
L'étude microtopographique et la visualisation 3D dans l'analyse de gravures préhistoriques – L'exemple des pierres gravées de La Marche

Nicolas Mélard



Éditeur
Ministère de la culture

Édition électronique

URL : <http://insitu.revues.org/6837>
DOI : 10.4000/insitu.6837
ISSN : 1630-7305

Référence électronique

Nicolas Mélard, « L'étude microtopographique et la visualisation 3D dans l'analyse de gravures préhistoriques – L'exemple des pierres gravées de La Marche », *In Situ* [En ligne], 13 | 2010, mis en ligne le 16 avril 2012, consulté le 01 octobre 2016. URL : <http://insitu.revues.org/6837> ; DOI : 10.4000/insitu.6837

Ce document a été généré automatiquement le 1 octobre 2016.



In Situ Revues des patrimoines est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

L'étude microtopographique et la visualisation 3D dans l'analyse de gravures préhistoriques – L'exemple des pierres gravées de La Marche

Nicolas Mélard

Introduction

- 1 L'homme en tant qu'artisan, artiste ou encore consommateur, intervient de plusieurs manières sur les matières premières (végétales, animales ou minérales) afin d'en faire usage, et qu'il modifie de manière plus ou moins importante.
- 2 Ceci est le cas pour les pierres gravées. Ce type de pièces, aujourd'hui classées dans l'ensemble des objets d'art mobilier paléolithique, est typique pour certains sites notamment magdaléniens. La plupart du temps, ces objets portent une iconographie riche et variée, figurative et abstraite. Leur lisibilité est souvent très réduite du fait de la superposition de gravures et de traces liées à la dégradation naturelle des supports ainsi qu'à l'usure et à l'usage¹.

Figure 1



Localisation du site de La Marche (Lussac-les-Châteaux, Vienne). À droite : quelques exemples parmi les plus de 150 figurations humaines gravées sur les pierres de La Marche (a/Airvaux, b/Pales et c/Airvaux)

La référence bibliographique dont ils sont issus : Pales, Léon, Tassin de Saint-Péreuse, Marie. **LES GRAVURES DE LA MARCHÉ II. LES HUMAINS**. Paris : Éd. Ophrys, 1976. Airvaux, Jean. **L'ART PRÉHISTORIQUE DU POITOU-CHARENTES**. Paris : Éd. Maison des roches, 2001

- 3 Le site de La Marche (Lussac-les-Châteaux, département de la Vienne) a été choisi dans le cadre d'une étude récente pour plusieurs raisons. D'abord il s'agit d'un des sites les plus riches connus à ce jour en gravure magdalénienne. Plus de 3 000 pierres (ou fragments) gravées particulièrement riches en iconographie, sont répertoriées à ce jour. Les figurations humaines y sont de véritables portraits, parfois même proches de la caricature² (**fig. n° 1**).
- 4 Les gravures préhistoriques, notamment sur pierres et plaquettes de pierre, posent de multiples problèmes d'étude³. En particulier, le déchiffrement des incisions fines ainsi que la lecture de la globalité des traces (usure, raclage) représentent une difficulté importante⁴. Là aussi, le site de La Marche est très représentatif. Souvent, des traces, de nature et d'origine différentes, se superposent sur un même support. L'objectif principal de l'analyse en est la lecture mais surtout le décodage des traces et la reconstitution de l'histoire des supports et des actions anthropiques qui ont agi sur ceux-ci.
- 5 Aujourd'hui, de nombreuses techniques sont à disposition pour affiner la lecture et le relevé des pièces. La microtopographie est un moyen d'analyse qui intervient après une approche *classique* (photographie, observation macroscopique, binoculaire, relevé...). Celle-ci permet de poser des questions précises pour une approche plus détaillée des objets au-delà du déchiffrement des motifs représentés. Le but de ces analyses est de résoudre des problèmes spécifiques pour chaque pièce et de l'appréhender dans son intégralité⁵.

Dispositif technique et protocoles de microtopographie

La station de micromesures

Figure 2



Dispositif de microtopographie STIL CHR au C2RMF, Paris
Phot. N. Mélard. © C2RMF/N. Mélard

- 6 Une station de micromesures STIL a été sélectionnée pour son principe de mesure basé sur la microscopie confocale par codage chromatique à champ étendu. Actuellement, nos champs de mesures vont de 3 mm à 200 μm , distribués par 4 capteurs : 3 000, 1 000, 300 et 200 μm respectivement. La résolution en $z(x,y)$ est de 0,1 μm pour le premier capteur et de 0,01 μm pour les autres (**fig. n° 2**).
- 7 La source utilisée est une lumière blanche (polychromatique) dont l'intensité lumineuse incidente est focalisée à travers une lentille sur un point de l'objet perpendiculaire au faisceau. Le faisceau réfléchit suivant le même chemin, à travers un filtre spatial. Aucun contact avec la surface n'intervient lors de la mesure qui est donc non-invasive. Aucune préparation de l'objet n'est nécessaire pour le relevé 3D. C'est aussi la raison du choix car cette démarche permet de travailler directement sur les originaux sans risque de détérioration des œuvres. De plus, au contraire du MEB, la microtopographie donne des contraintes de taille plus souples pour les échantillons traités (0-20 cm de diamètre).

Protocoles d'analyse

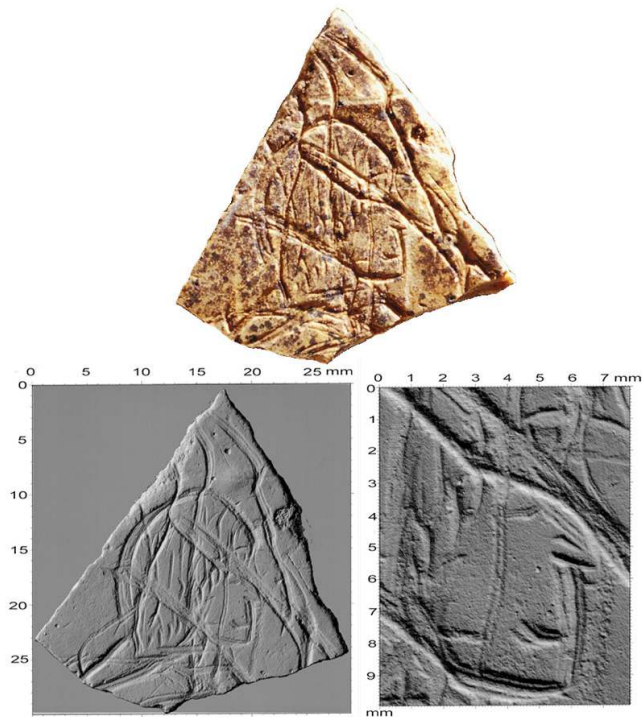
- 8 L'acquisition et le traitement sont deux opérations distinctes dans l'approche analytique. Un traitement qui donnera lieu à des résultats pertinents ne pourra se faire que si l'acquisition a été correctement effectuée. Quel que soit l'objet de recherche, il faut définir au premier lieu l'objet de sa recherche. Celle-ci conduira les opérations suivantes, toutes aussi importantes, de préparation de l'éprouvette et de sa mise en place, puis du choix des paramètres d'acquisition. Par exemple, deux protocoles différents ont été appliqués dans l'étude des pierres gravées magdaléniennes du site de La Marche⁶ (Melard 2006 et 2008).
- 9 Le premier concerne l'analyse des gravures elles-mêmes. Dans les cas où la configuration du dispositif le permet, les faces gravées sont scannées intégralement. La résolution (le pas) de mesure était de 5 à 20 μm . Une saisie ciblée a été réalisée dans des zones posant des problèmes de compréhension dans l'analyse macroscopique afin de contourner les problèmes de profondeur de champ du lecteur (3 mm) et également de réduire le temps de saisie.
- 10 Le second protocole concerne les questions de microrugosité liées aux états de la surface analysée. Il s'agit de trouver des moyens de distinction quantitative de ces différents états (naturels, polis, usés, incisés, etc.). Pour cela, le pas de mesure est réduit à 400 nm. Les fenêtres scannées pour cette démarche sont limitées à 0,25/0,25 mm. Le protocole a été identique pour toutes les mesures afin de permettre une comparaison quantitative fiable.

La microtopographie appliquée à l'étude des pierres gravées magdaléniennes

- 11 L'application de la microtopographie à l'étude des pierres gravées s'illustre dans quatre axes : le déchiffrement des gravures, la lecture technologique des gravures, la caractérisation des traces d'usure et l'approche des matières premières.

Déchiffrement des gravures

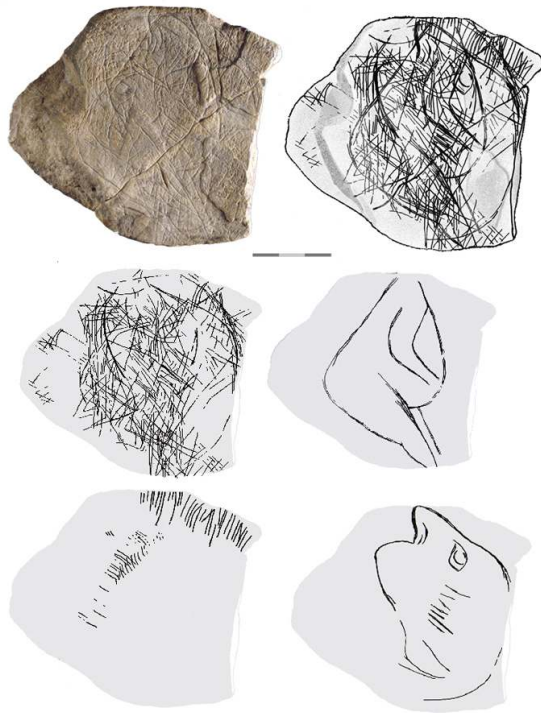
Figure 3



Photographie couleur et images de synthèse sur la base des données 3D
 Phot. N. Mélard. © C2RMF/N. Mélard

- 12 Les images microtopographiques ont apporté une contribution importante dans la lecture des gravures. En effet, les images de synthèse générées à partir des données 3D sont, dans beaucoup de cas, d'une lisibilité supérieure aux originaux et aux photographies. Cette lisibilité est produite par la suppression de l'hétérogénéité de couleurs que présentent les surfaces naturelles gravées. Les images de synthèse sont monochromes et accentuent de ce fait fortement le relief de la pierre et tout particulièrement les gravures (**fig. n° 3**). Par des filtrages de données microtopographiques, les images peuvent encore être ajustées à la lecture. Grâce à ce procédé, certaines gravures révèlent ainsi leur grande finesse et des détails figuratifs peu visibles sur les originaux.

Figure 4



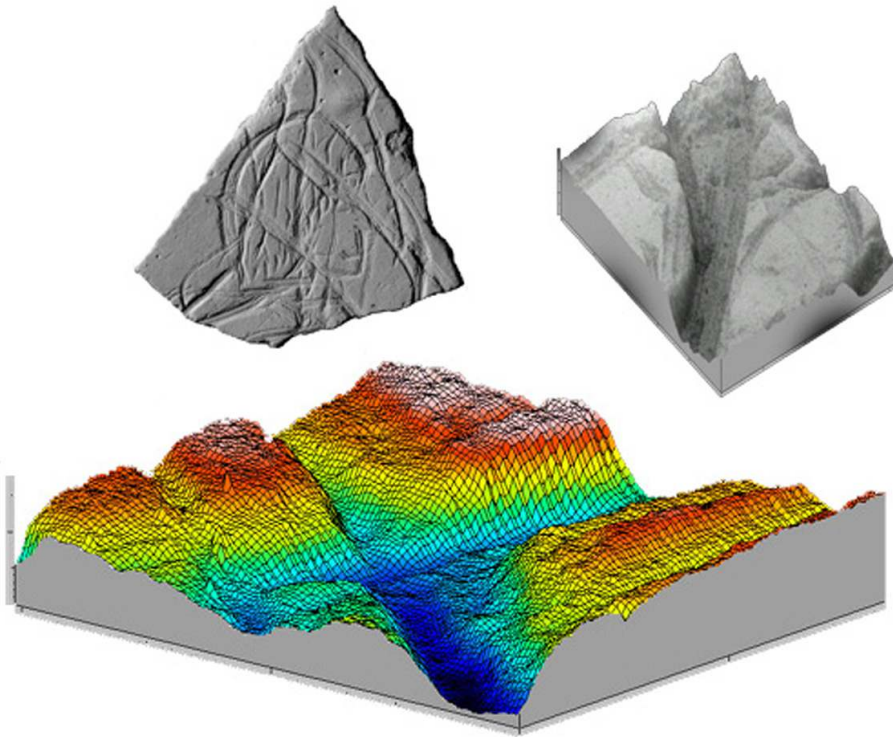
Plaquette gravée de La Marche, Collection musée de l'Homme
Relevé N. Mélard. © C2RMF/N. Mélard/Musée de l'Homme

- 13 À titre d'exemple, nous pouvons citer une pierre gravée qui a fait l'objet d'une relecture globale d'une surface avec une densité de gravures et de traces particulièrement importante (**fig. n° 4**). Cette pierre a déjà été étudiée de façon approfondie par L. Pales. Ce dernier a souligné le palimpseste dense des gravures sur une des faces et la lecture complexe qui en découle⁷. Le chercheur a pu identifier une figuration féminine ou deux personnages entremêlés, avec une préférence pour la première hypothèse. Sur l'image microtopographique, nous pouvons observer de manière assez nette une seconde figure qui est celle d'une tête humaine. Cette dernière possède une morphologie marquée par un nez proéminent qui donne au personnage un caractère caricatural.
- 14 Cette étude montre l'utilité de la relecture de pièces par des moyens techniques nouveaux tels que la microtopographie afin d'obtenir des informations complémentaires sur les gravures.

Lecture technologique des gravures

- 15 L'analyse technologique est une méthode depuis longtemps adoptée pour l'étude des industries osseuses et lithiques du Paléolithique supérieur. La notion de chaîne-opératoire est un élément central qui peut aussi apporter des éléments sur l'art préhistorique.

Figure 5



Étude de zone de recoupement de deux traits
© C2RMF/N. Mélard

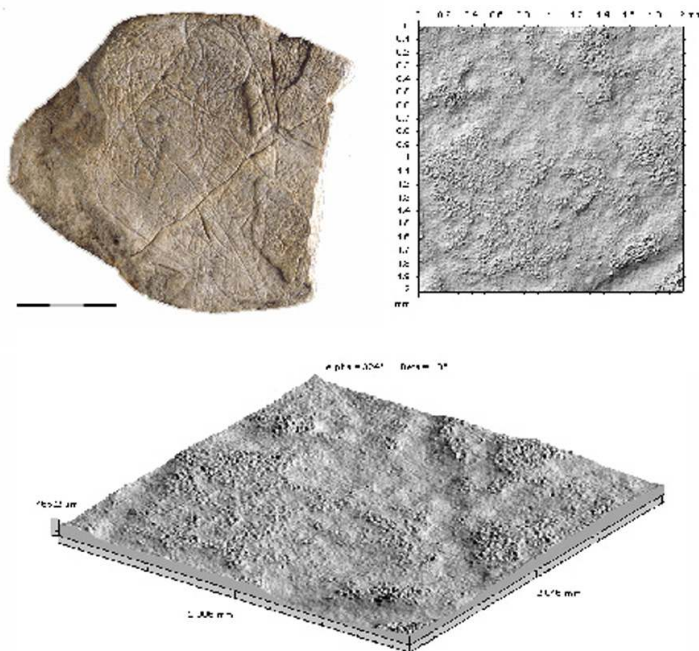
- 16 Des figurations superposées sont souvent identifiées sur les pierres gravées. Une première question se pose alors sur l'ordre chronologique selon lequel les gravures ont été réalisées sur la surface. Les recouvrements de traits nous donnent des informations précieuses. En effet, lors du passage d'un trait au-dessus d'un autre déjà existant, celui-ci laisse, au sein du sillon antérieur, un certain nombre de traces, voire une empreinte⁸. Sur les images 3D, nous pouvons étudier de manière détaillée différentes zones de recouvrements afin d'examiner la situation (**fig. n° 5**). Les études microtopographiques permettent de mettre en évidence les mêmes phénomènes que le MEB. En effet, nous remarquons la marque du tracé postérieur sur le précédent : il s'agit souvent d'un petit sillon situé au fond ou sur les bords du tracé. Souvent, on remarque des ébréchures également sur un des deux bords du tracé déjà existant. Il semble que celles-ci se produisent à la sortie de l'outil de gravure du fond du premier tracé, lors de la réalisation du second. Ces traces peuvent être plus ou moins marquées : ceci dépend de la force appliquée pour la gravure, de la vitesse d'exécution et de la largeur des deux tracés. L'état de conservation est un autre facteur important. En effet, l'usure, si elle est trop importante, peut atténuer ces traces.

La caractérisation des traces d'usure

- 17 Un autre élément, souvent rencontré sur les pierres gravées, est l'ensemble des traces d'usure et d'utilisation. Il s'agit de fractures, de stries plus ou moins organisées, de taches rubéfiées, de marques de percussion, de polis ou de plans d'abrasion (**fig. n° 6**). Ces traces

ne sont pas, du moins la plupart du temps, en relation avec les réalisations artistiques. Pourtant elles se superposent ou s'intercalent aux gravures et sont, de ce fait, témoin de l'histoire des supports du site. Pour les pierres gravées, cette notion est particulièrement importante car, au contraire de l'art pariétal, elles proviennent d'un contexte archéologique de style habitat. Par conséquent les pierres portent, outre les réalisations artistiques, des traces de la vie quotidienne.

Figure 6



Étude de zone usée avec des restes microscopiques de traits gravés
Phot. D. Bagault, C2RMF. © C2RMF/D. Bagault

- 18 Certaines des traces sont bien visibles à l'œil nu ; d'autres sont d'ordre microscopique et nécessitent l'utilisation de techniques d'analyse plus précises afin d'être caractérisées de manière quantitative.

L'approche des matières premières

- 19 Dans le domaine de la caractérisation des matières premières, la microtopographie ouvre des possibilités nouvelles qui peuvent apporter des éléments intéressants.
- 20 L'expérimentation que nous avons faite sur les pierres de La Marche consiste à appréhender la surface des matériaux à l'échelle microscopique. Elle découle de l'hypothèse que la genèse géologique des roches crée des matrices cristallines différentes. Ces dernières génèrent une rugosité de la pierre différente selon la taille des grains et l'hétérogénéité des cristaux, fossiles et autres inclusions.

Figure 7

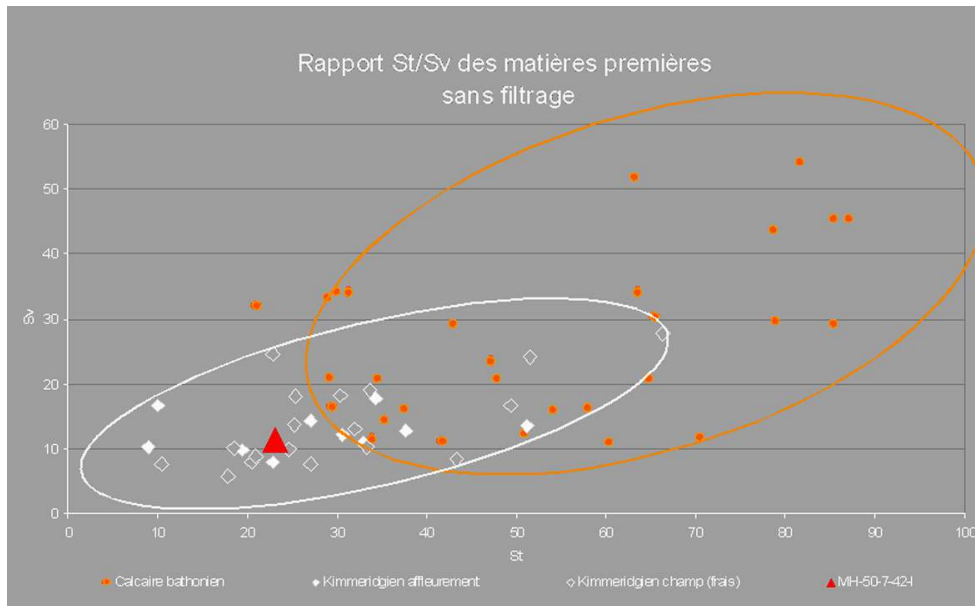


Diagramme des rapport St/Sv sur des échantillons géologiques de calcaires Bathoniens et Kimméridgiens du département de la Vienne. Représentation de mesures sur une plaquette gravée de La Marche

© C2RMF/N. Mélard

- 21 Pour les pierres de La Marche, le protocole d'études résidait d'abord dans une sélection de pièces archéologiques après un examen macroscopique. Ces pièces ont fait l'objet d'un relevé microtopographique (résolution $x/y = 0,469 \mu\text{m}$). Ensuite, un échantillonnage de matières premières possibles (locales ou exogènes) a été mesuré afin de réaliser un ensemble de comparaison. Divers paramètres de surface ont été calculés ; ceux retenus pour la projection des valeurs dans un graphique ont été *St* (écart le plus élevé entre le point en pic, le plus haut, et le point en creux, le plus bas, de la surface) et *Sv* (point le plus profond par rapport au plan de coupe moyen de la surface) (**fig. n° 7**).
- 22 Dans les nuages de points, nous observons un recoupement considérable. Néanmoins, deux ensembles se distinguent dans le graphique. L'un, plutôt homogène (nuage tassé) regroupe des valeurs basses en *Sv* et *St* et l'autre, plus hétérogène, des valeurs élevées pour les deux paramètres. Cette distinction se recoupe avec les matières premières géologiques : le nuage de points à valeur faible correspond aux valeurs obtenues sur le calcaire Kimméridgien tandis que les valeurs plus élevées correspondent au calcaire Bathonien, matière locale. Ce dernier montre une dispersion plus importante des points. En projetant les valeurs obtenues sur les pierres archéologiques, nous pouvons obtenir des éléments de détermination de la matière première. Il s'agit d'une aide à l'identification qui, combinée aux observations macroscopiques, conforte des hypothèses de détermination sur la nature et les provenances des roches utilisées comme support de gravure.
- 23 Une plaquette gravée de La Marche a été étudiée de cette façon. Il s'agit d'une pierre portant la gravure de deux personnages superposés, interprétée à plusieurs reprises comme celle d'une femme enceinte et d'un nouveau-né. Pour cette plaquette, très connue, l'examen de la matière première à l'aide de la microtopographie telle qu'elle a

été décrite ci-dessus a montré que la pierre a été importée d'un affleurement de calcaires kimméridgiens dont le plus proche se trouve à 30 km au nord du site de La Marche.

- 24 Il semble que cette matière première ait été utilisée pour plusieurs gravures. Environ 7 % des pierres de La Marche étudiées à ce jour (environ 2 000) semblent posséder une morphologie comparable et provenir également de ce gisement éloigné.

Intérêts et limites de la microtopographie

- 25 Bien que la microtopographie présente de nombreux avantages il est à noter que pour l'étude de surfaces plus grandes (> 10 cm de diamètre), le relevé 3D par lecteur confocal à champ étendu atteint ses limites, notamment en ce qui concerne la profondeur de champ mais également la taille des fichiers qui résulte de ces numérisations, liée en partie à la haute précision du relevé.
- 26 À travers l'exemple d'application donnée, nous pouvons procéder à une vue critique sur la microtopographie sur des objets de collections de musées en analysant les avantages, mais également les contraintes et limites de la technique et des démarches.
- 27 Un des atouts majeurs de la microtopographie appliquée aux objets du patrimoine, dont les objets archéologiques, est qu'il s'agit d'une méthode non destructive et sans contact avec les surfaces. Il est possible de travailler sur des supports même très fragiles.
- 28 Par rapport au MEB, la microtopographie présente moins de contraintes de taille de l'échantillon même si une taille maximale est donnée par la table de translation car l'objet ne doit pas dépasser 20 cm de diamètre environ. Cette contrainte est compensée par la mise en place d'un dispositif mobile sur trépied avec lequel le crayon se déplace devant l'œuvre et qui permet de travailler sur des supports de taille beaucoup plus importante.
- 29 Une autre qualité de la microtopographie à chromatisme axial est la possibilité de produire, par la mesure, des images tridimensionnelles des surfaces de très haute précision. L'analyse des micromorphologies des surfaces devient possible et donne de nouvelles dimensions aux protocoles d'étude dans l'application sur des objets archéologiques de nature très différente. Notamment, la possibilité de mesures précises, de statistiques sur les caractéristiques morphologiques des supports et, ainsi, la caractérisation quantitative des surfaces permet l'analyse des supports par une objectivation d'étude et une possibilité d'échange plus transparente des données.
- 30 Dans un protocole, la microtopographie peut, dans certains cas apporter en complément des éléments importants pour l'étude des objets et donner des informations sur les modes de production, la nature et l'origine des traces anthropiques et naturelles ainsi que l'histoire et l'état de conservation des objets.
- 31 Dans beaucoup de cas, la limite tient d'abord à la profondeur de champ réduite du crayon de lecture. En effet, un grand nombre des études vise à mesurer des surfaces modifiées par la main de l'homme (gravure, sculpture, polissage, modelage, taille). De ce fait, la forme des surfaces dépasse souvent la profondeur maximale du champ de mesure (3 000 μm) et la mesure de surfaces excédant 1 cm^2 devient souvent problématique. Il est quasiment impossible de numériser une face d'un objet dans son intégralité à moins qu'il s'agisse d'un support très plat (comme c'était le cas pour certaines plaquettes gravées par exemple) et de petite taille.

- 32 Un autre problème apparaît avec le temps d'acquisition nécessaire pour les mesures tridimensionnelles. Comme il s'agit d'une mesure point par point, celle-ci peut durer de plusieurs heures à une journée complète. Le temps est dépendant du pas de mesure (précision) et de la taille de la fenêtre.
- 33 Enfin, un dernier inconvénient est la mobilité réduite du dispositif. Même si le trépied permet un déplacement au sein du laboratoire pour mesurer par exemple des statues ou des tableaux, il n'est pas possible de transporter le dispositif dans les réserves d'un musée ou bien de travailler sur des sites ou monuments.
- 34 La prise en considération des limites de la microtopographie à chromatisme axial incite à réfléchir aux démarches, au développement technique et aux méthodes qui pourraient compenser les déficiences du procédé de microtopographie confocale à champ étendu dans le domaine du patrimoine.

Perspectives

- 35 L'intérêt de la microtopographie confocale à champ étendu, comme dans le cas du MEB, est son utilisation dans des mesures ciblées. Pour compenser au maximum les problèmes majeurs dus au principe de mesure, temps de mesure et profondeur de champ, plusieurs démarches peuvent être envisagées.
- 36 La première démarche à suivre est sans doute un questionnement et ainsi une mesure ciblée ce qui permet de réduire le temps et les problèmes de profondeur de champs. La mesure microtopographique ne doit par conséquent intervenir qu'après une étude qui permette de concrétiser la problématique. De même, il est important de trouver le bon rapport entre le pas de mesure (précision de mesures) et les exigences du questionnement sur chaque support pour agrandir au maximum le pas et réduire le temps de mesure sans pour autant nuire à la solution des questions posées.
- 37 L'application de ces démarches méthodologiques permet d'avancer de manière considérable dans la solution des problèmes lors de l'utilisation d'une station de microtopographie en archéométrie.
- 38 Toutefois, un certain nombre de problèmes ne peut être résolu avec une simple adaptation du protocole de mesure. Dans le cas où une œuvre ne pourrait être déplacée ou une surface possède une topographie à Δz excédant la profondeur de champ du lecteur confocal, il est nécessaire, pour une numérisation, de chercher d'autres solutions. Il existe sur le marché de nombreuses techniques de mesures et modélisation 3D qui sont complémentaires à la mesure par lecteur confocale. La plupart de ces techniques sont basées sur la photogrammétrie, la triangulation laser ou encore la lumière structurée. La plupart de ces procédés sont généralement moins précis que la mesure par le lecteur confocale ($\sim 50 \mu\text{m}$ au lieu de moins d'un μm). Néanmoins, ils présentent quelques avantages importants.
- 39 Tout d'abord, la plupart des scanners 3D sont plus rapides en ce qui concerne la saisie. Au lieu de mesurer une surface de quelques cm^2 en une heure ou plus, il est possible de numériser une surface de la même taille en quelques secondes. De plus, il est facile de numériser des volumes importants et il n'y a ainsi quasiment pas de contraintes de profondeur de champ.

- 40 Ces scanners 3D sont des dispositifs très mobiles, susceptibles d'être installés sur site (collections, sites, monuments), rencontrent des intérêts largement développés dans les différents articles (LIENS sur articles de ce numéro).
- 41 En ce qui concerne de futures voies de recherche et d'application de microtopographie aux objets du patrimoine, l'une d'entre elles est d'élaborer et développer des protocoles d'études dans les divers domaines et de créer des référentiels pour la microtopographie confocale à chromatisme axial. Cette recherche serait d'autant plus innovante si un échange et un croisement des données pouvait se faire. Un tel projet pourrait permettre de valider les idées acquises et de faire évoluer l'utilisation et les champs d'application de la microtopographie dans le domaine du patrimoine.

Conclusion

- 42 Dans l'étude de l'art mobilier paléolithique, et notamment des pierres gravées, la microtopographie représente un moyen d'investigation complémentaire au protocole classique (relevé, binoculaire) qui permet de mieux placer les supports gravés dans un contexte au sein de l'ensemble d'un site préhistorique. Contrairement à l'étude géologique qui intervient de manière destructive (acides, lames minces, carottages, etc.), cette démarche évite la question de l'échantillonnage destructif et toute manipulation susceptible de nuire à la conservation.
- 43 L'observation des images microtopographiques permet de travailler sur des visualisations très précises à l'échelle microscopique. En effet, bien que certains éléments puissent être appréciés à l'œil nu ou par le biais de loupes, la caractérisation quantitative reste encore difficile. C'est ici que la microtopographie apporte des informations supplémentaires importantes en ce qui concerne la lecture des motifs superposés mais également le décodage de la chronologie relative des motifs. La caractérisation quantitative (statistiques automatisées des paramètres de surface) permet une description précise des faits micromorphologiques observés. Ceci permet de comparer de manière objective (inter-site, inter-chronologie) des données obtenues par différents travaux.

Figure 8



Communication présentée lors du séminaire **ART RUPESTRE : LA 3D UN OUTIL DE MÉDIATION DU RÉEL INVISIBLE ?** qui s'est tenu du 4 au 6 juin 2008 à Angles-sur-l'Anglin, coordonné par l'Institut national du patrimoine, avec la participation de la direction de l'architecture et du patrimoine

NOTES

1. Pales, Léon, Tassin de Saint-Péreuse, Marie. **Les gravures de La Marche II. Les humains.** Paris : Éd. Ophrys, 1976. Pales, Léon, Tassin de Saint-Péreuse, Marie. **Des gravures de la Marche, III. Équidés et bovidés.** Paris : Éd. Ophrys, 1981. Pales, Léon, Tassin de Saint-Péreuse, Marie. **Des gravures de la Marche, IV. Cervidés, mammouths et divers.** Paris : Éd. Ophrys, 1989.
2. Airvaux, Jean. **L'art préhistorique du Poitou-Charentes.** Paris : Éd. Maison des roches, 2001. Pales, Léon. **Les gravures de La Marche II. Les humains.** Paris : Éd. Ophrys, 1976. Mélard, N. Pierres gravées de La Marche à Lussac-les-Châteaux (Vienne). Techniques, technologie et interprétations. **Gallia Préhistoire**, vol. 50, 2008, p. 143-268.
3. Airvaux, Jean. **Méthodes de relevés des gravures paléolithiques, méthodologie structurale pour étude de l'art préhistorique et interprétation des significations.** In : Miskovsky, J.- C. (Ed.). Géologie de la Préhistoire. Perpignan : GEOPRE Presses Universitaires, 2002, p. 425-446.
4. Beaune, S.A. de. **Pour une archéologie du geste. Broyer, moudre, piler ; des premiers chasseurs aux premiers agriculteurs.** Paris : CNRS éditions, 2000.
5. Leroi-Gourhan, Arlette, Leroi-Gourhan, André. Chronologie des grottes d'Arcy-sur-Cure (Yonne), **Gallia Préhistoire**, t. VII, Paris, 1964, p. 1-64.
6. Mélard, Nicolas. **Les pierres gravées du Magdalénien Moyen de La Marche (Lussac-les-Châteaux/Vienne) – Réalisation, fonctions et interprétations.** Thèse de doctorat au Muséum National d'Histoire Naturelle, 2 vol. , Paris, 2006. Mélard, Nicolas. Pierres gravées de La Marche à Lussac-les-Châteaux (Vienne). Techniques, technologie et interprétations. **Gallia Préhistoire**, vol. 50, Paris, 2008, p. 143-268.
7. Pales, Léon, Tassin de Saint-Péreuse, Marie. **Les gravures de La Marche II. Les humains.** Paris : Éd. Ophrys, 1976.
8. D'Errico, Francesco. L'art gravé azilien. De la technique à la signification. XXXI^{ème} suppl., **Gallia-Préhistoire**. Paris : CNRS éditions, 1994. Fritz, Carole. **La gravure dans l'art mobilier magdalénien.** Paris : Éd. La maison des sciences de l'homme, 1999.

RÉSUMÉS

L'étude de pierres gravées préhistoriques pose depuis longtemps des problèmes de déchiffrement des motifs et de décodage des traces. La recherche archéologique se sert de plus en plus de moyens d'investigation empruntés des sciences naturelles tels la microscopie et plus récemment le relevé et la visualisation 3D. L'application de la microtopographie a permis d'appréhender de manière plus complète les pierres gravées de La Marche en ajoutant des éléments de compréhension en termes de composition et de construction des motifs (chronologie et morphologie des traits) ainsi qu'en termes de technologie (gestes et démarches des graveurs préhistoriques). De plus, il a été possible d'obtenir des informations sur l'histoire des supports avant et après la gravure (choix des matières premières, caractérisation des usures,...).

The main difficulty in studying the engraved stones of the upper Paléolithic period is the decipherment and the understanding of the various overlapping traces on the surfaces. Scientific research in paleolithic art is trying since more than 20 years to use modern laboratory devices and techniques like the Scanning Electron Microscope and more recently the 3D scanning. For the engraved stones of the site of La Marche have been studied by 3D microtopography as a complementary technique. This non destructif protocole made a new approach of engraving technology and motif composition possible (chronology of the lines, traces morphology etc.). This leads to better understanding of the techniques and gestures used by prehistoric artists. Moreover studies of this type can give more informations about the function and the history of the stones in a prehistoric rockshelter and by this way the role of these stones in the life of the magdalianian hunter-gatherer communities.

INDEX

Mots-clés : art préhistorique, fonctions, gravures, Magdalénien Moyen, microtopographie, plaquettes, profilométrie, technique, technologie

AUTEUR

NICOLAS MÉLARD

Conservateur du patrimoine au Service régional de l'archéologie, DRAC Nord-Pas-de-Calais.
nicolas.melard@culture.gouv.fr