



L'une des techniques d'analyse *in situ* utilisées est la fluorescence X. La photo montre ainsi Sylvain Pont, du MNHN, dressant avec une « fluox » portable la carte chimique d'un chapiteau, en s'assurant grâce à des échantillons étalonnés que l'appareil reste bien calibré.



Autre méthode d'examen *in situ* : le microscope de terrain, qui permet (ici à Marilou de Vals, de Sorbonne Université, et à l'autrice) d'observer et d'enregistrer sur l'ordinateur connecté une image à fort grossissement de la roche.

Mais la recherche du prestige n'explique pas tout et il y a aussi des bâtiments plus ordinaires, les habitations de particuliers par exemple. Où et d'après quels critères les artisans se fournissaient-ils ? Un projet lancé en 2017 par l'École française d'Athènes (EFA) et qui a pris de l'ampleur grâce aux financements de l'ANR vise à comprendre cette variété des pierres de construction sur les sites de Délos et de Delphes, les raisons qui ont présidé aux choix effectués et la façon dont les pierres étaient extraites et transportées jusqu'aux chantiers.

Un tel objectif nécessite une approche pluridisciplinaire. Sous la houlette de l'EFA et des éphories, l'administration grecque dont dépendent les autorisations de travaux, travaillent désormais ensemble des archéologues, des architectes, des épistémologues, des historiens des sciences et des géologues. Les équipes sont dirigées par Jean-Charles Moretti, de l'Institut de recherche sur l'archéologie antique, à Lyon, pour Délos, et par Amélie Perrier, de l'EFA, pour Delphes. Du côté de la géologie, elles comprennent à la fois des structuralistes de Sorbonne Université qui cartographient les sites, reconnaissent les carrières et estiment leur volume, et des pétrographes du Muséum national d'histoire naturelle, qui étudient plus en détail les faciès, c'est-à-dire les caractéristiques fines des roches, indispensables pour déterminer leur provenance : une caractérisation du type « marbre blanc à cristaux millimétriques » est en effet insuffisante et ne permet pas de savoir précisément de quelle carrière ce marbre provient, ni même de quelle région (Cyclades, Attique...).

Depuis que le projet a débuté, il y a deux ans, il a apporté plusieurs informations surprenantes, même pour les experts des sites, qui montrent que l'origine des pierres est beaucoup plus variée qu'attendue.

DES OUTILS ET DE LA MÉTHODE

Pour les géologues, les difficultés du projet sont liées aux limites d'échantillonnages sur les sites au regard de la précision visée. Lorsqu'ils étudient des roches dans la nature, ils voient l'ensemble de l'affleurement, qui peut être hectométrique, en déduisent les conditions de dépôt (pour les roches sédimentaires), prélèvent des morceaux pour y découper des lames minces à examiner sous microscope, les broient pour en analyser la composition chimique et en extraient des *plugs* (cubes ou cylindres de quelques centimètres) pour déterminer les propriétés physiques de la roche telles que la densité ou la porosité.

Sur un site archéologique tel que Délos ou Delphes, les échantillonnages sont aujourd'hui soumis à des autorisations très strictes et difficiles à obtenir. Il faut donc, en général, se limiter à des méthodes non destructives appliquées *in situ*, grâce à des instruments de laboratoire miniaturisés. Ainsi, nous nous sommes servi de « fluoX » portatives, appareils qui permettent de dresser une carte chimique de roches, en laboratoire comme sur le terrain ; ces instruments utilisent la fluorescence X, c'est-à-dire qu'ils émettent des rayons X et analysent le rayonnement réémis par la matière, rayonnement qui dépend des éléments présents et de leurs concentrations. Nous avons aussi réalisé des observations sur place avec des microscopes de >



Pour identifier les carrières anciennes sur l'île de Délos, les chercheurs ont d'abord utilisé des vues aériennes 3D de haute résolution, prises au moyen de drones par l'entreprise Iconem. On distingue ainsi, sur l'exemple de photo à gauche, deux carrières (flèches) creusées dans le gneiss du nord de l'île. L'examen sur place permet ensuite de confirmer qu'il s'agit bien de carrières antiques. Le cliché de droite montre ainsi une saignée d'extraction (large d'une trentaine de centimètres) dans une carrière ancienne de granit, dans le sud de l'île.

Les carrières proches des sanctuaires n'ont pu fournir toutes les pierres

> terrain grossissant vingt fois, c'est-à-dire plus du double d'une loupe, reliés à un ordinateur portable (voir les photos page 51).

Parallèlement, nous avons dressé ou affiné les cartes des environs des sanctuaires et localisé les carrières présentes à proximité. En comparant les faciès présents dans les constructions à ceux des carrières, nous avons défini ce que l'on pouvait considérer comme des matériaux autochtones et ce qui était du matériau importé.

À Délos, île de 3,5 kilomètres carrés à peine, l'insularité offre un critère évident de distinction entre allochtone et autochtone. À Delphes, des carrières connues pour avoir été utilisées dans l'Antiquité, pour bâtir en particulier le temple d'Apollon au IV^e siècle avant notre ère, se situent à une petite dizaine de kilomètres du

site. C'est dans ces limites que nous considérons que les roches utilisées par les constructeurs sont d'origine locale.

PLUSIEURS TYPES DE ROCHES UTILISÉES DANS CHAQUE SITE

De quelles roches plus précisément s'agit-il ? À Délos, nous avons recensé quatre types de roches : du granit, du gneiss, du marbre et du *pôros* (terme sur lequel on reviendra). Les quatre sont présents dans l'île. À Delphes, on a quatre grandes familles de pierres de construction : des calcaires, des brèches conglomeratiques (roches détritiques composées de blocs anguleux), des marbres et des *pôros*. Brèches et calcaires sont présents sur place.

Si l'on s'en tenait à ce niveau de précision, nous n'aurions fait en rien avancer les connaissances : on savait depuis longtemps que l'on avait utilisé de la pierre locale. Ainsi, l'emploi du granit dans le sanctuaire de Délos, bâti sur une île à 80% en granit, était renseigné depuis fort longtemps ; l'archéologue français Roland Martin l'a considéré, en 1961, comme l'exemple même de la prédominance de la pierre locale. Comme Délos est le seul grand sanctuaire d'Apollon en Grèce où l'on a utilisé le granit et le seul à être bâti sur ce substrat, la mise en relation était facile.

Cependant, dès le début du projet, les limites de cette vision globale sont apparues. Nous avons repéré toutes les carrières présentes sur Délos, île assez petite pour qu'on puisse aisément la parcourir entièrement. Les photos prises par des satellites ou des drones