

COUNCIL OF EUROPE



CONSEIL DE L'EUROPE

**THEMATIC SESSION**

**Archaeology and digital technologies -**

**Exchange of best practices, with particular reference to the  
European Convention on the Protection of the  
Archaeological Heritage (revised, Valletta, 1992)**

***- FRANCE -***

## **ARCHÉOLOGIE ET TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES**

Apport de la Sous-direction de l'archéologie (SDA) – Service du patrimoine (SP) – Direction générale des patrimoines et de l'architecture (DGPA) – Ministère de la culture (MC) - France

Proposition G. Piñçon/Centre national de la Préhistoire/SDA/SP/DGP/MC

L'archéologie est une science et exige donc pour l'archéologue de connaître les dernières avancées de sa discipline, or celles-ci sont souvent en lien avec les avancées d'autres disciplines y compris techniques. C'est ainsi, par exemple, que la photographie est, dès son invention, entrée dans les usages des archéologues pour démontrer et soutenir leurs découvertes. La démocratisation des appareils et leur amélioration technique en terme de résolution de pixel a grandement participé à son exploitation par les équipes de chercheurs. Puis l'utilisation d'un environnement logiciel vectoriel (dynamique et modifiable par nature) plutôt qu'image (Bitmap par nature figée) a élargi également les usages des archéologues. Aujourd'hui, le développement des outils numériques, notamment dans un écosystème 3D, ainsi que celui des plates-formes collaboratives, agissent très fortement sur les approches archéologiques des sites (sous-marins, terrestres, au sol comme en élévation), autant pour la connaissance, que pour la conservation et la médiation.

Nous proposons d'illustrer l'impact des technologies numériques en archéologie en s'appuyant notamment sur le domaine des grottes ornées paléolithiques. Rappelons que parmi environ 400 grottes ornées paléolithiques connues à ce jour, l'essentiel, soit près de 95% se concentre en France et en Espagne. Ces sites particulièrement sensibles du monde souterrain, parfois sous les eaux comme la grotte Cosquer, sont de véritables édifices naturels soumis aux problématiques climatiques et environnementales pour leur conservation et leur accessibilité. S'y développent une archéologie des sols et des parois mais dans des espaces qui contraignent aussi à des interventions les moins invasives possibles comme préconisées par la convention de La Valette. Des technologies de relevé et d'analyse adaptées basées sur le numérique sont privilégiées du fait de la fragilité des lieux, de leur caractère confiné et extrêmement humide.

L'archéologie s'appuyant sur les technologies numériques se trouve renforcée sur plusieurs points forts de la Convention de La Valette, ce que nous allons évoquer avant de conclure sur les limites et les nouveaux attendus du numérique pour l'archéologie.

### **Un panel de plus en plus large de nouvelles technologies numérique utilisé en archéologie:**

Sur le terrain, les archéologues s'appuient sur de nombreux outils numériques adaptés pour la saisie des informations, leur analyse et leurs enregistrements. Les chercheurs quel que soit leur spécialité (archéologique, environnementale, morphométrique, archivistique, etc.) produisent une grande quantité de données au format natif numérique. Or, il est essentiel que toutes ces ressources soient accessibles et partagées, que toutes nouvelles données s'ajoutent et s'insèrent à l'existant et l'enrichissent afin notamment de ne pas gaspiller la ressource archéologique mais assurer sa conservation patrimoniale et scientifique.

C'est dans ce sens que le ministère de la culture revoit actuellement le contenu des rapports d'opération (Arrêté du 27 septembre 2004 portant définition des normes de contenu et de présentation des rapports d'opérations archéologiques) et plus particulièrement les annexes, à

savoir les inventaires et la description de toutes les données numériques issues de l'opération, afin d'assurer leur transmission et leur pérennité de façon cohérentes et normées. De même, la carte archéologique nationale (CAN) inscrite dans le Code du patrimoine, évolue vers un système d'information géographique (SIG) plus ouvert et transversal qui permettra l'interopérabilité des systèmes de gestion d'archéologie préventive et programmée avec les différentes servitudes d'utilité publique, pour une meilleure gestion du territoire avec les aménageurs et collectivités. La description, la structuration et la mise en perspective de ces données géoréférencées sous la forme de catalogues de données métiers interopérables décrites selon la norme européenne Inspire, sont nécessaires pour leur consolidation à long terme et leur ré-utilisation.

En changeant d'échelle, le SIG permet pour l'entité archéologique qu'est, par exemple, la grotte ornée, de rassembler et superposer les données des multiples disciplines. *L'Atlas de la grotte Chauvet* (Geneste et Delannoy (dir.), 2020) récemment publié par le ministère de la culture, démontre combien il est utile de compiler toutes les informations pour les mettre en perspective et aider à une lecture dynamique dans le temps et l'espace de ce lieu anciennement fréquenté par les humains.

Le chronogramme exploitant les archives met en perspective des événements qui se sont passés sur un site en agrégeant les informations, mais cette fois-ci, sur une ligne du temps. Appliqué la première fois à la grotte de Lascaux, il a permis d'instituer les principes de régulation hygrothermique et du CO<sub>2</sub> restés en vigueur plusieurs décennies et a aidé le conseil scientifique présidé par le professeur Yves Coppens à la prise de décision d'arrêter le pompage de l'air chargé en CO<sub>2</sub> au bas du Puits du Sorcier en janvier 2015.

La pluralité d'approches scientifiques des sites, avec la recherche de l'équilibre entre conservation et connaissance, bénéficie du développement de l'écosystème 3D, où le modèle numérique tient une place importante à la fois comme ressource, comme archive et comme support de recherche et de médiation.

### **Développement de l'écosystème 3D et la place du modèle numérique en archéologie**

La numérisation 3D des sites archéologiques comme les grottes ornées permet de disposer d'un clone numérique constituant à la fois une archive et un nouvel objet pour l'étude. En effet, le clone 3D de la grotte Cosquer, en partie immergée et accessible qu'à certains plongeurs professionnels, sert de support d'analyse aux chercheurs et conservateurs en amont de toute intervention. Il constitue la référence partagée entre tous les acteurs y intervenant et leur permet de croiser leurs données. La grotte pouvant disparaître un jour, se pose la question du statut de ce modèle devenu patrimoine. Fouiller sans toucher grâce aux technologies numériques a été expérimenté également pour l'étude d'une urne funéraire prélevée sur site (LE GOFF et al. (coll.). 2019).

Côté valorisation, des modes de représentation des biens archéologiques sont bien illustrés par les créations de fac-similés ou répliques (physiques et virtuelles). C'est le cas des grottes françaises comme Lascaux, le Roc-aux-Sorciers, Chauvet et actuellement Cosquer, ou comme en Espagne avec la Néogrotte d'Altamira, par exemple. La fréquentation touristique de ces supports de médiation, positionnés à distance des sites originaux, a un fort impact économique et touristique sur les territoires (350.000 visiteurs en moyenne par an pour Lascaux 4 comme pour Chauvet 2) tout en évitant les risques de dégradations. Leur multiplication ne fait qu'augmenter leur fréquentation par le public et maille ainsi le territoire français.

Les expériences de visites en réalité virtuelle, à plusieurs, réalisées par Dassault système à la Cité de l'architecture et du patrimoine (CAPA) dans la grotte de Lascaux ou encore la visite en réalité augmentée de la pyramide de Kéops montrent le potentiel de ces technologies numériques encore peu utilisées.

Mais au-delà de ces nouvelles ressources numériques et de la valorisation de ces sites, ce sont aussi de nouvelles pratiques qui apparaissent dans le métier des archéologues. Le numérique et plus particulièrement la 3D encourage les spécialistes à partager leurs données comme on l'a vu plus haut avec les SIG, mais aussi à les agréger sur le modèle 3D qui constitue alors le pivot central, support des connaissances multidisciplinaires du site. Le partage et l'approche participative d'un outil comme Aioli (Abergel et *al.*, 2019) aboutissent à de nouveaux modes d'enrichissement de la connaissance et ancrent l'analyse dans la pluridisciplinarité et la coopération.

Ces pratiques collaboratives et participatives se développent. Elles ne peuvent que contribuer à une meilleure analyse des éléments archéologiques, à un meilleur partage des connaissances et à la sauvegarde dans le temps des résultats. Restent à développer ces aspects participatifs avec les publics, le monde du numérique n'étant pas encore au bout de ses possibilités.

### **Des données numériques documentées, un enjeu sur le long terme pour l'archéologie à soutenir**

Enfin, ces changements de paradigmes qu'entraînent le tout numérique, soulèvent le sujet la gestion de la documentation scientifique numérique, dans le but de la rendre pérenne et de la partager pour ce qu'elle est, ce dont les archéologues s'emparent de plus en plus. Ainsi se développe la description des métadonnées et paradata de toutes les données numériques produites (CNP-MAP, 2017).

L'archéologue est toujours curieux d'explorer et d'exploiter les différents outils qui s'offrent à lui au fil des innovations, ce qui met sa discipline scientifique dans l'actualité malgré le caractère le plus souvent ancien de son objet d'étude. L'introduction du numérique et de la 3D lui permettent d'aborder son domaine d'étude en trois dimensions et de façon de plus en plus collaborative et participative. Elle lui permet également de formaliser la description des données qu'il produit afin de les rendre pérennes et partageables. Se pose alors la question du stockage de ces nombreuses données (big data) et la possibilité de les ré-utiliser.

Les technologies numériques ont un impact national et même international important en archéologie. Elles aident à la protection des sites en s'y substituant parfois avec les modèles 3D. Elles contribuent à la production de nombreuses données et leur mise en cohérence dans différents systèmes et à différentes échelles (CAN), trouvant tout de suite un intérêt transversal et d'utilité directe pour les décideurs politiques. Plusieurs outils permettent aujourd'hui de gérer ces ressources durant tout leur cycle de vie (de l'acquisition jusqu'à l'archivage) selon les préconisations interministérielles. S'ajoutent pour l'archéologie, la numérisation des ressources documentaires qui n'étaient pas natives en numérique. A ce jour, il reste encore beaucoup de travail sur cette numérisation, son archivage et son partage même si déjà des informations archéologiques sont diffusées en ligne (ADLFI et rapports d'opération en ligne). Elles induisent de nouveaux procédés de valorisation sous de multiples formes auprès des publics en partant d'une même ressource numérique « qui ne s'use pas ». Elles incitent les archéologues à travailler ensemble, à partager leur données, leur regard sur un même site grâce à l'agrégation de leurs données sur le modèle 3D.

Un travail reste encore à développer qui pourrait être partagé à l'échelle de l'Europe, sur la définition des données publiques (open data) de l'archéologie, un chantier pas encore assez développé en France. L'exploitation des réseaux et le développement de Clouds partagés pour ce domaine restent encore à développer et à normaliser entre les différents acteurs et utilisateurs.

Développer l'accès à des ressources numériques archéologiques à destination des publics pour faciliter leurs exploitations dans le monde de l'éducation et de la formation, aux industriels du tourisme et des jeux, assurerait une transmission dans la société civile de l'archéologie plus étendue et inciterait les industriels à de nouveaux développements.

L'archéologie concerne différents acteurs, gestionnaires, propriétaires, chercheurs et collectivités territoriales qui par leurs actions peuvent être confrontés à des situations et des attentes contradictoires, chacun d'eux prônant la mise en avant de ses centres d'intérêt. Même si d'emblée, les méthodes non invasives seront recherchées sur les gisements, des questions se posent à des échelles de temps différents selon les objectifs à atteindre de ces acteurs. La réalisation de fouilles sur des lieux sensibles est à insérer dans cette démarche globale. Le partage de leur documentation, la qualité des messages transmis dans les restitutions pour le public, et l'effet du tourisme sur le territoire dépendent tout autant de ces deux impératifs que sont recherche et conservation.

Albergel V., Pinçon G., Konik S. et Kévin J., 2019. Harmonisation et diffusion des ressources numériques 3D des grottes ornées. *In Situ - Revues des Patrimoines* 39, <http://journals.openedition.org/insitu/21550>

CNP & MAP UMR 3495, 2017. *Livret méthodologique. Description des métadonnées des acquisitions numériques*, 60 p.

Fuentes O., Lepelé J., Pinçon G. 2019. Transferts méthodologiques 3D appliqués à l'étude de l'art paléolithique : une nouvelle dimension pour les relevés d'art préhistorique. *In Situ - Revues des Patrimoines*, 39, <https://doi.org/10.4000/insitu.21510>

LE GOFF, Isabelle, CULOT, Sylvie (coll.), BIGOT, Jean-Jacques (coll.), HUART, Patrick (coll.) & POISSON, Archibald (coll.). (2019). Nouvelles technologies numériques, nouveau regard porté sur les crémations. Dans S. Eusèbe, T. Nicolas, V. Gouranton & R. Gagne (dir.), *Archéologie : imagerie numérique et 3D : actes du 3<sup>e</sup> séminaire scientifique et technique de l'Inrap, 26-27 juin 2018, Rennes*. <<https://doi.org/10.34692/74qm-s229>>. <<hal-02437147>>.

Geneste J.-M., Delannoy J.-J. (dir.), 2020. *Monographie de la grotte Chauvet-Pont d'Arc, vol.1, Atlas de la grotte Chauvet-Pont d'Arc*. Paris : Editions de la Maison des sciences de l'Homme, coll. « Documents d'archéologie française », 384 p.

Legay J., 2020. *Le relevé d'art pariétal collaboratif : de nouvelles modalités pour la recherche appliquée à l'étude de la grotte ornée de Comarque (Dordogne)*. Master 2, université de Bordeaux.

Louman L., Fritz C., Desponds D. et Pinçon G., 2020. Le géoweb et la cartographie collaborative au service de l'étude de la grotte Chauvet Pont-d'Arc (Ardèche). *Fondation des Sciences du Patrimoine : recherches interdisciplinaires. Techné n°5*, 2020, p. 49-57.