

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)**

- BELGIUM – WALLONIA -

Contribution de la Wallonie à la session thématique « Archéologie et technologies numériques »: applications au sein de l'Agence Wallonne du Patrimoine.

Jean-Noël ANSLIJN, Sébastien GROLET et Frédéric HANUT (coordination pour la Direction de l'Appui Scientifique et Technique).

Les services de l'Agence wallonne du Patrimoine (AWaP)¹ disposent d'un éventail large d'outils numériques concourant à l'accomplissement de leurs missions, à savoir principalement : la gestion des chantiers et inventaires archéologiques, l'étude et la préservation des monuments et biens remarquables, la promotion du patrimoine, la transmission des savoir-faire à travers la formation aux métiers du patrimoine, l'appui aux propriétaires et l'octroi des subventions.

Plus spécifiquement, au regard de la question abordée au sein de la présente Session thématique du CDCPP sur l'Archéologie et des technologies numériques, les différents départements de l'AWaP ont pu bénéficier d'investissements publics importants ces dix dernières années/durant la dernière décennie, tant en matière d'équipement (outils topographiques, scanners 3D, équipements pour la photogrammétrie, « drones »...) que de procédés de traitement (outils de calcul, logiciels) afin de rencontrer au mieux les enjeux d'une gestion moderne et raisonnée des ressources du patrimoine régional.

Deux approches spécifiques semblent illustrer pertinemment le renouvellement des méthodes et l'implémentation de technologies de pointe dans le cadre des missions d'archéologie : la documentation numérique et la télédétection, reposant toutes deux sur l'acquisition de données tridimensionnelles à haute densité.

A. La **documentation numérique** continue du patrimoine – qu'il s'agisse de vestiges archéologiques découverts dans le cadre des interventions des services de l'AWaP ou de monuments remarquables, à protéger ou restaurer – bénéficie d'une dynamique de numérisation tridimensionnelle (relevés photogrammétriques et lasergrammétriques) permettant de répondre de manière effective à une double mission de documentation : un état des lieux extrêmement dense et précis, réalisé en temps réel dans le cadre des missions de l'Agence, d'une part, et la constitution d'une documentation de référence pour des études approfondies des vestiges, d'autre part.

Cette dynamique, d'abord expérimentée sur des projets pilotes (Collégiale de Nivelles, Cathédrale de Tournai...) a rapidement donné lieu à la formation approfondie d'agents de l'AWaP, afin de disséminer les connaissances et compétences tout en augmentant la capacité d'intervention. L'usage de la photogrammétrie pour la conduite des opérations archéologiques tend aujourd'hui à devenir un standard, notamment à la suite des

¹ L'Agence wallonne du Patrimoine regroupe, depuis janvier 2018, le Département du Patrimoine du Service public de Wallonie (Direction Générale de l'Aménagement du Territoire) et de l'Institut du Patrimoine wallon (organisme d'intérêt public)

travaux sur le site du Grognon, au cœur de Namur, capitale de la Wallonie. Ces méthodes permettent un enregistrement numérique continu des vestiges et contextes mis au jour, afin de conserver une trace à haute valeur informative pour les générations futures². La photogrammétrie est utilisée, d'une part, par les équipes de terrain (photogrammétrie terrestre) et, d'autre part, à partir de drones (photogrammétrie aérienne).

L'usage de la lasergrammétrie s'impose, quant à lui, spécifiquement pour la documentation d'ensembles complexes (monuments, bâtiments, charpentes, caves et souterrains...) ainsi que pour les vestiges aux structures fort altérées ou les environnements sans lumière (grottes, minières). La qualité de mesure exceptionnelle et la capacité d'intégration à large échelle dans des cheminements complexes constituent les apports majeurs de la lasergrammétrie à l'usage du Patrimoine.

Avec les évolutions des procédés d'exploitation des données contribuant désormais à l'intégration des deux types de sources (lasergrammétiques et photogrammétiques) au sein d'un seul et unique processus de traitement, ces deux approches tendent devenir des étapes complémentaires d'une démarche intégrée, offrant un résultat à haute valeur ajoutée dépassant la simple juxtaposition des résultats et offrant, par conséquent, une documentation enrichie (le meilleur de la mesure enrichi du meilleur de l'imagerie).

Le traitement intégré des données de lasergrammétrie et de photogrammétrie est aujourd'hui devenu un standard de qualité au sein des services du patrimoine wallon (lorsque les objectifs poursuivis le nécessitent). Des formations continues, en temps réel dans le cadre des missions de l'AWaP, donnent l'opportunité aux agents d'acquérir les compétences au fur et à mesure des développements.

Au-delà des impacts significatifs sur la documentation scientifique et technique collectée à travers les missions de l'AWaP, les données produites sont également mises à disposition de partenaires externes, en particulier les aménageurs, entrepreneurs et auteurs de projets impliqués dans des activités impactant le patrimoine. Cette mutualisation des données s'inscrit pleinement dans les objectifs de conservation intégrée définis dans la Convention européenne pour la protection du patrimoine archéologique (révisée) (La Valette, 1992. STCE 143) facilitant la collaboration entre archéologues, urbanistes et aménageurs, afin d'assurer la meilleure préservation possible du patrimoine archéologique³.

B. La **téledétection** constitue également une approche à haute valeur ajoutée dans le cadre de la gestion du patrimoine archéologique, ainsi que des inventaires et des définitions de zonages divers. La disponibilité de données LIDAR (Light Detection And

² Ces données collectées doivent cependant être impérativement traitées et enrichies par des métadonnées et des informations scientifiques, en temps-réel.

³ Cette situation s'inscrit également dans les perspectives de la recommandation R (89) 5 du Comité des Ministres aux États Membres relative à la protection et mise en valeur du patrimoine archéologique dans le contexte des opérations d'aménagement urbain et rural.

Ranging) à l'échelle de toute la Wallonie, à partir de 2013⁴, a permis de compléter les approches reposant sur une lecture des données de photographie aérienne, en ouvrant un champ de possibilités en matière d'analyse des reliefs. En effet, l'examen approfondi des données LIDAR permet de dépasser la reconnaissance basée sur l'information «visible» en mettant en évidence des phénomènes et des structures latentes, peu visibles ou invisibles à l'œil nu, et plus particulièrement dans les secteurs sous couvert végétal.

En outre, les possibilités d'utilisation des données satellitaires et *in situ* produites grâce aux programmes de monitoring spatial européens (*Sentinels* et autres contributeurs) pourraient apporter une plus-value aux actions de télédétection pour l'archéologie, dans une dynamique de prévention à l'échelle européenne au travers d'échanges de bonnes pratiques, notamment. Ces perspectives ont été abordées et ont conduit à d'autres conjectures dans le cadre d'un groupe de travail relatif à l'utilisation des ressources du programme Copernicus pour le Patrimoine culturel.

En matière de traitement de données LIDAR, l'utilisation de procédés cumulatifs – tels que les méthodes d'analyse du *Sky View Factor* (Pourcentage de Ciel Visible), des ombrages multidirectionnels, des analyses de principales composantes ainsi que les synthèses sous forme de *Simple Local Relief Model* (SLRM) ou de *Local Dominance* (LD), que permettent désormais des solutions intégrées⁵ – offre une perception inouïe des vestiges faiblement conservés, y compris dans des environnements fortement végétalisés (forêts, bois, futaies, etc.).

Ces prospections non intrusives permettent de cibler les actions à mener et de guider les objectifs, tant en amont, en matière de protection et de classement (réserves), qu'en aval, sous forme d'interventions intrusives limitées (fouilles, sondages), selon les besoins des différentes missions de l'AWaP. L'analyse à moyenne et à grande échelle des données, dans une approche cartographique continue, permet, en outre, de disposer d'une capacité d'anticipation appréciable dans la gestion des projets d'aménagement, tenant compte des obligations de rationalisation de l'utilisation des ressources humaines et budgétaires.

À titre d'exemple, au sein du réseau Natura 2000 en Wallonie, un projet en particulier, actuellement en développement, illustre parfaitement les applications et les enjeux de l'usage de ces outils, dont certaines optimisations en cours constituent des perspectives très riches pour la gestion du patrimoine wallon : l'élaboration d'un guide à l'intention des gestionnaires publics et privés pour une meilleure connaissance des sites archéologiques en forêt.

4 <http://geoportail.wallonie.be/catalogue/f3cdf392-a569-423e-889e-186c5e647cd3.html>

5 Comme celles proposées, par exemple, par le Relief Visualization Toolbox mis à disposition par l'Institut d'Études Anthropologiques et Spatiales de Ljubljana (Institute of Anthropological and Spatial Studies – IAPŠ), lui-même financé par l'Agence de la Recherche slovène et partiellement par le programme européen ArchaeoLandscapes (<https://iaps.zrc-sazu.si/en/rvt>).

En Wallonie, les zones forestières représentent 33% de la superficie du territoire régional, l'importance de la couverture boisée variant fortement d'une province à l'autre et s'étend principalement en province de Luxembourg et dans le sud des provinces de Namur et de Liège.

Dans ces zones, le potentiel archéologique des surfaces boisées est très important, peu étudié et encore largement inédit. Il constitue une mine d'informations scientifiques pour toutes les périodes de la préhistoire à nos jours : les vestiges archéologiques présents en forêt depuis des siècles sont souvent mieux conservés car préservés de la forte érosion due à l'agriculture moderne.

Cependant, ce patrimoine n'en demeure pas moins fragile, notamment menacé par la mécanisation des travaux sylvicoles (abattage, débardage) et par certaines techniques de gestion des sites semi-naturels sur de grandes étendues (coupes à blanc, étrépage, gyrobroyage, etc.).

Afin de rencontrer les enjeux en matière d'archéologie préventive, la Direction scientifique et technique de l'Agence wallonne du Patrimoine a entamé la rédaction d'un guide à l'intention des gestionnaires publics et privés pour une meilleure connaissance des sites archéologiques en forêt – et autres milieux semi-naturels – afin d'inscrire la préservation du patrimoine archéologique dans une gestion durable de ces milieux (tant dans ses aspects écologiques que patrimoniaux), accompagné d'une cartographie des vestiges archéologiques attestés dans les boisements des cinq provinces wallonnes⁶.

L'objectif est de définir avec un maximum de précision l'étendue spatiale des vestiges archéologiques conservés en surface ou en sous-sol et d'intégrer la préservation du patrimoine archéologique dans les plans de gestion actuels et futurs de ces sites⁷.

Pour chaque catégorie de vestiges, le guide propose une série de recommandations en faveur d'une gestion plus attentive du patrimoine archéologique, sous forme de mesures de protection préventives aisément applicables sur le terrain⁸.

Basé principalement sur l'inventaire des sites archéologiques réalisé et actualisé par l'AWaP, le corpus documentaire a également bénéficié de l'examen et de l'analyse des données LIDAR disponibles pour l'ensemble de la Wallonie qui ont permis de mettre en

⁶ Dans un premier temps, la cartographie des sites archéologiques s'est limitée aux zones Natura 2000 qui recouvrent 13 % du territoire régional et dont les trois quarts sont occupés par la forêt.

⁷ Pour espérer une meilleure protection des sites, il convient d'identifier correctement la nature des vestiges archéologiques rencontrés en forêt, car, bien souvent, les destructions involontaires s'expliquent par le fait que les responsables (forestiers, naturalistes, particuliers, entreprises privées, etc.) en ignorent la présence et la morphologie dans l'emprise de leurs travaux.

⁸ Ces recommandations n'ont pas pour finalité d'empêcher les travaux dans les zones contenant des vestiges et sites patrimoniaux : elles constituent un outil de référence et d'aide à la décision, non seulement pour les gestionnaires mais également pour l'AWaP, dans le cadre de ses missions comme de la planification des futurs travaux, en instaurant un dialogue permanent entre gestionnaires des sites et responsables du Patrimoine.

évidence une quantité impressionnante de sites archéologiques inconnus ou dont les microreliefs sont difficiles à percevoir sur terrain.

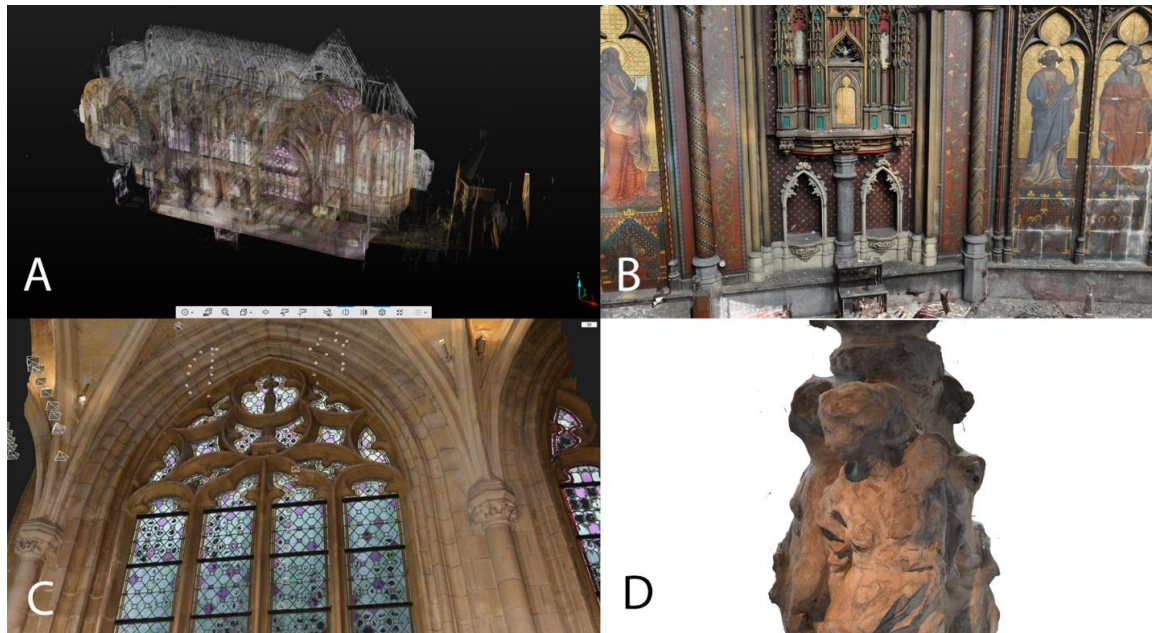
L'apport du LiDAR et de la télédétection ont dynamisé la recherche archéologique en forêt et favorisé la mise en place d'une politique de protection adaptée aux défis de notre époque. Au-delà du réseau Natur2000 , le développement de cette dynamique transversale devrait à s'étendre à terme sur l'ensemble des surfaces boisées de Wallonie.

En conclusion après cette évocation sommaire des applications de nouvelles technologies pour l'Archéologie au sein des services de l'AWaP, la Wallonie s'est dotée d'un équipement de pointe et encourage le développement d'outils de documentation, de gestion et d'aide à la décision, à l'usage des services publics et à l'intention de tous les acteurs et partenaires du Patrimoine dans une approche de conservation intégrée.

L'interopérabilité des données et des résultats constitue l'un des apports majeurs des applications numériques au service du patrimoine wallon, à disposition d'un public cible large et varié.

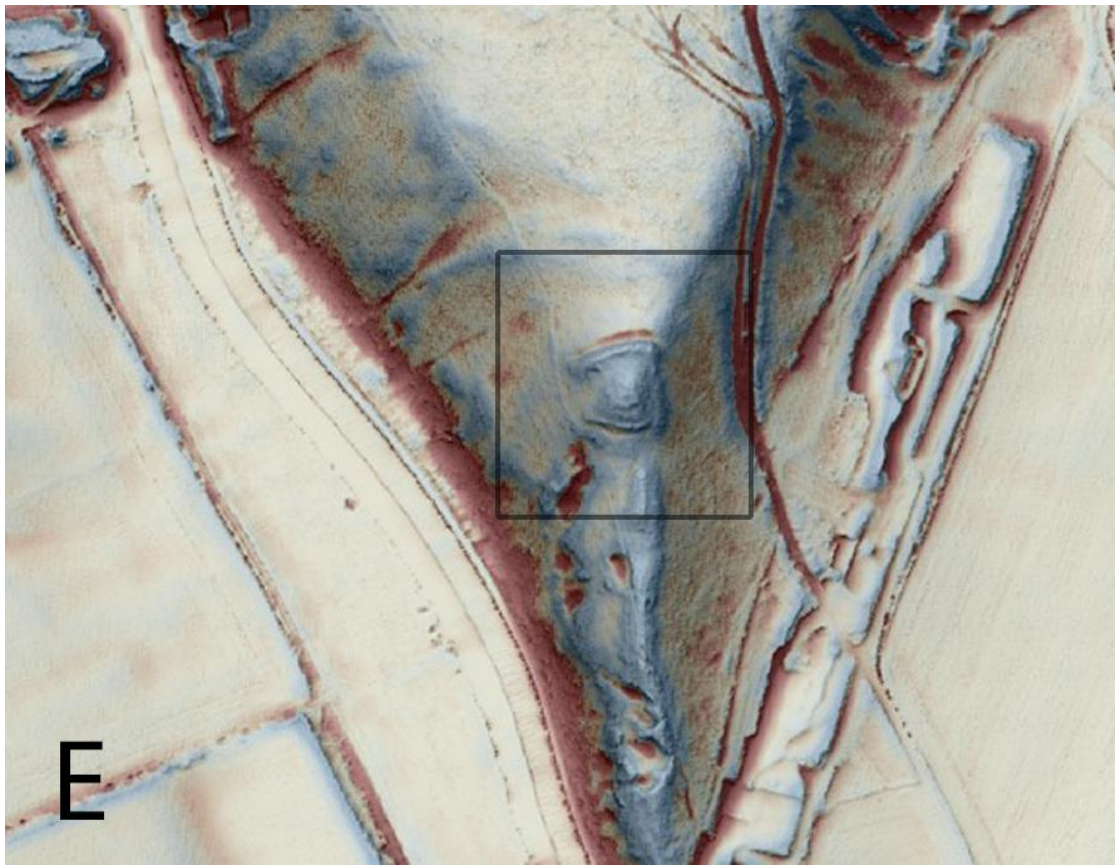
Si les perspectives semblent quasi illimitées, les expériences menées depuis une dizaine d'années soulignent un danger souvent négligé de cette évolution : la massivité des données produites et la problématique d'une gestion et d'un archivage à long terme, tant en termes de volumes de données que de standards et de formats de l'information.

Ce débat n'en est qu'à ses débuts et nécessitera inévitablement une coordination large, au-delà des frontières, sous peine de catastrophes numériques à venir.



Exemples d'interventions de documentation numérique tridimensionnelle, AWaP – DST

- A. *Liège, Collégiale Sainte-Croix, assemblage de 450 scans 3D à l'intérieur du bâtiment.*
- B. *Liège, Collégiale Sainte-Croix, modèle intégré scan 3D/Photogrammétrie des décors néo gothiques.*
- C. *Liège, Cathédrale Saint-Paul, modèle intégré scan 3D/Photogrammétrie des baies du cloître du 16^e siècle.*
- D. *Liège, Musée Curtius, modèle intégré scan 3D/Photogrammétrie du groupe sculpté dit « les trois Grâces » de Jean Del Cour, 17^e siècle.*



Exemples de traitements des données LIDAR, AWaP-DST

- A. *Gozée, Proximité de l'Abbaye d'Aulne, éperon fortifié localisé dans un massif densément boisé, dominant un bras de la Sambre. (Traitements cumulés: sky view factor, slope, Simple Local Relief Model, local Dominance)*