su forma irregular que obliga a simplificar en la estimación de la relación A/V, y la gran variabilidad de la exhalación; de cualquier forma, con una serie de medidas continuadas, se puede normalmente establecer la presencia o no de un sistema natural de ventilación y, admitiendo un flujo constante de radón desde el subsuelo, cuantificar el ritmo de ventilación.

TRABAJOS DE CAMPO Y DETERMINACIONES ANALITICAS

Los trabajos de campo se realizaron en dos campañas que tuvieron lugar en mayo de 1990 y junio de 1991 en

la cueva de Nerja (Nerja, Málaga) y en marzo y septiembre de 1991 en la cueva de Candamo (San Román de Candamo, Asturias).

En el caso de la cueva de Nerja, se trata de una cavidad con unas condiciones de utilización estables y un elevado ritmo de visitas que alcanza el medio millón anual. Este elevado número de visitantes tiene una influencia directa en el contenido de CO_2 (Hoyos y Soler, en este volumen), de forma que resulta difícil utilizar la concentración de este gas para estudiar las influencias de los factores meteorológicos en el sistema de ventilación de la cueva, de ahí el interés en realizar medidas de radón no afectadas por la influencia antrópica que sufre la cueva, para estudiar su sistema de ventilación.

En situación casi diametralmente opuesta se encuentra la cueva de Candamo, que había permanecido cerrada de forma bastante estanca desde finales de 1979. Ante la elevada concentración de CO_2 detectada en su interior (Hoyos et al., en este volumen) se decidió realizar un ranurado en la puerta, de forma que totalizara una superficie de ventilación aproximadamente igual a la que tenía cuando se descubrió. Afortunadamente, se ha podido efectuar una medida antes y otra después de que se abriesen las ranuras en dicha puerta.

Todas las determinaciones analíticas se realizaron en el laboratorio de radón de la Estación Volcanológica de Canarias, que cuenta en la actualidad con los siguientes sistemas de medida de radón:

- a) Espectrometría de radiación gamma para determinaciones con canastillas de carbono activo.
- b) Emanometría directa por scintillometría de la emisión de partículas alfa del propio radón.
- c) Detectores Track-etch de largo periodo de integración.

En este trabajo se empleó el método de las canastillas de carbono que, fue el primero en ponerse a punto y el único disponible en la época en que se comenzaron las determinaciones.

El modo operativo de este método (Cohen and Cohen 1983 y Andreas 1984), consiste en la exposición a la atmósfera de la cueva durante 72 horas de unas canastillas cilíndricas de 10 cm. de diámetro por 3 de altura que contienen en su interior algo más de 100 gr. de carbono activo. Una vez cerradas se deja transcurrir un período mínimo de 5 horas para que se equilibre la concentración de los descendientes del radón (Pb-214 y Bi-214) cuyo espectro de radiación gamma se analiza. El procedimiento de medida seguido es el recomendado por la "U.S. Environmental Protection Agency (EPA)" (Ronca-Battista et al.

* Estación Volcanológica de Canarias C.S.I.C. 38206 La Laguna. Tenerife.

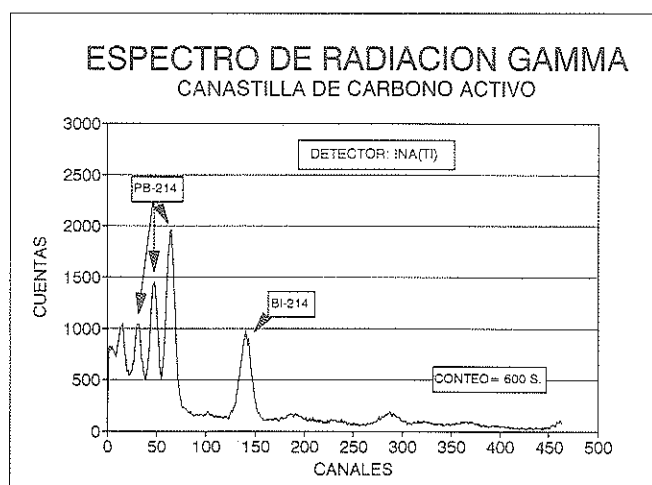


Figura 1

1986 y Gray and Windham 1987). En la figura 1 podemos observar un espectro, obtenido con un analizador multi-canal, con los picos de emisión más destacados de estos elementos y que son los empleados en el cálculo.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En las tablas 1 y 2 se recogen los resultados de las medidas efectuadas en las dos campañas en ambas cuevas. Para poder evaluar cuantitativamente el ritmo de ventilación en forma de caudal de aire intercambiado, sería preciso disponer de medidas continuas que nos permitiesen conocer el tiempo en el que se producen las variaciones de la concentración de radón. Debido a que tan sólo disponemos de dos medidas puntuales muy distanciadas en el tiempo, únicamente se podrá aportar aquí una interpretación cualitativa de los resultados.

En el caso de la cueva de Nerja, se obtuvieron concentraciones de radón unas 7 veces superiores en la segunda medida. Ya que las condiciones de acceso a la cueva no variaron entre las dos medidas, se decidió estudiar la posible influencia de las variaciones de presión atmosférica en los cambios de concentración encontrados. Para ello, se compilaron los datos que se presentan en la figura 2. En ella se observa claramente cómo la concentración de radón en condiciones de baja presión (junio de 1991) son mucho más elevadas que las medidas en situación de alta relativa (mayo de 1990). Salvo la medida efectuada en el fondo de la sala del Cataclismo, que comentaremos más adelante, se aprecia una distribución bastante uniforme de

la concentración de radón en la cueva sin acumulaciones en las zonas más alejadas de la entrada.

Los valores en torno a los 15 pCi/l medidos en junio de 1991 en condiciones de baja presión atmosférica, se corresponden con la concentración de equilibrio para una exhalación media de 0.5 pCi/m²s y una aproximación de la figura de la cueva a un cilindro de 30 m. de diámetro; es decir, a una situación de mínima renovación de la masa de aire. Ello no quiere decir que no quepa esperar en la cueva mayores concentraciones de radón, ya que se ha supuesto un valor promedio para la constante de exhalación, y el valor real puede, como parece suceder en Candamo, apartarse bastante del supuesto.

Por contra, el valor de 2.5 pCi/l obtenido en mayo de 1990 es prácticamente igual al encontrado en ambas campañas en una vivienda del entorno, y corresponde por tanto a una situación de máxima ventilación natural; esto confirma la idea de que la cueva posee un sistema de ventilación tal como ya lo apuntaba el descenso sistemático de la concentración de CO₂ desde que la cueva se cierra al público por las tardes, aunque los datos de radón parecen asimismo señalar un cierto papel modulador de la presión atmosférica en este sistema de ventilación.

Tal como ya mencionábamos, la concentración de radón en el fondo de la sala del Cataclismo es dos veces la del resto de la cueva, lo que planteaba la duda de si se trataba de una estratificación vertical del radón debido a su elevada densidad (9.73 gr/l) o bien de una zona generadora de radón. Para intentar esclarecer este aspecto, se efectuaron tres medidas de emanación con sendos acumuladores (Hesselbon 1985) de forma troncocónica de 6662 Cm³ de volumen y 433 Cm² de base. Estos resultados se recogen, entre paréntesis, en la tabla 1, y en ella se observa cómo, mientras en la sala de los Fantasma y en la parte alta de la sala del Cataclismo se obtienen valores prácticamente iguales a la atmósfera de la cueva en ese momento, en el fondo de la sala del Cataclismo la concentración en el interior del acumulador es 10 veces superior a la atmósfera que lo rodea y 20 veces el valor medio de la cueva; lo que se interpreta como una zona clara de generación de radón.

Como hipótesis, y dado que se trata de la parte más profunda de esta zona de la cueva, tal vez se podría buscar su origen en una migración de radón desde cavidades inferiores, sin comunicación directa con el exterior; en ellas debido a la mayor actividad del karst y su condición de semicerradas, se podrían alcanzar concentraciones de radón superiores a las que presenta la cueva en la actualidad. En este sentido conviene mencionar que a partir de los datos de nivel piezométrico de un pozo perforado jun-

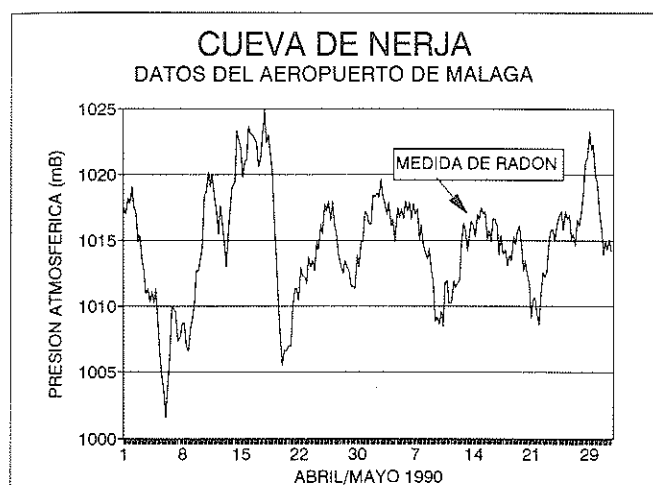


Figura 2a

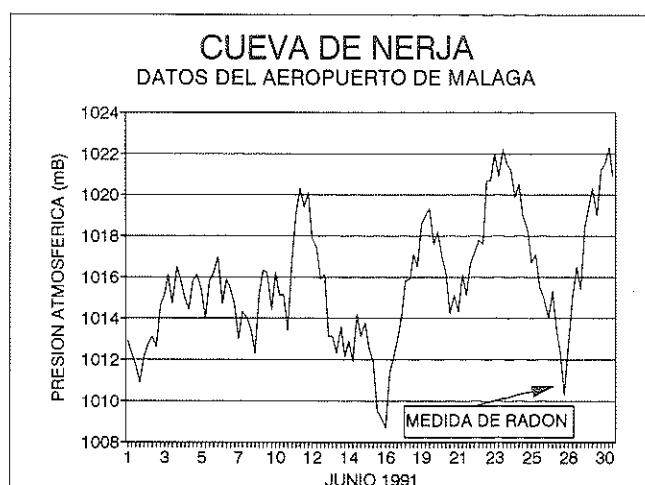


Figura 2b

to a la cueva, la zona freática del karst se sitúa a tan solo unos 15 metros por debajo del fondo de la sala del Cataclismo.

En el caso de la cueva de Candamo, el efecto de apertura parcial de la puerta es muy claro, ya que se pasa de valores en torno a los 430 pCi/l con la puerta cerrada, a concentraciones de 55 pCi/l con la puerta ranurada. Ese descenso es, asimismo, claro en la concentración de CO₂ que

CUEVA DE NERJA

PUNTO DE MUESTREO	11/15/90 (pCi/l)	25/6/91 (pCi/l)
Sala de la Entrada	2.32 ± 0.36	15.9 ± 1
Sala del Balet	2.65 ± 0.37	14.4 ± 1.2
Sala de los Fantasma	1.92 ± 0.34 (2.71 ± 0.33)	—
Cataclismo (parte alta)	2.12 ± 0.35 (2.60 ± 0.31)	14.5 ± 1.2
Cataclismo (fondo)	4.23 ± 0.39 (49.0 ± 0.79)	32.9 ± 1.1
Vivienda exterior	2.16 ± 0.30	1.5 ± 0.8

Tabla 1.—Concentraciones de radón obtenidas durante las dos campañas de medida en la cueva de Nerja.

CUEVA DE CANDAMO

PUNTO DE MUESTREO	12/3/1991 (pCi/l)	14/11/1991 (pCi/l)
Galería inferior	469.3 ± 2.8	64.1 ± 1.9
Sala de la entrada	427.0 ± 2.7	58.9 ± 1.9
Gran panel	629.4 ± 2.9	42.0 ± 1.7
Camarín	405.9 ± 2.8	53.6 ± 1.8

Tabla 2.—Concentraciones de radón medidas en la Cueva de Candamo. La determinación del 12/3/1991 se efectuó con la puerta cerrada y la del 14/11/1991 con un ranurado en la puerta, para ventilación, de 1 m.² de superficie.

baja a valores atmosféricos del orden de las 300 ppm. desde concentraciones que en la sala del Gran Panel alcanzaban las 4.000 ppm. (Hoyos et al., en este volumen).

Las medidas efectuadas con la puerta cerrada, (Tabla 2, 12/3/91), ponen de manifiesto una ligera estratificación vertical de la concentración de radón, con 64 pCi/l más en la galería inferior que en el camarín, que son los puntos de medida con mayor separación en la vertical.

En cualquier caso, estas concentraciones en torno a los 430 y 55 pCi/l antes y después de abrir el ranurado de ven-

tilación, parecen muy elevadas para lo que cabría esperar en una cueva con salas de casi 20 m. de diámetro, situada en una zona sin tectónica activa en la actualidad, lo cual hace que se continúe en la actualidad con el estudio detallado de las variaciones de la concentración de radón en esta cueva.

Finalmente, mencionar que a la luz de los datos de concentración de radón que aquí se recogen y de las determinaciones de CO₂ efectuadas en estas cuevas, parece claro que las variaciones de presión atmosférica juegan un papel más importante de lo que hasta ahora se les había atribuido en la ventilación natural de cavidades, al menos de aquellas situadas en sistemas permeables.

AGRADECIMIENTOS

Al Patronato de la cueva de Nerja, que mediante convenio con el C.S.I.C. financió las determinaciones realizadas en dicha cueva y a D. Javier Fortea Pérez, que desinteresadamente colaboró con la exposición y recogida de las canastillas de carbono activo en la cueva de Candamo.

REFERENCIAS

- ANDREAS C.G., 1984. Passive, integrated measurement of indoor radon using activated carbon. *Health Physics Vol. 46 N.º 4*.
- COHEN B. L. and COHEN E.S., 1983. Theory and practice of radon monitoring by adsorption in charcoal. *Health Physics Vol. 45 N.º 50*.
- GARZON L., 1978. La radiactividad natural en cavidades subterráneas. *Energía Nuclear N.º 114*, 267-272.
- GARZON L., 1991. Radón y sus riesgos. *Universidad de Oviedo. Servicio de Publicaciones*, 348 pp.
- GRAY D.J. and WINDHAM ST., 1987. EERF standard operating procedures for radon-222 measurement using charcoal canister. *U.S. Environmental protection agency, EPA 520/5-87-005*.
- HESELBON A., 1985. Radon in soil gas. *Sveriges Geologiska Undersökning, Serie CNR803*, 58 pp.
- HOYOS M., SOLER V. y FORTEA J. La Cueva de la Peña de Candamo (Asturias): Primeros resultados microclimáticos, en este volumen.
- RONCA-BATTISTA M., MAGNO P., WINDHAM S. and SENSINTAFFAR E., 1986. Interim indoor radon and radon decay product measurement protocols. *U. S. Environmental protection agency, EPA 520/1-86-04*.
- VILLAR E., BONET A., DÍAZ-CANEJA B., FERNÁNDEZ P.L., GUTIÉRREZ I., QUINDÓS L.S., SOLANA J.R. y SOTO J., 1984. La ventilación natural de la sala de las pinturas de la cueva de Altamira. Contenido en Radón. *Centro de Investigación y Museo de Altamira. Monografía N 11*, pp. 21-34

LA CUEVA DE NERJA (MALAGA): EJEMPLO DE DEGRADACION MICROAMBIENTAL

M. Hoyos Gómez*, V. Soler Javaloyes **

I. CARACTERISTICAS KARSTICAS GENERALES

La cueva de Nerja se encuentra al NO y muy próxima a la localidad de Maro, aunque pertenece al municipio de Nerja, en la vertiente meridional de las estribaciones más litorales de la sierra de Almijara, a 156 m.s.n.m.

De forma resumida puede afirmarse que la cueva de Nerja pertenece a un sistema kárstico complejo poligénico, desarrollado en los mármoles triásicos incluidos por Sanz de Galdeano (1989) en el Manto de Almijara, en el que se distingue una primera fase antigua de karstificación y relleno correspondiente a un paleokarst de edad Plioceno superior/Pleistoceno inferior escasamente conservado, a la que le sigue otra fase de karstificación más amplia y de carácter poligénico desarrollada durante el Pleistoceno inferior-medio, en la que se generan la mayor parte de las cavidades y conductos conocidos de la cueva, comenzando a veces por la karstificación de los propios depósitos cementados del paleokarst precedente, llegándose a distinguir tres etapas de generación de conductos en otros tantos niveles superpuestos, de tal forma, que la morfología actual es el resultado de la conexión de los tres pisos por procesos de colapsos gravitacionales de gran magnitud, parciales o totales y posiblemente relacionados con la neotectónica y sismicidad de la zona.

Se trata de una cavidad de considerables dimensiones de tipo "ramifiorm and spongework" (Palmer 1991) formada por una serie de conductos y salas de más de 4 Km. de desarrollo incluidos en una superficie de 140.000 m.², en una franja de 700 m. de larga por 200 de ancha. El desnivel máximo respecto a la entrada es de -30,6 m. y la cota interior más alta a +36,67 m., con un volumen interior estimado de unos 834.000 m.³ (G.E.S., 1985).

La facilidad de disolución de los mármoles dolomíticos ha favorecido la abundante formación de todo tipo de espeleotemas vadosos de calcita y aragonito, tanto cenitales y parietales como pavimentarios y epiacuáticos, muchos de ellos de gran desarrollo, que forran la mayor parte de las superficies de paredes, techo y suelo de toda la cueva.

La cueva se encuentra actualmente en la zona vadosa y senil del karst sin circulación de agua subterránea, reduciéndose los aportes hídricos a goteos del techo poco importantes y locales en respuesta, con desfase de orden ho-

rario, a las lluvias caídas sobre la superficie exterior inmediata, con un ligero pero sensible aumento de los aportes de carácter estacional, en todo caso siempre con un caudal mínimo, por lo que la formación actual de espeleotemas vadosos es muy reducida en relación a etapas anteriores. La zona freática, con nivel de base kárstico en el barranco de Maro, se alimenta fundamentalmente con la recarga por agua de lluvia que se infiltra desde las cumbres de la sierra de Almijara, ya que las nevadas son escasas y muy esporádicas en dichas cumbres.

Se han distinguido cuatro conjuntos de conductos y galerías, uno desmantelado en el exterior y rekarstificado y relicto en el interior perteneciente al paleokarst, y tres en el interior de la misma bien diferenciados en función de sus características geomorfológicas y particular evolución: Un conjunto externo constituido por las denominadas Galerías Turísticas, otro intermedio que comprende las Galerías Altas y otro interior formado por las Galerías Nuevas. El presente trabajo se refiere al conjunto externo visitado por el público.

II. ALTERACIONES ANTROPICAS

Desde su descubrimiento en 1959, la cueva ha sufrido una serie de obras y remodelaciones para su adaptación al turismo que afectan sobre todo al tercio exterior, que, desde la introducción en la misma de materiales extraños (cemento, maderas, hierros, cables, rellenos artificiales con sedimentos procedentes de excavaciones arqueológicas, gradas permanentes para la celebración de festivales etc.), pasando por la instalación de iluminación con lámparas calientes de gran wattaje, la apertura de dos entradas artificiales y un número excesivo de visitantes, hasta la urbanización y ajardinamiento del exterior con riegos artificiales y aportes de abonos, han modificado sensiblemente el entorno natural exo y endokársticos, sobre todo este último.

De forma resumida, puede afirmarse que dichas modificaciones se traducen sobre todo en alteraciones irreversibles en la morfología de la cueva y de los abundantes espeleotemas que prácticamente recubren en su totalidad paredes, techo y suelo de la misma, y la práctica desaparición de las pocas pinturas prehistóricas existentes sobre éstos en la zona externa. Las alteraciones más significativas atribuibles a la actividad antrópica son, por una parte, la deposición y cementación de una película de polvo pardo procedente de los aportes detríticos antes citados y del polvo introducido y removilizado por el gran número de visitantes, que recubren la superficie de una parte de dichos espeleotemas con la consiguiente pérdida de brillo y colo-

* Departamento de Geología. C.S.I.C. Museo Nacional de Ciencias Naturales. 28006 Madrid.

** Estación Volcanológica de Canarias. C.S.I.C. 38206 La Laguna. Tenerife.

rido natural de los mismos. Por otra, las alteraciones de corrosión superficial e interna de los espeleotemas de la zona externa de la cueva con la formación de sulfato cálcico sustituyendo a la calcita o el aragonito, hidromagnesita en microconcrecciones externas de estalactitas, aparición de la denominada "leche de Luna" (Moon milk) etc.; y finalmente la presencia de nitratos en las aguas de goteo procedentes de los abonos del jardín y abundantes colonias del denominado "Mal Verde" asociadas a los puntos de iluminación, que aunque estudiadas y bien conocidas no han sido eliminadas.

III. SISTEMA DE MEDIDAS

Entre Junio y Agosto de 1986 se instaló y puso a punto un Sistema de Medidas de Parámetros Microambientales diseñado específicamente, mediante un estudio previo, para las características geomorfológicas de la cueva. Dicho sistema consistió básicamente en:

- Una Unidad Central de Adquisición de Datos, consistente básicamente en: Una tarjeta de procesador, con memoria RAM y ROM, conteniendo el arranque e inicialización del sistema; una tarjeta de conversor analógico/digital con dieciséis entradas; una tarjeta de control digital I/O para comando del panel frontal e indicadores luminosos y una fuente de alimentación. Finalmente de las diferentes opciones de salida se optó con salida por impresora por expreso deseo del entonces conservador de la cueva.
- Dos Unidades de Acondicionamiento capaces de acomodar sensores de medida, tanto en corriente como en tensión, proporcionando la alimentación específica en cada caso.
- Cinco sensores de CO₂, tres de ellos provistos de electroválvula comandada desde la unidad central, que permiten la medida en dos puntos diferentes, funcionando por absorción de infrarrojos con un error menor de 1% en el rango de 0 a 3.000 ppm.
- Once sensores de Temperatura con un error de medida inferior a 0.1 °C.
- Once sensores Humedad Relativa en el interior de la cueva de tipo capacitivo, con una resolución mínima del 1%.

El sistema funcionó en registro continuo con una toma de medidas de cada hora para cada uno de los sensores.

IV. CARACTERÍSTICAS MICROAMBIENTALES

El estudio de los parámetros microambientales de la cueva de Nerja se ha realizado en régimen de cueva abierta

con visitantes, por lo que sus condiciones naturales reales y las variaciones estacionales de éstas son prácticamente desconocidas.

IV.1. Número de Visitantes

La cueva de Nerja recibe cada año alrededor de medio millón de visitantes, cuya distribución a lo largo del mismo es muy similar cada año (Figs. 1 y 2). El flujo mayor de visitantes se produce en Agosto donde el n.º de visitantes se sitúa entre 20.000-30.000 visitantes/semana, llegándose a alcanzar cifras de 5.000 visitantes/día, de tal manera que todo el recorrido por la zona visitable es una fila continua de personas sin solución de continuidad. El n.º mínimo de visitantes se produce en los meses de Diciembre-Enero en los que alguna vez solo se llega a los 200 visitantes/día. En primavera, coincidente con las vacaciones de Semana Santa aparece siempre, más destacado que los otros, un máximo relativo situado en 18.000-20.000 visitantes semanales.

IV.2. Temperatura

Los resultados obtenidos más representativos de este parámetro son los siguientes:

—La temperatura aumenta desde la entrada hacia el interior de la zona visitable de la cueva en todas las estaciones del año, siendo este aumento del orden de 6 a 7 °C en invierno (Zona Exterior: Conducto del Descubrimiento 13.10-15.72 °C, Zona Interior: Sala Cataclismo 21.15-22.90 °C), y de 2.5 a 5 °C, en verano (Zona Exterior 16.19-18.70, Zona Interior 18.94-21.90).

—En cada estación climática anual, las oscilaciones entre máximos y mínimos son del orden de 2.5-3.0 °C para cada una de las zonas de la parte visitable de la cueva.

—Las diferencias entre los valores máximos y mínimos, invernales y estivales disminuyen desde el exterior (alrededor de 3 °C) hacia el interior (entre 1 y 2,5 °C), invirtiéndose las temperaturas ligeramente a partir del comienzo de la zona no visitable.

—Las oscilaciones diarias de la temperatura en la Zona Externa responden pobremente a las variaciones del exterior, siendo necesarios aumentos o descensos de 10 °C o más en el exterior, para que en el interior se produzcan respuestas en el mismo sentido de 0.4-0.6 °C y con un cierto retraso horario, siendo escaso el reflejo de la influencia de la aportación de calor por los visitantes. Esto puede observarse en una etapa de afluencia normal con un incremento rápido y masivo de visitantes, donde para temperaturas más bajas exteriores y un aumento de visitantes las temperaturas de ésta zona sufren un ligero incremento de

CUEVA DE NERJA

VISITANTES EN 1987

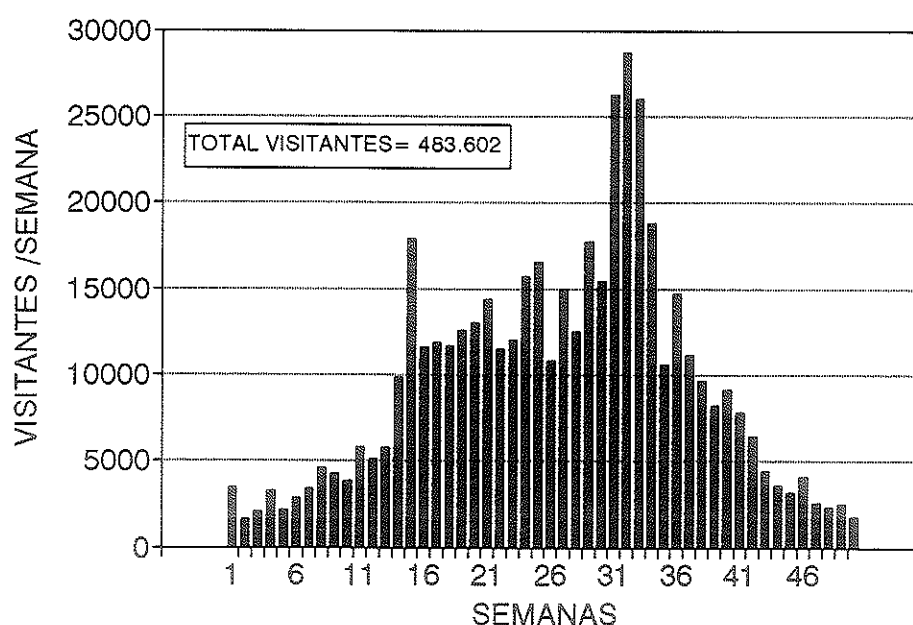


Figura 1

décimas de grado. (Fig. 3, siendo T-3 el sensor de temperatura exterior).

—En la Zona Interna las oscilaciones diarias exteriores parecen no influir (Fig. 4), ya que los picos se acentúan aún descendiendo la temperatura exterior, por lo que este aumento de décimas de grado ($0.4-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) debe corresponder con el aumento de visitantes (Fig. 5), ya que el aporte calorífico de los focos puede considerarse como una constante. Esto se manifiesta mejor en la Fig. 6, donde además se aprecia un doble pico diario cuyo mínimo relativo corresponde al apagón de los focos a mediodía y la ausencia de visitantes en ese intervalo de tiempo.

Teniendo en cuenta el importante volumen de aire y la superficie de paredes, techo y suelo de la zona visitable, los aumentos de temperatura diarios y el mantenimiento de ésta con valores relativamente altos implican unos apor-

tes de calor considerables, de los que una parte importante es constante diariamente a lo largo del año, debida a las radiaciones de calor que emite la iluminación, y otra parte, correspondiente a los aportes de los visitantes, que es variable y aumenta desde un mínimo en invierno a un máximo en verano.

Los descensos nocturnos en la temperatura exterior y el cese también nocturno de aportes de calor (iluminación-visitantes) solo dan lugar a descensos de décimas de grado en las diferentes zonas de la cueva siendo menor hacia el interior, y puesto que ventilación existe como veremos más adelante, el escaso descenso nocturno de la temperatura debe atribuirse a que la renovación de aire es lenta e incompleta alcanzando pobremente la Zona Interna, para el tiempo durante la noche en que la cueva permanece cerrada, incluso teniendo a favor el descenso nocturno de la temperatura exterior.

CUEVA DE NERJA

VISITANTES EN 1988

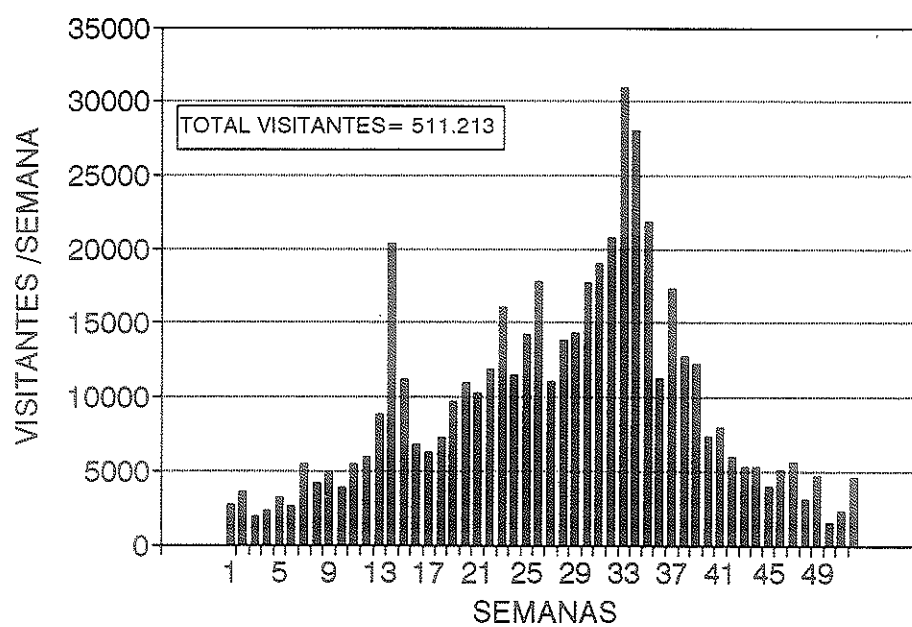


Figura 2

Cueva de Nerja

24 de Marzo - 3 de Abril 1988

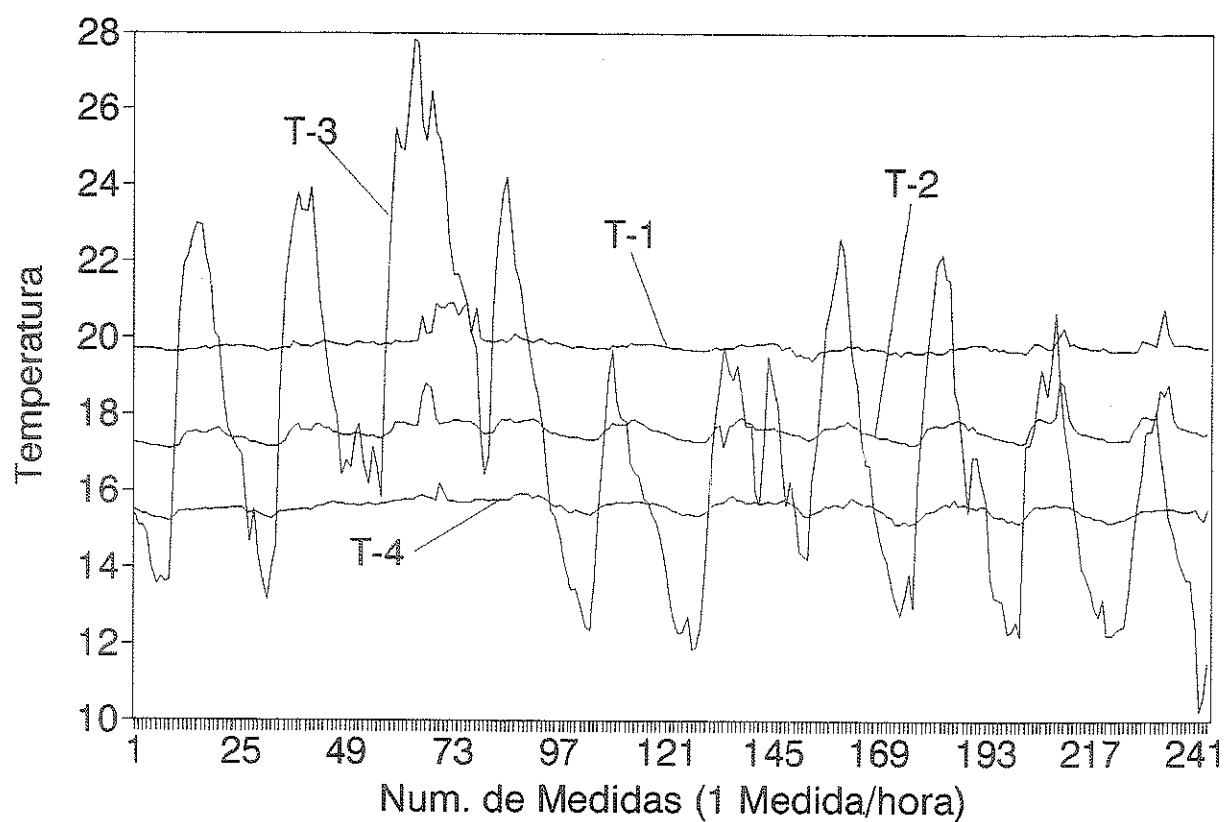


Figura 3

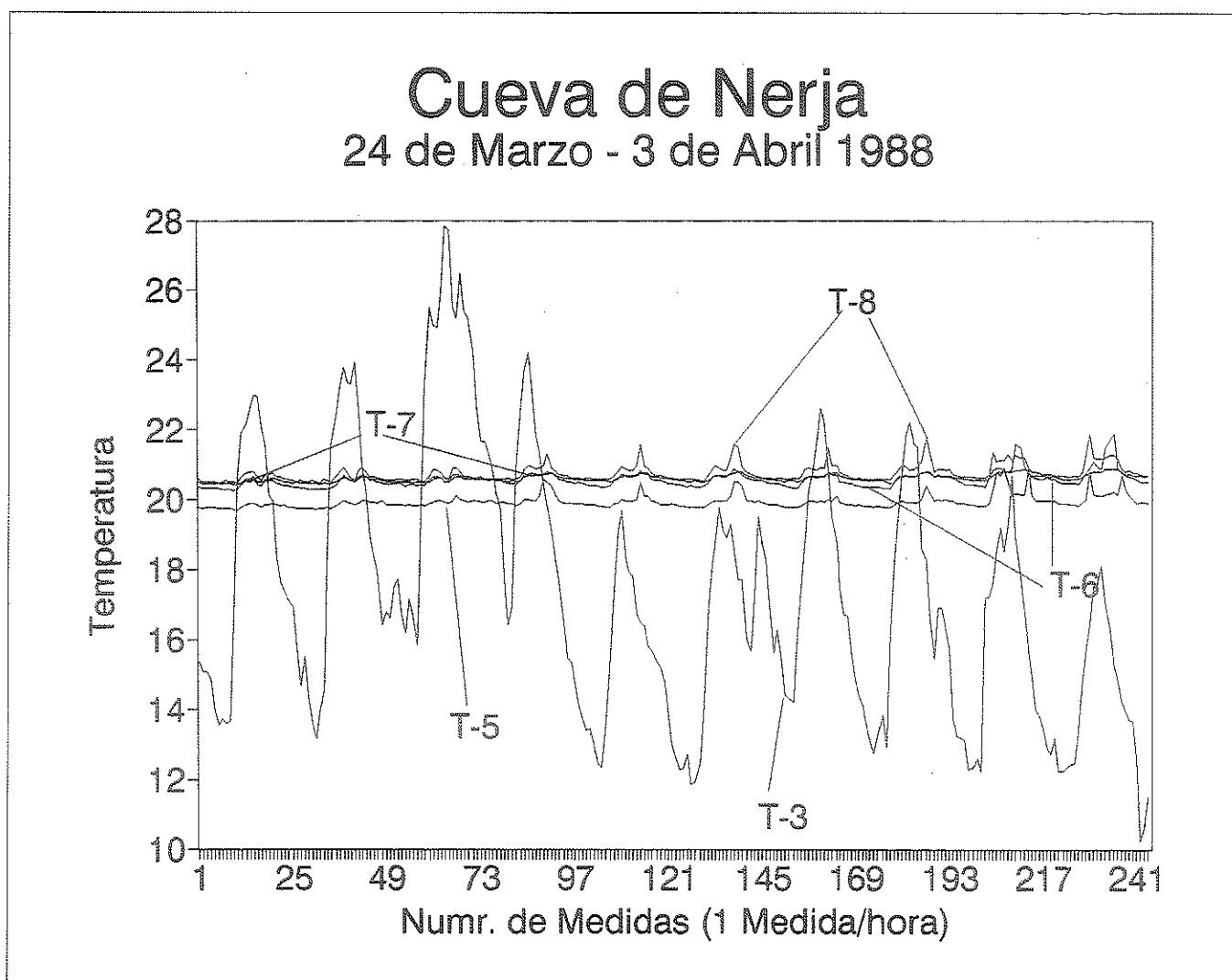


Figura 4

IV.3. Humedad Relativa

La humedad relativa se comporta también siguiendo pautas diferentes entre las zonas Externa e Interna de la cueva y las estaciones del año, siendo un parámetro estrechamente ligado a los aportes de agua de infiltración, relacionados a su vez con la pluviosidad.

En la Zona Externa, en época seca, tanto en invierno como en verano los sensores situados más próximos a la entrada presentan valores de Hr en invierno entre 60 y 100%, estando más próximos a la saturación y mayor número de ellos saturados en verano. Aquellos no saturados se comportan siguiendo pautas de variación paralelas a las de la Hr del exterior hasta que se saturan, siendo la influencia tanto mayor cuanto más al exterior, ya que hacia el interior dicha influencia se amortigua hasta desaparecer (Fig. 7 y 8. H-3 Hr en el exterior). Cuando comienza la llegada de agua de infiltración, las relaciones con las variaciones del exterior se pierden, manteniéndose pautas de comportamiento independientes como en la Zona Interna.

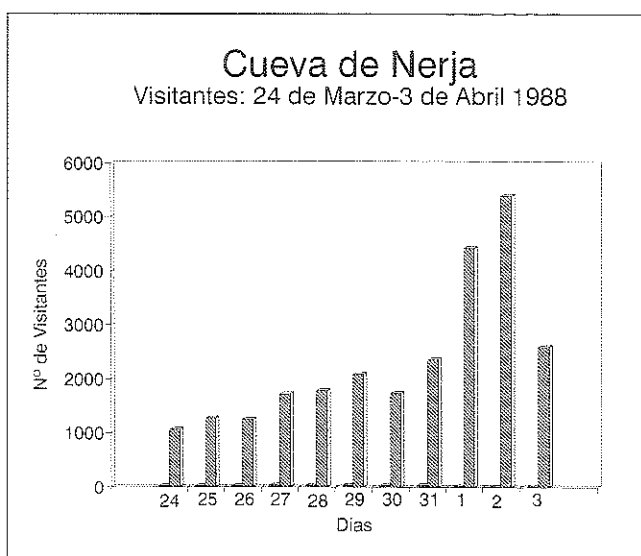


Figura 5

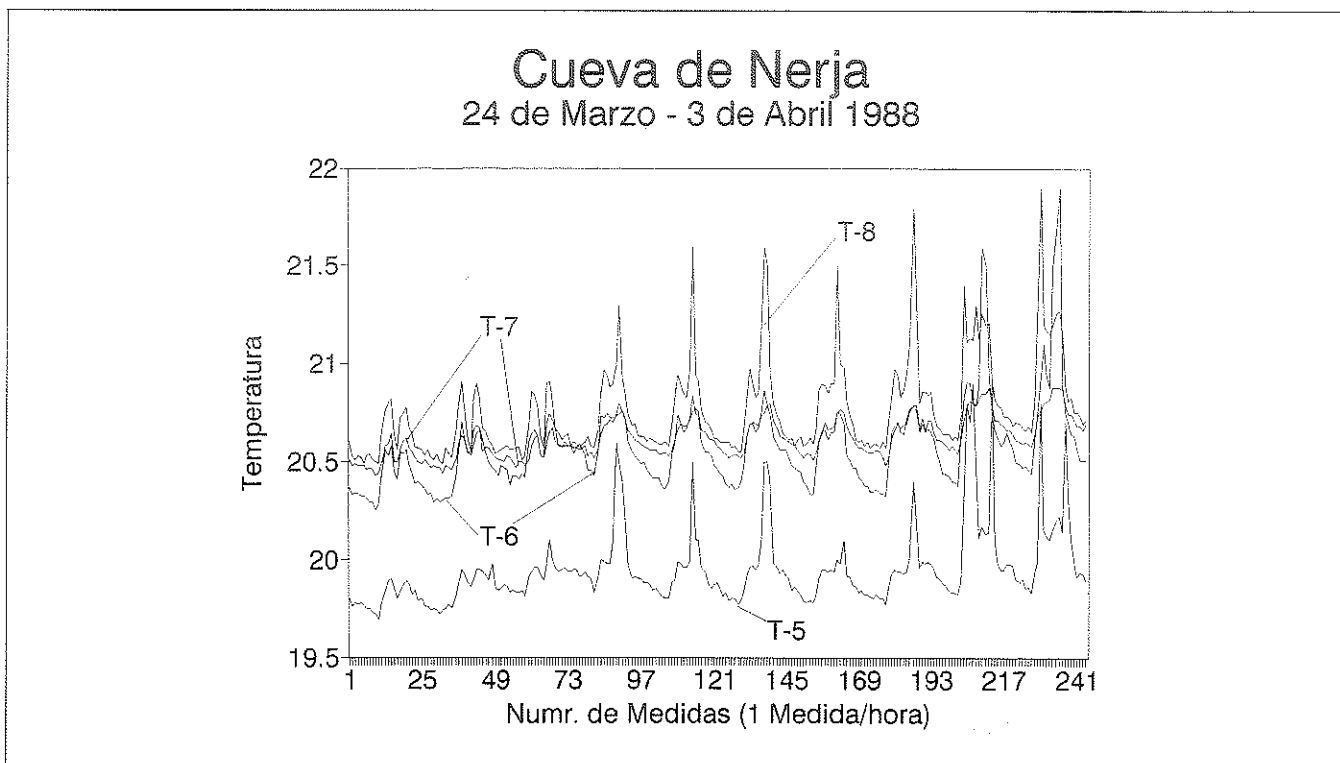


Figura 6

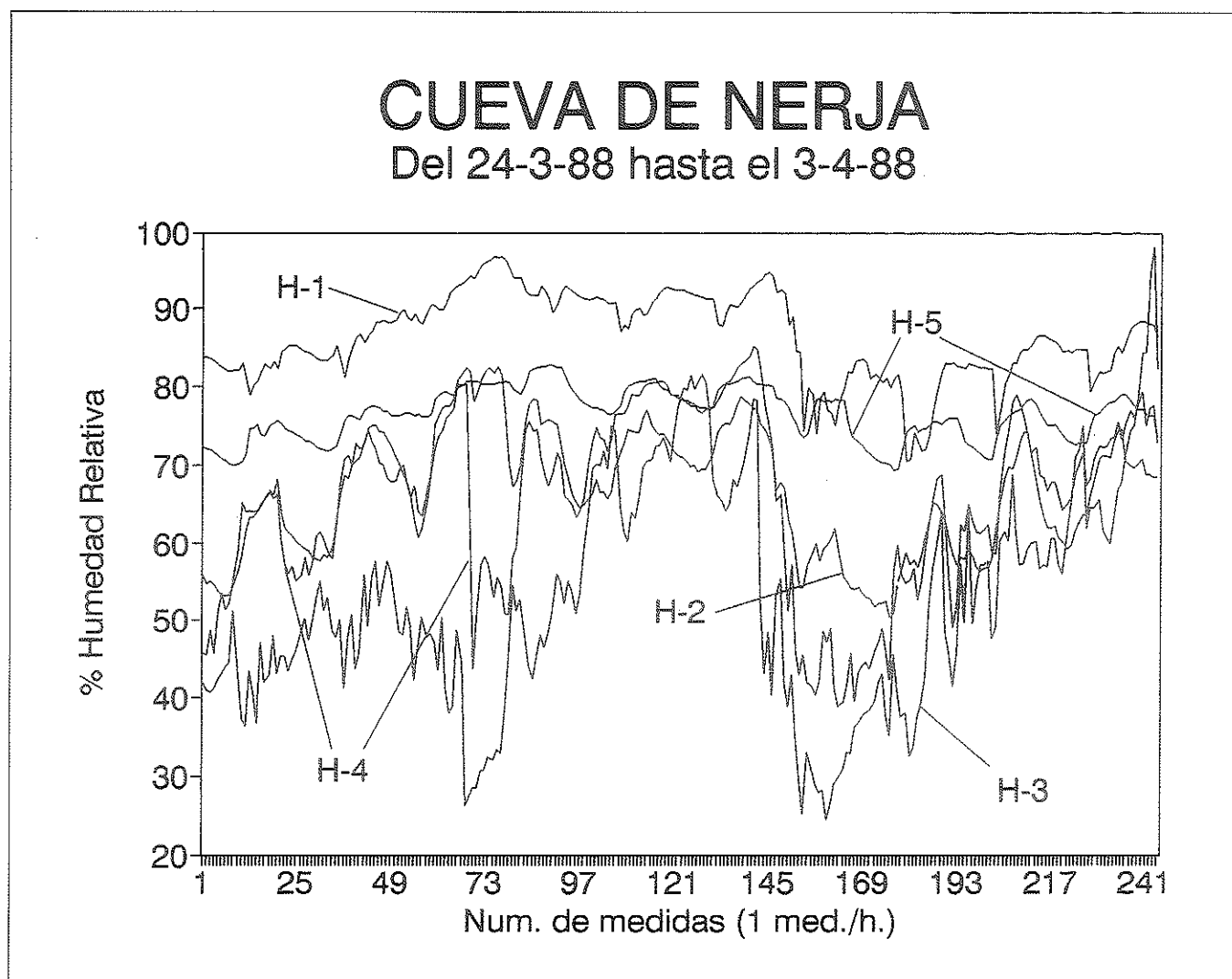


Figura 7

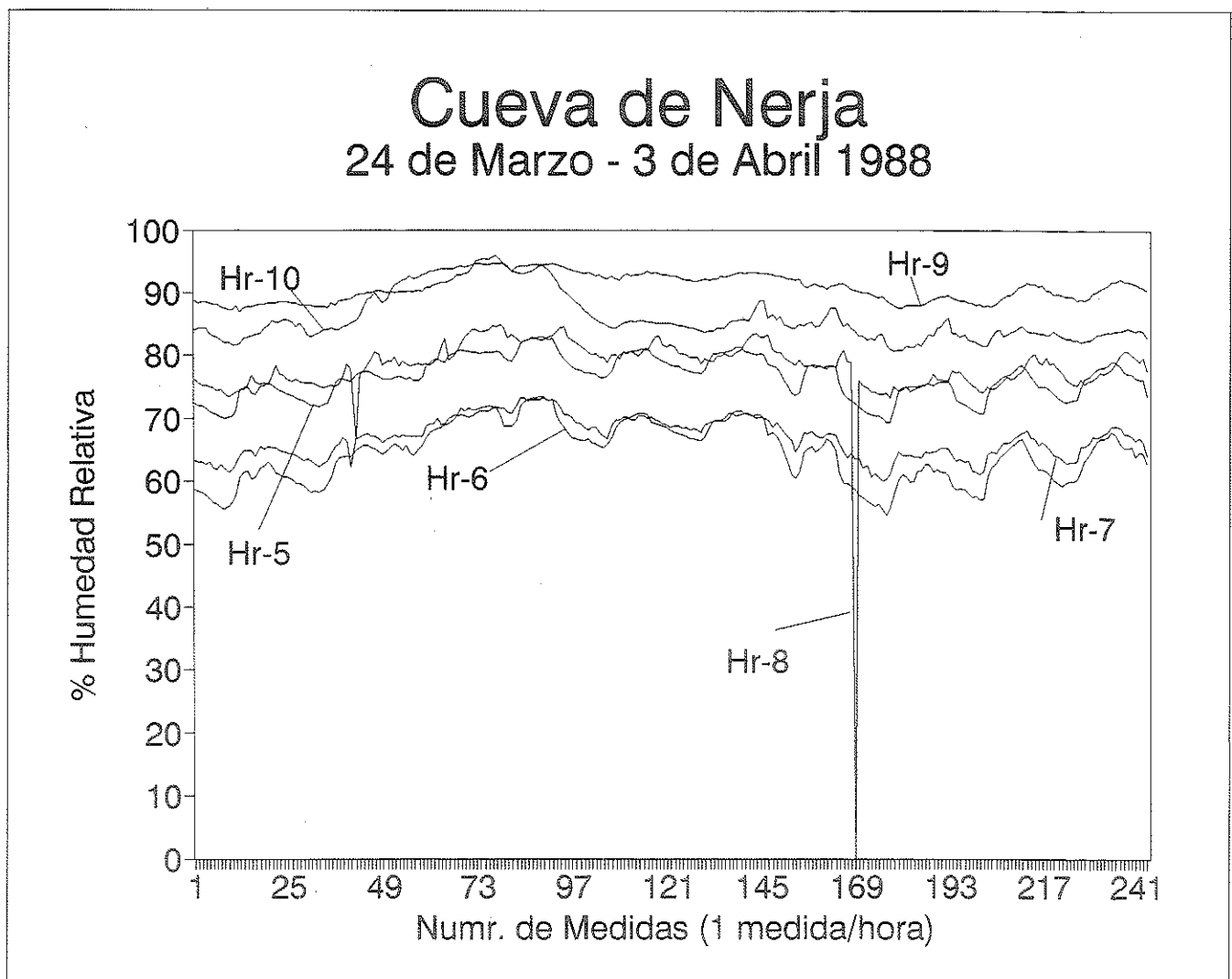


Figura 8

En la Zona Interior, durante la etapa invernal la mayor parte de los sensores se sitúan en valores comprendidos entre 75 y 98% de Hr y el resto saturados, siguiendo pautas paralelas pero independientes de las variaciones exteriores diarias, estando más de acuerdo con la resultante mensual de dichas variaciones diarias aunque algo más amortiguadas. Durante el verano la mayor parte de los sensores alcanzan la saturación y el resto se encuentran con valores cercanos a ella.

Las variaciones diarias de la zona sin influencia exte-

rior son del orden del 5-10% y deben estar relacionadas con el aumento/descenso de temperatura diario debido a los focos de iluminación, ya que siguen las pautas marcadas por la apertura y cierre de la cueva y que para un aumento masivo de visitantes no se observa una variación equivalente en la humedad (Figs. 5 y 8). Aunque no son de despreciar los kilogramos de vapor de agua que se aportan por los visitantes ya que una persona emite durante una hora 50 gr. (Marion 1979), que por 5.000 personas en un día de máxima afluencia representan 250 kg. de vapor de agua.

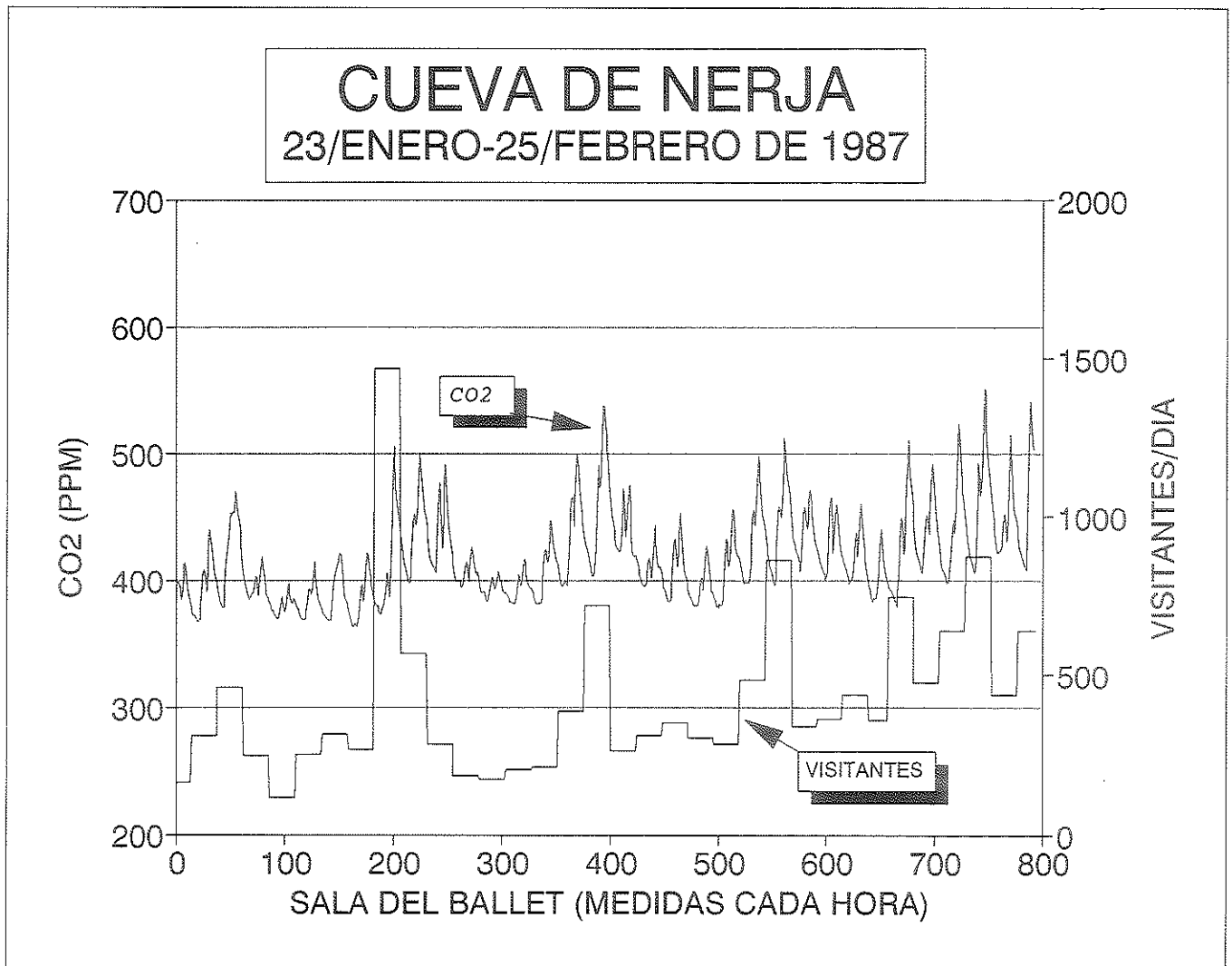


Figura 9

IV.4. Dióxido de Carbono

Las concentraciones de este gas en el interior de la cueva varían considerablemente de una época a otra del año, así en invierno la Zona Exterior se mantiene entre 450-550 ppm., mientras que en la Interior son ligeramente más altos 520-600 ppm. y la Zona no Visitable se sitúa entre 400-450 ppm. En verano, las tasas de CO_2 aumentan sen-

siblemente alcanzándose en la Zona Exterior valores entre 700-2.000 ppm. y en la Z. Interior 750-1.500 ppm., siendo ligeramente más bajos que éstos en la Zona no Visitable (520-1.000 ppm.). Dichas variaciones estacionales están relacionadas con las variaciones de la presión atmosférica exterior como en otras cavidades, pero su influencia es menor que la de otros factores.

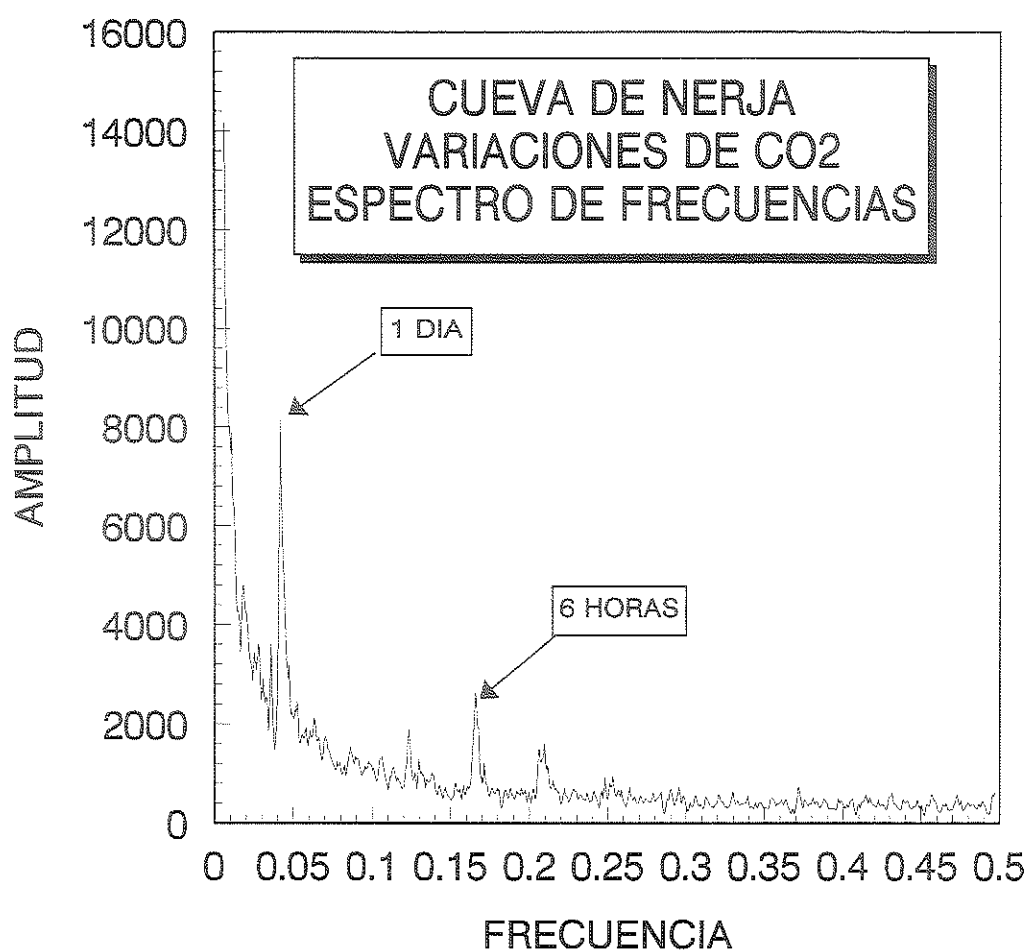


Figura 10

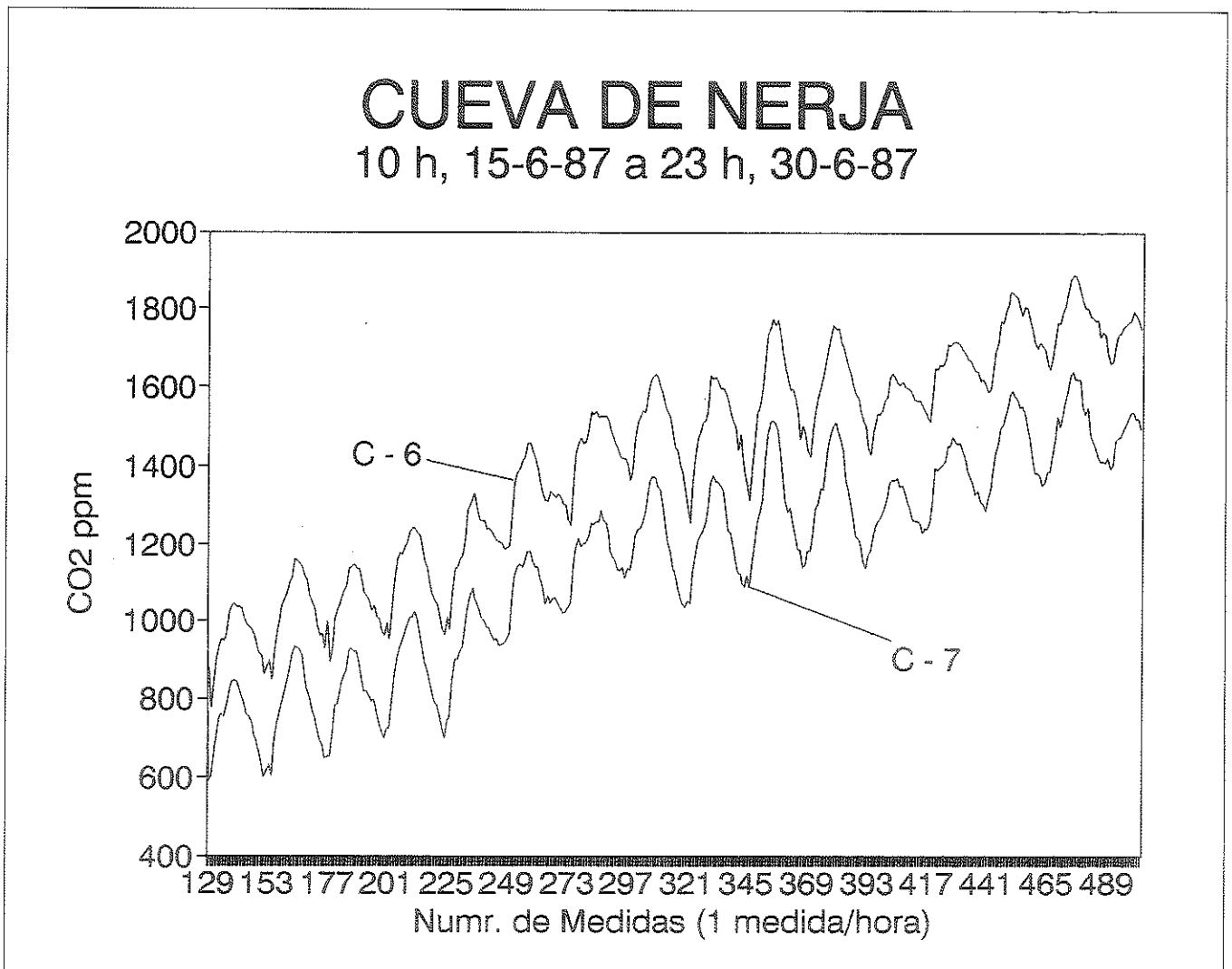


Figura 11

El análisis de las variaciones diarias de la concentración de CO_2 , muestra que en la Zona Externa las oscilaciones pueden alcanzar las 500-550 ppm. diarias, amortiguándose en la Interior a 300-350 ppm. diarias, estando relacionadas la mayor amplitud con una mayor ventilación en la Zona Externa que se atenúa hacia el interior.

Estas oscilaciones presentan un mínimo a la hora de apertura de la cueva, después de haber permanecido cerrada durante la noche, seguido de un aumento pro-

gresivo del CO_2 hasta alcanzar un máximo relativo coincidente con el mediodía, seguido a su vez, de un pequeño retroceso más acentuado en la Zona Exterior, correspondiente al tiempo de cierre de mediodía, para de nuevo alcanzar un máximo próximo o inmediatamente posterior a la hora de cierre por la tarde.

La primera consecuencia deducible de esta distribución es su relación con un factor, como son los visitantes, ligado al tiempo de permanencia abierta de la cueva y capaz de aportar CO_2 , ya que una persona emite en torno a los

17 litros/hora de este gas, que en un día de máxima afluencia con 5.000 visitantes, siendo el tiempo de visita de 1 hora, representa una cantidad nada despreciable de 85.000 litros de CO_2 que se incorporan a la atmósfera de la cueva.

En las figuras (9 y 10) pueden observarse las variaciones de CO_2 en Zona Externa, con sus oscilaciones diarias y su relación con el número de visitantes, así como el espectro de frecuencia correspondientes a este período, en el que se aprecian claramente los picos correspondientes a 1 día y 6 horas, correspondiendo este último con el cierre de la cueva a mediodía.

El incremento de CO_2 , por tanto, está directa y fundamentalmente relacionado con el aumento del número de visitantes/día, que enmascaran en cierto modo los aportes propios del karst. A un aumento de visitantes se produce un incremento proporcional del CO_2 en el interior de la cueva (Figs. 9 y 11), donde las menores tasas de CO_2 corresponden a la época invernal con un número reducido de visitantes (200 visitantes mínimo, 1.300 visitantes máximo) y las mayores concentraciones estivales se alcanzan en el mes de Agosto con máximos en torno a 2.600 ppm. para cifras alrededor de las 5.000 personas/día (Figs. 1 y 2).

El incremento de CO_2 está también relacionado con la ventilación nocturna de la cueva, ya que para cualquier valor de la tasa de CO_2 que se acumule durante el día, la cueva se recuperará con descensos variables que pueden alcanzar cifras de 500-550 ppm. de CO_2 en la Zona Externa y de 200-300 ppm. en la Interna, donde la acción de ésta llega con mayor dificultad y es menos eficaz. Cuando la tasa de CO_2 acumulada durante el día es alta, debida a un gran número de visitantes, la cueva solo se recupera en las medidas señaladas y abre sus puertas con una

tasa de CO_2 inicial más alta que el día precedente, es decir se produce un efecto acumulativo de CO_2 (Fig. 11).

Esto implica que la tasa de visitantes es excesiva en al menos cinco meses del año para la capacidad y tiempo de recuperación nocturno de que dispone la cueva, por lo que se reduce el número de visitantes, o si bien se amplía el tiempo de permanencia cerrada de la misma, si se quieren obtener concentraciones de CO_2 próximas a las normales, que aunque desconocidas deben estar en torno a los valores invernales. Además, la mayor afluencia de público (verano), se da en la época en la que la cueva recibe mayores aportes de agua y por tanto de CO_2 procedente del propio karst.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Patronato de la Cueva de Nerja la financiación y ayuda recibida para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- G.E.S. (1985). "La Cueva de Nerja". Grupo de Exploraciones Subterráneas de la Sociedad Excursionista de Málaga. Málaga 87 pp.
- MARION, J.B. (1979). General Physics with Bioscience Essays. Wiley & Sons.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1989). Estructura de las Sierras de Tejeda y de Cómputa (Conjunto Alpujárride, Cordilleras Béticas) *Rev. Soc. Geol. España*.

LAS MEDIDAS CROMATICAS COMO INDICE DE DETERIORO DE LAS PINTURAS RUPESTRES. TRABAJOS REALIZADOS EN LAS CUEVAS DE CANTABRIA.

Eugenio Villar García, A. Bonet, P. L. Fernández, L. S. Quindós, J. Soto*

Cualquiera que sea la ubicación de unas pinturas rupestres, puede definirse adecuadamente el ecosistema que las contiene, considerando un espacio, más o menos extenso, que posee una serie de elementos básicos, tales como las superficies que limitan su emplazamiento geológico, el aire que contiene, el agua que empaña o circula por paredes, suelo y techo, las poblaciones biológicas que habitan en las rocas, en el aire y en el agua, y las propias pinturas. Este ecosistema interacciona con el medio que le rodea, intercambiando con él materia y energía, lo que hace que se modifiquen los parámetros que determinan su estado.

En la descripción del ecosistema por lo tanto, hay que incluir, de un modo específico, las pinturas realizadas por los hombres prehistóricos, caracterizadas, por una parte, por su estructura y composición química de sus pigmentos, y por otra, por sus características cromáticas.

Es importante realizar un análisis de la composición de los materiales utilizados como pigmentos, con el fin de predecir sus posibles reacciones químicas con los componentes de la roca soporte, con los de la atmósfera que le rodea y con el agua que los empaña. Los pigmentos de que hizo uso el hombre del paleolítico o del neolítico pueden ser muy diversos, pero en todos los casos están formados por minerales triturados y mezclados con algún aglutinante. Se podrían resumir los principales pigmentos de origen mineral en la siguiente relación de colores: los rojos se deben principalmente a los óxidos e hidróxidos de hierro, a la hematita y goethita, los violetas y color vino a mezclas de estos óxidos e hidróxidos con arcillas, los amarillos a la limonita y siderita, los blancos a la caolinita y arcillas, el rosa a mezclas de arcillas y ocre rojo, los marrones a mezclas de ocre rojo y amarillos, el negro al bióxido de manganeso y a la pirolusita. Estos pigmentos se mezclaban principalmente con grasas animales, jugos vegetales, o resinas, formando una masa pastosa, aplicable a la superficie rocosa. En ocasiones también se ha utilizado el ambar para obtener colores claros. Generalmente las figuras son dicromáticas y fueron previamente dibujadas, por lo que aparecen con contornos violáceos o negros.

Aunque las pinturas que resultan son prácticamente insolubles, siempre presentan un grado de solubilidad que se pone de manifiesto a lo largo del tiempo; pueden sufrir deposiciones, descascarillamientos, etc.

La especificación del color de las pinturas rupestres es uno de los datos más importantes a la hora de seguir su posible deterioro. El color psicofísico de una superficie, referido a un observador patrón ("observador medio"), que-

da especificado (1) por tres magnitudes: la claridad L^* (brillo), el croma C^* (intensidad del color), y el tono H^* (clase de color). Para esta especificación se sigue en España las normativas UNE 72.033, 034 y 035. Cada observador patrón se define mediante tres funciones o responsividades espectrales $S_i(\lambda)$, que aplicadas a la radiancia espectral $L_e(\lambda)$ del estímulo, proporcionan los tres valores triestímulo X , Y , Z , dados por:

$$X = \int_{380}^{770} S_1(\lambda) L_e(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \int_{380}^{770} S_2(\lambda) L_e(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \int_{380}^{770} S_3(\lambda) L_e(\lambda) d\lambda$$

Las responsividades están tabuladas para cada observador patrón.

En la medida del color se utilizan las relaciones

$$G_1 = X/X_0 \quad G_2 = Y/Y_0 \quad G_3 = Z/Z_0$$

entre los triestímulo del color que se mide X , Y , Z , y los correspondientes a un blanco de referencia X_0 , Y_0 , Z_0 , para formar las funciones:

$$F_1 = G_1^{1/3} \quad \text{si } G_1 > 0,008856$$

$$F_1 = 7,787 G_1 + 0,1379 \quad \text{si } G_1 < 0,008856$$

de las que se resultan las coordenadas de cromacidad:

$$a^* = 500 (F_1 - F_2) \quad \text{y} \quad b^* = 200 (F_2 - F_3)$$

con las que se obtienen las tres magnitudes colorimétricas:

$$\text{Luminosidad } L^* = 116 (F_2 - 0,1379)$$

$$\text{Croma } C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$\text{Tono } H^* = \arctan_g (b^*/a^*)$$

Por lo general en la práctica se utiliza una iluminación difusa, una superficie blanca de referencia y un espectroradiómetro como aparato de medida. Tanto la situación del sistema de iluminación como del instrumento de medida se señalizan perfectamente en el suelo, con el fin de poder reproducir las condiciones de observación y de medida. Estos aparatos de medida son capaces de propor-

* Departamento de Física Aplicada. Facultad de Ciencias. Universidad. 39005 Santander.

nar los valores triestímulo X , Y , Z de superficies del orden de unas pocas decenas de mm^2 , así como la radiancia espectral $L_e(\lambda)$ para una serie de longitudes de onda comprendidas entre 380 nm y 770 nm. Realizadas las medidas de los valores triestímulo de la superficie, casi puntual, cuyo color se desea determinar, y los correspondientes X_0 , Y_0 , Z_0 , a la superficie del blanco patrón, introduciendo un sencillo programa en un ordenador, se obtienen los valores L^* , C^* , H^* , que especifican el color psicofísico de la pequeña zona coloreada medida. Mediante este método puede realizarse un levantamiento colorimétrico, que abarque un número suficiente de puntos significativos de la pintura en estudio, para que el mapa cromático obtenido sea realmente representativo. Este mapa constituye un testigo del estado del color de las pinturas en el momento en que fué elaborado, a la hora de describir el ecosistema, y sirve de referencia para posteriores medidas comparativas, que permiten cuantificar las posibles evoluciones del color como consecuencia del deterioro de las pinturas.

Dentro del Convenio establecido entre la Subdirección General de Arqueología y la Universidad de Cantabria, se adquirió un espectroradiómetro⁽¹⁾, que operativamente puede ser automático o manual, actuando a la vez de colorímetro de tipo digital, con posibilidad de enfoque desde 1,22 mm hasta infinito, campos de visión circulares desde 2° a 3° , posibilidad de barrido desde 380 nm a 730 nm, con anchura de bandas de 1,5 nm a 10 nm, con unidad de control y registro constituido por un microordenador con impresora y plotter digital incorporados, que permitió realizar en 1981 un levantamiento colorimétrico del techo policromado de la Cueva de Altamira.

En todos los casos se utilizó el aparato en el modo automático y como sistema de iluminación difusa un proyector con lámpara de iodo-cuarzo de 1000 w de potencia, cuya luz se dirigía hacia la concavidad de una sombrilla blanca que se colocaba abierta en el suelo, señalizando para cada medida su posición y la del espectroradiómetro. En este estudio se utilizó siempre una placa patrón de reflectancia de barita y el Observador Patrón CIE 1931, desarrollado por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE). Se realizaron medidas en un total de 102 puntos de color bien significativos, localizados en 12 figuras polícromas distintas, que hoy día diez años después, permitiría determinar si los colores han sufrido alguna evolución si se realizasen nuevas mediciones sobre los mismos puntos. Como ejemplo, en la figura 1 se muestra la localización de los puntos de color medidos en la figura denominada Bisonte del Tabaco.

La utilidad del método se puso de manifiesto cuando se realizó un estudio especial sobre el color de la figura

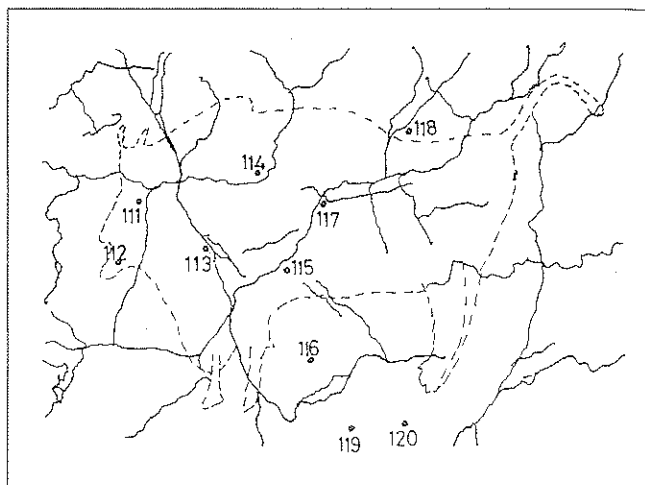


Figura 1

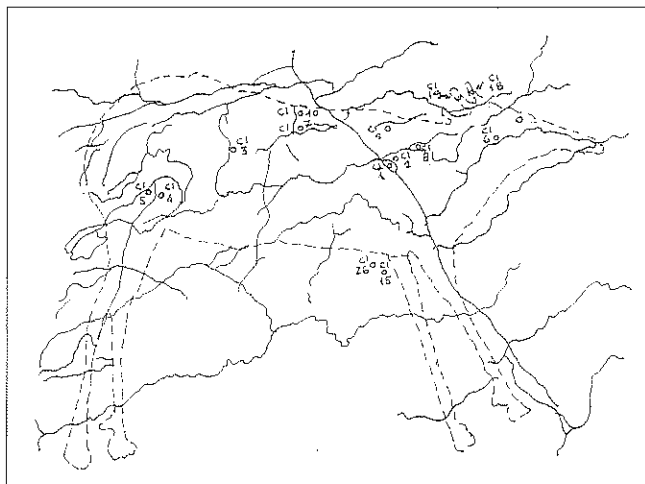


Figura 2

de la Cierva. Esta figura presenta una grieta transversal, al nivel del cuello, y precisamente el cierre definitivo de la Cueva al público (Mayo 1976), tuvo su origen entre otras razones por la diferencia de color que se observaba en la Cierva a una y otra parte de esta grieta. Durante los años 1976 y 1977 se habían realizado mediciones a ambas partes de la grieta⁽²⁾. En 1981, se volvió a medir el color de los mismos puntos, los señalados en la figura 2, con la instrumentación antes indicada, mucho más perfeccionada⁽³⁾. Los resultados se muestran en la figura 3, que es un día-

grama de cromacidad, b^* (longitud radial que mide el croma) - a^* (orientación angular que mide el tono), y en el que se indica también la claridad, L^* . Por A-76, A-77, A-81, se designa el color medio resultante de los puntos 1-7-10 de la figura 2, a la izquierda de la grieta, supuestamente no deteriorada, medidos en los años correspondientes, por B-76, B-77, B-81, el color medio de los puntos 2-8-9, de la zona decolorada, a la derecha de la grieta, y por C-76, C-77 y C-81, el color medio del grupo de puntos B, más el punto 6. El diagrama muestra como las zonas B y C, han ido variando de tono durante ese intervalo de tiempo, pero sobre todo han ido aumentando de croma, al tiempo que la zona A no varía prácticamente de croma, aunque sí de tono, pero lo más importante es que el color de las tres zonas, durante estos años en los que la cueva permaneció cerrada a los visitantes, ha ido igualándose, no notándose ya a simple vista diferencia alguna de color. Es significativo el hecho de que el punto del diagrama al que tienden todas las zonas corresponde precisamente a la cromacidad que se obtuvo en las medidas de color que se realizaron sobre los restos de pintura seca, de ese mismo tono, que se hallaron en el suelo de la Cueva cuando fueron descubiertas. Todo hace suponer que existía una veladura en las zonas B y C de la Cierva, originada como consecuencia del excesivo número de visitantes, veladura posiblemente de microcristales de sales cálcicas, que fué desapareciendo a medida que la Cueva, recobraba su ambiente húmedo natural.

Posteriormente, durante los años 1984 y 1985, se realizó un levantamiento colorimétrico⁴ de las pinturas rupestres de las cuevas de El Castillo, Las Chimeneas, La Pasiega, Las Monedas, Covalanas, La Haza y Santián, a través de un Proyecto que presentamos y que fué aprobado y subvencionado por la Comisión Mixta Diputación Regional-Universidad de Cantabria. Si no se realizaron medidas de color en otras cuevas fué porque su enclave y particular topografía impedían el transporte de la instrumentación, o porque su instalación en su interior era inviable. En el estudio realizado se llevó a cabo una amplia serie de medidas de color en un total de 321 puntos distribuidos en 21 figuras policromadas. Para determinar con precisión la situación y dimensiones de los puntos en los que se han efectuado las medidas, se han elaborado unos albums de registro y localización de todos estos puntos en cada cueva. Cada album consta de un mapa de la cueva de que se trate, en el que se señalan las zonas en las que se ha realizado el estudio cromático; de cada zona se muestra una fotografía en color de la superficie en la que se observa la figura policromada, con indicación numerada de los puntos en los que se ha realizado la medida; a continua-

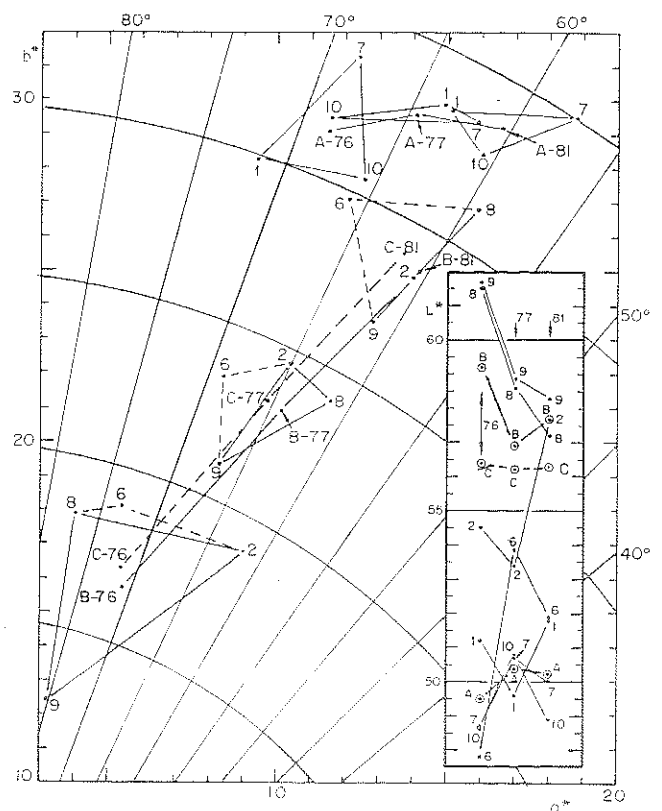


Figura 3

ción se presentan las fotografías de cada una de las pequeñas zonas en la que está localizado cada punto, el cual se muestra con un disco negro, resultado de la fotografía que se obtiene del campo visual que se observa con el espectroradiómetro. Las distintas formas, manchas y colores que bordean al punto, permiten volver a localizarlo.

Por una parte se tomaron 115 puntos de superficies no pintadas, colores de fondo, y por otra, 206 correspondientes a zonas de roca pintada. En las cuevas de Las Chimeneas y Las Monedas de Puente Viesgo, solo se midieron fondos porque no muestran figuras policromadas. Los colores de fondo se clasificaron en siete categorías F_1 , F_2 , F_3 , ... etc., de modo que en cada una las diferencias de color no superase las 10 unidades, como se muestra en la Tabla 1. En la figura 4 puede verse el diagrama de cromacidad de los fondos de las siete cuevas estudiadas, en la que se aprecia que los tonos de color oscilan entre el rojo, 35° , y el naranja-amarillento, 75° . Los fondos F_1 y F_4 , son los que más se asemejan a los fondos medidos en la Cueva de Altamira, FA_2 y FA_3 , como puede observarse en la

Tabla I, en cambio las características cromáticas del fondo FA₁, encontrado en Altamira, no presenta parecido alguno con los fondos característicos de las siete cuevas estudiadas, ya que a igual claridad presenta un croma más

TABLA I

Especificación de los colores medios representativos de los distintos "fondos característicos" encontrados en las cuevas estudiadas

Color	Claridad L*	Croma C*	Tono H*
F ₁	56	33	71
F ₂	63	29	59
F ₃	73	26	59
F ₄	48	24	57
F ₅	37	18	62
F ₆	67	13	53
F ₇	54	12	54
FA ₁	68	38	67
FA ₂	54	35	67
FA ₃	47	25	70

TABLA II

Especificación de los colores medios representativos de los distintos "colores característicos" encontrados en las cuevas estudiadas

Color	Claridad L*	Croma C*	Tono H*
C ₁	51	41	52
C ₂	40	39	60
C ₃	55	27	50
C ₄	41	27	54
C ₅	26	23	47
C ₆	65	18	53
C ₇	52	17	45
C ₈	30	12	44
CA ₁	47	40	54
CA ₂	53	33	62
CA ₃	40	32	51
CA ₄	29	31	54
CA ₅	67	21	63
CA ₆	33	12	54

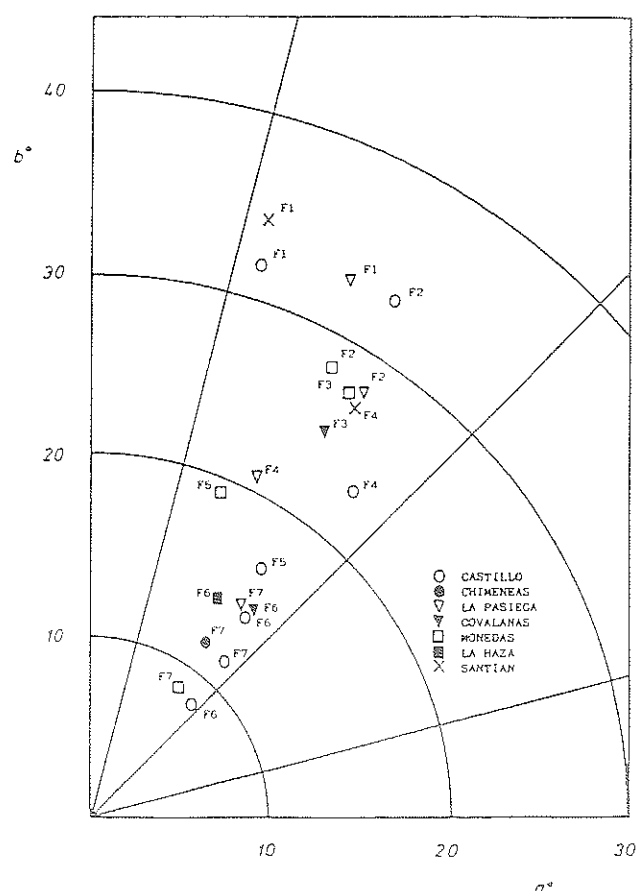


Figura 4

alto y tono más amarillento. Los fondos F₂ y F₇, son característicos de las cuevas de Monte Castillo, en Puente Viesgo. El fondo F₃, es más característico de las cuevas situadas en Ramales, la de Covalanas y La Haza, aunque acompañados por el F₆. En la cueva de Santian, en Puente Arce, se encuentran también los fondos F₁ y F₄, que caracterizan los fondos de las cuevas de El Castillo y La Pasiega, muy similares a los fondos de la Sala de Policromos de Altamira.

El diagrama de cromacidad de los puntos medidos en superficies pintadas se muestra en la figura 5, asociados en 8 grupos de color homogéneos designados con las letras C₁, C₂, C₃, ...etc., y en la Tabla II las coordenadas psicométricas correspondientes, en la que también se expresan con CA₁, CA₂, ...etc., que corresponden a los 6 grupos de puntos de color obtenidos para las superficies

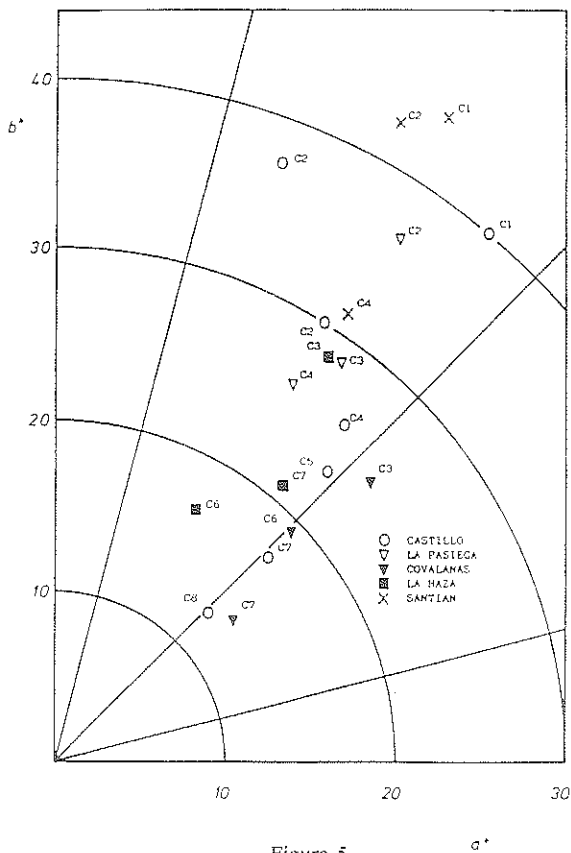


Figura 5

policromadas de la Cueva de Altamira. Los resultados más significativos pueden resumirse así: el color C₃ aparece en todas las cuevas, excepto en la de Santian; las dos cuevas de Ramales (Covalanas y La Haza) presentan los tres mismos colores C₃, C₆ y C₇, siendo el color C₆, exclusivo de ellas; en la cueva de El Castillo se presentan todos los grupos de color, excepto precisamente el C₆, y en cambio presenta los colores C₅ y C₈, que no aparecen en ninguna de las otras cuevas.

Los casos en los que las diferencias de color entre las zonas pintadas y las correspondientes superficies de fondo son pequeñas, sugieren que ha existido un mayor deterioro en el tiempo, como sucede en Altamira con el color CA₂ y el fondo FA₂, y los colores C₄, C₆ y C₇ de las restantes cuevas estudiadas que se diferencian bien poco de los correspondientes fondos F₄, F₆ y F₇. Por otra parte, comparando el flujo radiante de los puntos estudiados, con el del blanco patrón, para cada intervalo de longitudes de onda, se obtienen los factores de radiancia espec-

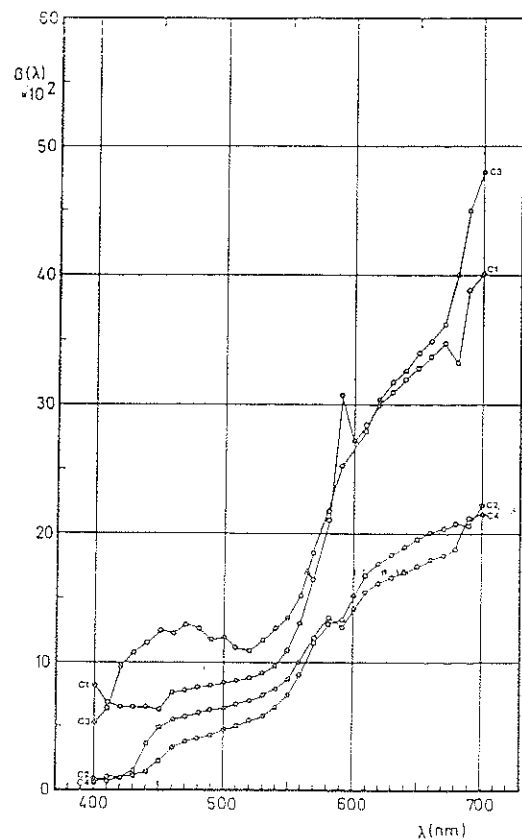


Figura 6

tral $\beta_e(\lambda)$, indicativos de los colores físicos de los puntos estudiados. Se encontró que algunas parejas de puntos seguían variaciones análogas; así ocurría con las parejas de puntos C₁-C₃, C₂-C₄, C₅-C₇ y C₆-C₈. En la figura 6 se muestra esta variación para dos de las parejas mencionadas. Los factores de radiancia más altos se encontraron para el conjunto C₃, de tonos rojizos, característicos de todas las cuevas; y los más bajos, dentro de los mismos tonos para el conjunto C₇, que se asemeja al color de fondo.

Convendría resaltar que aunque se haya realizado el estudio de color en las cuevas mencionadas, todavía no se ha llevado a cabo un estudio como el realizado en Altamira, no existiendo por tanto ningún criterio científico para la limitación de las visitas. Finalmente, el levantamiento colorimétrico realizado en las pinturas de estas cuevas constituye una referencia válida para determinar, mediante futuras medidas, el posible deterioro de estas superficies policromadas.

BIBLIOGRAFIA

- (1) E. VILLAR, P. L. FERNANDEZ, L. PLAZA, L. S. QUINDOS, J. R. SOLANA, J. SOTO. Ministerio de Cultura, *Centro de Investigación y Museo de Altamira*, Monografía N° 9, 7-25, 1983.
- (2) L. PLAZA. Ministerio de Cultura. *Altamira Symposium*, 581-589, 1980.
- (3) P. L. FERNANDEZ, L. S. QUINDOS, J. SOTO, E. VILLAR. *Color Research and Application*, 11, N° 1, 43-46, 1986.
- (4) E. VILLAR, A. BONET, P. L. FERNANDEZ, L. S. QUINDOS, J. SOTO, J. M. VILLA. *Optica Pura y Aplicada*, 19, N° 3, 205-215, 1986.

ETUDE ET CONSERVATION DE L'ART PARIÉTAL DU QUERCY

Michel Lorblanchet*

Le chercheur qui se consacre aujourd'hui à l'étude intensive de l'art pariétal est le témoin privilégié des phénomènes de conservation, il est même souvent le *seul* témoin de ces phénomènes.

Relever des peintures et des gravures consiste à déchiffrer une paroi, à dépasser la perception visuelle immédiate pour pénétrer à l'intérieur du document, pour non seulement découvrir les relations qu'entretiennent les figures entre elles (superpositions des traits, associations des motifs, retouches etc...) mais pour démêler également les relations que les figures entretiennent avec la roche support (exploitation des reliefs et des fissures...). Ce travail amène ainsi le chercheur à tenter de percevoir des détails presque imperceptibles, à lire des motifs endommagés par l'érosion ou recouverts par des concrétions.

Ce déchiffreur, ce lecteur attentif est donc constamment confronté aux atteintes multiples qu'ont subi les images pariétales. De plus, les relevés s'efforcent maintenant d'être exhaustifs, c'est à dire de prendre en compte toutes les traces laissées par l'homme dans une cavité, et pas seulement les plus belles figures ou les signes les plus élaborés, comme on avait encore tendance à le faire il y a quelques décennies.

Le temps où l'on comptait les bisons en croyant avoir cerné la structure du sanctuaire est révolu: ce sont maintenant des taches, des traces, des tracés diffus, des "bribes" que l'on appréhende, enregistre, dessine et relève: il s'en dégage un point de vue nouveau sur les activités ayant pris place dans les grottes ornées et sur les utilisations diverses que ces dernières ont pu avoir au cours du temps.

S'efforcer constamment de distinguer les griffades d'animaux de certains tracés gravés à peine marqués, séparer certaines fissures ou cicatrices en creux de filonnets de calcite, de certaines incisions intentionnelles, suivre un trait peint sous un voile de concrétion, distinguer des traces d'ocre rouge de taches naturelles d'oxyde de fer, tenter de retrouver l'état exact de la paroi au moment de l'exécution des figures pour comprendre comment l'artiste a utilisé le support, jouer ainsi constamment avec ce qui est naturel, artificiel, accidentel ou intentionnel et en comparer les formes, aiguise le regard du préhistorien et lui apporte une connaissance irremplaçable des parois rocheuses et du monde souterrain. La durée de son travail, souvent pendant des années et à des moments et des saisons différents, fait de lui un familier des lieux, lui permettant de percevoir la vie des parois et de la grotte tout entière.

La connaissance pariétale du déchiffreur-releveur est même unique, puisqu'il peut fournir une chronologie relative

des phénomènes de paroi, dire si tel événement est antérieur à tel autre, s'il s'est produit avant ou après l'exécution des peintures... et il a bien toujours quelque idée sur l'âge de ces peintures.

Les cloisons échaudées par une ignorance et un orgueil réciproques entre les préhistoriens "pariétalistes" et les spécialistes de la conservation, physiciens ou géologues, apparaissent de plus en plus ridicules et bien entendu préjudiciables à la recherche.

Voici quelques exemples montrant comment l'étude des figurations pariétales du Quercy a pu être éclairée par celle des conditions de conservation.

1) FIGURATIONS INCOMPLÈTES:

L'approche globale des ensembles ornés proposée par A. Laming Emperaire et A. Leroi-Gourhan qui mettaient l'accent sur le caractère organisé des sanctuaires, pose aussitôt le problème de la conservation des œuvres. Ces deux auteurs ont admis implicitement que les dispositifs pariétaux sont parvenus jusqu'à nous dans leurs quasi intégralité, de sorte que leur structure est immédiatement perceptible. Or les études approfondies actuelles démontrent que la réalité est beaucoup plus nuancée.

La grotte de Font-de-Gaume, par exemple, était considérée par H. Breuil comme un sanctuaire amputé de sa partie antérieure par l'érosion qui avait détruit toutes les figurations avant le passage étroit du "Rubicon", alors que pour Leroi-Gourhan la situation des figures dans la cavité est intentionnelle et répond à des critères chronologiques; Font-de-Gaume serait un sanctuaire profond illustrant la pénétration de l'art dans les profondeurs au Magdalénien moyen. On mesure ainsi l'importance des problèmes de conservation dans l'étude de l'art pariétal.

Dans la grotte de Sainte Eulalie (Lot), l'étude pluridisciplinaire de l'ensemble de la cavité et des états de parois a permis d'abord de mieux comprendre la localisation de la zone gravée.

Constatant la mauvaise conservation générale des figurations, nous avons d'abord envisagé la possibilité d'une extension originelle des gravures dans toute la grotte-qui est fort vaste et leur conservation exclusive à l'entrée.

L'étude géomorphologique des parois par Ph. Renault et l'étude climatique de la cavité par Cl. Andrieux ont éclairé cette délicate question et c'est la convergence de diverses observations géologiques, climatiques, archéologiques qui a finalement permis d'avancer les raisons d'une localisation des décors à l'entrée.

Aucun phénomène d'érosion n'explique en effet l'absence des gravures dans l'ensemble de la galerie supérieure,

* Chargé de Recherche au C.N.R.S. 46160 Cajarc.

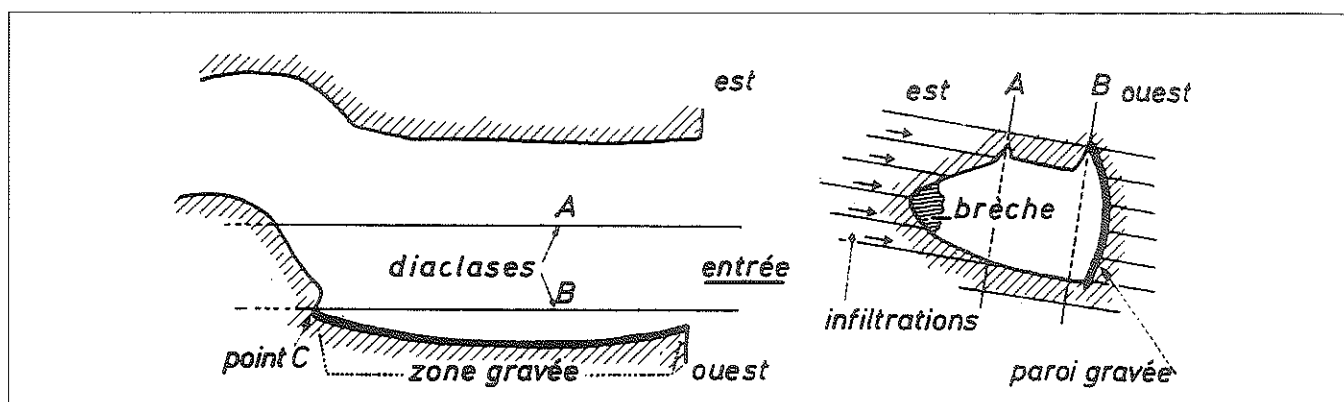


Figure 1: Grotte de Sainte Eulalie (Lot). Localisation géomorphologique de la zone gravée. A gauche, plan, à droite, coupe.

tandis que la forte condensation liée à l'humidité de la rivière souterraine a pu les faire disparaître dans la zone profonde. D'autre part la structure du calcaire et la présence de diaclases ayant déterminé le parcours de la galerie supérieure dans les seize premiers mètres, rendent compte également de la situation des décors. La paroi occidentale qui est seule ornée correspond à un plan de diaclase régulier, le pendage des strates vers l'ouest expliquant que les concrétions et les dépôts sont beaucoup plus limités sur cette paroi que sur la paroi orientale (Figure 1).

Au delà des seize premiers mètres la galerie change légèrement d'orientation, son trajet n'est plus commandé par les diaclases, sa paroi occidentale change d'aspect, et ce décrochement a fixé une limite à la zone ornée. Ainsi ce sont des caractères morphologiques qui ont orienté le choix des graveurs et commandé non seulement la situation des gravures sur le côté gauche de la galerie mais aussi l'étendue de la zone gravée. Enfin les fouilles ont montré qu'il y avait concordance entre la zone décorée et la zone habitée, les habitants magdaléniens de Sainte Eulalie ont décoré une paroi de leur habitat en choisissant pour tracer leurs gravures, la surface morphologiquement la plus adéquate.

Cette fresque étroitement logée entre des accidents naturels n'est cependant pas complète: ses deux extrémités ne correspondent plus aujourd'hui aux extrémités primitives. A l'entrée, le panneau n° 1 est limité par un mur cimenté et par des concrétions ayant détruit et pouvant cacher des figures, tandis qu'à l'autre bout, les panneaux n° 10 et 11 sont limités vers le fond par une zone d'écaillage intense qui a emporté des figures comme le montrent avec certitude des vestiges de traits gravés. La destruction des

figures par l'érosion a donc réduit l'étendue de la zone décorée. Cette réduction doit être de l'ordre de quelques mètres et le nombre de panneaux ayant pu disparaître ne peut être logiquement supérieur à 3 ou 4, ce qui peut correspondre à une dizaine de figures. Par contre cette surface privilégiée fut à l'origine couverte de gravures fines dont beaucoup ont disparu aujourd'hui.

La cartographie pariétale des phénomènes d'érosion (fissuration, desquamation en plaquettes, fragmentation prismatique, lustrages, polissages, enduits, patine, surfaces d'arrachements, cupules de corrosion etc...) superposée à celle des tracés anthropiques a permis de localiser les figures endommagées ou presque entièrement détruites, de comprendre ces destructions et de faciliter l'interprétation même des gravures (Figure 2).

L'étude approfondie des problèmes de conservation a permis, par exemple, de savoir que les pattes antérieures de cheval du panneau n° 4, ne constituaient nullement un motif intentionnel isolé comme le montre parfois l'art mobilier orné de segments animaliers (ex: pattes antérieures de bisons sur un propulseur du Mas d'Azil...). Il ne s'agissait pas ici d'un thème iconographique, mais du vestige d'une figuration animale presque entièrement détruite par une zone écaillée et par une nappe de cupules de corrosion (Figure 3).

A l'inverse, nous avons pu démontrer que le magnifique cheval dépourvu de tête du panneau n° 5 était bien un animal sans tête, thème connu dans l'ensemble de l'art pariétal paléolithique: aucun phénomène naturel localisé n'explique en effet l'absence de la tête et, par contre, toutes les caractéristiques techniques du tracé étaient en faveur d'une interruption volontaire de ce dernier au sommet du cou (Lorblanchet et al. 1973, p. 49).

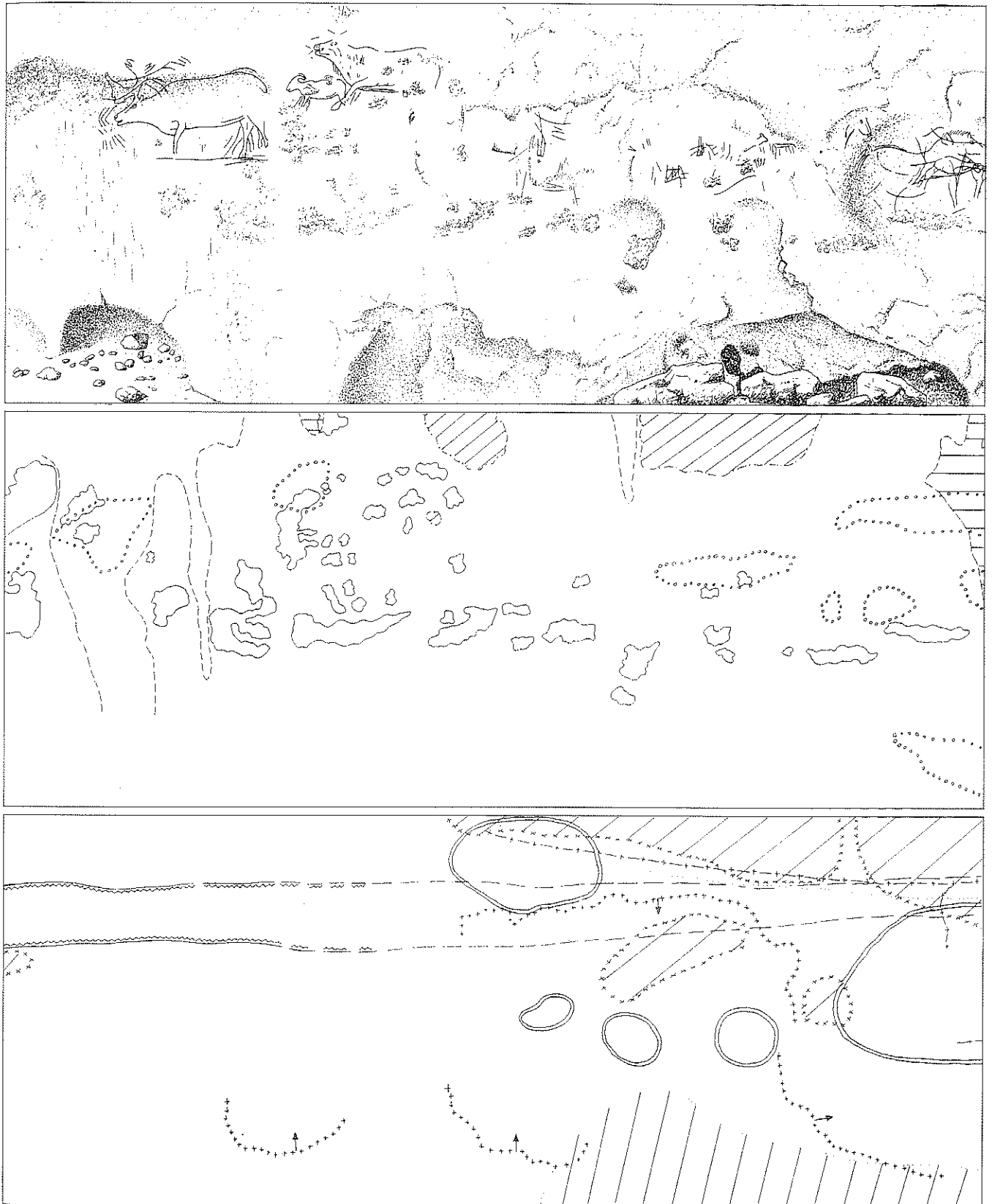


Figure 2: Grotte de Sainte Eulalie (lot.). Exemple de cartographie pariétale. Une section de paroi gravée. *En haut*, gravures. *Au milieu*: placages de brèche archéologique (Magdalénien VI recouvrant les gravures), coulées stalagmitiques, enduit blanchâtre, surfaces lustrées, surfaces à microcanaux et petites fissures. *En bas*: surfaces cryogélivées, surfaces à fragmentation prismatique, desquamation, surfaces à petites cupules, fissures majeures, microbaumes, gouttière. Longueur de la section représentée: 4 m.

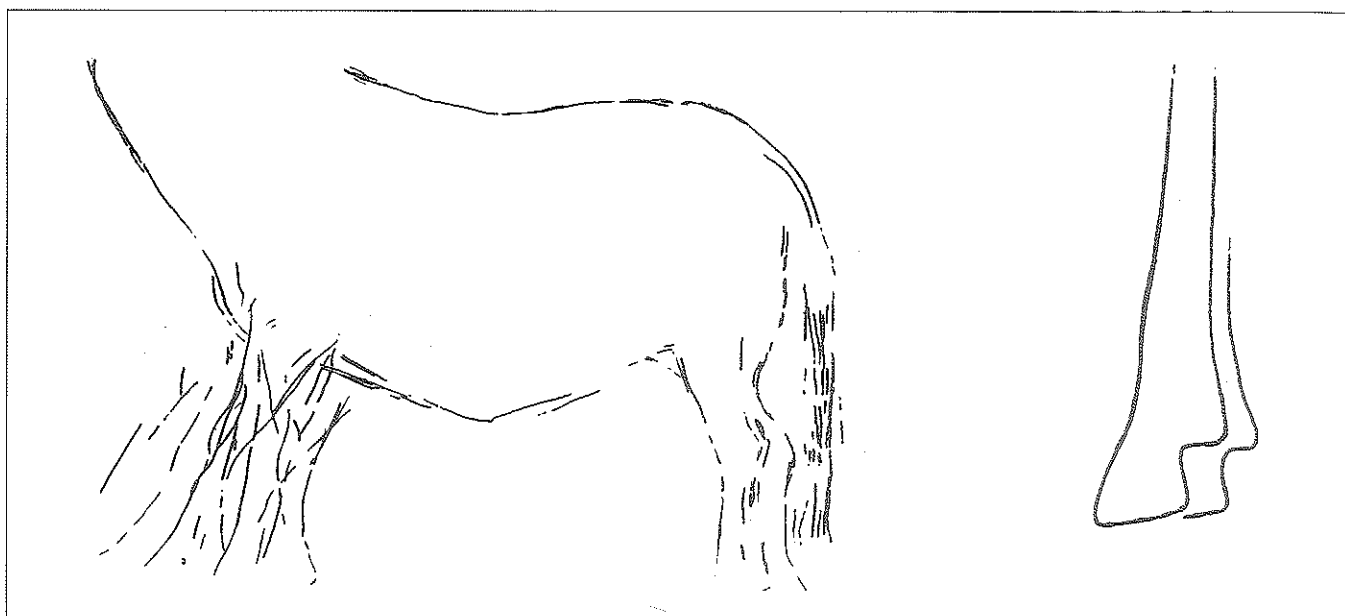


Figure 3: Grotte de Sainte Eulalie (Lot). A gauche: cheval intentionnellement acéphale (panneau 5). A droite: antérieurs d'équidé, vestiges de figuration animale (panneau 4).

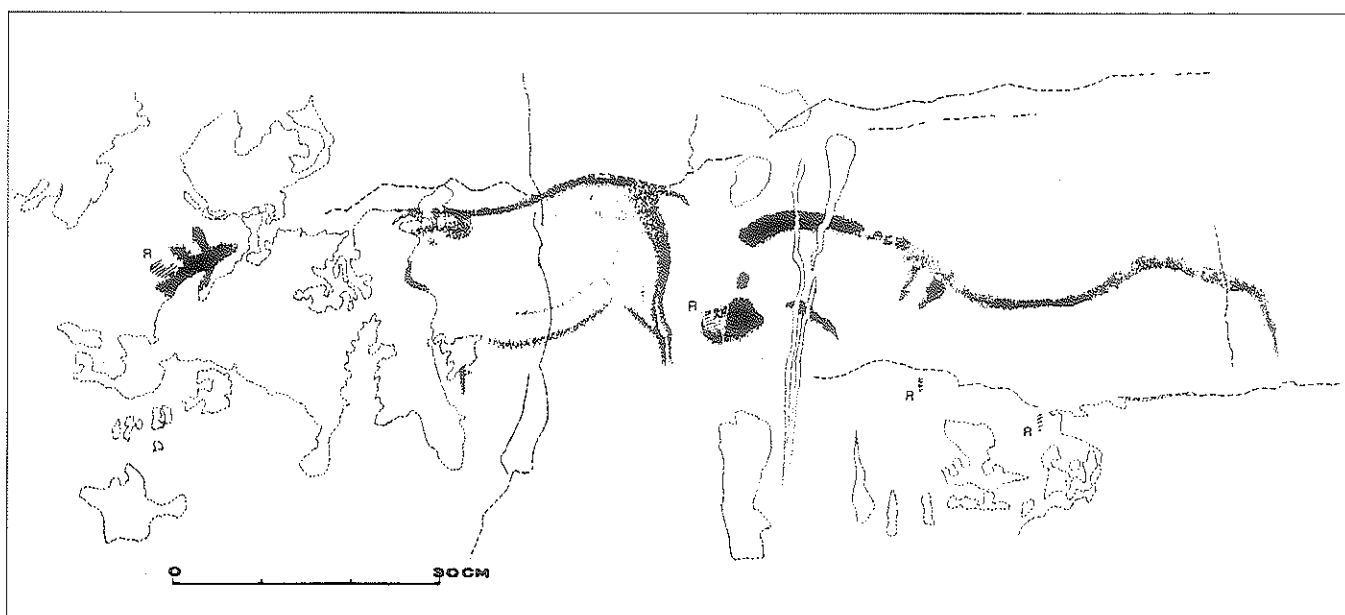


Figure 4: Grotte des Escabasses (Thémines-Lot). Relevé du panneau central. Les limites de la zone écaillée montrent que l'animal est intentionnellement acéphale.

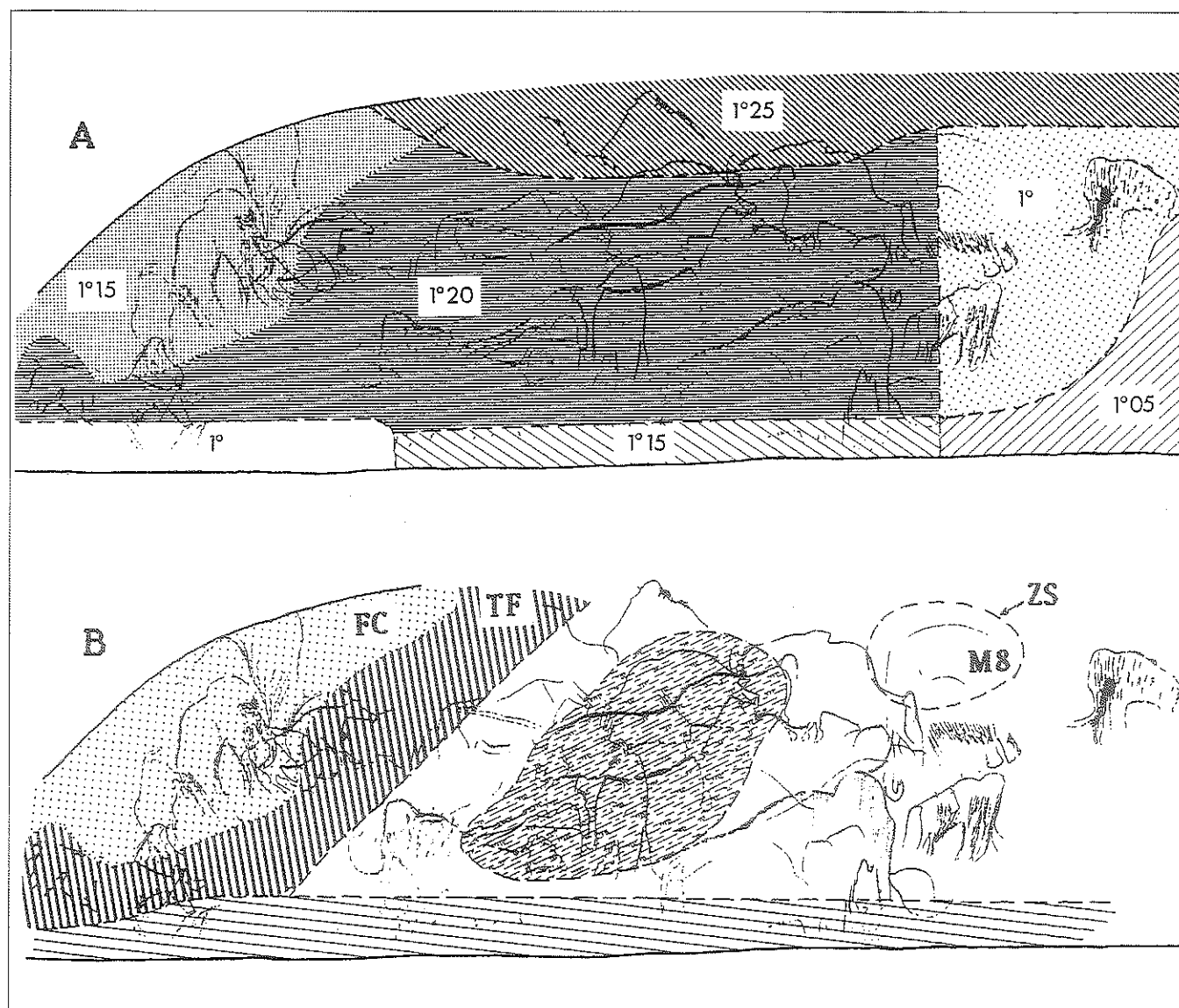


Figure 5: Grotte du Pech Merle (Lot). Microclimat de la Frise Noire, synthèse annuelle (J. Brunet et P. Vidal-fond de carte: M. Lorblanchet).

A = amplitude thermique maximale.

B = zones définies par la circulation d'air.

TF: turbulence forte, FC: faible circulation ZS: zone stable.

Le mammoth M8 situé dans la zone stable et dans la zone de plus faible amplitude thermique est bien inachevé, aucune dégradation naturelle n'est enregistrée sur cette figure.

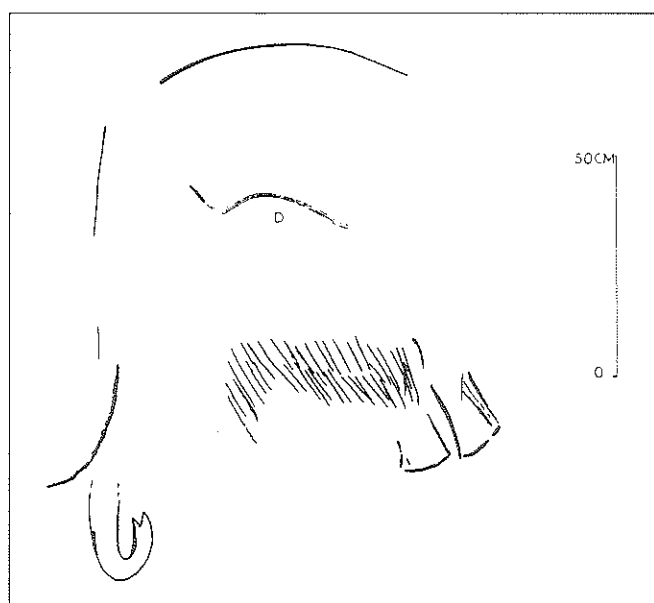


Figure 6: Détail du relevé du mammouth inachevé M8. D: raclage, le reste du tracé est noir.

Il est donc évident que non seulement la lecture des parois ornées mais l'étude globale de la structure d'organisation d'un sanctuaire, peuvent être conditionnées par la compréhension des phénomènes de conservation.

Dans la grotte des Escabasses (Thémines-lot) la lecture des figurations a été facilitée par l'étude approfondie des états de surfaces (surfaces structurales, surfaces lustrées, à filonnets de calcite, à cupules etc...) et des enduits (placages de calcite, films, enduits noirs, enduits argileux etc...) réalisée en collaboration avec M. Ph. Renault, spécialiste du karst. Nous avons observé, par exemple, que la surface rocheuse se présentait dans un état très voisin de son état actuel au moment de l'exécution du panneau central montrant un cheval, un animal incomplet et un signe ramifié. Nous avons pu établir que l'animal incomplet est *intentionnellement acéphale* parce que les écaillages du support à l'emplacement de la tête sont antérieurs au dessin, les vestiges de calcite intacte entre les cicatrices d'écaillage ne présentant aucune trace de peinture. Ces petites étendues intactes sont d'ailleurs consolidées par des filonnets de calcite qui, partout ailleurs dans la grotte, servent de points d'ancrage aux pigments préhistoriques; l'absence totale de colorant dans cette zone confirme bien que la tête de l'animal n'a jamais été figurée (Figure 4). De la même façon nous avons montré que le motif ramifié est bien un signe (et non une hypothétique ramure) et qu'à l'origine il était

pourvu de quatre branches et non seulement des trois aujourd'hui visibles.

Dans l'ensemble de la cavité a été précisé l'ordre de succession et de superposition de tous les impacts (humains ou naturels) que la paroi a subi. L'intégration des interventions graphiques dans cette chronologie relative a permis de découvrir que certains tracés recouvrant certains types de concrétion étaient postérieurs aux figurations animales régulièrement sousjacentes à ces mêmes concrétions. Des observations précises ont révélé comment l'artiste avait réagi devant une paroi déjà altérée, comment, par exemple, il avait agrandi avec son doigt une cupule de corrosion de l'enduit de calcite pour en faire l'oeil d'un canard gravé autour de la cupule, cette dernière fixant la figuration en ce point précis de la paroi (Lorblanchet 1974).

Un autre exemple de cette méthode de lecture pariétale intégrant les phénomènes de conservation est fourni par l'étude pluridisciplinaire de la Frise Noire du Pech Merle.

Dans ce cas également la cartographie des phénomènes de paroi et en particulier les cartes microclimatiques ont fourni une base objective à la lecture et à l'interprétation de cette Frise. Elles ont permis de savoir en quels points ce panneau de 21 mètres carrés groupant 25 figurations animales avait pu être altéré par l'érosion ou amputé de certains éléments. L'examen approfondi a montré que tel caractère d'une figuration est le résultat d'un processus naturel ou révèle une intention et une intervention proprement humaines. Il a été possible de vérifier que certains dessins ont été partiellement effacés, qu'il ne s'agit pas d'oeuvres inachevées, parce que les phénomènes d'érosion vraisemblablement responsables de cette destruction ont été décelés et leurs effets circonscrits.

Dans d'autres cas, l'interprétation du préhistorien estimant que tel dessin est inachevé est étayée par la constatation que l'oeuvre en question est bien actuellement située dans une zone de calme microclimatique où les conditions de conservation semblent avoir toujours été optimales (mammouth M8) (Figures 5 et 6).

L'interprétation des techniques de tracé et du style même des dessins a été facilitée par les observations morphologiques et climatiques de la paroi, révélant comment les tracés ont été postérieurement modifiés par des phénomènes divers et l'analyse des états de parois a par exemple permis de comprendre les contrastes stylistiques, l'aspect sommaire ou au contraire minutieusement descriptif de certains motifs, la qualité du support exerçant une influence directe non seulement sur le choix de la technique mais également sur le style du dessin: tel mammouth sur support rugueux de moonmilk est plus schématique que

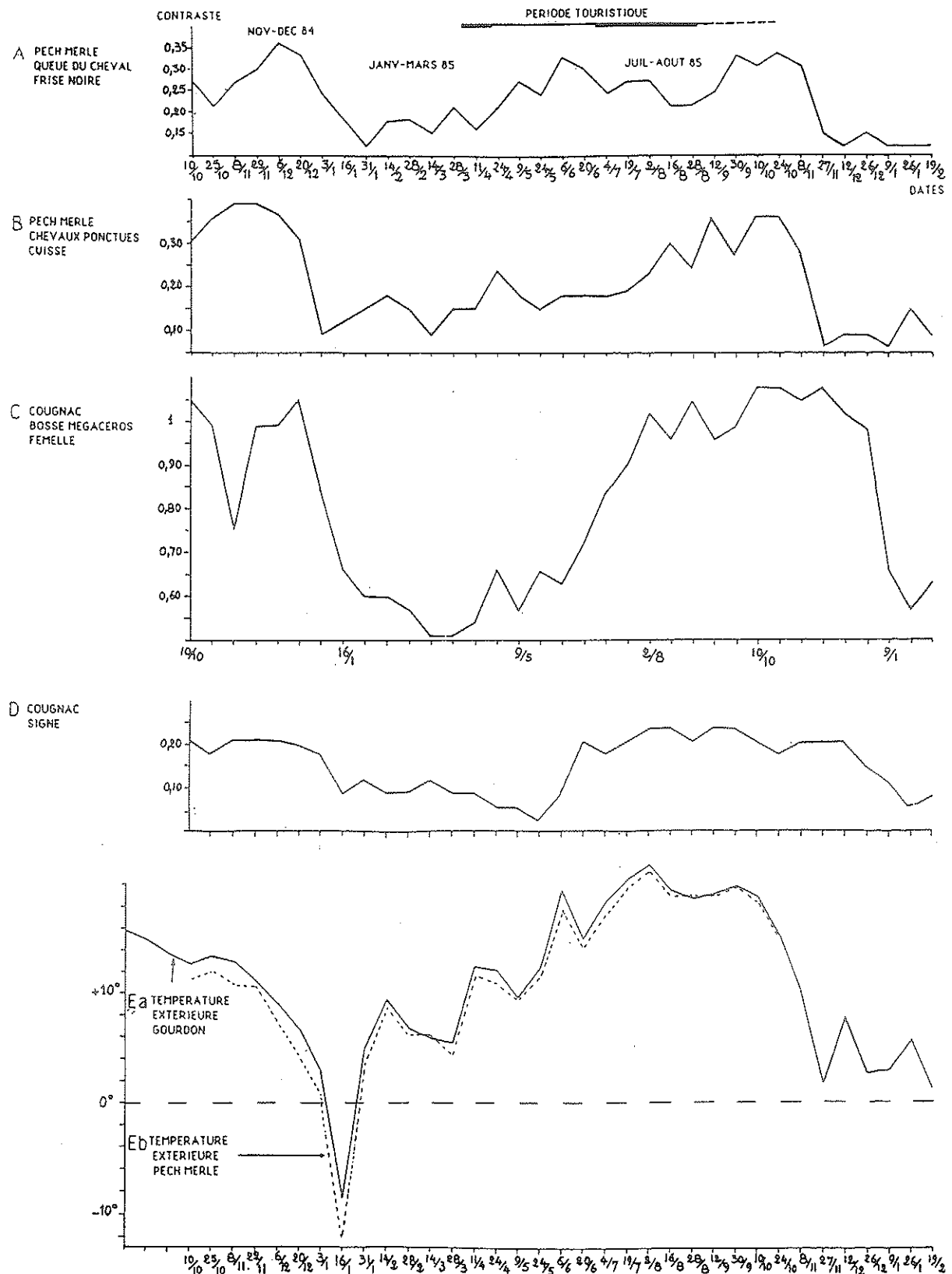


Figure 7: Evolution cyclique des contrastes de pigment.

A-B: Pech Merle (Frise Noire et chevaux ponctués). C-D: Cognac (Mégacéros femelle et signe aviforme). En bas: température extérieure.

tel autre sur une surface lisse et encroûtée alors que ces figures sont sans doute de la même main.

Au cours de sa longue fréquentation des grottes ornées, le préhistorien prend conscience que le milieu souterrain est un milieu vivant et qu'une paroi ornée est une paroi vivante; sa lecture de l'art pariétal doit tenir compte de cette donnée.

LA VIE DES PEINTURES:

La relevé des figurations s'échelonne parfois sur des années: il ramène le chercheur devant les mêmes parois à des moments différents. Cela lui permet de constater que la visibilité des dessins évolue au cours des saisons.

Afin de mieux connaître ce phénomène, les variations saisonnières de contraste des peintures ont été mesurées dans deux grottes ornées du Quercy, Pech Merle et Cougnac. De 1984 à 1986, pendant 18 mois ont été effectuées tous les quinze jours des photographies des mêmes détails de certaines figurations. Les prises de vues ont été réalisées le même jour dans les deux cavités, dans des conditions toujours identiques (même distance, même éclairage, même film etc...). Malgré son imprécision, cette méthode a permis de comparer plus de 600 diapositives et de mettre clairement en valeur une évolution saisonnière des contrastes de pigment. Les valeurs de contraste données par l'écart entre la densité d'un point de la paroi et celle d'un point du tracé ont été mesurées au densitomètre sur les diapositives, les mesures ayant été faites toujours sur les mêmes points (Lorblanchet *et al* 1988).

Ces valeurs varient au cours de l'année et leur évolution est un phénomène cyclique qui se répète parallèlement dans des grottes différentes (Figure 7). Les contrastes présentent les valeurs maximales en automne (septembre à début décembre) et les valeurs les plus faibles en hiver. Le printemps enregistre une augmentation générale des contrastes. L'été correspond à une période d'oscillations ou même à la diminution du contraste et ce phénomène, qui est peut être lié à la fréquentation touristique, est plus marqué au Pech Merle qu'à Cougnac.

Ces variations pigmentaires sont fortement influencées par les variations thermiques naturelles: l'élévation des températures extérieures correspondent à une augmentation des contrastes et inversement.

L'atténuation des teintes en hiver est sans doute due à une opacification momentanée du film de concrétion recouvrant les pigments. Cette modification qui réclame des études climatologiques et cristallographiques très approfondies semble consécutive à un abaissement des températures.

Il apparaît donc que la meilleure saison de visibilité des peintures est généralement l'automne (octobre-novembre). Pendant une grande partie de l'année certains détails des images pariétales sont à peine visibles: le cheval central de la Frise Noire du Pech Merle, par exemple, perd sa queue en hiver (Figure 8), la bosse d'un Mégacéros de Cougnac tend à s'effacer au même moment, d'autres figures s'estompent plus régulièrement sur toute leur surface. Le déchiffrement des parois ornées, surtout lorsqu'il s'agit de peintures, mais aussi pour les gravures, doit donc tenir compte de ce phénomène qui peut considérablement altérer la perception des tracés et leur lecture.

Dans la grotte Carriot (Bouziès-Lot), en 1987, une équipe formée de 5 personnes a réalisé sous ma direction le relevé intégral des 152 unités graphiques que contient la cavité. Le travail s'est échelonné sur toute l'année; l'équipe a donc été amenée à travailler en différentes saisons dans la grotte.

Or en juin, le grand cervidé rouge, mal conservé (Figure 9), de la galerie terminale nous est apparu comme un profil très simple, un tracé "fil de fer", les membres réduits à une seule patte par paire se rattachant directement au corps; un trait à la base de l'encolure rappelait une convention graphique caractéristique de la première phase picturale du Pech Merle (Le Combel et chevaux ponctués). Ce dessin, relevé alors avec une grande minutie, nous apparaissait comme très archaïque; nous le rangions spontanément parmi les vieilles images pariétales du Quercy. En octobre suivant nous réalisons que le dessin s'était modifié, certains détails commençaient à apparaître: la patte avant pénétrait à l'intérieur du poitrail, établissant une séparation en perspective entre le plan des pattes et celui du corps.

En décembre le dessin se présentait enfin dans toute sa plénitude: perspective complète des pattes et du corps, arabesque de la cuisse, contour modelé de l'épaule qui n'avait rien à voir avec la ligne de séparation conventionnelle que portent au cou les vieux sujets du Pech Merle. Notre perception du style de l'animal était complètement transformée. Tenant compte des observations et des découvertes multiples réalisées dans le sanctuaire au cours des mois précédents, nous pouvions alors émettre l'hypothèse d'une datation de ce cervidé au Magdalénien final, tout comme l'ensemble des décors qui l'accompagnent, comprenant notamment trois figurations féminines du type de Gönnersdorf-Lalinde (Figure 10).

Ainsi le relevé a été retouché et complété tout au long de l'année; seul un travail de longue haleine intégrant tous les problèmes de conservation permet de connaître réellement une ensemble orné.

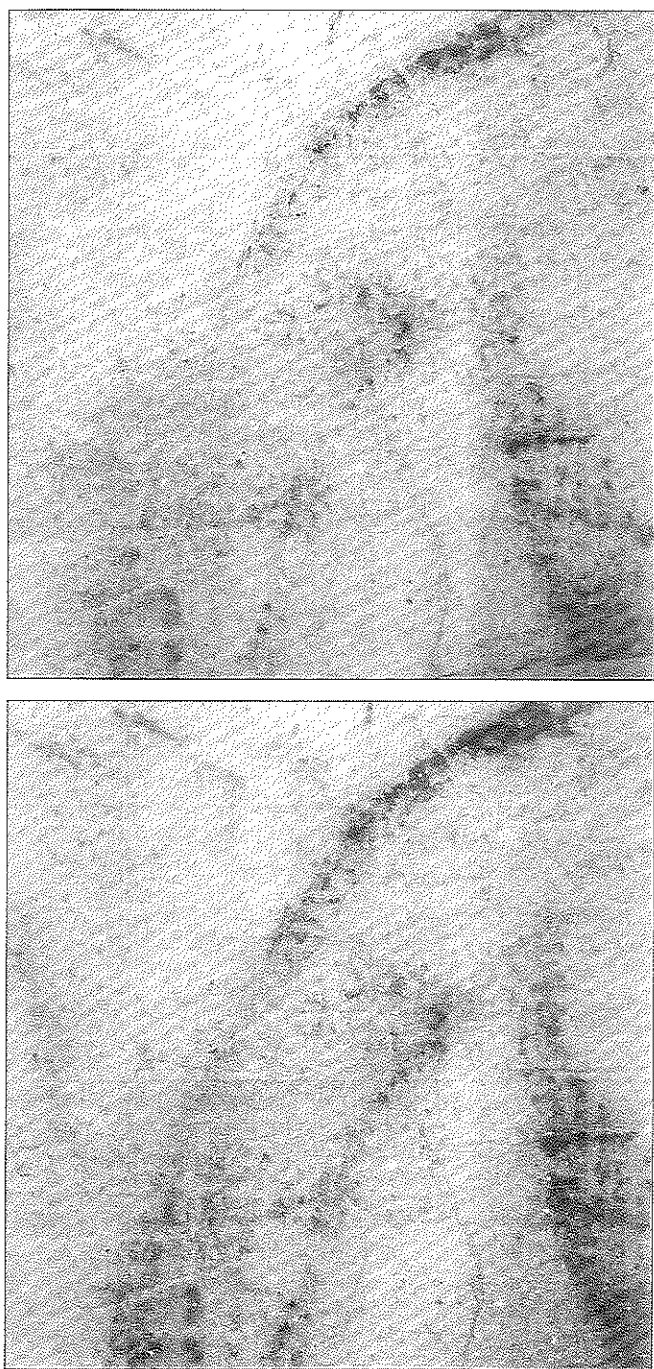


Figure 8: Pech Merle. Détail de la queue du cheval central de la Frise Noire. En haut, le 3 janvier 1986; en bas, le 20 juin 1986.

BRIS ET ÉCAILLAGES:

Dans plusieurs grottes quercinoises, nous avons observé et relevé des bris et écaillages d'aspérités des parois à proximité immédiate des figurations. Le problème de la datation de ces destructions ponctuelles s'est immédiatement posé et dans de nombreux cas il est apparu qu'il ne s'agissait nullement de dégradations récentes mais de gestes paléolithiques, probablement rituels, liés aux figurations.

A Cougnac de nombreuses concrétions ont été brisées. Lorsque les inventeurs pénétrèrent pour la première fois dans la salle peinte, ils remarquèrent que de nombreuses stalagmites accidentant le sol de cette salle avaient été renversées et qu'un sentier avait été ouvert parmi elles, mais ils n'eurent malheureusement pas l'idée de le photographier ou d'en relever un plan; Ces traces extrêmement importantes pour tenter de comprendre les activités des préhistoriques dans la grotte ont disparu aujourd'hui, effacées par l'aménagement de la cavité et son ouverture au tourisme. Nous avons observé, cependant, dans une aire conservée intacte, qu'une ouverture de deux mètres carrés de superficie avait été aménagée dans le tapis de stalagmites au centre de la salle pour y déposer une réserve d'ocre rouge qui a servi à la réalisation de certains dessins pariétaux ou de certaines ponctuations et traces faites par des mains trempées dans le colorant.

Des stalactites et des draperies de calcite autour des dessins de Mégacéros et de bouquetins ont été marquées à l'ocre rouge et parfois cassées, dans certains cas la cassure est elle-même recouverte de pigment rouge, ce qui prouve son ancienneté. Beaucoup d'autres concrétions de Cougnac, y compris dans la galerie latérale, montrent les mêmes stigmates.

Certaines stalagmites formées de lames de calcite à Cougnac, au Pech Merle, au Fieux ont été interprétées comme des lithophones. Certaines montrent des impacts, comme si elles avaient été martelées, mais la datation exacte de ces marques n'est pas parfaitement établie.

Dans la grotte Carriot, et de façon plus discrète en certains points de la grotte de Pergouset, des becs rocheux ont été écaillés; malgré des recherches systématiques les écailles n'ont pu être retrouvées, ce qui pourrait indiquer un prélèvement de matière autour des figures, comme si la paroi de la grotte elle-même avait un pouvoir particulier. Certains de ces cassures et écaillages entourent si étroitement les figures que le lien avec ces dernières est évident (Figure 11). Bien des cassures portent d'ailleurs des concrétions prouvant leur ancienneté. Dans d'autres cas, des pendants rocheux ont été brisés à une date ancienne pour élargir le champ de vision, faciliter l'accès visuel aux figures.

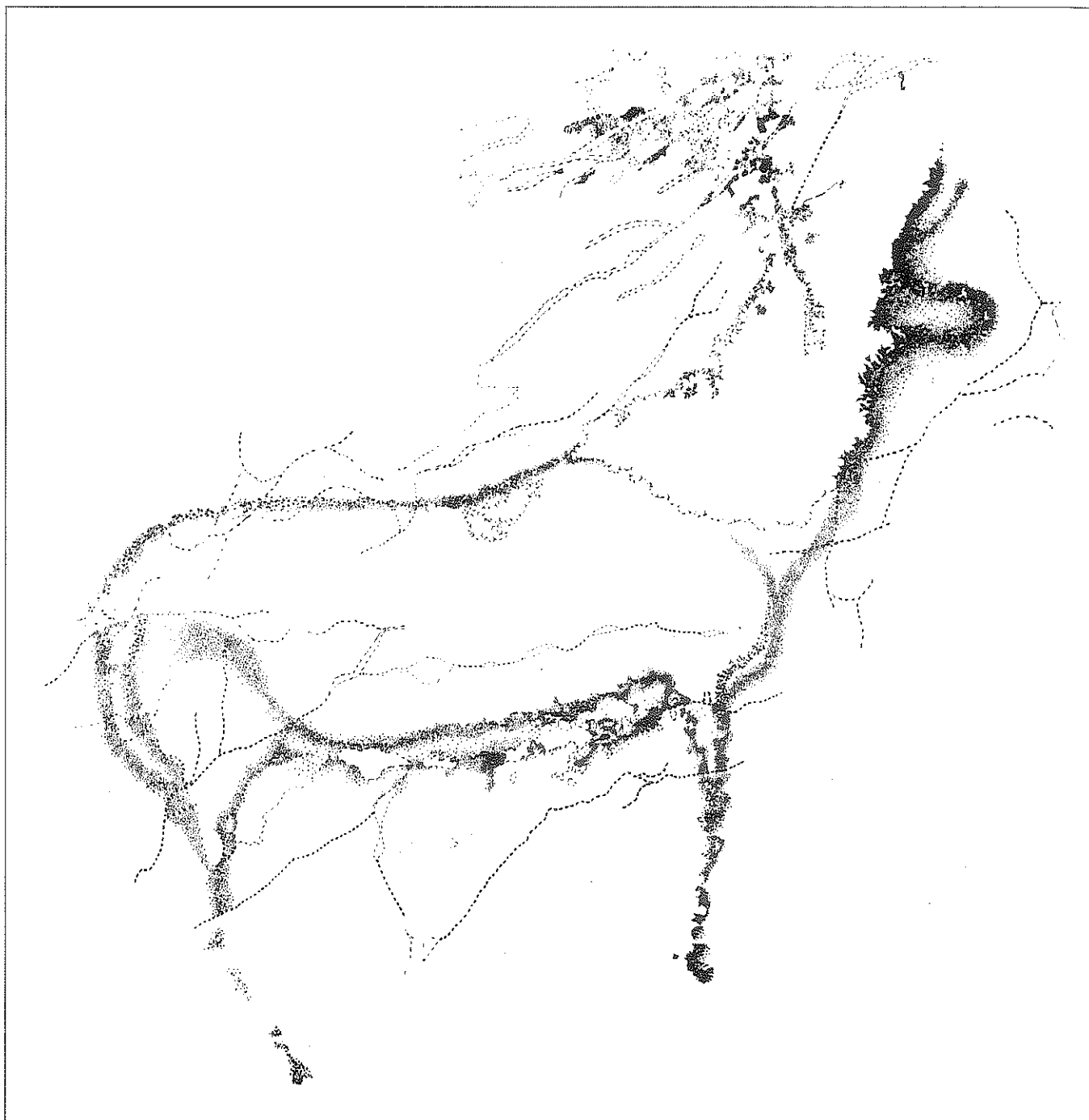


Figure 9: Grotte Carriot (Lot). Relevé du cervidé rouge de la galerie terminale (Long: 0,70 m.).

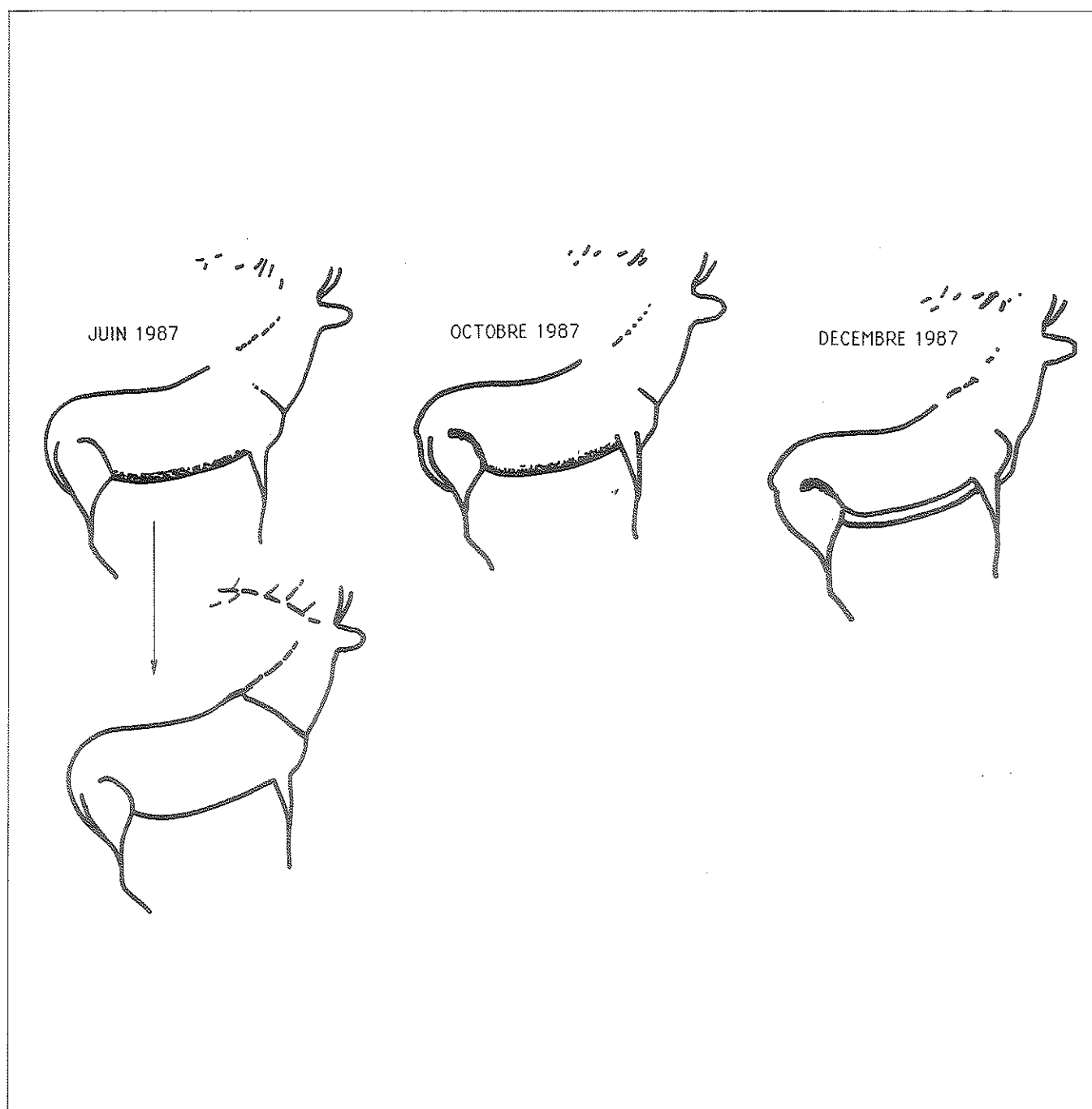


Figure 10: Grotte Carriot (Lot). Evolution saisonnière de la figuration de cervidé. Début juin 1987, sur l'animal encore peu visible, le trait d'épaule peut être interprété comme un trait barrant l'encolure. Début décembre tous les détails du tracé sont visibles.

Figure 11: Grotte Carriot (Lot). En haut, relevé du cheval gravé de la salle du Capridé. Ecaillage des becs rocheux autour de la figure. En bas, photographie montrant l'écaillage des becs rocheux et aperçu du trait gravé (flèches).

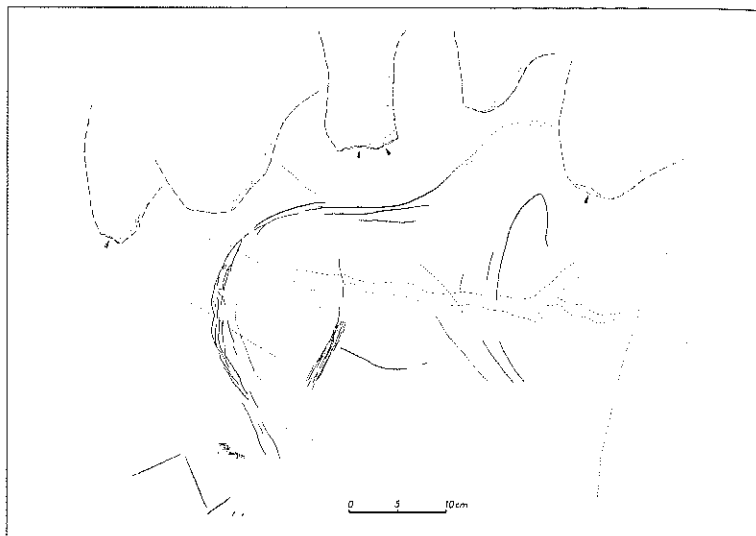


Figure 11

Ces diverses marques sont très importantes: elles introduisent l'étude dans le domaine de l'interprétation et de la fonction du sanctuaire mais elles posent aussitôt des problèmes de conservation. Elles ne peuvent être prises en compte que si l'on parvient à établir leur ancienneté, leur fréquence autour des figures et si l'on parvient à les distinguer clairement des dégradations modernes qu'ont subi beaucoup de grottes ornées. Toute étude, toute interprétation d'art pariétal, doit donc obligatoirement intégrer l'analyse approfondie des conditions de conservation des figures.

ETUDE ET CONSERVATION DE L'ART PARIETAL AU PECH MERLE:

Au cours des recherches et des relevés effectués au Pech Merle pendant ces dix dernières années, nous avons constaté 5 types différents de dégradations dues aux visiteurs:

1) Détériorations de surfaces ornées par les aménagements successifs des circuits de visite: construction d'escaliers sur des peintures, modification de parois rocheuses portant des dessins (bris de pans rocheux et de concrétions pour dégager un panneau), frottements avec des instruments divers, projections d'argile et cailloux par suite d'utilisation d'explosifs...

2) Détérioration directe par les visiteurs: traces de doigts de bâtons, écrasements par des souliers de certaines empreintes de pas préhistoriques, projections de boulettes d'argile, quelques graffiti, dépôts de poussière... (Figure 12)

3) Présence d'algues vertes près de certaines lampes et surtout sur le moonmilk du plafond des Hiéroglyphes éclairé lors des visites, présence de points blanchâtres en certains endroits de la voûte de l'ossuaire...

4) Dégradation du sol de la cavité: les sondages archéologiques effectués ces dernières années ont révélé la présence de nombreux terrassements, de zones bétonnées enfouies et d'un réseau de conduites électriques parfois cimentées qui sillonnent la grotte en tout sens. Des tranchées ont donc souvent été creusées dans le sol et les aires de circulation des visiteurs ont été fréquemment modifiées. Le remplissage superficiel qui seul comporte quelques infimes vestiges archéologiques sous forme de débris de charbons de bois et d'ossements a été en grande partie détruit; les zones intactes sont aujourd'hui réduites.

En outre un demi siècle d'exploitation touristique de la cavité a produit une certaine quantité de déchets: clous, fils et barres métalliques, conduites électriques, débris de bois et plastique, lampes etc... qui ont tendance à s'accumuler en certains endroits cachés de la grotte.

L'ensemble de ces détériorations s'ajoute évidemment aux dégradations naturelles (lavages par ruissellements,

dépôts etc...) qui se produisent dans toutes les grottes ornées.

D'importantes remarques s'imposent aussitôt:

1) Ces détériorations se sont produites depuis l'ouverture de la grotte au tourisme en 1924; elles sont donc le résultat de près de 70 années de fréquentation et d'aménagements successifs.

2) Ces détériorations ne sont nullement particulières au Pech Merle: elles existent, bien entendu, dans toutes les grottes ornées ouvertes au public, mais seule l'étude complète d'une grotte en révèle l'ampleur, permet d'en dresser l'inventaire et la cartographie.

3) Une prise de conscience de ces problèmes de conservation est en train de se développer chez les gestionnaires de la grotte; les conditions de visites ne cessent d'être améliorées afin d'en diminuer au maximum l'effet sur les peintures: les éclairages ont été étudiés et modifiés, les panneaux ont été protégés et soustraits aux atteintes des visiteurs, un bac contenant une solution de formol, du modèle de celui de Lascaux, a été placé à l'entrée afin d'éliminer les germes introduits par les chaussures des visiteurs, enfin et surtout, le nombre de visiteurs a été limité dans un premier temps à 700 par jour et 25 personnes par groupe. Des études du climat de la grotte et des conditions de conservation ont été menées par le Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques de Champs sur Marne et dernièrement par le Laboratoire Souterrain du CNRS de Moulis (Ariège). Elles permettent de fixer avec plus de précision le seuil de fréquentation maximum. Bien entendu, beaucoup de progrès restent encore à faire, mais l'évolution va dans le bon sens.

4) L'importance de ces observations dans l'étude archéologique du sanctuaire est évidente:

—Les difficultés de datation de la fréquentation humaine paléolithique de la cavité et des figurations pariétales sont accrues par la réduction des aires de sol et de paroi laissées intactes. Les restes carbonneux sont infimes et plus aisément pollués (ce fut le cas pour plusieurs échantillons de charbon dont la purification n'a pu être faite et qui ont fourni des dates au radiocarbone un peu trop récentes) (Lorblanchet 1981). Bien des traces de fréquentation ont d'ailleurs aujourd'hui disparu.

—L'extension exacte des zones ornées, de la même façon que dans la grotte de Sainte Eulalie est parfois difficile à préciser tant l'aspect de certains secteurs de la grotte a été modifié.

—La lecture des motifs pariétaux exige une claire perception des dégradations qu'ils ont subies: par exemple, une des prétendues "Femmes-Bisons" présente un contour original, différent de celui de ses voisines, pour la simple

Figure 12: Grotte du Pech Merle. Exemple de dégradation. Bison de la Corniche.
A,B,C,D,E,F: Frottements du trait par les doigts des visiteurs modernes de la cavité.

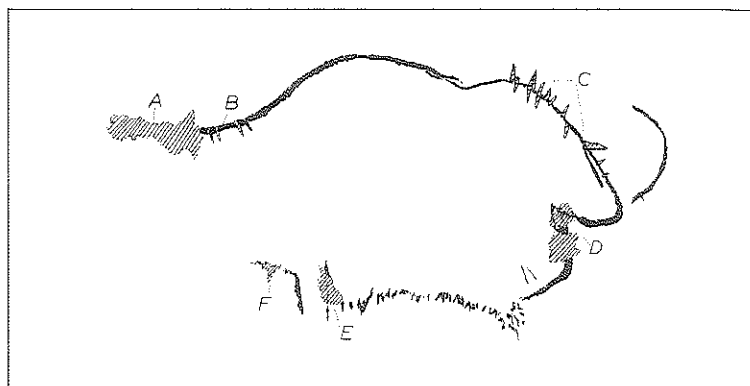


Figure 12

raison qu'elle a été déformée par un coup de doigt de visiteur qui a été mis en évidence par le relevé (Figure 13).

Les projections d'argile qui ont endommagé le panneau du Mégacéros en tracé digital (galerie de l'Ossuaire) ne sont

nullement paléolithiques et ne peuvent donc pas être rapprochées de celles de la grotte de Roucadour (Thémines-Lot) interprétées comme paléolithiques par A. Glory (bien qu'elles soient elles mêmes douteuses).

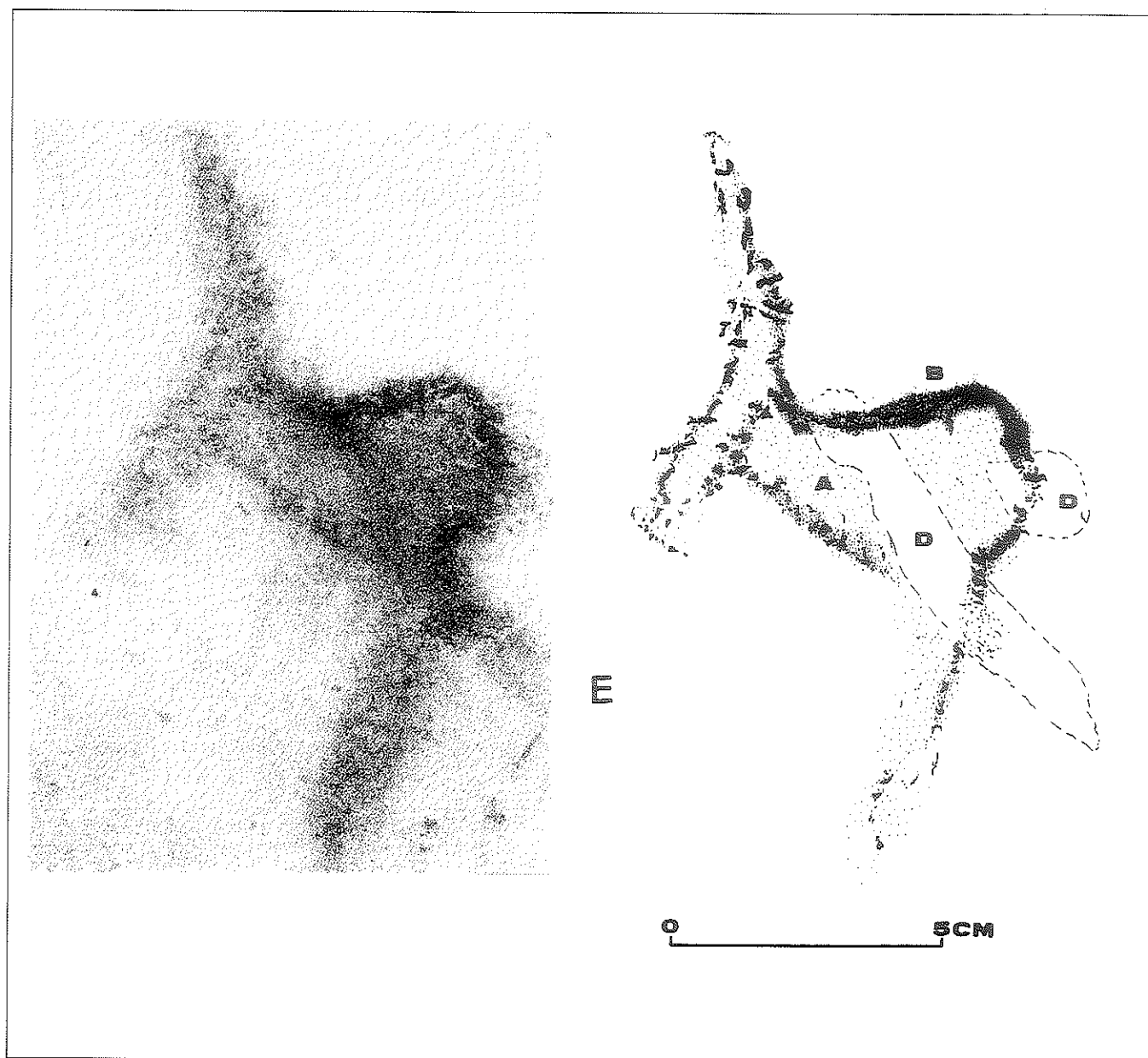


Figure 13: Pech Merle. Relevé d'une des Femmes-Bisons. A gauche: photographie infra-rouge. A droite, relevé. A et B: différentes nuances d'ocre rouge. D: frottements par les doigts des touristes.

CONCLUSIONS:

Ces quelques exemples, qui pourraient être multipliés montrent suffisamment que l'étude des conditions de conservation des figurations et de leur contexte archéologique devrait être intégrée dans l'étude archéologique des sanctuaires ornés; familier des lieux, observateur et témoin privilégié de l'évolution des parois, le préhistorien a clairement conscience que les parois ornées sont vivantes, que les grottes sont des milieux vivants. Les décors, les traces de présence humaine, les parois, la grotte, forment un tout indissociable. Pour bénéficier d'éclairages divers l'étude scientifique de ces ensembles devrait être collective et pluridisciplinaire.

Etudier les conditions de conservation, c'est en fin de compte recueillir des informations de première importance dans l'interprétation même de l'art pariétal paléolithique.

BIBLIOGRAFIA

LORBLANCHET, M. 1979: Fréquentation humaine et animale de la grotte du Pech Merle (Cabrerets-Lot). Congrès Préhistorique de France, XXIème session, Quercy, vol. 1 P. 210-222, Paris 1981.

LORBLANCHET, M.; DELPECH, F., RENAULT, PH. et ANDRIEUX, C., 1973: La grotte de Sainte Eulalie à Espagnac (Lot), Gallia-Préhistoire, Tome 16, 1 p. 3-62 et 2, p. 233-325.

LORBLANCHET, M. (avec la collaboration de Ph Renault et C. Mouret), 1974: *L'Art Préhistorique en Quercy: la grotte des Escabasses (Thémines-Lot)*, Editions PGP, Moarlans, 105 p., 43 fig.

LORBLANCHET, M.; DELPECH, F.; LEROI-GOURHAN, ARL.; RENAULT (PH), BRUNET, J.; VIDAL, P. 1982: *Pech Merle, recherches récentes*. Extrait du Congrès Préhistorique de France, XXIème session, Quercy, 1979/1981, 68 p.

LORBLANCHET, M.; LABEAU, M. et VERNET, J.L. 1988: Première étude des pigments des grottes ornées quercinoises. *Préhistoire Quercinoise* n° 3, p. 79-94.

* Laboratoire Souterrain du C.N.R.S. Moulis. 09200 Saint Giron

sans contestation possible, à une détérioration des oeuvres pariétales. La prise en compte de ce facteur temps a conduit à définir une notion fondamentale, celle de **régulation**. Toute perturbation introduit un excès d'énergie que la grotte est capable d'absorber ou non. Lorsque ce n'est plus possible, cet excédent d'énergie déclenche des manifestations, dont certaines sont indiscutablement préjudiciables à la conservation des oeuvres pariétales. Par conséquent, c'est par l'intermédiaire de l'étude des mécanismes de régulation d'une cavité qu'il va être désormais possible d'aborder les problèmes de conservation.

Cette réflexion a conduit à adopter la démarche suivante.

—Etudier les paramètres définissant les conditions environnementales de la grotte et analyser comment sont régulées leurs variations lors de perturbations;

—Mettre en évidence tout phénomène pouvant traduire un dérèglement de cette régulation, ce qui est formulé par la notion de **déstabilisation**.

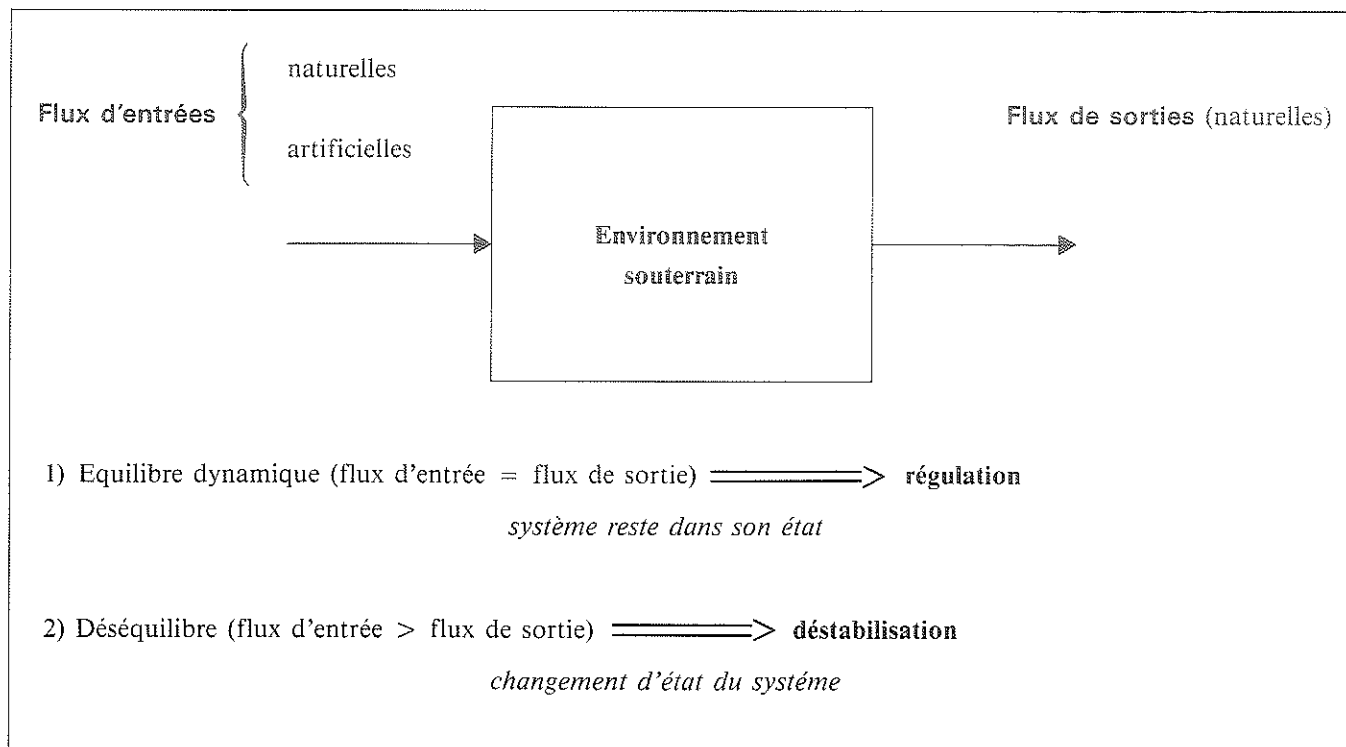
—C'est donc en terme de dynamique du système que le problème est posé et peut être résolu tel que cela est formulé dans le tableau 2.

Le programme de l'étude est conçu de la manière suivante:

1. Interventions ponctuelles afin d'estimer les échanges gazeux entre la cavité et l'extérieur; réalisation de profils thermiques, de teneur en CO_2 et d'humidité pour des conditions estivales et des conditions hivernales. Le but de ces interventions est de définir les caractéristiques générales de l'environnement souterrain de la grotte et de déterminer les mécanismes responsables des échanges gazeux, thermiques et hydriques avec l'extérieur.

2. En fonction des résultats obtenus lors de ces interventions ponctuelles, des stations sont choisies pour l'enregistrement de la température de l'air, de son humidité, de la pression atmosphérique, ainsi que de la teneur en CO_2 . Conjointement, une évaluation de la fréquentation de la

TABLEAU 2



grotte est faite (nombre de visiteurs entrant dans la grotte, avec indication des heures d'entrée et de sortie).

Différents modèles de simulation peuvent alors être réalisés pour rendre compte des relations entre les visiteurs et les paramètres de l'environnement souterrain. Certains de ces modèles sont testés à partir des données d'observations réelles. Grâce aux résultats obtenus, il est possible de déceler les moments où la cavité ne régule plus et, donc, d'identifier par là-même des indicateurs de cette déstabilisation.

Afin d'illustrer ce propos, nous prendrons l'exemple d'une étude réalisée dans la grotte du Pech-Merle (Quercy, France) de septembre 1989 à octobre 1990.

2. PRESENTATION SOMMAIRE DE LA GROTTE DU PECH-MERLE.

La grotte du Pech-Merle se développe sous un plateau calcaire limité au nord par la vallée sèche du Pech del Mas, à l'est par la vallée du Célé, au sud par le ravin du Combel et à l'ouest par la vallée de la Sagne. Ce plateau, qui culmine à 366 m., fait partie du Causse de Gramat, dont il présente les principaux aspects géomorphologiques et géologiques.

La grotte du Pech-Merle appartient à un ensemble de cavités situées sensiblement à la même altitude (entre 280 et 300 m) et présentant des caractères voisins. Toutes ces grottes sont les témoins d'une ancienne karstification, actuellement sans aucune activité hydrologique, abandonnée au profit d'un drainage souterrain plus profond se raccordant aux vallées principales de Célé et du Lot.

Comme pour l'ensemble du Causse de Gramat, le plateau karstique du Pech-Merle représente les restes d'une ancienne surface d'érosion complexe, jalonnée de dépôts continentaux généralement rouges, le Sidérolitique. Ces sédiments, souvent remaniés, comblent au moins en partie de nombreuses cavités et des dépressions du Causse. A proximité de la grotte du Pech-Merle, il est possible d'observer ces dépôts dans une ancienne carrière. Ils témoignent de l'existence d'un colmatage argilo-sableux considérable, que l'on retrouve en partie dégagé par l'érosion dans la grotte elle-même.

La grotte est constituée de près de 1000 m de galeries spacieuses, larges de 10 à 30 m, mais où la distance sol-voûte n'excède pas 5 m dans les secteurs les plus dégagés. Il existe plusieurs ouvertures situées à des altitudes différentes:

- l'entrée naturelle, ou entrée de la grotte David (302 m).
- le puits du jour, donnant accès à la galerie du Combel, ou entrée paléolithique (278 m).

— L'entrée artificielle, donnant dans la galerie principale (282 m).

Les nombreux témoins de sédiments observables à la voûte et dans les fissures montrent que la cavité a été totalement colmatée par des dépôts argileux qui ont été ensuite en partie entraînés par soutirage. Cette phase de vidange partielle des sédiments a été suivie par un très important concrétionnement stalagmitique qui constitue l'un des attraits remarquables de la grotte.

Ainsi, la grotte du Pech-Merle se présente comme un élément d'un paléokarst en partie colmaté, maintenant situé dans la zone d'infiltration du plateau, à faible profondeur sous la surface et présentant une faible dénivellation (37 m) entre ses points les plus hauts et les plus bas.

3. L'ENVIRONNEMENT SOUTERRAIN DE LA GROTTE DU PECH-MERLE

Après avoir rappelé la procédure utilisée, nous indiquons les principaux résultats de cette étude assortis d'un commentaire sur les problèmes posés par la conservation des oeuvres pariétales.

3.1 PROCEDURE UTILISEE POUR L'ETUDE

3.1.1. Mesure des paramètres

1. Interventions ponctuelles.

Ces interventions, une en été et une en hiver, ont porté sur 11 stations et concernent les mesures de flux d'air (sens et débit), de la température de l'air et du sol, de l'humidité, de la teneur en CO₂ et de la pression atmosphérique. En cas de présence d'eau, des prélèvements ont été effectués à des fins d'analyse.

Le but était de déterminer les caractéristiques de la cavité, l'importance des échanges avec l'extérieur et les mécanismes déterminant ces échanges (pression motrice, pression atmosphérique...).

2. Obtention des chroniques.

Enregistrement sur plusieurs mois de la température de l'air, de l'humidité, de la pression atmosphérique et de la teneur en CO₂.

3.1.2. Traitement des données.

L'analyse des chroniques à partir des techniques de traitement du signal (analyses corrélatrice et spectrale) permet de déterminer les caractéristiques de ces chroniques (tendance, composantes périodiques et aléatoires). Cette étude, couplée avec l'enregistrement de la fréquentation de

la cavité, montre, à l'aide des mêmes analyses, l'effet des visites sur la modulation des chroniques. Elle débouche sur des possibilités de simulation.

3.1.3. *Le problème de la conservation: démarche conceptuelle.*

En l'absence de données précises sur l'évolution à long terme des oeuvres pariétales en fonction de celle des facteurs environnementaux, le problème a été abordé en se référant à trois notions fondamentales: l'**inertie**, la **régulation** et la **déstabilisation** du milieu dans lequel se trouvent ces oeuvres pariétales.

3.1.4. *Interprétation.*

Une telle démarche implique que les résultats obtenus à l'aide des différentes méthodes de traitement proposées soient lus à travers ces concepts d'inertie et de régulation. Cela conduit à rechercher toute anomalie qui traduirait un dérèglement des paramètres, permettant d'identifier une déstabilisation. En effet, sauf altération spectaculaire, les effets lents, progressifs et insidieux d'une trop forte fréquentation de la cavité sur l'intégrité des oeuvres pariétales ne se traduisent jamais par des modifications directement mesurables.

3.2. RESULTATS OBTENUS

3.2.1. *A partir des mesures ponctuelles.*

Les échanges gazeux entre la cavité et l'extérieur sont faibles et sous la dépendance exclusive de variations de la pression atmosphérique (les variations de la température extérieure ne jouent aucun rôle dans cette dynamique).

La température est stable, avec un faible gradient de l'entrée de la grotte vers sa profondeur.

Le CO₂ a une répartition homogène avec des teneurs proches de celles du sol.

Tous ces résultats montrent que l'on a affaire à une cavité aux conditions homogènes et stables, confirmant qu'elle est bien située dans un paléokarst très colmaté.

3.2.2. *A partir des enregistrements.*

Les enregistrements de la température et du CO₂ présentent deux types de variations. Les premières, à long terme, traduisent une évolution saisonnière, mais présentent une très faible amplitude; elles confirment la grande stabilité du milieu. Les secondes, à court terme, avec des amplitudes notables, sont liées aux visites.

L'analyse de ces perturbations indique que:

—la diffusion de la chaleur s'effectue uniquement par convection rapide, avec une dissipation importante dans le milieu ambiant (forte atténuation);

—la diffusion du CO₂ est plus lente et semble répondre à des mécanismes plus complexes.

Ces résultats sont l'indice d'un comportement très inertiel de la grotte (faibles variations à long terme) et d'un fort pouvoir de régulation que traduit la rapide dissipation de effets des visites. La grotte fonctionne comme un échangeur sur le plan thermique. Son volume est estimé à 5.000 m³ et sa surface spécifique serait énorme.

L'humidité reste relativement stable tout au long de l'année. Cependant, au moment des fortes fréquentations (juillet et août), comme pour la température et le CO₂, l'effet des visites provoque des variations notables de ce paramètre (Fig. 1). Ces variations traduisent l'existence de phénomènes d'évaporation. Ce mécanisme apparaît comme un effet compensatoire à l'excès d'énergie thermique lorsque la grotte ne peut plus réguler l'apport de chaleur dû aux visites. Dans ces conditions, l'humidité peut être utilisée comme un indicateur d'une déstabilisation.

Les observations réalisées sur l'évolution de ce paramètre montrent, qu'au delà du seuil de 630 visiteurs par jour, pour la saison estivale de 1990, la cavité du Pech-Merle **ne régule plus**. Ce phénomène est réversible.

3.3. COMMENTAIRES SUR LES RESULTATS. MESURES A PRENDRE.

Le but de l'étude, tel que l'avait explicité la Commission Supérieure des Monuments Historiques (VII^e section, grottes ornées), concernait "les conditions de visite et les problèmes de conservation, en visant à déterminer de façon scientifique le seuil de fréquentation". On a vu comment ce problème est délicat, puisqu'il est difficile d'établir des relations directes entre les variations de paramètres physico-chimiques d'une cavité et la dégradation des oeuvres pariétales préhistoriques; d'où la méthodologie proposée.

L'impression qui ressort des résultats est l'énorme inertie de la cavité du Pech-Merle qui traduit un milieu très stable: présence d'un gradient thermique, homogénéité du CO₂ et de l'humidité, faibles échanges avec l'extérieur... Cette inertie implique une très forte régulation. C'est ainsi que, malgré le volume restreint de la cavité (5.000 m³), l'élévation de la température, lors des fortes fréquentations, est 65 fois plus faible que ce qu'elle devrait être théoriquement (simulation). La surface spécifique considérable de la cavité joue certainement un rôle majeur dans ce phénomène

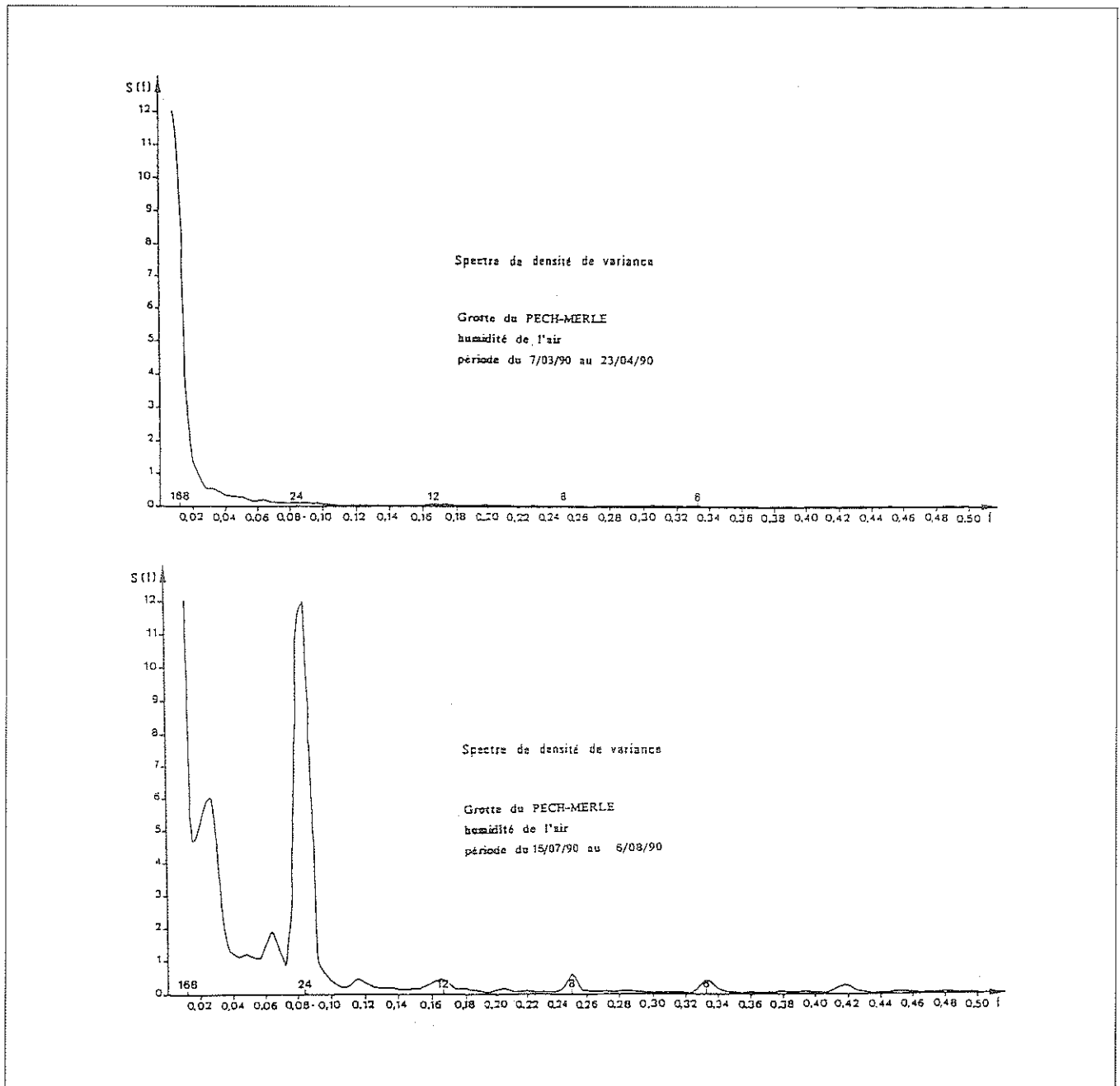


Figure 1: Les spectres traduisent de façon synthétique l'évolution de l'humidité de l'air au cours du temps. Pour le premier intervalle de temps, il montre seulement des valeurs fortes aux basses fréquences, soit à long terme, indiquant une lente évolution de l'humidité du 7 mars au 23 avril. Pour le deuxième intervalle de temps du 15 juillet au 6 août s'ajoutent à cette évolution des variations périodiques à 6, 8, 12 et surtout 24 heures qui correspondent aux visites de la cavité.

De ce fait, on aurait pu s'attendre à ce que la capacité d'accueil de la grotte soit très importante; c'est d'ailleurs ce que la simulation prévoyait, à condition bien sûr qu'aucun autre mécanisme n'intervienne. Or, l'observation a montré qu'il n'en était rien, puisque, au delà de 630 personnes par jour, apparaît précisément un phénomène jusqu'alors absent: c'est l'évaporation généralisée. En effet, l'humidité de l'atmosphère, stable au-dessous de ce seuil, montre brusquement des variations proportionnelles et concomitantes aux visites. On peut donc affirmer, qu'à partir de ce moment-là, la cavité ne se comporte plus comme auparavant et que ce sont les visiteurs qui en sont responsables. Bien qu'il ne soit pas possible d'établir une relation précise entre cet effet et des modifications éventuelles des peintures, il est évident que la grotte ne régule plus correctement les perturbations, puisqu'interviennent des phénomènes secondaires de compensation telle l'évaporation. En effet, l'excédent d'énergie apporté sous forme de chaleur par les visiteurs était jusque-là dissipé dans la masse rocheuse; lorsque ces apports deviennent trop importants, l'évaporation au niveau des parois a pour effet une absorption de la chaleur, ce qui provoque un refroidissement. C'est donc un nouveau phénomène de régulation qui intervient, dont on ignore les conséquences sur l'état des parois et, par conséquent, sur celui des peintures. Dans ces conditions, hors de l'ancien équilibre, une nouvelle dynamique de l'environnement souterrain se crée, dont on peut estimer qu'elle représente un risque certain pour la cavité. Il faut être conscient que les effets de cette nouvelle dynamique agissent à long terme, et qu'ils peuvent provoquer des altérations, peu visibles à court terme, mais irréversibles.

Toutes ces considérations conduisent à proposer un certain nombre de mesures.

1. En premier lieu, il convient de maintenir le fort pouvoir de régulation de la cavité, dont une partie est liée à l'environnement extérieur. Il est en effet évident que le couvert forestier règle les échanges thermiques entre le sous-sol et l'atmosphère extérieure et qu'il intervient dans l'infiltration et le flux de CO₂. Bien qu'il s'agisse de mécanismes complexes, aux effets peu prévisibles, il est certain que toute modification de ce couvert végétal, surtout si

elle est brutale, provoquera un changement du pouvoir régulateur de la grotte. Il est par conséquent indispensable de protéger efficacement ce couvert forestier.

2. Comme les enregistrements et leur analyse montrent que la déstabilisation de la cavité apparaît de la mi-juillet à la fin août, au moment où la fréquentation est la plus importante, il serait prudent de réduire cette fréquentation.

La procédure à utiliser dans ce but peut faire appel à deux démarches différentes, puisque la déstabilisation de la grotte est induite par une quantité globale d'énergie introduite chaque jour dans la cavité:

ou bien réduire le nombre de visiteurs par jour, en veillant à ce qu'il ne dépasse pas 630;

ou bien ramener la durée de la visite, qui, en moyenne est de 65 minutes, à 50 minutes, ce qui permettrait de conserver le seuil actuel de 700 visiteurs par jour.

Les deux procédures auront rigoureusement le même effet, puisque, en fin de journée, c'est la même quantité d'énergie qui aura été introduite.

En revanche, la manière suivant laquelle se fait cet apport d'énergie n'a guère d'importance en raison du caractère inertiel de la cavité. Par conséquent, le protocole actuel des visites (nombre de groupes, nombre de visiteurs par groupe, durée d'attente entre chaque visite) ne paraît pas devoir être remis en cause, dans la limite du seuil évoqué plus haut.

Au terme de cette étude, il est clair que l'approche proposée permet, sur la base des notions d'inertie, de régulation et de déstabilisation, de maîtriser de façon globale le comportement d'une cavité et de ses paramètres environnementaux face aux perturbations qu'apporte l'homme lors de la fréquentation de cette cavité. Elle autorise de ce fait une évaluation des risques encourus et conduit à prévoir les mesures conservatoires à prendre. Il n'en reste pas moins que subsiste une énorme inconnue; elle concerne tous les mécanismes qui sont les seuls à pouvoir vraiment rendre compte des transformations profondes et fondamentales responsables du phénomène de dégradation. Si l'on veut être efficace en matière de conservation, c'est, désormais, cette voie qu'il convient impérativement d'explorer, en relation avec la démarche globale d'élaborée.

METODOLOGIA Y MODELIZACION EN EL ESTUDIO DE LA CONSERVACION DEL ARTE RUPESTRE

Eugenio Villar García*

I. OBJETO DE ESTA COMUNICACION

Los estudios que se han llevado a cabo por equipos científicos franceses y españoles^{(1) (2) (3) (4) (5)}, demuestran que la conservación de pinturas rupestres requiere una metodología de trabajo, así como la elaboración de modelos matemáticos que describan, dentro de márgenes de error aceptables, tanto el comportamiento natural del recinto en el que se encuentran las pinturas, como las alteraciones que pueden experimentar los parámetros ambientales, a consecuencia de la ocupación humana. Podría hablarse de un método general de trabajo, que podría servir de punto de partida para la elaboración y realización de cualquier Programa encaminado a resolver el problema de la conservación de pinturas rupestres, aunque se trate de vestigios. Esta metodología general puede dar lugar a una sistemática particular bien definida, según el tipo de ecosistema en el que se hallen las pinturas prehistóricas, ofreciendo a su vez, una gama de alternativas de decisión, a la hora de adoptar medidas concretas de protección. En base a la experiencia adquirida en estos estudios, y sin ser pretencioso, quisiera esbozar los aspectos generales de esta metodología, especialmente para el caso de recintos hipogeos, poniendo constantemente como ejemplo, el trabajo sistemático y original que hemos realizado en la cueva de Altamira. Desde esta reducida tribuna, sugiero que sería de gran interés para este tipo de estudios editar un Tratado para la Conservación del Arte Rupestre, en cuya elaboración participarían todos aquellos equipos que han profundizado en el tema.

II. CARACTERISTICAS GENERALES DE TODA INVESTIGACION ENCAMINADA A LA CONSERVACION DE PINTURAS RUPESTRES

A) No puede tomarse como objetivo el devolver a las pinturas las condiciones ambientales en las fueron realizadas, por las siguientes razones: 1.^a) porque no es lícito suponer que fuesen las mejores para su conservación; 2.^a) porque la paleoclimatología ha puesto de relieve los cambios climáticos ocurridos durante la era cuaternaria; 3.^a) porque en la mayor parte de los casos, una vez descubiertas unas pinturas rupestres, el hombre ha modificado su entorno, irreversiblemente.

Por estas razones hay que plantearse el estudio partiendo de las condiciones climáticas y de todo tipo en las que se encuentran las pinturas en el momento en que se ha decidido tomar medidas para su protección.

B) Si bien los resultados que se obtengan en estos estudios no pueden extrapolarse globalmente a otras obras de arte rupestre, situadas en otro tipo de emplazamientos y de climas, sin embargo, podría establecerse una sistemática general a la hora de elaborar un programa de trabajo y de ejecutarlo.

C) A la hora de planificar y de realizar estos estudios de conservación, se necesita la colaboración y coordinación de especialistas en diferentes áreas de conocimiento. Un equipo multidisciplinar adecuado sería el constituido, en principio, por físicos, químicos, geólogos, biólogos, ingenieros y arqueólogos.

D) En todos los casos, y muy particularmente en el caso de recintos subterráneos, puede definirse adecuadamente un ecosistema constituido por un espacio, más o menos extenso, limitado por una superficie, en parte real y en parte ficticia, que engloba una serie de elementos básicos, tales como las superficies rocosas que limitan su emplazamiento geológico, el aire que contiene, el agua que empaña sus superficies internas, las poblaciones biológicas que habitan en las rocas, en el aire y en el agua, y las propias pinturas prehistóricas.

E) Objetivo prioritario es estudiar la dinámica interna y las interacciones con el entorno de este ecosistema. La dinámica interna está caracterizada por una serie de procesos físico-químicos que afectan al deterioro de las pinturas: a) por depósito de materia: precipitación de sales, más o menos insolubles, eflorescencias, partículas de arrastre, establecimiento de colonias de hongos, algas, etc.; b) por acción química: disolución de la roca soporte y de los pigmentos, ataque de los productos del metabolismo de las colonias biológicas, corrosión por contaminantes de su atmósfera; c) por desprendimiento y arrastre: desescamación, levantamiento y caída de lascas, hundimientos gravitacionales. La interacción con el entorno se realiza a través de flujos de materia y de energía. El flujo de agua y de aire, el aporte de gas carbónico, las ondas térmicas, el calor de condensación y evaporación, el calor sensible etc. dan lugar un microclima determinado, con fluctuaciones periódicas, caracterizado fundamentalmente por un campo de temperaturas, por la humedad, por la concentración de gas carbónico y por la ventilación.

F) El comportamiento natural del ecosistema debe describirse mediante modelos matemáticos que permitan cuantificar, con la máxima aproximación posible, la influencia de su microclima e hidrología en los diferentes procesos físicos-químicos, geológicos y biológicos que tienen lugar sobre las superficies pintadas. Para ello se requiere que el ecosistema permanezca absolutamente sin perturbación alguna, por lo menos durante un año, antes de co-

* Departamento de Física Aplicada. Facultad de Ciencias. Universidad. 39005 Santander.

menzar este estudio, si es que con anterioridad ha sido visitado o se ha actuado sobre él o su entorno.

G) Este conocimiento es básico para realizar un estudio de las modificaciones que experimenta su equilibrio natural ante la presencia de personas en él, así como de sus efectos sobre los procesos de deterioro. La utilización de modelos que describan cuantitativamente estas alteraciones permite elaborar un régimen de visitas adecuado. Estos modelos deben contrastarse con los datos experimentales que se obtengan "in situ", introduciendo grupos de personas, bajo un control riguroso de su número y de sus tiempos de permanencia.

H) En cualquier caso, las decisiones tomadas entre las posibles soluciones alternativas encaminadas a la protección de las pinturas, deben ser cuidadosamente meditadas, y una vez que se hayan establecido los criterios para su conservación, se requiere la aplicación de sistemas telemétricos que garanticen la continuidad de las condiciones adoptadas.

I) Característica fundamental de estos trabajos es que deben encuadrarse en el marco de una investigación de seguimiento indefinido. Es decir, no basta con implantar un sistema automático de medidas que controlen los parámetros que determinan las condiciones climáticas impuestas al ecosistema para minimizar los procesos de deterioro, sino que periódicamente debe obtenerse información sobre el estado del ecosistema y sobre la intensidad de estos procesos, con el fin de conocer si las medidas adoptadas son realmente las adecuadas, lo que permitiría modificarlas.

J) Finalmente conviene recalcar que se precisa no conformarse con los conocimientos que se tienen sobre todos los fenómenos estudiados, sino que se debe profundizar constantemente en su origen e incluso prever otras nuevas causas posibles. Por lo tanto, las conclusiones alcanzadas, y aún las decisiones tomadas, nunca deben aceptarse como totalmente definitivas.

III. METODOLOGIA Y MODELIZACION PARA EL ESTUDIO DEL ECOSISTEMA Y DE SU EVOLUCION CON EL TIEMPO

—La definición del ecosistema requiere: I) evaluar su volumen y superficie interna; II) realizar un levantamiento topográfico, con claras especificaciones del espesor y profundidad de techos, suelos y paredes; III) conocer la estabilidad geológica del recinto rocoso, el tipo de rocas, la estratigrafía, su origen, kárstico o no, y en cualquier caso conocer a fondo los aspectos hidrogeológicos; IV) determinar con detalle la textura y la composición mineralógica y química del soporte rocoso de las pinturas; V) obte-

ner información del régimen pluviométrico del exterior y de la permeabilidad de las estructuras geológicas que conforman el ecosistema y evaluar con la máxima aproximación posible el flujo neto de agua; VI) analizar la composición de los pigmentos utilizados por los hombres prehistóricos.

—En principio, para conocer el comportamiento del ecosistema, en su estado natural actual, se precisa determinar cuantitativamente los valores medios, referidos a intervalos de tiempo adecuados, y su evolución a lo largo de un año, de todas aquellas variables y características que le definen: campo de temperaturas, estado higrométrico, concentración de gas carbónico, ventilación, flujo, composición y carácter del agua, contaminación de su atmósfera, cordenadas cromáticas de puntos de color significativos, malformaciones superficiales, y flora microbiana del aire, agua y tierra.

—La aplicación de modelos adecuados es eficaz para describir, con suficiente aproximación, el comportamiento natural del ecosistema y las alteraciones originadas por los visitantes. En una de las Comunicaciones anteriores hemos visto las variaciones que experimenta la humedad y la concentración de CO₂ en un recinto hipogeo a consecuencia de la presencia de personas, y como mediante modelos podían determinarse estas variaciones en función del tiempo *t* de permanencia y del número *N* de personas.

—En el caso de Altamira también se modelizó el efecto de los visitantes sobre la temperatura de la Sala de Polícromos⁽⁶⁾. Partiendo de que una persona emite a razón de 71 a 100 Kcal/hora (según los autores), un 30% por convección, que pasa directamente al aire elevando su temperatura y un 70% por radiación, de la cual una parte es absorbida por las paredes, que se las puede considerar como cuerpo negro, que no modifican su temperatura debido a su gran capacidad calorífica, y otra es absorbida y emitida por el vapor de agua y por el CO₂. Si la diferencia de temperaturas entre la roca y el aire es $\Delta\theta$, y *L* la longitud característica, el calor transferido por convección natural por una superficie *A*, por unidad de tiempo, viene dado por

$$dq/dt = m.C_p.(d\theta/dt) = K.A.(\Delta\theta)^{1,25}.L^{-0,25} \quad (1)$$

Si ϵ_G es la emisividad media del gas a la temperatura T_G , y es T_p la temperatura de las paredes, la emisión de calor por radiación del gas, por unidad de tiempo, cuando T_G no discrepa mucho de T_p , se expresa por

$$dq/dt = A.[\sigma^*\epsilon_G (4 + a + b - c).T_m^3].(T_G - T_p) \quad (2)$$

siendo σ la constante de Stefan-Boltzmann, T_m la temperatura media entre T_G y T_p , y *a*, *b* y *c* parámetros carac-

terísticos del gas, que en este caso es la media ponderada entre el vapor de agua y el CO_2 .

Si N personas permanecen en el interior de la Sala de Pinturas durante el tiempo t , el incremento de entalpía del recinto, con un contenido m de aire húmedo, viene dado por $N.t.(dH/dt)$, resultando para el incremento de temperatura.

Para el incremento de temperatura, ΔT , originado por estas N personas en ese tiempo t , se obtiene la expresión

$$\Delta T = \frac{N.t}{m.C_p} \cdot (dH/dt) = \frac{K.A.t.(\Delta T)^{1,25}}{m.C_p.L^{0,25}} - \frac{A \cdot \sigma \epsilon_G \cdot t}{m.C_p} \cdot (4+a+b-c) \cdot T_p^3 \cdot \Delta T \quad (3)$$

Una vez salen los visitantes, el aire húmedo va disminuyendo su entalpía, por radiación y convección, y suponiendo que en el tiempo que transcurre, la ventilación no es significativa, se tiene

$$dt = \{(m.C_p \cdot dt) / [A \cdot \sigma \epsilon_G \cdot (4+a+b-c) \cdot T_p^3 \cdot (T - T_p) + K.A.L^{-0,25} \cdot (T - T_p)^{1,25}]\} \quad (4)$$

de la que se obtiene para el tiempo de recuperación

$$\pi_T = (4.m.C_p / C.T_p^3) \cdot \left\{ \ln(\Delta T / \Delta T_{\text{máx}})^{0,25} - \ln \frac{B(\Delta T)^{0,25} + C.T_p^3}{B(\Delta T_{\text{máx}})^{0,25} + C.T_p^3} \right\} \quad (5)$$

en donde ΔT es la diferencia de temperaturas entre el aire y la roca $T - T_p$ en el instante t , $\Delta T_{\text{máx}}$ la diferencia de temperaturas del aire al final de la visita y la inicial de las paredes, $B = K.A.L^{-0,25}$ y $C = A \cdot \sigma \epsilon_G \cdot (4+a+b-c)$

Las soluciones numéricas de la ecuación (3) nos permiten ir describiendo la elevación de la temperatura de la Sala con el tiempo hasta el final de la visita; la ecuación (5) nos describe la disminución de temperatura desde el momento que salió el último visitante hasta que se alcanza la temperatura que existía antes de comenzar la visita, asignando a la temperatura final $T_i = T_p + 0,1$, ya que $0,1^\circ\text{C}$ es el error con el que se han medido las temperaturas.

Se han comparado estas curvas teóricas con las medidas experimentales obtenidas con diferentes grupos de personas y diferentes tiempos de exposición. Los resultados se muestran en las figuras 1 y 2; la primera para un grupo de 20 visitantes con un guía, que permanecieron 13 minutos en el interior de la Cueva, y la segunda para tres grupos consecutivos constituidos por 5 visitantes y un guía, permaneciendo cada grupo 10 minutos en la Cueva.

Se observa que el modelo elaborado responde bien a la realidad.

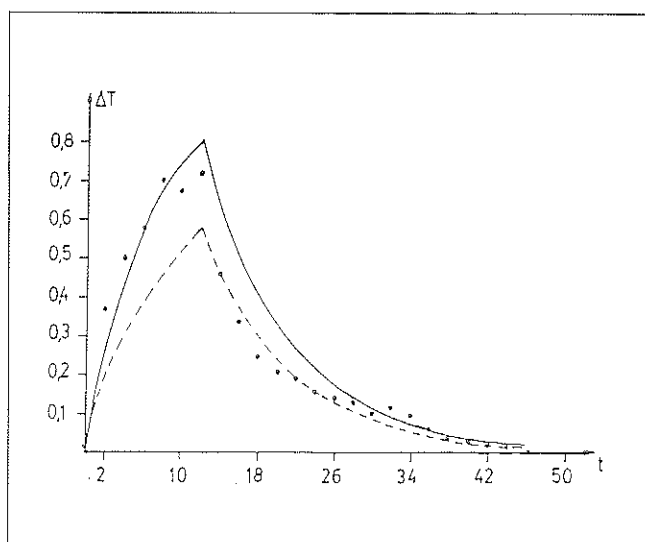


Figura 1

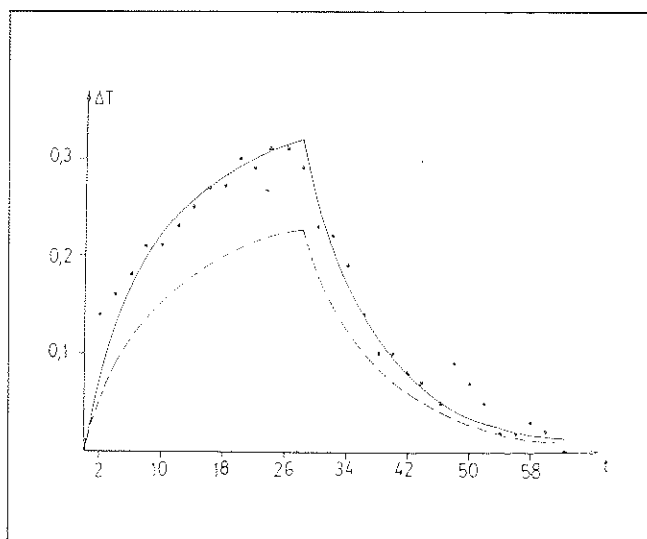


Figura 2

IV. CONCLUSIONES

Cuando opinamos que la conservación de las pinturas rupestres es un imperativo categórico de nuestra cultura actual, en el fondo lo que se pretende conseguir es que el hombre del futuro pueda gozar de la contemplación de esas

formidables huellas de nuestra prehistoria, tal y como nosotros lo hacemos actualmente. Pero esa contemplación, tanto la presente como la futura, supone un riesgo que obliga a buscar soluciones para lograr que perduren.

Evidentemente, aunque pueden presentarse problemas de conservación de índole muy diversa, podrían adoptarse normas generales, que en cada caso podrían requerir soluciones específicas puntuales.

Desde un amplio punto de vista, cabe adoptar dos actitudes, frente al problema de la conservación, cuando se considera que las pinturas rupestres puedan ser visitadas. Una es lograr que la presencia de personas no contribuya a aumentar el deterioro natural que experimentan las pinturas con el paso del tiempo, es decir, asumir que el lento deterioro natural es inevitable y que pueden transcurrir otros tantos miles de años hasta que desaparezcan irremisiblemente. Otra actitud consiste en pensar que es posible tomar determinadas medidas, aunque sean drásticas, que conlleven a modificar las condiciones naturales, imponiendo otras que se juzguen como más convenientes para que se conserven indefinidamente.

Basándose en el primer criterio, la conservación puede lograrse limitando rigurosamente las visitas, de tal modo que las alteraciones que experimenten los parámetros de equilibrio por la presencia de personas, no superen el orden de magnitud de los errores de medida. Imponiendo además la condición de que el tiempo que debe transcurrir para que estos parámetros recuperen los valores que tenían, al comienzo de la visita, sea inferior al intervalo de tiempo en el que el ecosistema permanece sin visitantes. Según el otro criterio, pueden tomarse medidas técnicas, a través de instalaciones adecuadas, que mantengan las pinturas del recinto en el microclima que se haya considerado más oportuno para su conservación. En cualquier caso, ambos criterios implican riesgos imprevisibles, aún a pesar de tener un conocimiento suficientemente preciso de la influencia que ejercen los factores ambientales en los procesos de deterioro de las pinturas.

Debido a que los procesos de deterioro son extraordinariamente lentos, nunca puede asegurarse de un modo radical que las decisiones tomadas y puestas en práctica, sean realmente las más convenientes. La posibilidad de no haberse apercebido de la existencia de otros factores efectivos de deterioro, que aquellos que se han estudiado en

cada caso concreto, de haber evaluado la intensidad del deterioro con algún grado de incertidumbre, de haber elaborado alguna hipótesis que no sea del todo rigurosa, o de haberse apoyado en algún criterio no del todo correcto, podría dar lugar a consecuencias que sólo podría ponerse de manifiesto después de muchas generaciones.

Son estas circunstancias las que obligan, como antes se ha indicado, no sólo a la instalación de una instrumentación de control continuo y sistemático, sino también a una investigación de seguimiento, que periódicamente nos proporcione informes cuantitativos de todos los procesos fisicoquímicos, hidrogeológicos y biológicos, que tienen lugar en el ecosistema, y que permitirían ir implantando regímenes de visitas adecuados. Y todo ello en razón de que el grado de deterioro que se alcance, en cualquiera de sus diversas formas, es irremediablemente irreversible.

Con la presente comunicación sólo se ha pretendido poner de manifiesto, esbozadamente, que la conservación de las pinturas rupestres podría intentarse en el marco de una metodología general, punto de partida para una sistemática particular en cada caso, basada no sólo en la experimentación, sino también en la aplicación de modelos matemáticos, elaborados a partir de hipótesis contrastadas y con fundamento teórico, aún a sabiendas de que en muchos casos la cuantificación de los factores de deterioro puedan ser solo aproximadas y que presente problemas de gran complejidad.

BIBLIOGRAFIA

- (1) J. BRUNET, P. VIDAL, J. VOUVÉ. *Etudes et Documents sur le Patrimoine Cultural*, CLT-85/WS/38. UNESCO. 1985.
- (2) J. BRUNET, J. MARSAL, P. VIDAL. *Arqueologie*. Nº 49, 37-50, 1980.
- (3) E. VILLAR. *Monografía CIMA*, Nº 5, 1-14. Ministerio de Cultura, 1979.
- (4) E. VILLAR, P. L. FERNANDEZ, L. S. QUINDOS, J. R. SOLANA, J. SOTO. *Monografía CIMA*, Nº 9, 1-180, Ministerio de Cultura, 1983.
- (5) E. VILLAR, A. BONET, B. DIAZ-CANEJA, P. L. FERNANDEZ, I. GUTIERREZ, L. S. QUINDOS, J. R. SOLANA, J. SOTO. *Cave Sciencè*, 11, Nº 2, 99-104, 1984.

HISTORIQUE D'UNE CAVERNE ORNÉE: NIAUX ET SA CONSERVATION

J. Clottes*

En matière de conservation, la plupart des décisions concernant les grottes ornées sont prises en fonction d'une constatation et d'un postulat: cet art a traversé les millénaires jusqu'à nous, et, s'il nous est parvenu après 12 ou 20.000 ans, c'est que les conditions naturelles furent favorables à sa préservation. En conséquence, pour continuer à l'assurer, il ne faut surtout pas changer le moindre des paramètres. Nous devons veiller, de façon pragmatique, à garder autant que faire se peut la grotte en l'état, surtout éviter les agressions humaines, et, sauf accident, nous aurons toutes les chances de préserver ses oeuvres d'art pendant des siècles encore, voire des millénaires.

Il est certain que cette attitude empirique est toujours la plus sage, car nous sommes loin de connaître et de maîtriser les divers éléments qui concourent à conserver les parois et les représentations qu'elles portent.

Les situations dont nous avons hérité, cependant, ne sont pas figées à tout jamais et, de fait, ne l'ont jamais été. Les grottes ont subi de multiples agressions, à toutes époques, et pas seulement celles des hommes au cours du dernier siècle. Certaines, par exemple, ont vraisemblablement fait disparaître la totalité des peintures dans toute la partie antérieure d'une grotte largement ouverte aux éléments, comme à Pindal, même si nous ne pouvons que le conjecturer et si des études climatiques appliquées permettent à cet égard un degré plus ou moins fort de probabilité sans atteindre à la certitude absolue.

La caverne de Niaux, par ses divers avatars et la connaissance que nous en avons, illustre avec clarté ces problèmes de conservation et leurs conséquences, à la fois sur la préservation d'un patrimoine exceptionnel, sur son étude et sur son interprétation, ainsi que sur la politique à mener pour le sauvegarder. C'est pourquoi il n'est peut-être pas inutile de retracer l'historique de la grotte de ce point de vue un peu particulier.

LES HOMMES DANS NIAUX AVANT LA DÉCOUVERTE DES PEINTURES

Nous avons toujours tendance à penser qu'entre les derniers Magdaléniens et l'homme moderne les cavernes profondes n'ont pas été fréquentées, sauf dans le cas des grottes sépulcrales du Néolithique final et des périodes qui l'ont suivi. Cet attrait inusité pour les profondeurs dans le monde franco-cantabrique à une certaine époque correspond certes à une réalité sur laquelle A. Leroi-Gourhan a depuis longtemps attiré l'attention. Mais cette réalité n'est

manifeste à nos yeux qu'en raison des traces nombreuses et non équivoques laissées par les hommes à la fin du Pléistocène, conséquences de l'usage qu'ils assignaient à certaines cavernes comme réceptacles d'un art relativement pérenne car pariétal. Autrement dit, si postérieurement à leur passage d'autres hommes ont parcouru ces galeries avec des buts différents, nous aurons les plus grandes chances d'être dans l'incapacité absolue de discerner leurs traces, parce que trop ténues ou parce qu'elles se confondent avec celles de leurs prédécesseurs. Sans trop forcer l'imagination, on peut ainsi concevoir qu'à l'Holocène certaines cavernes aient été encore fréquentées à l'occasion, que la longue tradition paléolithique n'ait pas complètement disparu, bien que la mode fût passée de tracer animaux et signes sur les parois, et cela quels que fussent les motifs de ces incursions tardives.

A Niaux même, nous ne disposons d'aucune preuve de tels faits. En revanche, ils sont parfaitement attestés dans la caverne la plus proche, celle du Réseau Clastres, dont l'entrée présumée se trouve à 300 m environ de celle de Niaux (Clottes et Simonnet, 1990). Seule l'excellente conservation de ces galeries découvertes en 1970 a permis d'observer près de 500 empreintes de pieds, de nombreux charbons, etc. (Clottes et Simonnet, 1972). Notre première impression fut celle d'une totale homogénéité et, la grotte étant ornée dans le même style que le Salon Noir, nous fûmes dès l'abord persuadés que tout datait du Magdalénien et probablement d'une seule et unique visite. Une étude minutieuse des empreintes conservées et surtout l'analyse ^{14}C des charbons prouvèrent cependant que plusieurs visiteurs s'étaient succédés dans ces profondeurs à plusieurs millénaires de distance, puisque les dates obtenues se groupaient en deux grandes séries à peu près cohérentes (4 entre 9.500 et 10.150 bp et 4 entre 4.590 et 5.650 bp), outre une date isolée de $7.420 \text{ bp} \pm 140$ (Clottes et Simonnet, 1990, p. 132).

Ce qui s'est passé dans le Réseau Clastres n'a pas pu ne pas avoir lieu à Niaux, dont le porche est si évident dans le paysage. C'est dire que des visiteurs holocènes ont selon toute probabilité parcouru ces galeries, piétinant et détruisant les traces magdaléniennes. La partie antérieure de Niaux fut même habitée, puisque des poteries ont été découvertes dans le grand chaos rocheux de la première salle, et qu'un niveau à poteries fut mis au jour, sous 25 cm de tuf, par Cartailhac et Breuil en 1907, puis par R. Simonnet en 1972 (cf à ce sujet Pales, 1976, p. 11), et cela à 200 m de l'entrée, loin dans l'obscurité. La conséquence en est qu'il est impossible de dater les empreintes d'enfants conservées dans un diverticule de la Galerie Profonde, non plus que celles anciennement signalées au Salon Noir (Cartailhac et Breuil, 1908, p. 44; cf. Pales, 1976, p. 17-19 et p. 144).

* Conservateur Général du Patrimoine. 11 rue de Fourcat. 09000 Foix.

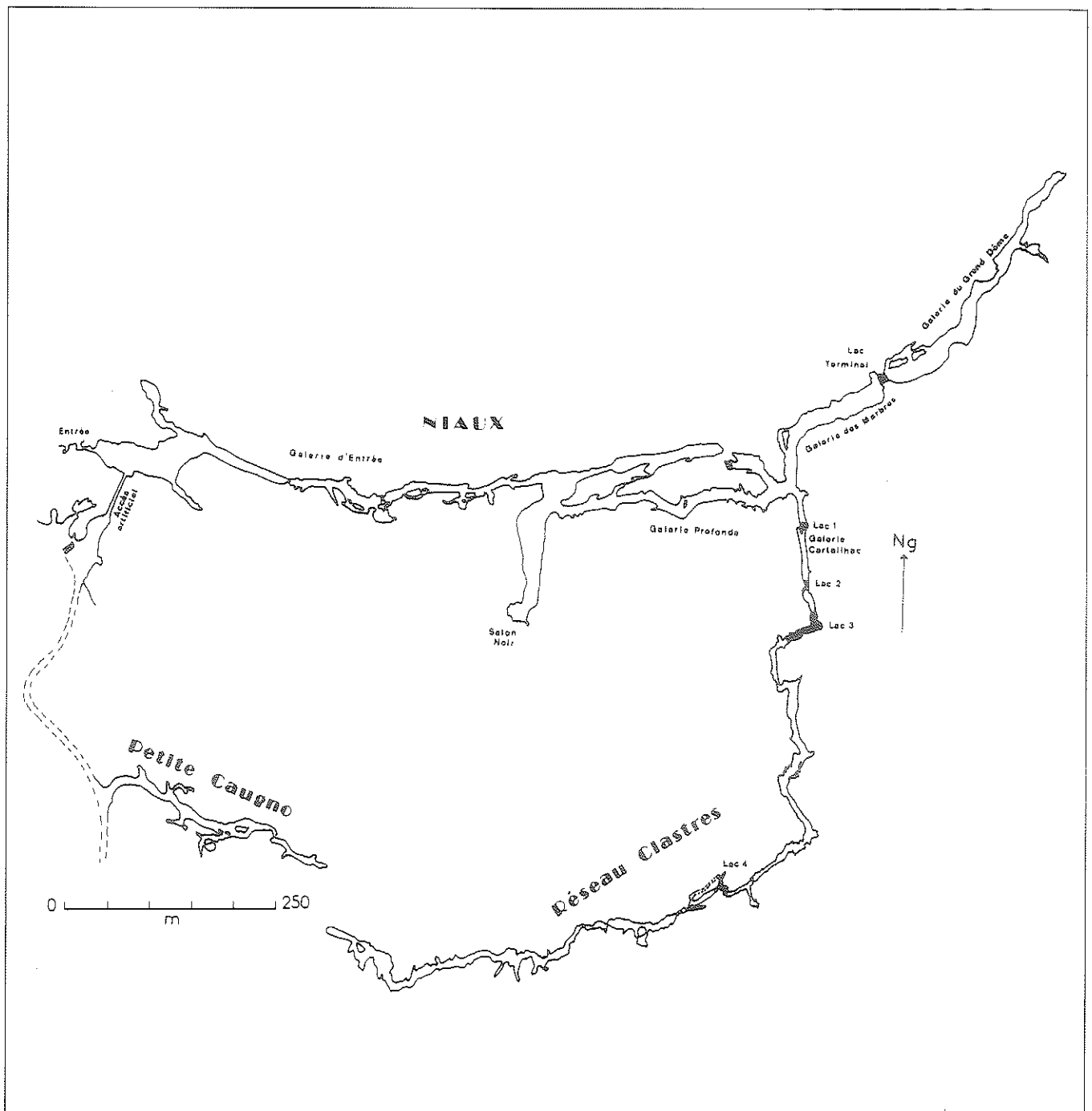


Fig. 1.—Plan des grottes de Niaux.

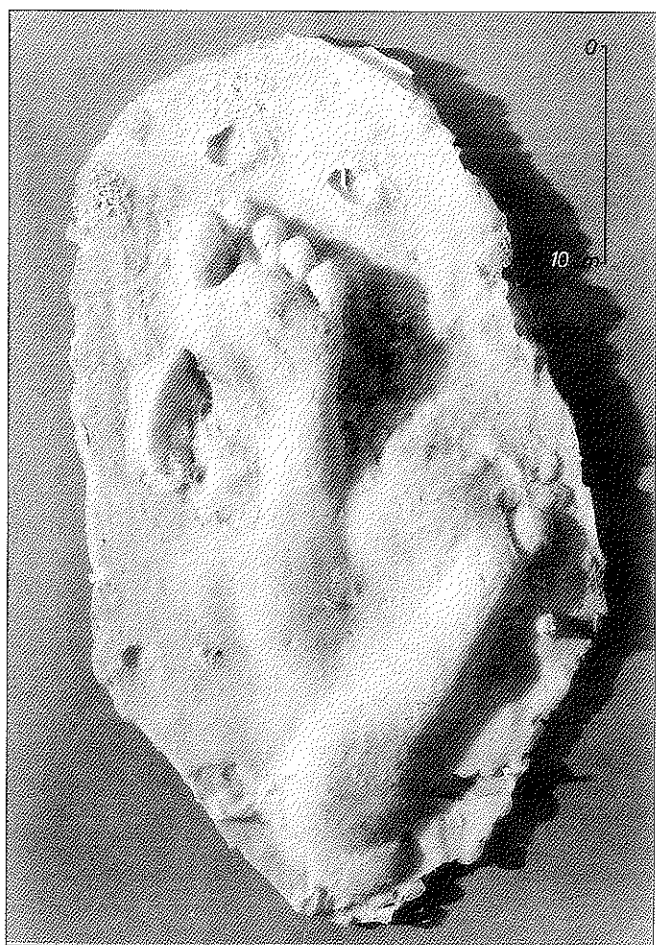


Fig. 2.—Contre-moulage d'empreintes d'enfants conservées dans un diverticule de Niaux, étudiées par L. Pales, M. de Saint-Péreuse et M. Garcia. Photographie Dr. L. Pales. D'après *Gallia Préhistoire*, C. 16, 1973, 2, p. 496, fig. 18.

Après les porteurs de ces poteries encore indatées, si des hommes sont venus dans la grotte nous n'en savons rien, jusqu'au début du XVII^e siècle, où les graffiti commencent à fleurir sur les parois (la plus ancienne inscription est de 1602; cf Simonnet, 1980, p. 31). Dès lors, les signatures, les dates, voire des commentaires de tous ordres constellent les galeries. Ces visiteurs, sans le savoir, ont bien entendu détruit les empreintes de pas, magdaléniennes et/ou protohistoriques qui devaient abonder sur les sols souvent sableux de Niaux. Ils ont dû également faire disparaître de nombreuses gravures tracées dans l'argile, car nous constatons que *tous* les emplacements où de telles

gravures se sont conservées (Salon Noir et de part et d'autre du Salon Noir, Galerie Profonde, Galerie de l'Eboulis) se trouvent dans des renforcements, des endroits écartés, sous des avancées de la paroi, bref en des lieux naturellement protégés, à l'écart des zones de passage normales.

Les nombreux graffiti ont à l'occasion affecté des panneaux ornés et été directement tracés sur des œuvres d'art, qu'il s'agisse de signes (les bâtonnets rouges au fronton du diverticule des gravures dans la Galerie d'Entrée) ou d'animaux (plusieurs bisons du Salon Noir, mais surtout le grand cheval noir près du Lac Terminal, au point que dans son cas certains traits du XIX^e siècle peuvent facilement se confondre avec le dessin magdalénien et y être incorporés). Le caractère éminemment nocif de ces graffiti, et les confusions qu'ils sont susceptibles d'engendrer, s'est manifesté de façon éclatante au Salon Noir, où l'altération progressive d'une ancienne signature sur le panneau du Cerf la transforma en une "figure" qui fut interprétée par d'éminents préhistoriens comme une représentation féminine magdalénienne et publiée comme telle (cf à ce sujet Clottes, 1986-1987, p. 60 et fig. 9; p. 62; Clottes, 1989, p. 43 et fig. 1-8, p. 44).

Le tourisme antérieur au XX^e siècle a également eu pour conséquence des destructions de l'environnement, comme R. Simonnet l'a établi (1980, p. 31 *et seq.*). Dès les débuts du siècle dernier, les grottes du Bassin de Tarascon-sur-Ariège, y compris Niaux, font l'objet d'une véritable exploitation touristique, afin de répondre aux désirs des curistes séjournant à la station thermale d'Ussat-les-Bains et pour tirer quelque profit de leur présence. Le guide est obligatoirement "un habitant de la commune lié à celle-ci par un contrat et payant redevance" (*op. cit.*, p. 31). Il fournit l'éclairage, torches de vieux linges et bottes de paille, dont la pratique fut interdite seulement en 1904 dans le cahier des charges de l'adjudication de Lombrive, qui stipule qu'"il ne pourra être brûlé ni paille, ni foin ou autres objets produisant une fumée épaisse de nature à noircir et dégrader l'intérieur de la grotte. Le fermier sera tenu de se servir de chandelles et de bougies" (*op. cit.*, p. 32). Il faut croire que bien des abus et des dégradations avaient eu lieu au cours des décennies précédentes pour entraîner pareille mesure écologique à une date aussi précoce...

Les concrétions de Niaux payèrent un lourd tribut à ces visites intéressées. Une inscription, dans la Galerie d'Entrée, précise que "la grotte fut ravagée en 1820", faisant sans doute allusion aux pratiques de l'époque, où stalagmites et stalamites étaient systématiquement brisées et enlevées pour être mises en vente aux bains d'Ussat, ce à quoi le Maire de Niaux s'opposa justement en 1820, avant de placer à l'entrée, à ses frais, une porte "en coeur de no-

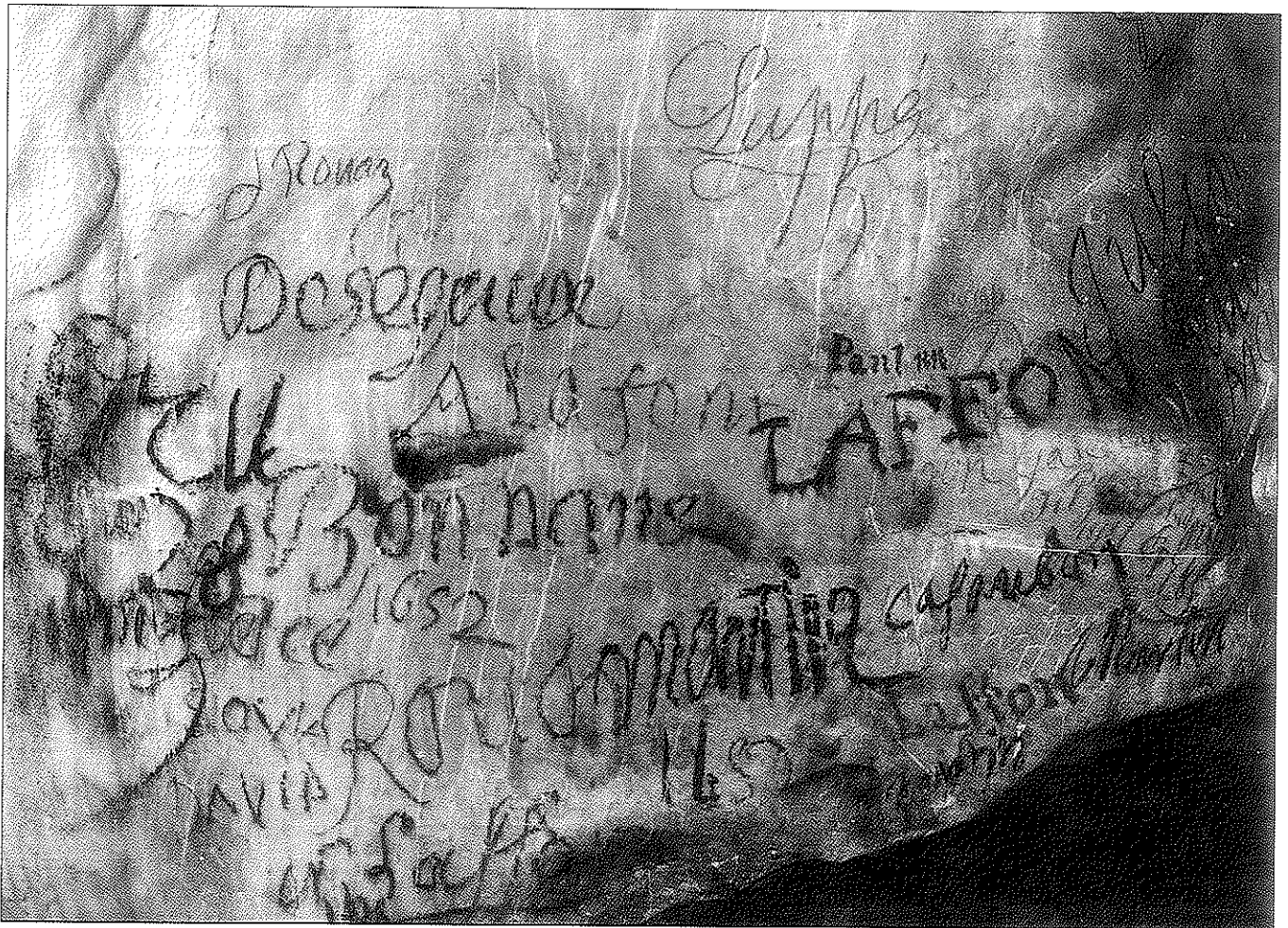


Fig. 3.—Quelques-uns des très nombreux graffiti anciens (XVII^e siècle) sur les parois de Niaux. Cliché J. Clottes.

yer”, ainsi que le rappelle une délibération du Conseil Municipal de Niaux d’Octobre 1844 (Simonnet, 1980, p. 33). L’aspect des galeries fut donc considérablement modifié et il n’est pas exclu que des tracés préhistoriques aient alors été détruits, puisque l’on connaît au moins un petit bâtonnet rouge placé intentionnellement au milieu d’une plaque concrétionnée dont la blancheur tranche sur la couleur plus sombre de la paroi avoisinnante (entrée de la Galerie Profonde). Si d’autres concrétions ont été ainsi marquées, nous l’ignorons toujours.

Il n’est pas jusqu’à l’entrée qui fut (déjà!) modifiée: dans la délibération de 1844, il est fait allusion à des travaux pour “déboucher l’entrée (...) dont l’accès était très diffi-

cile et où l’on ne pouvait entrer qu’avec danger, à l’aide d’une échelle à main” (document communiqué par L. Gratté).

GESTION ET DEVENIR DE LA GROTTÉ DE NIAUX DEPUIS 1906

Le 21 Septembre 1906, le Commandant Molard et ses fils découvraient les peintures et Niaux entraînait dans l’histoire. D’emblée, ils explorèrent les moindres recoins et, dès la seconde visite, ramassèrent tous les vestiges gisant à la surface du sol: “Nous y avons trouvé, au pied des parois illustrées, reposant à la surface, et sans la moindre trace

de souillure, comme si on venait de les y placer, de petits silex travaillés, entre autres un minuscule grattoir qui est un véritable bijou, un morceau d'ocre portant encore l'empreinte des doigts qui l'ont jadis pétri, etc'' (Molard, 1908, p. 184). A ces découvertes, faites par Jules Molard, s'ajouta "une tête d'os calciné" (p. 186), ainsi que d'autres vestiges signalés par Cartailhac et Breuil (1908, p. 45): "A notre tour nous avons recueilli quelques éclats, des débris d'os brûlés indéterminés, un petit morceau de bois de renne fort altéré, de menus blocs d'ocre jaune qui furent peut-être utilisés, le tout dans une très légère couche de cendres charbonneuses concentrées dans une dépression, vestiges d'un foyer promptement éteint, d'un seul repas semble-t-il" (*id.*; cf aussi Breuil, 1950, p. 32-33).

On ne saurait tenir rigueur aux inventeurs et aux préhistoriens de l'époque de n'avoir prêté qu'une attention aussi succincte à un contexte archéologique dont la valeur n'a été reconnue que des décennies plus tard. Il n'empêche que ce contexte fut immédiatement détruit: les quelques lignes citées sont tout ce qu'il en reste. Nous ne connaissons même pas l'emplacement exact des trouvailles, et les objets eux-mêmes n'ont été ni publiés ni conservés.

Au moment de la découverte, les sols ont dû être copieusement piétinés, car les inventeurs vont naturellement partout, dans les plus petits recoins: "Sous ce vide, dans ces niches, les artistes préhistoriques se sont infiltrés pour dessiner leurs bêtes. Et nous faisons comme eux; et tantôt debout, tantôt sur le dos, sur le côté, etc., nous admirons presque autant les dessins que certains de leurs emplacements" (Molard, 1908, p. 181-182). Or, les gravures sur le sol du Salon Noir ne furent remarquées par E. Cartailhac et H. Breuil qu'en 1907, et Molard mentionne à ce propos que ces dessins "sont malheureusement fort abîmés par les pieds des visiteurs" (p. 187).

En revanche, le Commandant Molard fut exemplaire en annonçant le jour même la découverte à un préhistorien compétent, le Dr. Garrigou, celui qui nota dans ses carnets en 1864 à propos de Niaux: "Il y a des dessins sur la paroi; qu'est-ce que cela peut bien être?" (Molard, 1908, p. 185, note 2), tout comme en acceptant que le plus éminent spécialiste de l'époque, le Pr. E. Cartailhac, vienne sur place et, avant d'en faire l'étude avec le jeune Abbé Breuil, prenne toutes les précautions voulues pour protéger la caverne: "A la suite de cette visite, il fut convenu, de concert avec M. le Dr. Garrigou, que, pour éviter toute détérioration, la découverte serait tenue secrète jusqu'au jour où nous aurions pu faire fermer la grotte et obtenir que sa location nous fût accordée." (*op. cit.*, p. 186-187).

Dès 1907, "mû, sans doute par la charitable intention de permettre aux visiteurs de voir tous les dessins, en les

dispensant de ramper pour cela sur le dos et sur le ventre comme il avait dû le faire lui-même la première fois que nous les lui avons montrés, peut-être aussi pour favoriser la prise des vues photographiques ou le calque des dessins, que sais-je? M. Cartailhac a fait creuser le sol de cette salle, d'une large tranchée qui en a complètement changé l'aspect général et le caractère" (Molard, 1908, p. 184). Dans leur étude de 1908, Cartailhac et Breuil précisent (p. 22): "Une grande surveillance des visiteurs sera toujours nécessaire vu la fragilité des dessins. Nous avons déjà, pour les mettre hors de portée des chapeaux et des mains et des flammes de bougie, procédé à l'abaissement du sol". Quelle que fût la raison de ces travaux, et sans doute plusieurs se conjuguèrent dont la volonté de protéger les peintures, un an après la découverte l'aspect des lieux était irrémédiablement transformé, le contexte archéologique détruit, les conditions climatiques modifiées. Ces aménagements, à tous égards regrettables mais sur lesquels on ne saurait à présent revenir, furent comme le rappela le Dr. Pales (1976, p. 13), vivement déplorés par le Commandant Molard, les petites rosseries dans le ton de sa phrase ci-dessus citée en témoignent, tout comme les lignes suivantes qui gardent leur actualité et font honneur à la justesse de son jugement: "Du moment où l'on avait la rare bonne fortune de posséder un 'monument' préhistorique *absolument tel qu'il était* à l'époque même où il fut exécuté, il semble qu'il aurait dû être intégralement respecté dans toutes ses parties, et que l'on n'aurait dû, ni en changer la physionomie, ni en modifier l'aspect, sans raisons tout à fait sérieuses" (Molard, 1908, p. 184-185).

En Janvier 1910, la location de la caverne aux préhistoriens vint à son terme et ceux-ci la remirent "entre les mains de l'Etat, non sans tristesse" (Cartailhac et Breuil, 1908, p. 22, note 1), craignant pour sa conservation. La grotte de Niaux, en effet, appartient à l'Etat, étant située sous un terrain domanial. Jusqu'en 1965, elle fut visitée sur rendez-vous, sous la conduite d'un guide responsable, le dernier en date ayant été pendant de longues années René Clastres; il succéda à son père qui lui-même accomplit cet office pendant plus de 30 ans. La marche d'approche de 20 minutes, du village de Niaux à la grotte, par un sentier escarpé, restreignait considérablement le nombre des visiteurs, qui ne fut que de quelques centaines par an. Juste avant l'ouverture de la route, il atteignait entre 1.000 et 1.200 annuellement. La visite se faisait alors à la lampe à carbure, ce qui n'avait guère de conséquences, étant donné le faible nombre des touristes et la surveillance dont ils faisaient l'objet. Malgré cela, les dates de certains graffiti témoignent de passages incontrôlés, la porte étant parfois forcée.



Fig. 4.—Le bison aux cupules, gravé sur l'argile. La photographie déforme l'animal dans le sens de la longueur, mais montre bien les dégâts subis.
Cliché J. Clottes.

Quelques actes de vandalisme, heureusement assez rares, amoindrirent les dessins au sol dans le Salon Noir, mais surtout le Bison aux Cupules qui fut détourné et dont la ligne de dos fut détériorée. Selon des échos recueillis localement, cet acte serait imputable à un visiteur indélicat au cours de la dernière guerre, qui aurait "suivi" les contours du bison avec sa canne. En revanche, les traces de culs de lampes au plus près de la gravure d'aurochs sur le sol de la Galerie de l'Eboulis datent des tout premiers temps de l'étude et sont imputables aux préhistoriens d'alors, puisqu'on les voit sur une photographie publiée en 1908 (Cartailhac et Breuil, 1908, fig. 28, p. 41; les auteurs mentionnent ingénument dans la légende: "On peut voir aux empreintes des lampes que le sol n'est pas très dur").

On ne sait à quelle époque disparurent les empreintes "fort anciennes" signalées "en deux points (...), l'empreinte des genoux nus d'un homme qui avait rampé sous une voûte basse et celles de nombreux pieds également nus, appartenant à des adultes et à des enfants" (Cartailhac et Breuil, 1907). En 1908 (p. 44), les mêmes auteurs précisent que "des empreintes de pas, le creux laissé par des pieds nus" se trouvaient près des truites gravées sur le sol non loin du Salon Noir. Plus rien ne subsiste de ces traces qui ne furent jamais autrement décrites, et dont nous n'avons ni photographies ni relevés.

Les aménagements pour la visite furent relativement mineurs, contrairement à ce qui s'est vu dans de nombreuses grottes ornées ouvertes au public: creusement d'un esca-



Fig. 5.—Aurochs gravé sur le sol dans la Galerie de l'Eboulis. L'arrière-train a été détruit. Des traces de lampes se voient en avant de la tête. Cliché J. Clottes.

lier dans un massif stalagmitique et installation d'une porte métallique en haut de celui-ci; pose de barrières pour entourer et protéger les principaux emplacements ornés. Certains, cependant, nous font frémir, comme ces gros pitons en fer profondément enfoncés dans la paroi presque à toucher les signes du "Panneau Indicateur" au Grand Carrefour, sans aucun doute ainsi scellés pour soutenir un grillage protecteur.

Les conditions changèrent, de façon beaucoup plus drastique, dans les années soixante. La grotte fut alors concédée par l'Etat au Département de l'Ariège, à charge pour ce dernier de construire une route d'accès, d'aménager parking et entrée et d'organiser les visites. A l'intérieur, des fortes et lourdes grilles de protection furent alors mises en place (1965), car les barrières précédentes consistaient simplement en des chaînes tendues entre des poteaux, insuffisantes pour contenir des groupes nombreux.

Les modifications majeures concernèrent le porche et l'entrée de la grotte. L'on savait, par les travaux de Maurice Martel dans un abri contigu, que le porche recélait les restes d'une longue occupation protohistorique. Les travaux de la route avançant très lentement, MM. Martel et Clastres pensaient qu'il n'y avait pas d'urgence. Or, l'entrepreneur désirent accélérer les travaux fit "monter un bull-dozer, sur des éboulis calcaires instables et au prix des pires difficultés" jusqu'au porche afin d'y établir un second chantier; ces dispositions furent prises à l'improviste sans prévenir personne. C'est ainsi que "le bulldozer a procédé, à l'insu de tous, au nivellement du sol de la Grande Caugne et a entamé plusieurs foyers à céramiques dont la présence n'avait pas été décelée au cours des sondages préliminaires de M. Martel "(in Rapport de L. Méroc, Directeur des Antiquités Préhistoriques, en date du 4 Avril 1964). Ce malheureux concours de circonstances entraîna donc la destruction des occupations les plus récentes sur tout l'avant de la grotte.

Quant au tunnel artificiel qui relie le porche à la première grande salle de Niaux, il fut creusé, à la même époque, malgré l'avis défavorable de L. Méroc, repris par S. Stym-Poper, Architecte-en-Chef des Monuments Historiques: "La grotte de Niaux est un monument que nous devons conserver intact. En créant une nouvelle entrée, on modifie fondamentalement sa configuration et on altère gravement sa signification historique. Or, il est très facile d'éviter cette création et de se servir de l'entrée primitive en aménageant un sentier en corniche entre celle-ci et l'emplacement du garage projeté. La distance entre ces deux points serait de l'ordre de 200 à 250 m, ce qui est négligeable pour n'importe quel piéton. Le paysage qu'on découvrirait en empruntant ce sentier est un des plus beaux de la région et justifierait à lui seul la promenade à pied». Ces avis de bon sens ne furent pas suivis et le tunnel fut creusé, pour la commodité des touristes et pour court-circuiter à l'intérieur de la grotte une zone basse qui s'inonde fréquemment au printemps.

Ce tunnel fut violemment critiqué par le Dr. L. Pales qui y voyait "une véritable seringue à injection" (Saint-Blanquat, 1971, p. 417). Selon lui, l'accès primitif disposé en baïonnette constituait une sorte de filtre pour les bactéries extérieures, alors que depuis 1965 elles "ont un accès direct à la galerie principale. Résultat: le phénomène de pourriture des parois exposées a fait un bond en avant spectaculaire. Depuis l'ouverture de cette nouvelle entrée, la corrosion progresse de 10 à 20 m tous les ans. Aujourd'hui, la pourriture est à mi chemin des célèbres peintures du Salon Noir" (*op. cit.*, p. 420) (cf. aussi Pales, 1976, p. 10, note 3). Fort heureusement, ces sombres pronostics ne se sont pas réalisés. Si les parois des galeries sont effectivement corrodées sur 200 m environ (jusqu'à l'étroit passage en haut de la stalagmite fermée par la porte rouge), il est impossible de dire, faute d'observations scientifiques antérieures, si le phénomène a été aggravé par le tunnel. Il est certain en outre que les parois après la porte rouge n'ont pas subi de dommages apparents vingt ans après que ces lignes fussent écrites. D'ailleurs, "au niveau de la porte rouge généralement aucune ventilation n'est sensible" (Mangin et Andrieux, 1988, p. 91). Il n'empêche que l'ouverture du tunnel fut une erreur regrettable qui ne serait sans doute pas commise de nos jours. Nous n'avons aucun moyen de savoir si, à très longue échéance, les perturbations inévitables que cette nouvelle ouverture a infligées au biotope se révéleront ou non nocives (Clottes, 1973-1974, p. 10).

Au cours de sa longue histoire le climat de Niaux a subi d'autres agressions. En 1925, J. Mandement voulut franchir la voûte mouillante du Lac Vert qui ne paraissait pas

trop profonde. Les deux plus grands spécialistes de l'époque, le Comte Bégouën et l'Abbé Breuil, lui conseillèrent "de crever le plancher stalagmitique de ce lac afin de faire écouler l'eau dans les parties inférieures de la montagne. Quelques cartouches de dynamite judicieusement placées firent baisser le niveau des eaux d'un mètre environ, laissant à découvert un petit passage" (Bégouën, 1934). Le parfait naturel avec lequel le Comte Bégouën retrace ces faits en dit long sur l'inconscience totale de l'époque en matière de protection de l'environnement souterrain. C'est ainsi que fut découverte la Galerie Cartailhac. Depuis, il est très rare que l'eau retrouve l'étiage qui était le sien avant ces travaux, et, lorsqu'elle le fait, cela ne dure pas, de sorte que le changement, là encore, est irréversible.

Le 13 Septembre 1953, le Spéléo-Club de l'Aude et de l'Ariège terminait une désobstruction en tranchée depuis Lombrive et effectuait la jonction entre les galeries de Niaux (vallée du Vicdessos) et celles de Lombrive (vallée de l'Ariège). La mise en liaison de ces vastes réseaux occasionna un courant d'air d'une force telle que l'on entendait à plusieurs mètres de l'excavation comme un bruit de turbine. C'est assez dire l'importance des modifications infligées au climat de la caverne. J'eus l'occasion de constater ce phénomène par moi-même, car ce passage, bien que rebouché immédiatement après la percée, fut clandestinement réouvert à plusieurs reprises (1971, 1977, etc.) par des amateurs de sports souterrains qui pénétraient dans Lombrive par effraction, et je dus intervenir pour qu'il soit enfin obturé, espérons-le définitivement, par des tonnes de sédiments versés sur la trappe. Un géologue spécialiste du karst, Ph. Renault (1983, p. 22; 1982, p. 128-129), exprima l'avis que ces arrivées d'air intempestives pouvaient être la cause déterminante des vermiculations qui affectèrent le Salon Noir en 1978-1979 (cf. *infra*), thèse cependant contredite par A. Mangin et Cl. Andrieux (1988, p. 90).

En 1970, à l'issue de plusieurs campagnes de pompages du Lac Vert et des Lacs 2 et 3 qui lui succèdent, des spéléologues désamorçèrent les siphons et découvrirent le Réseau Clastres (Clottes et Simonnet, 1972). Cette opération avait été autorisée localement, mais, chose étrange, sans que le Directeur des Antiquités Préhistoriques (L. Méroc) ou un quelconque responsable des Monuments Historiques aient été consultés ou prévenus. Les spéléologues qui firent cette découverte importante agirent donc seuls, sans le moindre contrôle. Dans ce cas aussi, la jonction brutale d'aussi vastes galeries séparées depuis des millénaires a entraîné des modifications du microclimat impossibles à évaluer, situation qui dura jusqu'à ce qu'une fermeture complète de la galerie en amont du Lac Vert puisse être édictée (été 1971). Dans le Réseau Clastres lui-même, les spéléo-

logues, pourtant dirigés par la guide-chef de Niaux, ne virent pas 16 plages à empreintes sur 17 au cours de leurs explorations répétées et systématiques, et ils piétinèrent et détruisirent des dizaines de traces de pas préhistoriques. Ils amenèrent dans la grotte une équipe de télévision qui utilisa entre autres des éclairages au magnésium, et ils opérèrent une coloration à la fluorescéine qui pollua pour longtemps l'une des poches d'eau pérennes et ses alentours: vingt ans après, les traces vertes demeurent.

Cette découverte, au cours de laquelle tant d'erreurs furent commises à divers niveaux, fut cependant l'occasion d'une recherche, exceptionnelle à bien des égards, sur le climat dans les karsts profonds et sur les paramètres qui le régissent. Le Réseau Clastres, en effet, de par son isolement que la montée des eaux lui fit vite retrouver, constituait un véritable laboratoire naturel qu'il fallait équiper pour qu'il transmette ses informations. Le Dr. L. Pales en eut l'idée. Je la réalisai grâce aux financements du Ministère de la Culture et du Département de l'Ariège. L'étude fut conçue et menée par les spécialistes du Laboratoire Souterrain du C.N.R.S. à Moulis (Ariège) (cf à ce sujet Clottes, 1973-1974; Pales, 1976, p. 16-17; Andrieux, 1977). A partir de 1972 et pendant des années, des capteurs thermiques reliés par un câble de 2 km à un enregistreur électronique extérieur, renseignèrent en permanence les chercheurs sur l'évolution du climat dans une salle où nul n'avait accès et dont les paramètres climatiques n'étaient donc en rien perturbés par des présences humaines.

En Mai 1974, une équipe de télévision allemande ayant été autorisée à filmer dans le Salon Noir, nous y installâmes un capteur thermique pour contrôler l'opération. Depuis, le Salon Noir est sous surveillance constante (C.N.R.S. de Moulis). Entre autres, ces mesures, corrélées avec celles du Réseau Clastres, ont mis rapidement en évidence la nocivité d'un afflux massif de visiteurs, les conditions à respecter, et la nécessité d'une réglementation stricte.

Celle-ci fut longue à obtenir. En 1970, j'avais participé à titre privé à une visite de Niaux où mon "groupe" comptait 83 personnes !... Pendant près de dix ans, la situation évolua, certes, mais peu à peu, malgré mon insistance à ce sujet et mes nombreuses demandes: les groupes passèrent à 35, puis à 30 personnes, sans limitation du nombre de groupes journaliers, ce qui était beaucoup trop, tant du point de vue des perturbations climatiques engendrées (cf Andrieux, 1988), que des actes de vandalisme, un guide ne pouvant efficacement contrôler plus de 20 personnes. Il fallut attendre la fin de 1978 pour que, à la suite des dégradations constatées et de leur tournure catastrophique, un règlement draconien soit enfin appliqué: 20 per-

sonnes maximum par groupe, 11 groupes maximum par jour en haute saison, avec des temps de repos entre chaque groupe.

Entretiens, outre les perturbations climatiques aux conséquences imprévisibles, des dégradations furent commises: jets de boulettes d'argile sur des peintures du Salon Noir, mais surtout très nombreux graffiti tracés sur les parois, tout le long du parcours, à l'aide des lampes à carbure toujours utilisées pour les visites. De sorte que, sur ses deux côtés, la Galerie d'Entrée jusqu'au Grand Carrefour fut jalonnée de noms, de dates, de dessins, de maculations diverses, et présente un aspect pollué, "usé", que n'ont pas les galeries profondes exclues du champ de la visite. En 1973, des inscriptions au noir de fumée furent même effectuées directement sur un panneau orné, celui des signes rouges après les "panneaux indicateurs" du Grand Carrefour. A la suite de quoi, de nouvelles grilles, sur le modèle de celles qui existaient, furent rajoutées.

Les visites à la lampe à carbure continuaient le système artisanal en usage avant la création de la route et l'afflux de touristes qui s'ensuivit. Assez curieusement, la poursuite de cette méthode répondit à l'origine à un souci de conservation et fut même recommandée par L. Méroc. En effet, Lascaux venait d'être fermé au public (1963) et la "maladie verte" due aux effets conjugués des visites nombreuses et de l'éclairage électrique à poste fixe hantait les conservateurs. Il fut donc décidé, par prudence, de ne pas installer l'électricité à Niaux. En outre, l'acétylène donne une lumière diffuse agréable, beaucoup moins dure que celle des lampes électriques. Mais ce qui convenait parfaitement à des groupes peu nombreux et rares devint vite vulnérant sous l'effet du tourisme de masse. En saison, un employé passait jours et semaines à vider et recharger les lampes, et le carbure usé s'entassait dans des containers malodorants et débordants sur le côté du centre d'accueil (Fig. 6). Les visiteurs, à raison d'un sur trois environ, étaient munis de lampes individuelles. Celles-ci, plus ou moins bien réglées et maniées, fumaient souvent. Les maladroits laissaient des traces en approchant trop près la flamme des parois. Quant aux "graffiteurs", ils avaient la tâche facile. Pire sans doute était l'effet de chaleur, en particulier lors de la visite du Salon Noir dont les peintures subissaient des chocs thermiques considérables chaque fois que le guide les montrait à l'aide d'une lampe à carbure à réflecteur, ce qui était le cas, en saison, jusqu'à 15 ou 16 fois par jour.

Là encore, il fut long et difficile de faire abandonner une méthode inadaptée et dangereuse mais qui subsistait par habitude et par commodité. Ce n'est qu'à partir de 1976 que les lampes à carbure furent progressivement rem-

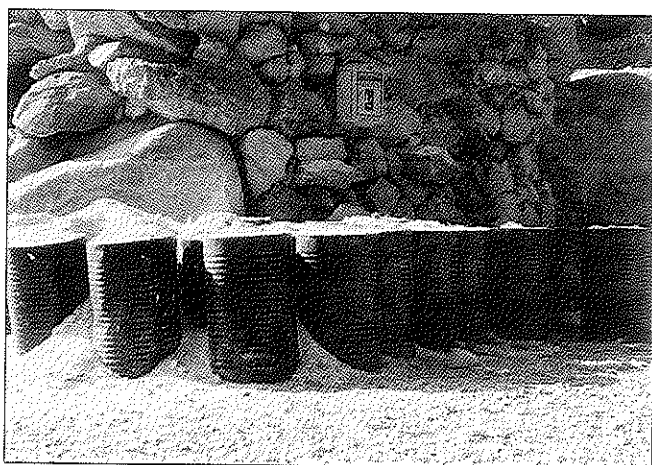


Fig. 6.—Les bidons débordant de carbure usé dans le porche de Niaux.
Cliché J.-L. Durbas.

placées par des lampes électriques à main, rechargeables, du type lampes de mineurs, encore employées aujourd'hui, qui allient innocuité totale et facilité d'emploi.

Malgré les dégradations citées dans la première partie de cet article, il est donc certain que Niaux a beaucoup plus souffert depuis 1906 qu'au cours des siècles qui ont précédé. Et cela malgré le désir de bien faire et l'indéniable bonne volonté de tous ceux qui en eurent la charge. Nombre de destructions sont la conséquence de décisions et d'actions motivées à l'origine par un souci de connaissance ou même de conservation, mais qui ont créé des situations irréversibles (travaux de Cartailhac au Salon Noir) ou inadaptées (visites à la lampe à carbure). L'homme moderne n'est cependant pas le seul responsable de l'attrition des oeuvres d'art préhistoriques, et la Nature a joué un rôle majeur dans ce domaine.

LES ATTEINTES DE LA NATURE: 1978, AVANT ET APRÈS

Contrairement à une opinion communément répandue dans le public, une caverne n'est pas un milieu conservatoire figé à tout jamais. Elle est soumise à des changements multiples, d'ampleurs très diverses: elle vit. Ces changements, pour être naturels, n'en sont pas moins parfois considérables, car ils bouleversent des conditions millénaires. Par exemple, nous ne savons pas si l'entrée naturelle de Niaux que nous connaissons actuellement était celle des magdaléniens ou s'ils ont pénétré dans la grotte par le porche en empruntant une autre entrée depuis longtemps ca-

chée sous les gigantesques éboulis holocènes. Le second cas, qui n'a rien d'improbable, signifierait que le colmatage de l'entrée primitive a complètement modifié le microclimat souterrain au moins dans toute la zone des entrées.

De nos jours, on constate des variations saisonnières assez fortes des nappes d'eau. Dans l'entrée, des poches d'eau peu profondes se forment au printemps et disparaissent au cours de l'été. En période de longues et grosses pluies, l'eau envahit certains fonds et peut y rester plusieurs semaines. Le niveau du Lac Terminal varie lui aussi et monte ou descend de plus de 1 m. Mais cela n'est rien en comparaison des traces anciennement laissées par l'eau sur les parois de la Galerie d'Entrée, jusqu'à 2 m de hauteur, témoignages de vastes lacs que l'on n'a plus jamais revus à l'époque moderne. Cartailhac et Breuil, qui n'avaient pas manqué de les observer (1908, p. 24-25), pensaient qu'ils avaient opposé un obstacle infranchissable aux hommes du Néolithique (p. 45-46), ce que nous n'avons aucun moyen de savoir.

Dans la Galerie d'entrée, avant la porte rouge, le sondage Breuil-Cartailhac-Simonnet a montré que le sol magdalénien primitif, fait de sables et de graviers glaciaires, se trouvait à 1,20 m au-dessous du sol actuel. Il fut recouvert d'un tuf épais, pendant les longues périodes où cette galerie fut ennoyée. La présence d'un lit de tessons grossiers à 0,25 m de profondeur prouve que ces conditions ont duré tardivement, mais avec des phases de sécheresse qui permettaient aux hommes de s'établir dans cette zone. Si des peintures y existèrent, il va de soi qu'elles ont depuis longtemps été détruites par les eaux. Ce fait contribue à expliquer l'absence totale de graphismes pariétaux dans la partie antérieure de la grotte. De même, nous constatons que les signes des "panneaux indicateurs" sont brutalement interrompus à leur base par les traces d'une ancienne nappe d'eau.

Juste à l'entrée de la Galerie Profonde, sur le fronton face au Grand Carrefour, se voient malaisément les restes presque entièrement effacés de deux bisons. L'un des animaux a également conservé quelques vestiges localisés de peinture sur la crinière. Une très fine pellicule calcitique couvre la paroi, sauf à l'endroit des traits peints qui ressortent ainsi en négatif et s'aperçoivent encore. Sans ce phénomène, il serait impossible de dire que cet emplacement fut jadis orné. Dans ce cas, l'exposition au courant d'air est sans doute responsable des dégâts. D'ailleurs, une inscription ancienne toute proche est également en voie de disparition.

Ce même phénomène, peinture disparue apparaissant en négatif avec une lumière frissante grâce au dépôt sélectif de la calcite, fut remarqué au Salon Noir dès la décou-



Fig. 7.—Les efflorescences stalagmitiques du Panneau IV recouvrent partiellement la plupart des représentations, comme ce cheval. Cliché J. Clottes.

te: "Des figures d'animaux ayant été lavées ont moins résisté que les autres, le noir est effacé. Néanmoins on peut encore à l'aide d'un jeu de lumière en retrouver l'image" (Cartailhac et Breuil, 1908, p. 33; cf aussi p. 34 et Breuil, 1952, p. 31).

Les mêmes auteurs remarquèrent également les "nombreuses efflorescences stalagmitiques" (p. 27) qui recouvraient divers animaux, surtout sur le quatrième panneau de droite à partir de l'entrée, non pas pour déplorer la perte de certains détails, mais pour donner une preuve de l'ancienneté des peintures (p. 32-33). Ces concrétionnements très blancs (Fig. 7) ont donné quelque inquiétude: en 1971, le Dr. L. Pales pensa qu'ils se multipliaient dangereusement. Des pieds fixes furent installés à demeure et des photographies prises à intervalles réguliers pendant des années

(P. Vidal, du Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques), sans déceler la moindre augmentation. La comparaison effectuée avec des photographies anciennes fut tout aussi négative.

En revanche, l'action des ruissellements sur les peintures fut beaucoup plus nocive. Lorsque l'on examine de très près les représentations, on constate qu'il reste en fait très peu de pigment, même sur celles qui sont en apparence les mieux conservées: l'oeil supplée instinctivement aux manques pour voir un tracé continu là où ne subsistent que des traces noirâtres irrégulières et disjointes. De plus, nombreux sont les animaux mutilés par les écoulements. Ainsi, les deux bisons du Panneau I sont très affaiblis, surtout celui de gauche; sur le Panneau II, la tête du grand bison n'existe plus: on ne la voit pas du tout en lumière

directe, mais on en devine les traits (cf *supra*) avec un éclairage très rasant; au fronton du Panneau III (celui du cerf), une grande patte de bison et quelques longs poils sont tout ce qui reste d'un grand animal dont la majeure partie du corps a été complètement effacée (Beltrán, Gailli, Robert, 1973, p. 121); dans le Cul-de-Four (Panneau V), les dégâts anciens sont nombreux, surtout sur la paroi gauche où ils rendent peu visibles 3 bisons (Fig. 8) et un cheval, mais ils affectent également plusieurs autres animaux; sur le

Panneau VI, le dernier à gauche, la tête d'un bison a disparu et un petit bison à l'extrême gauche en bas (n° 17 de Beltrán *et al.*) n'est plus qu'imperceptible. Cette longue énumération montre que tous les panneaux du Salon Noir ont ainsi souffert, à l'exception du Panneau IV, celui où se trouvent les microconcrétionnements.

Nos prédécesseurs se sont inquiétés des arrivées d'eau, et ils ont tendé d'y remédier de façon pragmatique. Dans les années trente, une large gouttière fut creusée dans la

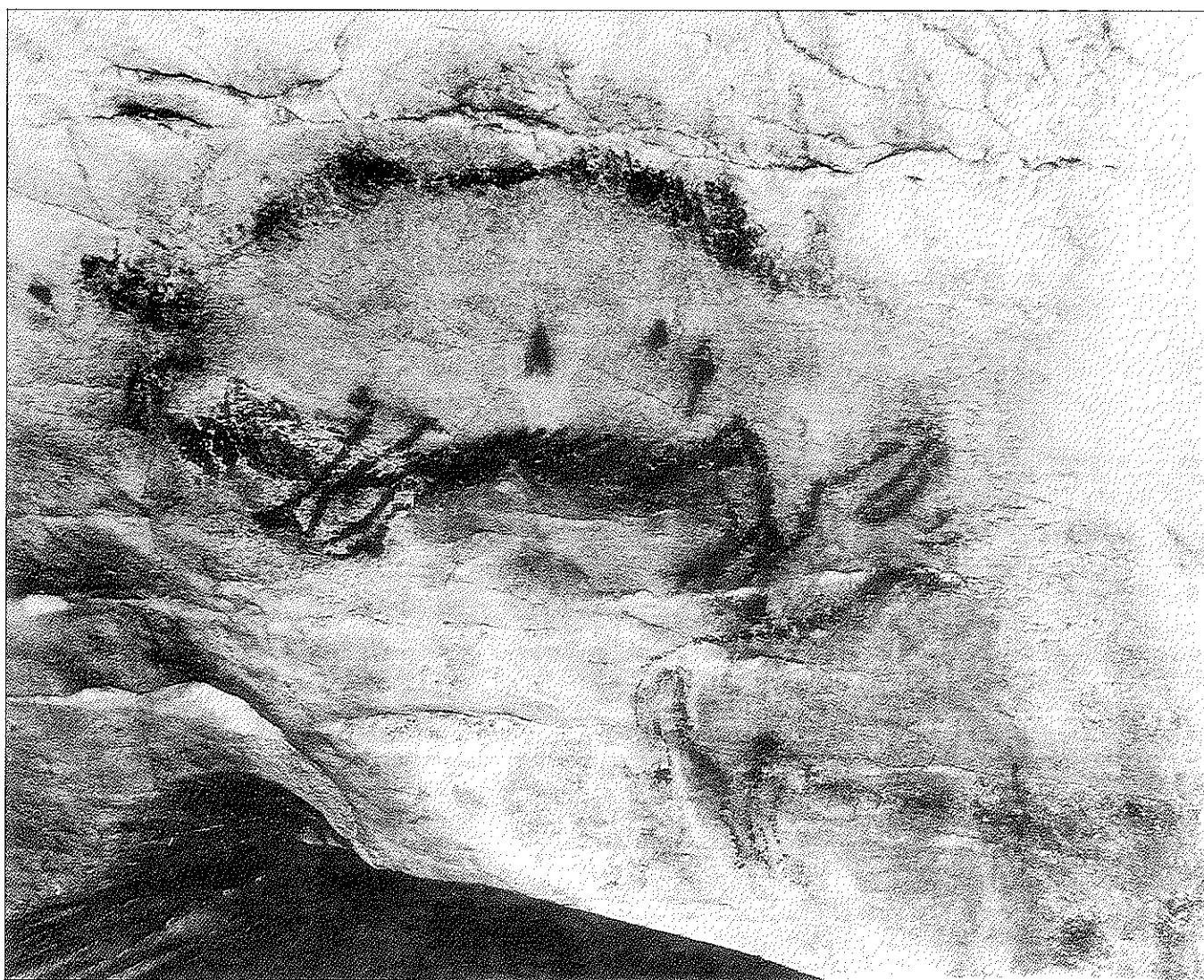


Fig. 8.—Dans le Cul-de-Four (Panneau V), plusieurs animaux, comme ces deux bisons, ont été en partie détruits antérieurement à la découverte par des ruissellements. Cliché J. Clottes.

roche au burin et au marteau sur tout le contour supérieur du Panneau VI pour dériver les eaux et les boues provenant d'un large écoulement dans la voûte. En 1957, le Dr. A. Sahly décrit dans une lettre à L. Méroc un petit bison du Cul-de-Four (n° 61 de Beltrán *et al.*) comme "entièrement délavé" et en voie de disparition en raison des ruissellements de cette zone. Il le protégea alors de sa propre initiative avec un auvent en demi-cercle fait avec du ciment de dentiste. Cet auvent est toujours en place (Fig. 9) et le petit bison est bien conservé; si ce n'est que des calcifications identiques à celles du Panneau IV se sont formées sur la paroi à son niveau. Par contre, un petit cheval situé à proximité immédiate (n° 59 de Beltrán *et al.*), ne fut pas isolé, bien que je l'aie demandé à plusieurs reprises (en 1974

et en 1979), et il disparut complètement entre 1979 et 1981. Le Dr. Sahly, en 1963, proposa d'étendre cette protection par auvent aux autres peintures du Salon Noir et sollicita pour ce faire un crédit de 4.500 F, mais son procédé n'entraîna pas la conviction et il ne fut pas donné suite à sa demande.

Depuis 1906, cependant, ce type de dégradation n'intervint pas à ma connaissance, à l'exception du trait sous le museau du grand cerf, dont je constatai la disparition partielle en 1974. La situation était considérée comme stable. Elle le resta jusqu'en Juillet 1978 où les guides de la grotte s'aperçurent que des vermiculations noirâtres se formaient rapidement aux dépens des peintures sur certains panneaux (fronton du Cul-de-Four et cheval à droite au



Fig. 9.—Sur ce cliché pris en 1979, on voit à droite le petit bison protégé par un auvent par le Dr. Sahly, et à gauche un cheval déjà très effacé qui a depuis complètement disparu. Cliché J. Clottes.



Fig. 10.—Les vermiculations au niveau des bois et de la ligne de dos du grand cerf. Cliché J. P. Kauffmann. D'après *Gallia Préhistoire*, t. 24, 181, 2, fig. 1, p. 526.

fond). En Mai-Juin 1979, les dégâts s'étendirent au Panneau III (2 bisons et un bouquetin; puis ensemble cerf-chevaux).

Ayant en mémoire la tentative du Dr. Sahly, je proposai à la Commission Supérieure des Monuments Historiques d'installer des auvents pour détourner les eaux de ruissellement. Ce projet fut réalisé fin Juin-début Juillet 1979 par M. Garcia, aidé de F. Rouzaud, avec des élastomères et sous forme de micro-stalagmites, c'est-à-dire dans le même esprit mais selon des modalités bien supérieures à ce qui avait été primitivement envisagé. Les dérivations avec élastomères furent modifiées à la demande au fil des années en fonction des nécessités. Un peu plus tard (Juillet 1989), l'équipe du CNRS de Moulis installa un drain efficace au Cul-de-Four (fronton), puis, au cours des années suivantes, ils protégèrent par des auvents en ciment le Panneau VI, après nettoyage du larmier et dérivation des eaux provenant des voûtes, ainsi que le Panneau III, avec des gargouilles permettant à l'eau de s'écouler avant d'atteindre la paroi peinte. Ces mesures pragmatiques évitèrent le renouvellement du processus destructif.

D'autres dégâts furent constatés par la suite, mais ils furent mineurs par comparaison avec ce qu'il advint en 1978-1979: crinière d'un bison tout à gauche du Panneau VI (fin 1980), trait noir à droite d'un petit cheval sur le Panneau IV (fin 1981), dégradation partielle du trait matérialisant le poitrail du cheval-félin sur le Panneau III (fin 1982), affaiblissement de certains traits sur un bison et un cheval du Panneau IV (août 1983).

Cette catastrophe (cf détails in Clottes, 1980) a surpris par son ampleur et son caractère rapide et brutal: le processus, une fois déclenché, allait jusqu'à son terme en quelques jours ou quelques semaines sans qu'on puisse l'arrêter. Elle posa de graves problèmes de méthode et de déontologie qu'il fallut résoudre dans l'urgence. Il n'est pas sans intérêt d'en évoquer certains.

D'abord, il fallut parer au plus pressé, c'est-à-dire protéger les oeuvres d'art. Cela fut fait, comme je viens de le retracer, au moyen de diverses méthodes empiriques et au coup par coup. Dans l'ensemble, et malgré d'inévitables tâtonnements, ce fut un succès.

Il fallait aussi comprendre les phénomènes pour mieux les contrôler et surtout s'assurer contre leur retour. Dans le cadre de la Commission Supérieure des Monuments Historiques fut créée une Commission Scientifique de la Grotte de Niaux, d'abord sous la présidence de J. Queguiner auquel succéda rapidement M. Brézillon, puis sous celle de H. Schoeller, enfin sous celle de M. Campy puis de J.

Clottes. Dans cette Commission furent nommés des préhistoriens, des physiciens et des géologues ou climatologues spécialistes du milieu souterrain.

Dans un premier temps, le Laboratoire Souterrain de Moulis analysa l'eau ruisselant sur les parois afin de déterminer son origine. Il apparut assez vite qu'il s'agissait d'une eau d'infiltration et non de condensation, ce qui faisait porter la responsabilité du phénomène non pas aux visiteurs mais à la nature, et d'autre part que la composition chimique de cette eau était normale. Ces résultats favorisèrent l'acceptation du projet de dérivation présenté au printemps 1979.

Ils eurent également des incidences sur la politique à mener concernant le devenir de Niaux. La question se posa en effet de la fermeture de la grotte à titre conservatoire. Elle prit davantage encore d'acuité et un caractère public lorsqu'une campagne par voie de presse et d'affiches eut lieu au cours de l'été 1979, imputant les dégâts aux touristes, ainsi qu'à l'usine d'incinération d'ordures ménagères construite entre Tarascon-sur-Ariège et Niaux, à 1.200 km de l'entrée de la grotte. La création de cette usine en 1974 par le Maire de l'époque qui s'obstina à conserver cet emplacement malgré les avis défavorables du Conservateur Régional des Monuments Historiques et du Directeur des Antiquités Préhistoriques, fut sans aucun doute une erreur, mais les analyses prouvèrent que les fumées de l'usine n'étaient pour rien dans les dégradations.

Rien ne donnant à penser que les visites y aient leur part, il fut décidé en 1979 de garder la grotte ouverte au public, moyennant des précautions très strictes. C'est alors que fut définitivement fixée et surtout appliquée la réglementation sur les grottes (fin 1978). Les visiteurs furent éloignés des parois de quelques mètres grâce à un circuit des visites modifié. Juste avant le Salon Noir furent placés des caillebotis pour éliminer les poussières, ainsi qu'un pédiluve imprégné de formol, à l'imitation de celui de Lascaux, pour éviter les pollutions biologiques (sur proposition du L.R.M.H.).

Autre problème urgent: fallait-il ou non consolider les peintures menacées, et lesquelles, car comment savoir quelles seraient les prochaines à être touchées? Fallait-il, par prudence, les traiter toutes avec des fixatifs, comme cela se fait par exemple dans les tombeaux étrusques? La réponse apportée fut négative, car on ne savait pas comment évolueraient à la longue fixatifs et peintures traitées. En outre, un tel traitement rend impossible des analyses directes ultérieures. Toutefois, pour ménager l'avenir, des expériences furent entreprises par le L.R.M.H.: fixatif appliqué sur quelques cm² seulement sur deux figures; surtout, choix d'un emplacement à l'extérieur du Salon Noir,

mais à proximité, sur une paroi présentant des caractéristiques comparables à tous égards, où en 1985 furent tracés des séries de petits carrés au charbon de bois plus ou moins vigoureusement appliqué, qui furent ensuite enduits d'un fixatif avec des taux de concentration plus ou moins forts (I. Dangas). Le long terme dira ce qui peut ou non se faire en fonction de l'évolution de ces témoins et des impératifs de l'heure.

La question fut également posée d'une restauration des représentations détériorées. Après tout, c'est bien ainsi que l'on traite les tableaux ou les sculptures après accident. Dans ce cas aussi la réponse des préhistoriens fut uniformément négative, bien qu'une reconstitution ne présentât aucun problème technique et qu'il eût été possible de la réaliser en trompe-l'oeil, de sorte que vu de très près l'on puisse distinguer l'original de la restitution. L'art pariétal vaut en effet par son authenticité et s'engager dans une telle entreprise serait mettre le doigt dans un engrenage dangereux. Où s'arrêter dans ce domaine?

Une certaine forme de restauration, ou plutôt une intervention, eut cependant lieu dans le Salon Noir, car la présence des vermiculations reformées autour des traits dissous, outre leur aspect inesthétique, faisait courir un risque aux peintures en entretenant un foyer d'impuretés sur la paroi. Il fut donc décidé de les enlever. Cela posa un problème déontologique: si on les ôtait toutes, dans certains cas il ne resterait plus rien ou du moins pas grand chose sur la paroi qui paraîtrait alors vide et nue; si on arrêtrait l'opération au contact immédiat du trait préhistorique disparu, on le reconstituerait *de facto* au moyen des vermiculations subsistantes. A tort ou à raison, et après discussions sur place, nous choisîmes une solution intermédiaire: faire disparaître totalement les vermiculations les plus éloignées, ainsi que celles voisines de traits bien conservés, et affaiblir les autres sans les enlever entièrement. Cette opération fut excellemment menée par Mlle I. Dangas, restaurateur de peintures murales, et son équipe.

Les mêmes personnes firent disparaître les boulettes d'argile qui constellaient les parois du Salon Noir, dénaturant parfois certaines représentations (bison inférieur gauche du Panneau VI, par exemple), de même que des inscriptions anciennes jadis recouvertes de placages d'argile par des conservateurs soucieux de camoufler les plus gênantes. Mais l'argile entretenait un foyer d'humidité susceptible d'être préjudiciable aux peintures. Le travail eut lieu en plusieurs temps: repérage sous mon contrôle des plaques à nettoyer, enlèvement de l'argile, photographie et reconnaissance des graffiti, enlèvement des inscriptions.

Au cas, toujours possible hélas, où de nouvelles catastrophes surviendraient, il était indispensable de constituer

des archives aussi complètes que possible sur Niaux. En 1980, une équipe de 7 personnes, sous la direction de J. Clottes et D. Vialou, procéda pendant 5 semaines au relevé exhaustif des peintures et gravures du Salon Noir: relevés graphiques sur calque suspendu devant les parois; couverture photographique intégrale (noir et blanc, couleur papier et diapositives, infra-rouge et ultra-violets). En 1981, 3 semaines furent consacrées par la même équipe aux autres galeries. Les documents, après leur mise au net, furent déposés au Centre National de Préhistoire de Périgieux (Département d'Art Pariétal).

La couverture cinématographique ne put avoir lieu qu'en 1988. Financée par le Ministère de la Culture et le C.N.R.S. —Audiovisuel, elle fut réalisée par le Service du Film de la Recherche Scientifique, sous la conduite de Mlle J. Mira (directrice) et de M. R. Field (réalisateur), sous ma direction scientifique, et avec l'aide du Département de l'Ariège et celle de MM. J. N. Lamiable, J. M. Bellamy et J. L. Leguillou. Le corpus constitue une banque d'images complète qui doit éviter de retourner fréquemment dans la grotte pour filmer toujours les mêmes panneaux. Cette opération donna lieu à un film grand public qui sortit en 1991. Les tournages dans la grotte furent l'occasion de la réouverture du Réseau Clottes et de la reprise de son étude (Clottes et Simonnet, 1990).

Enfin, il fallait étudier la grotte et surtout le Salon Noir sous tous leurs aspects. L'étude climatologique entreprise en 1974 fut intensifiée et la surveillance du Salon Noir se poursuit toujours, avec des moyens améliorés (Cl. Andrieux et A. Mangin, du Laboratoire Souterrain de Moulis), mais bien d'autres recherches furent menées par les mêmes spécialistes, sur la ventilation (Andrieux, 1983), l'hydrologie, la chimie des eaux (M. Bakalowicz), etc. Les études des débits sur plusieurs années, à partir des dérivation et des drains, leur permettent de prévoir à quelques semaines voire quelques mois de distance l'évolution des arrivées d'eau.

Le Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (J. Brunet et P. Vidal) a lui aussi procédé à de nombreux travaux: étude thermique des parois, surveillance photographique, analyses microbiologiques, analyses de pigments (Brunet, Callède, Oriol, 1982). Des études, par son entremise, ont été demandées à divers spécialistes: Ph. Renault pour une étude géomorphologique, le Centre d'Ecologie des Ressources Renouvelables de Toulouse (M. Delpoux) sur les modifications de la couverture végétale au-dessus de Niaux, etc.

Tout récemment, enfin, la nature des peintures a été systématiquement déterminée par des prélèvements et des analyses multiples (Clottes, Menu, Walter, 1990).

Ces études, menées dans le cadre et sous le contrôle de la Commission Scientifique de la Grotte de Niaux et de la Commission Supérieure des Monuments Historiques (VII^e Section) du Ministère de la Culture, accroissent considérablement nos connaissances sur la grotte elle-même et sur son environnement, ainsi que sur les causes possibles des événements de 1978-1979, attribuables à la constitution de grandes réserves d'eau à l'intérieur du massif, sans doute favorisées par l'implantation fortuite d'une hêtraie, dont l'humus retient et fixe les précipitations au lieu de les laisser se déverser rapidement dans la vallée.

CONCLUSION

Depuis une douzaine d'années, la grotte est gérée avec une rigueur sans faille, le Salon Noir est sous surveillance étroite et les études se poursuivent. La situation, au niveau des ruissellements, paraît stabilisée, ce qui ne signifie pas que tout danger soit à jamais écarté. La roche, au Salon Noir, est en effet extrêmement fissurée, de sorte que des écoulements intempestifs peuvent survenir n'importe où, car les trajets internes se modifient au cours du temps en fonction de causes que nous ne maîtrisons pas: après tout, derrière les peintures et leur support rocheux se trouvent des kilomètres de karst. Niaux sera toujours un éternel convalescent, menacé de rechûtes.

De ce tour d'horizon des agressions subies par la grotte et ses vestiges au cours des âges, nécessairement rapide et forcément incomplet, trois enseignements principaux se dégagent:

1) Avec ses superbes peintures qui font chaque jour l'admiration des touristes, avec les nombreux dessins au sol miraculeusement préservés, avec ses galeries profondes parcourues jusqu'à leurs extrémités par les Magdaléniens, l'ensemble archéologique de Niaux paraît à première vue homogène, complet, très bien conservé. Or, nous venons de le voir, la grotte a beaucoup souffert au long des siècles et tout spécialement, semble-t-il, au cours de celui-ci. Nous sommes particulièrement sensibles aux destructions et dégradations dûment attestées et documentées, les plus récentes, puisqu'elles nous font toucher du doigt ce que nous avons perdu. Toutefois, d'un point de vue scientifique, ce ne sont pas les pires: photographies, relevés, descriptions demeurent et les oeuvres survivent à travers ces documents. Alors que nous ne saurons jamais combien de dessins au sol ont disparu sous les piétinements, nous ignorerons si l'entrée

de Niaux était ornée et comment, le contexte archéologique nous restera inconnu. Les ensembles pariétaux sont donc tronqués, dans des proportions impossibles à établir, ce qui ne peut manquer d'influer sur les études d'ensemble, les statistiques et décomptes, la détermination des compositions et des structures éventuelles. Niaux, comme la plupart des grottes ornées, est et restera *incomplet*, ce que nous ne devons pas oublier car cette évidence relativise nos études et nos connaissances.

2) Malgré ce sombre constat, lorsque l'on considère la somme des modifications que la grotte a connues, les changements intervenus dans les entrées et les galeries, les éboulements, les lacs anciens, les percements artificiels, les concrétionnements, les ruissellements, les bouleversements répétés des microclimats, etc. etc., il est étonnant de voir subsister autant de représentations pariétales. La grotte, comme tout organisme vivant, a un pouvoir récupérateur qui ne laisse pas de surprendre. Cela signifie que des équilibres se créent et se rompent sans créer nécessairement des catastrophes (mais pas toujours...). Cette constatation ne doit pas nous inciter au laxisme, car le problème le plus ardu reste de savoir quelles sont les limites à ne pas transgresser, afin de rester très en-deçà dans toutes nos actions. Ce qui nous mène à notre troisième point.

3) Un historique tel que celui de Niaux devrait nous enseigner la modestie. Ce "nous" fait référence aux préhistoriens, aux administrateurs et aux politiques, aux guides et gardiens, tout comme aux techniciens de la conservation, bref à tous ceux à qui incombe une parcelle de responsabilité dans le devenir des grottes ornées. Il est évident que, à Niaux, diverses mésaventures eurent pour origine des décisions prises avec le désir de bien faire, mais qui se révélèrent malencontreuses. Nous ne sommes pas moins exposés à de telles erreurs de jugement que nos prédécesseurs. Les seuls garde-fous dont nous disposons sont a) la plus grande lucidité que donne le passage du temps et la reconnaissance des erreurs passées; cet article a pour but d'y contribuer; b) la garantie d'un travail collectif. En ce sens, il est excellent qu'existent la C.S.M.H. et la Commission Scientifique de la Grotte de Niaux où les problèmes sont débattus, fût-ce de façon contradictoire, par des spécialistes d'horizons et de formations différents; c) surtout, la nécessité d'éviter des actes irréversibles, aux conséquences souvent difficiles à prévoir, et le souci de ménager ainsi l'avenir et les possibilités d'études que les techniques actuelles ne permettent pas encore.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIEUX, CL., 1977. Etude du climat des cavités naturelles dans les roches calcaires (grotte de Niaux), *Gallia Préhistoire*, t. 20, fasc. 1, p. 301-322.
- ANDRIEUX, CL., 1983. Etudes des circulations dans la grotte de Niaux. Conséquences, *Karstologia*, n° 1, p. 19-24.
- ANDRIEUX, CL., 1988. L'Influence de l'homme sur l'environnement climatique souterrain. *Actes des Journées Félix Trombe*, 8-10 mai 1987, Moulis (Ariège), p. 96-122.
- BELTRAN, A.; GAILLI, R.; ROBERT, R., 1973. *La Cueva de Niaux*, Zaragoza, *Monografías Arqueológicas n.º XVI*, 274 p., nombreuses fig., XVIUI pl.
- BREUIL ABBÉ, H., 1950. Les peintures et gravures pariétales de la Caverne de Niaux (Ariège), *Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées*, V, p. 9-34.
- BREUIL ABBÉ, H., 1952. *Quatre cents siècles d'art pariétal*. Montignac, Centre d'Etudes et de Documentation préhistoriques, 1 vol., 413 p., 531 fig.
- BRUNET, J.; CALLEDE, B.; ORIAL, G., 1982. Tarascon/Ariège (Ariège), grotte de Niaux: mise en évidence de charbon de bois dans les tracés préhistoriques du Salon Noir. *Studies in Conservation*, 27, p. 173-179.
- CARTAILHAC, E.; BREUIL, H., 1907. Une seconde campagne aux cavernes ornées de Niaux (Ariège) et de Gargas (Hautes-Pyrénées). *C.R. Acad. Inscript. et Belles Lettres*, p. 217-227, 5 fig.
- CARTAILHAC, E.; BREUIL ABBÉ, H., 1908. Les Peintures et gravures murales des cavernes pyrénéennes, III, Niaux, *l'Anthropologie*, t. XIX, p. 15-46.
- CLOTTE, J., 1973-1974. Quelques observations sur la conservation des grottes ornées, à propos de deux galeries magdaléniennes récemment découvertes en Ariège. *Caesaraugusta*, Zaragoza, 37-38, p. 9-18, 8 fig. en h.t.
- CLOTTE, J.; 1980. La grotte de Niaux: événements récents, *Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées*, XXXV, p. 162-164.
- CLOTTE, J.; 1986-1987. La Determinacion de las representaciones humanas y animales en el arte paleolítico europeo, *Bajo Aragon Prehistoria*, VII-VIII, p. 41-68.
- CLOTTE, J.; 1989. The identification of human and animal figures in European Palaeolithic art. *Animals into Art*, Ed. H. Morphy, *One World Archaeology*, 7, p. 21-56.
- CLOTTE, J.; MENU, M.; WALTER, PH.; 1990. La Préparation des peintures magdaléniennes des cavernes ariégeoises. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 87, n° 6, p. 170-192.
- CLOTTE, J.; SIMONNET, R.; 1992. Le Réseau René Clastres de la Caverne de Niaux (Ariège). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 69, n° 1, p. 293-329.
- CLOTTE, J.; SIMONNET, R.; 1990. Retour au Réseau Clastres (Niaux, Ariège). *Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées*, XLV, p. 51-139.
- MOLARD, CDT.; 1980. Les Grottes de Sabart (Ariège), Niaux et les dessins préhistoriques (Ariège). *Spelunca, Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie*, t. VII, n° 53, p. 177-191, 2 pl. en h. t.
- MANGIN, A.; ANDRIEUX, CL.; 1988. Infiltration et environnement souterrain, le rôle de l'eau sur les paramètres climatiques. *Actes des Journées Félix Trombe*, 8-10 mai, Moulis (Ariège), p. 78-95.
- PALES, DR. L.; 1976. *Les empreintes de pieds humains dans les cavernes. Les empreintes du Réseau Nord de la Caverne de Niaux (Ariège)*. Paris, Masson, éd. Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine, Mém., n° 36, 1 vol. 166 p., 50 fig., avec la collaboration de M. TASSIN de SAINT-PEREUSE et de M. GARCIA.
- RENAULT, PH.; 1982. CO₂ atmosphérique karstique et spéléomorphologie. Intérêt pour les spéléologues. *Revue Belge de Géographie*, 106^{ème} année, fasc. 1, p. 121-130.
- RENAULT, PH.; 1983. Etudes récentes sur le karst de Niaux-Lombrive-Sabart (Ariège, France). *Karstologia*, n° 2, p. 17-22.
- SAINT-BLANQUAT, H. DE; 1971. Niaux et le scandale des grottes ornées, *Sciences et Avenir*, n° 291, p. 414-421.
- SIMONNET, R.; 1980. *L'Emergence de la Préhistoire en pays ariégeois. Aperçu critique d'un siècle de recherches* 1. vol. ronéo, 239 p., VII pl. en h. t.

LES GROTTES ORNÉES RHODANIENNES EN 1991. SIGNIFICATION ET CONSERVATION

(Résumé)*

J. Combier**

En nous interrogeant sur la signification de l'art pariétal, on peut tout d'abord revenir sur sa répartition très limitée, comparée à celle des petits objets d'art, dit "mobiliier", qui s'étend comme on le sait à l'ensemble de l'Europe. Les treize grottes ornées paléolithiques des gorges de l'Ardèche se rattachent étroitement aux deux cavités des gorges du Gardon pour former, en Languedoc méditerranéen un groupe original, très localisé (carte). Cette concentration géographique reflète l'existence, centrée sur la rive droite du Rhône, d'une aire de peuplement dense et prolongée, matérialisée par de nombreux habitats abrités et de plein air. C'est également le cas, à l'extérieur de la grande province aquitano-cantabrique d'autres groupes périphériques, comme ceux d'Andalousie ou du sud de la péninsule italique, mais aussi de sites d'art isolés, tels Saulges, Arcy-sur-Cure, etc... Le problème se pose donc de savoir pourquoi certaines conditions idéologiques, ethniques, sociales ou liées au genre de vie n'étaient pas réunies en Europe moyenne ou orientale pour permettre une réelle éclosion de cet art monumental (exception faite des rarissime témoignages de Cuciulat et Kapova).

L'art pariétal est connu dans la vallée de l'Ardèche depuis très long-temps; mais il paraissait d'intérêt assez limité et H. Breuil, comme A. Leroi-Gourhan ne lui consacraient que peu de temps. Il a fallu une suite de trouvailles nouvelles significatives (Tableau I) pour tenter d'en saisir la signification et les particularités: son âge, tout d'abord. Alors que la grande majorité des grottes ornées du Sud-Ouest sont magdaléniennes, le grand développement local du groupe rhodanien se place essentiellement pendant quelques millénaires, au cours du Solutréen et peut-être de son épigone "salpétrien", pour ne réapparaître après une interruption qu'au Magdalénien supérieur, sous une forme visiblement introduite depuis son foyer d'origine occidentale. Les associations animales, par ailleurs, le contenu des "mythogrammes" est en grande partie différent de celui que l'on observe dans le Sud-Ouest, les signes fondamentaux simples (triangles, ponctuations, bâtonnets) étant les mêmes. S'il y a une forte différenciation locales des thèmes, avec la forte représentation des mamouths stéréotypés et d'autres figures que l'on ne retrouve nulle part ailleurs, les analogies d'ensemble sont nombreuses, laissant croire à des motivations fondamentales communes. Plus difficile est à apprécier la présence en Ardèche d'un nombre élevé d'oeuvres placées dans les habitats eux-mêmes et n'ayant donc nullement le caractère d'un sanctuaire de grotte profonde, ceci aussi bien au Solutréen qu'au Magdalénien. Il est vrai que plusieurs découvertes

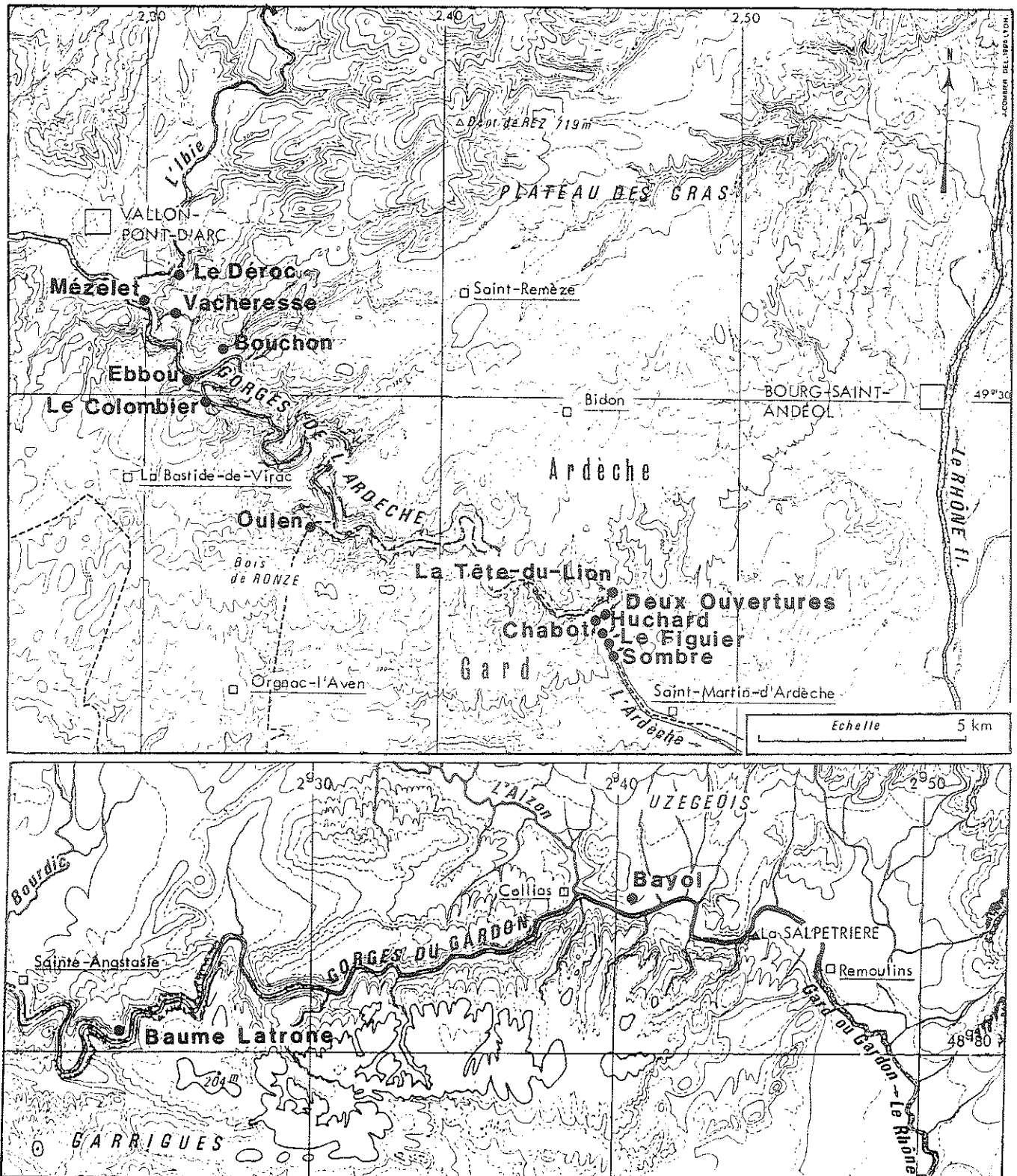
récentes (Jovelles, abri Pataud, etc...) montrent qu'il a pu en être ainsi un peu partout et que les facteurs climatiques pourraient être responsables d'une disparition presque générale de l'art pariétal des abris-sous-roche et des porches éclairés. Les récentes découvertes d'un art rupestre paléolithique, carrément en plein-air (Fornols, Meseta espagnole) vont dans le même sens.

La conservation des grottes de l'Ardèche (et du Gard), pose les mêmes problèmes que toutes celles qui se trouvent situées dans des zones touristiques majeures et sont à ce titre menacées. Plusieurs dégradations avaient été enregistrées entre 1966 et 1978 (Tableau II). Mais le gradienage spécifique mis en place depuis 1981 a donné plus d'efficacité aux clôtures et dispositifs de protection qui, sans surveillance apparaissent d'un effet dérisoire contre le vandalisme. Une campagne de sensibilisation des usagers des gorges et des grottes, par des expositions, des panneaux, des notices imprimées a également porté ses fruits. Actuellement, aucune grotte rhodanienne n'est ouverte à une visite organisée du public. On peut donc considérer qu'il s'agit de "grottes-documents", seulement ouvertes sur demande aux chercheurs réellement intéressés, 6 ou 7 fois par an. La seule exception concerne la grotte de la Tête-du-Lion, ouverte chaque année pour la journée portes ouvertes des Monuments historiques: le 16 septembre dernier elle a reçu 373 visiteurs répartis en une trentaine de groupes pour une visite nécessairement brève. Ce chiffre montre une progression croissante des demandes et une situation qui risque d'évoluer rapidement.

En effet, la création d'une Réserve naturelle des gorges de l'Ardèche (1980), puis d'un grand site d'intérêt national en 1982 (centré sur la région du Pont d'Arc), si elle a accru la protection légale des grottes rhodaniennes, dont 6 sont classées au titre des Monuments Historiques, est également à l'origine d'une forte pression locale pour qu'une grotte au moins, celle d'Ebbou, soit aménagée pour le public. Les expositions organisées et même l'aménagement au Musée d'Ornac d'une galerie reconstituant une synthèse des grottes ornées n'a pas éteint, peut-être même au contraire, le désir très vif d'une vue directe des originaux. Une étude climatologique poussée de la cavité d'Ebbou, comparable à celle qui a été réalisée par le Laboratoire de Recherche des Mon. Hist. pour la Tête-du-Lion, ainsi qu'une recherche spécifique de protections matérielles très rigoureuses (éclairage adapté, dispositifs divers) sont les conditions préalables à cette éventuelle mise en oeuvre.

Les recherches, comme facteur de conservation, se poursuivent avec l'établissement d'un "thesaurus" photographique déjà très avancé mais à compléter par des macrophotos et par une révision de l'ensemble graphique des re-

** 71750 Romanèche-Thorins.



Carte de répartition des 15 grottes ornées rhodaniennes (Ardèche et Gard)

NON DU SITE	SYNONYME	COMMUNE, DÉPARTEMENT	COORDONNÉES LAMBERT ALTITUDE	DATE ET AUTEUR DE LA DECOUVERTE	PROTECTIONS L'EGALES MON. HIST., REESERVE, SITE	PROTECTION MATÉRIELLE	RÉGIME DE PROPRIÉTÉ
Grotte Chabot*	Grotte Jean-Louis Grotte des Mammouths	Aiguèze, Gard	x=776,03 — y=227,0 63 m.	1989 (1878 ?) Louis Chiron	M.H.: 5 fév. 1903 Réserve nat.: 14 janv. 1980	Mur, grille et portillon verrouillé	Etat (achat 1912 parcelle A 93)
Grotte du Figuier*		St-Martin- d'Ardèche, Ardèche	x=776,29 — y=226,77 85 m.	1906 Paul Reymond	Réserve nat.: 14 janv. 1980	Grillage et porte cadenassée	Communale: St-Martin-d'Ardèche
Grotte d'Oulen*	Grotte d'Oullins	Le Garn, Gard La Bastide de Virac, Ardèche	x=769,11 — y=229,03 235 m.	a) Salle I, 1907 Paul Reymond b) Salle II, 26 mars 1951 R. Gayte et C. de Serres	Réserve nat.: 14 janv. 1980	Grille fer forgé à double verrouillage	Communale: Issirac (Gard)
Grotte Huchard	Grotte du Ranc Pintu n° 1	St-Martin- d'Ardèche, Ardèche	x=776,26 — y=227,00 90 m.	1908 Paul Reymond	Réserve nat.: 14 janv. 1980		Communale: St-Martin-d'Ardèche
Grotte Sombre	Grotte Castanier Grotte de l'Olivier	St-Martin- d'Ardèche, Ardèche	x=776,38 — y=226,64 60 m.	1911 L. Chiron et C. Gaillard	Réserve nat.: 14 janv. 1980		
Grotte Bayot*	Grotte des Colonnes	Collias, Gard	x=773,05 — y=184,87	Nov. 1927 Abbé Bayot	M. H.: 24 août 1931	Porte blindée verrouillée	Communale: Collias
Grotte de Baume Latrone*		Russan-Ste-Anastasie, Gard	x=769,10 — y=229,02	mai 1940 M. de Foïard et G. Morizot	M.H. : 10 mai 1941	Deux grilles verrouillées	Communale: Russan
Grotte du Colombier*	Le Colombier I	Vallon-Pont-d'Arc, Ardèche	x=776,53 — y=231,90 100 m.	1946 G. Claron et A. Crouzet	Réserve nat.: 14 janv. 1980		Privée
Grotte d'Ebbou*	Grotte d'Ebbe Grotte d'Ebbou	Vallon-Pont-d'Arc, Ardèche	x=776,10 — y=232,52 90 m.	29 juil. 1947 André Glory (1870 J. Ollier Marichard?)	M. H.: 19 juin 1947 Grand site: 24 fév. 1982	Grille fer forgée verrouillée et cadénassée	Privée
Grotte de Bouchon	Grotte Bouchous	Vallon-Pont-d'Arc, Ardèche	x=776,77 — y=233,28 240 m.	7 août 1948 André Glory	Grand site: 24 fév. 1982		
Grotte de Vacheresse	Grotte Bacharesse Grotte de la Vache	Vallon-Pont-d'Arc, Ardèche	x=765,52 — y=234,09 210 m.	1960 J.-L. Roudil	Grand site: 24 fév. 1982		Privée
Grotte de la Tête-du-Lion*	Grotte de Bidon Grotte de la Vache	Bidon Ardèche	x=776,39 — y=227,64 165 m.	11 mars 1963 R. Brun et M. Pagès	M. H. : 15 juin 1964	Porte blindée à double verrouillage	Communale: St-Marcel-d'Ardèche
Grotte de Mézelet		Vallon-Pont-d'Arc, Ardèche	x=764,63 — y=234,42 115 m.	1966 J.-L. Porte	Grand site: 24 fév. 1982		Privée
Grotte du Déroc*	Grotte d'Ibie'	Vallon-Pont-d'Arc, Ardèche	x=765,46 — y=234,93 120 m.	1973 E. Tschertter			Privée
Abri du Colombier*	Le Colombier II	Vallon-Pont-d'Arc, Ardèche	x=766,53 — y=231,90 90 m.	Juin 1976	Réserve nat.: 14 janv. 1980	Grillage et porte cadenassée	Privée
Grotte à Deux-Ouvertures*	Grotte des Ours	St-Martin-d'Ardèche Ardèche	x=776,33 — y=227,09 90 m.	23 déc. 1985 Ch. Hillaire	M. H.: 10 août 1990 Réserve nat.: 14 janv. 1980	Grille fer forgé verrouillée	Communale: St-Martin-d'Ardèche

TABLEAU 1: Caractéristiques administratives et topographiques des quinze grottes ornées rhodaniennes; les principales d'entre elles sont désignées par un astérisque (col. 1).

NOM DU SITE	NATURE DÉCOR	LOCALISATION NATURE DU SITE	LONGUEUR TOTALE DECORÉE (EN m.) (N. DE GRANDS) PANNEAUX)	DATATION OU ATTRIBUT?	ETAT DE CONSERVATION	ENREGISTREMENT
<u>Chabot</u>	Gravures profond.	Pleine lumière (habitat)	11 m. (4)	Solutréen inf.	Bon (dégrad. local. 1960)	Moulages, relevés (à vérifier) enregist. photo.
<u>Figuier</u>	Gravures profond. (et ébauche de bas relief)	Pénombre (habitat)	6 m. (4)	Solutréen inf.	Médiocre (cryoclastic)	Relevés (à vérifier), enregist. photo. (partiel)
<u>Oulen</u>	Gravures profond. (salle 1) Gravures fines et peintures rouges et noires (salle 2)	a) pénombre (habitat) b) obscurité (sanctuaire)	a) 3,5 m. (3) b) 7 m. (3)	a) Solutréen b) Solutréen sup.	Médiocre (dégrad. local. 1976)	Relevés partiels, enregist. photo.
Huchard	Gravures profond.	Pénombre (habitat)	2 m. (1)	Solutréen inf.	Très médiocre (cryoclastic)	Relevés (à vérifier), enregist. photo.
Sombre	Gravures profond.	Pleine lumière (habitat)	1,5 m. (1)	Solutréen inf.	Très médiocre (dégrad. local. 1981)	Relevés (partiel)
<u>Bayol</u>	Peintures noires & rouges, mains positives	Obscurité (sanctuaire)	35 m. (6)	Solutréen?	Moyen (affaiblissement)	Relevés anciens, photo.
<u>Baume Latrone</u>	Peintures (à l'argile) et digitales, Gr. profondes	Obscurité (sanctuaire)	50 m. (4)	Solutréen?	Moyen (maculat. dégrad.) restauration	Relevés, enregist. photo.
<u>Le Colombier</u>	Gravures fines	Obscurité (sanctuaire)	7 m (4)	Magdalénien sup.	Bon	Relevés (à vérifier) enregist. photo. moulages
<u>Ebbou</u>	Gravures fines et raclages	Obscurité (sanctuaire)	35 m. (3)	Salpétrien magd. ou anc. moyen	Assez bon (dégrad. localisées, 1947, 1964, 1970)	Relevés (à vérifier) enregist. photo. moulages
Bouchon	Peintures rouges	Obscurité sanctuaire)	3 m. (1)	Solutréen?	Très bon	Relevés anciens enregist. photo.
Vacheresse	Gravures (sur argile)	Obscurité (fig. isolée)	0,5 m. (1)	Magdalénien?	Forte dégrad. (ou disparit.)	Croquis
<u>Tête du Lion</u>	Peintures rouges et jaunes	Obscurité (sanctuaire)	3 m. (2)	Solutréen inf. 21.650 ± 800 BP	Bon (altér. localisée, 1964)	Relevés enregist. photo, reproductions en relief
Mézelet	Gravure profonde	Pleine lumière (habitat)	1 m. (1)	Solutréen inf.	Médiocre (cryoclastic)	Photo. d'ensemble
<u>Déroc</u>	Peintures rouges	Obscurité (sanctuaire)	10 m. (1)	Indéterminé	Bon (recouvre- stalagmitique)	Photo.
<u>Colombier II</u>	Gravures fines	Pénombre (habitat)	2 m. (2)	Magdalénien sup.	Assez bon (dégrad. localisées)	Relevés, enregist. photo moulage
<u>2 Ouvertures</u>	Gravures fines & peintures rouges et noires	Obscurité (sanctuaire)	15 m. (3)	Solutréen inf.	Très bon	Relevés, photo, (enregist. en cours)

TABLEAU II: Caractéristiques scientifiques des 15 grottes ornées rhodaniennes (Gard et Ardèche).

levés, en tenant compte des derniers progrès dans ce domaine: en particulier l'utilisation d'un code pour représenter la nature du trait, la présence de fissures, d'accidents naturels et de reliefs ayant pu contribuer, avec le tait peint ou gravé à la représentation des silhouettes, des détails anatomiques et des volumes. Les moulages ont toujours été réduits au minimum, et pratiqués avec toutes les garanties (après expérimentation). Pour le relevé de gravures particulièrement fines et complexes (Magdalénien des sites du Colombier), il est certain qu'ils apportent une garantie de précision, comme en Ariège, ainsi qu'une reproduction fidèle en cas, toujours à redouter, de dégradation ou de destruction.

Avec 70 titres disponibles, les publications parues représentent déjà un actif important mais très dispersé. En référence à l' "Atlas des grottes ornées", publication d'ensemble la plus récemment parue (1984), intéressante pour

le texte et les plans de caverne, mais déficiente pour l'illustration, on ressent le besoin de publications plus détaillées, grotte par grotte ou par ensemble de grottes secondaires, afin de ne pas multiplier les fascicules. On pourrait l'envisager dans le cadre d'une collection internationale bilingue (espagnol, français) ou trilingue à très grande diffusion. Elle pourrait également correspondre à des "corpus" largement illustrés, faisant appel à une illustration renouvelée utilisant plus largement la couleur. Pour les grottes rhodaniennes une telle publication exigerait autour de 230 à 250 figures grand format dont 50 en couleurs dans le cadre d'un ou plusieurs volumes représentant au total entre 200 et 250 pages.

* Nota del editor: el presente texto es la versión reducida, aparecida en las pre-actas, de la ponencia a cargo de J. Combier. En esta edición no ha podido utilizarse otro material gráfico que el enviado para las preactas.

DOCUMENTATION, RECHERCHE, PUBLICATION ET CONSERVATION LA COLLABORATION INTERNATIONALE

Document de travail pour la discussion de la Table

J. Clottes*

LA RECHERCHE ET LA PUBLICATION EN TANT QU'ASPECTS DE LA CONSERVATION

Comme pour tout site archéologique, l'étude et la publication des observations faites dans les grottes et abris ornés constituent des éléments essentiels pour leur conservation, même si, à la différence de la majorité des sites archéologiques, leur préservation à long terme reste l'objectif fondamental.

Deux principes sous-tendent cette remarque:

- 1) *On ne peut protéger efficacement que ce que l'on connaît bien.*

Il est évident que la connaissance des pigments et techniques picturales conditionne la protection des peintures rupestres et l'élaboration des mesures à prendre pour éviter leur dégradation. Mais la connaissance physico-chimique est loin d'être suffisante; celle du contexte archéologique, des sols, de la répartition exacte des oeuvres d'art, de leur nature et de leur importance respective est tout autant indispensable pour éviter des erreurs néfastes. Nous déplorons, aujourd'hui, que tant d'aménagements de grottes, parmi les plus prestigieuses, comme Lascaux, Pech-Merle, Niaux, Gargas, Font-de-Gaume, etc., aient été effectués *avant* que la grotte ait été étudiée à fond, entraînant des destructions et une perte irréparable de connaissances.

Connaître dans tous ses détails une grotte ornée reste le préalable absolu à l'établissement d'une politique de conservation. C'est à ce niveau que se situe le rôle des préhistoriens, avant que n'interviennent, en collaboration avec eux et sous leur contrôle, les spécialistes et techniciens de la conservation.

L'autre aspect de la question, c'est que les études archéologiques doivent prendre en compte cet aspect spécifique de la connaissance qu'est la conservation. D'une part, les méthodes utilisées par les chercheurs ne doivent en rien être vulnérantes pour les oeuvres et pour leur support, dont la conservation prime. D'autre part, chaque étude constitue un état de la question à un moment précis. Il est donc très important de relever et de noter non seulement ce qui subsiste mais aussi les traces d'altération, les graffiti, tout le contexte physique et humain de l'art. Ces observations ont des chances de se révéler extrêmement utiles dans l'avenir, car une grotte n'est pas un milieu figé à tout jamais, et son évolution peut entraîner bien des changements...

En France existe la VII^e Section de la Commission Supérieure des Monuments Historiques, chargée de veiller sur les grottes ornées Classées parmi les Monuments Historiques. Elle comprend des administrateurs, des préhistoriens et des physiciens. Sa compétence couvre tout le territoire national et elle a à connaître non seulement des problèmes propres à la préservation des sites, mais également des recherches qui y sont menées et de tous les projets les concernant.

Sur le plan international, un groupe de travail du Comité de l'ICOM a pour but de promouvoir les échanges d'idées et de données concernant la conservation des arts pariétaux et rupestres. Le Comité International d'Art Rupestre (CAR-ICOMOS), depuis 1980, regroupe la majorité des spécialistes de toutes disciplines et spécialités travaillant sur l'art rupestre, afin de promouvoir la protection des sites, mais aussi leur étude, leur mise en valeur et la diffusion des connaissances à leur sujet.

- 2) *La publication "sauve" le site*, comme pour toute recherche archéologique, en pérennisant ce qui n'a qu'une existence éphémère. Même si nous devons tout faire pour que l'art préhistorique se conserve le plus longtemps possible, il est certain qu'il disparaîtra un jour, çà et là, en tout ou en partie, et que ne subsisteront plus alors que les relevés et les photographies qui en auront été faits. Le cas s'est déjà produit: dans la Galerie Vidal de Bèdeilhac (Ariège), les relevés de l'Abbé H. Breuil diffèrent dans de très grandes proportions de ce qui est parvenu jusqu'à nous: ils ont la valeur d'originaux, comme les moulages d'oeuvres mobilières disparues ou détruites.

Outre cet aspect fondamental, la publication valorise le site, tant auprès du public que des responsables administratifs ou politiques. Elle favorise une prise de conscience par les non-spécialistes de l'importance et de la valeur de cet art, et donc la nécessité de le préserver. En ce sens, elle joue un rôle primordial dans le processus de la conservation qui sera d'autant plus efficace qu'il reposera sur un consensus.

ARCHIVAGE ET PUBLICATION: MONOGRAPHIES, ATLAS, ETC.

La constitution de banques de données, sous une forme ou sous une autre, est le travail de base pour le spécialiste d'art rupestre. Cela répond aux exigences de la connaissance, de la préservation par archivage, de la diffusion du savoir auprès de nos collègues comme auprès du grand public.

* Conservateur Général du Patrimoine. 11 rue de Fourcat. 09000 Foix.

Les relevés par calques ou sur photographies constituent une étape préliminaire vitale. Ils permettent de nos jours d'étudier et de reproduire les représentations préhistoriques mais aussi les détails pertinents de leur support. Ils servent de base aux études monographiques indispensables.

Chaque grotte ornée, en effet, doit être étudiée comme un ensemble, avec la plus grande minutie et le plus complètement possible. Il ne saurait être exclu qu'elle fasse partie d'un ensemble plus vaste, regroupant plusieurs autres cavernes ou abris décorés, des habitats, etc. Mais cette étape de l'étude vient plus tard. La monographie du site est le travail de référence premier: quoi qu'il arrive par la suite, une grotte bien publiée est en partie sauvée. La publication pose d'ailleurs bien des problèmes d'ordre éditorial: format des photographies et des relevés, nécessité de la couleur, coûts, etc.

Les monographies, qui ne restitueront jamais l'infinie diversité et complexité du milieu souterrain et des oeuvres qu'il abrite, peuvent être complétées par des inventaires, des fiches descriptives accompagnées de documents graphiques: par exemple, il ne sera pas possible de toujours publier *toutes* les traces charbonneuses relevées sur les parois d'une vaste caverne, mais la documentation réunie à leur sujet doit être conservée en un lieu spécialisé, comme le Centre National de Préhistoire (Périgueux). Bien d'autres informations y seront également gardées et pourront y être consultées dans une banque de données informatisée, comme la base Hadès dont la réalisation est en cours.

Le grand public a lui aussi besoin de publications accessibles. Des plaquettes existent souvent pour des sites particuliers ou pour un ensemble de sites, même si des progrès restent à faire dans ce domaine. Sous une forme plus élaborée, on aboutit à un atlas, comme celui qui fut publié en France en 1984. Il n'a rien d'exhaustif, mais l'essentiel des connaissances rassemblées à cette date y est publiée sous une forme accessible à tous, et son utilité n'est pas à démontrer.

Les films et le vidéodisque sont également des moyens utiles et performants de stockage des documents et de communication au public. En France, le Ministère de la Culture a élaboré une politique de réalisation de corpus cinématographiques pour les principales grottes ornées françaises: Lascaux, Niaux, ont été ainsi filmés, d'autres grottes sont en cours de tournage ou le seront dans l'avenir. Cela a pour but de disposer d'une banque d'images disponibles pour des acheteurs éventuels, ce qui évite de retourner dans les mêmes grottes pour filmer toujours les mêmes panneaux, avec tous les risques que comportent ces opérations. Bien des problèmes subsistent: peu de grottes sont encore archivées de la sorte (Pech-Merle, Cougnac,

etc.) et les autres ne le seront pas de sitôt. D'autre part, les progrès des techniques (cf *supra*) font que les demandes se multiplient.

L'accessibilité du public aux documents graphiques (diapositives, films, etc.) reste encore un but à atteindre, mais là aussi les problèmes sont nombreux: choix des documents à commercialiser: faut-il favoriser les "belles" représentations naturalistes, les plus demandées et celles qui se vendent bien, au risque de donner une vision tronquée de l'art pariétal?, —propriété scientifique; —droits des propriétaires et des auteurs; —droits de reproduction; —gestion commerciale, etc.

Depuis la réussite que fut et reste Lascaux II, les fac-similés deviennent à la mode: la restitution à l'identique d'un sanctuaire souterrain paraît la solution la meilleure lorsque, pour des motifs de conservation, une grotte ornée doit être fermée ou du moins rester interdite au grand public. La réalisation d'un fac-similé par la familiarité qu'elle implique avec la paroi ornée et la connaissance intime qu'en ont les techniciens chargés de le faire, dépasse de loin la simple opération commerciale et devient en elle-même une recherche. Il en va de même des expérimentations pratiquées par certains préhistoriens. Les fac-similés, pour des raisons pratiques, ne peuvent être que partiels. Or, si l'on reproduisait seulement le Salon Noir de Niaux, par exemple, cela reviendrait à donner aux profanes une idée fausse de cette grotte immense, où les Magdaléniens ont partout laissé quelques figures en fonction de critères divers. Ce point mérite discussion.

D'autres types de reproduction, qui resteront toujours partiels eux aussi, sont envisageables: moulages, projections d'images fixes ou mobiles, hologrammes, etc.

Le Thot, en Dordogne, fut conçu pour présenter au grand public une vue générale de l'art préhistorique. Une tentative très ambitieuse du même ordre, visant le plus grand nombre, est en projet à Tarascon-sur-Ariège. Ce genre de réalisation présente un intérêt évident, celui de sensibiliser des millions de personnes à l'art préhistorique. Il comporte des dangers non moins évidents, car il faut concilier les impératifs commerciaux et l'indispensable rigueur scientifique. En conséquence, malgré leurs préventions et leurs craintes, les spécialistes ne peuvent s'en désintéresser et les laisser au seul bon-vouloir des promoteurs.

PROPOSITIONS DE COLLABORATION INTERNATIONALE

L'art préhistorique constitue un patrimoine dont l'importance dépasse largement le cadre des Régions et même celui des Etats: il appartient à l'humanité toute entière.

Les problèmes de sa conservation seront d'autant mieux résolus s'ils sont traités à un niveau le plus élevé possible, celui de la collaboration internationale. Celle-ci peut se manifester à plusieurs niveaux.

Une coopération étroite est des plus souhaitables, à un niveau bilatéral, c'est-à-dire entre la France et l'Espagne qui, à elles seules, ont la charge de 95% de l'art paléolithique européen. Bien que des sites rupestres pléistocènes soient maintenant attestés en diverses parties du monde et que la recherche en la matière se développe partout, l'art dit "franco-cantabrique" reste l'un des plus anciens, des mieux datés et des mieux étudiés, et bien peu de pays consacrent autant d'efforts et de compétences à son étude et à sa conservation que la France et l'Espagne.

Cette coopération pourrait prendre diverses formes: — contacts bilatéraux périodiques (une ou deux fois par an) pour se tenir au courant des projets et recherches en cours; —harmonisation des politiques en matière de conservation et de recherche; —création éventuelle d'une structure commune consacrée à l'étude, la conservation et la présentation au public de ce patrimoine; etc. Bien des formules sont

possibles si la volonté de tels rapprochements existe de part et d'autre.

Au niveau mondial, la collaboration (échange des idées et des techniques, harmonisation des méthodes de relevés, d'inventaires, d'archivage, sensibilisation des gouvernements) passe par les sections ou comités spécialisés des organismes existants déjà connus, c'est-à-dire l'ICOM et le CAR (ICOMOS), ainsi bien entendu que par les contacts multiples et informels à l'occasion de colloques et autres réunions scientifiques spécialisées.

Dans ce cas, il ne s'agit plus seulement de l'art paléolithique au sens où nous l'entendons en Europe, mais de l'art rupestre sous toutes ses formes et à toutes les périodes. Les problèmes se posent alors à une toute autre échelle et de façons très diverses, même si le fond reste le même, à savoir la connaissance et la préservation d'un patrimoine artistique et culturel de toute première importance pour l'histoire de l'humanité.

Texte rédigé d'après les contributions fournies par les divers participants français.

DOCUMENTACION, INVESTIGACION, PUBLICACION Y CONSERVACION. LA COLABORACION INTERNACIONAL

Documento de trabajo para la discusión de la Mesa

J. Fortea Pérez*

Leído el documento redactado por J. Clottes, no es necesario repetir lo que en él queda clara y pertinentemente expresado: por múltiples vías indirectas la publicación "salva" al sitio, pero no se puede proteger eficazmente más que a aquello que se conoce bien. Pero en España, como en Francia, hubo y persiste una desviación consistente en primar el contenido iconográfico en detrimento de la contextualización arqueológica, según la información que puedan suministrar las áreas de habitación, circulación y decoración. Bien es cierto que las circunstancias de los descubrimientos, algunos no tan lejanos, no han permitido aquella contextualización, cuya previsión y necesidad había quedado establecida decenios antes en el conjunto Tuc d'Audoubert-Trois Frères-Enlène. Pero, además, diversas razones condujeron a la selección del contenido iconográfico tanto en la investigación como en la publicación. De acuerdo con el texto francés, es necesario hacer un esfuerzo en lo concerniente a planimetrías, inventarios y fichas descriptivas, así como en su acompañamiento gráfico mediante diversos soportes, magnéticos o no, que acaben de una vez con el constante graneado de peticiones para tomar fotografías o filmar.

En este documento nos centraremos en la coordinación. La transferencia de competencias que ha propiciado el modelo estatal autonómico y las circunstancias de las Comunidades, entre las que no es la menor la política, se ha reflejado en la variada situación en que se encuentra el arte rupestre. El Estado podría jugar un importante papel en lo concerniente a la armonización de las políticas de conservación, investigación y documentación. Su Ministerio de Cultura cuenta con dos instrumentos apropiados: la Junta Superior de Arte Rupestre, de carácter consultivo, y el Centro de Investigación y Museo de Altamira. Pero existe una relativa sensación de inoperancia. Así, en el terreno de la documentación y publicación, una útil propuesta de la Junta no se ha sustanciado. Es el caso del archivo fotográfico que debería complementar a las fichas descriptivas esenciales de cada sitio previamente elaboradas por ella. El destino final de fichas y fotografías sería la sección de documentación del Centro de Altamira. Han pasado años y el archivo está sin terminar, lo entregado tiene muchas deficiencias, hay problemas de pretendida propiedad profesional y el acceso a él es cuestionable. Y, sin embargo, algunas fotos de sitios entonces inéditos aparecieron en publicaciones de editoras privadas. Tampoco ha funcionado el compromiso ministerial de entregar una copia de la documentación a las Autonomías.

Estas fichas y su complemento fotográfico empezaron a realizarse en 1980 y eran el paso previo para la confección de un Atlas similar al que en 1984 fue publicado en Francia. Es urgente reconducir y terminar esta tarea; no dedicar tiempo a pensar en mejoras, sino a completar, incluso con el mismo formato y concepción —válida para los fines pretendidos—, lo que se convertiría en una serie internacional con la publicación del Atlas de la Península Ibérica y otro para Italia y los pocos sitios del oriente europeo.

Tampoco hay que insistir en que tiene una directa relación con la conservación de un Bien Patrimonial el competente inventariado y archivado de toda la documentación que ha producido un sitio con arte rupestre. Hay que prestar suma atención al material que aún se conserva de la encomiable Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, no sólo por lo antes dicho, sino porque ya tiene valor por sí mismo. En el Museo Nacional de Ciencias Naturales están localizándose numerosos negativos ortocromáticos en placas de vidrio de los sitios que la Comisión estudió durante los primeros decenios del siglo, así como los originales de calcos de Benítez Mellado, Breuil, Cabré, Obermaier y Wernert, parte de los cuales se han trasladado al Museo Arqueológico Nacional. El inventario de los existentes en el Museo Nacional de Ciencias Naturales fue realizado con la mejor intención por personas desconocedoras del arte paleolítico y hay problemas de ordenación y localización; quizá debiera separarse la parte prehistórica de sus archivos y decidir sobre sus fondos bibliográficos, donde se encuentran ejemplares clásicos bajo no muy buenas condiciones de conservación. Las actuales líneas rectoras y la consiguiente planificación del Museo se orientan hacia la denominada "biodiversidad", en la que los fondos prehistóricos tienen poco que ver.

En el plano de la colaboración hispano-francesa, los intercambios pueden ser muy fructíferos, pues las Comunidades y los dos Estados se enfrentan a los mismos problemas. Los integrantes de la Junta Superior de Arte Rupestre y de la VII Section de la Commission Supérieure de Monuments Historiques hablan un lenguaje común; aun más, están acostumbrados a colaborar e intercambiar los resultados de sus investigaciones.

Por lo demás, las comunicaciones de A. Moure Romanillo y de M.R. González Morales inciden en otros aspectos del tema a debate.

* Area de Prehistoria. Facultad de Geografía e Historia. Universidad. 33011 Oviedo.

LA FERMETURE DE SITES ORNÉS PALÉOLITHIQUES ET LEURS PALLIATIFS

Norbert Aujoulat*

C'est devenu actuellement un truisme que d'énoncer l'intime relation entre, d'une part, l'altération des sites ornés paléolithiques, ou du moins des témoignages anthropiques pariétaux, et, d'autre part, les modes et fréquences d'accès à ces sanctuaires. La métaphore, à finalité conservatoire, évoquant le principe de la boîte de conserve est donc des plus obsolète.

De nombreuses études rapportant ces faits, sans quelquefois en définir les remèdes, nous ont éclairé sur les multiples causes et formes d'altérations aussi bien des supports pariétaux que des tracés peints, gravés ou dessinés.

Si les exemples de dégradation d'origine essentiellement naturelle échappent quelque peu à notre connaissance, hormis sans doute celui de Niaux car contemporain, ceux dont l'origine implique directement ou indirectement l'homme, à toutes les époques, sont légion. Il n'est pas un seul site ouvert au public qui déroge à la règle. L'expérience, l'acquis des opérations antérieures de sauvegarde auraient dû amortir ces effets, à défaut de les annihiler. Cependant, il s'est avéré que l'action de protection menée, mal adaptée au problème posé, et loin d'enrayer le mal ne faisait, quelquefois, que l'accentuer. Les quelques exemples et leurs effets, à Lascaux notamment peu avant la fermeture définitive, témoignent toujours d'une période d'hésitation dans l'application des thérapies. C'est toutefois un passage obligé, induit par la diversité des modes d'altérations des figures pariétales et imposé par la volonté d'exploitation touristique des sites. A chaque problème nouveau, action nouvelle, différente d'un site à l'autre. Cette phase préliminaire a un double inconvénient; d'une part, elle intervient souvent lorsque la progression du mal est très avancée, et, d'autre part, son action n'est optimale qu'après maints ajustements.

Il existe donc, dans l'état actuel de nos connaissances et des possibilités quelque peu limitées de répondre à ces différentes atteintes, une incompatibilité notable, non avouée ouvertement, entre la conservation de ce patrimoine et son exploitation massive.

Peut-on continuer à sacrifier ce patrimoine inestimable aux contraintes économiques du moment?

Doit-on, corrélativement, priver les générations futures de ses racines mêmes?

Ces interrogations, banales sans doute, ont, certes, depuis les premiers travaux de conservation, notamment à Lascaux, interpellé les différentes autorités gravitant autour de ce patrimoine. L'action menée aussi bien dans l'exemple cité, qu'au sein des autres sanctuaires, fut, la plupart

du temps, positive. Mais l'argumentation en faveur de la conservation des grottes ornées semble actuellement s'émousser. On peut ainsi observer que seuls les sites ouverts au public bénéficient d'une attention particulière et que, par manque de moyens certainement, les autres cavités ornées font l'objet d'une surveillance moins soutenue. De surcroît, l'état de conservation des secteurs "protégés" n'est pas toujours satisfaisant, malgré les conditions de plus en plus drastiques de visite.

Il est indéniable que, dans l'état actuel de nos connaissances, limitées, sur les différents altérages et les modes d'éradication, il serait souhaitable, du moins temporairement, de fermer les sites menacés.

Parallèlement à ces problèmes de conservation, plusieurs opérations, dont nous donnons ci-après quelques exemples, tendent à pallier le préjudice causé par la fermeture au public de certains sites.

Il existe des solutions multiples: livres, bases de données, vidéodisques, fac-similés... Certaines sont traditionnelles, d'autres technologiquement très avancées. Cependant, elles ne devraient plus être considérées comme des moyens d'accès à l'original, mais comme une fin.

LASCAUX II

C'est pour répondre à de telles aspirations, que va se développer au cours de ces deux dernières décennies la notion de fac-similé.

Par mesure préventive, la Conservation des Bâtiments de France d'Aquitaine sollicita de l'Institut Géographique National une mission de relevé stéréophotogrammétrique de la totalité des zones ornées de la grotte de Lascaux. Celle-ci fut effective en 1967, puis en 1969. Consécutivement à cette opération, les autorités responsables songèrent à la construction d'un fac-similé intégrant une partie seulement de ce sanctuaire paléolithique, alors fermé au public. Avant cette interdiction d'accès, chaque année près de cent mille visiteurs parcouraient les différents secteurs de cette cavité, à raison quelquefois de mille huit cents personnes par jour.

En 1972, la société civile alors propriétaire de la grotte de Lascaux se porta acquéreur du projet. Les fonds nécessaires au financement d'une telle réalisation eurent en partie pour origine la vente de l'original à l'Etat. L'amorce d'une carrière localisée à 200 m en contrebas de l'entrée de la cavité originale fut le lieu choisi pour concrétiser le programme envisagé. Seuls le diverticule Axial et la salle des Taureaux, secteurs les plus représentatifs de ce monument, devaient être reproduits. Cependant, cette société, à la suite de difficultés d'origines diverses, suspendait les

* Département d'Art Pariétal. Centre National de Préhistoire. 2400 Périgueux.

travaux, puis abandonnait ses droits au Département de la Dordogne.

Une construction en béton, occultée par une couche de terre arable, servit de structure d'accueil à la copie proprement dite. A l'intérieur de ce bâtiment fut édifiée une coque, elle aussi en béton, d'une dizaine de centimètres d'épaisseur, épousant avec une bonne approximation les volumes internes de l'original, espace créé à partir des courbes de niveaux définies par l'I.G.N.

L'armature métallique et son habillage en béton achevés, la mise en place du relief s'opéra en deux temps: recherche et matérialisation de points remarquables de la paroi puis, modelage. Deux mille cinq cents points environ furent sélectionnés en fonction de l'intérêt que chacun d'eux apportait dans le repérage aussi bien des accidents naturels que des tracés anthropiques. Leurs positions respectives furent intégrées dans un repère orthonormé et définies par déplacement sur rails d'un index dont l'extrémité matérialisait les sites recherchés. Après cette correction de l'épiderme restait à mettre en place ce que l'on pourrait nommer le macro-relief, écailles, efflorescences de calcite, fissures, cupules...

Une partie du transfert des informations, de l'enregistrement in situ des données morphochromatiques à leur traduction au sein du fac-similé, fut confié au Centre National de Préhistoire. Afin de serrer au plus près la réalité volumétrique de la roche encaissante et de rendre compte de sa granulation et sa texture, nous devions opter pour la stéréophotographie comme véhicule d'information et sur le procédé photographique pour le positionnement à l'interface des éléments pariétaux anthropiques et naturels, stade d'élaboration de la copie qui s'effectuait auparavant à vue. Cette dernière opération repose sur le principe du retour inverse de la lumière. Elle consiste, après enregistrement d'un plan défini de l'original, à projeter ensuite sur la surface correspondante en béton l'image obtenue.

Les matériaux entrant aussi bien dans le tracé des figurations pariétales que dans la matérialisation de l'encaissant étaient à base d'oxydes métalliques naturels.

Ce fac-similé partiel de la grotte de Lascaux fut ouvert au public en 1983.

La reproduction grandeur nature d'un espace hypogé paléolithique revêt un caractère unique, induit davantage par la configuration interne du site qu'il fallait restituer que par le thème abordé. La morphologie pariétale, au caractère très tourmenté, très irrégulier, aussi bien à l'échelle macroscopique que réelle, incita à l'innovation dans les procédés d'enregistrement ou les lectures des données, et dans la construction même de l'oeuvre. Cette technicité, aux facettes multiples, acquise au fil du temps et sous les

contraintes renouvelées à chaque instant, s'est notablement affirmée est affinée lors de la reproduction, quelques années plus tard, de la scène du Puits de Lascaux.

La Frise des Cerfs

Au cours de ces deux derniers exercices, Lascaux II et la Scène du Puits, les données morphologiques du support étaient traduites par une série de profils verticaux ou horizontaux, contrairement à l'expérience allemande menée à Altamira où l'on procéda à un empilement des courbes de niveaux matérialisées par des supports plans d'épaisseur équivalente à leur équidistance. Dans ces deux variantes, la photogrammétrie était à l'origine du procédé. Pour la Frise des Cerfs, (Fig. 1) nous dûmes faire appel à la méthode des profils lumineux qui permet d'enregistrer photographiquement et directement les différentes variations du relief des parois sans traitement ultérieur de l'information, opération réduisant, dans une très large mesure, à la fois les coûts d'exploitation et le temps d'élaboration.

Cette technologie liée au transfert des données, regroupe en fait un ensemble d'instruments, spécifiques du milieu souterrain, pouvant répondre aussi bien à la traduction des reliefs généraux et macroscopiques qu'au positionnement des tracés anthropiques et naturels ainsi qu'à leur analyse chromatique.

Hormis l'aspect muséographique de ces différentes réalisations, cette approche apporta une part non négligeable dans la compréhension du geste de l'artiste paléolithique. C'est en fait un incomparable terrain d'expérimentation des différentes techniques liées aussi bien à la peinture, au dessin qu'à la gravure. Inversement, l'analyse des faits pariétaux est actuellement un passage obligé à toute entreprise de ce type, car comprendre la construction d'une figuration pariétale c'est utiliser l'outil approprié, c'est employer les matériaux les plus approchants, c'est aussi retrouver le geste initial, ceci afin de traduire l'image avec une plus grande véracité.

Le vidéodisque

A l'initiative de la Sous-Direction de l'Archéologie et en collaboration avec l'Institut National de l'Audiotvisuel, la société Theorem et le Centre National de Préhistoire, deux vidéodisques sur l'iconographie de la grotte de Lascaux furent réalisés.

Le point de départ de cette opération réside dans la traduction des séquences filmées à Lascaux par Mario Ruspoli, de 1981 à 1983, sur un support moins contraignant que le film, autorisant, notamment, une consultation im-

médiate des informations, avantage lié au caractère interactif qu'offre ce procédé.

Le premier volume est intitulé "Corpus de Lascaux". Ce sont deux faces de deux disques sur lesquelles a été gravée une heure et demie de séquences filmées et un fonds photographique d'un millier d'unités.

Seules des informations relatives à la localisation des différentes séquences ont été ajoutées. Ce corpus est surtout destiné aux universités, aux centres de recherche ou aux bibliothèques. Il peut répondre aussi aux demandes formulées par les différents médias, la télévision en particulier.

Le second volume, "Lascaux revisité", n'occupe qu'une seule face de vidéodisque, ceci afin d'éviter toute manipulation. Son contenu se limite à trente minutes de séquences filmées avec toujours le même fonds photographique; sa vocation est davantage tournée vers le grand public, les musées et les centres d'informations. Ce produit s'avère parfaitement adapté à l'enseignement dans les collèges et les lycées.

Son interactivité autorise un déplacement immédiat dans cette masse de données, d'ordre aussi bien graphique, sonore que textuel. Les trente minutes de séquences animées sont en fait une visite commentée des différents espaces souterrains du sanctuaire et de leurs témoignages pariétaux.

De multiples modules permettent, entre autres, une initiation à l'art pariétal et à l'archéologie des grottes ornées en général. Plusieurs thèmes ont été regroupés, relatifs notamment à l'historique de la découverte, à l'iconographie pariétale, aux techniques de l'artiste, aux procédés de datation, aux méthodes d'analyses et de relevés des figurations.

Pour illustrer ces différents modules, le fonds photographique intègre aussi bien des images sur le bestiaire de ce sanctuaire et les signes que les topographies de chaque secteur, mais aussi des relevés anciens et actuels, et des images prises au cours des premiers mois qui suivirent la découverte.

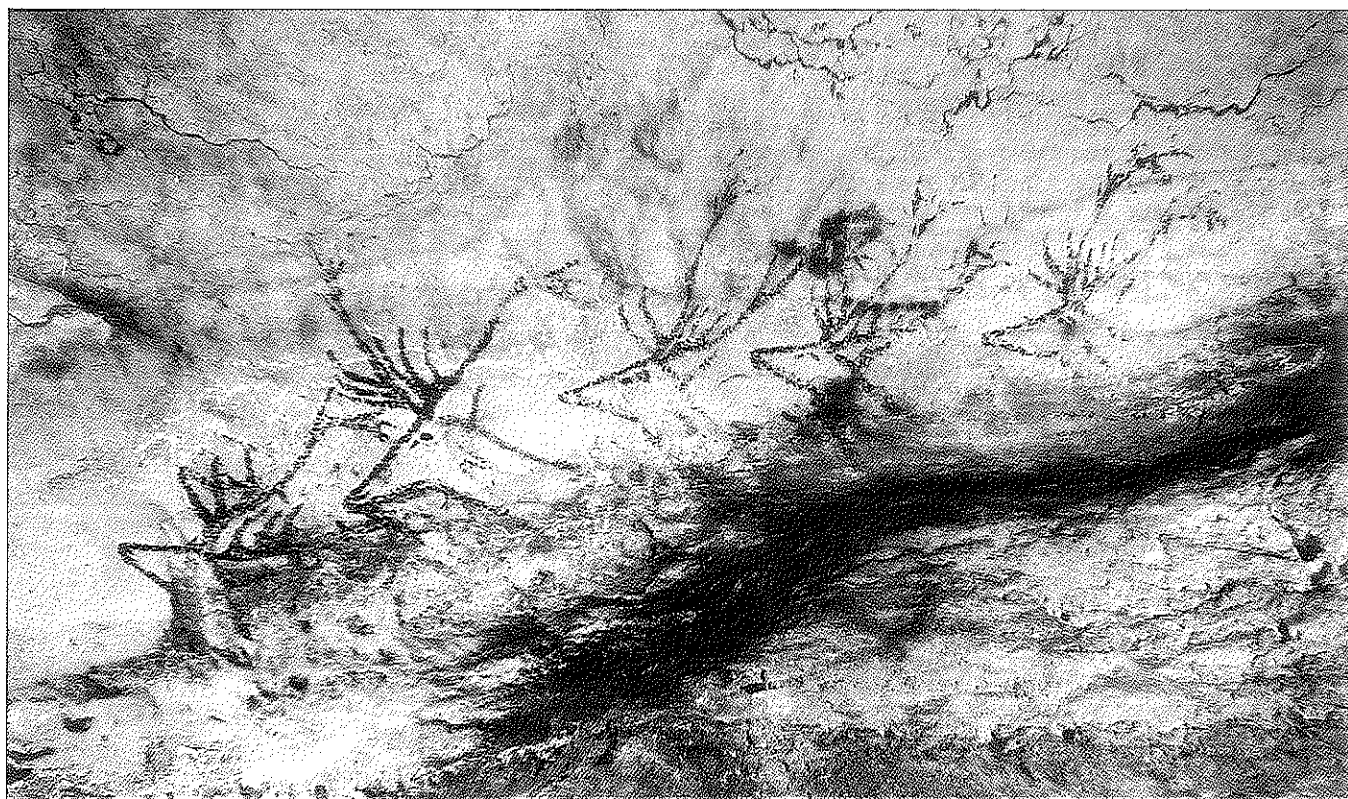


Fig. 1.—La frise des cerfs (Lascaux-Dordogne).
Doc.: M. Aujoulat C.N.P.

Hades

Cette base "Hades" a été construite à partir du logiciel "4D", et fonctionne sous le standard Macintosh. Une banque d'images lui est associée. Elle se scinde en trois grands chapitres, eux-mêmes sousdivisés en plusieurs fichiers, une dizaine pour l'instant. La très grande souplesse de ce logiciel permet de modifier à chaque instant la structure, ou de rajouter éventuellement des critères, voire des fichiers complémentaires.

Le premier volet a trait à l'enveloppe naturelle, c'est-à-dire, aux grottes et aux abris ornés. Le contenu présente des informations de type administratif, topographique, historique ou karstologique...

Le deuxième volet rend compte du fonds documentaire avec des informations se rapportant aussi bien à la bibliographie, qu'à la photographie et aux relevés graphiques. Un glossaire est prévu de figurer dans cette base. Il est inspiré des travaux réalisés au sein du Groupe de Réflexion sur l'art Pariétal Paléolithique (G.R.A.P.P.). Enfin, une place particulière sera faite à l'enregistrement des textes issus des publications sur le thème de l'art pariétal paléolithique. La saisie par scanner est réalisée sous forme d'images traduites au format texte après reconnaissance de caractères. Précisons qu'une seule disquette opto-magnétique peut contenir jusqu'à 200.000 pages de 3.000 caractères chacune.

Le troisième et dernier volet gère les données liées au patrimoine anthropique. Il regroupe les informations relatives, d'une part, au mobilier trouvé *in situ*, et, d'autre part, aux traces d'activités (empreintes, structures d'aménagement ou de combustion).

Mais une part importante est donnée à l'iconographie pariétale dont la saisie se présente sous forme de modules qui ont trait respectivement à l'identification et à la localisation du sujet, à l'analyse de ses éléments anatomiques, à l'iconométrie et à la morphométrie. Suivent des informations complémentaires sur le support, l'animation, les associations ou l'orientation, entre autres. la majorité des rubriques est énumérée, certaines sont hiérarchisées, ce qui autorise une plus grande rapidité lors de la saisie et évite un contrôle de la frappe et ôte toute ambiguïté lors de l'interrogation.

Enfin, le dernier module permet d'activer la banque d'images et d'afficher la série de documents mis à disposition: photographies, topographies ou relevés.

L'ensemble des informations de cette base est relié par un code site pour tout ce qui a trait au domaine naturel, et par un code objet pour les figurations pariétales.

La dernière opération liée à l'exploitation de la base "Hades" a pour nom Organon. Ce programme déjà très avancé a été monté en collaboration et à l'initiative du Centre Pierre Paris. Il vise à créer un environnement de travail orienté vers la production de bases de données et de connaissances associées interactives et réparties intégrant différents types de médias et établissant entre ces médias hétérogènes des relations intelligentes non contraignantes. Le but recherché est double, d'une part rendre transparent les différents périphériques utilisés, disques durs, vidéodisques, disques optomagnétiques, magnétoscopes, modem..., et, d'autre part, faciliter l'interrogation, qui devrait être plus naturelle et donc moins structurée, moins contraignante.

Le monde virtuel

Dans un proche avenir, nous aurons accès à ce que l'on nomme le monde virtuel, concept déjà utilisé dans certaines branches d'activités, notamment l'aviation et l'astronautique, pour l'initiation au pilotage.

Ces simulateurs pourraient aussi restituer des conditions de visite proches de celles rencontrées dans les sanctuaires ornés, aussi bien dans la progression à l'intérieur de la cavité que dans la formation du champ visuel. Il y a, en effet, interactivité entre les différents mouvements de l'observateur, marche, orientation de la tête... et les images 3 D créées simultanément par l'ordinateur. Cependant, cette application nécessite une puissance de calcul et une capacité de stockage des données telles que seules, actuellement, les stations informatiques les plus performantes peuvent répondre à cette demande. Toutefois, les capacités de traitement des matériels individuels sont en constante progression, phénomène, n'en doutons pas, qui autorisera un jour l'accès à cette forme de restitution.

INVESTIGACION Y CONSERVACION

Alfonso Moure Romanillo*

El descubrimiento de lugares con arte rupestre y las posteriores actuaciones en protección, conservación, acceso, investigación y difusión de los resultados forma parte de un único proceso cuyos tramos están conectados e interrelacionados, y en el que se encuentra implicada la Administración responsable del Patrimonio Arqueológico, los profesionales de su estudio y, en último caso, toda la sociedad.

Esta ponencia pretende suscitar algunas reflexiones que puedan dar origen a un debate acerca de la gestión de los lugares con arte rupestre a la luz de la actual situación española y de experiencias puntuales en la región en que desarrollamos nuestra actividad. A lo largo de la misma se defiende la necesidad de que todas esas actuaciones estén perfectamente planificadas, exista un seguimiento constante, y, en todo caso, se encuentren subordinadas a la conservación⁽¹⁾.

1. GESTION Y PROTECCION DE LOS LUGARES CON ARTE RUPESTRE

El arte rupestre forma parte del Patrimonio Arqueológico y por tanto del Patrimonio Histórico. Goza por tanto de la protección prevista para éste en el marco de la Constitución Española (Art. 46), que insta a los poderes públicos a garantizar la protección, conservación y transmisión a las generaciones futuras de los bienes que lo integran.

1.1. Protección legal y autenticación.

La Ley 16/85 del Patrimonio Histórico Español concede por su propio ministerio a todos los lugares con arte rupestre, con independencia de su cronología y tipo de soporte, el estatus de Bien de Interés Cultural (BIC). De esta forma gozan de *especial protección* sin que medie una declaración individualizada y por tanto la tramitación previa del correspondiente expediente. Los expedientes de declaración como BIC parten de una propuesta concreta y razonada y exigen, entre otras cosas, el informe favorable de alguna de las instituciones consultivas previstas en la propia Ley (Reales Academias, Universidades, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Juntas Superiores, etc.), o de aquellas que tengan reconocido idéntico carácter en el ámbito de una Comunidad Autónoma.

En apariencia el procedimiento "por ministerio de la Ley" proporciona una protección legal más rápida, siempre y cuando la Administración competente se encuentre

en condiciones de hacerla efectiva. Sin embargo, esta forma de declaración plantea problemas de otra índole, entre los cuales no es desdeñable el de la propia autenticación: ¿quién decide si un conjunto pintado o grabado debe ser considerado "arte" y si tiene, además, interés arqueológico o histórico? En todos los casos, pero sobre todo si la Administración no cuenta con técnicos en la materia, es imprescindible que recabe información externa de profesionales cualificados y/o de las instituciones a las que por Ley les corresponde ese papel consultivo.

Los problemas de autenticación y peritaje tienen cada vez más importancia porque cada día es mayor el riesgo de falsificación, de error, y de sobrevaloración de datos. Algunas experiencias recientes observadas en la Comunidad Autónoma de Cantabria pueden ser representativas de determinaciones no suficientemente contrastadas que en teoría podrían conducir a incluir en el inventario de Bienes de Interés Cultural obras de dudosa autenticidad o incluso de evidentes falsificaciones⁽²⁾. La cueva asturiana de Cueto de Lledías o de Cardín, cuya no-autenticidad está fuera de dudas, es una muestra, pero no la única, de una falsificación presente en los mapas de carretera e incluso en la bibliografía⁽³⁾.

Volviendo a la comunidad de Cantabria, un claro ejemplo de sobrevaloración de evidencias puede ser el caso del llamado *arte esquemático-abstracto*. Consiste en marcas y trazos negros presentes en las paredes de diferentes cuevas cuya localización y valoración se debe a la labor —por otra parte meritoria— de prospección del CAEAP⁽⁴⁾, pero cuya adscripción al hecho artístico es, en mi opinión, bastante discutible. Con independencia de su antigüedad, que posiblemente sólo pueda ser conocida mediante un procedimiento de datación absoluta, lo que no parece tan claro es su definición como arte. Desde mi personal punto de vista, éstas "marcas negras" deben entenderse como un testimonio más de la presencia y progresión humana por el interior de las cuevas, y ser incluida entre los restos tecnológicos (por ejemplo, huellas de golpear antorchas contra las paredes), más que como evidencias artísticas.

Hay también situaciones en que la información ha sido sobredimensionada como consecuencia de la publicidad desmedida —a veces externa, a veces provocada— que alcanzan muchos descubrimientos. En principio la difusión prematura es uno de los principales enemigos de la conservación de un yacimiento, y en la mayor parte de los casos solo contribuye a distorsionar, aún más, la imagen de la Arqueología y de sus profesionales. Por desgracia, en aceptar precipitadamente como auténtico lo dudoso o en exagerar la "importancia" (lo más antiguo, lo más exóti-

* Area de Prehistoria. Facultad de Geografía e Historia. Universidad. Santander.

co) de un nuevo descubrimiento, intervienen en ocasiones el interés personal de los autores del hallazgo, que aprovechan la natural ignorancia arqueológica de los políticos como plataforma de promoción personal y para obtener recursos económicos. Se entra así en la línea de lo que con fortuna ha sido llamado Arqueología Ficción⁽⁵⁾: difundir un descubrimiento como "sensacional" y "evidente", para después solicitar una subvención millonaria para demostrarlo.

Con independencia del resultado final de los estudios actualmente en curso en la cueva de Zubialde, el procedimiento utilizado por la Diputación Foral de Alava es, en mi opinión, un ejemplo a seguir: protección del yacimiento, estricto control de accesos y reproducciones y nombramiento de un equipo de estudio compuesto por expertos de reconocido prestigio que están desarrollando su labor de acuerdo con un calendario preestablecido⁽⁶⁾.

1.2. *El acceso a las cuevas con arte rupestre.*

La protección de cuevas y estaciones con arte rupestre compete a la Administración, y corresponde por tanto a ella establecer las normas de acceso tanto para visitas turísticas y exploraciones deportivas como para trabajos de investigación. Podemos establecer una distinción de principio entre cuevas abiertas al público de manera estacional o permanente (que se supone que cuentan con protección, infraestructura y personal especializado) y cuevas cerradas. En éstas últimas la protección es, cuando menos, pasiva (cerramientos, inspecciones periódicas, etc.).

En lo que respecta a las autorizaciones de acceso, la práctica de la Espeleología puede implicar a cualquiera de las situaciones descritas, ya que muchas de las cuevas con arte rupestre paleolítico tienen además interés espeleológico. En éste caso las exploraciones deben ser autorizadas y controladas por los organismos responsables de la conservación del Patrimonio. Con ello no se interrumpe la tradicional cooperación entre esa actividad y la Arqueología Prehistórica, pero supeditando siempre cualquier actuación al control de la conservación del medio subterráneo, de las evidencias parietales y de su contexto. Por el contrario, las actividades espeleológicas en cavidades sin manifestaciones rupestres conocidas deben ser reguladas por organismos y normativa estrictamente deportiva. Los eventuales descubrimientos que pudieran producirse en el curso de las mismas entran dentro de lo previsto en las distintas reglamentaciones regionales para los casos de hallazgos casuales. Como tales deberán ser comunicados a la Administración, igual que los que se produzcan al aire libre, en alta montaña o bajo el agua, sin que la práctica

del alpinismo o la pesca submarina requiera autorización de los responsables de Patrimonio Arqueológico.

Se propone con esto deslindar claramente la Espeleología de la prospección arqueológica, cada una de las cuales tiene fines, técnicas y profesionales distintos, y evitar así cierta confusión que en algunas regiones ha estado muy extendida. Aún no hace mucho tiempo de que cada exploración espeleológica realizada en Cantabria iba acompañada de una o varias "catas arqueológicas". En años no muy lejanos, la proliferación de estas exploraciones sobre espacios poco estudiados favoreció numerosos descubrimientos, pero no puede ocultarse que esa misma proliferación fue el origen de muchos destrozos y saqueos. Tal vez la yuxtaposición aunque sea "física" de la exploración espeleológica con la prospección subterránea haya permitido localizar muchos objetos y muchos yacimientos, pero no hay duda de que hoy ese modelo de trabajo resulta totalmente inapropiado. Sin que la planificación (la ausencia de planificación) de las investigaciones en Cantabria pueda precisamente ser puesta como ejemplo a seguir, a la luz de la posterior suerte que han seguido tanto los lugares como los materiales obtenidos en esas excursiones, no hay duda de que hubiese sido preferible esperar a que la prospección pudiera haber sido realizada en el curso de actuaciones arqueológicas adecuadas.

En cualquier caso, las regiones del arte rupestre paleolítico, como el Cantábrico, La Vézère o el Lot, son zonas "de riesgo", con amplias posibilidades de que en ellas se produzcan nuevos descubrimientos. Por ello es importante potenciar programas de divulgación y concienciación entre los jóvenes grupos de espeleólogos, que permitan aumentar su información sobre temas arqueológicos y muy especialmente sobre el arte rupestre y otros testimonios aún más vulnerables por ser difícilmente perceptibles (huellas humanas, hallazgos mobiliarios, balizamientos, etc.)⁽⁷⁾.

El uso de las cuevas abiertas al público obviamente debe estar subordinado a la conservación: control del número de visitantes por día y por grupo, cierres estacionales y —sobre todo— un seguimiento constante. No es fácil compatibilizar la creciente demanda social de acceso al pasado y al patrimonio subterráneo con la conservación. En yacimientos especialmente relevantes y con problemas estructurales o medioambientales como Lascaux o Altamira la construcción de facsímiles es una solución sin duda costosa pero que hay que tener en cuenta⁽⁸⁾.

Tampoco hay que perder de vista que en determinadas localidades o regiones la importancia económica del turismo es un elemento de presión que demanda cada vez mayor apertura de las cuevas. Una de las posibles soluciones para evitar su deterioro sin perjudicar a la población

actual de la zona es la búsqueda de ofertas alternativas, como puede ser el acondicionamiento respetuoso con el medio subterráneo de cavidades sin representaciones parietales.

2. LAS ACTUACIONES DE INVESTIGACION

Los trabajos de documentación de arte rupestre, como el resto de las actuaciones arqueológicas, deben estar incluidos y contemplados en los planes de investigación de los respectivos organismos de la Administración a partir de los proyectos presentados por los diferentes centros y grupos de trabajo. Como se ha adelantado, aunque en apariencia se trate de un tipo de actuación no destructiva, la planificación debe además prever la eventual incidencia del trabajo de los investigadores en el estado de conservación de las representaciones parietales y del medio en que se encuentran.

2.1. *Planificación de los estudios de arte rupestre. Aspectos administrativos.*

Los estudios de arte rupestre deben estar regulados desde un punto de vista legal y ser autorizados expresamente por la Administración. Esta exigencia no estaba recogida en la antigua legislación española (1911 y 1933) ni se hace referencia expresa a la misma en la varias veces mencionada Ley de Patrimonio Histórico. Hasta hace pocos años, y probablemente por contraposición con la excavación, se consideraba que eran trabajos "no destructivos" y que por ello no tenían por qué exigir ningún tipo de autorización.

Por fortuna, la normativa legal de buen número de Comunidades Autónomas entiende que un estudio de arte rupestre es también una *actuación arqueológica*, y establece los requisitos necesarios para acceder a la misma en términos similares a lo relativo a excavaciones y prospecciones. Así se entiende en la legislación de Andalucía (art. 3.4 y 5.5 de la Orden del 28-01-85), Valencia (art. 2.6 y 12 de la Orden del 31-06-87), Cantabria (art. 17 del Decreto 72/85), Cataluña (art. 1b del Decreto 231/91), Extremadura (art. 20 Orden 10-04-91), Galicia (art. 1º, 1, 1.4 del Decreto 62/89) y País Vasco (Ley 7/90 del Patrimonio Cultural Vasco). En otras administraciones —como en el Principado de Asturias, que hoy acoge esta mesa redonda internacional—, aun no existiendo una referencia explícita, se entiende *de facto* que estos trabajos tienen carácter de actuación arqueológica.

En consecuencia las autorizaciones deben concederse o no de acuerdo con los mismos criterios de profesionali-

dad, conveniencia e interés científico que en una excavación o una prospección arqueológica.

2.2. *Planificación general de las actuaciones.*

Estos trabajos deben ser contemplados también en el marco de la programación de investigaciones dependientes de cada una de las Comunidades Autónomas. Como un ejemplo más, cabe señalar que en el área de Prehistoria del Departamento de Ciencias Históricas de la Universidad de Cantabria se viene desarrollando una línea de investigación sobre "Documentación del arte rupestre prehistórico en Cantabria" orientada en dos direcciones: revisión de yacimientos conocidos —algunos de ellos descubiertos a finales del XIX o comienzos del presente siglo—, y estudio de nuevas localizaciones. Entre los primeros destacan los proyectos particulares ya finalizados o en curso en las cuevas de Covalanas, La Haza, Santián, La Pasiega y Las Aguas, y —entre los segundos— los de las cuevas de Fuente del Salín, Emboscados, Patatal y Sobilla⁽⁹⁾.

Tanto en un caso como en el otro la actuación comprende como mínimo una topografía detallada de la cueva, la revisión cuidadosa de todas sus galerías, y la catalogación y documentación gráfica de las evidencias parietales. Lo primero ha proporcionado —además de un instrumento imprescindible para el estudio, la interpretación y la publicación—, resultados verdaderamente sorprendentes por las considerables diferencias entre nuestros planos y los obtenidos por algunos de los pioneros de la investigación regional con los limitados medios propios de la época⁽¹⁰⁾.

Por otro lado, el arte rupestre es algo inseparable de su contexto, y por ello del resto de las evidencias culturales presentes en la cueva (yacimientos del área de estancia, materiales del área de decoración, hallazgos mobiliarios, restos de progresión e iluminación, etc.). Un proyecto de investigación integral debe contemplar la posibilidad de estudiar —y en su caso de excavar—, el yacimiento o yacimientos arqueológicos que se encuentren en relación con las pinturas o grabados⁽¹¹⁾.

2.3. *La intervención sobre el terreno.*

La exigencia de autorización está además justificada, entre otras cosas, por razones de conservación. Un estudio de arte rupestre no siempre es algo tan inocuo como podría parecer, ya que tanto las técnicas de trabajo utilizadas como la simple presencia humana pueden suponer un riesgo para la pinturas, para su soporte físico o para el medio en que se encuentran. De hecho, entre los requisitos

necesarios para la solicitud de un permiso de investigación de arte rupestre en la Comunidades de Andalucía, Cantabria, Extremadura y Valencia se pide la presentación de un informe sobre las técnicas a utilizar. En la última de las Autonomías mencionadas se exige expresamente un "informe detallado del método de estudio y las medidas previstas para contrarrestar los efectos del mismo sobre el estado de conservación de las manifestaciones artísticas que son su objeto".

Parafraseando una cita clásica de M. Wheeler cuando escribe sobre la excavación arqueológica, podemos decir que para el arte rupestre no hay una técnica de documentación correcta, sino muchas incorrectas. Procedimientos como el calco directo —hoy afortunadamente bastante en desuso—, pueden sin embargo ser utilizados sin riesgo sobre determinados soportes, mientras que su empleo resulta impensable sobre paredes o figuras poco consistentes⁽¹²⁾.

Tanto si se trata de una cueva abierta al público como lo contrario, la presencia humana (en éste caso la presencia de los investigadores) incide en el microclima de la cueva cuando menos en variaciones en los parámetros de temperatura, humedad y contenido en anhídrido carbónico. Por ello es imprescindible un seguimiento constante que permita detectar y evaluar cualquier cambio. Por hacer otra vez referencia a nuestra personal experiencia, los trabajos dirigidos por el Dr. González Morales y yo mismo en la cueva de La Fuente del Salín (Val de San Vicente, Cantabria), presentan entre otros muchos problemas, los riesgos derivados del mal estado de la roca soporte y las reducidas dimensiones de la sala en que se llevan a cabo las excavaciones y se concentran la mayor parte de las pinturas. En prevención de cualquier incidencia, las campañas realizadas hasta el momento han contado siempre con un termohigrógrafo con registro continuo que permitiría detectar eventuales alteraciones⁽¹³⁾.

3. LA DOCUMENTACION Y SU USO. ACCESO A LA INFORMACION

Como cualquier otra actuación arqueológica, los estudios de arte rupestre generan resultados —entre ellos un mayor o menor volumen de material gráfico—, que resultan francamente inútiles si no son cuidadosamente conservados y trascienden desde sus autores al resto de la comunidad científica y al resto de la sociedad.

3.1. *Publicación científica de las actuaciones.*

La publicación de los resultados no es tan sólo un tema de difusión científica y deontología, sino también una exi-

gencia legal y un instrumento de conservación. La normativa que regula las actuaciones arqueológicas en las diferentes Comunidades Autónomas prevé mediante distintos mecanismos la obligatoriedad de presentar los correspondientes informes y memorias científicas.

Por el contrario, no en todas esas Comunidades Autónomas está previsto el procedimiento de publicación. Como siempre, se insiste —y eso parece lógico— en las obligaciones del investigador ante la Administración, pero muy poco en las de ésta última. La conservación es competencia, y por tanto responsabilidad, de la Administración (en el actual modelo español, de las Administraciones autonómicas) y la publicación es inseparable de aquella en tanto documenta y proporciona un punto de referencia de la situación del yacimiento.

Los organismos públicos competentes deben pues garantizar la difusión de los resultados, y ésta debe estar prevista dentro de la planificación general de las actuaciones arqueológicas de la Comunidad Autónoma y de cada uno de los proyectos particulares. En otras palabras, la posibilidad y viabilidad de la edición de las correspondientes memorias tiene que ser considerada (junto con el interés científico y la profesionalidad de los investigadores) al evaluar la *conveniencia* de un estudio.

3.2. *Repertorios, inventarios y catálogos de arte rupestre*

Además de la documentación rigurosa de cada uno de los lugares, resulta imprescindible contar con buenos repertorios que permitan el acceso a la información sobre arte rupestre a partir de cualquiera de sus elementos (soporte, técnicas, temas, localización geográfica y administrativa, cronología, estado de conservación, estatus jurídico, etc.). Hace ya bastante tiempo que la Informática viene proporcionando los instrumentos necesarios para facilitar esa labor, y hace también bastantes años que desde distintas instancias se viene trabajando en ese sentido.

Con independencia de anteriores iniciativas a nivel provincial, por lo general en la línea de las llamadas Cartas Arqueológicas, a finales de los años 70 se puso en marcha en España una encomiable labor de inventario de su patrimonio parietal por iniciativa de la Comisión Nacional para la Conservación del Arte Rupestre. Este órgano consultivo del Ministerio de Cultura llevaba a cabo funciones asesoras en los años inmediatamente anteriores al trasvase completo de competencias desde la Administración del Estado a las Comunidades Autónomas. La primera fase del inventario estuvo destinada a obtener una información mínima organizada por provincias o por regiones en función de la densidad de yacimientos en cada una de ellas,

y sirvió para experimentar un modelo provisional de ficha con datos de índole geográfica, administrativa, científica (características del arte, información arqueológica complementaria), jurídica y de protección-conservación.

Más o menos paralelamente, un equipo de técnicos del Ministerio se ocupó de la realización de un archivo fotográfico, una de cuyas finalidades —obviamente además de la documentación del inventario— era contar con un repertorio gráfico a disposición de investigadores y editores que evitase la reiteración de solicitudes de permisos para efectuar nuevas tomas en las cuevas, y por ello la frecuentación del medio subterráneo con los riesgos que ello comporta.

Después de la trasferencia de competencias en materia de Patrimonio Histórico a las CC.AA., se produjo la interrupción parcial de estos trabajos de inventario, que, pese a sus posibles defectos y limitaciones, permitió disponer de un corpus de datos imprescindible para conocer el estado de la cuestión y planificar posteriores actuaciones. A partir de la asunción de estas responsabilidades por parte de las distintas administraciones regionales, la suerte de las labores de inventario ha sido desigual. No parece procedente analizar aquí las respuestas ni las realizaciones de las respectivas Autonomías, pero —con independencia de esa continuidad y de la calidad de información alcanzada en cada una—, resulta obvia la necesidad de una programación suprarregional. No parece mínimamente razonable que regiones limítrofes empleen programas y ficheros distintos en temas comunes que no tienen en principio ninguna relación con la división administrativa actual. Es más, la aspiración última debe ser conseguir un sistema de inventario común y accesible al menos en la Comunidad Europea, y desde luego para ello es imprescindible la coordinación previa a nivel nacional.

Como en otros bienes pertenecientes al Patrimonio Arqueológico, el riesgo de estos inventarios es que se conviertan en una guía para furtivos, produciéndose un efecto contrario al pretendido. Se ha discutido mucho sobre el acceso —libre o restringido— o el carácter reservado de estos ficheros. Insistiendo en la naturaleza prioritaria de la conservación, en mi opinión no deben facilitarse datos de localización sobre yacimientos insuficientemente protegidos.

3.3. *El uso didáctico de la documentación*

Los resultados de las actuaciones arqueológicas no deben quedar limitados a la literatura científica. Los elementos que integran el Patrimonio Histórico son bienes de interés público que deben cumplir una función social, y es

preciso facilitar su difusión tanto mediante el acceso directo —en cuanto éste no suponga un peligro para su conservación—, como a través de material de carácter divulgativo y docente.

En el caso del arte rupestre la divulgación de su conocimiento debe ser además un instrumento de concienciación social que facilite de manera indirecta su protección y conservación. Igual que en el caso del Patrimonio Natural y de otros integrantes del Patrimonio Histórico, su difusión contribuye a crear una conciencia de propiedad colectiva que anima a respetar y a hacer respetar manifestaciones que, además de ser muy frágiles, frecuentemente se encuentran en un medio subterráneo extremadamente sensible.

En general, la literatura de divulgación científica tiene en España bastante poca tradición. Con excepciones tan contadas como honrosas, dentro de ella son pocas las publicaciones periódicas dedicadas a temas de Patrimonio Arqueológico, y menos aún las que incorporan el arte rupestre desde la doble perspectiva de la información y la conservación. Si descendemos a niveles más concretos el panorama no es mucho mejor. El Reglamento de Museos de Titularidad Estatal (Art. 21.4) prevé que todas estas instituciones deben contar con una guía a precio asequible. Obviamente esa normativa implica a los Museos Nacionales, pero no hay duda de que la existencia de ese material es a todas luces aconsejable por encima de cada una de las situaciones administrativas. Un repaso a la situación real nos indica que a pesar de la no cuestionada buena intención de los legisladores, la edición de esas guías sólo se ha llevado a la práctica en contadas ocasiones. El panorama es aún peor en los monumentos, entre ellos las cuevas decoradas, en que únicamente existe oferta de este tipo en las contadísimas ocasiones en que el previsible número de visitantes ha motivado a la iniciativa privada.

Es obvio que la difusión de estos bienes culturales entre los escolares resulta prioritaria, y por ello hay que potenciar tanto su conocimiento mediante visitas programadas y bien dirigidas, como las actividades escolares con un buen respaldo didáctico. Sin que ello vaya en menoscabo de la conservación ni del control sobre la reproducción y difusión de imágenes, la Administración debe garantizar la existencia de material didáctico (diapositivas, videos, etc.) de arte rupestre y medio subterráneo, facilitando su presencia en todos los centros docentes.

4. REFLEXION FINAL

El arte rupestre participa del mismo paquete de competencias y responsabilidades que el resto del Patrimonio Arqueológico: protección, estudio, acrecentamiento, uso so-

cial, transmisión a las generaciones futuras, etc. Pero, también como cada uno de los integrantes del Patrimonio Histórico, presenta algunas particularidades que son sobre todo consecuencia de la especial fragilidad del medio en que se ubican las evidencias parietales.

El acceso a los lugares con arte rupestre presenta limitaciones —no sólo físicas, sino también ambientales—, a la presencia humana y al empleo de las técnicas habituales de documentación. Por ello la investigación de campo debe ser regulada de acuerdo con los mismos criterios de conveniencia, profesionalidad e interés científico que otras actuaciones arqueológicas, subordinando prioritariamente en cada uno de los casos las autorizaciones administrativas a la conservación.

La preservación del medio y el microclima subterráneos hace que el disfrute social no siempre pueda llevarse a cabo en las mismas condiciones que en otro tipo de yacimiento arqueológico. En esas condiciones el control de conservación debe ser especialmente riguroso y complementado en caso necesario con otras ofertas alternativas que satisfagan el interés público y permitan su transmisión hacia el futuro.

NOTAS

- (1) Los temas de conservación fueron ampliamente analizados en el coloquio internacional celebrado en Périgueux en 1984: *L'Art Pariétal Paléolithique: Étude et Conservation*, Actes du Colloque de la Direction du Patrimoine, Clamecy, 1989, y concretamente en la ponencia de J. CLOTES, "Recherche et conservation: Problèmes de déontologie", pp. 211-219. En esta nueva reunión internacional, esta comunicación pretende suscitar el problema a partir de la situación y de las experiencias españolas.
- (2) La prensa local suele ser pródiga en noticias de carácter sensacionalista que frecuentemente trascienden a través de las agencias a los medios de comunicación nacionales e incluso internacionales. Tienen en común su carácter innovador (va a obligar a cambiar o replantearse todos los "conocimientos admitidos"), aunque a veces se queden en simples formaciones naturales o en falsificaciones bastante burdas.
- (3) Aunque la cueva de Cardín o de Cueto de Lledías ha sido publicada como paleolítica en varias memorias y revistas científicas de carácter oficial (entre otras en URIA RIU, J., *La caverna prehistórica de "El Cueto"*, Lledías (Asturias) y sus pinturas rupestres. Madrid, Ministerio de Educación Nacional, Informes y Memorias de la Comisaría Nacional de Excavaciones Arqueológicas, 6, 1944), no existe un dictamen explícito de su falsedad, que en mi opinión está fuera de dudas. En este sentido se manifestó ya hace años I. BARANDIARÁN (*Arte mueble del Paleolítico Cantábrico*. Zaragoza, Monografías Arqueológicas, XIV, 1973, p. 118).
- El propio H. BREUIL, a quien por motivos para mí desconocidos se atribuye una autenticación verbal de las pinturas, se muestra extraordinariamente cauto sobre el tema, no sorprendiéndose ante el "escepticismo levantado por este conjunto entre los prehistoriadores españoles" (*Quatre-cents siècles d'art pariétal*, París, Max Fourny, 1952, p. 387). La falsedad de la industria ósea atribuida al yacimiento fue demostrada a partir de los análisis del flúor realizados en el British Museum por K.P. OAKLEY (CORCHON, M.S., *El Solutrense en Santander*. Santander, Institución Cultural de Cantabria, 1971, p. 100, nota 105).
- (4) MUÑOZ FERNÁNDEZ, E. y SERNA GANCEDO, M., "El arte esquemático-abstracto en Cantabria", *Altamira*, 45, 1985, pp. 5-31.
- (5) MONZÓN, R., "Arqueología Ficción", *Revista de Arqueología*, 98, 1989, p. 6.
- (6) Respecto a la cueva de Zubialde, en el momento de presentar esta ponencia sólo puede remitirse a las noticias de prensa diaria y de revistas de divulgación, como ARMENDARIZ, A., "Importante hallazgo de arte rupestre en Alava", *Revista de Arqueología*, 121, 1991, pp. 54-55.
- La Diputación Foral de Alava elaboró un informe con documentación gráfica que fue remitido a un grupo de especialistas españoles y extranjeros en arte rupestre. El estudio fue encargado a los Dres. Altuna, Apellániz y Barandiarán Maestu.
- (7) CLOTES, J. et BEGOUEN, C., "Apports mobiliers dans les cavernes du Volp (Enlène, Trois-Frères, Le Tuc d'Audoubert)", en pp. 157-188 de *Altamira Symposium*, Madrid, Ministerio de Cultura, 1981.
- (8) DELLUC, B. et G., "Lascaux II, une réussite touristique pour le Périgord", en pp. 78-80 de *Lascaux, le premier chef-d'oeuvre de l'humanité*, *Les dossiers d'Archéologie*, 152, 1990.
- MOURE ROMANILLO, A. y QUEROL FERNÁNDEZ, M.A., "La reproducción de Altamira. Un proyecto para la conservación y el disfrute", en pp. 263-282 de GONZÁLEZ MORALES, M.R., *Cien años después de Sautuola*. Santander, Consejería de Cultura, Educación y Deporte, 1989.
- (9) Las referencias bibliográficas a los yacimientos indicados y la filosofía general de los trabajos puede encontrarse en MOURE ROMANILLO, A., GONZÁLEZ SAINZ, C. y GONZÁLEZ MORALES, M.R., *Las cuevas de Ramales de la Victoria (Cantabria). Arte rupestre paleolítico en las cuevas de Covalanas y La Haza*. Santander, Universidad de Cantabria, 1991, pp. 7-9.
- (10) Especialmente espectaculares son las diferencias observadas entre los planos publicados en ALCALDE DEL RÍO, H., BREUIL, H. y SIERRA, L., *Les cavernes de la région cantabrique* (Espagne), Mónaco, 1911 y los que hemos realizado en Covalanas y La Haza para la obra citada en la nota 8 (pp. 18 y 20) y en Santián incluido en MOURE ROMANILLO, A., "Documentación del arte rupestre cantábrico: la cueva de Santián (Piélagos, Cantabria)", *Zephyrus*, (en prensa).
- (11) Estos son los objetivos que se persiguen en dos de los proyectos en que participamos: la cueva de Tito Bustillo, en Ribadesella (líneas generales del proyecto aparecen resumidas, entre otros, en los trabajos de BALBÍN BEHRMANN, R. de y MOURE ROMANILLO, A., "El panel principal de la cueva de Tito Bustillo", *Ars Praehistorica*, 1, 1982, pp. 47-96) y la de la Fuente del Salín (Val de San Vicente, Cantabria) (MOURE ROMANILLO, A. y GONZÁLEZ MORALES, M.R., "Le contexte archéologique des grottes ornées de Cantabria", *Archéologie des Grottes Ornées* (Montignac, 1990) (en prensa). En la misma línea de excavación del yacimiento arqueológico y estudio del arte rupestre, son de obligada referencia los trabajos integrados en el proyecto Nalón Medio que se está llevando a cabo bajo la dirección del Prof. Fortea (FORTEA PÉREZ, J., "Investigaciones en la cuenca del Nalón, Asturias (España)", en *Zephyrus*, 32-33, pp. 5-16).
- (12) La bibliografía reciente sobre técnicas de reproducción gráfica es relativamente abundante. Además de varias comunicaciones incluidas en las actas del coloquio internacional *L'Art Pariétal Paléolithique* (citado, v. nota 1) resulta de obligada consulta la obra de AUJOUAT, N., *Le relevé des œuvres pariétales paléolithiques. Enregistrements et traitement des données*. París, Maison des Sciences de l'Homme, 1987.
- (13) Citado, v. nota 11.

LA DIFUSION DE LOS HALLAZGOS DE ARTE RUPESTRE

M. R. González Morales*

UN ANALISIS DEL PROBLEMA:

La historia de la investigación sobre el arte rupestre prehistórico ha estado, desde sus mismos inicios emblemáticos en el descubrimiento de Altamira, entrelazada con los debates públicos sobre la autenticidad de los hallazgos, la espectacularidad de sus figuraciones, el carácter misterioso y oculto de su significado, o los rituales esotéricos que habrían tenido lugar en aquellos antros cavernarios. La polémica de Altamira trascendió a la prensa de la época y sirvió para vulgarizar desde sus comienzos el arte nuevo.

Sin embargo, a pesar de los años transcurridos, buena parte de los elementos de debate que entonces cobraron forma por primera vez continúan hoy vigentes. Y ello revela que el concepto popular de lo que es nuestra disciplina científica no se aleja mucho del que era común hace un siglo. El trabajo del prehistoriador aparece ante la sociedad como limitado a la concepción popular del arqueólogo atento a los *objetos* y exclusivamente a ellos, como si en los mismos radicara la finalidad de nuestro estudio.

Nace de ahí una visión deformada del interés de los restos arqueológicos como valorados por el hecho de ser tales: es la perspectiva del arqueólogo como *anticuarista*, como el profesional que “rescata” objetos antiguos, valiosos *per se*. Y, como corolario inevitable, surge de esa idea el interés especulativo por la obtención de tales objetos por otras vías: el furtivismo, la ocultación, el coleccionismo encubierto o manifiesto, la comercialización.

No se puede culpar solamente a la sociedad por esos usos: durante mucho tiempo se ha fomentado desde nuestro propio oficio esa mitificación del objeto arqueológico, como para esperar una respuesta social distinta. Nosotros mismos hemos contribuido a exaltar el yacimiento *espectacular*, la pieza *excepcional*, el *hallazgo único* o el *más antiguo*, sin molestarnos muchas veces en explicar nada más. Hoy pagamos todos las consecuencias, con el deterioro irreversible y continuado de nuestro patrimonio arqueológico a manos de aquellos que buscan obtener esos objetos, o bien con el deterioro por omisión, por la falta de interés, o la destrucción de elementos de ese patrimonio común que carecen de espectacularidad o de un valor de cambio evidente.

Al mismo tiempo se produce la devaluación del conocimiento prehistórico, al reducirlo al análisis descriptivo del objeto, convertido éste en la razón última. Esto supone la generalización de la “práctica científica” a cualquier per-

sona capaz de identificar y describir dicho objeto: mecánicamente, el “mérito científico” se transfiere al hallador y el acto del descubrimiento se hace equivalente en sí mismo al acto del *conocimiento*. Pero esta cadena de sofismas, tan habitual por otra parte, manifiesta una profunda ignorancia sobre la metodología general de toda investigación científica.

El “hallazgo” arqueológico, casual o no, se sitúa en la periferia del “contexto de descubrimiento”, en el sentido que dan al término Rudner y otros filósofos de la ciencia: solamente puede cobrar sentido por referencia a una teoría determinada, en la medida que sirva para verificar las hipótesis elaboradas dentro del diseño de una investigación concreta o para generar nuevas hipótesis igualmente verificables. Muchas pinturas y grabados rupestres fueron conocidos por el hombre antes del descubrimiento de Altamira: el mérito científico de Sautuola radicó en su capacidad para elaborar una hipótesis que ponía esas figuras en relación con los habitantes paleolíticos de la misma cueva, cuya presencia había establecido previamente, y en ofrecer argumentos para su verificación.

La repercusión popular que se otorga al hecho del hallazgo en sí mismo tiende a enmascarar todo este proceso de conocimiento científico. La difusión rápida, y prematura en muchos casos, de las novedades lleva a menudo a emitir conclusiones no contrastadas sobre la antigüedad de algunas representaciones, su adscripción estilística, contenido u otros aspectos. A menudo, esa falta de análisis reposado conduce a errores notorios, lo que a su vez provoca una grave dificultad para alcanzar una salida digna: o bien se ocultan, con lo cual se hurta a la opinión pública la veracidad de unos hechos, pero se salva la propia imagen del difusor precipitado; o bien se hacen públicos, lo cual generalmente acarrea el descrédito colectivo del gremio, acusado con frecuencia de falta de seriedad —si no de real capacidad científica— debido a tales sonadas rectificaciones. Más adelante volveremos sobre el tema.

La investigación arqueológica y la difusión de sus resultados se sitúan en unas coordenadas sociales y políticas precisas, dentro de una comunidad y dependiendo de unas Administraciones concretas. Ese entorno es el que exige, en el contexto de una sociedad moderna bajo el impacto de los medios de comunicación de masas, la difusión pública de cualquier hecho que pueda ser considerado “noticia”. El peligro en esta dirección es el de la sumisión de la objetividad científica a los intereses políticos de una región o país: el investigador puede perder el control de lo que debería ser el proceso riguroso de conocimiento, en favor de la urgencia de resultados concretos que apoyen una ideología o, sencillamente, que hagan resaltar la

* Area de Prehistoria. Facultad de Geografía e Historia. Universidad. Santander.

brillantez de los logros de la política de una Administración determinada.

En la práctica, nos solemos encontrar habitualmente con dos ejemplos de difusión prematura o incorrecta: la *difusión individual*, dirigida a la promoción personal, y la *difusión institucional*, destinada a justificar aspectos de la política de gestión cultural o de la política regional o nacional en un conjunto. El impacto inicial que una difusión de estas características puede tener sobre la conservación es difícil de controlar: normalmente genera una cadena de visitas de “autoridades” (políticas y científicas) y de otras que promueven a su vez la difusión secundaria, como aquellas realizadas por los medios de comunicación. Esto ha llevado, a menudo, a que los yacimientos sufran una degradación importante *antes* de que sea posible tomar medidas de protección adecuadas: reciente está en Asturias el caso de los grabados esquemáticos de la Cueva del Requeixu, en Llanes, rápidamente deteriorados por *graffiti* tras la aparición de su fotografía y descripción —incluyendo el lugar del hallazgo— en la prensa local. En Cantabria, el descubrimiento en 1985 de las pinturas paleolíticas de la Cueva del Salín llevó consigo que algunos miembros del grupo de espeleólogos descubridores, a resultas de la difusión del hallazgo a través de la prensa, realizaran numerosas visitas, algunas de ellas de grupos amplios de personas, para contemplar las pinturas, arrastrando tras de sí una amplia destrucción de las trazas superficiales del yacimiento arqueológico situado al pie de aquéllas.

Como una consecuencia de lo anterior, otro grave problema de la difusión indiscriminada es el que se refiere a la creación de expectativas de visita y, paralelamente, de expectativas de promoción local o regional mediante la explotación turística del propio yacimiento o de su popularidad. El tratamiento normalmente sensacionalista que recibe la Arqueología en los medios de comunicación tiende a crear una demanda popular de contemplación de los nuevos hallazgos, favorecida por el tradicional uso turístico a que se han visto sometidos —o continúan siéndolo— muchos de estos monumentos. Esta demanda suele ser utilizada a veces como argumento por las administraciones locales o regionales para exigir el acondicionamiento de los yacimientos para su visita pública, lo cual puede tener desastrosas consecuencias directas para la conservación de los mismos si no se impide o, al menos, se realizan estudios previos adecuados. Las ingentes obras realizadas a finales de los años sesenta para permitir la entrada masiva en la Cueva de Tito Bustillo son una muestra del volumen que esas alteraciones pueden alcanzar, convirtiéndose en irreversibles. Otro tanto ocurrió en los yacimientos del

Monte Castillo, en Cantabria, o la Cueva de Santimamiñe, en Vizcaya, donde no consta que se hayan realizado nunca estudios sistemáticos para establecer el impacto de las obras de acondicionamiento —que aún hoy se realizan— sobre la conservación de las pinturas y grabados.

En este punto entramos en otro aspecto delicado del problema, que a veces es de especial gravedad en primera instancia para la investigación y, como consecuencia inevitable, para la propia conservación.

En efecto, a menudo la necesidad política de satisfacer esas expectativas a corto plazo se traduce en una presión sobre los investigadores para obtener resultados rápidos que orienten, en el mejor de los casos, la toma de decisiones, o más bien las justifiquen. Por ello, en medio del ambiente generado por una difusión generalizada, esa presión suele implicar también, y no siempre del modo más sutil, el hecho de estar *orientada* hacia determinados resultados: la insistencia en lo más espectacular, las características únicas, la individualización del hallazgo frente a lo ya conocido... Esto puede suponer, en muchas ocasiones, una seria limitación de los tiempos concedidos para el estudio arqueológico preliminar, y, desde luego, para los estudios previos de conservación, donde los tiempos de recogida de datos deberían ser aún mucho más prolongados. Como es obvio, estos requerimientos de resultados inmediatos no están por lo general inspirados en criterios estrictamente científicos, y bajo la presión de un ambiente de difusión pública y “demanda” popular resulta muy difícil establecer un diálogo sereno con los poderes administrativos para tratar de conciliar ambas perspectivas. En más de una ocasión esa contradicción ha terminado por manifestarse en forma de descrédito de los investigadores: aquellos que quieren retener para sí los nuevos hallazgos, hurtando por largo tiempo sus maravillas a la contemplación de los ciudadanos comunes...

Otra forma de descrédito del colectivo de los científicos acecha tras una difusión precipitada —ya sea intencionada o no— de hallazgos no contrastados: la corrección posterior de los errores de apreciación iniciales sobre la autenticidad o falsedad de los descubrimientos genera en la opinión pública la idea de que el estudio del arte prehistórico, o la Arqueología en general, es en esencia una cuestión *opinable* y que no requiere una formación o capacitación específica para su tratamiento. La imagen de falta de seriedad que en los últimos años han proyectado sobre los investigadores de la Región Cantábrica determinados “hallazgos” que alcanzaron gran repercusión periodística sin que luego se pudiera verificar su autenticidad ni fueran objeto de estudios alguno es un ejemplo bien reciente.

En relación con este problema, nos situamos ante un serio dilema: la paradoja de la necesidad ética de las réplicas públicas a actuaciones de este tipo y su conveniencia práctica. Una réplica, o rectificación si se prefiere, a un caso de difusión temeraria o errónea de un hallazgo no verificado o netamente falso tiende a generar una polémica de carácter no científico, sino más bien periodístico. El tipo de argumentación, su manejo y el control sobre la precisión de lo publicado son netamente distintos entre las revistas científicas y la prensa ordinaria, y la réplica en el mismo entorno que se produce la difusión (este segundo campo) supone trasladar al análisis y el debate científico a un medio que no le es propio, y donde, con honrosas excepciones, el rigor deja paso a la espectacularidad. El resultado suele ser de nuevo esa imagen de falta de seriedad a que antes aludíamos.

Por el contrario, la ausencia de réplica a la difusión de hallazgos mal interpretados —o decididamente fraudulentos— entraña la grave responsabilidad de conseguir la perpetuación de una información errónea o, en el segundo caso, de un engaño manifiesto, a la vez que sirve de acicate para continuar con el uso de los medios de difusión como vía de promoción personal o institucional en ocasiones futuras. No hay más que recordar el carácter cíclico que caracteriza a las noticias sobre “descubrimientos arqueológicos”, donde un primer hallazgo espectacular acarrea en los días inmediatos una saga de continuadores en diversas localidades: fenómeno por otro lado de carácter estacional y especialmente activo en verano, cuando la coincidencia de la mayor actividad arqueológica y el descenso de material publicable en la prensa tiende a provocar este tipo de epidemias.

ALGUNAS PROPUESTAS OPERATIVAS:

Es evidente que una solución total e inmediata a los problemas planteados por la difusión pública de los hallazgos arqueológicos, y en este caso concreto del arte rupestre, no es fácil o siquiera imaginable, dado el propio carácter de los problemas implicados y que hemos ido analizando en las líneas precedentes.

A escala personal, la propuesta que considero como la alternativa más adecuada es la de evitar de manera absoluta la difusión *individual* de cualquier hallazgo en los medios de prensa. Es evidente que, dado que se trata de una opción dependiente de la ética de cada individuo, no se la puede imponer a ninguna persona o colectivo, so pena de violar su propia libertad de expresión. Pero como recomendación general creo que sí se puede señalar como la vía que asegura que se eviten, al menos, una parte de los

desastres para la conservación que han provocado algunas apariciones en la prensa antes de asegurar el control de la situación.

Desde el punto de vista *institucional*, la regla habría de ser, en mi opinión, la de no difundir ningún tipo de noticia en tanto no se haya garantizado una protección suficiente del hallazgo y su entorno que evite el deterioro inicial. La comunicación oficial de cualquier descubrimiento debería evitar centrarse en los aspectos de carácter anecdótico (o la espectacularidad, o el “carácter único”), que suelen generar la presión popular de conocimiento precisamente de esos aspectos. Una forma de abordar la cuestión podría ser la de efectuar la primera difusión mediante un texto oficial redactado en colaboración con los investigadores, y a ser posible tras haber desarrollado al menos una fase de estudio preliminar lo más amplia posible, sin que ello implique la continuación de tales estudios o incluso posibles rectificaciones. El reciente caso de la cueva de Zubialde ha sido, en mi opinión, un ejemplo bastante adecuado de cómo es posible dilatar el conocimiento público de un hallazgo hasta proteger el yacimiento y contar con un primer criterio de los investigadores (por más que la evidente presión política de la proximidad de unas elecciones regionales haya forzado a éstos a disponer de menos tiempo de análisis del que hubiera sido deseable).

Esa primera difusión por parte de las Administraciones debería incluir desde el primer momento un compromiso claro de no convertir el nuevo yacimiento en una atracción turística, razonando los problemas de conservación que ello implica y la obligación de proteger el Patrimonio Histórico. Ello podría reducir de entrada las expectativas locales en esa dirección, y mitigar la progresión de las presiones de todo tipo destinadas a continuar con la propaganda en torno al hallazgo para emplearlo como reclamo publicitario.

Una serena y precisa información oficial, por otro lado, puede contribuir a limitar los efectos de una primera difusión sensacionalista de tipo individual, al colocar el hallazgo en sus justos términos y poner de manifiesto la responsabilidad que la Administración tiene sobre el Patrimonio y su conservación, tomando el control de la situación desde esa perspectiva. Si no se hace de esta manera, la influencia de una difusión pública espectacular, personalizada en la figura del o los descubridores, resulta muy negativa ante casos futuros, al alentar el aventurerismo. Sus consecuencias pueden ser fatales, incluso para la vida —bien reciente está el caso de los buceadores muertos al intentar acceder a la Cueva Henri Cosquer, o los accidentes sufridos por muchos espeleólogos improvisados que

buscan la gloria tras algún hallazgo espectacular— pero también para el prestigio de la investigación. La promoción personal y la publicidad que da un “descubrimiento” así anunciado puede servir de tentación para desorbitar hallazgos de interés limitado o dudoso, o sencillamente para falsificar un yacimiento: la notoriedad y la recompensa económica directa o indirecta que se puedan obtener se convierten en una atracción poderosa que los poderes públicos están obligados a evitar.

El problema de las réplicas o respuestas en casos de difusión precipitada o errónea, que trataba al final de mi exposición general, sigue siendo uno de los más delicados

a la hora de ofrecer alguna propuesta práctica. Como norma, cualquier rectificación debería ser efectuada en primer lugar por la propia persona o equipo que hubiera generado la información original, y ello es una responsabilidad ética que sin duda asume cualquier investigador sensato. Ante los peligros que antes mencionaba, opino que solamente en los casos de insistencia en continuar la difusión de “hallazgos” que no son tales o de informaciones erróneas se debe acometer una réplica en los mismos medios, mediante un texto argumentado, a ser posible por un equipo de investigadores, y cortando cualquier prolongación en forma de polémica que redundaría siempre en perjuicio colectivo.

CONCLUSIONES GENERALES

La intención de esta Mesa Redonda es hacer compatible el legítimo interés por conocer el Patrimonio y la necesidad de estudiar, conservar y proteger el Arte Rupestre Paleolítico.

De acuerdo con los documentos de trabajo y el intercambio de opiniones en esta Mesa Redonda se ha llegado a estas conclusiones generales.

Las cuevas decoradas no son algo aislado que simplemente deba ser protegido mediante procedimientos de cierre y de control del régimen y condiciones de las visitas, sino que es, ante todo, un sistema interactivo que relaciona el interior de la cueva con su entorno exterior, que es necesario conocer desde un punto de vista arqueológico y ambiental.

El examen del contenido artístico, cronológico y estilístico de las abiertas al público es suficiente para satisfacer la demanda social.

El disfrute del Bien Patrimonial representado por el Arte Rupestre Paleolítico se realiza mediante dos regímenes distintos de acceso al mismo: cuevas abiertas al gran público y cuevas que no lo están.

I. CUEVAS ABIERTAS AL GRAN PUBLICO

1. *Ambito Exterior.*

Para la mejor conservación de este Bien, es imprescindible la definición de un área de protección, que ha de ser delimitada, según los casos particulares, tras el estudio de los diferentes especialistas idóneos y con el concurso de los textos legislativos y reglamentarios existentes en cada país.

Este perímetro de protección debe contemplar dos áreas específicas con diferente grado de protección de mayor a menor: área inmediata y lejana. En cualquier caso, el área inmediata debe de abarcar la zona del impluvio por encima del nivel de la cueva y el rango de protección será el máximo (control de geomorfología, hidrogeología, cobertura vegetal e impacto de su modificación, edificaciones u obras públicas, actividades contaminantes, etc.).

2. *Ambito Interior.*

El conocimiento científico de los parámetros cársticos y ambientales debería ser un objetivo a conseguir en todos los casos. Ese conocimiento científico pretende definir el umbral de equilibrio de cada cueva; umbral que se ha mostrado, tras los últimos estudios de la climatología de los espacios interiores, como un factor clave para la conservación del Patrimonio Rupestre.

No obstante, razones de índole práctica exigirían establecer un orden de prioridades, y ese conocimiento científico debería comenzarse en aquellos casos que sufren mayor presión pública. Esto implica la clausura de toda cueva abierta al público durante, al menos, el período de un año.

Asumiendo, también por razones prácticas, la imposibilidad de que todas aquellas cuevas que sufren presión sean cerradas simultáneamente, debería establecerse un calendario para la ejecución de sus programas de conservación, o, en el peor de los casos, iniciar su conocimiento científico aun cuando estén abiertas al público.

Para el conocimiento científico de los parámetros microambientales debe evitarse convertir a la cueva en un laboratorio de experimentación. Ha de adoptarse una perspectiva integradora y los trabajos han de ser coordinados por un prehistoriador, conocedor de la problemática global del arte rupestre.

El programa de conservación debe incluir, como mínimo, el seguimiento constante de las variables temperatura, humedad relativa, CO₂, de los intercambios atmosféricos, y de la contaminación biológica. Debe quedar abierta la posibilidad de una analítica específica en función de las particularidades de los diferentes casos. Este seguimiento debe realizarse con los medios adecuados, por equipos profesionales, de forma continuada y con comprobaciones periódicas al objeto de prevenir y corregir situaciones perniciosas.

Como una consecuencia del seguimiento de los parámetros ambientales y de la subsiguiente definición del umbral de equilibrio, debe concretarse el régimen de la visita: establecimiento o no de clausuras temporales, cupos diarios, número de grupos, número de personas por grupo, duración de la visita, espacios de tiempo entre las visitas, decisión sobre los sistemas de iluminación, etc. La experiencia acumulada desde el descubrimiento del arte parietal demuestra que un régimen de visita masivo o incontrolado ha sido uno de los factores más perniciosos para la conservación del arte rupestre.

En los casos en los que no se hayan realizado todavía esos estudios, el régimen de visitas debería tomar como pauta las experiencias acumuladas en otras cavidades estudiadas.

Para el establecimiento de esos criterios debería crearse una Comisión específica de la que formarían parte los diferentes expertos en los temas arqueológicos, geológicos, físico-químicos y biológicos implicados en la Conservación, Protección e Investigación.

Cualquier modificación de los espacios subterráneos (caminos de circulación, iluminación, accesos, niveles de suelo

a lo largo de la caverna, con especial énfasis en las zonas decoradas, etc.) nunca debería realizarse sin la autorización y el establecimiento de las medidas de control a que hubiere lugar, por parte de las comisiones competentes de la materia. Durante las visitas a las cuevas abiertas al público, las tomas de fotos, video y cine serán rigurosamente prohibidas por causa de los graves inconvenientes materiales que provocarían. Asimismo, para evitar la repetición de filmaciones profesionales conviene favorecer la creación oficial de corpus cinematográficos y bases de imágenes.

II. CUEVAS NO ABIERTAS AL PÚBLICO.

La gran mayoría del patrimonio rupestre no se encuentra abierto al público y es nuestra obligación protegerlo igualmente. Para ello es necesario adoptar las siguientes medidas mínimas:

- Como principio general, debe intentarse mantener fuera de la visita al público al mayor número de cuevas decoradas.
- Instalación de protecciones físicas.
- Nombramiento de guías para aquellos sitios que, no estando abiertos al público, puedan ser visitados de forma restringida.
- Nombramiento de inspectores regionales o locales para controlar el resto de las cuevas que no se visitan.

III. OTRAS MEDIDAS.

Debe desarrollarse una sensibilización sistemática del público sobre los problemas de conservación desde el nivel más general, no sólo en la enseñanza, sino también en los museos, mediante las exposiciones y en todos los lugares con arte parietal abiertos al gran público (creación de aulas didácticas...). Los guías de las cuevas decoradas de-

ben beneficiarse de una formación en ese sentido, para que ellos contribuyan a la formación del público.

En el caso de nuevos descubrimientos de lugares con arte rupestre debe evitarse cualquier tipo de difusión antes de su protección física y de la realización de un riguroso estudio preliminar que permita conocer las condiciones en que ha llegado hasta nosotros; así como una estimación de su contexto arqueológico en las áreas de habitación, circulación y decoración.

Al objeto de disminuir la presión sobre el Patrimonio Rupestre deberían buscarse alternativas a la demanda social. Entre otras:

- Facsímiles.
- Corpus fotográfico y cinematográfico planificado.
- Videodisco.
- Base de datos iconográficos.

La publicación "salva" al Bien Patrimonial objeto de protección, debiendo incrementarse las monografías y atlas. Específicamente en España debería realizarse el Atlas de las cuevas con Arte Paleolítico, estableciendo de esta forma una serie internacional en continuación del Atlas titulado *L'Art des Cavernes*.

Nos dirigimos a las Administraciones españolas y francesas competentes en materia de Patrimonio Histórico, para insistir en la necesidad de que todas sus actuaciones en el campo del arte rupestre estén programadas de cara a garantizar su conservación.

Por otra parte, deben fomentarse programas y proyectos de investigación dirigidos hacia la documentación, conservación y estudio del arte rupestre y de su contexto.

Estos objetivos deben planearse en el ámbito de una cooperación internacional, creando cauces para la misma.

Archivo de Indianos. Colombres. Asturias
Junio de 1991.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Cette table ronde a pour but de rendre compatibles des intérêts différents, aussi légitimes les uns que les autres: connaître le Patrimoine, étudier, conserver et protéger l'Art Rupestre Paléolithique.

En partant des documents de travail et des différentes opinions que nous avons pu échanger lors de la Table Ronde, nous sommes arrivés aux conclusions suivantes:

Les grottes à peintures ne sont pas seulement un élément isolé que l'on doit simplement protéger en les fermant ou en contrôlant le régime des visites, mais avant tout un système d'interaction qui met en relation l'intérieur de la grotte avec son environnement extérieur, système que l'on doit connaître d'un point de vue archéologique et environnemental.

L'examen du contenu artistique, chronologique et stylistique de celles qui sont ouvertes au public est suffisant pour satisfaire la demande sociale.

Il existe deux régimes différents d'accès à ce Patrimoine précieux qu'est l'Art Rupestre Paléolithique: les grottes ouvertes au grand public et les grottes fermées.

I. GROTTES OUVERTES AU GRAND PUBLIC.

1. *A l'extérieur.*

Afin de mieux conserver ce Bien, il est indispensable de définir une zone de protection, bien délimitée, selon les cas particuliers, après que les différents spécialistes concernés l'aient étudiée et après avoir consulté les documents législatifs et réglementaires qui existent dans chaque pays.

Ce périmètre de protection doit prendre en compte deux zones spécifiques, chacune avec un degré différent de protection, du plus grand au plus petit, des environs immédiats aux horizons plus lointains. De toute façon, la zone immédiate doit comprendre la zone de l'impluvium au-dessus du niveau de la grotte; le degré de protection y sera maximum (contrôle de la géomorphologie, de l'hydrogéologie, de la couverture végétale ou de l'impact de sa modification, des constructions ou des travaux publics, des activités polluantes, etc...).

2. *A l'intérieur.*

On doit toujours chercher à connaître de manière scientifique les paramètres karstiques et environnementaux afin de définir le seuil d'équilibre de chaque grotte. Les dernières études de climatologie des espaces intérieurs ont démontré que ce seuil est un facteur de première importance pour conserver le Patrimoine Rupestre.

Cependant, des raisons de type pratique exigeraient d'établir un ordre des priorités. Cette étude scientifique devrait commencer par les cas qui subissent la plus grande pression du public. Cela peut signifier la fermeture de n'importe quelle grotte ouverte au public pendant au moins un an.

En admettant l'impossibilité, dans la pratique, de fermer en même temps toutes les grottes qui souffrent de la pression du public, il serait bon d'établir un calendrier afin d'exécuter les programmes de conservation, ou bien, dans le pire des cas, de commencer une étude scientifique sans pour cela avoir à les fermer.

Pour l'étude scientifique des paramètres du micro-environnement, il faut éviter de transformer la grotte en un laboratoire d'expérimentation. Il faut adopter une perspective de travaux intégrés et c'est un spécialiste en préhistoire, au courant de la problématique globale de l'art rupestre, qui doit être chargé de coordonner les travaux.

Le programme pour les études de conservation doit au moins comporter le suivi constant des variables de température, d'humidité relative, du CO₂, des changements atmosphériques et de la contamination biologique. On doit toujours pouvoir faire une analyse spécifique en fonction des particularités que chaque cas pourrait comporter. Des équipes de professionnels doivent régulièrement suivre ces opérations avec des moyens adéquats et des vérifications périodiques afin de prévenir et de corriger les situations qui pourraient être pernicieuses.

Le régime des visites sera établi en fonction du suivi des paramètres de l'environnement et de la définition du seuil d'équilibre qui en découle: fermeture temporaire ou bien ouverture, fixer des quantités limites de visites, des intervalles de temps entre chaque visite, décider des systèmes d'éclairage, etc... L'expérience nous a montré que depuis que l'on a découvert l'Art Pariétal, les visites trop nombreuses et incontrôlées ont été un des facteurs les plus dangereux pour la conservation de l'Art Rupestre.

Si aucune étude n'a été réalisée, le régime des visites doit se baser sur l'expérience accumulée dans d'autres grottes qui auraient été étudiées.

Afin d'établir ces critères, il convient de mettre en place une commission spécifique qui regrouperait des experts en archéologie, en géologie, en physique-chimie et en biologie qui travailleraient dans le cadre de la Conservation, de la Protection et de la Recherche.

Les commissions compétentes doivent délivrer les autorisations et mettre en place les mesures de contrôle nécessaires au cas où une modification des espaces souterrains (chemins pour circuler, éclairage, accès, niveau du sol tout au long de la caverne, spécialement à proximité des zones

décorées, etc...) s'imposerait. Il devrait être formellement interdit au public de prendre des photos, de faire des films de vidéo ou de cinéma dans les grottes ouvertes à cause des inconvénients matériels que cela pourrait provoquer. De même, afin d'éviter la répétition des tournages professionnels, il convient de favoriser la création officielle de corpus cinématographiques et de bases de données d'images.

II. GROTTES NON OUVERTES AU PUBLIC.

Le patrimoine rupestre, en grande partie, n'est pas accessible au grand public et nous avons l'obligation de le protéger. Il faut donc adopter les mesures minimun suivantes:

- Comme principe général, on doit essayer de maintenir l'interdiction de visiter pour un maximum de grottes peintes.
- Installer des protections physiques.
- Nommer des guides pour les endroits qui, n'étant pas ouverts au public, peuvent recevoir un nombre restreint de visiteurs.
- Nommer des inspecteurs ou gardes pour une région ou pour une zone, chargés de contrôler les grottes qui ne se visitent pas.

III. AUTRES MESURES.

On doit systématiquement sensibiliser le public aux problèmes de conservation en partant d'un niveau général, non seulement à l'école, mais aussi dans les musées, par des expositions et, un peu partout, en montrant l'art pariétal (création de salles didactiques dans les grottes ouverts au grand public...). Les guides des grottes peintes doivent avoir une formation adéquate de façon à contribuer à la formation du public.

Dans le cas de nouvelles découvertes en art rupestre, on doit éviter toute diffusion avant d'avoir réalisé une étude préliminaire rigoureuse afin de connaître les conditions dans lesquelles la grotte est arrivée jusqu'à nos jours. On doit aussi faire une stimulation du contexte archéologique en ce qui concerne l'occupation, la circulation et la décoration.

Pour pouvoir réduire la pression sur le Patrimoine Rupestre, il conviendrait de chercher des réponses alternatives aux demandes sociales.

En particulier:

- Facsimilés.
- Corpus photographique et cinématographique planifié.
- Vidéodisque.
- Base de données iconographiques.

Les publications "sauvent" le Bien Patrimonial objet de protection, et les monographies et les atlas doivent se multiplier. On devrait, plus spécialement en Espagne, mettre au point un Atlas des grottes d'Art Paléolithique, en établissant ainsi une série internationale qui soit la suite de l'Atlas français intitulé *L'Art des Cavernes*.

Nous nous adressons aux Administrations espagnoles et françaises compétentes en matière de Patrimoine Historique, en insistant sur la nécessité que toutes leurs actions soient orientées afin de garantir la conservation des grottes.

Par ailleurs, il convient d'encourager les programmes et les projets de recherche orientés vers la documentation, la conservation et l'étude de l'Art Rupestre et de son contexte.

On doit placer ces objectifs dans le cadre d'une coopération internationale, et il convient pour cela d'ouvrir des voies.

Archivo de Indianos. Colombres. Asturias.
Juin 1991.

GENERAL CONCLUSIONS

The purpose of this Panel Discussion is to make compatible the legitimate interest in acquiring a knowledge of our Heritage with the need to study, preserve and protect Paleolithic Cave Art.

In accordance with working documents and the exchange of opinions during the Discussion, the following general conclusions have been reached.

Painted caves are not an isolated event merely requiring protection by means of closure and control procedures and the establishment of visiting conditions, but rather an interactive system relating the cave interior with its exterior surroundings that demands a level of knowledge both from the archaeological and environmental point of view.

The study of artistic, chronological and stylistic contents of caves that are open to the public is sufficient to satisfy social demand.

Enjoyment of our Paleolithic Cave Art Heritage is channeled on the basis of two different approaches: caves that are open to the general public and caves that are not.

I. CAVES OPEN TO THE GENERAL PUBLIC

1. *Cave Exterior.*

For the ideal conservation of these resources, the definition of a protection area is essential. This should be established in each different case following studies by suitable specialists and in accordance with each country's legislation.

The protection zone should include two specific areas ranging from highest to lowest protection levels: immediate and remote areas. In all instances the immediate area should include the impluvium above the cave level and require a maximum degree of protection (control of geomorphology, hydrogeology, green area and the potential impact of its modification, buildings or public works, polluting activities, etc.).

2. *Cave Interior.*

Scientific knowledge of environmental and karstic parameters is required in all cases. This aims at defining each cave's balance threshold, something which following the latest climatological studies has been revealed as a key factor in the conservation of Cave Heritage.

However, practical reasons demand the establishment of a priority scale, and scientific knowledge should be gained first in cases suffering greater public pressure. This implies the closure of any cave that has been open to the general public for at least one year.

Bearing in mind the practical impossibility of closing all caves under public pressure simultaneously, a schedule for the execution of conservation programmes should be drawn up, or in any event, scientific studies should commence while the cave is still open to the public.

For the scientific examination of microenvironmental parameters the cave should not become an experimental laboratory. An integral approach must be applied and work should be coordinated by a prehistorian with knowledge of global cave art issues.

Conservation programmes should at least include constant monitoring of temperature variables, relative moisture, CO₂, atmospheric exchanges and biological pollution. Specific analyses should be applied to individual cases. Monitoring must be carried on with appropriate means by professional teams on an ongoing basis that includes regular controls with a view to predicting and correcting harmful situations.

The type of visits allowed must be defined after monitoring environmental parameters and defining the subsequent balance threshold: establishment or not of temporary clauses, daily capacity, number of groups, number of persons per group, duration of visits, time intervals between visits, type of lighting systems, etc. Experience gathered since the discovery of cave art shows that massive or uncontrolled visit scheduling has been one of the most damaging factors for the conservation of this type of art.

In cases in which studies have not yet been performed, visit scheduling should be arranged on the basis of experience from other previously examined caves.

These criteria should be established by a Commission specifically set up for the purpose with the participation of archaeologists, geologists, physicists, chemists and biologists involved in Conservation, Protection and Research.

Any modification of underground spaces (approach roads, lighting, cave floor levels, especially around decorated areas, etc.) should never be performed without previous authorization and the establishment of necessary control measures by the relevant commissions. During visits to caves that are open to the public, photographs, videos and filming equipment must be strictly forbidden. In addition, and in order to avoid excessive repetition of professional filming, it is advisable to create official film dossiers and image banks.

II. CAVES NOT OPEN TO THE GENERAL PUBLIC

The majority of our cave art heritage is not accessible to the general public, and should enjoy the same degree

of protection. To this end the following measures must be taken:

- As a general rule, the greatest possible number of decorated caves should be closed to the general public.
- Installation of physical protection.
- Appointment of guides for sites that, although closed to the public, do allow occasional restricted visits.
- Appointment of regional or local inspectors to control the remainder of caves that are closed to the general public.

III. OTHER MEASURES.

The public must be systematically made aware of conservation problems from a global perspective, not only at schools and education centres, but also museums, exhibitions, etc. In rock art sites opened to the general public it would be very useful the creation of didactic workshops. Cave guides must also be adequately trained to convey these concepts to the public.

In the case of newly discovered rupestrian art sites, diffusion must be avoided before physical protection of the area has been effected, together with a strict preliminary study to establish cave conditions and the archaeological context of its habitation, circulation and decoration areas.

In order to minimize pressure on our Cave Art Heritage, alternatives to social demand should be sought. In particular:

- Facsimiles
- Planned photographic and film material
- Videodiscs
- Icon data bases

Publications safeguard our protected Heritage. The production of monographs and atlases should be encouraged. In the particular case of Spain, an Atlas of Paleolithic Art should be produced as a contribution to the international series begun with the Atlas entitled *L'Art des Cavernes*.

We address the Spanish and French Administrations responsible for Historical Heritage and must insist upon the need for all interventions in art matters to be programmed with a view to guaranteeing conservation.

Research programmes and projects should also be promoted, aimed at the documentation, conservation and study of cave art and its context.

These objectives must be planned at an international level by creating adequate co-operation channels.

Archivo de Indianos. Colombres. Asturias.
June 1991.

INDICE

Crónica. <i>Marco de la Rasilla Vives</i>	9
Participantes	11
Faits nouveaux sur l'Art Pariétal de l'Ardèche. <i>J. Combier</i>	13

PRIMER TEMA DE DEBATE:

La situación actual: Protección y Conservación. <i>Javier Fortea Pérez</i>	17
La situation actuelle. Protection et Conservation. <i>J. Clottes</i>	25
Importancia de la ventilación natural en la conservación de las pinturas prehistóricas de recintos hipogeos. Tiempos de recuperación. <i>Eugenio Villar García, P. L. Fernández, I. Gutiérrez, L. S. Quindós, J. Soto</i>	29
Conservation et protection de l'Art Préhistorique. <i>J. Brunet</i>	35
Procesos de alteración de soporte y pintura en diferentes cuevas con arte rupestre del Norte de España: Santimamiñe, Arenaza, Altamira y Llonín. <i>Manuel Hoyos Gómez</i>	51
La Cueva de Candamo después de 1980. <i>J. Fortea Pérez</i>	75
La Cueva de la Peña de Candamo (Asturias). <i>Manuel Hoyos Gómez, Vicente Soler Javaloyes, Javier Fortea Pérez</i>	77
La contaminación vegetal de la Peña de Candamo. <i>R. M. Simó Martínez</i>	87
La concentración de radón como índice de renovación del aire en cavidades subterráneas: Primeros resultados de las cuevas de Nerja y Candamo. <i>Vicente Soler Javaloyes</i>	91
La Cueva de Nerja (Málaga): ejemplo de degradación microambiental. <i>M. Hoyos Gómez, V. Soler Javaloyes</i>	95
Las medidas cromáticas como índice de deterioro de las pinturas rupestres. Trabajos realizados en las Cuevas de Cantabria. <i>Eugenio Villar García, A. Bonet, P. L. Fernández, L. S. Quindós, J. Soto</i>	109
Etude et conservation de l'art pariétal du Quercy. <i>Michel Lorblanchet</i>	115
Le problème de la conservation des oeuvres pariétales. <i>A. Mangin, C. Andrieux, M. Bakalowicz, D. D'Hulst et J. Daffis</i>	131
Metodología y modelización en el estudio de la conservación del arte rupestre. <i>Eugenio Villar García</i> ..	137
Historique d'une caverne ornée: Niaux et sa conservation. <i>J. Clottes</i>	141
Les grottes ornées rhodaniennes en 1991. Signification et conservation. <i>J. Combier</i>	159

SEGUNDO TEMA DE DEBATE:

Documentation, recherche, publication et conservation. La collaboration internationale. <i>J. Clottes</i>	165
Documentación, investigación, publicación y conservación. La colaboración internacional. <i>J. Fortea Pérez</i>	169
La fermeture de sites ornés paléolithiques et leurs palliatifs. <i>Norbert Aujoulat</i>	171
Investigación y conservación. <i>Alfonso Moure Romanillo</i>	175
La difusión de los hallazgos de arte rupestre. <i>M. R. González Morales</i>	181

CONCLUSIONES

Conclusiones generales	185
Conclusions générales	187
General conclusions	189

MINISTERIO DE CULTURA



UNIVERSIDAD DE OVIEDO



ARCHIVO
DE
INDIANOS



Servicio
Publicaciones
PRINCIPADO DE ASTURIAS

FE DE ERRATAS

Página 22,

donde dice:

- 100.—La Paloma I
- 101.—Cueva Palomera (Ojo Guareña)
- 102.—Penches
- 103.—Atapuerca (Cueva Mayor)
- 104.—La Hoz
- 105.—Los Casares
- 106.—El Reguerillo
- 107.—La Griega
- 108.—Domingo García
- 109.—Mazouco
- 110.—Siega Verde
- 111.—Maltravieso
- 112.—Escoural
- 113.—La Motilla

Castilla-La Mancha: 89, 104 y 105

Andalucía: 90 a 100 y 113

Castilla y León: 101 a 103, 107, 108 y 110

Extremadura: 111

PORTUGAL: 109 y 112

debe decir:

- 100.—La Motilla
- 101.—La Paloma I
- 102.—Cueva Palomera (Ojo Guareña)
- 103.—Penches
- 104.—Atapuerca (Cueva Mayor)
- 105.—La Hoz
- 106.—Los Casares
- 107.—El Reguerillo
- 108.—La Griega
- 109.—Domingo García
- 110.—Mazouco
- 111.—Siega Verde
- 112.—Maltravieso
- 113.—Escoural

Castilla-La Mancha: 89, 105 y 106

Andalucía: 90 a 101

Castilla y León: 102 a 104, 108, 109 y 111

Extremadura: 112

Portugal: 110 y 113