

RAPPORT A L'UNESCO
DE M. PAUL-MARIE GUYON

(Février 2008)

Ce rapport a été remis à l'UNESCO à l'attention de la Direction du Centre du Patrimoine Mondial, à l'occasion d'une mission d'étude de la situation de Lascaux que cette organisation a confiée à l'ICOMOS (International Council of Monuments and Sites)

M. Paul-Marie Guyon est Directeur de Recherches Honoraire au CNRS. Il est le responsable de l'étude climatologique et de la conception du système d'assistance climatique qui ont permis de maintenir les équilibres climatique et microbiologique de la grotte entre les années 1965 et 2000 tout en maintenant un accès (limité en nombre il est vrai) au public.



RAPPORT PREPARATOIRE POUR LA MISSION UNESCO A LASCAUX

1. COMMENT APPREHENDER SCIENTIFIQUEMENT LE PROBLEME DE LA CONSERVATION DES PEINTURES DE LASCAUX ?

1.1 Le contexte

Les peintures de Lascaux datent de 17000 ans av. JC. Les peintures constituées de pigments stables sont disposées sur les parois de la grotte et recouvrent en partie une couche de calcite beaucoup plus ancienne. Au cours du temps, la grotte a subi des changements morphologiques et climatiques considérables comme par exemple l'effondrement du toit de la grotte au niveau de l'entrée actuelle il y a 7000 ans¹.

Malgré les bouleversements de cette ampleur les pigments non directement exposés à l'érosion par les courants d'air et d'eau ont remarquablement résisté comme le montre le contraste entre l'ensemble des peintures de la salle des taureaux et du diverticule axial admirablement conservées et les fresques et gravures du passage et de l'abside plus dégradées. Comment cela se fait-il ? La grotte a probablement été isolée de l'extérieur pendant des millénaires. Plusieurs archéologues pensent que l'entrée primitive se situait au bout de la galerie des félins². A la lumière des connaissances actuelles sur le climat de la grotte de Lascaux³ et sur les grottes ornées⁴ on peut émettre l'hypothèse que pendant des millénaires le climat interne de la grotte s'est adapté à ces changements pour atteindre un équilibre stationnaire favorable à la conservation des peintures. Depuis la découverte de la grotte, cet équilibre a été à profondément bouleversé par l'intervention humaine. La première fois dans les années 1950 avec les modifications morphologiques engendrées par la réalisation de l'entrée monumentale actuelle, les installations de climatisation intérieure et la fréquentation par des milliers de visiteurs. La deuxième fois en 2000 avec l'installation d'une nouvelle machine de conditionnement d'air et les interventions qui ont suivi.

La première crise des années 60 nous a appris les principes de base de la conservation des peintures pariétales. La question de savoir quel était le climat original dans la grotte, avant la découverte a tout de suite été posée. Les travaux de cette époque auxquels j'ai participé³ nous ont appris que l'équilibre du climat interne de la grotte s'autorégulait naturellement en s'adaptant progressivement aux variations climatiques extérieures mais qu'il était nécessaire d'y apporter un complément pour parfaire cet équilibre. C'est exactement ce qu'était censé faire le système d'assistance climatique que nous avons conçu et qui a fonctionné jusqu'en 2000 avant d'être démonté pour être remplacé par une machine inadaptée. Les travaux les plus récents sur les grottes ornées, en particulier la grotte Chauvet confirment notre hypothèse et confortent ces principes⁵

1.2 Formulation du problème

Pour bien comprendre ces principes, il est indispensable de réaliser que la peinture constitue un film agissant comme une sorte de membrane à l'interface entre la surface rugueuse de la roche dont une partie est recouverte de calcite ancienne et l'atmosphère de la cavité. Cette membrane est soumise d'une part aux effets permanents de l'atmosphère locale et d'autre part aux altérations de la masse rocheuse qui lui sert de support ainsi qu'aux micro infiltrations d'eau. Les échanges physicochimiques d'eau, de CO₂ et de chaleur conditionnent la stabilité de cette membrane.

La grotte de Lascaux, comme toutes les grottes ornées, n'est pas stérile. Son biotope a dû évoluer au cours des temps géologiques et de l'histoire récente pour s'adapter aux différentes conditions climatiques internes. L'équilibre biologique est instable, le développement des espèces fongiques et bactériennes dans la grotte est directement lié à son équilibre physicochimique.

Le problème de la conservation des peintures est d'abord celui de la stabilité du support, roche et calcite, ensuite celui des effets physicochimiques de l'air et de l'eau et enfin celui de la colonisation des surfaces peintes par les espèces fongiques et bactériennes du biotope. Les principes qui se dégagent de l'expérience acquise sont les suivants.

1.3 Les principes de base de la conservation

- Maintenir la stabilité du climat interne dans des conditions qui réduisent au maximum les échanges de matière et de chaleur entre la membrane peinte, l'air et la roche.
- Assurer une hygiène stricte pour éviter de perturber l'équilibre instable du biotope.
- Eviter les modifications microclimatiques. En effet les ruptures de l'équilibre microclimatique ont deux effets : elles peuvent provoquer la réorganisation du biotope avec la prolifération de certaines espèces fongiques ou bactériennes. Elles sont aussi la cause d'altérations plus ou moins marquées du support calcique.
- Principe de réversibilité. Dans une démarche de conservation active (installations, actions sur le climat interne, actions sur les espèces microbiologiques) on pourra agir, mais de façon réversible.
- Les divers phénomènes naturels ou causés par l'intervention humaine, agissent avec des constantes de temps très différentes variant du jour à des milliers d'années ! Il faut en tenir compte lorsque l'on entreprend des mesures de sauvegarde préventives ou actives.
- Eviter toute intervention chimique ou biochimique qui n'ait été dûment expérimentée ailleurs.

2. LES RAISONS DE LA CRISE ACTUELLE

2.1 Comprendre le rôle du système d'assistance climatique

Les décisions et les protocoles d'hygiène et microclimatiques ont maintenu l'équilibre bioclimatique de la grotte entre 1965 et 2000. Il semble que la leçon de la crise des années 60 n'ait pas été apprise.

Il faut vraisemblablement attribuer la grande stabilité microbiologique de la grotte pendant 35 ans au maintien de conditions microclimatiques internes très favorables grâce à l'action combinée du système d'assistance climatique et du pompage de l'excès de CO₂ et à des mesures d'hygiène strictes.

Il faut comprendre que le système d'assistance climatique n'était pas là seulement pour permettre l'entrée de quelques visiteurs et techniciens dans la grotte mais pour compenser l'excès d'humidité à certaines périodes de l'année et éviter ainsi les condensations d'eau plus ou moins chargées de CO₂ et donc agressives sur les peintures.

La clé du fonctionnement de ce système établie par les techniciens de la grotte était de maintenir un taux d'humidité quasi saturante (entre 98 et 100%) tout en évitant la condensation. Un tour de force réalisé pendant 35 ans, de 1967 à 2000.

2.2 Questions sur la gestion de la grotte

- Pourquoi a-t-on abandonné les protocoles d'observation de l'évolution calcique de la paroi qui avaient été établis par Bauer dans les années 60 et par Vidal et Vouvé dans les années 1975-1980.
- Pourquoi a-t-on changé le protocole de mesure et de contrôle des paramètres climatiques dans la grotte ? Cette surveillance quotidienne et minutieuse des paramètres permettait aux techniciens de donner l'alerte et ainsi de réagir rapidement lorsqu'une perturbation apparaissait.
- On a remplacé les thermomètres de précision au mercure par des sondes électriques reliées à un ordinateur. N'aurait-il pas été sage de faire cohabiter les deux systèmes pendant une période suffisante pour assurer la validation du nouveau système ?
- La méthode psychrométrique de mesure de l'humidité de l'air, d'une très grande précision; mise au point en 1964, n'a pas d'équivalent. Elle a été abandonnée récemment, mais au profit de quelle autre méthode ?
- Il est bien dommage que les nouveaux protocoles de mesures n'aient pas été opérationnels lors de l'installation de la nouvelle machine. Ont-ils été rétablis aujourd'hui ?
- La vigilance sanitaire et le nombre de visites journalières ont-ils été respectés depuis 2000 ?
- En 1998, on a décidé de remplacer l'ancien système par une machine de conditionnement d'air surdimensionnée et d'un principe totalement différent. En avait-on évalué les conséquences ?

- Les travaux de démontage et de réfection du toit de la salle des machines ont entraîné une très forte humidification des sols de cette zone d'accès à l'occasion de pluies violentes. Cette humidité transmise au sas II s'est elle propagée au sol meuble de la salle des taureaux ? Cet excès d'humidité pourrait-il expliquer la prolifération des souches de *Fusarium Solani* qui se trouvaient enfouies dans le sol ?

- On a observé en 2001 la prolifération du *Fusarium* sur le sol de la salle des taureaux. Le traitement par solution aqueuse qui n'a pas eu d'effet a été suivi par une éradication plus efficace par épandage de chaux vive sur le sol dans le but d'absorber l'eau indispensable à la survie des champignons. Ce traitement radical ne peut évidemment pas être appliqué sur les parois par souci de préservation des peintures. On a complété par un traitement antibiotique sur la banquette et un arrachage mécanique des souches sur les parois peintes. Mais les champignons ont-ils vraiment disparus ?

- Tous ces travaux sont réalisés par une équipe de restaurateurs depuis des années. Approcher les peintures sur des échafaudages plus ou moins stables dans les conditions difficiles de la grotte est dangereux aussi bien pour les personnes que pour l'intégrité des peintures. Par ailleurs, ces travaux occasionnent un mouvement permanent de nombreuses personnes dans la grotte. Peut-on ignorer qu'ils constituent des perturbations importantes au microclimat et à l'équilibre biologique ?

- Nous posons la question : était-il indispensable d'agir ainsi, et dans la précipitation en utilisant des méthodes chimiques et biologiques dont on connaît l'efficacité relative et les dangereux effets secondaires :

- réaction du milieu par formation d'espèces résistantes,

- action chimique : la pulvérisation de solution basique ($\text{pH} > 7$) d'ammonium quaternaire ne peut-elle pas provoquer la précipitation du carbonate de calcium dissout dans l'eau superficielle au risque de provoquer des tâches blanchâtres ?

- action physique sur le microclimat par excès d'humidité.

- A-t-on sérieusement considéré d'autres modes de traitements comme par exemple les méthodes physiques ? Plusieurs méthodes, non destructives, simples à mettre en œuvre, peuvent être envisagées.

- Par la suite une longue période d'arrêt des traitements chimiques est décidée. Mais on n'a toujours pas pensé à rétablir les conditions de stabilité du microclimat de la grotte alors qu'on se lance dans des protocoles longs et coûteux : le « constat d'état » qui va causer de nombreuses perturbations dans la grotte et la simulation numérique qui ne remplacent pas des observations méthodiques de terrain !

- Le « constat d'état » est essentiellement un relevé photographique 3D des fresques. Pour le réaliser, une équipe nombreuse travaille pendant plus d'un an. On dépasse le nombre d'heures de présence humaine autorisées dans la grotte. Par ailleurs, les techniciens utilisent un éclairage puissant et prolongé. Cet éclairage, qui s'ajoute à celui qui est nécessaire pour le travail de restauration, dépasse toutes les normes admises. Cet éclairage n'est-il pas directement responsable du développement de la mélanine noire par le couple *Gliomastix Ulocladium*? N'aurait-il pas fallu approfondir une réflexion préalable avant de faire faire ce relevé et d'en choisir la méthode ?

- Le simulateur de Lascaux, un complément aux observations de terrain ?

L'enveloppe de la cavité ayant été numérisée à l'occasion du « constat d'état », il est possible de simuler numériquement la propagation des ondes de chaleur dans sol et de calculer en principe la température en chacun de des points lorsque l'on connaît sa cote. Ceci donné il est aussi possible de simuler les mouvements thermiques (courants de convection) dans la grotte. Il faut néanmoins être très prudent quant aux conclusions que l'on peut tirer de ces calculs pour la gestion de la grotte. En effet les résultats restent très approximatifs et ne se substituent pas à une observation minutieuse sur le terrain comme le montre l'exemple des autres grottes⁴ et en particulier de la grotte Chauvet.

Le programme de simulation ne peut pas prédire avec une précision suffisante les échanges physico chimiques au niveau des peintures car les données nécessaires à la programmation ne sont pas disponibles. Le programme ne tient vraisemblablement pas compte du fait que l'air de la grotte provient du réseau souterrain⁵. On ne connaît pas le rythme de mélange de cet air souterrain avec celui de la grotte. Les calculs numériques pourront peut être devenir prédictifs lorsque l'étude de la climatologie complète et détaillée de la grotte aura été achevée. Mais ce n'est pas le cas aujourd'hui.

Ce programme pourra aussi aider à comprendre et illustrer les mécanismes du fonctionnement climatique de la grotte. Il pourra par exemple aider à prévoir l'effet de certaines interventions .comme le rétablissement d'un point froid derrière le mur de la salle des taureaux qui était à la base du l'ancien système d'assistance climatique.

A la lumière des quelques résultats publiés, on peut dire que les calculs récents réalisés avec ce programme confirment les conclusions des études précédentes³

- Le réchauffement climatique est-il une des causes des perturbations observées depuis 2000 ? Cette hypothèse, maintes fois soutenue par les responsables de la grotte, est sans fondement scientifique sérieux. Elle est probablement due à une interprétation erronée des calculs numériques. En toute logique nous pouvons affirmer que le réchauffement observé sur le site de Lascaux depuis 1981 n'a pas de raison d'affecter sérieusement l'équilibre interne de la grotte (voir l'explication dans la note 6).

- Le 20 novembre 2007, dans une conférence de presse, le directeur du Patrimoine, responsable en chef de la conservation de Lascaux, annonce au nom du comité scientifique, la fermeture de la grotte et la reprise des pulvérisations d'ammonium quaternaire sur les taches noires (mélanine) ainsi que la remise en service en 2008 d'un système de conditionnement d'air. Ces décisions qui paraissent rassurantes pour certains, sont visiblement le fruit d'un compromis entre les experts et l'administration et l'on aimerait savoir dans quelle stratégie globale elles s'inscrivent. Le compte rendu détaillé de ces décisions publié sur le site du ministère ne répond pas à nos questions. La question centrale est la suivante :

Faut-il faire confiance à la nature et laisser l'écosystème retrouver un nouvel équilibre, au risque de conserver pour une durée imprévisible des communautés fongiques visibles sur les parois peintes, ou faut-il intervenir pour détruire les espèces visibles au risque d'orienter l'écosystème vers un nouvel équilibre instable sans que l'on sache bien de quoi il sera fait ni savoir a priori quelles surprises il nous réserve ?

Cette question est difficile, elle doit être abordée avec la profondeur et la rigueur de la méthode scientifique.

2.3 Un problème de gouvernance

Les questions posées sur la gestion de la grotte mettent en évidence un problème très concret de gouvernance. On n'a visiblement pas encore pris assez conscience de l'importance de la dimension scientifique de la conservation des grottes ornées et des contraintes qu'implique une gestion scientifique sur le plan de l'organisation du travail.

- La gestion actuelle mélange plusieurs niveaux de responsabilités qui devraient être clairement séparés : le diagnostic scientifique des problèmes de la grotte, le choix des priorités et le montage des protocoles et des programmes de recherche.

Ces tâches doivent être confiées à une structure scientifique indépendante permettant la transparence et l'ouverture des débats, s'appuyant sur une équipe opérationnelle efficace et sur une instance administrative responsable. Ce n'est pas le cas du « comité scientifique international » actuel. Celui-ci ne fonctionne pas comme un vrai comité scientifique. Il est beaucoup trop lourd avec 25 membres et ne comporte que peu de scientifiques, les débats sont encadrés par l'administration. Le bureau du comité, dont la composition reflète la dispersion des divers services de l'administration du ministère de la culture et d'autres administrations, ne comprend que des administrateurs à l'exclusion des scientifiques. Il définit l'ordre du jour, la fréquence des réunions, fait la synthèse des débats et prend finalement toutes les décisions.

- Un manque de direction scientifique

Le manque d'un responsable scientifique capable de coordonner la mise en place des protocoles et d'en assurer le suivi se fait cruellement sentir. Qui dirige et coordonne scientifiquement les travaux du personnel technique et des multiples équipes (LRMH, restaurateurs, photographes, chercheurs, ouvriers...) qui se sont succédés à Lascaux ?

- Une dilution des responsabilités administratives

La dilution des responsabilités entre plusieurs responsables administratifs nationaux et régionaux a largement stérilisé l'action et conduit à des décisions et à des compromis très discutables. Notons que le principe de réserve qui empêche les scientifiques du comité de parler librement hors du cénacle du comité des questions scientifiques est appliqué ici à tort. Il a contribué à cacher la réalité des problèmes et à retarder l'émergence de solutions.

3 RECOMMANDATIONS

3.1 Organisation d'une gestion scientifique de la grotte de Lascaux

Le problème de la conservation de Lascaux ne sera pas résolu à court terme ni au coup par coup. Sa dimension scientifique est essentielle. Il est donc indispensable de remettre la gestion entre les mains de scientifiques afin de jeter les bases d'une organisation et d'une programmation efficace et d'apporter des solutions durables. Un travail collectif dépassant le cadre de l'administration du ministère de la culture est nécessaire pour mettre sur les rails une gestion scientifique de la grotte.

Cette organisation repose sur trois pieds :

- un conseil scientifique indépendant, le « Lascaux Task Force »
 - une instance administrative responsable
 - une équipe opérationnelle
-
- Le conseil scientifique indépendant de Lascaux, le "Lascaux Task force"

Ce conseil, conçu pour un maximum d'efficacité, est très différent du « comité scientifique international » actuel. Il est bâti sur le modèle anglo-saxon de la " task force ". Il pourra servir de modèle pour la gestion des sites analogues appartenant au Patrimoine Mondial de l'Humanité.

Le « Lascaux Task Force » (LTF) comprend un nombre réduit de scientifiques des sciences exactes et sciences naturelles, un hydrogéologue, un physico chimiste, un microbiologiste tous spécialistes des grottes, auxquels sont associés Pierre Vidal et Paul Marie Guyon, deux des plus anciens et plus compétents experts des problèmes physicochimiques et de la gestion scientifique de la grotte. Le coordinateur scientifique de la grotte sera un invité permanent aux réunions du comité.

Le LTF est placé sous l'autorité de l'UNESCO, il est créé pour une période de 5 ans, renouvelables. Ses membres sont choisis par l'UNESCO parmi des personnalités scientifiques renommées.

Le LTF aura pour objectif de définir une stratégie globale, faire un diagnostic de la situation actuelle, définir des priorités, proposer un calendrier et les thèmes de recherche à long terme :

- diagnostic : estimer la réalité des problèmes de la grotte et établir des priorités. Un accord sur ces objectifs devra être obtenu avec l'instance administrative et le responsable scientifique de l'équipe,
- faire évaluer les programmes scientifiques en cours par des organismes scientifiques indépendants,
- décider les mesures et protocoles à mettre en œuvre rapidement, arrêter ceux qui ne sont pas jugés indispensables,

- assurer une évaluation annuelle de ces protocoles,
- assurer la transparence et l'objectivité des débats scientifiques. Organisation conjointe avec l'administration d'un colloque international sur le sujet, largement ouvert à la communauté scientifique mondiale,
- définir les thèmes de recherche fondamentale qui devront accompagner la conservation de Lascaux et des grottes ornées à long terme et lancer les appels d'offre auprès de la communauté scientifique internationale.

- Une instance administrative responsable

L'objectif essentiel est d'éviter la dilution des responsabilités afin d'obtenir plus de cohérence dans la gestion scientifique de la grotte et une collaboration efficace avec le LTF et les organismes de recherche qui sont ou seront impliqués dans le programme de conservation à long terme.

Il sera proposé à l'administration de désigner un seul responsable administratif et de lui choisir comme associé un coordinateur scientifique de haut niveau. Compte tenu des problèmes spécifiques de la grotte, ce coordinateur devra être choisi parmi les membres de la communauté des sciences exactes ou naturelles. Cette personnalité sera choisie en commun accord entre l'administration et le LTF.

- Une équipe opérationnelle

La personne clef de cette équipe est son chef, le coordinateur scientifique. Il, elle, aura autorité pour la mise en œuvre et l'exécution de toutes les décisions d'ordre scientifique et techniques prises en concertation avec le LTF. Il assurera la formation et la direction de l'équipe technique travaillant sur place à Lascaux. Il coordonnera et suivra les travaux des équipes extérieures.

Le coordinateur jouera un rôle essentiel dans l'animation scientifique du projet, il rédigera les rapports d'activité réguliers pour les communiquer au LTF et à l'administrateur responsable.

3.2 Les mesures urgentes

Le travail du LTF s'inscrit dans un programme de recherche à long terme (10 ans) mais des mesures urgentes sont à prendre :

- Installation dans la salle des machines d'un système d'assistance climatique reprenant le principe de l'ancien système. Cet aménagement est déjà prévu pour l'année 2008. Si le principe n'est pas discutable, il y a plusieurs solutions techniques pour sa mise en œuvre qui affecteront différemment l'équilibre de la grotte. La solution choisie devra être discutée avec les experts du LTF. En tout état de cause la mise en œuvre devrait être effectuée en phase avec un protocole d'observation strict au moins sur une période d'un cycle annuel pour en évaluer les effets.

- Mettre sur pied un nouveau protocole de contrôle climatique des températures et de

l'humidité de l'air et de la paroi⁷ et prolonger pour un an la période de fermeture de la grotte prévue jusqu'à la fin du mois de mars 2008 (limitation des entrées). Cette phase d'observation sur une période d'un an servira de référence pour la suite.

- Protocole de suivi de l'état physique (macrophotographique) et biologique des parois (méthode à définir)
- Exploration des méthodes physiques non dangereuses de traitement des espèces bactériennes et fongiques.
- L'administration mettra à la disposition des membres du LTF et de tous les chercheurs intéressés par Lascaux l'information et les documents scientifiques et techniques conservés dans des lieux dispersés. Dans cet esprit et en vue d'une collaboration à long terme il sera aussi demandé à l'administration d'autoriser un échange libre avec le gardien, les techniciens de la grotte, les membres du comité scientifique et les autres scientifiques sous contrat avec l'administration pour disposer de toutes les informations nécessaires à la sauvegarde de Lascaux.

Paul Marie Guyon le 11 février 2008

Notes

1- D. Genty, communication privée

2- Norbert Aujoulat, Lascaux, Le geste, le temps, l'espace, édition du Seuil 1964

3- Paul Marie Guyon, La Conservation des Peintures Pariétales, contribution aux travaux de la commission de sauvegarde des peintures de Lascaux, la Revue de Synthèse III°S. N°97-98 janvier- juin 1980.

4- François Bourges, Alain Mangin, Dominique d'Hulst, Le gaz carbonique dans la dynamique de l'atmosphère des cavités karstiques, l'exemple de l'Aven d'Orgnac (Ardèche) C.R. Acad. Ssci. Paris, Earth and Planetary Sciences 0 2001 1-8

5- Cette hypothèse est la plus vraisemblable pour expliquer la stabilité des peintures pendant des millénaires. Elle est fondée sur les mesures réalisées dans les années 1964-1995

6- Les calculs confirment l'évolution des températures dans la grotte en liaison avec les températures extérieure, mais avec des délais qui augmentent avec la profondeur. Depuis 1981 on observe une élévation de température. Celle ci vient presque exactement compenser la baisse observée entre 1960 et 1981. On ne peut donc en aucun cas parler de l'effet d'un réchauffement climatique global. Par contre les variations naturelles du gradient de température dans la grotte qui accompagnent celles de la température extérieure ont des effets sur l'organisation des cellules de convection thermique. Mais ceci n'aurait pas empêché le système d'assistance climatique de fonctionner en convection forcée s'il avait été conservé ou remis en état.

7-Jean Vouvé et Pierre Vidal, Développement calcique récent dans la grotte préhistorique de Lascaux, Actes Colloque de Seyssins sur le karst, 6-8 juin 1981, Spelunca, mémoire N° 11