

- DUFRESNE, J. 1990. - *Alaska : A travel survival kit*. pp. 129-134, Lonely Planet Publications, Berkeley, CA.
- HILL, B. 1980. - *Guide to Indian Rock Carvings of the Pacific Northwest Coast*. Hancock House Publishers, Blaine, WA.
- LOENDORF, L. 1989. - Nine Rock Art Sites in the Piñon Canyon Maneuver Site, Southeastern Colorado. *Contribution 248, Dept. of Anthropology, Univ. of North Dakota, Grand Forks, ND.*
- LOENDORF, L., J. FRANCIS, R. DORN, and J.C. DEAN 1992. - *Petroglyphs : Are We Loving Them To Death ? Presented at the 50th Plains Conference, Nov. 11-14, Lincoln, NB.*
- MARK, R.K., and E.B. NEWMAN 1994. - *Management of Petroglyph Rubbing at Two Pacific Northwest Coast Sites*, In : Frank Bock, ed., *American Indian Rock Art*, Vol. XX. American Rock Art Research Association.
- SANGER, K.K., and C.W. Meighan 1990. - *Discovering Prehistoric Rock Art : A Recording Manual*. Wormwood Press, Calabasas, CA.
- STRANGSTAD, L. 1988. - *A Graveyard Preservation Primer*. The American Association for State and Local History, Nashville, TN.
- SUNSET MAGAZINE 1989. - Petroglyphs and totems on walking tour of Wrangell, Alaska. July : 52C.
- WAINWRIGH, I.N.M. 1990. - Rock Painting and Petroglyph Recording Projects in Canada. *Association for Preservation Technology Bulletin*, Champaign, IL. XXII, no. 1/2 : 55-84.

LA CONSOLIDATION DE DESSINS PRÉHISTORIQUES : LE FUTUR AUJOURD'HUI

Consolider des surfaces picturales fragiles ou en cours de dégradation est une opération courante dans les domaines de la restauration de peintures sur les parois d'édifices construits (éléments de la voûte d'église, crypte...) ou taillés et creusés dans la roche (église monolithique, tombeau...). Ces monuments sont très proches du point de vue climatique des cavités à art préhistorique du S.O. de la France et du N.O. de l'Espagne et des interventions (refixage, consolidation) s'y déroulent depuis longtemps, preuve de la possibilité de maîtriser les désordres de la couche picturale.

A partir de ces expériences et de cet acquis scientifique, la nécessité est venue d'établir les premières bases d'une procédure de conservation applicable pour l'art préhistorique.

Tests en milieu souterrain au Salon Noir de Niaux

En France il a fallu la destruction en 1978-1979 d'une dizaine de peintures préhistoriques dans le Salon Noir de Niaux pour envisager le principe de la protection des décors préhistoriques par application de produits de refixage. Cette démarche nécessitait au préalable des essais de fixatifs dans les conditions réelles du milieu souterrain.

L'examen systématique de la paroi du Salon Noir de la grotte de Niaux a montré qu'en dépit des interventions menées depuis le début des dégradations pour supprimer les venues d'eau : pose de pseudo-stalactites de polymères (travaux de M. Garcia), aménagement du larmier déjà existant, percement de microforages dans la roche pour capter l'eau provenant de la masse rocheuse (travaux de A. Mangin, C. Andrieux et M. Bakalowicz), l'état hydrique des parois restait difficile à contrôler et qu'il fallait donc réfléchir aux possibilités offertes par des consolidations de surface par refixage. En effet, les tracés préhistoriques ont subi une altération par perte de cohésion et par désagrégation d'une couche picturale désormais constituée de particules dissociées de pigment, sur un support calcaire très humide. Dans ces conditions, il faut envisager le renforcement de la cohésion des traits peints avec un fixatif.

Dans la mesure où il sera en contact avec les tracés originaux, ce fixatif permanent doit être durable, réversible et ne provoquer aucune altération de la couche picturale. Ce fixatif devra répondre aux conditions suivantes : posséder un pouvoir adhésif suffisant, une bonne pénétration, une résistance aux agents atmosphériques et aux attaques bio-

CONSOLIDATING PREHISTORIC ROCK ART : THE FUTURE TODAY

The consolidation of fragile or deteriorating pictorial surfaces is a current procedure in the restoration of mural paintings on the walls of buildings (parts of church ceilings, crypts...) or structures cut into rock (monolithic churches, tombs...). These monuments are from a climatic point of view very close to the conditions of the prehistoric rock art caves of South-West France and North-West Spain and the work (refixing or consolidation) that has been carried out over a considerable period proves it is possible to master the problems that concern the pictorial layers.

Based on these experiences and the scientific information that they have provided the time has come to establish the first principles of a conservation procedure for prehistoric art.

Tests in the subterranean environment of the Salon Noir at Niaux

In France it was not before about ten prehistoric paintings were destroyed in 1978-1979 in the Salon Noir that the idea of protecting prehistoric art by applying refixing or stabilising products was contemplated. This step necessitated preliminary tests of fixatives in genuine underground conditions.

The systematic examination of the wall of the Salon Noir showed that in spite of the work carried out since the start of the deterioration to stop the arrival of fresh water, - such as placing pseudo-stalactites made of polymers (carried out by M. Garcia), work on existing gutters, the piercing of small bore holes in the rock to capture the internal water (the work of A. Mangin, C. Andrieux and M. Bakalowicz) - the hydrous state of the walls was still difficult to control and therefore it was necessary to consider the possibilities offered by the refixing and stabilising of the painted surface. In fact, the prehistoric art had been altered by the loss of cohesion and disintegration of a pictorial layer now composed of dissociated particles of pigment on a very humid limestone wall. Under such conditions one had to consider reinforcing the cohesion of the painted lines with a fixative.

As it would be in contact with the original drawings, this permanent fixative had to be durable, reversible and to make no alterations to the pictorial layer. It had to meet the following conditions : to be adhesive enough, to have good penetrating qualities, to be resistant to atmospheric agents and to biological attacks, to have an average evaporation

logiques, une vitesse moyenne d'évaporation du solvant, une faible toxicité, être transparent et incolore et ne pas favoriser l'accumulation de charges statiques. En fonction de la forte humidité des surfaces à traiter, le solvant doit avoir des caractéristiques particulières : il ne doit être ni aqueux, ni miscible à l'eau et posséder une basse tension superficielle. Une meilleure pénétration par une mise en solution permettra de renforcer ou de rétablir la cohésion des particules de pigments.

Des tests systématiques ont été faits sur des plages témoins de quelques cm² reproduisant l'état actuel des figurations originales à préserver. Trois valeurs de densité de pigment noir, obtenues par frottements plus ou moins forts de bâtonnets de charbon de bois, ont été retenues; elles correspondent à des valeurs que nous avons fixées arbitrairement à 100 % (noir intense et couche de pigment épaisse), à 50 % (noir moins dense, le pigment est localisé sur les aspérités de la roche), à 5 % (noir peu dense, le pigment laisse voir la roche). Le Paraloid B72* a été retenu comme agent de consolidation, à des concentrations de 3 %, 6 % et 10 % dans un solvant : le toluène ou le chlorotène. L'application de la solution se faisant en une ou plusieurs fois par pulvérisation sous forme d'aérosol et/ou au pinceau. Ces différents paramètres combinés ont donné lieu à 28 plages d'essais représentatifs des problèmes posés.

L'examen des essais un an après n'a révélé aucune altération, l'hydratation de la paroi est identique; il n'y a ni coulures noires (signes de perte de cohésion des surfaces traitées), ni vermiculation, ni concrétion. Les meilleurs résultats correspondent à des solutions faiblement concentrées.

En 1993 - soit 8 ans après le début de ces tests - l'observation de la zone des tests révèle un débit hydrique différent du contrôle précédent et un faible développement des dépôts d'argile dans les fissures. Pour la consolidation elle-même, nous pouvons souligner le meilleur comportement, lors de l'appréciation de la cohésion du pigment et des possibilités d'échange hydrique, des surfaces où le toluène était le solvant et où le Paraloid était en faible concentration (3 %).

La connaissance du comportement de fixatifs aux nécessités du milieu souterrain nous fournit la possibilité d'intervenir à titre préventif sur des surfaces décorées menacées. Cette intervention ne devrait pas être conçue de manière systématique, mais au contraire très ponctuelle, en traitant par exemple seulement le contour des animaux lorsqu'il s'agit de dessins ou de tracés. Pour les représentations préhistoriques du Salon Noir de Niaux, le minimum d'éléments étrangers au milieu souterrain serait introduit sur les parois; le risque d'éventuelles perturbations des échanges naturels hydriques et gazeux à l'interface air-roche deviendrait considérablement moindre.

Tests à l'extérieur

Pour l'art rupestre en contact direct avec le milieu aérien extérieur (abri sous roche, bloc en plein air) des tests ont été réalisés en différents lieux du monde.

Déjà anciens, mentionnons en 1968 les essais de protection de peintures rupestres sur les parois d'abris du Tassili N'Ajjer (sites de Séfar, Tamrit, Tin Tazarift) faits de manière provocatrice en recouvrement de tracés parmi les plus

time for the solvent, a weak toxic level, to be transparent and colourless and not to encourage the accumulation of static charges. In relation to the high humidity of the surfaces to be treated, the solvent should have particular characteristics, it should not be aqueous, not miscible with water and have a low surface tension. A better penetration by placing it in solution would enable the reinforcing or re-establishing of the cohesion of the pigment particles.

Systematic tests were made on sample areas of several square cm that reproduced the actual state of the original figures to be preserved. Three values of density of black pigment, obtained by harder or gentler rubbing with sticks of charcoal were decided on; they corresponded to the values that we had arbitrarily fixed at 100 % (dense black and thick pigment layer), at 50 % (less dense black, the pigment was localised on the reliefs of the rock) and at 5 % (very low density black, the rock is visible through the pigment). The Paraloid B72 was used as the consolidating agent, in concentrations of 3 %, 6 % and 10 % in a solvent : toluene or trichlorotene. The solution was applied one or several times by spraying in aerosol form and/or with a brush. These different parameters combined led us to make 28 different trials according to the problems posed.*

An examination of the test sites a year later revealed no alterations, the rock wall's hydration was identical ; there were neither black runs (signs of a loss of cohesion of the treated surfaces) nor vermiculation nor concretion. The best results related to solutions in weak concentration.

In 1993 - 8 years after the start of these tests - observation of the test zone shows a different hydrous discharge to that at the last examination and a slight development of clay deposits in the fissures. Regarding consolidation, we can stress the better results obtained when judging the cohesion of the pigment and the possibilities of hydrous exchange on surfaces where toluene was the solvent and where Paraloid was in a weak concentration (3 %).

Knowledge of the operation of fixatives adapted to the needs of a subterranean environment should provide the possibility of preventative action on decorated surfaces under threat. Such action need not be seen as planned in a systematic way but in fact could be very limited and precise, treating for example just the contours of animals when dealing with paintings or drawings. For the prehistoric figures in the Salon Noir the minimum of elements foreign to the subterranean environment would be introduced on to the walls; the long term risk of perturbing the natural hydrous and gaseous exchanges at the air/rock interface should thus be considerably reduced.

Exterior Tests

For rock art in direct contact with the exterior environment (rock shelters, open-air blocks) tests have been made in different parts of the world.

As far back as 1968, tests were carried out for the protection of rock paintings on the walls of shelters in Tassili N'Ajjer (the sites of Sefar, Tamrit, Tin Tazarift) in a somewhat "agressive" way in covering some of the best-

connus et les plus beaux par Maranzi, restaurateur italien. Les protections ont été faites à l'aide d'une résine transparente diluée; il s'agissait de paraloid B72 dilué dans un solvant de trichlorure d'éthylène.

En 1974, pour une autre mission de deux experts sur les mêmes sites (P. Mora et G. Thomson), les essais de refixage de 1968 ne représentaient aucun changement de couleur à l'œil nu, ni arrachage, contraction et soulèvement. Par ailleurs la substance appliquée était encore facilement et parfaitement soluble, preuve de la réversibilité de l'application de la résine diluée. Pour ces deux auteurs, l'aspect peu convaincant des essais de Maranzi est dû au fait que la résine synthétique a été employée en solution trop dense, ce qui a rendu la surface brillante et trop foncée. En 1983, l'examen en laboratoire d'un prélèvement que nous avons fait, révélait que le polymère était en bon état; par ailleurs mis à part un aspect trop brillant et trop foncé - griefs déjà soulignés par P. Mora et G. Thomson - la surface paraissait en bon état et présentait déjà un léger empoussiérage dû aux vents de sable.

Plus récemment dans le Parc de Kakadu, J. Clarke et N. North, après avoir montré l'origine très fréquemment exogène des sels minéraux responsables de la détérioration des surfaces peintes, menaient un programme d'essais de consolidants de synthèse commercialisés en Australie. Le but était de tester leur résistance dans un milieu naturel exposé aux intempéries (soleil, pluie), à l'action des micro-organismes et ceci en climat tropical pour 3 types de matériaux (renseignement oral de J. Clarke) :

- les produits hydrofuges perméables à la vapeur d'eau, empêchant l'eau sous forme liquide de pénétrer par la surface traitée mais dotés de faibles propriétés consolidantes ;
- les produits consolidants améliorant la cohésion des éléments du pigment ;
- et les produits imperméabilisant la surface traitée.

Ces produits ont été appliqués sur des bandes de peintures réalisées à l'aide de pigments broyés de couleur rouge (hématite), blanche (huntite), et brune (minéral argileux riche en fer), tracées sur une surface rocheuse oblique de grès quartzite (d'exposition plein nord) dans des conditions très représentatives du nord (top end) de l'Australie. En 1988, un an après ces consolidations expérimentales, il y avait une considérable différence de comportement des surfaces traitées (renseignement oral de J. Clarke). Les produits à base de silicone, silane et vinyle acrylique paraissaient avoir le maximum d'efficacité.

Dans ces sites, l'urgence de l'intervention se pose avec acuité; la détérioration se produit ou pouvant se produire très rapidement dans les quelques années à venir, la décision d'intervention pourrait devoir être prise avant même l'évaluation définitive de la réussite ou de l'échec des traitements soit dans plusieurs années ou plusieurs dizaines d'années. Aussi d'autres essais avec ces types de produits ont-ils déjà été réalisés sur des sites à peintures très détériorées destinés à servir de "cobayes". Cette manière d'agir ne nous paraît pas choquante ni en contradiction avec la déontologie de la conservation des biens culturels. Nous attendons les résultats de ces derniers essais en vraie grandeur.

De ces essais de consolidation de surfaces picturales simulées ou réelles, effectuées en milieu souterrain et aérien dans des conditions peu comparables, que retenir ?

Pour établir une procédure d'intervention, il faut multiplier les tests en tenant compte de différents facteurs dont les caractéristiques et l'état (présence de sels minéraux et

known and finest designs, the work of the Italian restorer, Maranzi. The protection was carried out with the aid of a diluted transparent resin : Paraloid B72 diluted in a trichlorane ethylene solvent.

In 1974, another mission composed of two experts re-examined the same sites (P. Mora and G. Thomson). It was considered that the 1968 attempts at refixing presented no colour change visible to the naked eye, nor lifting, contraction nor scaling. In other respects the substance applied was still easily and perfectly soluble, a proof of the reversibility of the application of diluted resin. For these two authors the least convincing aspect of the work of Marazani was in the fact that the synthetic resin had been employed in too concentrated a solution which had rendered the surface too shiny and dark. In 1983, a laboratory examination of a sample that we lifted revealed that the polymer was in a good state; in other respects, leaving aside the too shiny and dark appearance - already underlined by P. Mora and G. Thomson -, the surface seemed in good shape and already showed a light dusting of wind-blown sand.

More recently, in Kakadu Park, J. Clarke and N. North, after having shown the very frequently exogenous origin of the mineral salts responsible for the deterioration of the painted surfaces, undertook a programme of trials of synthetic consolidating agents sold in Australia. The aim was to test their resistance in a natural environment exposed to climatic vagaries (sun, rain) and to the action of micro-organisms, all this in a tropical climate and for 3 types of material (oral communication of J. Clarke) :

- waterproof products permeable to water vapour that stopped liquid penetrating through the treated surface but having weak properties as consolidating agents ;
- consolidating agents that improved the cohesion of the elements of the pigment ;
- products that made the treated surface impermeable.

These products were applied on bands of paintings done with the aid of pigments of ground red (hematite), white (huntite), and brown (mineral clay rich in iron), on an oblique rocky surface of sandstone quartzite (north-facing) in conditions very typical of Northern (Top-End) Australia. In 1988, one year after the experiments, there was a considerable difference evident in the state of the treated surfaces (oral communication of J. Clarke). Products with a silicone, silane and acrylic vinyl base seemed to be the most effective.

At these sites the urgent need for action is acutely obvious ; deterioration will or could happen very rapidly in the immediate future ; the decision to act may have to be taken even before a definitive evaluation of the success or failure of the various treatments over several years or several decades. Therefore trials using these types of products have already been carried out on sites with badly-damaged paintings destined to serve as "guinea-pigs". For us such a proceeding does not seem shocking nor in contradiction to the principle of preserving a cultural heritage. We await the results of these last full scale tests.

What is the lesson to be drawn from these preservation experiments on simulated or real pictorial surfaces, carried out in underground or open air environments in widely differing conditions ?

To establish an action procedure the tests must be multiplied, taking into account different factors such as the characteristics and state (presence of mineral salts and organic

* Paraloid B72 copolymère d'acrylate de méthyle et de méthacrylate d'éthyle.

* Paraloid B72 : a polymer methyl acrylate and ethyl acrylate.

d'éléments organiques) de la roche support, les conditions climatiques ambiantes (humidité relative, température, et ensoleillement s'il s'agit d'une roche à l'extérieur...), la nature du consolidant et du solvant, la concentration du consolidant, son mode d'application (brosses - pulvérisations - aérosols)...

Afin de tempérer l'enthousiasme provoqué par l'intérêt de ces types d'intervention, il faut remarquer qu'un film de résine synthétique ne résiste pas indéfiniment, même si la résine utilisée présente des qualités de résistance importante. L'expérience acquise par les uns et les autres dans des contextes différents devrait déboucher à l'avenir vers la maîtrise totale de l'intervention de consolidation, solution parmi d'autres pour conserver ces témoignages de l'activité de l'homme et du moins tenter de retarder le plus longtemps possible l'échéance fatale qui est la destruction de l'œuvre d'art.

Le traducteur remercie chaleureusement B. Salles (CNRS Toulouse) qui l'a aidé à traduire certains termes techniques.

elements) of the supporting rock, the ambient climatic conditions (relative humidity, temperature and sunshine if dealing with an exterior rock...), the nature of the consolidating agent and the solvent, the concentration of the consolidating agent and its mode of application (brushes - spraying - aerosols)...

It is necessary to temper the enthusiasm stirred by the potential of these types of procedures by remarking that a film of synthetic resin does not have indefinite resistance, even if its qualities of resistance are high. The experience gained by various workers in different contexts should lead in future to a complete mastery of the consolidation procedure, one solution among others to preserve a witness of Man's artistic activities and at least to attempt to delay for the maximum amount of time possible a final outcome which is the destruction of the work of art.

The translator G. Miller gratefully acknowledges the assistance of B. Salles (CNRS Toulouse) with some of the technical terms used above.

Jacques BRUNET, Isabelle DANGAS, Pierre VIDAL.

DIVERS

COMMENTAIRE DE : J.-M. FULLOLA et al., Premières datations de l'art rupestre de Basse-Californie (Mexico), *I.N.O.R.A.* 9 : 1-4.

J'ai lu avec grand intérêt l'article des archéologues espagnols J.-M. Fullola, V. del Castillo, M.-A. Petit et A. Rubio sur les datations de l'art rupestre de Basse-Californie, qui se sont révélées d'une antiquité considérable. Les auteurs ont probablement raison d'affirmer que les dates ^{14}C qui remontent jusqu'à 5.290 +/- 80 BP sont les plus anciennes dates *directes* connues pour des peintures américaines. Cependant, on doit s'attendre à des dates beaucoup plus anciennes dans un proche avenir. Des peintures de Patagonie/Argentine ont été datées jusqu'à 7,000 BC (fragments de parois peintes trouvées lors des fouilles dans la Cueva de las Manos, Rio Pinturas, Prov. de Santa Cruz). Une peinture rupestre de Pedra Furada, Piauí/Brésil (éclat de pierre peinte trouvé en fouille) a été daté de 8.000 à 10.000 BC (voir photo publiée dans le *Boletín* n° 8 : 36, *SIARB*, La Paz, Bolivie). Les peintures rupestres de Toca do Baixão (*Boletín* n° 8 : 19, *SIARB*, La Paz) ont apparemment une antiquité voisine, tandis que l'archéologue française Niede Guidon pense que la tradition des peintures du Piauí est même beaucoup plus ancienne.

EXPOSITION "ART RUPESTRE PATRIMOINE MONDIAL"

En Septembre 1994, la Société Bolivienne de Recherche sur l'Art Rupestre *SIARB* (Sociedad de Investigación del Arte Rupestre de Bolivia) a présenté son exposition "Art Rupestre - Patrimoine Mondial" au Musée National des Arts de La Paz. Elle comprend 47 panneaux sur des peintures et gravures rupestres de différentes parties du monde : Europe (Espagne, France), Afrique du Sud et Namibie, Australie, Amérique du Nord (Canada, USA) et Amérique du Sud (Bolivie, Argentine, Chili, Brésil). Sur une carte du monde sont portées les régions où l'art rupestre est particulièrement abondant.

Cette exposition démontre que l'art rupestre constitue un phénomène culturel aux facettes multiples qui couvre de nombreux millénaires depuis le Paléolithique (p. ex. Altamira) jusqu'aux temps historiques (tel est le cas des peintures coloniales de Bolivie). Elle présente les trois

COMMENT TO : J.-M. FULLOLA et al., *The First Rock Art Datings in Baja California (Mexico)*, *I.N.O.R.A.*, 9 : 1-4.

I read with great interest the article by the Spanish archaeologists J.-M. Fullola, V. del Castillo, M.-A. Petit and A. Rubio concerning the dating of rock paintings in Baja California which have been proved to be of considerable antiquity. While the authors are probably right that the C^{14} dates of up to 5,290 +/- 80 BP are the oldest known direct dates for American rock paintings, far older dates are to be expected for the near future. Rock paintings in Patagonia/Argentina have been dated back to 7,000 BC (painted wall fragments found in excavation in Cueva de las Manos, Rio Pinturas, Prov. Santa Cruz). A rock painting from Pedra Furada, Piauí/Brazil (a painted spall found in excavation) has been dated to 8,000-10,000 BC (see photo published in *Boletín* N° 8 : 36, *SIARB*, La Paz, Bolivia), rock paintings at Toca do Baixão do Perna in the same region apparently are of the same antiquity (*Boletín* N° 8 : 19, *SIARB*, La Paz), whereas the French archaeologist Niede Guidon believes that the painting tradition of Piauí is even much older.

Matthias STRECKER

EXHIBITION "ROCK ART WORLD HERITAGE"

In September 1994, the Bolivian Rock Art Research Society *SIARB* (Sociedad de Investigación del Arte Rupestre de Bolivia) presented its exhibition "Rock Art - World Heritage" in the National Museum of Art, La Paz. It consists of 47 panels on rock paintings and petroglyphs in different parts of the world : Europe (Spain, France), South Africa and Namibia, Australia, North America (Canada, USA) and South America (Bolivia, Argentina, Chile, Brazil). A world map shows regions with special concentration of rock art sites.

The exhibition demonstrates that rock art is a multifaceted cultural phenomenon spanning many millenia from the Paleolithic (e.g. Altamira) to historic times (such as the case of Colonial rock paintings in Bolivia). It presents the three principal types of rock art : paintings, engravings, and geo-