

BIENFAITS ET LIMITES D'UN ENREGISTREMENT  
LASERGRAMMÉTRIQUE DANS LA TOMBE À COULOIR  
DE GAVRINIS (MORBIHAN, FRANCE)

1. PROBLÉMATIQUE

La tombe à couloir édiflée au sommet de l'île de Gavrinis (Larmor-Baden, Morbihan), dans l'estuaire de la rivière de Vannes, est un monument néolithique majeur de l'Ouest de la France (Fig. 1). Sa réputation depuis le XIX<sup>e</sup> siècle se fonde essentiellement sur les gravures nombreuses, bien visibles sur les parois de la chambre et de la structure d'accès. Construite au début du IV<sup>e</sup> millénaire (3900-3800), elle sera fermée et l'entrée largement occultée vers 3400 (LE ROUX 1995). Ni son plan, assez banal, ni son élévation interne, assez classique pour une architecture de seconde génération (moins grande différenciation entre couloir et chambre: BOUJOT 1996) ne surprennent et ne singularisent Gavrinis. La masse du cairn est cependant importante, en rapport avec un couloir prolongé, et se différencie d'autres enveloppes externes contemporaines qui, à l'origine, ne couvraient pas la dalle de couverture (Table des Marchands, pour ne citer que la plus connue dans la région: CASSEN 2009).

Les signes gravés à Gavrinis ont été bien des fois interprétés et continuent de l'être. Mais les discours les plus récents s'établissent encore sur des modèles graphiques au mieux issus des excellents levés à la feuille cellophane opérés par E. SHEE-TWOHIG (1981), au pire tirés d'une littérature déjà ancienne (XIX<sup>e</sup> siècle et débuts du XX<sup>e</sup>) déformant le modèle, ou produits pour l'occasion mais sans discipline particulière dans la reproduction des tracés. Toute révision archéologique d'un signe ou d'un motif doit pourtant passer par un nouvel enregistrement des données, où l'emploi des outils dits numériques (acquisition, traitement, représentation) s'avère désormais indispensable pour mieux progresser, en révélant, notamment, le rapport éventuel entre la position du signe et la morphologie du support que seule la restitution tridimensionnelle permet d'établir (lasergrammétrie, photogrammétrie, etc. ou aquarelle).

La publication du programme de recherches consacré aux monuments de Locmariaquer (Grand Menhir, Er Grah, Table des Marchands: LE ROUX 2006; CASSEN 2009) et celle relative à la fouille du tertre funéraire de Lanec er Gadouer (BOUJOT, CASSEN 2000a), toujours en Morbihan, ont permis d'éclaircir la chronologie du phénomène des pierres dressées et de suggérer une grille de lecture des compositions gravées en surface (CASSEN, VAQUERO 2003). Il devenait alors tentant d'interroger le corpus de Gavrinis à la lumière de ce cadre conceptuel, et ce d'autant mieux que les deux monuments principaux à Locmariaquer et Larmor-Baden se partagent deux fragments

d'une stèle plus ancienne réemployés pour assurer la couverture des chambres respectives (LE ROUX 1984).

Après un levé photographique des lames de haches et la détection de colorations rougeâtre à leur contact en 2007 – résultats présentés au colloque de Besançon en 2009 dans le cadre du programme JADE (PÉTREQUIN *et al.* 2012) – un projet d'enregistrement fut donc décidé en 2010, principalement assuré par la lasergrammétrie<sup>1</sup>. On exposera brièvement ici la méthodologie, les outils employés et le traitement des données obtenues de différents instruments. Nous verrons toute la portée positive de cette démarche, mais en même temps les limites rencontrées dans la détection des gravures les moins profondes, et, partant, les moyens trouvés pour mieux les restituer.

## 2. L'ENREGISTREMENT LASERGRAMMÉTRIQUE

Si l'enregistrement lasergrammétrique est une technique désormais relativement banalisée, les contraintes propres du sujet peuvent rendre particulièrement complexe la mise en place du protocole. Le site de Gavrinis présente ainsi plusieurs difficultés pour une opération de ce type (implantation sur une île). L'objet, lui-même, impose plusieurs matériels pour passer de l'échelle métrique à l'échelle millimétrique. Le cairn fait 51 m par 40 m; le couloir fait 1,30 m de large avec des étranglements à 85 cm, sur une longueur de 11,25; la hauteur sous plafond varie de 1,50 m à 1,71 m. La chambre est un trapèze de 2,20 m par 2,76 m pour une hauteur sous dalle de 1,71 m.

### 2.1 Deux niveaux d'acquisition des données: architecture et gravure

Un Leica Geosystems C10 a été utilisé pour le relevé de l'enveloppe extérieure du cairn et de l'ensemble du couloir. Ce système a été retenu pour sa polyvalence, permettant en une seule campagne de capturer l'architecture générale et un minimum de détails des orthostates. Le Leica possède une portée de 300 m (albédo 0,9), 134 m (albédo 0,18) et une distance minimum pour l'acquisition de 0,1 m. La résolution des scans se caractérise par la taille du point laser qui est ici, de 0 à 50 m: 4,5 mm (basé sur FWHH), 7 mm (basé sur Gauss); l'espacement entre les points sur tout le champ H<sub>z</sub> et V est inférieur à 1 mm sur toute la portée, en fonction du pointage. Six stations ont été installées tout autour et

<sup>1</sup> Les campagnes programmées sur Gavrinis ont été rendues possibles grâce au financement accordé par le département du Morbihan, par ailleurs propriétaire du monument, et le Ministère de la Culture (DRAC Bretagne). Le CNRS, l'Université de Nantes (UFR Histoire et archéologie) et l'École nationale supérieure d'architecture de Nantes ont contribué à cet effort financier et matériel. Le Laboratoire de recherches archéologiques (UMR 6566) a porté la responsabilité de l'opération devant la CIRA Grand Ouest. Nous sommes enfin très reconnaissants de l'aide apportée par C. Boujot (Service régional d'archéologie, Rennes), Y. Belenfant (Sagemor, Vannes), O. Agogué (Service départemental d'archéologie, Vannes) et E. Vigier (Musée de Carnac).

au sommet du tumulus. Le relevé est géoréférencé et vérifié dans l'espace grâce à une borne topographique présente sur le site. Dans le même référent, huit stations sont implantées à l'intérieur du monument. Les nuages peuvent donc être assemblés en cohérence et continuité de l'extérieur vers l'intérieur.

Les orthostates du couloir (définis par une lettre – L *left*, R *right* – et un n° d'ordre: SHEE-TWOHIG 1981) et la dalle de couverture ont été numérisés en infra millimétrique avec le système Krypton K610 de Nikon Metrology associé au logiciel d'acquisition Kube. Le scanner travaille avec un faisceau laser dont la largeur atteint 200 mm. La précision du K610 est de 37 µm; pour les orthostates, une précision de 0,5 mm nous a semblé suffisante. Chaque nuage correspondant à un pilier du couloir ou de la chambre funéraire compte de trois à cinq millions de points. Vingt-trois orthostates ont été numérisés. Le logiciel Focus Inspection a été utilisé pour un premier nettoyage des nuages et la préparation de modèles numérisés au format STL.

L'ensemble des orthostates numérisés produit 72. 399. 271 points. L'enveloppe du cairn et le sol autour totalisent 3. 937. 900 points. Un travail important de nettoyage doit être effectué, principalement sur les végétaux environnant le site et bien entendu enregistrés par le laser, et sur les éléments très éloignés, ne faisant pas parti du site. En additionnant la totalité des données, et en supprimant les redondances, on obtient 93. 564. 468 points utiles pour le travail de modélisation et de rendu. L'ensemble des nuages est géoréférencé dans un système de coordonnées Lambert II et IGN 69.

## 2.2 Post-traitement des nuages de points

Nous laisserons de côté le cairn pour nous en tenir à la structure interne. Chaque orthostate a fait l'objet d'un fichier séparé, géoréférencé de façon cohérente, pouvant donc être assemblé avec les autres nuages de points pour reconstituer l'ensemble du couloir et de la chambre. Les orthostates au format XYZ ont été chargés à 100% de définition, puis maillées.

La contrainte principale est la granulosité des dalles. Le grain de la pierre est interprété par les logiciels de traitement des nuages de points comme du bruit qu'il s'agit d'éliminer. Or, l'information utile se trouve au milieu de ce bruit. Il faut donc pouvoir "débruiter" les zones où l'information utile est de moindre importance et préserver les détails dans les zones à fort enjeu. Pour cela, un clone du maillage original a été réalisé. Si les reliefs de la stèle sont assimilables à une courbe comprenant beaucoup d'irrégularités, une méthode assimilable à celle des moindres carrés permet d'obtenir une forme de régularité dans le tracé général. Mais le lissage ne permet pas de conserver l'information. On va donc superposer les deux maillages et jouer sur la différence de l'un par rapport à l'autre, opération menant à une *carte des écarts*. En mesurant le spectre d'écartement entre la surface lissée et la

surface d'origine, on obtient une mise en évidence des tracés par simples variations de couleurs. En jouant sur la précision du spectre et la plage de relief à prendre en compte, les gravures se manifestent de façon plus ou moins évidente suivant leur altération.

Aucun orthostate ne peut faire l'objet de réglages identiques. Si le principe reste le même (clonage du maillage, lissage et affichage simultané), la densité et la profondeur des gravures, la granulométrie de la pierre, demandent pour chaque cas de trouver le réglage optimum.

### 2.3 Premiers résultats et premiers usages archéologiques

Les images obtenues grâce à une première exploitation des données informatiques ont rapidement permis d'apprécier le pas accompli en regard de la documentation disponible. En voici cinq champs d'application qui nous paraissent significatifs de cet avancement, et qui permettent de répondre d'ores et déjà à plusieurs questions posées par le programme de recherche:

– L'analyse architectonique de l'édifice est rendue possible, et sur une base irréprochable. A la différence de plusieurs tombes à couloir régionales publiées (Mané Lud, Mané Rutual, Petit Mont, Table des Marchands, etc.), Gavrinis n'a pu jusqu'ici compter sur des élévations et un plan rigoureux (notre planimétrie s'écarte d'ailleurs du plan le plus récent, non en longueur mais en angulations, avec 25 cm d'écart en sortie du couloir). Les mensurations exactes sont désormais connues et l'inscription de la tombe dans son enveloppe apparaît enfin clairement, comme en transparence, et compte tenu bien sûr des restaurations qui ont affecté l'ensemble. La détection même d'un tertre bas sous-jacent à la construction du cairn (CLOSMADÉUC 1886; BOUJOT, CASSEN 2000b, 155) est rendue possible par ce travail fin en altimétrie et par superposition des "coupes" de terrains (Fig. 1).

– Les tracés gravés sont ensuite restitués en regard de la morphologie des supports, une avancée décisive sur les représentations graphiques antérieures. Cette corrélation est pourtant fondamentale à l'heure d'interpréter toute composition sur un support. Si des formes naturellement rondes sont mises à profit par le sculpteur pour disposer des cercles concentriques, d'autres solutions de continuité dans la pierre (fissure, rupture de pente) n'empêcheront pas de prolonger le tracé par dessus l'obstacle. Ce jeu renvoie bien sûr à des intentions.

– La chronologie des compositions par recouvrements de tracés, testée en Bretagne au moyen de l'estampage (MENS 2004) ou de la photographie numérique (CASSEN, VAQUERO 2003b), validée ces dernières années grâce à l'emploi privilégié de cette dernière technique (CASSEN, ROBIN 2010), devient également décelable dans le nuage de points éclairé virtuellement (Figs. 2-3).

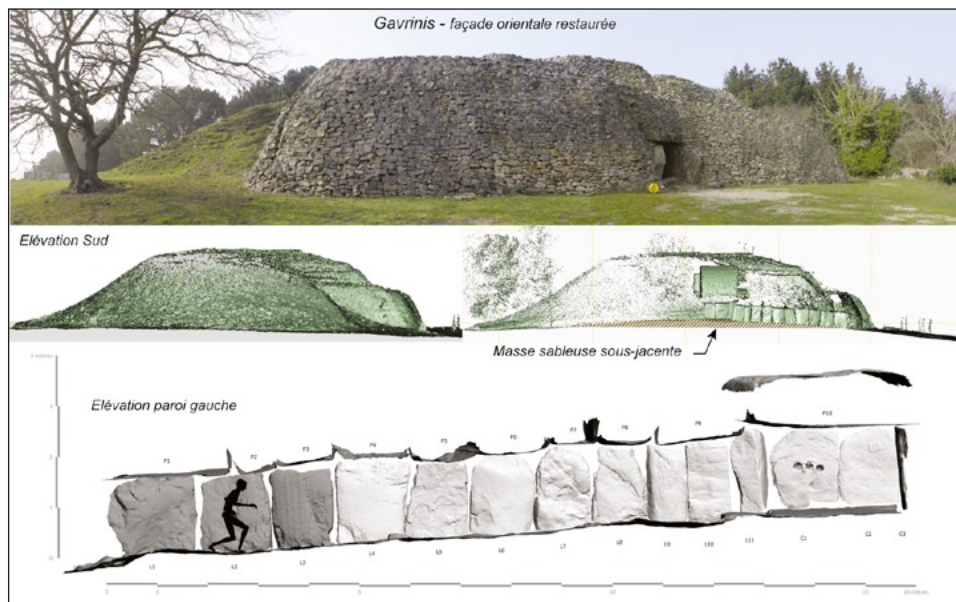


Fig. 1 – Gavrinis, Larmor-Baden (Morbihan). Façade d'entrée restaurée, le tumulus avec ses éboulis non fouillés à l'arrière-plan; élévation méridionale, avec effet de transparence pour afficher la structure interne du couloir et de la chambre, ainsi que la masse sédimentaire sous-jacente; élévation gauche du couloir et de la chambre, les orthostates en gris foncé ne sont pas gravés (photos et traitements Cassen, Lescop, Grimaud).

– L'observation des états de surface rendue possible par ces nuages de points, d'une part, la possibilité offerte de mesurer et comparer les profondeurs des tracés juxtaposés, d'autre part, ont permis d'identifier des secteurs contigus des supports présentant des états de conservation dissemblables. Nous suggérons d'interpréter ces contrastes comme le résultat d'une altération différentielle de la pierre avant son introduction dans l'armature interne du monument. Cette érosion ne peut en effet s'être développée dans l'espace protégé du tumulus et seul un processus de météorisation dans le granite (SELIER 1997) permet de comprendre ces différences que l'œil perçoit assez bien sur le terrain une fois le phénomène reconnu.

– Si des tracés inédits (en L11), ou des compléments notables aux tracés déjà reconnus (en C1), peuvent être à l'évidence porté au crédit de l'enregistrement lasergrammétrique, un résultat inattendu réside enfin dans la perception d'un effacement de gravures (R5). Il ne s'agit plus cette fois d'une altération naturelle du monolithe anciennement érigé, mais d'un enlèvement volontaire de matière, très localisé, ayant emporté tout ou partie des signes gravés. Une



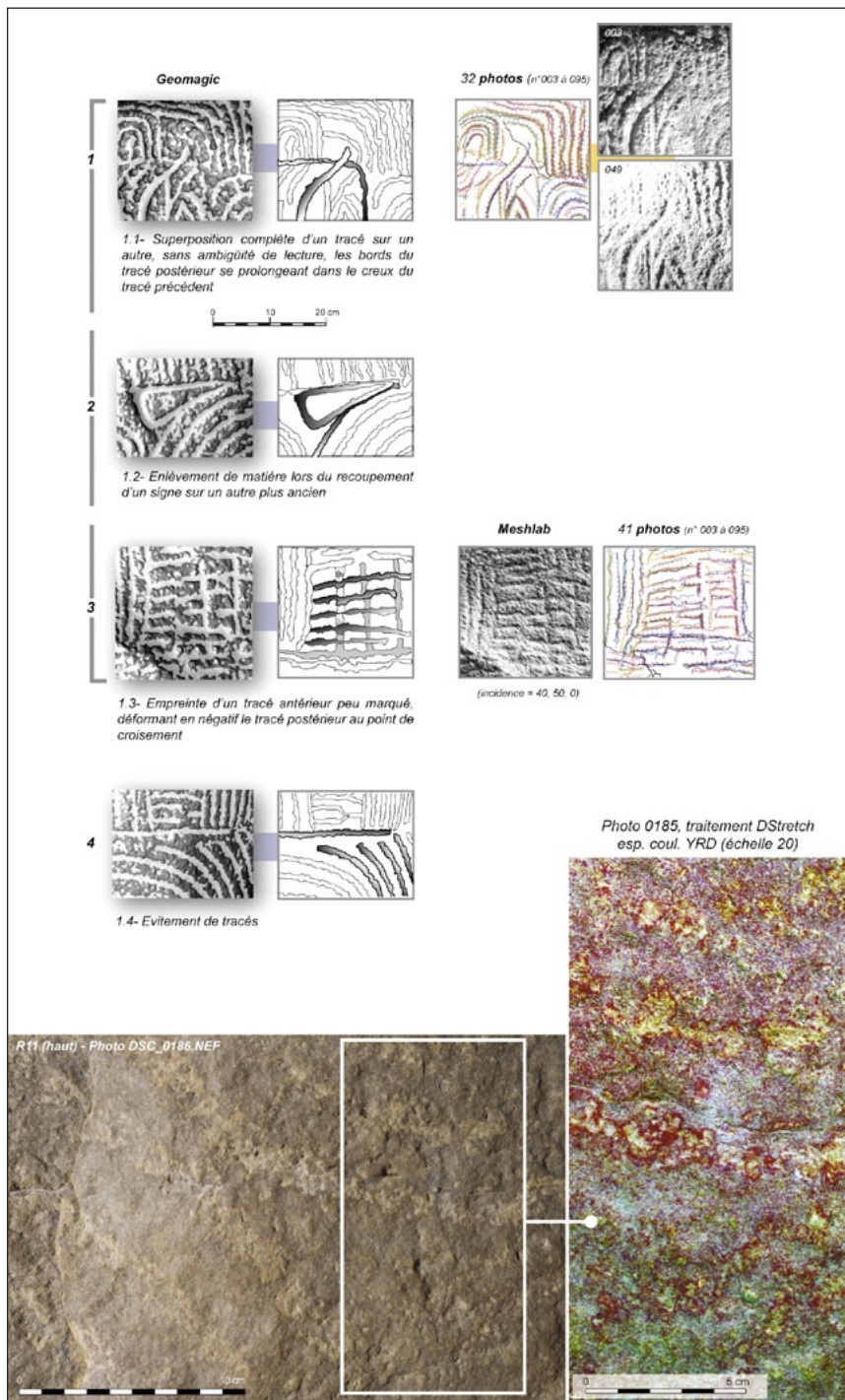


Fig. 2 – Chronographie des gravures (en haut). Différents cas de figures des relations d’antériorité ou de postériorité données par les nuages de points; photographies numériques en complément. Faute de tracés en creux (en bas) en raison de la dureté de la roche, la détection des teintes avec DStretch permet de faire ressortir les impacts et donc le dessin du signe (traitements Cassen, Lescop, Grimaud).

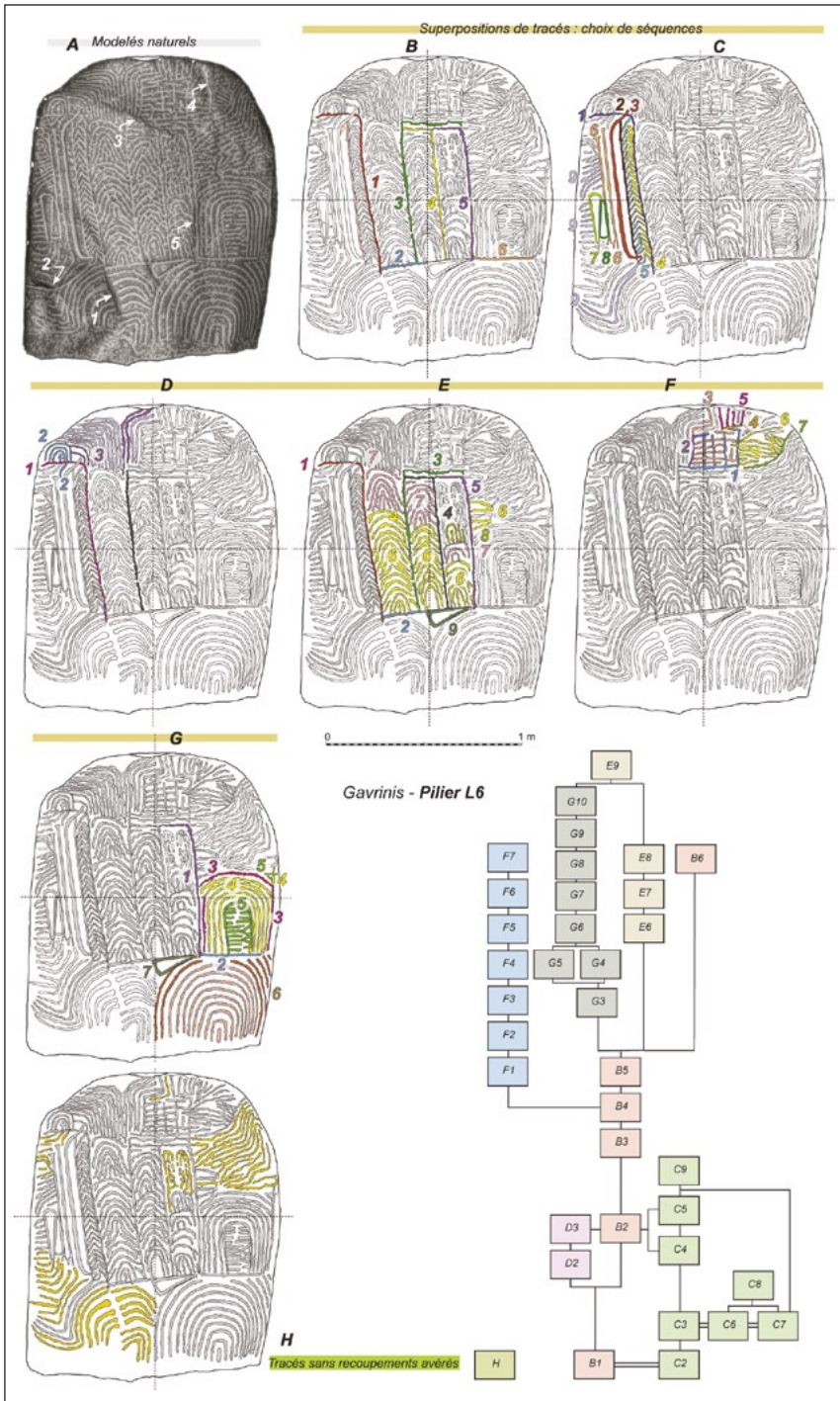


Fig. 3 – Inventaire des modelés naturels sur la surface de l’orthostate. Choix de séquences de réalisation des gravures (de B à G) et numérotation chronologique des tracés (1 à n) dans chaque séquence; diagramme de l’ordre stratigraphique recomposé (traitements Cassen, Lescop, Grimaud).

surface peut être ainsi identifiée et circonscrite, marquée d'impacts grossiers effaçant les tracés, mais sans pour autant les faire entièrement disparaître puisque les éclairages virtuels font encore ressortir la trame sous-jacente en accord avec la composition générale.

### 3. UN CAS LIMITE: LA DALLE R11

L'orthostate R11 est en grès, à la différence des autres dalles gravées (granite, orthogneiss). Réputé pour être le moins décoré du monument (SHEE-TWOIG 1981), le relevé par cet auteur a néanmoins permis une restitution de plusieurs tracés dans le style attendu, exercice difficile puisqu'ils sont pour l'essentiel invisibles à l'œil nu. Il ne s'agit pas en effet de signes profondément inscrits dans la roche mais de simples impacts peu répétés en surface d'un matériau beaucoup plus dur que le granite (Fig. 2).

#### 3.1 *Limites instrumentales*

L'éclairage virtuel sur le nuage de points traité offre peu ou prou le même résultat visuel selon le logiciel utilisé (Meshlab, Geomagic, etc.), mais la précision dans le paramétrage numérique proposé dans Meshlab (*Render/ Shader/ Lattice/ Light position*) permet à un autre opérateur de reprendre l'expérience dans les mêmes conditions d'incidence, alors que Geomagic n'offre qu'un déplacement manuel de la "torche". Mais cet éclairage virtuel montre également ses limites dès l'instant où plusieurs tracés se répètent en se "touchant" et par conséquent sans que l'œil ne puisse distinguer parfois ce qui est en creux et ce qui est en relief dans les ombrages produits par le logiciel. Ce leurre visuel ne serait pas important si une chronographie des tracés ne devait pas se construire sur des éclairages incidents et tournants.

Dans le cas de R11, la difficulté est augmentée par la mauvaise détection des creux, ces derniers étant presque inexistantes en raison de la dureté du grès qui a empêché le sculpteur de rentrer dans la matière par percussion répétée, à l'instar des dalles voisines où la gravure peut atteindre 5 mm de profondeur. L'enregistrement infra-millimétrique annoncé est par conséquent insuffisant, et tous nos essais ont été vains pour faire ressortir ces tracés.

#### 3.2 *Premier complément d'enregistrement: acquisition par photos numériques et éclairages tournants*

Devant cette impasse, un levé par photographies numériques a été conduit depuis une station fixe placée face au monolithe, calée par bulle et orientée sur le centre géométrique mesuré sur la pierre. L'appareil utilisé est un Nikon D5000 avec objectif Nikkor AF DX 10.5 F/2.8, et déclencheur à distance.



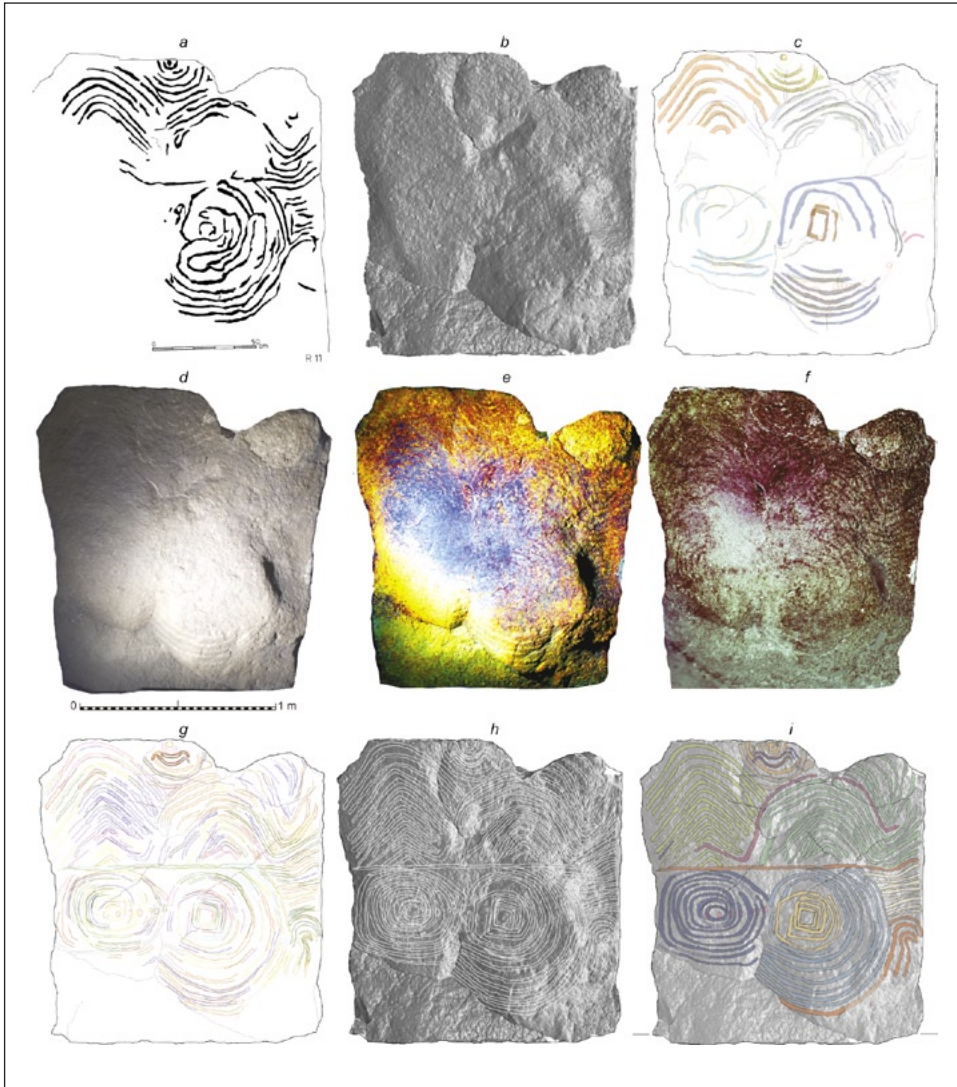


Fig. 4 – Etapes de représentation de l'orthostate R11: a. Levé Shee-Twohig 1981; b. Modèle du nuage de points (traitement Geomagic); c. Tracés redressés de 23 clichés sous éclairages rasants (photos DSC\_0002 à 0066); d. Photo sous éclairage frontal DSC\_0080; e. Photo DSC\_0032 traité dans DStretch (espace de couleur LDS, échelle 30); f. Photo DSC\_0047 traité dans DStretch (espace de couleur YRE, échelle 30); g. Tracés redressés à partir de 13 clichés traités dans DStretch; h. Tracés sur la morphologie de la dalle traitée dans Geomagic; i. Synthèse provisoire ordonnée des gravures.

L'éclairage fut assuré par une torche Litepanels (96 led Kaiser, StarCluster), lumière du jour (5600° K; 500 lux; DC5,6-16,8 v.). Toutes les photographies numériques au format NEF ont été corrigées des déformations de l'objectif 10,5 mm par le biais de Photoshop CS5 et sauvegardée au format TIF. La tablette graphique employée est celle de Wacom (Intuos).

Le principe de l'acquisition consiste à prendre frontalement à la dalle un maximum de photographies sous éclairage rasant tournant, en multipliant les incidences lumineuses selon l'état de la gravure, puis à produire en laboratoire un dessin vectoriel en bordure des tracés en creux les plus contrastés. Le résultat est une somme de lignes orientées qui se complètent les unes les autres pour donner un contour plus ou moins certain, plus ou moins recevable, l'opérateur se devant de pondérer et de spécifier ses choix, le retour en arrière vers le document photographique initial étant bien entendu préconisé. Une synthèse est ensuite proposée à partir de ces contours superposés dans un même plan.

Sur les 268 clichés pris, 49 ont été traités en vue d'un passage à la tablette graphique. Seuls 23 clichés (entre n° 002 et 066) ont été exploités avant que l'opération ne soit arrêtée. Très vite, en effet, les limites du procédé sont nettement apparues: alors que les tracés doivent immédiatement apparaître sous éclairages rasants, peu de gravures se dessinaient nettement dans le fichier de synthèse (Fig. 4, c). L'opération à la tablette graphique s'avérait longue et difficile, trop hésitante même faute de tracés manifestes, et un test mené aléatoirement sur la série restante des photographies n'apporta aucune amélioration satisfaisante pour que soit engagé un traitement systématique.

Malgré une avancée somme toute importante par rapport au levé existant (Fig. 4, a), une solution alternative fut alors envisagée à travers un logiciel de détection des teintes.

### *3.3 Second complément d'enregistrement: acquisition par photos numériques et détection des teintes*

Nous l'avons dit, il ne s'agit plus de creux visuellement décelables mais d'un écrasement superficiel de la roche induisant un contraste de couleur (clair sur sombre) et de texture (mat et rugueux sur le brillant et lisse de la surface météorisée du grès). Dans la mesure où les gravures ressortent finalement par ce biais, hier comme aujourd'hui, une expérience fut tentée à l'aide d'un outil de détection des colorations.

Le logiciel employé est Image J (open source, mode Java: ABRAMOFF *et al.* 2004), inspiré du programme de traitement de l'image développé à l'origine pour Macintosh. Au-delà de l'imagerie médicale, champ d'application originel, il est désormais utilisé pour des levés de peintures rupestres (GUNN *et al.* 2010). Nos photos ont donc été traitées à travers le plug-in DStretch

(HARMAN 2008, version 7.1; <http://www.dstretch.com>). Le principe est de détecter des différences de teinte et de les mettre en évidence. Les options sont nommées d'après les espaces de couleurs utilisés, ceux-ci s'appellent (entre autres) RGB, LAB, YDS, YBK, LDS, autant de systèmes de trois coordonnées définissant la luminosité et la couleur des éléments de l'image. Ce logiciel a été testé avec succès dans la détection et localisation de peintures sur trois orthostates.

Un certain nombre de clichés originellement pris pour détecter les variations du relief ont donc été passés sous traitement DStretch. Contrairement à la méthode qui exige des lumières contrastées afin de faire sortir les creux, seuls les clichés éclairés de façon couvrante et satisfaisante en termes de luminosité ont pu faire l'objet de ces traitements. Nous avons ensuite mis en œuvre l'opération habituelle compilant les photographies, et le dessin s'est alors porté soit sur le contour des impacts isolés, soit sur les surfaces délimitées par ces impacts lorsqu'ils sont assez rapprochés pour former un *continuum* (Fig. 2). Le résultat obtenu est sans commune mesure avec le corpus existant (Fig. 4, g).

#### 4. CONCLUSIONS

En se fixant, comme moyen d'une recherche, l'enregistrement numérique d'un objet aussi complexe qu'un cairn de 50 m de diamètre, contenant une tombe au couloir d'accès long de 11 m, dont les parois sur 1,5 m de haut sont couvertes de gravures de 5 mm de profondeur dans le meilleur des cas, archéologues et architectes doivent adopter, adapter, modifier, détourner matériels et logiciels en vue de la réalisation d'objectifs précis au sein d'une problématique scientifique bien établie, et dans le contexte budgétaire propre à toute recherche fondamentale. Si l'approche multiscalair est bien connue dans son application aux grottes peintes du Paléolithique, elle devrait pareillement pouvoir être développée dans ces premiers lieux d'architectures que sont les monuments mégalithiques du Néolithique. L'enjeu, cependant, est de se garder de fabriquer des images de synthèse sophistiquées qui risqueraient d'occulter toute interrogation (MAUMONT 2010) et de garder la main sur un processus allant de l'enregistrement à la médiation.

Les différents traitements mis en œuvre à Gavrinis montrent qu'il n'existe pas une méthode unique permettant de mettre en valeur ou de découvrir les gravures, sujet de nos études sur les représentations du V<sup>e</sup> millénaire. Plus que des réponses, le croisement de résultats issus de modélisations, de photographies et d'observations directes renouvellent le questionnement, désaxent les approches, relancent les hypothèses. Ici, les approches graphiques et de modélisation servent moins à reproduire un objet que d'entrer au cœur de sa constitution pour retrouver le geste initial du graveur, la chronologie

des tracés, puis, éventuellement, le sens profond de la démarche. Dès lors, les outils, loin de s'imposer comme révélateurs, viennent baliser un processus en perpétuelle interrogation.

SERGE CASSEN, VALENTIN GRIMAUD  
CNRS, Laboratoire de recherches archéologiques (LARA)  
Université de Nantes

LAURENT LESCOPI  
Laboratoire GERSA  
(Groupe d'étude et de recherche scénologique en architecture)  
Ecole nationale supérieure d'architecture de Nantes

DIDIER MOREL  
Morel Mapping Workshop, Vannes

GUIREC QUERRÉ  
Laboratoire d'Archéosciences  
Université de Rennes 1

## BIBLIOGRAPHIE

- ABRAMOFF M.D., MAGELHAES P.J., RAM S.J. 2004, *Image processing with ImageJ*, «Biophotonics International», 11(7), 36-42.
- BOUJOT C. 1996, *Le Mégalithisme dans ses rapports avec le développement des sépultures collectives: approche par une synthèse à l'échelle de la France*, in *Monumentalisme funéraire et sépultures collectives, Colloque (Cergy-Pontoise 1995)*, «Bulletin de la Société Préhistorique Française», 3, 337-341.
- BOUJOT C., CASSEN S. 2000a, *Explorations du tertre de Lannec er Gadouer. Les fouilles de 1993 à 1997*, in S. CASSEN (ed.), *Eléments d'architecture (Exploration d'un tertre funéraire à Lannec er Gadouer, Erdeven, Morbihan. Constructions et reconstructions dans le Néolithique morbihannais. Propositions pour une lecture symbolique)*, Mémoire 19, Chauvigny, Asso, Publications chauvinoises, 29-91.
- BOUJOT C., CASSEN S. 2000b, *La constitution sédimentaire des tertres*, in S. CASSEN (ed.), *Eléments d'architecture (Exploration d'un tertre funéraire à Lannec er Gadouer, Erdeven, Morbihan. Constructions et reconstructions dans le Néolithique morbihannais, Propositions pour une lecture symbolique)*, Mémoire 19, Chauvigny, Asso, Publications chauvinoises, 153-164.
- CASSEN S. (ed.) 2009, *Autour de la Table. Explorations archéologiques et discours savants sur une architecture néolithique restaurée à Locmariaquer, Morbihan (Table des Marchands et Grand Menhir)*, Actes du colloque international (Vannes, Morbihan 2007), Université de Bretagne-Sud, campus Le Tohannic, Nantes, Université de Nantes, LARA, 918.
- CASSEN S., VAQUERO LASTRES J. 2003a, *Le désir médusé*, in J. GUILAINE (ed.), *Expressions symboliques, manifestations artistiques du Néolithique et de la protohistoire, Séminaires du Collège de France*, Paris, Ed. Errance, 91-118.
- CASSEN S., VAQUERO J. 2003b, *Construction et déconstruction des surfaces sur les temps. Enregistrement et représentation de stèles gravées: Le Bronzo en Locmariaquer et Vieux Moulin en Plouharnel (Morbihan)*, «Revue Archéologique de l'Ouest», 20, 109-125.
- CASSEN S., ROBIN G. 2010, *Recording art on Neolithic stelae and passage tombs from digital photographs*, «Journal of Archaeological Method and Theory», 17 (1), 1-14.
- CLOSMADÉUC G. de 1886, *Gavrinis. Dernières fouilles sous le dallage de la chambre*, «Bulletin Société Polymatique du Morbihan», 2, 63-69.

- GUNN R.G., OGLEBY C.L., LEE D., WHEAR R.L. 2010, *A method to visually rationalise superimposed pigment motifs*, «Rock art research», 27, 2, 131-136.
- HARMAN J. 2008, *Using decorrelation stretch to enhance rock art images* (<http://www.dstretch.com/AlgorithmDescription.html>).
- LE ROUX C.T. 1984, *A propos des fouilles de Gavrinis (Morbihan): nouvelles données sur l'art mégalithique armoricain*, «Bulletin de la Société Préhistorique Française», 81, 8, 240-245.
- LE ROUX C.-T. 1995, *Gavrinis*, Luçon, Éd. J.-P. Gisserot.
- LE ROUX C.T. (ed.) 2006, *Monuments mégalithiques à Locmariaquer (Morbihan). Le long tumulus d'Er Grab dans son environnement*, «Gallia Préhistoire», Suppl. 38, Paris, Ed. du CNRS.
- MAUMONT M. 2010, *L'espace 3D: de la photogrammétrie à la lasergrammétrique*, «In Situ: Revue des patrimoines», 13 [consulté le 2011.09.15].
- Art rupestre: la 3D un outil de médiation du réel invisible?* ([http://www.insitu.culture.fr/article.xsp?numero=13&cid\\_article=maumont-489](http://www.insitu.culture.fr/article.xsp?numero=13&cid_article=maumont-489)).
- MENS E. 2004, *Etude technologique des gravures de Mané er Hroëk (Locmariaquer, Morbihan): un nouveau cas de crose transformée en hache*, «Bulletin de la Société Préhistorique Française», 101 (1), 105-116.
- PÉTREQUIN P., CASSEN S., ERRERA M., KLASSEN L., SHERIDAN A., PÉTREQUIN A.M. (eds.) 2012, *Jade. Grandes haches alpines du Néolithique européen, V<sup>e</sup> et IV<sup>e</sup> millénaires av. J.-C.*, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté et Centre de recherche archéologique de la Vallée de l'Ain, Collection Les cahiers de la MSHE Ledoux, 2 vol.
- SHEE TWHIG E. 1981, *The Megalithic Art of Western Europe*, Oxford, Clarendon Press.
- SELLIER D. 1997, *Utilisation des mégalithes comme marqueurs de la vitesse d'érosion des granites en milieu tempéré: enseignements apportés par les alignements de Carnac (Morbihan)*, «Zeitschrift für Geomorphologie», 41/3, 319-356 (<http://www.dstretch.com>).

## ABSTRACT

Gavrinis, on the estuary of the river Vannes, is known for the extraordinary abundance of engravings preserved on the monolithic wall pillars. These engravings have of course contributed to the reputation of the site, to such an extent that the terms “temple” or “sanctuary” have spontaneously added themselves to the notion of sepulchral space which is generally applied to this family of Neolithic architecture. Our objective is to re-qualify these representations using a new frame of reference, based on a new corpus of engraved signs, including their architectural context and position in the volume of the rock. Recording of the topographical, archaeological, petrographic and acoustic data of the cairn and the passage grave provides a representation of both architecture and engraved (or painted) signs. Our survey involved recording geolocational data (108 million points), with different scales of acquisition. Thus the whole cairn and surrounding ground were scanned using a time-of-flight camera. Then the walls of the tomb and the upper face of the cover slab were recorded with a second scanner with infra-millimetric resolution. Different software treating point clouds were tested to find the best tool for rendering the engravings using a graphic tablet. For the engraved signs on granite, a comparison of methods is proposed, showing the advantages and disadvantages of old techniques (stamping, tracing paper, polyethylene cellophane) in relation to new techniques (digital photographs, scanner 3D). There is no doubt that the scanner enables engravings to be reproduced with the exact relief of the rock, as well as in the architectural sequence of the monument. However, the precision of scanner recordings of surface lines on hard rock (sandstone) is no greater than that of digital photography with oblique lighting or digital image process revealing colors. The two methods are thus complementary.