

Traitement des peaux à l'ocre : mythes et réalités

Hélène SALOMON, Christian CASSEYAS et Cécile JUNGELS

RÉSUMÉ

L'élaboration de protections corporelles en peaux est perçue comme le témoignage d'une ingénieuse invention permettant de résister aux fluctuations climatiques et aux épisodes froids des dernières glaciations. L'emploi de matières colorantes rouges (communément appelées « ocres ») par les populations de chasseurs-cueilleurs du Paléolithique est fréquemment interprété comme un indice indirect de traitement des peaux. En effet, un pouvoir astringent est empiriquement attribué à l'« ocre » qui est supposé avoir été exploité pour tanner les peaux. Afin d'évaluer ce pouvoir, nous avons traité des peaux de chevreuil avec des matières minérales de composition chimique et pétrographique connue en comparant les effets de ces ajouts sur la modification des peaux durant le traitement et l'entreposage. Ces expérimentations montrent que certaines matières minérales facilitent le nettoyage des peaux mais n'ont aucun effet tannant.

MOTS CLÉS : archéologie expérimentale, matières colorantes, goethite, hématite, ocre, Paléolithique, traitement des peaux.

ABSTRACT

The production of tanned hides-made body protection during prehistory is one of the inventions that allowed people to adapt to climatic fluctuations and cold episodes during the last glaciations. The use of coloring agents (commonly called "ochre") by Paleolithic hunter-gatherer populations is frequently interpreted as an indirect clue of hide processing. This is related to a drying effect being attributed to ochre and its assumed use for tanning hides. In order to evaluate this property, we treated roe deer hides by adding different mineral powder agents with known petrographic and chemical composition. We then compared their effects on the transformation and conservation of the hides. These experiments show that some mineral agents facilitate cleaning but do not appear to have any tanning effect.

KEYWORDS: experimental archaeology, coloring agents, goethite, haematite, ochre, Palaeolithic, hide processing.

1. Introduction

Régulièrement mentionnée dans les écrits archéologiques et ethnographiques comme agent utilisé lors du traitement des peaux animales pour les transformer en vêtements ou couvertures, l'ocre est aussi communément reconnue pour ses propriétés supposées tannantes, astringentes, aseptisantes, répulsives contre les animaux et pour ses nombreuses autres vertus prophylactiques, telles qu'elles sont décrites dans les ouvrages de médecine traditionnelle ou documentées par des témoignages ethnographiques. Si ces substances minérales de couleur jaune à rouge, violacée voire brune sont d'usages communs dans les sociétés contemporaines et sub-contemporaines - usages qui dépassent largement le simple cadre décoratif et esthétique de l'exploitation de la teinte et du fort pouvoir colorant des oxy(hydroxy)des de fer, leurs modalités d'action ne sont pas connues et ces actions qu'elles sont supposées favoriser ne sont pas même prouvées.

En particulier, l'hypothèse du tannage des peaux à l'ocre, qui repose principalement sur une connaissance empirique, à savoir que les oxydes de fer sont des agents siccatifs, est particulièrement tenace et pourtant, derrière cette hypothèse, de nombreuses faiblesses se cachent. En premier lieu, les vestiges archéologiques qui permettent de faire la relation entre le travail des peaux et l'emploi de matière colorante rouge sont rares comparés aux autres vestiges qui ont pu intervenir dans le travail des peaux. Deuxièmement, les résidus d'ocre conservés à la surface des vestiges archéologiques tels que des outils en pierre taillée ou en matière dure d'origine animale, de même que l'ocre employée dans les expérimentations ou encore l'ocre employée dans les sociétés traditionnelles lors du traitement des peaux, n'est pas décrite comme matière minérale. Ce point pose problème car ce terme recouvre une grande variété de roches aux compositions différentes et qui, par conséquent, permettent de produire des poudres dont les propriétés mécano-chimiques ont toutes les

chances d'être différentes. En effet, un grès ferrugineux contenant 90 % de quartz grossier cimenté par de l'hématite (oxyde de fer rouge) risque fort de présenter une poudre à la texture grenue et à faible teneur en oxyde de fer, contrairement à une argile kaolinique contenant 50 % d'oxyde de fer. Le rôle des phases minérales associées aux oxydes de fer doit être évalué par comparaison avec différents types de matières riches en oxydes de fer. C'est sur ce principe, et afin de tester le pouvoir siccatif relatif des oxydes de fer et de manganèse selon leurs associations avec d'autres phases minérales, qu'une série d'expérimentations, réalisées durant l'hiver 2010-2011 au Préhisto-museum, a été engagée. Les expérimentations avaient pour principe de nettoyer et d'assouplir des peaux de chevreuil fraîches après avoir déposé sur l'endoderme des poudres de différentes roches dont la composition nous était connue afin d'en comparer les effets.

2. Indices de traitement des peaux à l'« ocre »

Les propriétés évidentes des matières colorantes à base d'oxy(hydroxy)des de fer ou de manganèse sont la couleur et leur fort pouvoir colorant. Mais il est un certain nombre de propriétés qui semblent moins usitées dans nos civilisations occidentales actuelles et qui, pourtant, semblent souvent recherchées. Par exemple, certaines argiles, l'hématite et la pyrolusite (dioxyde de manganèse) sont des matières empiriquement connues pour être fortement siccatives, c'est-à-dire qu'elles auraient la propriété de favoriser le séchage des matières organiques. En particulier, il est supposé que l'« ocre » a des propriétés antiseptiques et qu'elle inhibe la collagénase bactérienne (Mandl, 1961). En réalité, l'hypothèse de l'utilisation de l'ocre pour traiter les peaux a été posée par Mandl (1961). Ce dernier reconnaît aux oxydes de fer des propriétés aseptisantes, hypothèse qui a été relayée dans la littérature sans que les moyens n'aient été recherchés pour la vérifier par la suite (Velo, 1984 ; Velo, 1986 ; Ellis *et al.*, 1997 ; Audouin-Rouzeau & Plisson, 1982). Si l'« ocre » avait été effectivement employée afin de traiter les peaux dans le but d'en faire des protections corporelles, les implications

d'une telle invention technique en matière de pratiques technico-culturelles et d'adaptation aux fluctuations climatiques seraient vastes (Deacon, 1995 ; Groenman van Waateringe, 2001 ; van Driel-Murray, 2001 ; Gilligan, 2010 ; Pinhasi *et al.*, 2010 ; Schlumbaum *et al.*, 2010). L'abondance de matières colorantes riches en oxy(hydroxy)des de fer et de manganèse mises au jour sur de nombreux sites d'habitat s'expliquerait ainsi par l'implication de ces agents minéraux, employés sous forme de poudre, dans les activités de peausserie. De fait, la réalisation de protections corporelles est perçue comme formant un puissant avantage adaptatif aux climats rigoureux du dernier épisode de glaciation (Roebroeks *et al.*, 1992 : 552 ; Watts, 2002 ; Hoffecker, 2005 : 188). L'emploi de ces matières est attesté à partir du début du Middle Stone Age en Afrique (il y a environ 200 000 ans avant nos jours – Henshilwood *et al.*, 2009 ; Watts, 2010) et en Europe, de manière irrégulière à partir d'environ 70 000 ans avant nos jours et de manière beaucoup plus régulière et répétitive durant le Paléolithique supérieur (San Juan, 1990 ; Demars, 1992 ; d'Errico & Sorressi, 2007 ; Salomon, 2009). Pour expliquer la présence de cette catégorie de vestiges, les chercheurs ont proposé des applications dans les sphères domestiques et symboliques en accord avec les différentes propriétés de ces matières.

2.1 Faits ethnographiques et archéologiques enregistrés

Trois propriétés majeures sont attribuées aux matières riches en oxydes de fer, à savoir, dans un premier temps, leur couleur et leur fort pouvoir colorant, dans un second temps, la fine abrasivité de l'hématite et, enfin, son action chimique siccatif. Chaque propriété a pu être exploitée à des fins bien particulières qui sont inférées à partir de témoignages ethnographiques et historiques, de découvertes archéologiques, d'applications industrielles et d'expérimentations. Le rôle siccatif est mal caractérisé dans la littérature et donne l'occasion de faire des interprétations en matière d'application de cette propriété dans divers domaines d'activités artisanales et domestiques.

La coloration importante de certaines parties des sols d'habitats préhistoriques, les traces colorées à l'extrémité de certains

grattoirs, portant des pols d'usure très fins, comme sur le site tjongérien de Meer (BE) (Keeley *et al.*, 1978), le site azilien de La Barma de Margineda (Andorre, FR) (Philibert, 1994), dans l'habitat magdalénien d'Abauntz (Navarre, ESP) (Utrilla & Mazo, 1992) et dans l'occupation remontant à l'Aurignacien ancien de Barbas III (Dordogne, FR) (Ortega *et al.*, 2006 ; Rios *et al.*, 2002), pourraient indiquer que des matières riches en oxydes de fer avaient pu servir durant certaines étapes du traitement des peaux, telles que l'assouplissement et la conservation, comme il a été proposé dans la littérature (Audouin-Rouzeau & Plisson, 1982). Sur le site aurignacien de Régismont-le-Haut (Hérault, FR), une série de grattoirs, en relation spatiale étroite avec une aire de boucherie, présentent des surfaces différenciellement couvertes de résidus rouges. Les surfaces actives ravivées ne présentent pas de résidus, mais les traces d'usure ne sont pas suffisamment explicites pour qu'il soit conclu qu'existait une relation entre le travail des peaux et l'emploi de poudre riche en oxyde de fer (Pradeau *et al.*, 2014). De même, de nombreux outils en matière dure d'origine animale pouvant intervenir dans le travail des peaux, comme les spatules, lissoirs, brunissoirs et poinçons, ont emprisonné des résidus de matière colorante rouge. Dans les niveaux châtelperroniens de la grotte du Renne à Arcy-sur-Cure (Yonne, FR), des poinçons en os, dont la partie active a manifestement été fortement usée lors de perforations de peaux, ont conservé des restes de poudre rouge (Baffier & Julien, 1990 ; d'Errico *et al.*, 2003). On note aussi des lissoirs ayant conservé des résidus rouges, notamment dans l'Aurignacien de l'Abri des Roches (Indre, FR) (Déchelette, 1908 : 205), dans le Magdalénien du Mas d'Azil (Ariège, FR) (Péquart & Péquart, 1960-1961) et de la grotte de La Vache (Ariège, FR) (Clottes *et al.*, 2004). Le plus souvent, la présence de matière colorante rouge sur les parties actives des outils ayant servi à travailler les peaux a été interprétée comme le témoignage de l'emploi d'« ocre » pour les tanner afin de confectionner des vêtements, des abris, des litières et des objets tels que des contenants.

Les grattoirs portant des traces d'usure résultant du travail de la peau et associés à

des oxydes de fer sont rares comparés aux grattoirs ayant simplement conservé des traces d'usure résultant du travail de la peau. Ce constat pourrait tenir au fait que les outils ont été lavés, ce qui aurait pu faire disparaître l'essentiel des résidus colorés, devenus si ténus qu'il devient difficile d'en attribuer l'origine du dépôt (technique, accidentel ou post-dépositionnel). L'association de matière colorante rouge et des grattoirs servant au travail des peaux n'est qu'occasionnelle, compte tenu de la documentation dont nous disposons actuellement, ce qui suggérerait que ces matières rouges minérales n'auraient été ajoutées que lors des traitements de finition (La Barma de Margineda et Meer). Cette étape aurait pu avoir pour objectif de graisser la peau en présence d'hématite afin d'en assurer une meilleure conservation (Keeley *et al.*, 1978) ou aurait pu avoir pour but d'améliorer l'aspect de surface de la peau en pratiquant une abrasion de finition qui permettait de régulariser les bords avant l'assemblage, c'est-à-dire au cours du parage (Philibert, 1994). Les études précitées renvoient donc aux autres propriétés des oxydes de fer, qu'elles soient avérées, comme le pouvoir colorant et le rôle abrasif, ou supposées, pour ce qui est du pouvoir bactéricide ou du pouvoir imperméabilisant. Les peaux ont donc pu être recouvertes de poudre riche en oxyde de fer ou d'un mélange de graisse et de poudre riche en oxyde de fer afin d'en favoriser la pérennité, l'imperméabilité et la régularité tout en exploitant une couleur vive et éclatante.

Quelques témoignages ethnographiques vont dans ce sens. Par exemple, les Tehuelches, Amérindiens de Patagonie, enduisaient la face interne des peaux de guanaco (camélidés sauvages proches du lama) avec un mélange de graisse et d'« ocre » ou de terre riche en alun (Laloy, 1906). L'« ocre » serait ici un produit équivalent à l'alun. Les Tasmaniens, après que la peau eut été retirée de l'animal, puis séchée et raclée avec un grattoir pour retirer toutes les traces de chair et de graisse, appliquaient un mélange d'« ocre » et de graisse (Sollas, 1924). Peabody suppose que cette opération avait pour but de rendre la peau imperméable (Peabody, 1927). Chez les Masai (Kenya et Tanzanie), un mélange d'« ocre » et de graisse est appliqué après avoir raclé et étiré la peau pour

l'adoucir et la colorer en même temps (Tepilit, 1995). Ces exemples tendent à indiquer qu'il existe un lien entre l'utilisation de matière colorante rouge et le traitement des peaux, soit lors des opérations de nettoyage, soit lors de la finition, dans un but esthétique et qualitatif, mais aucun témoignage ne permet de conclure que ces matières minérales rouges ont servi au tannage des peaux à proprement parler. Il est donc envisageable que les roches riches en oxydes de fer aient joué un rôle à différentes étapes de la préparation des peaux : lors du nettoyage, du séchage et de la finition.

De nombreux travaux expérimentaux de traitement de peaux (Audouin-Rouzeau & Plisson, 1982 ; Philibert, 1994 ; Kleban & Bayer, 2004 ; Zinnen, 2004 ; Dubreuil & Grosman, 2009 ; Püntener & Moss, 2010 ; Rifkin, 2011) et des analyses de traces d'usure sur des grattoirs (Semenov, 1964 ; Philibert, 1994 ; Philibert, 1995 ; Ortega *et al.*, 2006) font état de la relation ambiguë entre traitement des peaux et emploi d'« ocre » et ne permettent pas de trancher au sujet du rôle effectif de cet ajout pour la modification durable des peaux.

Comme en témoignent nombre d'essais expérimentaux, le séchage des peaux après application d'« ocre » semblait plus rapide, ce qui conduisait à l'amincissement significatif de l'épaisseur de la peau (Rifkin, 2011). Par ailleurs, plusieurs expérimentateurs rapportent que l'emploi d'« ocre » limitait le pourrissement, protégeait les peaux des insectes, des bactéries et même de petits carnivores (Audouin-Rouzeau & Plisson, 1982 ; Couraud, 1988 ; Philibert, 1994 ; Zinnen, 2004 ; Rifkin, 2011). Il a aussi été noté que les peaux couvertes de poudre d'« ocre » jaune n'ont pas séché uniformément. Le résultat du séchage, beaucoup plus long, fournissait une peau épaisse, gonflée et boursouflée par endroits, contenant encore des matières grasses.

Toutefois, on remarque aussi que l'« ocre », dans certaines expérimentations ou dans certaines préparations de peaux documentées par des enquêtes ethnographiques, tendait à assécher, raidir et durcir durablement la peau sur laquelle elle était appliquée, la rendant cassante (Beyries & Rots, 2008 ; Villon & Thuau, 1889), ce qui ne permet pas l'élaboration de vêtements ou de couvertures souples, mais aurait néanmoins pu être une

réalisation particulière recherchée (pour l'élaboration de contenants, par exemple). Les appréciations concernant les effets de l'« ocre » sur les peaux se révèlent donc radicalement différentes selon les expériences. Cela pourrait tenir au fait que cette matière n'est pas clairement définie.

2.2 L'ocre : définitions

Les matières de couleur rouge ou jaune, d'origine exclusivement minérale et souvent appelées « ocres » dans la littérature archéologique, contiennent des oxydes et oxy(hydroxy)des de fer. Le terme d'« ocre », largement employé par les archéologues, ne bénéficie d'aucune définition pétrographique unanimement acceptée (Salomon, 2009). Il semble désigner une variété de roches pigmentaires présentant un vaste éventail de teintes. Le mot « ocre » vient du terme grec *ωκρα* [okra], qui signifie simplement « terre jaune ». Selon l'usage, il peut aussi bien s'agir de terre argileuse rouge, jaune, orange ou brune, que d'un mélange intentionnel en des proportions variables de certaines argiles et d'oxy(hydroxy)des de fer ou encore de toute roche contenant des oxy(hydroxy)des de fer et produisant un pigment jaune à rouge. La plupart des roches colorantes rouges ou jaunes ne sont pas à proprement parler des « ocres ». En employant ce terme, les géologues francophones font référence aux faciès altérés de grès glauconieux d'origine marine. L'altération est survenue en contexte continental sous un climat chaud et humide enrichissant les faciès d'altération en goethite (jaune) ou hématite (rouge) (Triat, 2011). Ces sables plus ou moins consolidés contiennent de la kaolinite et des proportions variées de différents oxydes et hydroxydes de fer. Il existe, de plus, un riche éventail d'altérites ferrugineuses (souvent appelées « ocres ») qui, à l'image des grès glauconieux, résultent de l'action de la pédogenèse sur la roche mère durant une période au climat chaud et humide (Routhier, 1963 ; Zeegers & Leprun, 1979 ; Leprun, 1979 ; Blot, 2002 et 2004). Dans la littérature géologique anglophone, ce terme désigne plus généralement des faciès de roches altérées en contexte continental sous climat chaud et humide, c'est-à-dire des

ferricrètes, des altérites ferrugineuses plus ou moins indurées (Pain & Ollier, 1992). Ce terme ne permet donc pas d'englober toutes les roches riches en oxydes de fer susceptibles d'avoir été employées durant la Préhistoire, comme, par exemple, les oxydes de fer filoniens, les oolithes ferrugineuses ou les calcaires ferrugineux. Il existe en effet de nombreuses roches riches en oxy(hydroxy)des de fer qui présentent des propriétés colorantes intenses. Leur genèse et leur évolution en font des matières premières aux compositions parfois tranchées qui induisent des propriétés mécano-chimiques différentes.

De ce fait, le terme « ocre » est ambigu. En conséquence, les nombreuses mentions qui sont faites de l'ocre dans les publications ne permettent pas d'évaluer la découverte archéologique ni la matière employée lors des expérimentations et des activités décrites dans les récits ethnographiques, car le moindre objet de matière colorante rouge, orange, jaune ou brune a été mentionné sous le vocable « ocre ». C'est pourquoi, il est difficile d'apprécier le ou les rôle(s) effectif(s) des matières employées, d'autant plus que ces rôles peuvent avoir eu un impact à différentes étapes du traitement des peaux.

2.3 Tanner : en quoi cela consiste-t-il ?

Le tannage est un traitement chimique qui provoque une transformation irréversible de la structure protéique des fibres de collagène de la peau pour qu'elle résiste à la putréfaction. Cette transformation est suivie d'un travail mécanique, le corroyage, visant la réduction de la peau à son derme (constitué du tissu conjonctif épais fait de fibres de collagène entrelacées), l'évacuation de l'eau et le maintien de la souplesse de la peau ainsi transformée en cuir. (Chahine, 1985 ; Chahine, 2002 ; Péquignot *et al.*, 2006 : 139 ; Beyries, 2008).

Il existe quatre grands principes de traitement des peaux pour les transformer en cuir (Bérard & Gobilliard, 1947) :

1/ le tannage végétal consiste en une macération de la peau couverte de substances tannantes (feuilles, écorces ou graines de chêne, d'aulne ou de bouleau par exemple) ou immergée dans un bain de tannin ;

2/ le traitement des peaux à la graisse (aussi appelé chamoisage) consiste à modifier la peau avec de la graisse, en exerçant un important travail mécanique qui permet conjointement d'évacuer l'eau, de séparer les fibres de collagène, de polymériser les graisses alors oxydées par friction et d'aérer la peau ;

3/ le traitement des peaux avec des minéraux (souvent appelé mégissage) consiste à couvrir les peaux de cendre ou à immerger la peau dans un bain contenant de l'alun ;

4/ le fumage (ou boucanage) permet de stabiliser le collagène par la formation de combinaisons chimiques entre le collagène et les aldéhydes et phénols issus de la combustion.

Les oxydes de fer n'ont cependant aucune action chimique assimilable à celle d'un tannin sur la peau car ils ne sont pas solubles dans l'eau, ce qui fait qu'ils ne peuvent pas imprégner le derme, s'y fixer et induire le réarrangement des fibres de collagène. De ce fait, le fer, à l'état d'oxydes, ne permet pas de conserver durablement la peau. S'il y a une action conservatrice des oxy(hydroxy)des de fer, elle ne peut être que réversible et une peau traitée avec ces matières devra subir un entretien minutieux et fréquent (Halasz-Csiba, 1991 ; Plisson, 1991).

3. Si les oxydes de fer ne tannent pas : à quoi pouvaient-ils servir ?

3.1 Charge dans les recettes d'élaboration des adhésifs

Certains équipements en roche siliceuse taillée ont conservé des résidus de matières colorantes, le plus souvent rouges sur les parties non actives, comme des outils et armatures mis au jour dans le Middle Stone Age en Afrique du Sud (Wadley *et al.*, 2004 ; Lombard, 2006 ; Wadley *et al.*, 2009), ou encore les lamelles à dos de Lascaux (Allain, 1979) et des pointes de Clovis (Helwig *et al.*, 2014). Forts de ces observations, des chercheurs ont tenté de comprendre la présence de ces résidus grâce à des témoignages ethnographiques. Aux Îles de l'Amirauté et en Australie, selon un témoignage peu précis (Gobert, 1950a, b), l'« ocre » semblait entrer dans la

composition des adhésifs en jouant le rôle de dégraissant, supposé par les auteurs. Il est ainsi envisagé que cet ajout minéral confère des propriétés mécaniques au mélange telles que l'homogénéisation et une meilleure cohésion de l'adhésif. Les tests expérimentaux tendent à donner du poids à ces suppositions de préparation pour l'emmanchement d'outils ou d'armatures. Lors de nombreuses expérimentations, des observations allant dans le même sens ont été faites : l'ajout d'« ocre » permettrait ainsi d'obtenir un adhésif qui sèche et adhère bien aux différents matériaux mis en présence – os, bois, lithique, tendons, fibres végétales (Audouin-Rouzeau, 1979 ; Allain & Rigaud, 1989 ; Geneste & Plisson, 1990 ; Geneste & Plisson, 1993 ; Lausberg-Miny *et al.*, 1983 ; Wadley, 2005 ; Wadley *et al.*, 2015 ; Lombard, 2007 ; Lombard, 2008 ; Kozowyk *et al.*, 2016). De ce fait, pour les expérimentations concernant l'emmanchement, l'utilisation d'ocre dans les adhésifs est assez fréquent, sans que l'effet de cet ajout ne soit décrit (Moss & Newcomer, 1982 ; Yaroshevich *et al.*, 2010 ; Pétilion *et al.*, 2011). Mais deux expérimentations menées récemment (Zipkin *et al.*, 2016 ; Gaillard *et al.*, 2015), accompagnées de mesures mécaniques de la résistance des adhésifs composites, semblent indiquer que l'ajout de matière colorante ne change pas significativement les propriétés de résistance, d'adhérence, de plasticité et de séchage.

De manière prudente, Rots *et al.* (2011) proposent une altération chimique des matières organiques pour expliquer l'association de résidus rouges et de résidus de résine en une bande bien délimitée sur l'éclat Levallois de Sodmein Cave, Nubian Complex. Cet aspect taphonomique est en effet très peu envisagé dans les études et n'a pas encore fait l'objet de recherches avancées.

3.2 Assainissement des sols d'habitat

Sur le site magdalénien de Pincevent (Seine-et-Marne), il semble que de la poudre rouge avait été répandue sur le sol d'habitat. Ces épandages d'« ocre » ont donné lieu à deux hypothèses explicatives, à savoir qu'ils pourraient indiquer des lieux où des peaux auraient été traitées avec de l'« ocre », ou qu'ils seraient

le témoignage d'un traitement des sols pour les assainir et éviter la prolifération des bactéries et moisissures (Leroi-Gourhan & Brézillon, 1972). C'est pourquoi, une expérimentation a été menée à Treignes (Belgique), à l'initiative de P. Cattelain, pour tester l'hypothèse de l'assainissement des sols avec de l'hématite, comme l'avait proposé André Leroi-Gourhan. À Treignes, le sol a été saupoudré de matière colorante rouge pulvérulente. Les expérimentateurs ont constaté que la poudre rouge avait asséché le sol et avait évité la pousse des champignons et de mauvaises herbes à l'intérieur de l'habitation expérimentale (Zinnen, 2004).

3.3 Conservation des matières organiques

Le Grand Dictionnaire universel du XIX^e siècle décrit l'« ocre » comme un excellent agent protecteur des volets et bois exposés, les garantissant du pourrissement occasionné par les intempéries (Larousse, 1866-1879). Cette application avait pour but, en plus de son aspect décoratif, de protéger le bois des volets et des portes contre les intempéries et les insectes xylophages. L'« ocre » est aussi connue pour imperméabiliser les bois et en assurer une meilleure conservation en milieu humide, comme le fait remarquer A. Defarges : « les bateaux sur lesquels on met une couche assez épaisse d'ocre sont imperméables » (Defarges, 1968).

Un exemple ethnographique révèle également que cette propriété protectrice de l'hématite pouvait être exploitée pour protéger les aliments contre les animaux, les insectes et la putréfaction. Certaines plantes comestibles étaient conservées dans le désert australien, comme les fruits de *Solanum* et les figues sauvages qui se conservaient bien lorsqu'elles étaient emballées dans des balles d'« ocre » de la taille d'un ballon de basket. Ce procédé offrait ainsi la possibilité de conserver ces denrées alimentaires accrochées dans les arbres durant un an environ (Flood, 1990).

4. Expérimentations

Cette revue bibliographique montre qu'il existe une confusion terminologique concernant les matières rouges qui ont été mises en évidence sur des vestiges archéologiques ou

qui ont été employées dans les expérimentations ou par les populations qui en font usage. Cette ambiguïté de terme engendre une impossibilité de trancher sur les rôles supposés siccatif, antiseptique et fongicide des « ocres » employées par les populations ethnographiques et les expérimentateurs. Par ailleurs, sans cadre terminologique précis, la voie est ouverte à des interprétations qui dépassent le cadre des études. C'est pourquoi, l'hypothèse d'un traitement des peaux avec de l'« ocre » mérite d'être testée avec des paramètres simples et contrôlés. Dans cette perspective, les expérimentations rapportées dans le présent article visent principalement à tester les effets précités des « ocres » avec des matières minérales riches en oxy(hydroxy)des de fer et de manganèse dont la composition est connue. La matière minérale colorante utilisée est ici la principale variable introduite dans le protocole expérimental.

Deux axes principaux motivent ces expérimentations :

1) tester les propriétés chimiques et mécaniques des différentes matières colorantes et les comparer entre elles ;

2) former des résidus colorants sur des outils en silex afin d'en apprécier la répartition spatiale sur chaque pièce expérimentale, de manière à constituer un corpus de référence à comparer aux outils archéologiques présentant des plages de résidus colorants.

Ces expérimentations visent à comprendre pourquoi et dans quelle mesure on peut utiliser des matériaux ferrugineux ou manganésés pour le travail des peaux. Comme l'on peut s'y attendre, les matières colorantes exploitées par les Préhistoriques ne sont pas constituées exclusivement d'oxyde de fer ou de manganèse, mais sont plus fréquemment des mélanges naturels de différents minéraux (quartz, argiles diverses et calcite le plus souvent) qui peuvent favoriser l'action asséchante du mélange minéral. C'est pourquoi nos expérimentations permettent de tester les propriétés des oxydes de fer produits en laboratoire et des mélanges naturels de minéraux, dont la composition est connue au préalable.

4.1 Mise en place du protocole expérimental

Sept peaux de chevreuil fraîches ont été traitées à raison d'une peau par séance. Les chevreuils ont été dépecés, puis les peaux ont été pliées et congelées immédiatement après abattage. Un jour avant leur traitement, les peaux ont été mises à dégeler à température ambiante (environ 15° C). Chaque peau a été divisée en quatre parties, sauf la dernière qui a été divisée en trois parties compte tenu de sa taille plus réduite. Auparavant, une peau test (dont le détail des opérations ne sera pas présenté ici), travaillée pour déterminer les paramètres de traitement (gestuelle, orientation des outils, taille des surfaces de peau à travailler, temps accordé à chaque opération, quantité de poudre minérale à ajouter sur l'endoderme), a été débarrassée des lambeaux de chair qui adhéraient à l'endoderme avec une lame brute en silex. Cette opération n'a plus été mise en œuvre lors du traitement des autres peaux, car elle s'avérait inutile, comme on le verra par la suite.

Les 23 quarts de peaux (chaque peau porte un code P01 à P07 et chaque quart de peau est noté Q01 à Q04 ce qui nous donne des quarts de peaux notés par exemple P01Q03) ont été mis en tension au moyen de ficelles sur des cadres triangulaires. L'endoderme a été couvert d'une poudre minérale ou d'un mélange de poudre et de matière grasse comme indiqué dans le tableau 1.

Les matières minérales ajoutées sur la face interne des peaux présentent des caractéristiques rapportées dans le tableau 2. Ces matières sont de plusieurs ordres :

- hématite et goethite synthétisées en laboratoire (ALDRICH),
- des roches compatibles avec les matières ferrugineuses mises au jour sur deux sites préhistoriques que sont Combe Saunière en Dordogne (FR) (Salomon *et al.*, 2013 et 2015) et Arcy-sur-Cure dans l'Yonne (Beck *et al.*, 2012 ; Salomon *et al.*, 2014 ; Salomon, 2017 à paraître). Cette large palette de matières minérales présente des compositions qui ont été caractérisées par pétrographie, diffraction des rayons-X et émission induite par protons (PIXE),

- des matières minérales pour comparaison : sable, talc, pyrolusite.

Les matières cohérentes (blocs de roches riches en oxy(hydroxy)des de fer) ont été broyées puis tamisées pour homogénéiser leur granulométrie. Seule la poudre de granulométrie inférieure à 100 µm a été employée durant les expérimentations (tableau 1). En effet, pour juger de l'action d'une matière minérale, la granulométrie de la poudre doit être contrôlée.

Un seul type d'outil en silex a été élaboré dans le cadre de ces expérimentations. Il s'agit de lames robustes (type aurignaciennes) aménagées par des retouches directes sur les tranchants. Le front des grattoirs a été aménagé par des retouches abruptes en partie distale des lames. Tous les grattoirs, sauf un, ont été fixés sur un manche en bois au moyen d'une ligature en lanière de cuir selon un système juxtaposé, face ventrale du grattoir en contact avec le manche (fig. 1). Un seul grattoir a été employé à main nue.

L'endoderme des peaux dressées sur cadre a été couvert de matière minérale, de graisse (graisse de tendon de bœuf et cervelle de porc cuite) ou d'un mélange de poudre minérale et de graisse (tableau 1). Une peau témoin a été traitée sans ajout. Les peaux ainsi préparées ont été laissées durant deux heures après lesquelles le travail mécanique de nettoyage, séchage et assouplissement a été engagé



FIG. 1 – Quelques outils expérimentaux : lames robustes de silex aménagées en grattoirs et emmanchées avec une ligature de cuir.

conjointement, avec un outil pour chaque quart de peau, selon un mouvement de pression appuyée en va-et-vient longitudinal de haut en bas, face ventrale de l'outil orientée vers l'endoderme (shaving, fig. 2). L'angle formé entre la surface de l'endoderme et l'outil varie durant le mouvement de 35° en attaque du mouvement à 15° en bout de course.

La peau test nous a permis de fixer les critères qui gouvernent l'arrêt de la première étape de travail, à savoir lorsque l'endoderme commence à sécher, s'aérer et s'assouplir, ce qui se traduit par l'éclaircissement continu de la surface de l'endoderme, appréciable même en présence de poudre colorante (fig. 3). Ce stade de transformation de la peau est atteint au bout de 20 à 40 minutes selon les matières appliquées.



FIG. 2 – Mouvement en *shaving* pour nettoyer les peaux avec un grattoir en silex. Les membranes qui couvrent l'endoderme mêlées aux poudres minérales colorantes se détachent en copeaux ce qui favorise un nettoyage poussé et rapide des surfaces des peaux.



FIG. 3 – Marmorisation de la peau durant le travail de nettoyage qui s'accompagne du séchage et de l'assouplissement de ladite peau.

n°	minéral	granulométrie	autre matière	emmanchement	durée
P01Q01	Hématite de Combe Saunière	< 100 µm	-	oui	20 min
P01Q02	Pyrolusite	30 µm	Eau	oui	20 min
P01Q03	-		-	oui	40 min
P01Q04	Goethite ALDRICH	30 µm	-	oui	20 min
P02Q01	Ocre jaune Puisaye	30 µm	-	oui	40 min
P02Q02	Ocre rouge Puisaye	30 µm	-	oui	40 min
P02Q03	Grès de Puisaye	< 100 µm	-	oui	20 min
P02Q04	Hématite ALDRICH	30 µm	Eau	oui	20 min
P03Q01	Grès de Fontenailles	< 100 µm	-	oui	20 min
P03Q02	Hématite de Beauregard	< 100 µm	-	oui	30 min
P03Q03	Talc ALDRICH	30 µm	-	oui	40 min
P03Q04	Hématite de Combe Saunière	< 100 µm	Graisse	oui	30 min
P05Q01	Hématite de Combe Saunière	< 100 µm	Cervelle	oui	20 min
P05Q02	Goethite ALDRICH	30 µm	Cervelle	oui	20 min
P05Q03	Grès de Fontenaille	< 100 µm	Graisse	oui	20 min
P05Q04	Hématite ALDRICH	30 µm	Cervelle	oui	20 min
P06Q01	Sable	< 100 µm	-	oui	20 min
P06Q02	-	-	Graisse	oui	40 min
P06Q03	Pyrolusite	30 µm	Cervelle	oui	20 min
P06Q04	Ggrès de Fontenaille	< 100 µm	Cervelle	oui	20 min
P07Q01	Hématite de Combe Saunière	< 100 µm	Eau	oui	20 min
P07Q02	-	-	Cervelle	oui	40 min
P07Q03	Hématite de Combe Saunière	< 100 µm	-	non	20 min

TAB. 1 – Liste des paramètres d'expérimentation pour chaque peau (matières ajoutées, granulométrie des poudres employées, emmanchement des outils et temps de nettoyage).

Après cette première phase, chaque peau a continué d'être assouplie, toujours sur cadre, en employant le même outil et en réalisant le même geste durant des séances de 20 minutes par jour durant 6 jours. Il s'agit de la phase d'entretien qui a permis de stabiliser les peaux et d'ajuster les modalités de leur évolution, si elles se rigidifiaient ou si elles étaient demeurées encore humides. Ainsi, après 7 jours, les peaux, stabilisées, ont-elles été entreposées en hauteur dans un espace abrité et humide où la température était d'environ 10° C. L'état des peaux a été noté quotidiennement (fig. 4).

Au cours des expérimentations, outre le temps de travail mesuré, l'essentiel des effets de l'ajout de matière sur les modifications des peaux ont été décrits par des critères qualitatifs allant de négligeables (+), puis moyens (++) à importants (+++). Les tableaux 3 à 5 présentent ainsi l'évaluation des effets de l'ajout de matière sur :

- le nettoyage des membranes et des graisses : en un passage (+++), deux passages (++) ou plus (+),
- le séchage de la peau : en 20 min (+++), en 30 min environ (++) , en plus de 30 min (+),
- le besoin de réhydratation en cours de traitement : durant le nettoyage et les phases d'entretien (+++), durant les phases d'entretien (++) , sans réhydratation (+),
- la souplesse de la peau traitée : forte élasticité (+++), élasticité irrégulière (++) , aspect cartonné et ondulé (+),
- la finesse du grain de la peau traitée : absence de fibres en surface (+++), présence de fibres (++) , porosités ouvertes (+),
- l'épaisseur de la peau,
- et la dégradation de la peau traitée après entreposage : plus de 3 taches de moisissure par cm² (+++), entre 1 et 2 taches par cm² (++) , moins d'une tache par cm² (+).

	Origine	Fournisseur	Pétrographie	% hématite	% goethite	% kaolinite	% calcite	% quartz	% pyrolusite	% talc
Hématite	synthèse chimique	Aldrich	Poudre	100						
Goethite	synthèse chimique	Aldrich	Poudre							
Talc	synthèse chimique	Aldrich	Poudre							100
Pyrolusite	Inde	Oxymine	Poudre						100	
Ocre jaune	Puisaye	Solargil	Poudre transformée débarrassée du quartz		30	65		5		
Ocre rouge	Puisaye	Solargil	Poudre transformée débarrassée du quartz	30		65		5		
Grès	Puisaye	Solargil	Grès ferrugineux	5-10				90-95		
Grès	Fontenaille (Courson-Les-Carières)	H. Salomon Y. Coquinot L. Beck	Grès ferrugineux des formations superficielles de plateaux	40-50	0-5			50-60		
Calcaire ferrugineux	Beauregard (Thoste)	H. Salomon Y. Coquinot L. Beck	Calcaire à entroques ferruginisé de l'Hettangien	< 80	0-5	5-10	5-10		1	
Sable	Fontainebleau	H. Salomon	Poudre					100		
Hématite	Combe Saunière (Sarliac-sur-L'Isle)	H. Salomon	Concrétion ferrugineuse tertiaire (« Sidérolitique »)	90-95	0-5			0-5		

Tab. 2 – Liste des matières minérales employées avec indication de leur provenance, de leurs caractéristiques pétrographiques et minéralogiques. La teneur des phases minérales identifiées en XRD est extrapolée à partir des mesures en PIXE (Particule Induced X Ray Emission).

	Nettoyage	Séchage	Réhydratation	Souplesse	Finesse	Dégradation
Hématite ALDRICH	+++	+++	+++	+	+++	+
Hématite Combe Saunière	+++	+++	++	+	+++	+
Grès Fontenailles	++	+++	+++	+	++	+
Grès Puisaye	++	+++	+++	+	++	+
Ocre jaune	+	+	/	+	++	+++
Ocre rouge	+	+	/	+	++	+++
Calcaire Fe	+	+	/	++	++	+++
Goethite ALDRICH	++	++	/	++	++	++
Pyrolusite	+++	+++	+++	+	++	+
Naturelle	+	+	/	+++	+	++
Talc ALDRICH	+	+	/	++	++	+++
Sable	++	+	/	++	++	++

TAB. 3 – Résultats du traitement des peaux auxquelles ont été ajoutées des matières minérales (voire aussi de l'eau le cas échéant) avec appréciation qualitative des modifications observées et senties.

+ Cerveille	Nettoyage	Séchage	Souplesse	Finesse	Dégradation
Hématite ALDRICH	+++	+++	+++	+++	++
Hématite Combe Saunière	+++	+++	+++	+++	+
Grès Fontenailles	++	+++	++	++	+
Goethite ALDRICH	++	++	++	++	++
Pyrolusite	+++	+++	++	++	+
Naturelle	+	+	+++	+	++

TAB. 4 – Résultats du traitement des peaux auxquelles ont été ajoutées des matières minérales et de la cervelle bouillie avec appréciation qualitative des modifications observées et senties.

+ Graisse	Nettoyage	Séchage	Souplesse	Finesse	Dégradation
Hématite Combe Saunière	+++	+++	+++	+++	++
Grès Fontenailles	++	+++	++	++	++
Naturelle	+	+	+++	+	+++

TAB. 5 – Résultats du traitement des peaux auxquelles ont été ajoutées des matières minérales et de la graisse de bœuf avec appréciation qualitative des modifications observées et senties.

4.2. Résultats des expérimentations

Nettoyage/séchage/assouplissement

Après la première étape de traitement, les peaux sont prêtes à l'emploi car elles ont été nettoyées, aérées, séchées et les fibres de collagène ont été séparées par l'action mécanique réalisée en étirant l'endoderme. Durant le travail, des différences assez marquées ont été constatées (pour le talc, les caractéristiques ne seront par reprises dans la suite de l'exposé des résultats) :

- premièrement, les matières grasses ou les matières contenant des argiles ne changent pas le temps de travail/séchage. En revanche, les matières riches en oxy(hydroxy)des de fer ou manganèse ne contenant pas d'argile (même les grès ne contenant que 10 % d'hématite comme celui de Puisaye) accélèrent le temps de travail/séchage de la peau en le diminuant de moitié (de 40 à 20 minutes). Le mélange hématite-graisse diminue aussi le temps de travail/séchage (qui passe à 30 minutes) ;

- deuxièmement, le séchage est excessif avec de l'hématite pure et de la pyrolusite pure. Il a été nécessaire d'ajouter de l'eau durant les phases de travail et d'entretien car les peaux tendaient à se rigidifier (P01Q02, P02Q04, P07Q01) ;
- troisièmement, les peaux auxquelles aucune matière minérale n'avait été ajoutée (naturelle, avec graisse ou cervelle) ont été les plus souples, épaisses et aérées, mais le grain de surface était nettement moins fin que celui des surfaces travaillées avec des poudres minérales (fig. 5 et fig. 9). Par ailleurs, le temps de travail était plus long (40 minutes) ;
- quatrièmement, l'ajout sur l'endoderme de matières ferrugineuses ou manganèse ne contenant pas d'argile (auxquelles pouvaient être additionnées de la cervelle bouillie ou de la graisse) forme un film avec les membranes, les restes de chair et de graisse qui se retire aisément en grattant avec l'outil en silex. Ce film part en copeaux (fig. 2, 6 et 7), ce qui avait déjà été remarqué au cours des expérimentations menées par A. Lompré et S. Négroni (2006 : fig. 3.b) en employant des queursoirs en os ;



FIG. 4 – Aperçu de l'ambiance de travail. Les peaux ont été ressorties chaque semaine pour les comparer les unes autres.

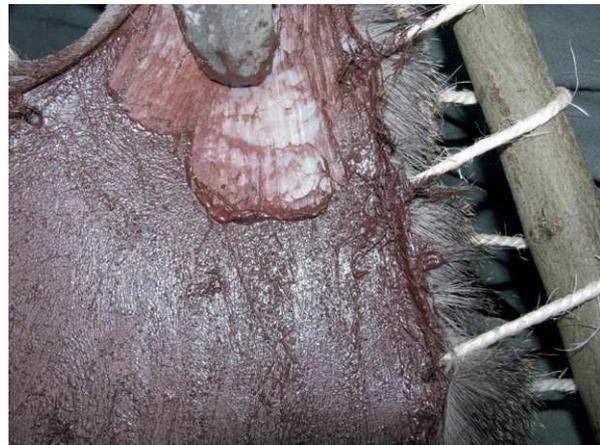


FIG. 6 – Nettoyage d'une peau dont l'endoderme a été couvert d'un mélange d'hématite de Combe Saunière avec de la graisse. On distingue bien le détachement des membranes et la forte accumulation de mélange colorant sur le grattoir.



FIG. 5 – Surface de l'endoderme d'une peau travaillée sans ajout (nettoyée, séchée et assouplie) après une semaine de traitement. La très forte porosité caractérise ce traitement. La surface est irrégulière.



FIG. 7 – Surface de l'endoderme (ajout d'un mélange d'hématite de Combe Saunière et de graisse) après nettoyage et premier séchage/assouplissement. La peau a été débarrassée des membranes et la surface est lisse, encore couverte d'un mince dépôt d'hématite et de graisse.

- cinquièmement, les matières argilo-ferrugineuses (ocre et calcaire ferrugineux de Beauregard), forment une pâte humide qui adhère au front du grattoir (fig. 8). Durant le travail, la matière colorante est enlevée et ré-étalée sur l'endoderme, ce qui rend difficile le suivi du travail. Nous avons régulièrement retiré cette pâte du front du grattoir jusqu'à la fin du nettoyage.

Évolution des peaux au cours du temps

Les sept séances de grattage par peau ont retiré l'essentiel des matières colorantes de l'endoderme, bien que les matières argileuses et les matières colorantes mêlées à de la graisse ou de la cervelle ont fortement coloré l'endoderme de manière durable.

Après que toutes les peaux eurent été traitées durant une semaine, elles ont toutes présenté une souplesse comparable, ce qui nous a conduits à les considérer comme stabilisées. Finalement, les divers traitements réservés aux peaux de chevreuil permettent de réaliser des peaux aux propriétés comparables concernant le degré de séchage et de souplesse. L'épaisseur de la peau varie sensiblement néanmoins, les unes étant plus aérées (peau sans ajout, peaux traitées à la cervelle, à la graisse ou encore à l'hématite mêlée à de la cervelle ou à la pyrolusite mélangée à la cervelle), les autres présentant une plus forte compacité.

Après sept jours, des efflorescences de moisissure en surface de l'endoderme des peaux nettoyées en présence de poudre argilo-ferrugineuse se sont multipliées, mais leur développement est resté limité dans le temps et est resté confiné à la surface de l'endoderme (fig. 9). Les moisissures sont très abondantes sur ces peaux, beaucoup plus rares sur les peaux traitées sans matière minérale ou avec les autres matières minérales.

À la fin de cette session de traitement des peaux, qui a duré près de deux mois, toutes les peaux traitées et stabilisées ont été mangées par des petits rongeurs. Leur évolution au-delà de cette séance n'a donc pas pu être appréciée. Quoi qu'il en soit, cette destruction a été systématique, ce qui montre que les matières minérales qui sont restées sur la peau, sans aucune discrimination, n'ont joué aucun rôle répulsif contre les petits rongeurs.



FIG. 8 – Nettoyage en cours d'une peau couverte d'hématite argileuse de Beauregard. La pâte formée est difficile à retirer et s'agglomère sur le front du grattoir.

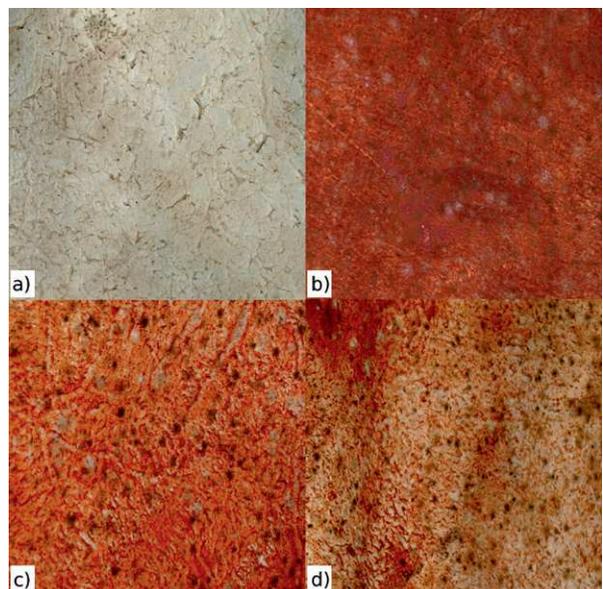


FIG. 9 – État d'altération des peaux après deux semaines d'entreposage. a) Peau traitée à la cervelle, b) peau traitée avec un mélange de graisse et d'hématite ALDRICH, c) peau traitée avec de l'ocre rouge de Puisaye et d) peau traitée avec du grès de Puisaye. Les moisissures noires ont envahi les peaux c) et d) et sont rares sur la peau a) alors que les moisissures blanches ont couvert superficiellement la peau a). La peau b) a été très peu affectée par des moisissures noires et blanches qui apparaissent plus, par contraste du fait de la couleur de la peau, encore couverte d'hématite. Toutes les peaux, ont été atteintes par les moisissures à des degrés différents, les peaux traitées avec de la poudre argilo-ferrugineuse étant indéniablement plus affectées que les autres.

5. Conclusions et pistes de recherche

La revue bibliographique non exhaustive présentée dans cet article permet de conclure sur deux points : premièrement, on attribue un grand nombre de vertus à des matières rouges probablement riches en hématite en relation avec un pouvoir siccatif supposé. De cette propriété, très mal documentée par les récits ethnographiques, pourrait découler un grand nombre d'utilisations en rapport avec la modification et la conservation des matières organiques (comprenant la nourriture, les peaux animales, le corps des humains vivants ou morts, les végétaux) jouant alors le rôle d'assainissant et de siccatif ou d'antifongique voire de répulsif contre les insectes et les petits animaux. Si l'on en croit la kyrielle d'applications de l'hématite ou de l'ocre relatées dans les écrits ethnographiques et dans les traités de médecine traditionnelle, on devrait s'attendre à retrouver en abondance de telles matières sur les sites archéologiques, sous forme de roches solides ou de dépôts pulvérulents adhérant à divers supports. Or, les collections de matières colorantes sont d'inégale qualité car les matières solides n'ont été que peu reconnues au cours des fouilles archéologiques et les outils ont souvent subi un nettoyage qui a fait disparaître les résidus colorants. Pour l'heure, il semble que les vestiges archéologiques qui permettent de faire la relation entre le traitement des peaux et l'emploi de matières riches en agent chromogène rouge (probablement de l'hématite) sont très rares. Quelques grattoirs et outils en os ont été dénombrés, ce qui interdit toute généralisation sur le rôle de ces matières dans les techniques de transformation des peaux pour en faire des couvertures protectrices.

Les principales observations qui ont été faites dans le cadre de cette expérimentation concernent :

L'intérêt d'utiliser un dégraissant pour nettoyer, assouplir et étirer les peaux. En employant une poudre minérale fine astringente (riche en hématite ou en pyrolusite), la membrane, les restes de tissus adipeux et les lambeaux de chair sont aisément et rapidement retirés avec un grattoir sans risque d'endommager la peau. Les autres étapes se

poursuivent sans difficulté et sans sécheresse excessive de la peau, si l'on ajoute de l'eau.

La souplesse et la finesse de la peau dépendent aussi des matières utilisées. Les peaux nettoyées avec des matières riches en hématite (qu'elles soient mélangées avec du quartz ou de l'argile) ont tendance à se rigidifier légèrement avec le temps.

L'emploi de matières argileuses s'est accompagné d'une dégradation partielle de l'endoderme, ce qui nous permet de mieux circonscrire les propriétés de l'hématite seule : elle assèche plus vite la peau et permet une préservation plus aboutie des peaux (moisissures limitées).

Le mélange qui s'est révélé le plus avantageux était composé d'hématite et de cervelle, ce qui a permis un nettoyage fin et rapide de l'endoderme combiné à un assouplissement et une hydratation du derme.

Les grattoirs se couvrent de poudre, seul le front actif du grattoir est quasi exempt de résidu.

Les expérimentations nous ont permis de confirmer que l'emploi de poudre riche en hématite et pyrolusite (sans argile) se révélait intéressant lors de la phase initiale de nettoyage. Les poudres riches en quartz abrasent vivement la surface de l'endoderme qui devient, semble-t-il, plus sensible au séchage. Ce traitement a donc eu pour effet un durcissement des peaux. Les matières colorantes employées ne doivent, par conséquent, pas contenir majoritairement de quartz sans quoi la peau durcit, contrairement au but recherché qui est de faire sécher la peau en la maintenant souple.

Par ailleurs, la répartition spatiale des résidus et des lacunes de résidus colorants sur les outils expérimentaux correspondent à ce qui a été observé sur certains outils du campement de plein air de Régismont-le-Haut, fouillé par François Bon et Romain Mensan (Hérault, France). Certains grattoirs, dont l'utilisation pourrait être rapportée au travail des peaux fraîches d'après la première détermination tracéologique réalisée par Marina de Arujo-Igreja (Bon & Mensan, 2007), présentent des plages discontinues de résidus rouges sauf sur la fine zone active. De la même manière, la répartition des rési-

des rouges à la surface des grattoirs expérimentaux, suggère que la première étape de traitement des peaux à Régismont-le-Haut aurait été réalisée avec une poudre rouge riche en hématite, dans un but que nous tenterons de déterminer lors de futures expérimentations. Les peaux couvertes de matière rouge riche en oxyde de fer auraient pu ensuite être étirées avec des grattoirs qui ont conservé de façon différentielle des résidus en fonction de l'intensité du travail effectué et des ravivages dans les étapes suivantes de la chaîne opératoire.

Remerciements

Nous sommes particulièrement reconnaissants envers Fernand Collin, directeur du Préhistomuseum, pour avoir facilité ce projet. Nos sincères remerciements s'adressent aussi à Paul-Dominique Dumont (IPNAS, Université de Liège) qui nous a apporté des peaux de chevreuil en quantité et en excellent état, répondant à nos demandes exigeantes. Enfin, nous tenons à remercier Carol Lentfer pour la correction du résumé en anglais.

Références bibliographiques

- ALLAIN J., 1979. *Analyse fonctionnelle des lammes à dos*, in A. Leroi-Gourhan (dir.), *Lascaux inconnu*, Gallia Préhistoire, Paris, CNRS, p. 100.
- ALLAIN J. & RIGAUD A., 1989. *Colles et mastics au Magdalénien*, M. OLIVE & Y. TABORIN (éds.), *Nature et fonction des foyers préhistoriques*, APRAIF, Mémoires du musée de Préhistoire d'Ile-de-France, 2, Nemours, 221-223.
- AUDOUIN-ROUZEAU F., 1979. *Les ocres et leurs témoins au Paléolithique en France : enquête sur leur validité archéologique*, Maîtrise d'Archéologie préhistorique, Université de Paris I.
- AUDOUIN-ROUZEAU F. & PLISSON H., 1982. « Les ocres et leurs témoins au Paléolithique en France : enquête et expériences sur leur validité archéologique », *Cahiers du Centre de Recherches préhistoriques*, 8 : 33-80.
- BAFFIER D. & JULIEN M., 1990. « L'outillage en os des niveaux châtelperroniens d'Arcy-sur-Cure (Yonne) », *Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France*, 3 : 329-334.
- BECK L., SALOMON H., LAHLIL S., LEBON M., ODIN G. P., COQUINOT Y. & PICHON L., 2012. « Non-destructive Provenance Differentiation of Prehistoric Pigments by External PIXE », *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 273 : 173-177.
- BÉRARD J. & GOBILLIARD J., 1947. *Cuir et peaux*, Presses Universitaires de France, (1964).
- BEYRIES S., 2002. *Le travail du cuir chez les Tchouktes et les Athapaskans : implications ethno-archéologiques*, in F. Audouin-Rouzeau et S. Beyries (dir.), *Le travail du cuir de la Préhistoire à nos jours*, Antibes, APDCA, p. 143-158.
- BEYRIES S., 2008. *Le travail du cuir : approches ethno-archéologiques*, CD-ROM *Anthropozoologica*, 43, 48 p.
- BEYRIES S. & ROTS V., 2008. *The Contribution of Ethnoarchaeological Macro-and Microscopic Wear Traces to the Understanding of Archaeological Hide-working Processes*, in L. Longo & N. Skakun (ed.), *Prehistoric Technology 40 Years Later: Functional Studies and Russian Legacy*, British Archaeological Reports International, Series 1783 : 21-28.
- BLOT A., 2002. *Méthodologie de la prospection minière en milieu latéritique et diversification des ressources – Programme 1998-2002*, OSTROM (IRD) – Université de Ouagadougou – BUMIGEB.
- BLOT A., 2004. « Caractérisation des chapeaux de fer en milieu latéritique et cuirassé », *Comptes Rendus Geoscience*, 336 (16) : 1473-1480.
- BON F. & MENSAN R., avec la collaboration de ARAUJO IGREJA M., COSTAMAGNO S., GARDÈRE P., MÉNARD C., SELAMI F., SZMIDT C. & THÉRY-PARISOT I., 2007. *Le site de plein air de Régismont-le-Haut : une halte aurignacienne dans les plaines du Languedoc*, in *Qui est l'Aurignacien ?*, Aurignac, Éditions Musée-forum, cahier 3, p 53-71.
- CATTELLAIN P. & PERPÈRE M.-P., 1993. « Tir expérimental de sagaies et de flèches emman-

- chées de pointes de la Gravette », *ArchéoSitula*, 17-20 : 5-28.
- CHAHINE C., 1985. *Méthodes d'analyse et de conservation des cuirs anciens*, Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- CHAHINE C., 2002. *Évolution des techniques de fabrication du cuir et problèmes de conservation. Le travail du cuir de la Préhistoire à nos jours*, in F. Audouin-Rouzeau et S. Beyries (dir.), Antibes, APDCA, p. 13-30.
- CLOTTES J. & DELPORTE H. (dir.), 2004. *La grotte de La Vache (Ariège). Fouilles Romain Robert*, vol. 1, *Les occupations magdaléniennes*, CTHS, Réunion des Musées nationaux, Musée d'archéologie nationale.
- ELLIS L., CARAN W. S. C., GLASCOCK M. D., TWEEDY S. W. & NEFF H., 1997. « Geochemical and Mineralogical Characterization of Ocher from an Archaeological Context », *Studies in Archaeology 2*. University of Texas Archaeological Research Laboratory, Dallas.
- COURAUD C., 1988. « Pigments utilisés en Préhistoire. Provenance, préparation, mode d'utilisation », *L'Anthropologie*, 92 (1) : 17-28.
- DEACON H. J., 1995. « Two Late Pleistocene-Holocene Archaeological Depositories from the Southern Cape, South Africa », *South African Archaeological Bulletin*, 50 (162) : 121-131.
- DÉCHELETTE J., 1908. *Manuel d'archéologie préhistorique celtique et gallo-romaine*, tome I : archéologie préhistorique, appendices, index général, Paris, A. Picard, 743 p, 249 fig.
- DEFARGES D. B., 1968. *L'ocre et son industrie en Puisaye. Géologie et histoire*, Association d'Études et de Recherches du « Vieux Toucy ».
- DEMARS P.-Y., 1992. « Les colorants dans le Moustérien du Périgord. L'apport des fouilles de F. Bordes », *Bulletin de la Société préhistorique de l'Ariège*, 47 : 185-194.
- D'ERRICO F., JULIEN N., LIOLIOS D., VANHAAREN M. & BAFFIER D., 2003. *Many Awls in our Argument. Bone Tool Manufacture and Use in the Châtelperronian and Aurignacian Levels of the Grotte du Renne at Arcy-sur-Cure*, in d'Errico, F. & Zilhão, J. (éd.), *The Chronology of the Aurignacian and of the Transitional Complexes: Dating, Stratigraphies and Cultural Implications*, Lisbonne, Instituto Português de Arqueologia, p. 247-270.
- DUBREUIL L. & GROSMAN L., 2009. « Ochre and Hide-working at a Natoufian Burial Place », *Antiquity*, 83, 322 : 935-954.
- FLOOD J., 1990. *Archaeology of Dreamtime : The Story of Prehistoric Australia and its People*, Yale University Press, New Haven.
- GAILLARD Y., CHESNAUX L., GIRARD M., BURR A., DARQUE-CERETTI E., FELDER E., MAZUY A. & REGERT M., 2016. « Assessing Hafting Adhesive Efficiency in the Experimental Shooting of Projectile Points: a New Device for Instrumented and Ballistic Experiments », *Archaeometry*, 58 (3) : 465-483.
- GENESTE J.-M. & PLISSON H., 1990. *Technologie des pointes à cran solutréennes : l'apport des nouvelles données de la grotte de combe Saunière (Dordogne)*, in J. Kozłowski (éd.), *Feuilles de pierre. Les industries à pointes foliacées du Paléolithique supérieur européen. Actes du colloque de Cracovie*, vol. 42, E.R.A.U.L., Liège, p. 293-320.
- GENESTE J.-M. & PLISSON H., 1993. *Hunting Technologies and Human Behaviour: Lithic Analysis of Solutrean Shouldered Points*, in H. Knecht, A. Pike-Tay & R. White (éd.), *Before Lascaux. The Complex Record of the Early Upper Paleolithic*, CRC Press, p. 117-135.
- GILLIGAN I., 2010. « The Prehistoric Development of Clothing: Archaeological Implications of a Thermal Model », *Journal of Archaeological Method and Theory*, 17 : 15-80.
- GOBERT E.-G., 1950a. « El Mekta. Station Principes du Caspien », *Karthago*, III : 1-79.
- GOBERT E.-G., 1950b. « Sur un rite caspien du rouge », *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Tunisie*, 3 (1).
- GROENMAN VAN WAATERINGE W., 2001. *Prehistoric Footwear*, in O. Goubitz, C. van Driel-Murray & W. Groenman van Waateringe (éd.), *Stepping Through Time: Archaeological Footwear from Prehistoric Times Until*

- 1800, Rotterdam, Stichting Promotie Archeologie, p. 379-396.
- HALASZ-CSIBA A., 1991. *Transformation de la peau en cuir. Analyse de la chaîne opératoire*, in *Autour du cuir. Compte-rendu des rencontres archéologiques de Guiry*, Guiry, Musée archéologique départemental du Val d'Oise, p. 27-49.
- HENSHILWOOD C.S., D'ERRICO F. & WATTS I., 2009. « Engraved Ochres from Middle Stone Age Levels at Blombos Cave, South Africa », *Journal of Human Evolution*, 57 (1) : 27-47.
- HELWIG K., MONAHAN V., POULIN J. & ANDREWS T. D., 2013. « Ancient Projectile Weapons from Ice Patches in Northwestern Canada: Identification of Resin and Compound Resin-ochre Hafting Adhesives », *Journal of Archaeological Science*, 41 : 655-665.
- HENSHILWOOD C. S., D'ERRICO F. & WATTS I., 2009. « Engraved Ochres from Middle Stone Age Levels at Blombos Cave, South Africa », *Journal of Human Evolution* 57 (1) : 27-47.
- HOFFECKER J.F., 2005. « Innovation and Technological Knowledge in the Upper Palaeolithic of Northern Eurasia », *Evolutionary Anthropology*, 14 (5) : 186-198.
- KEELEY H., VAN NOTEN F., CAHEN D., KEELEY K. L. & MOYERSONS J., 1978. « Les chasseurs de Meer », *Dissertationes Archaeologicae gandenses*, XVIII, 1 : 76.
- KLEBAN M. & BAYER A. G., 2004. « Tanning with Iron Salts: an Old System in a New Light », *Leather International Magazine*. <http://www.leathermag.com>.
- KOZOWYK P. R. B., LANGEJANS G. H. J. & POULIS J. A., 2016. « Lap Shear and Impact Testing of Ochre and Beeswax in Experimental Middle Stone Age Compound Adhesives », *Public Library of Science ONE*, March 2016.
- LALOY L., 1906. « Comptes rendus de Steinmann », *L'Anthropologie*, 17 : 153-155.
- LAROUSSE P., 1866-1879. *Grand dictionnaire universel du XIX^e siècle*.
- LAUSBERG-MINY J., LAUSBERG-MINY P. & PIRNAY L., 1983. « Essais d'utilisation de résine végétale pour l'emmanchement de quelques artefacts en silex », *Notae Praehistoricae*, 3 : 111-114.
- LEPRUN J. C., 1979. « Les cuirasses ferrugineuses des pays cristallins d'Afrique Occidentale sèche. Genèse, transformations, dégradation », *Mém. Sc. Géol. Strasbourg*, 58, 224 p.
- LEROI-GOURHAN A. & BRÉZILLON M., 1972. *Fouilles de Pincevent. Essai d'analyse ethnographique d'un habitat magdalénien (la Section 36)*, VIIe supplément à Gallia Préhistoire, 2 vol., Paris, Éditions du CNRS.
- LOMBARD M., 2006. « Direct Evidence for the Use of Ochre in the Hafting Technology of Middle Stone Age tools from Sibudu Cave », *Southern African Humanities*, 18 (1) : 57-67.
- LOMBARD M., 2007. « The Gripping Nature of Ochre: the Association of Ochre with Howiesons Poort Adhesives and Later Stone Age Mastics from South Africa », *Journal of Human Evolution*, 53 : 406-419.
- LOMBARD M., 2008. « Finding Resolution for the Howiesons Poort through the Microscope: Micro-residue Analysis of Segments from Sibudu Cave, South Africa », *Journal of Archaeological Science*, 35 : 26-41.
- LOMPRÉ A. & NEGRONI S. (consulté le 12/07/2016). *La complémentarité des outillages lithiques et osseux via la tracéologie. Problématique et méthodologie*, in A. Coudenneau et T. Lachenal (dir.), *Espaces, techniques et sociétés de la Préhistoire au Moyen-Age : travaux en cours. Actes de la première table ronde des jeunes chercheurs en archéologie de la MMSH, Aix-en-Provence*, 18 mai 2006. www.mmsh.univ-aix.fr/ecoledoctorale/trjca/alomprenegroni.htm.
- MANDL I., 1961. « Collagenases and Elastases », *Advances in Enzymology*, 23 : 164-264.
- MOSS E. H. & NEWCOMER M. H., 1982. *Reconstruction of Tool Use at Pincevent: Microwear and Experiments*, in D. CAHEN (éd.), *Tailler ! Pour quoi faire : Préhistoire et technologie lithique II*, *Recent Progress in Microwear Studies*, *Studia Praehistorica Belgica* 2,

- Koninklijk Museum voor Midden-Afrika, Tervuren, 289-312.
- O'FARRELL M., 2004. *Les pointes de la Gravette de Corbiac (Dordogne) et considérations sur la chasse au Paléolithique supérieur ancien*, in P. BODU & C. CONSTANTIN (éds.), *Approches fonctionnelles en Préhistoire*, Société préhistorique française, 121-138.
- ORTEGA I., RIOS J., IBAÑEZ J.-J., GONZALES J., BOËDA E. & SELLAMI F., 2006. « L'occupation de l'Aurignacien Ancien de Barbas III (Creysse, Dordogne) », *Paléo*, 18 : 115-142.
- PAIN C. F. & OLLIER C. D., 1992. « Ferricrete in Cape York Peninsula, North Queensland », *Journal of Australian Geology and Geophysics*, 13 : 207-212.
- PEABODY C., 1927. « Red Paint », *Journal de la Société des Américanistes de Paris, nouvelle série*, 19 : 207-244.
- PÉQUART M. & S.-J. (éds), 1960-1961. *Grotte du Mas d'Azil (Ariège) : une nouvelle galerie magdalénienne*, Paris, Masson.
- PÉQUIGNOT A., TUMOSA C. S. & VON ENDT D. W., 2006. « The Effects of Tanning and Fixing Processes on the Properties of Taxidermy Skins », *Collection Forum*, 21 (1) : 133-142.
- PÉTILLON J.-M., BIGNON O., BODU P., CATTE-LAIN P., DEBOUT G., LANGLAIS M., LAROU-LANDIE V., PLISSON H. & VALENTIN B., 2011. « Hard Core and Cutting Edge: Experimental Manufacture and Use of Magdalenian Composite Projectile Tips », *Journal of Archaeological Science*, 25 : 875-886.
- PHILIBERT S., 1994. « L'ocre et le traitement des peaux : révision d'une conception traditionnelle par l'analyse fonctionnelle des grattoirs ocrés de la Balma Margineda (Andorre) », *L'Anthropologie*, 98 (2-3) : 447-453.
- PHILIBERT S., 1995. III. « Analyse fonctionnelle des outillages de pierre, Les grottes Jean-Pierre 1 et 2 à Saint-Thibaud-de-Couz (Savoie) », *Paléoenvironnement et cultures du Tardiglaciaire à l'Holocène dans les Alpes du Nord. La culture matérielle (seconde partie)*, 37 : 287-316.
- PINHASI R., GASPARIAN B., ARESHIAN G., ZARDARYAN D., SMITH A., BAR-OZ G. & HIGHAM T., 2010. « First Direct Evidence of Chalcolithic Footwear from the Near Eastern Highlands », *Public Library of Science ONE*, 5 (6) : 1-5.
- PLISSON H., 1991. *Le cuir au Paléolithique*, in *Au-tour du cuir. Compte-rendu des rencontres archéologiques de Guiry*, Guiry, Musée archéologique départemental du Val d'Oise, p. 7-17.
- PRADEAU J. V., SALOMON H., BON F., MENSAN R., LEJAY M. & REGERT M., 2014. « Les matières colorantes sur le site de plein air aurignacien de Régismont-le-Haut (Poilhes, Hérault). Acquisition, transformation et utilisations », *Bulletin de la Société préhistorique française*, 111 (4) : 631-658.
- PÜNTENER A. G. & MOSS S., 2010. « Ötzi, the Iceman and his Leather Clothes », *CHIMIA International Journal for Chemistry*, 64 (5) : 315-320.
- RIOS J., ORTEGA I., IBAÑEZ J.-J. & GONZALES J., 2002. *El aporte del análisis funcional para el conocimiento del yacimiento Auriñaciense de Barbas III : Primeros resultados*, in I. Clemente (éd.), *Análisis Funcional. Su aplicación al estudio de las sociedades prehistóricas*, BAR International Series, 1073 : 141-150.
- RIFKIN R. F., 2012. « Processing Ochre in the Middle Stone Age: Testing the Inference of Prehistoric Behaviours from Actualistically Derived Experimental Data », *Journal of Anthropological Archaeology*, 31 (2) : 174-195.
- ROEBROEKS W., CONARD N. J. & VAN KOLFSCHOTEN T., 1992. « Dense Forests, Cold Steppes, and the Palaeolithic Settlement of Northern Europe », *Current Anthropology*, 33 (5) : 551-586.
- ROUTHIER P., 1963. *Les gisements métallifères ; géologie et principes de recherche*, Paris, Masson, 2 volumes.
- SALOMON, 2009. *Les matières colorantes au début du Paléolithique supérieur : sources, transformations et fonctions*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, 413 p.

- SALOMON H., VIGNAUD C., AUBRY T., WALTER B., VIALOU D., GENESTE J.-M. & MENU M., 2013. *Les matières colorantes en contexte solutréen*, in *Actes du colloque « Le Solutréen 40 ans après la publication du Smith'66 »*, Preuilley-sur-Claise Claise (Indre-et-Loire), 28-31 octobre 2007, RACF suppl., 47 : 319-330.
- SALOMON H., COQUINOT Y., BECK L., VIGNAUD C., LEBON M., ODIN G. P., MATHIS F. & JULIEN M., 2014. *Stratégies spécialisées d'acquisition de pigments rouges durant le Châtelperronien de la grotte du Renne à Arcy-sur-Cure (Yonne, France)*, in P. Paillet (dir.), *Actes du colloque « Micro-analyses et datations de l'art préhistorique dans son contexte archéologique » MADAPCA, Paris, 16-18 novembre 2011, Paléo*, n° spécial : 125-133.
- SALOMON H., VIGNAUD C., LAHLIL S. & MENGUY N., 2015. « Solutrean and Magdalenian Ferruginous Rocks Heat-treatment: Accidental and/or Deliberate Action ? », *Journal of Archaeological Science*, 55 : 100-112.
- SALOMON H., 2017 (à paraître). « Les matières colorantes du Châtelperronien de la Grotte du Renne à Arcy-sur-Cure (Yonne) », *Paléo*.
- SAN JUAN C., 1990. « Les matières colorantes dans les collections du Musée national de la Préhistoire des Eyzies », *Paléo*, 2 : 229-242.
- SCHLUMBAUM A., CAMPOS P. F., VOLKEN S., VOLKEN M., HAFNER A. & SCHIBLER J., 2010. « Ancient DNA, a Neolithic Legging from the Swiss Alps and the Early History of Goat », *Journal of Archaeological Science*, 37 (6) : 1247-1251.
- SEMENOV S. A. 1964. *Prehistoric Technology: an Experimental Study of the Oldest Tools and Artefacts from Traces of Manufacture and Wear*, Cory, Adams, Mackay, London.
- SEMENOV S. A., 1973. *Prehistoric Technology*, Bath, Adams & Dart.
- SOLLAS W. J., 1924. *Ancient Hunters and their Modern Representatives*, London, Mac Millan.
- SORESSI M. & D'ERRICO F., 2007. *Pigments, gravures, parures : les comportements symboliques controversés des Néandertaliens*, in *Les Néandertaliens. Biologie et cultures*, Documents préhistoriques, vol. 23. Paris, Éditions du CTHS, p. 297-309.
- TEPILIT O. S., 1995. *Ma vie chez les Masai*, Paris, Éditions du Rocher.
- TRIAI J. M., 2011. *Les ocres*, Paris, Éditions du CNRS, 198 p.
- UTRILLA P. & MAZO C., 1992. *L'occupation de l'espace dans la grotte d'Abauntz (Navarra, Espagne)*, in *Actes du colloque « Le peuplement magdalénien : paléogéographie physique et humaine »*, 10/10/1988, n° 2, p. 365-376.
- VAN DRIEL-MURRAY C., 2002. « Practical Evaluation of a Field Test for the Identification of Ancient Vegetable Tanned Leathers », *Journal of Archaeological Science*, 29 (1) : 17-21.
- VELO J., 1984. « Ochre as Medicine: a Suggestion for the Interpretation of the Archaeological Record », *Current Anthropology*, 25 (5) : 674.
- VELO J., 1986. « The Problem of Ochre », *Man-kind Quarterly*, 26 (3) : 229-237.
- VILLON A. M. & THUAU U. J., 1912. *Traité pratique de la fabrication des cuirs et du travail des peaux : tanins, tannage végétal, tannage minéral, tannage au chrome, tannage à l'huile, tannages divers, corroyage, finissage, fourrures, emplois des cuirs, théories et analyses de tannerie*, 2e édition, Paris, Librairie polytechnique Ch. Béranger, 839 p.
- WADLEY L., WILLIAMSON B. & LOMBARD M., 2004. « Ochre in Hafting in Middle Stone Age Southern Africa: a Practical Role », *Antiquity*, 78 (301) : 661-675.
- WADLEY L., 2005. « Ochre Crayons or Waste Products? Replications Compared with MSA Crayons from Sibudu Cave, South Africa. Before Farming » (online version), 2005/3 article 1.
- WADLEY L., HODGSKISS T. & GRANT M., 2009. « Implications for complex cognition from the hafting of tools with compound adhesives in the Middle Stone Age, South Africa », *PNAS*, 106 (24) : 9590-9594.
- WATTS I., 2002. « Ochre in the Middle Stone Age of Southern Africa: Ritualised Display

or Hide Preparation ? », *South African Archaeological Bulletin*, 57 : 1-14.

WATTS I., 2010. « The Pigments from Pinnacle Point Cave 13B, Western Cape, South Africa », *Journal of Human Evolution*, 59 (3-4) : 392-411.

YAROSHEVICH A., KAUFMAN D., NUZHNYI D., BAR-YOSEF O. & WEINSTEIN-EVRON M., 2010. « Design and Performance of Micro-lith Implemented Projectiles During the Middle and the Late Epipaleolithic of the Levant: Experimental and Archaeological Evidence », *Journal of Archaeological Science*, 37 : 368-388.

ZEEGERS H. & LEPRUN J. C., 1979. « Évolution des concepts en altéologie tropicale et conséquences potentielles pour la prospection géochimique en Afrique occidentale soudano-sahélienne », *Bulletin du BRGM*, II, 2-3 : 229-239.

ZINNEN M., 2004. *Les pigments rouges au Paléolithique. Techniques et symboles*, Mémoire de Licence, Université de Liège.

ZIPKIN A. M., WAGNER M., MCGRATH K., BROOKS A. & LUCAS P. W., 2014. « An Experimental Study of Hafting Adhesives and the Implications for Compound Tool Technology », *Public Library of Science ONE*, November 2014.

Adresse des auteurs :

Hélène SALOMON

Service de Préhistoire – Université de Liège
Place du XX Août, 7
BE-4000 Liège
helene.salomon@ulg.ac.be

Christian CASSEYAS

Laboratoire d'archéologique expérimentale
Préhistomuseum
Rue de la Grotte, 128
BE-4400 Flémalle – Liège
ccasseyas@prehisto.museum

Cécile JUNGELS

Centre de conservation, d'étude
et de documentation
Préhistomuseum
Rue de la Grotte, 128
BE-4400 Flémalle – Liège
cjungels@prehisto.museum