



**HAL**  
open science

**DE LA DONNEE ARCHEOLOGIQUE A LA DONNEE NUMERIQUE, ET RETOUR. Visualiser les trajectoires historiques du monde indigène préromain de l'Italie du Sud à travers l'élaboration d'un système d'information archéologique 4D sur le site de Monte Torretta di Pietragalla (Basilicate).**

Vincenzo Capozzoli

► **To cite this version:**

Vincenzo Capozzoli. DE LA DONNEE ARCHEOLOGIQUE A LA DONNEE NUMERIQUE, ET RETOUR. Visualiser les trajectoires historiques du monde indigène préromain de l'Italie du Sud à travers l'élaboration d'un système d'information archéologique 4D sur le site de Monte Torretta di Pietragalla (Basilicate).. Paris 1 - Panthéon-Sorbonne. 2021. hal-03920935

**HAL Id: hal-03920935**

**<https://hal.science/hal-03920935v1>**

Submitted on 3 Jan 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



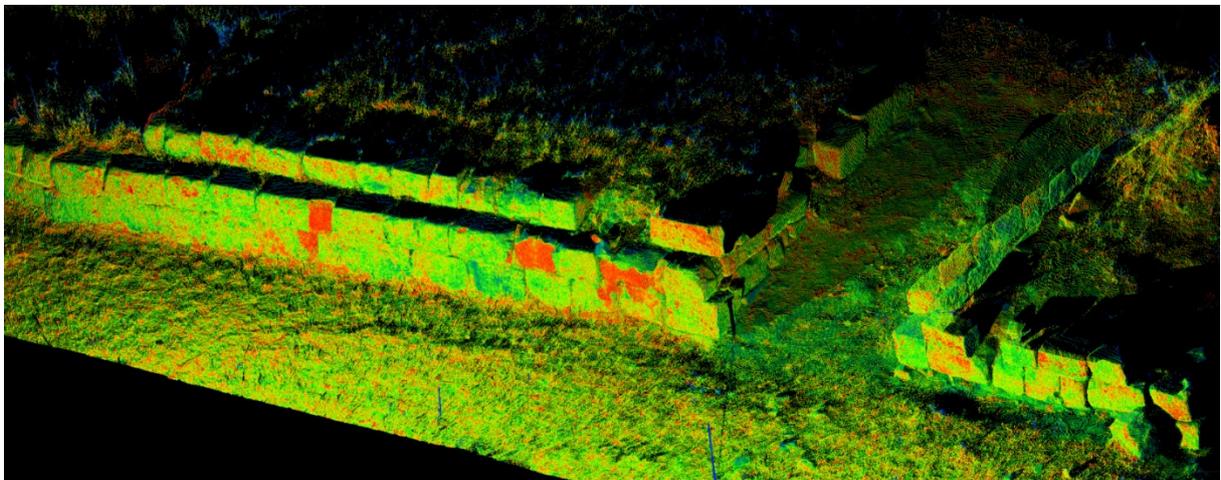
UNIVERSITÉ PARIS 1  
**PANTHÉON SORBONNE**

---

## DE LA DONNÉE ARCHEOLOGIQUE A LA DONNÉE NUMERIQUE, ET RETOUR

---

Visualiser les trajectoires historiques du monde indigène préromain de l'Italie du Sud à travers l'élaboration d'un système d'information archéologique 4D sur le site de Monte Torretta di Pietragalla (Basilicate).



Porteur

Vincenzo CAPOZZOLI

UFR 03 – École d'histoire de l'art et d'archéologie

UMR 8215 - Trajectoires

Centre Malher

9, rue Malher

75004 Paris

## Résumé du projet (500 caractères environ) :

Grace à la mise en place d'un système d'information archéologique 4D, ce projet vise à une nouvelle lecture de l'histoire de l'établissement indigène de Monte Torretta di Pietragalla entre l'Age du Bronze et la fin de l'époque hellénistique. Au cœur d'un projet international de recherche et de valorisation patrimoniale dirigé depuis 4 ans par les universités de Paris 1 et Berlin von Humboldt (*Pietragalla Project*), ce site de hauteur de la Lucanie antique constitue un observatoire privilégié pour questionner les phénomènes de contacts entre indigènes, Grecs et Romains tout en mettant en place une véritable approche d'archéologie numérique, en accord parfait avec les principes actuels de la science ouverte et du Web des données.

## 5 mots-clés

Archéologie, Lucanie antique, numérique, système d'information archéologique, 4D.

## 5 réalisations max significatives liées au projet

1. V. Capozzoli, « *Riscoprendo Monte Torretta di Pietragalla. I tesori nascosti del Museo Provinciale di Potenza* ». Exposition archéologique au Musée Archéologique Provinciale de Potenza, Aout 2017-décembre 2019.
2. V. Capozzoli & A. Bruscella, « Ritorno a Monte Torretta di Pietragalla : dalle riscoperte del Museo Provinciale di Potenza ai nuovi dati dell'archeologia preventiva », in O. de Cazanove & A. Duploux (dir.), *La Lucanie entre deux mers. Archéologie et patrimoine*, Naples-Rome, 2019, p. 297-309.
3. A. Henning, « Urbanizzazione indigena. Die Neugestaltung der Siedlungsorganisation des 4. und 3. Jhs. v. Chr. im Binnenland Süditaliens », in A. Busch, J. Griesbach & J. Lipps (dir.), *Urbane Qualitäten. Die antike Stadt als kulturelle Selbstverwirklichung*, Munich, 2017, p. 325-342.
4. A. Henning, « Sichtbarkeit: schlecht - Funddichte: gering. Grenzen und Möglichkeiten für die Praxis und die historische Auswertung eines Surveys im süditalischen Bergland », in J. Bergemann & O. Belvedere (dir.), *Survey-Archäologie: Naturwissenschaftlich-technische versus historische Methode in Italien und Deutschland*, Rahden, 2017, p. 71-80.
5. L. Capozzoli, G. de Martino, V. Capozzoli, A. Duploux, A. Henning & E. Rizzo, « The Pre-Roman Hilltop Settlement of Monte Torretta di Pietragalla: Preliminary Results of the Geophysical Survey », *Archaeological Prospection* 27, 2020 (10.1002/arp.1793).

## Participants de l'université Paris 1

- CAPOZZOLI Vincenzo, UMR 8215
- DUPLOUY Alain, UMR 8215
- GILIGNY François, UMR 8215
- AUBRY Laurent, IR CNRS, géomatique (UMR 8215)

- THEOPHANE Nicolas, céramologue INRAP (UMR 8215)
- GALINAND Cyrille, UMR 8215
- SILVA PORTO Mariana, doctorante 2021-2022
- KOSTOUDI Evdokia, doctorante 2021-2022
- Lidia STEFANI, doctorante 2021-2022
- Luciarita NUNZIATA, doctorante co-tutelle 2021-2022

## Participants hors Paris 1

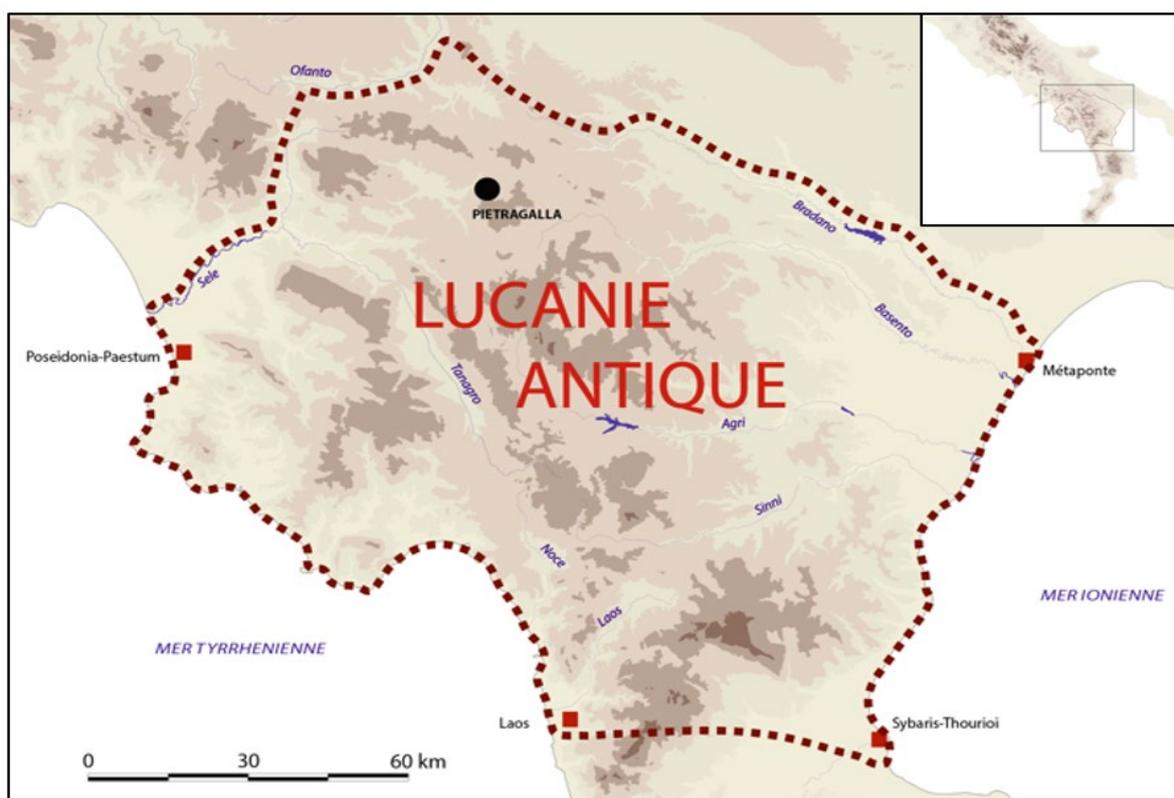
### Indiquez l'établissement

- HENNING Agnes, Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Sammlungsleiterin (Universität von Humboldt de Berlin)
- LECCE Lucia, doctorante (Universität von Humboldt de Berlin)
- SPISKE-SALAMANEK Nicole, Ingénieur (Beuth Hochschule für Technik, Berlin)
- MUTINO Sabrina, Archéologue responsable de la zone nord-lucanienne (Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio della Basilicata)
- MASINI Nicola, Directeur de recherche de l'Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale (CNR)
- CAPOZZOLI Luigi, Chargé de recherche à l'Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale (CNR)

### État de l'art

L'archéologie des centres indigènes de l'Italie du Sud à l'époque préromaine connaît un nouvel essor grâce à l'application depuis une dizaine d'années de certaines technologies numériques. Toutefois, le recours au numérique n'est ni systématique ni inséré dans le contexte d'une réflexion plus générale et profonde sur le rapport entre le cadre historique d'une part et les méthodes d'investigation et d'enregistrement des données de l'autre. Dans la plupart des cas, le tournant numérique de l'archéologie de cette zone et notamment de la région antique de la Lucanie – sur laquelle l'Université de Paris 1 est active depuis presque cinquante ans – se « limite » à l'utilisation de relevés par drone, de la photogrammétrie et de la lasergrammétrie et leur potentiel heuristique est sous-exploité. D'une part, ces techniques sont surtout considérées comme une alternative rapide et efficace aux traditionnels relevés topographiques ; d'autre part, les modèles 3D découlant de leur application ne sont que très rarement accessibles à la communauté scientifique et n'accordent pas de véritable importance aux enjeux centraux de l'accessibilité, de l'interopérabilité et de la réutilisation des données. Du point de vue proprement « historique » et « archéologique », on assiste trop souvent à une confusion entre objectifs scientifiques d'une part et méthodologies et/ou outils numériques de l'autre : ainsi, il n'est pas étonnant de constater l'absence récurrente d'un « historical framework », d'une vraie « problématique de recherche » (*Fragestellung*), qui finit par transformer l'archéologie numérique en exercice de style, aussi fascinant que stérile.

« De la donnée archéologique à la donnée numérique, et retour » est un projet qui, tout en s'inscrivant dans le *digital turn* qui a profondément révolutionné les sciences humaines et sociales depuis une dizaine d'années, met au centre de l'enquête l'histoire des hommes et du paysage, en se focalisant sur un site de hauteur de l'Italie du Sud, Monte Torretta di Pietragalla. Le choix de ce site de la Basilicate, occupé pendant le 1er millénaire avant J.-C. et caractérisé par la présence d'un système de fortification préromain bien conservé, n'est pas le fruit du hasard. Malgré sa taille réduite, Monte Torretta a joué un rôle essentiel à l'échelle interrégionale. Il constitue donc un observatoire privilégié pour apprécier les relations entre communautés différentes, dans une zone charnière entre Basilicate, Campanie et Pouilles, sans oublier qu'à travers le fleuve Bradano, Monte Torretta devait être en lien avec la côte ionienne.



Depuis 2017 Monte Torretta est au cœur d'un ambitieux programme de recherche international, le Pietragalla Project. Ce programme, dirigé par moi-même, Alain Duploux et Agnes Henning (Berlin), vise à l'étude archéologique et à la valorisation patrimoniale du site de Monte Torretta, en l'inscrivant par ailleurs dans une démarche d'« archéologie durable » (*sustainable archaeology*), incarnée par la relation étroite entre les partenaires académiques et les communautés locales dans une démarche de *citizen humanities*, faisant de la relation bilatérale entre sciences et société un point central de la recherche elle-même.

Le point de départ du Pietragalla Project a été la conception par moi-même d'une exposition archéologique, « *Riscoprendo Monte Torretta di Pietragalla* », qui a été inaugurée en août 2017 au Museo Provinciale de

Potenza et qui visait à présenter l'ensemble des découvertes (archives et mobilier) faites sur le site depuis sa découverte dans les années 1950. Cette exposition, que l'on peut visiter virtuellement grâce à une application Android – une première pour toute l'archéologie de la région<sup>1</sup> –, et les trois campagnes sur le terrain qui ont suivi entre 2017 et 2019 (celle de 2020 a été annulée à cause de la crise sanitaire : voir *infra*) ont permis de redécouvrir un site au potentiel archéologique et historique extraordinaire.



Ancien tracé hypothétique (en bleu ciel). Nouveau relevé topographique confirmé (en noir). Prospections géophysiques (en rouge)

En particulier, nous avons mené une documentation systématique et complète du système de fortification dans la partie occidentale du site, caractérisée par la présence de deux portes très bien conservées au niveau des fondations : la *Porta Marie* – la principale porte d'accès au site – et la *Porta Livia* – la porte (ou le passage ?) d'accès à l'« acropole », une zone de forme ellipsoïdale située dans le secteur nord-ouest de l'enceinte. Le but était de préciser son tracé, sa chronologie et son état actuel de conservation (y compris des restaurations anciennes pas toujours heureuses), notamment à travers un relevé topographique, un nettoyage des vestiges de la végétation invasive et destructrice, un relevé photogrammétrique partiel<sup>2</sup>, ainsi qu'une modélisation 3D au moyen d'un LASER scanner de tous les tronçons actuellement visibles. L'ensemble de ces données a permis d'ouvrir une réflexion sur la nécessité de construire une architecture numérique capable de rendre compte de la complexité d'un tel site pluristratifié et aux évidences archéologiques très différentes.

<sup>1</sup> [https://play.google.com/store/apps/details?id=michelegarramone.montetorrettaapp&hl=en\\_US&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=michelegarramone.montetorrettaapp&hl=en_US&gl=US)

<sup>2</sup> <https://sketchfab.com/pietragalla.project>

A cote de cela, plusieurs campagnes de prospection aérienne (drone avec caméra) et géophysique (électrique et magnétique) ont été menées à l'intérieur de l'espace fortifié. En particulier, en 2018, l'Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale du CNR a entrepris une série de relevés géophysiques dans le secteur de Porta Livia et de Porta Marie, révélant la présence d'un nombre important d'alignements, qui semblent attester une occupation dense *infra muros* et un réseau viaire. Nous venons d'en rendre compte dans un article collectif paru dans la revue *Archaeological Prospection*<sup>3</sup>. Outre le tracé de l'enceinte et sa construction, le cœur même de l'établissement commence donc à reprendre vie. Il s'agit là d'un résultat tout à fait significatif dans une archéologie de la Lucanie antique qui a toujours considéré, par postulat plus que comme le résultat de recherches de terrain, que les « fortifications lucaniennes » étaient des « enceintes vides », de simple lieu de refuge, mais en aucun cas des habitats permanents. On voit ici clairement comment l'application préliminaire de techniques d'archéologie numérique permet de remettre en discussion une donnée souvent tenue pour acquise.

Le Pietragalla Project participe d'une réflexion plus vaste sur la Lucanie antique (cf. carte), dans laquelle différents acteurs du projet sont impliqués depuis une dizaine d'années dans des cadres nationaux<sup>4</sup>. A part mes activités de recherche dans la région, qui remontent déjà au début des années 2000, je signale l'important programme de recherche dirigé par A. Duploux et financé par la Ville de Paris (2012-2015). Ce programme, intitulé « Lucanie antique : archéologie et patrimoine », a abouti entre autres à la mise en place d'une base de données en ligne<sup>5</sup>, ainsi qu'à l'organisation en 2015 – avec Olivier de Cazanove, lui-même impliqué depuis plusieurs décennies en Basilicate – d'un colloque international consacré à la « Lucanie entre deux mers ». Dans les actes, récemment publiés, moi-même et Agnes Henning avons fait le point pour la première fois sur les résultats des recherches menées à Monte Torretta di Pietragalla depuis 1950 et avant le démarrage du Pietragalla Project (Henning 2019 ; Capozzoli & Bruscella 2019).

Au-delà de la *vexata quaestio* de l'origine des Lucaniens, l'histoire et l'archéologie de la Lucanie préromaine restent, aujourd'hui encore, appréhendées comme un face-à-face entre Grecs et non-Grecs ou entre Romains et populations italiques. De ce point de vue, la Lucanie n'est toujours, pour l'essentiel, que l'arrière-

---

<sup>3</sup> 5. L. Capozzoli, G. de Martino, V. Capozzoli, A. Duploux, A. Henning & E. Rizzo, « The Pre-Roman Hilltop Settlement of Monte Torretta di Pietragalla: Preliminary Results of the Geophysical Survey », *Archaeological Prospection* 27, 2020 (10.1002/arp.1793).

<sup>4</sup> La Lucanie est une région antique d'Italie du Sud qui recoupe aujourd'hui la Basilicate, le sud de la Campanie et le nord de la Calabre, et qui, selon les sources anciennes, devait s'étendre de l'embouchure du fleuve Sele à celle du Lao sur la côte tyrrhénienne et de Thourioi à Métaponte sur la côte ionienne. Entre les deux côtes, la Lucanie intérieure offre une succession de montagnes relativement élevées qui en cloisonnent les diverses parties. La géographie segmentée de la Lucanie se reflète aussi dans l'histoire de son peuplement, qui voit une cohabitation faite d'échanges, de contacts, d'hybridation, mais aussi de guerres, entre indigènes (Ænôtres, Chônes et Peuketiantes) et Grecs.

<sup>5</sup> <http://lucanie-antique.pantheonsorbonne.fr>

pays du rivage grec ou une zone de conquête romaine, alors qu'elle gagnerait à être davantage envisagée dans l'espace italique et à l'échelle méditerranéenne, selon une démarche qui est aussi celle développée au sein de l'UMR Trajectoires pour les établissements protohistoriques de l'Europe centrale.

En parallèle de la recherche archéologique, le Pietragalla Project vise une valorisation culturelle et patrimoniale du site. Conformément aux principes de la Convention de Faro (2005) – et bien que celle-ci n'ait pas encore été ratifiée, ni par la France, ni par l'Allemagne, ni par l'Italie –, il s'agit de rendre la recherche scientifique accessible au grand public afin de faire de celui-ci un acteur de diffusion de la culture et de protection du patrimoine. Outre l'exposition au Musée archéologique provincial de Potenza, des visites sur site et des conférences tenues chaque été à destination de la population de Pietragalla, l'équipe a ouvert un site internet traduit en plusieurs langues<sup>6</sup> et a investi les réseaux sociaux (Facebook et Instagram), diffusant quotidiennement lors des campagnes et régulièrement au fil de l'année des informations de qualité à destination du grand public, qui nous valent tant l'intérêt de la population que le soutien (y compris financier) des institutions locales. Cette action de valorisation s'est étendue aux acteurs du tissu économique et culturel local. Depuis mars 2019, le Pietragalla Project collabore notamment avec Effenove, société de production audiovisuelle italienne dont le siège est à Potenza. À travers ses réalisations (films, documentaires, modélisations 3D), la société Effenove vise à rendre accessible au grand public le patrimoine matériel et immatériel italien par la diffusion des connaissances scientifiques. En 2019, celle-ci a accueilli en stage des étudiants du master Patrimoine et musées (parcours « Valorisation et médiation du patrimoine archéologique ») de l'Université Paris 1. Cela nous a permis de lancer une nouvelle étape de notre action, à travers le Pietragalla Project VR Experience, qui a eu pour objectif de présenter une immersion en réalité virtuelle dans la situation du site, l'histoire de la recherche ou encore la reproduction en modèles 3D des principaux vestiges du site, des fortifications et de la Porta Marie, ainsi que de divers objets archéologiques<sup>7</sup>. Au-delà de la vulgarisation scientifique, cette collaboration avec une société privée comprenait également une importante dimension de recherche : l'élaboration de restitution 3D ne peut en effet faire l'économie d'une réflexion scientifique poussée sur ce qui est « restituable ». De multiples séances de travail entre archéologues et informaticiens sont ainsi à la base du produit fini, qui lui-même devra constamment être remis sur le métier en relation avec l'avancement des travaux de terrain.

Porté par deux universités réputées pour leur formation en archéologie, le Pietragalla Project est aussi un chantier-école, qui vise à encadrer la formation d'étudiants sur le terrain et en musée et à favoriser le transfert des connaissances entre France, Italie et Allemagne en matière de théories et méthodes de la

---

<sup>6</sup> [www.pietragallaproject.eu](http://www.pietragallaproject.eu)

<sup>7</sup> [www.effenove.it/project/pietragalla-project-vr-experience](http://www.effenove.it/project/pietragalla-project-vr-experience)

recherche archéologique, d'histoire de l'Italie du Sud, et d'archéologie numérique<sup>8</sup>. C'est ainsi que la campagne 2020, annulée à cause de la crise sanitaire de la Covid-19, a été remplacée par un « chantier virtuel » qui a vu l'organisation en distanciel d'une série de formations, ateliers de travail, communications, etc. entre les membres des universités de Paris et Berlin. Pour essayer de contourner les multiples contraintes logistiques, il a fallu mettre en œuvre tous les moyens de l'archéologie numérique en s'occupant à distance du traitement et de l'élaboration numériques des données archéologiques produites lors des trois premières campagnes de terrain. Et c'est dans ce contexte, international et interuniversitaire, que la nécessité de compter sur un système d'information archéologique (SIA) basée sur un vocabulaire commun, ontologiquement correct, s'est manifestée dans toute sa force.

À cette fin, notre projet partira de l'expérience du SYSLAT, un SIA développé par le Labex ARCHIMEDE<sup>9</sup> et tiendra également compte de la réflexion sur les SIA menée au sein de Paris 1 par B. Desachy en relation avec les méthodes d'enregistrement et lecture des données de fouille<sup>10</sup>. Si notre projet doit beaucoup à ces expériences fondamentales pour la méthodologie archéologique moderne, il essaie également de s'en démarquer sur quatre points :

1. la mise en place d'une structure capable de répondre à des problématiques historiques précises ;
2. l'adaptation de nos protocoles à l'architecture numérique de notre université ;
3. l'implication dans le projet, à coté des enseignants-chercheurs et des chercheurs de l'UMR 8215, des étudiants de master de Paris 1;
4. la mise en ligne des résultats du projet à la fois sous forme de Web-SIG 3D et de portail documentaire avec une accessibilité et une valorisation auprès de la communauté scientifique et du grand public.

## Objectif scientifique

Le projet soumis à Paris 1 dans le cadre de l'appel à projet « Politique scientifique » 2021 a été construit en intégrant l'approche numérique à une réflexion sur les méthodes de l'archéologie, que je mène depuis quelques années dans le cadre de mes recherches sur l'analyse du territoire et l'archéologie du bâti. Comme le titre l'indique, il s'agira de construire un système d'information archéologique (SIA) en 4D, c'est-à-dire

---

<sup>8</sup> Le Pietragalla Project bénéficie par ailleurs, depuis 2018, du label scientifique de l'Université franco-italienne (UFI).

<sup>9</sup> Laboratoire d'Excellence, ANR-11-LABX-0032-01, 2012-2019), porté par l'Université Paul-Valéry – Montpellier 3, et plus particulièrement l'UMR 5140 – ASM « Archéologie des Sociétés Méditerranéennes ».

<sup>10</sup> B. Désachy, « Systèmes d'information archéologique de terrain et fondamentaux de l'enregistrement archéologique : quelques remarques à propos de l'application Stratibase », *Archeologia & Calcolatori*, Suppl. 3, 2012, p. 61-73. Voir aussi : <https://abp.hypotheses.org/3965> ; <https://sitrada.hypotheses.org/systemes-dinformation-archeologiques-de-terrain-et-territoriaux>.

en associant aux trois dimensions de l'espace celle du temps. La 4D est donc une façon de modéliser le temps et l'espace (ou plutôt les espaces en adoptant la démarche indiquée dans le passé par H. Lefebvre<sup>11</sup>) en un seul modèle conceptuel et interprétatif. Autrement dit, l'objectif du projet sera d'intégrer à un BIM tridimensionnel, une dimension chronologique capable de décrire et comprendre les trajectoires de l'histoire du site de Monte Torretta di Pietragalla sur la longue durée.

Bien entendu, la définition et l'élaboration d'un SIA en quatre dimensions ne sont pas un objectif en soi. Bien au contraire, cette architecture numérique aux caractéristiques bien précises devra permettre de répondre à l'objectif scientifique principal du projet en question. Comme l'indique le sous-titre du projet, il s'agit de reconstruire et de visualiser les trajectoires historiques des communautés indigènes qui ont occupé sur la longue durée le site de hauteur de Monte Torretta di Pietragalla. L'organisation des espaces des vivants, des morts, des dieux, la relation avec le territoire, la voirie, l'architecture (surtout militaire), l'approvisionnement en matières premières (je me réfère notamment à la pierre pour la construction des murailles et des maisons), constituent autant de déclinaisons du projet autour duquel et à partir duquel il faudra concevoir toute l'architecture numérique.

Puisque l'histoire de Monte Torretta peut et doit être lue à une échelle locale et régionale, il est clair que notre projet permettra d'apporter des éléments de réflexion à l'archéologie de la Lucanie antique, qui malheureusement demeure encore largement tributaire de la trilogie bien connue tombe-sanctuaire-enceinte. Pendant longtemps, on ne s'est intéressé qu'aux enceintes fortifiées de cette région. À la fois monumentales et donc visibles, mais pour cela justement à l'origine d'idées fausses (le fantasme des « enceintes vides »), elles ont contribué à perpétuer l'illusion de la possibilité d'une archéologie sans fouille – ou sans documentation de fouille. Seul leur tracé a intéressé les chercheurs, et, de ce fait, leur datation, globalement située dans le IV<sup>e</sup> siècle, ne repose que sur un consensus historique souvent dépourvu d'études stratigraphiques, tandis que leur fonction est encore souvent assimilée à celle de simple lieu de refuge temporaire des populations voisines en temps de « crise ». À ce jour, la seule exception notable est représentée par le site de Civita di Tricarico, dont l'enceinte a été méticuleusement fouillée par l'École française de Rome, permettant d'obtenir des repères chronologiques essentiels pour reprendre sur une base documentaire concrète le débat sur la chronologie. De ce point de vue, notre approche numérique se révèle d'autant plus important pour renouveler la réflexion sur les modèles interprétatifs et sur les aspects méthodologiques. En outre, l'intérêt du site de Monte Torretta est de s'inscrire dans la longue durée. Contrairement à de nombreux sites lucaniens qui semblent apparaître presque subitement au cours du IV<sup>e</sup> siècle (comme Civita di Tricarico), Monte Torretta témoigne d'une occupation plus ou moins continue depuis

---

<sup>11</sup> H. Lefebvre, *La production de l'espace*, Paris, 1968.

l'âge du fer au moins jusqu'au 1<sup>er</sup> siècle av. J.-C., c'est-à-dire après l'arrivée des Romains dans la région et les processus de « romanisation » qui en ont résulté.

### Méthodologie et actions envisagées

L'expérience mûrie jusqu'à présent m'a montré que la réflexion sur le rapport entre méthodes et problématique scientifique, ainsi que le juste 'compromis' entre les deux représentent, pour moi, un objectif essentiel du projet. En travaillant régulièrement sur des centaines de diagrammes stratigraphiques, relevés architecturaux et planimétries, j'ai souvent été surpris par l'abstraction de notre système de documentation, avec des répercussions notables sur l'interprétation historique. Lorsqu'on examine de près le diagramme stratigraphique de Harris, par exemple, force est de constater que, s'il permet de visualiser schématiquement la séquence chronologique des couches, il ne formalise pas l'épaisseur et l'altitude de celles-ci et ne rend pas compte de leurs relations physiques. Autrement dit, la tridimensionnalité de l'espace et la topologie disparaissent derrière une vision aplatie de la réalité archéologique. Ce qui est finalement dommage. Or, cet aplatissement peut aujourd'hui être compensé, grâce à l'archéologie numérique, par des représentations tridimensionnelles. Je souhaite donc associer à la traditionnelle vision 2D des données archéologiques une vision volumétrique, qui est finalement celle de la réalité.

Concrètement, en partant du sous-sol, j'envisage tout d'abord de travailler sur la représentation numérique des données archéologiques issues des prospections géophysiques. Malgré l'importance de ces dernières, nous disposons de restitutions qui ne sont ni aisément lisibles ni directement intelligibles. Sont en cause, certes, les technologies employées, les caractéristiques physiques et chimiques du sol, ou l'état de conservation des vestiges archéologiques. Mais du point de vue archéologique, la vraie difficulté vient du fait que nous continuons à travailler avec des données tridimensionnelles qui sont aplaties et « réduisent » la profondeur du sous-sol à des images 2D. Je souhaite lancer cette démarche sur le site de Monte Torretta di Pietragalla, en testant le potentiel heuristique d'une telle approche ainsi que sa faisabilité dans un contexte numérique open access (dans le choix également des logiciels). L'intérêt de cette démarche est double, à la fois méthodologique et scientifique. Méthodologique, car il exige la mise en place d'une chaîne opératoire encore embryonnaire dans notre discipline et qui force à regarder du côté de l'imagerie médicale ou des résultats significatifs déjà obtenus par tomodensitométrie. Scientifique, car la possibilité de disposer d'un modèle 3D des vestiges enfouis, selon une approche non-invasive et non-destructrice du terrain, constitue une évolution naturelle de la discipline archéologique. Pour la bonne réussite de ce volet du projet, je pourrai compter sur la collaboration avec des ingénieurs géophysiciens du CNR italien et avec les collègues géophysiciens de l'UMR 8215, en particulier avec, Laurent Aubry, le spécialiste de géomatique au sein de l'UMR et Nicolas Théophile pour ce qui concerne la tomodensitométrie.

En passant du sous-sol aux vestiges dégagés, c'est dans le domaine de l'archéologie du bâti qu'apparaissent les défis les plus importants dans l'économie de notre projet. Face aux relevés en élévation dépourvus de volumétrie, l'acquisition par photogrammétrie et par scanner laser ainsi que la modélisation 3D seront au cœur de notre démarche visant d'une part à l'enregistrement des données et d'autre part à la visualisation

stéréoscopique. *De la donnée archéologique à la donnée numérique, et retour*, car évidemment l'archéologie numérique doit aussi permettre un retour réflexif au terrain.

Compte tenu de ces prémisses, du point de vue archéologique nous nous attacherons tout d'abord aux 9 work-packages, à réaliser à la fois sur le terrain et en laboratoire à Paris, en intégrant l'équipement disponible à la fois au sein du Pôle Images et technologies numériques de l'UFR 03 - que j'ai dirigé personnellement entre 2015 et 2020 - et l'UMR 8215, par des achats ciblés dans le cadre de ce projet. Les 9 work-packages seront les suivants :

### WP 1 : Explorer l'espace intra muros et interpréter son rapport l'environnement

La structure du site, avec une division de l'espace interne par un mur transversal ménageant une « acropole », la présence d'un bassin d'eau, mais surtout les premiers résultats des prospections géophysiques laissent deviner une occupation effective du site. Suivant l'exemple de ce qui a été fait à Civita di Tricarico et Serra del Cedro dans le cadre du programme *Ignobilia Oppida Lucanorum* dirigé par O. de Cazanove et S. Bourdin, il s'agira tout d'abord d'étendre cette enquête au moyen de techniques non invasives à de vastes secteurs inexplorés à ce jour de l'espace enceint. L'idée est tout d'abord de comprendre la façon dont l'espace *intra muros* a été occupé et aménagé après l'érection du système de fortification. Pour se faire, nous envisageons :

- a) de travailler sur les prospections géophysiques selon une approche en trois dimensions, c'est-à-dire on essayant de restituer aux slices aplaties obtenus par les collègues italiens du CNR, la profondeur volumétrique qui pourrait nous donner des informations sur la nature des artefacts ensevelis et d'établir une première chronologie relative (à confirmer éventuellement par le biais de fouilles successives).
- b) de procéder à la télédétection par drone du site et de ses environs dans le but de reconstruire la voirie antique et les possibles zone d'extraction des matières premières, ainsi que de comprendre la relation topographique et stratégique de ce site de hauteur avec le fleuve Bradano (le deuxième fleuve de la région) qui naît 2 km plus au nord.

### WP 2 : Analyse structurelle et architecturale du système de fortification

Il s'agit d'une question ancienne, sans pour autant qu'aucune des murailles luaniennes n'ait été fouillée ni publiée en détail, à l'exception notable de la fortification de Civita di Tricarico. Le système de fortification de Monte Torretta n'a jamais été fouillé stratigraphiquement – les premiers fouilleurs s'étant contentés de suivre les murs. À travers une étude renouvelée de l'enceinte et de son tracé, mais surtout grâce à divers sondages perpendiculaires, il s'agit d'acquérir des données chronologiques fiables. Dans ce but, si les équipes d'archéologues procéderont à la fouille de leurs niveaux de construction – qui nous apportent uniquement des terminus post quem –, notre équipe s'occupera en particulier de l'étude de leurs relations physiques et stratigraphiques avec d'autres structures (rues, maisons, portes, etc.). Une étude complète du système de fortification nous permettra de vérifier la présence éventuelle d'autres ouvertures (d'autres portes ou poternes) ou dispositifs (tours et bastions). La possibilité de restituer une chronologie détaillée du système de fortification – sachant que ceux-ci présentent souvent plusieurs phases de construction et de reconstruction, voire de destruction – permettra d'alimenter le débat non seulement sur les raisons historiques, politiques et sociales qui

ont poussé des sites comme Monte Torretta à se doter d'un tel dispositif, mais aussi sur la question plus générale de la naissance (entendue en termes de fondation et/ou de refondation) de ces établissements indigènes. Ces données pourront également alimenter une réflexion générale sur la poliorcétique et la parure monumentale dans le monde lucanien.

Pour cela, on procédera à la mise en place d'un protocole d'archéologie du bâti basé sur la combinaison de relevé photogrammétrique et lasergrammétrique 3D, DAO et modélisation 3D. Dans le cadre de ce WP 2, on s'occupera du relevé photogrammétrique et lasergrammétrique de tout le système de fortification de Monte Torretta avec une attention particulière aux deux portes, Porta Marie et Porta Livia. Le but étant de mener une étude détaillée des stratigraphies verticales et de proposer d'une part un nouveau phasage et d'autre part une nouvelle analyse des techniques de construction.

Pour ce WP, nous avons prévu de tester la nouvelle technologie LIDAR de l'iPAD Pro. Si les procédés habituels de la photogrammétrie se révèlent encore prioritaires, il est vrai que, pour des raisons budgétaires et logistiques, le choix de cette nouvelle technologie pourrait s'imposer dans les années à venir comme une alternative intéressante. L'achat de l'iPAD Pro et son utilisation pourraient nous permettre d'en vérifier le potentiel scientifique et heuristique mais aussi l'intérêt de cette démarche lors de la gestion et d'élaboration finale des données, qui demande des moyens toujours plus puissants pour ce qui concerne les procédés « traditionnelles » de la photogrammétrie.

### WP 3 : RTI (imagerie de transformation par réflectivité) sur le terrain et en laboratoire

Cette technologie, connue également sous le nom de 2D et demi et qui pourrait être couplé à de la microscopie numérique, constitue un complément idéal de la 3D. En effet, son application permet de rendre visible tout ce que l'œil humain et une photographie traditionnelle ne sont pas capable de percevoir empiriquement. On a trop souvent la tendance à croire que la photogrammétrie a remplacé la RTI : en réalité, les deux procédés sont parfaitement complémentaires, puisque la photogrammétrie met l'accent sur l'ensemble tandis que la RTI cible une partie de l'objet examiné, faisant apparaître d'infimes reliefs grâce aux jeux d'ombre de cette technique. Par ailleurs, la RTI s'appuie sur deux logiciels relativement simples et disponibles en licences libres (RTIBuilder et RTIViewer), qui permettent à la fois de traiter les photos et visualiser le résultat sous la forme de fichiers dynamiques.

Dans le cadre du projet, j'envisage l'utilisation de cette technique dans au moins deux contextes différents :

- a) l'étude technologique du mobilier céramique. En particulier, grâce à l'achat du Mercurio dome portatif, on portera l'attention sur les macrotraces de production d'une part et sur les traces d'usure d'autre part grâce à une comparaison systématique et ciblée des tessons provenant des prospections de surface et ceux découverts dans les contextes clos des fouilles.
- b) Le relevé précis et l'étude épigraphique et typologique des marques de carriers sur les blocs de la muraille souvent illisibles. Il s'agit en l'occurrence d'une série de lettres gravées directement sur de nombreux blocs de l'enceinte qui ont une importance primordiale pour la datation du mur. L'application de la RTI – cette-fois en utilisant le *RTI Highlight Capture Starter Kit* du *Cultural Heritage Imaging* (le centre qui a élaboré pour la première fois cette technique) – permettrait non seulement d'identifier les lettres gravées sur ces blocs mais aussi de

procéder à un examen épigraphique plus précis - l'utilisation de la RTI en épigraphie est d'ailleurs bien connue<sup>12</sup> - de ces marques, afin de reconstruire l'atelier de construction lié à cette œuvre de fortification : il s'agirait d'une première dans le monde lucanien et une première en général dans le panorama de l'archéologie de la Méditerranée.

#### WP 4 (en laboratoire à Paris) : élaboration d'un modèle général des données

Il s'agira de procéder à l'élaboration d'un modèle général des données avec définition d'une ontologie pour la description des contextes de fouilles et de prospections, du mobilier, des méthodes d'investigation, des données numériques et/ou numérisées. Dans cela, il faudra tenir compte du fait que la donnée archéologique n'est pas quelque chose de monolithique, mais elle se compose d'au moins trois « couches » : une couche spatiale/cartographique, une couche iconographique (avec deux formats complètement différents, raster et vectoriel) et, enfin, une couche alphanumérique comprenant vocabulaires, thésaurus, index, etc. Il faudra réfléchir sur l'interopérabilité des données et des ontologies dans le cadre plus large de du Linked Open Data (LOD) et des quatre principes FAIR<sup>13</sup>. Par ailleurs, la mise en ligne de données relatives au patrimoine culturel nécessite une réflexion (éthique et) juridique, afin de respecter les principes fondamentaux de la science ouverte également proclamés par l'ANR<sup>14</sup>.

#### WP 5 : élaboration d'une base de données relationnelle SQL (en laboratoire à Paris)

Pour l'enregistrement et la gestion des données provenant de la fouille et de la prospection, il faudra nécessairement concevoir une nouvelle base de données en passant du SGBD propriétaire FileMaker actuellement utilisé au SGDB ouvert PostgreSQL, plus conforme aux principes de données ouvertes liées du World Wide Web sémantique. Ce passage sera également nécessaire pour pouvoir mettre en relation ces données (qu'il s'agisse des données spatiales ou descriptives/attributaires<sup>15</sup>) avec le WEB-SIG. La base devra rendre compte de la complexité des relations stratigraphiques et spatiales entre les unités stratigraphiques, entre ces dernières et les unités topographiques mais aussi entre les deux types d'unités et les multiples catégories d'artefacts découvertes en association avec elles.

---

<sup>12</sup> A. Levivier, « Visual Documentation Techniques for Epigraphy: Estampage, Photography, RTI, Photogrammetry, 3D scanning, etc. », DHARMA Kickoff-Meeting, Sep 2019, Berlin, Germany. (hal-03059323) ; Alan M. Greaves, Sarah Duffy, J. R. Peterson, Ş. Recai Tekoğlu & Alfred Hirt (2020) Carved in Stone: Field Trials of Virtual Reflectance Transformation Imaging (V-RTI) in Classical Telmessos (Fethiye), *Journal of Field Archaeology*, 45:7, 542-555, DOI: 10.1080/00934690.2020.1804135; A. Akcay. (2015). RTI in Epigraphy : Phaselis Example, 10.13140/RG.2.2.14088.62728 ; <https://www.digital-epigraphy.com/tags/rti>.

<sup>13</sup> Trouvable, accessible, interopérable, réutilisable : cf. Wilkinson, MD et al. (2016). « The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship », *Sci. Data* 3:160018 doi: 10.1038/sdata.2016.18 (2016).

<sup>14</sup> <https://hal.univ-lille.fr/hal-02625026/document>.

<sup>15</sup> I.N. Gregory, A. Geddes (dir.), *Toward Spatial Humanities*, Bloomington, Indiana, 2014.

### WP 6 : modélisation 3D (en laboratoire à Paris)

Une étape essentielle du projet sera l'élaboration de toute une série de modèles 3D capables d'intégrer les relevés photogrammétriques et lasergrammétriques et de donner une volumétrie aux résultats des prospections géophysiques, dans le but de proposer de nouvelles hypothèses de reconstruction de l'élévation de la muraille mais aussi de l'occupation de l'espace *infra muros*. Dans ce cadre, je souhaite aussi exploiter tout le potentiel heuristique d'un concept clef de l'archéologie stratigraphique, celui d'US négative. Il s'agit là d'un élément bien connu des archéologues mais qui rentre rarement en jeu dans l'analyse topologique et dans la reconstruction historique faute de représentation « positive ». Par nature, l'US négative constitue une entité invisible, mais sa modélisation 3D pourrait la rendre très concrètement visible, ce qui permettrait de la replacer au cœur de la réflexion sur les notions d'occupation et d'abandon d'un site.

### WP 7 : WEB-SIG 3D (en laboratoire à Paris)

L'ensemble des données stratigraphiques, iconographiques et topographiques seront gérées et accessibles par le biais d'un WEG-SIG 3D qui sera mis en place directement à Paris en profitant des accords que la DSIUN est en train de définir avec la société privée ESRI France pour l'achat d'une licence de site d'ArcGIS qui nous donnera la possibilité de disposer d'un espace en ligne collaboratif et pérenne, en permettant par ailleurs de combiner les besoins scientifiques avec ceux de la formation<sup>16</sup>. Le choix du logiciel ArcGIS (un logiciel propriétaire stable et largement adopté par les archéologues) est motivé également par le fait qu'il s'agit d'un des outils les plus puissants, pour enregistrer, gérer et analyser des informations tant spatiales que descriptives.

Pour une visualisation appropriée des trois dimensions, l'achat d'un écran stéréoscopique s'impose plus que jamais. Depuis 15 ans environs, la pratique archéologique a intégré la modélisation 3D mais les chercheurs continuent étrangement à utiliser des écrans traditionnels qui restent en deux dimensions. Dans le cadre de notre projet, il est essentiel de pouvoir non seulement visualiser mais aussi de percevoir les faits historiques en 3D. Si le casque de réalité virtuelle – dont nous disposons au Pôle ITN de l'UFR 03 – nous permettra une expérience immersive, l'écran nous ouvrira les portes à une nouvelle forme d'expérience sensorielle collective (et non immersive) en trois dimensions. Il ne s'agit pas d'un simple gadget mais, bien au contraire, d'une vérification de nos processus cognitifs et métacognitifs vis-à-vis de la reconstruction des trajectoires historiques de Monte Torretta en passant par la restitution d'abord et la visualisation ensuite d'une nouvelle réalité en 3D.

---

<sup>16</sup> R. Hajji, *Vers une méthode de conception de SIG 3D collaboratif*, Université de Liège, 2014 ; V. Mathieu, S. Sanz, H. Bohbot, *Acquisition des données archéologiques en 3D : vers un outil de gestion dynamique en 3D*, *Virtual Retrospect*, 3, 2013, p. 107-112 ; M. Koehl, E. Meyer, C. Koussa, C. Lott, *SIG 3D ET 3D dans les SIG : Application aux modèles patrimoniaux*, *GéoEvénement*, 2008, p. 1-15.

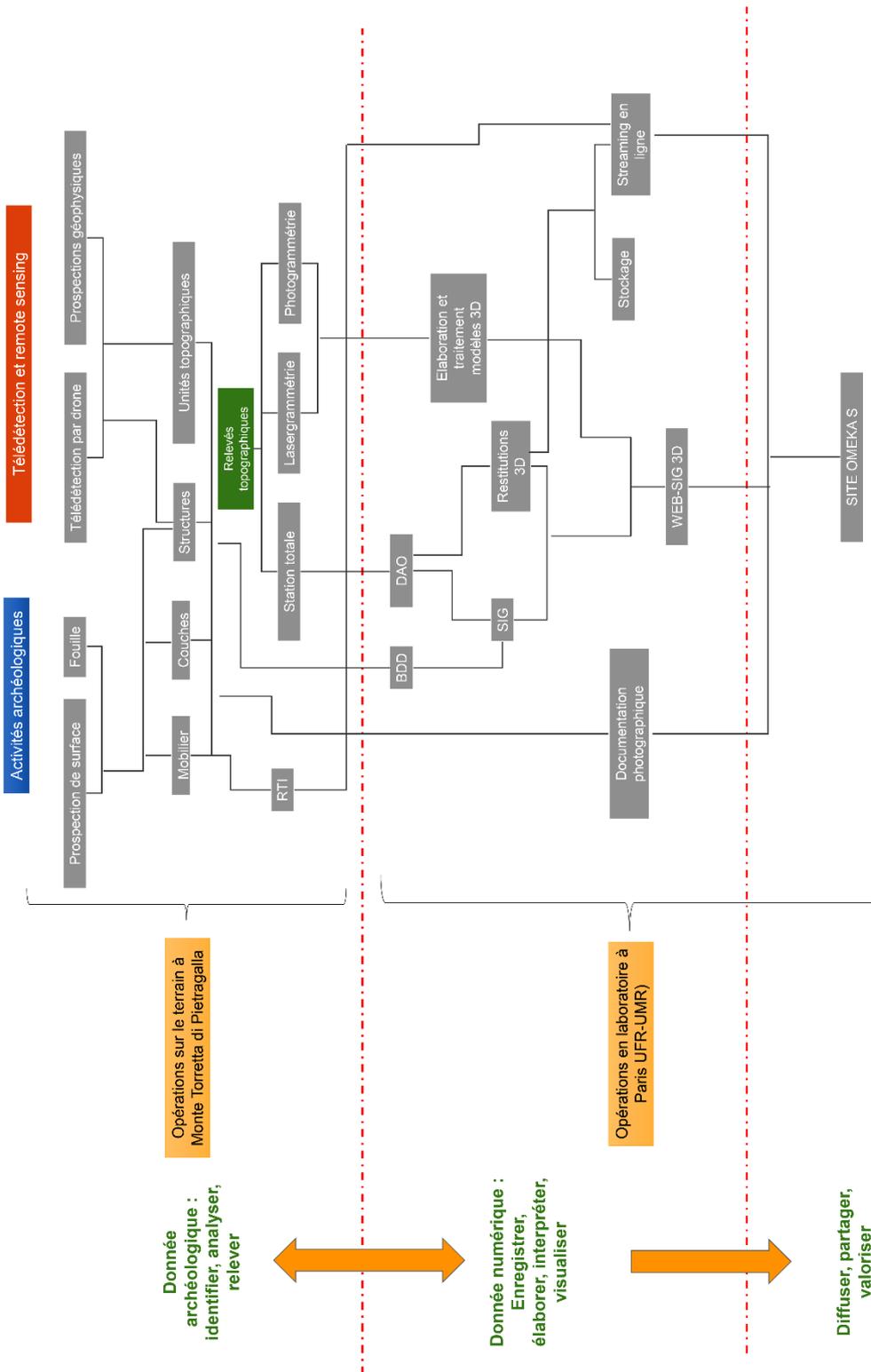
### WP 8 : création d'un espace de stockage en ligne des données du Projet (en laboratoire à Paris)

Puisque notre SIA 4D vise la visualisation, l'analyse et la manipulation d'objets archéologiques sous forme de modèles numériques 3D informés en coupe ou en trois dimensions, il sera nécessaire de procéder à l'archivage numérique pérenne de l'"objet", pouvant ainsi être visualisé et analysé à distance dans un environnement virtuel collaboratif, et ce quelles que soient les interventions ultérieures (fouille ... ou destruction). Toujours en exploitant au maximum l'architecture numérique de Paris 1 et ses ressources disponibles, notre projet prévoit de mettre en place un espace de stockage des données archéologiques et numériques du Pietragalla Project. Pour cela, bien que l'espace de stockage OneDrive mis à disposition gratuitement par Paris 1 paraisse une solution alléchante, nous envisageons la création d'un espace dédié en profitant ou éventuellement améliorant avec le soutien de la DSIUN l'application NUXEO déjà disponible au personnel de Paris 1, afin de pouvoir être en contact constant avec les collègues de l'Université de Berlin mais aussi avec tous les autres participants du projet.

### WP 9 : ouverture d'un portail en Omeka S (en laboratoire à Paris)

Dans un souci de diffusion et de valorisation scientifique des données du projet, on envisage la création d'un portail qui permette d'avoir un aperçu complet de toutes les ressources du projet. Le site déjà existant ([www.pietragallaproject.eu](http://www.pietragallaproject.eu)) ne constitue qu'une vitrine du Pietragalla Project mais son architecture numérique (basée sur le CMS WordPress installé sur le serveur de Paris 1 grâce à l'accord de la DSIUN), ne permet aucunement d'établir une arborescence des informations, de décrire les métadonnées associées, bref d'être compatible avec la logique ouverte du Semantic Web. En revanche, le recours au CMS Omeka S qui sera installé à partir de la rentrée 2021-22 pour remplacer Omeka Classic actuellement utilisé à Paris 1 (et qui est à la base de VERGILIUS (<https://vergilius.pantheonsorbonne.fr>)-, le portail de l'UFR 03 lancé par moi-même en 2016), saura satisfaire pleinement ces besoins numériques, tout en permettant à notre projet de rester bien ancré dans l'architecture numérique de Paris 1.

## SIA du Pietragalla Project



## Livrables

À la fin de ce projet, notre démarche débouchera au moins sur quatre livrables :

- L1 : WEB-SIG 3D en libre accès
- L2 : portail du projet en OMEKA S
- L3 : un nombre assez important (impossible à définir pour l'instant) de modèles 3D obtenus par modélisation et procédés photogrammétriques et lasergrammétriques.
- L4 : trois publications (au moins) dédiées à la fois aux méthodes, à une synthèse historique et à la valorisation patrimoniale du site et du mobilier découvert. Bien entendu, toutes les publications relatives au projet seront en libre accès et déposées sur HAL.

## Effets attendus

Pour le laboratoire Trajectoires (UMR 8215) – auquel sera rattaché le projet –, il s'agira d'affirmer son expertise dans le champ de l'archéologie de terrain et désormais des technologies numériques. Ce projet constituera - me semble-t-il - également l'occasion pour la construction d'une équipe ad hoc composée de plusieurs collègues de l'UFR 03 et de l'UMR 8215, mais aussi allemands et italiens autour des questions d'archéologie numérique. D'ailleurs, si le projet était financé, je voudrais entamer une discussion avec l'ensemble des membres français du projet pour lancer une revue d'archéologie numérique en libre accès qui permette de publier avec une certaine rapidité et régularité les meilleurs résultats d'archéologie numérique élaborés au sein de notre université et de notre laboratoire de recherche. C'est dans cette logique que j'ai lancé il y a quelques mois le site <https://archeologie-numerique.pantheonsorbonne.fr>, basé sur l'utilisation du CMS Drupal et qui est destiné à devenir un portail de référence pour l'archéologie numérique développée en France et à l'international.

Compte tenu des objectifs scientifiques et des actions envisagées, il est évident qu'il s'agit d'un projet de longue haleine, qui ne peut aboutir en quelques mois ou années, mais qui devra nécessairement s'inscrire dans la durée. Il s'agit tout d'abord, dans les 24 mois du projet (d'octobre 2021 à septembre 2023), de mettre en place et tester les protocoles de travail. Autrement dit, la demande portée au titre de la politique scientifique de l'université constitue aussi un projet d'amorçage, devant nécessairement déboucher sur d'autres dispositifs financiers dans les années à venir, dans la lignée du programme Émergence(s) de la Ville de Paris, qui avait permis à Alain Duplouy de mettre en place une « jeune équipe » parisienne entre 2012 et 2015 à travers un programme de recherche sur l'archéologie et le patrimoine de la Lucanie antique, dont je faisais partie. En particulier, les appels ERC, ANR et ANR-DFG (FRAL) retiendront toute notre attention.

Notre projet vise également à favoriser le transfert de connaissances entre les multiples acteurs du projet, les étudiants et le grand public. Comme nous l'avons vu, dans l'économie globale du projet, 90% du temps se déroulera non pas à Pietragalla mais ici, à Paris, au sein de l'UMR 8215. C'est le temps de l'analyse de données, et avant même de l'enregistrement et de l'élaboration de données. C'est un moment essentiel de réflexion et de recherche qui passe tout d'abord par la formation des étudiants de Master. Une formation

aux méthodes de l'archéologie de terrain et en même temps une formation aux principaux instruments de l'archéologie numérique, soit les bases de données, le SIG, et les différents procédés de numérisation 3D. L'intégration des programmes de recherche à l'enseignement est l'une des priorités de notre projet.

La reprise du chantier en 2022 après l'interruption due à la pandémie permettra de former les étudiants sur le terrain et, en parallèle, d'enrichir et valoriser leurs compétences numériques dans les masters « Archéologie. Sciences pour l'archéologie » et « Patrimoine et Musées », dans le cadre des parcours « Ingénierie de l'archéologie préventive et programmée » et « Valorisation et médiation du patrimoine archéologique ». En effet, parallèlement à l'exploration archéologique, nous souhaitons prolonger notre investissement dans la valorisation patrimoniale et le développement d'une « archéologie durable » (sustainable archaeology), selon les principes de la Convention de Faro (2005).

### Partenariats internes et externes

Le projet permettra la collaboration entre plusieurs spécialistes d'archéologie de Paris 1 et de l'UMR 8215. Par ailleurs, outre la DSIUN qui pourra nous accompagner dans la définition de l'architecture numérique, le Pôle Images et Technologies numériques (PITN) de l'UFR 03 offrira une plateforme de développement et d'accompagnement des membres du projet ainsi que des étudiants impliqués.

Au-delà de Paris 1 et de l'UMR 8215, ce projet prévoit la collaboration étroite avec l'Institut d'archéologie classique de la Humboldt-Universität zu Berlin ainsi qu'avec diverses entités de recherche italiennes : la Surintendance de la Basilicate, l'École de sciences agraires et forestières de l'Université de la Basilicate, le Musée archéologique provincial de Potenza, ainsi que deux laboratoires du CNR italien spécialisés en prospections géophysiques et télédétection par drone et LIDAR (IMAA et ISPC).

### Durée du projet

La durée prévue du projet est de 24 mois, c'est-à-dire d'octobre 2021 à septembre 2023.

### Calendrier détaillé

- PHASE 1 octobre 2021 - juin 2022 : définition et élaboration à Paris de l'architecture numérique avec les membres « parisiens » du projet (modèle des données, ontologie, WEB-SIG, BDD etc.) ; saisie des données déjà acquises.
- PHASE 2 juillet - août 2022 : activités de terrain à Monte Torretta di Pietragalla (Italie) avec enregistrement des données par relevé topographique, photogrammétrie, lasergrammétrie, drone, RTI (sur mobilier), géo-radar et magnétomètre.
- PHASE 3 septembre 2022 - janvier 2023 : interprétation des données stratigraphiques et iconographiques, traitement et élaboration des relevés topographiques, lasergrammétiques, photogrammétiques, RTI, intégration des résultats des prospections géophysiques ; saisie de données obtenues lors de la campagne 2022.

PHASE 4 février - juin 2023 : préparation de trois publications dédiées à la fois aux méthodes, à une synthèse historique et à la valorisation patrimoniale du site et du mobilier découvert. Ouverture du portail en Omeka S.

PHASE 5 juillet - septembre 2023 : deuxième campagne de terrain et saisie des données dans le SIA.

WORK PLAN	24 mois																										
	2021			2022												2023											
Phases de travail	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
PHASE 1																											
PHASE 2																											
PHASE 3																											
PHASE 4																											
PHASE 5																											

### Subvention demandée

La somme demandée à l'Université Paris 1 est de 24 913,60 € sur deux ans. La subvention demandée à l'Université Paris 1 est censée couvrir essentiellement l'achat des équipements numériques, 160h de vacances de recherche ainsi que les frais de voyage et de séjour de plusieurs chercheurs / étudiants pour les opérations sur le terrain. A ce propos, je tiens à signaler que, grâce à des accords préalables, les frais de logement pour les étudiants seront pris en charge par la mairie de Pietragalla ; pour les autres, les frais de logement s'élèvent à 25 € par personne et par jour. Les frais de nourriture sont de 15 € par personne et par jour. Le budget est établi en fonction des prix constatés lors des campagnes de 2017-2019 et des accords pris avec les hôteliers et restaurateurs du lieu.