



## L'APPLICATION DES SCIENCES GÉOMATIQUES À LA RECHERCHE ARCHÉOLOGIQUE

Suite aux travaux menés par Enrique Osset, des fouilles systématiques ont débuté au cours de l'été 2021. Elles combinent un ensemble de nouvelles méthodologies liées aux sciences géomatiques et à l'archéologie numérique pour l'identification d'éventuelles structures encore enfouies et la documentation des fouilles.

**Saviez-vous que...** La géomatique englobe un ensemble de techniques et de méthodologies que nous utilisons pour les processus de capture, de traitement, d'analyse, d'interprétation, de diffusion et de stockage de l'information géographique (également connue sous le nom de spatiale ou géospatiale), dans ce cas, de la zone archéologique d'Artieda. Ce groupe comprend, par exemple, la topographie, la géodésie, la cartographie, la photogrammétrie et la télédétection.

### TRAVAUX ANTÉRIEURS: L'UTILISATION DE LA TÉLÉDÉTECTION POUR DÉCOUVRIR CE QUI SE TROUVE SOUS LE SOL

Avant le début des fouilles archéologiques, un type d'étude a été réalisé à l'aide de techniques de télédétection avec l'utilisation de drones "à voilure fixe" et "multi-rotors" avec positionnement GNSS RTK, de capteurs satellitaires multispectraux et thermographiques (réalisés par 3D Scanner Patrimonio e Industria, Spin-Off de l'Université de Saragosse) et d'un géoradar (réalisé par SOT). Pour le développement de cette recherche préliminaire, il était essentiel d'interpréter la croissance différentielle de la végétation dans le site archéologique à travers l'apparition de marques, uniquement visibles depuis l'air avec des capteurs multispectraux. Le développement différentiel de la végétation est dû à la présence de vestiges souterrains qui empêchent une croissance ou un comportement phénologique similaires à ceux des plantes qui poussent sur les murs, les mosaïques, les fosses ou les puits. Ces "marques de culture" ou "marques de sol" aident les archéologues à identifier les vestiges archéologiques encore enfouis et invisibles. Ainsi, l'analyse et l'interprétation par l'Université de Saragosse de l'ensemble des données acquises ont permis de sélectionner plusieurs zones susceptibles de contenir des structures archéologiques.

Quatre sondages ont été délimités topographiquement, dont deux ont finalement été fouillés en 2021: le sondage 1, correspondant au carrefour routier qui a conforté l'interprétation du site comme une ville, et le sondage 2, dans lequel a été exhumée la mosaïque figurée en noir et blanc du bâtiment thermal. A partir de la campagne 2022, les travaux se sont concentrés sur la poursuite de la mise en lumière de cette structure monumentale.



**Saviez-vous que...** La télédétection est une technique d'acquisition de données depuis la surface de la terre à l'aide de capteurs passifs ou actifs installés sur des plateformes spatiales telles que des satellites, des drones, des scanners laser 3D, etc. Elle est actuellement largement utilisée en archéologie comme système d'étude et de documentation non invasif. Dans le cas du Forau de la Tuta, les drones nous ont permis de contempler le site depuis les airs avec un type de caméra qui peut voir au-delà de l'œil humain.

## **LES MAINS DANS LA "TERRE": FOUILLES ET DOCUMENTATION**

La fouille est réalisée selon le système Harris, un outil utilisé pour décrire la succession temporelle des contextes archéologiques et basé sur les principes géologiques établis par James Hutton (1726-1797) et Charles Lyell (1797-1875). Pour ce faire, il est nécessaire d'identifier les différentes Unités Stratigraphiques (US) et les unités structurales, en leur attribuant un numéro et en les géoréférençant sur un même plan.

En général, elles suivent quatre lois ou principes:

- la loi de superposition, selon laquelle les US supérieures sont plus récentes et les US inférieures plus anciennes.
- la loi de l'horizontalité, selon laquelle toutes les US ont tendance à se déposer horizontalement.
- loi de continuité originelle.
- la loi de succession stratigraphique, selon laquelle toutes les US ont leur place dans la séquence.

Par conséquent, toutes les unités doivent être cataloguées et reliées dans une matrice de Harris.

Chaque US a été géoréférencée à l'aide de capteurs GNSS connectés au réseau géodésique actif du gouvernement d'Aragon ARAGEA. Ce système permet de positionner chaque sondage avec une précision millimétrique, ainsi que d'additionner diachroniquement chacune des parties excavées pour générer une vue commune du site. Il s'agit d'une technique qui réunit virtuellement en une seule image toutes les zones fouillées de manière tridimensionnelle grâce à l'utilisation d'un système de scanner laser 3D combiné à des techniques de photogrammétrie terrestre et aérienne. Elle est sans aucun doute essentielle pour la recherche et pour garantir la conservation du site. Ce système consiste à prendre de multiples photographies d'un même terrain à partir de différents points de vue avec un chevauchement entre les images et à les utiliser pour créer des modèles numérisés en 2D ou 3D à haute résolution. Ces données permettent d'effectuer des mesures précises, de localiser des coordonnées et d'exporter des sections du site pour en faciliter la compréhension. La photogrammétrie aérienne a également été utilisée pour documenter les dernières étapes de la fouille, par exemple les salles exhumées lors des campagnes 2021 et 2022 du bâtiment thermal, en combinant dans ce cas le vol d'un drone multiroto et d'un drone à voilure fixe.

L'environnement du site a également été enregistré, cette fois-ci à l'aide d'un système de scanner laser 3D afin d'obtenir un modèle 3D de l'ensemble du site. L'utilisation de



ce système permet, bien que les vestiges exhumés soient à nouveau recouverts à la fin de chaque campagne pour des raisons de conservation, de réunir chaque année les résultats des campagnes successives pour générer un "jumeau numérique". Ce modèle 3D exactement identique permet de générer une réplique physique, à n'importe quelle échelle - comme celle que vous pouvez voir dans la pièce adjacente - ou une réplique virtuelle grâce aux modèles tridimensionnels, en particulier pour les parties enterrées et invisibles.

**Saviez-vous que...** au Forau de la Tuta, chaque année, lorsque nous terminons les fouilles archéologiques, nous avons un grand puzzle de nouvelles pièces que nous devons traiter et étudier tout au long de l'année pour les assembler "virtuellement" avec les pièces des années précédentes et continuer la recherche du site. Bien qu'il nous reste encore beaucoup de pièces à découvrir, il est très important que nous positionnions et stockions correctement les informations afin de garantir l'étude du site pour les prochaines générations de chercheurs.

## **DOCUMENTATION ET DIFFUSION DU PATRIMOINE ARCHÉOLOGIQUE: UNE DOUBLE PROPOSITION POUR LE 21E SIÈCLE**

L'un des objectifs de l'équipe scientifique et de toutes les organisations impliquées dans ce projet de recherche est de rapprocher de la société les résultats obtenus lors de chaque campagne archéologique. Il s'agit de l'une des parties les plus complexes du projet, car les fouilles archéologiques sont recouvertes après chaque campagne afin de préserver leur conservation. Le géoréférencement par capteurs de positionnement par satellite (GNSS RTK), mentionné ci-dessus, nous a permis d'analyser les données capturées et de relier virtuellement chaque zone et, de cette manière, de commencer chaque campagne à la limite de la précédente.

Afin de favoriser la mise en valeur de chacune des parties qui ont été recouvertes après les fouilles, différents systèmes ont été utilisés pour leur visualisation, tant pour la communauté scientifique que pour le reste du public intéressé. Cette valorisation se base sur les systèmes d'enregistrement, de traitement et d'analyse décrits ci-dessus, qui ont donné lieu à la visionneuse à haute résolution que vous pouvez consulter au moyen de ce QR code disponible sur le panneau.

En outre, l'autre QR code vous permet de voir certains des objets archéologiques romains trouvés dans la municipalité d'Artieda et conservés dans le musée virtuel d'Artieda.

**Saviez-vous que...** la combinaison de musée physique et virtuel que nous avons créée à Artieda est un système déjà utilisé par d'autres musées dans le monde sur la plateforme Sketchfab, tels que: The British Museum, Harvard Museum of the Ancient Near East, The Smithsonian Institution. Les modèles ont été réalisés à l'aide d'un scanner 3D à lumière blanche structurée. Cette ressource virtuelle n'est pas destinée à remplacer la visite physique, mais c'est une excellente idée complémentaire pour promouvoir le tourisme et l'éducation au patrimoine culturel d'Artieda.