

Article

Une méthodologie de prospection et de gestion du site antique Gasr Chouline à Tataouine

Nadia Tebai

Conservateur en chef du patrimoine, INP

Abstract

This article is an experimental study conducted on the archaeological sites of Gasr Chouline in Tataouine, Tunisia, using field survey and GIS to improve and facilitate the management of the site. Although this study did not claim to be exhaustive, it provided new archaeological data through systematic prospection.

Résumé. Cet article est une étude expérimentale menée sur le site archéologique de Gasr Chouline à Tataouine en utilisant la prospection archéologique et les systèmes d'informations géographiques (SIG) pour améliorer la gestion du site. Bien que cette étude n'ait pas prétendu à l'exhaustivité, elle a fourni de nouvelles données archéologiques par suite d'une prospection systématique.

هذا المقال عبارة عن دراسة تجريبية أجريت في الموقع الأثري قصر شولين الموجود في تطاوين وذلك باستخدام المسح الأثري ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) بهدف التمكن من إدارة جيدة للموقع. وعلى الرغم من أن هذه الدراسة ليست شاملة، إلا أنها قدمت بيانات أثرية جديدة نتيجة للمسح الممنهج.

Keywords: GIS, management, field survey, geographic information system, Gasr Chouline

Introduction

Dans le cadre d'une convention entre l'INP, Durham University avec la coopération de l'University College London, King's College London et le département d'archéologie libyenne, un mini-projet a été mené dans le cadre de l'expérience « Training in Action ». Cette expérience, qui s'est déroulée sur trois ans (2017, 2018 et 2019), visait, parmi de nombreux aspects, à former les archéologues tunisiens et libyens à utiliser le SIG (Système d'Information Géographique) comme outil de gestion et de suivi des sites archéologiques. L'un des volets de la formation, menée par l'équipe de l'Université de Durham, consistait à combiner les systèmes d'information géographique avec la prospection archéologique pour améliorer la visualisation d'un site antique. Dans le cadre de cette formation l'auteur a créé un mini-projet en appliquant les méthodologies enseignées, les résultats présentés ici sont issus de ce mini-projet, qui porte sur un site archéologique antique à Tataouine. Il s'agit d'un travail pluridisciplinaire impliquant plusieurs sciences, notamment l'archéologie, l'environnement et la cartographie. Les constatations de cette approche seront examinées au cours de ce travail.

Choix du site et objectifs

Les raisons pour lesquelles nous avons choisi de mener à bien un mini-projet sur le site archéologique de Gasr Chouline sont essentiellement liées aux menaces pesant sur le site. Ce dernier est en effet confronté à divers types de menaces, notamment :

- Des risques anthropiques tels que l'urbanisation, l'agriculture, la construction d'infrastructures et le pillage.

Corresponding author: Nadia Tebai, Email: nadiatebai81@yahoo.fr

Cite this article: Tebai N (2023). Une méthodologie de prospection et de gestion du site antique Gasr Chouline à Tataouine. *Libyan Studies* 54, 106–122. <https://doi.org/10.1017/lis.2023.18>

- Des risques naturels, principalement liés à l'Oued el Mrabtine. En outre, le site est relativement bien conservé et facile d'accès comparativement à d'autres sites archéologiques de la région de Tataouine.

L'un des objectifs de ce projet est de démontrer la fiabilité et l'efficacité de cette méthodologie, pour la gestion et la conservation du patrimoine archéologique. D'autre part, il s'agit de clarifier les relevés du monument en proposant une fourchette chronologique interprétative et des modélisations de l'état de conservation du monument. Pour ce qui est de l'identification du monument proprement dit, l'objectif est de le décrire tel qu'il est actuellement, étant donné qu'une intervention plus profonde – telle qu'une fouille – serait nécessaire pour mieux comprendre le monument et déterminer sa date d'édification. Toutefois, ce travail peut aider à préciser une fourchette chronologique. De plus, cette étude consiste à rassembler et homogénéiser des données de différentes natures au sein d'une même base de données numérique, dans le but de tirer des synthèses qui permettent de caractériser la limite du site antique, son occupation et les périodes chronologiques associées.

Il s'agit principalement d'utiliser des systèmes d'information géographique (SIG) dans le but de mener des prospections et des inventaires en vue de mieux gérer le site sur le long terme. Avant toute intervention, il est important de comprendre l'état de la ruine aussi bien que son environnement. Cela permet de définir une stratégie de conservation pour le site ou le monument archéologique, en se basant sur l'observation directe de l'état *in situ* et le diagnostic des phénomènes de dégradation. Dans certains cas, des changements dans l'environnement des vestiges peuvent suffire à stabiliser leur état de conservation et à maintenir leur transmission aux générations futures. Toutefois, pour les sites ouverts au public, il est essentiel d'adopter une approche à long terme, en utilisant des méthodes scientifiques qui ne s'opposent pas à une mise en valeur adéquate. Il est donc nécessaire d'intervenir

en mettant en place des solutions réalisables, telles que la protection juridique et l'actualisation de la liste des sites protégés.

Prospection

Localisation

Le site de Gasr Chouline (Figure 1) se trouve à treize kilomètres au nord-ouest de Tataouine-ville (voir figure 1). Il s'agit d'un site antique dominé par un monument qui contrôlait la vallée de l'Oued El Mrabtine. Il est situé à neuf kilomètres de la délégation de Ghomrassen, et le monument est visible sur la gauche de la route. Actuellement, le site est occupé à l'ouest par une agglomération urbaine et à l'est par des terres agricoles essentiellement arborées d'oliviers.

Méthodologie

La recherche documentaire a été une étape indispensable à la mise en contexte du site dans son environnement immédiat. La collecte de données nécessaires (documents écrits, cartes topographiques, images satellitaires) a été à la base du bon déroulement du projet. Le programme a pris trois grandes étapes.

- La première était une enquête orale chez les citoyens de la région de Gasr Chouline.
- La deuxième consistait en une prospection systématique d'une partie de terre présumée être un site archéologique.
- La troisième étape portait sur la numérisation des données collectées sur le terrain à l'aide du logiciel de cartographie QGIS.

L'enquête orale est un outil précieux pour enrichir la connaissance et la compréhension d'un site archéologique, mais elle doit être traitée avec rigueur et prudence. C'est une méthode de recherche qui consiste à recueillir des témoignages de personnes ayant connu la région d'étude. Elle permet de recueillir des informations sur l'origine, la fonction, l'usage ou la signification des objets ou des monuments, et même du paysage. Elle peut aussi révéler des aspects cachés ou oubliés de l'histoire du site, comme des adaptations ou des innovations. Bien que notre enquête ne soit pas exhaustive, elle nous a permis de mettre en évidence un nouveau composant en lien étroit avec le site : la carrière.

A vrai dire, une documentation précise du site permet une meilleure conservation. Concernant le travail sur le terrain, une prospection systématique a été effectuée sur le site archéologique, qui a été divisé en tranchées ou « transects¹ » parallèles. Certains étaient orientés est/ouest et les autres étaient de direction nord/sud.

Tout d'abord, on a défini l'aire de prospection, en utilisant une méthode préalablement définie. Cette méthode consiste à effectuer une prospection systématique en utilisant des « transects » ou des bandes (voir Figure 2), c'est-à-dire des lignes parallèles distantes de 50 m. Pour suivre cette méthode, il est nécessaire d'avoir des repères ou un point de départ et un point d'arrivée préalablement déterminés, afin de se guider en suivant la direction affichée sur le GPS. Ce détail est très important car il nous permet d'éviter de dévier du trajet prévu et ainsi de conserver des distances égales entre les « transects ».

Le « transect » commence par un point de départ et se termine par un point d'arrivée (Figure 2). En utilisant les coordonnées de ces deux points saisis sur le GPS, nous avons pu suivre une ligne droite segmentée en segments de 50 m de long. Une fois arrivés au point désigné (la désignation est faite sur le SIG après la visite du terrain et une lecture attentive du paysage) nous avons effectué une série de tâches :

- Nous avons pris les coordonnées à l'aide du GPS. Avant cela, nous avons réglé les paramètres du GPS en fonction de notre

zone géographique. Nous avons choisi « UTM UPS » dans la case « Position Format » et « WGS 84 » dans la case « Map Datum ». Une fois les paramètres réglés, nous avons saisi les données relatives à la zone prospectée dans le GPS. Pour chaque point de collecte appartenant au « transect », nous avons créé un identifiant composé de :

- les lettres « TR » pour « transect » ou « tranchet », suivies de son numéro (par exemple : TR1)
 - le numéro du point (par exemple : 001)
- Nous avons rempli le formulaire (Figure 3), qui contient les informations nécessaires sur le secteur prospecté. Une fiche de prospection spécifique a été adaptée pour chaque point de ramassage. Elle inclut un certain nombre d'informations, telles que l'identifiant, la localisation géographique, la densité, le type de mobilier, la lisibilité du terrain et les conditions climatiques.
 - La collecte d'objets archéologiques a suivi une procédure d'échantillonnage visant à se faire une idée de l'occupation du sol et de ses limitations. Cette procédure a inclus la collecte de céramiques ainsi que de tout objet capable de fournir des informations, tels que des objets en métal, des monnaies et du verre. La zone de collecte couvrait un cercle d'un mètre de rayon, avec pour objectif d'enregistrer tous les objets d'origine humaine présents sur le site. Pour créer un inventaire complet, une grille virtuelle a été créée (Figure 4), avec des mailles géopositionnées par satellite (GPS). Pour chaque maille, un cercle de 3,14 m² a été sélectionné pour la collecte.

Les mêmes tâches doivent être accomplies tous les 50 m jusqu'à la fin du trajet préalablement précisé. Toutefois, si le parcours comprend quatre zones présentant une surface dépourvue d'indices archéologiques, la prospection du transect peut être interrompue à ce moment-là.

Les systèmes de l'information géographique, qui ont servi de base à notre travail, regroupent plusieurs disciplines, notamment le SIG (Système d'Information Géographique), la télédétection, la biologie et le GPS (Global Positioning System). Ensemble, ces systèmes permettent de repérer des données et des phénomènes spatiaux, puis de les transformer en informations digitales stockées dans une base de données. Ces données sont exploitables pour le stockage, l'analyse et la visualisation. Nous avons ainsi collecté, stocké et organisé des données cartographiques et alphanumériques dans notre base de données. Les premières regroupent des données environnementales ayant une incidence sur les données archéologiques. Nous avons ensuite géré et analysé ces données sous un SIG, avant de les associer aux données alphanumériques.

L'intérêt d'une base de données sur support informatique réside dans la possibilité de faciliter l'acquisition, le stockage, la gestion, l'analyse, la communication et le partage d'informations, en offrant une solution évolutive et ouverte à des améliorations futures, grâce à l'utilisation de systèmes d'informations géographiques (SIG). Nous avons utilisé QGIS comme logiciel SIG, ce qui nous a permis de gérer les données graphiques et de générer les éléments géométriques requis.

Le protocole de prospection dépend de l'état du milieu. Il est important d'adapter la stratégie en fonction des objectifs à atteindre et des conditions du terrain ainsi que de l'équipe. L'intensité de la prospection dépend de la superficie du site étudié, du temps disponible et du nombre de prospecteurs impliqués. Malgré le manque de personnel, nous avons couvert trente hectares en douze jours avec seulement deux personnes.

Il est vrai que la prospection, en général, ne permet pas d'identifier les différents horizons stratigraphiques comme une fouille, mais elle produit des informations originales qui permettent de restituer cependant, une chronologie d'occupation du site et de ses extensions.

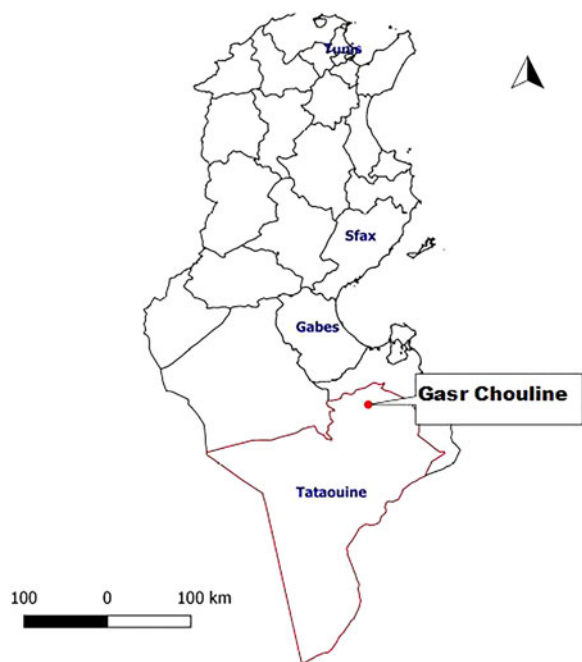


Figure 1. Localisation de Gasr Chouline.

L'objectif de cette prospection était de donner une idée précise de la répartition spatiale de l'occupation du sol sur le site aux cours de différentes périodes historiques et de délimiter sa superficie. Cette méthodologie peut fournir une image nette de tous les artefacts qui jonchent le sol.

Ce mode de prospection permet de couvrir l'ensemble du site sans duplication des informations issues du travail sur le terrain. Cette méthode de prospection systématique a donc pour finalité de fournir une image quasi-réelle des preuves archéologiques présentes à fleur du sol de Gasr Chouline.

Le traitement des données collectées sur le terrain constitue la majeure partie du travail : la modélisation de la réalité constitue le premier pas dans la réalisation d'un système d'information. La saisie des enregistrements sous QGIS vise à constituer une base de données aujourd'hui très illustrative dans le cadre d'un système d'information géographique. Cette méthode permet, entre autres, l'établissement de catalogues photographiques et de tableaux d'inventaires des risques qui touchent le site et le monument.

Prospection et résultat

Il s'agit de parcourir un terrain spécifique à la recherche de traces informant sur le passé. C'est le repérage, à fleur du sol, que ce soient des vestiges à grande échelle ou des objets de petite dimension. Une période de 12 jours de prospection a été suffisante pour couvrir une superficie de 30 ha. Cette mission a débuté le 12 novembre 2018 et s'est terminée le 25 novembre 2018. L'exécution de 141 points de ramassage a été indispensable pour couvrir l'étendue du site, avec un total de 178 mobiliers de nature anthropique collectés.

Délimitation du site

Savoir les limites du site et ses étendues a été l'un des principaux buts du projet. Ce volet s'appuie sur la connaissance de la dispersion de la céramique antique sur le site. Ainsi, nous avons pu déterminer l'étendue de ce dernier (voir Figure 5), qui est d'une superficie de 155 534 m².

Créer une carte qui visualise la dispersion des objets archéologiques, appelés artefacts, nous pouvons obtenir des informations sur les occupations antérieures et d'améliorer notre compréhension du terrain en question. C'est précisément ce que la carte ci-dessus montre : une concentration d'objets archéologiques dans une zone bien déterminée qui permet de dessiner clairement les limites spatiales du site de Gasr Chouline. Ce résultat est confirmé par la prospection des environs du site, qui montre l'absence d'artefacts antiques.



Figure 2. Les « transects » prospectés (© Data SIO, NOAA, US Navy, NGA, GEBCO 2018 Google).



ARCHAEOLOGICAL SURVEY RECORD

| SAMPLE AND LOCATION | | SPOT CO-ORDINATES | |
|-------------------------|--|-------------------|--|
| DEVICE No. | | X | |
| TRANSECT | | Y | |
| SPOT / POINT | | Z | |
| GPS CODE (1TR1001) | | RADIUS | |

| | | | |
|---------------|--|------|--|
| RECORDER/TEAM | | DATE | |
|---------------|--|------|--|

ARTEFACT COLLECTION:

| FIND TYPE | Y/N | ARCHITECTURAL | Y/N |
|--------------|-----|---------------|-----|
| POTTERY | | STONE | |
| GLASS | | BRICK | |
| COIN | | ROOF TILE | |
| METAL | | MOSAIC | |
| LITHICS | | OTHER | Y/N |
| BONE / SHELL | | | |

| | | | |
|-----------|--|--------------|--|
| PHOTO No. | | BAG / LABEL? | |
|-----------|--|--------------|--|

SITE NOTES:

| | |
|--|--|
| TOPOGRAPHY (FLAT / SLOPE / WADI / MOUND) | |
| GROUND COVER / VEGETATION (%) | |
| CURRENT LANDUSE? (AGRICULTURE / URBAN / NONE) | |
| WEATHER CONDITIONS | |

Figure 3. Fiche de prospection adoptée pour ce projet.

Occupation chronologique du site

Le lot de céramique collecté lors de la prospection a été transmis au céramologue tunisien et maître de recherche à l’Institut National du Patrimoine, M. Sami Ben Taher, qui l’a étudié chronologiquement afin de nous fournir une fourchette chronologique de l’occupation (voir Figure 6).

L’exécution de 141 points de ramassage a été indispensable pour couvrir l’étendue du site, avec un total de 178 mobiliers de nature anthropique collectés (voir Tableau 1) dont 160 fragments de céramique (voir Figure 4).

Chaque point de ramassage a livré des tessons de poterie, qui nous ont communiqué des informations temporelles visualisées sur la Figure 4. Des teintes différentes ont été attribuées aux diverses époques afin d’améliorer la lisibilité de la carte. Cette dernière montre la répartition chronologique de l’occupation antique.

À partir de la céramique de surface, nous avons pu déterminer que le site en question remonte au III^e siècle et qu’il a été continuellement occupé jusqu’au V^e siècle. Cependant, la majorité des points de ramassage témoigne d’une occupation plus intense au cours du IV^e siècle.

La carrière : découverte et situation

Ce fut au cours d’une enquête orale que j’ai menée auprès des habitants de la localité de Gasr Chouline que j’ai pu approximativement localiser la carrière. L’un des habitants m’a parlé d’un autre site archéologique situé au sommet de la montagne, faisant face à l’agglomération, et m’a montré des photos sur son téléphone portable. J’ai ensuite réalisé qu’il s’agissait d’une carrière (voir Figure 7). J’ai donc prospecté la montagne indiquée pour trouver des traces d’extraction et j’ai examiné de près la source des blocs utilisés pour la construction du monument appelé « Gasr Chouline ». Cette source se trouve dans la falaise nord de la montagne appelée « El Layha ».

Au cours de mes investigations, j’ai remarqué l’existence de blocs de la même nature que ceux utilisés pour construire le



Figure 4. Points de collecte (© Data SIO, NOAA, US Navy, NGA, GEBCO 2018 Google).

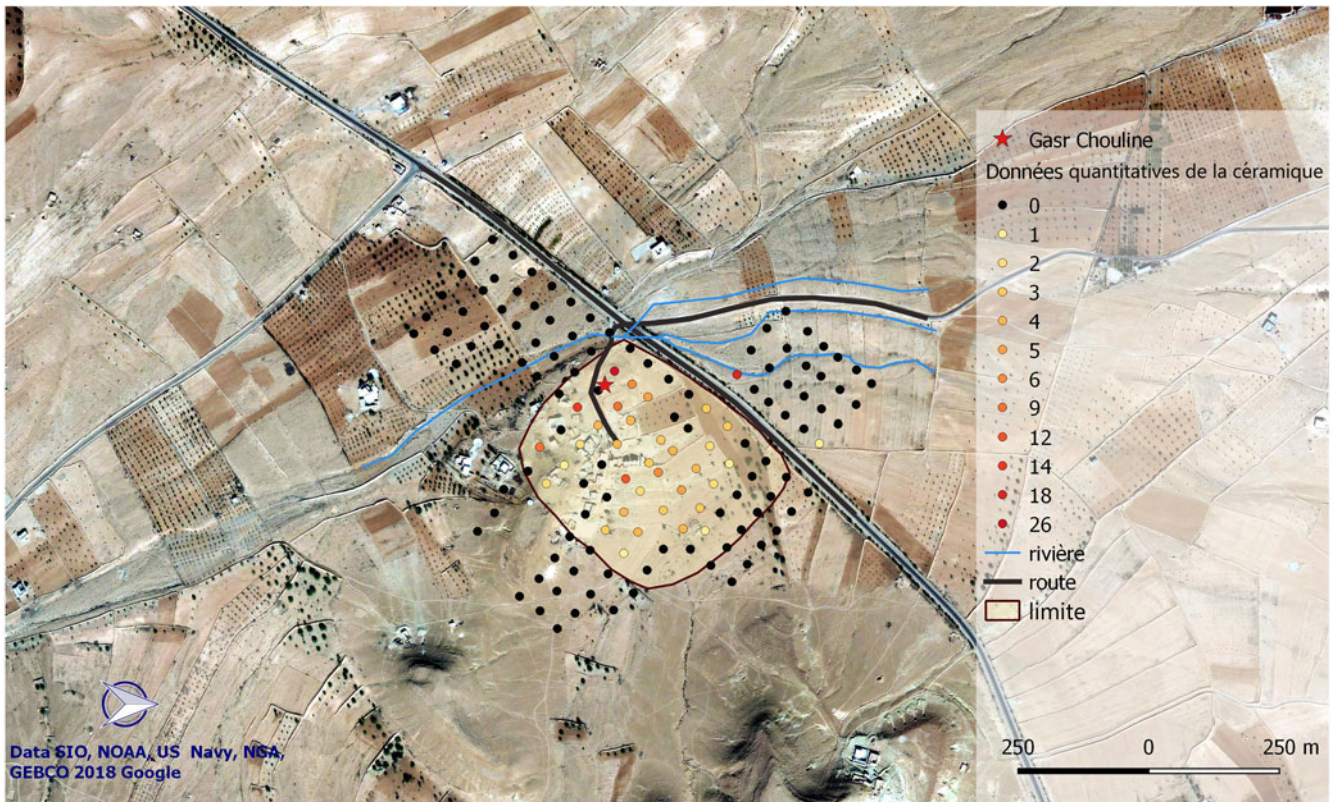


Figure 5. Délimitation du site Gasr Chouline (© Data SIO, NOAA, US Navy, NGA, GEBCO 2018 Google).

monument principal du site, et j'ai pu identifier des traces d'extraction de ces gros blocs.

Un certain nombre de caractéristiques mécaniques et esthétiques doivent être satisfaites par la pierre pour répondre

aux besoins des constructeurs. L'emplacement de la carrière de Gasr Chouline répond à de nombreux critères similaires à ceux qui déterminent le choix géographique d'un gisement ailleurs : Un certain nombre de critères doivent être satisfaits pour

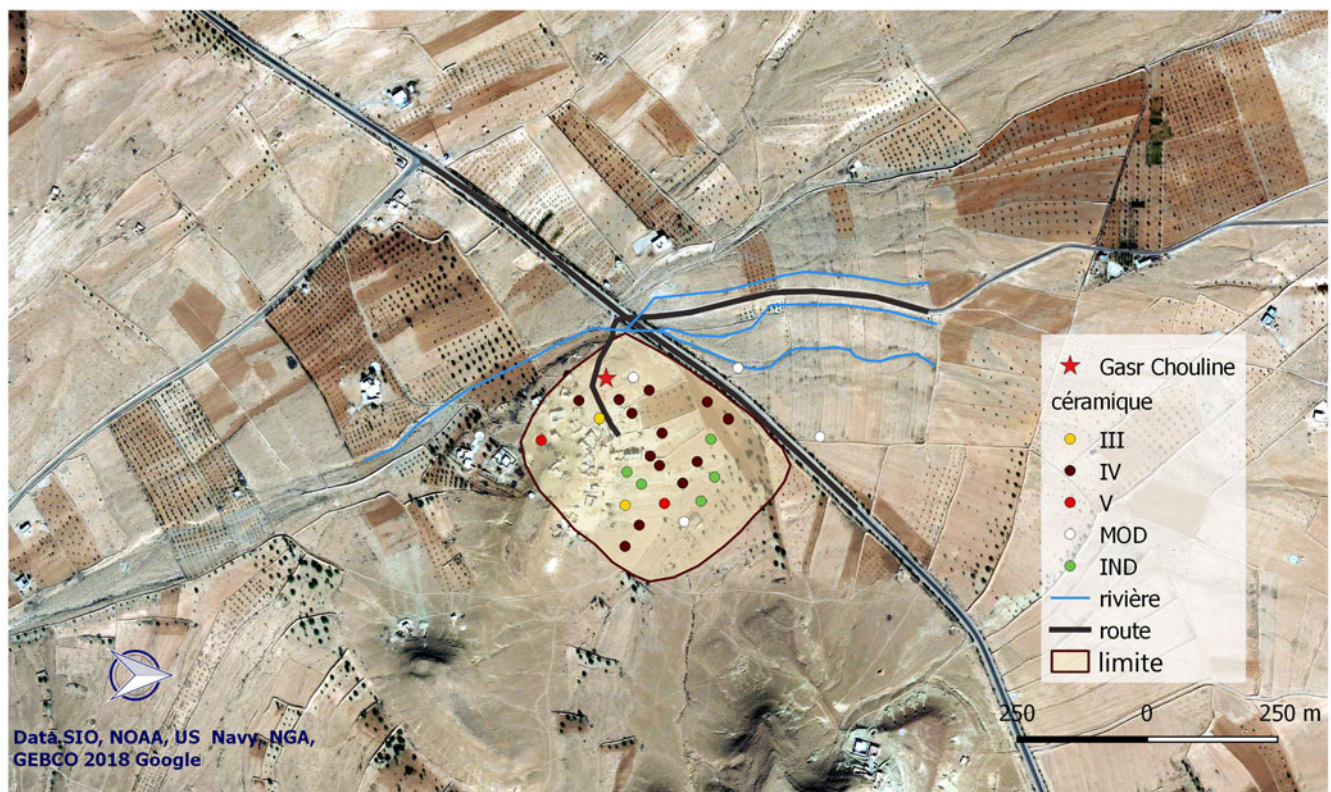


Figure 6. Fourchette chronologique d'occupation (© Data SIO, NOAA, US Navy, NGA, GEBCO 2018 Google).

Tableau 1. Les résultats obtenus lors de la collecte (tableau adopté pour le projet Training in Action).

| name | Pottery | Glass | Coin | Metal | Lithics | Bone/Shell | Stone | Brick | Roof tile | Mosaic | Other | Bag | Topography | Grdcov_veg | Land_use | Weather | Mat_total | Date |
|--------|---------|-------|------|-------|---------|------------|-------|-------|-----------|--------|--------|-----|------------|------------|-------------|---------|-----------|------|
| TR1001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 2 | agriculture | cloudy | 0 | |
| TR1002 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 80 | agriculture | cloudy | 1 | |
| TR1003 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 2 | agriculture | sunny | 2 | IND |
| TR1004 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 2 | agriculture | sunny | 3 | IND |
| TR1005 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | mortar | 1 | flat | 4 | agriculture | sunny | 4 | MOD |
| TR1006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 60 | none | sunny | 0 | |
| TR1007 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 80 | none | sunny | 0 | |
| TR1008 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 2 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR1009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | slope | 0 | none | sunny | 0 | |
| TR2001 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 2 | agriculture | sunny | 3 | IV |
| TR2002 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 2 | agriculture | sunny | 2 | IND |
| TR2003 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 10 | agriculture | sunny | 4 | IV |
| TR2004 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 2 | agriculture | sunny | 5 | IV |
| TR2005 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 2 | agriculture | sunny | 3 | V |
| TR2006 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 2 | agriculture | sunny | 4 | IV |
| TR2007 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 2 | agriculture | sunny | 1 | IV |
| TR2008 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 2 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR2009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 5 | none | sunny | 0 | |
| TR2010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 20 | none | sunny | 0 | |
| TR2011 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 20 | none | sunny | 0 | |
| TR3001 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 1 | agriculture | cloudy | 3 | IV |
| TR3002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 0 | agriculture | cloudy | 0 | |
| TR3003 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 2 | agriculture | cloudy | 4 | |
| TR3004 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 10 | agriculture | cloudy | 6 | IV |
| TR3005 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 10 | urban | cloudy | 2 | IND |
| TR3006 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | slope | 10 | urban | cloudy | 4 | III |
| TR3007 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | slope | 2 | urban | cloudy | 3 | |
| TR3008 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | slope | 10 | urban | cloudy | 0 | |
| TR3009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 0 | none | cloudy | 0 | |
| TR3010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 1 | none | cloudy | 0 | |
| TR3011 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 2 | none | cloudy | 0 | |

(Continued)

Tableau 1. (Continued.)

| name | Pottery | Glass | Coin | Metal | Lithics | Bone/Shell | Stone | Brick | Roof tile | Mosaic | Other | Bag | Topography | Grdcov_veg | Land_use | Weather | Mat_total | Date |
|--------|---------|-------|------|-------|---------|------------|-------|-------|-----------|--------|--------|-----|------------|------------|-------------|---------|-----------|------|
| TR4001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 0 | agriculture | cloudy | 0 | |
| TR4002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 0 | agriculture | cloudy | 0 | |
| TR4003 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 2 | agriculture | cloudy | 3 | IV |
| TR4004 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 50 | urban | cloudy | 3 | IV |
| TR4005 | 11 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | mortar | 1 | flat | 2 | agriculture | cloudy | 12 | IND |
| TR4006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | mound | 0 | urban | cloudy | 0 | |
| TR4007 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | mound | 0 | urban | cloudy | 0 | |
| TR4008 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | mound | 0 | none | cloudy | 0 | |
| TR4009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | mound | 0 | none | cloudy | 0 | |
| TR4010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | mound | 2 | none | cloudy | 0 | |
| TR4011 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | mound | 2 | none | cloudy | 0 | |
| TR5001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 2 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR5002 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 3 | agriculture | sunny | 5 | IV |
| TR5003 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 0 | agriculture | sunny | 4 | IV |
| TR5004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 0 | urban | sunny | 4 | |
| TR5005 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 0 | urban | sunny | 0 | |
| TR5006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | mound | 90 | none | sunny | 0 | |
| TR6001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 1 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR6002 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 1 | slope | 30 | none | sunny | 6 | MOD |
| TR6003 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | mortar | 1 | slope | 1 | none | sunny | 9 | IV |
| TR6004 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | slope | 0 | agriculture | sunny | 4 | III |
| TR6005 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 10 | urban | sunny | 2 | |
| TR6006 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | mound | 0 | urban | sunny | 1 | |
| TR6007 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 0 | none | sunny | 2 | |
| TR7001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 40 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR7002 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | slope | 30 | none | sunny | 26 | |
| TR7003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 90 | none | sunny | 0 | |
| TR7004 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 0 | agriculture | sunny | 14 | IV |
| TR7005 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 0 | none | sunny | 0 | |
| TR7006 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | slope | 40 | none | sunny | 9 | V |
| TR7007 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | slope | 3 | none | sunny | 0 | |
| TR7008 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 1 | agriculture | sunny | 0 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|----|-------------|--------|---|
| TR7009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | slope | 0 | none | sunny | 0 |
| TR7010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | slope | 1 | none | sunny | 0 |
| TR8001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 0 | urban | sunny | 0 |
| TR8002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | slope | 10 | none | sunny | 0 |
| TR8003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | slope | 1 | none | sunny | 0 |
| TR8004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | slope | 0 | urban | sunny | 0 |
| TR9001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 1 | none | sunny | 0 |
| TR9002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 1 | none | sunny | 0 |
| TR9003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 2 | agriculture | sunny | 0 |
| TR9004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | slope | 90 | agriculture | sunny | 0 |
| TR10001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 2 | none | sunny | 0 |
| TR10002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 1 | none | sunny | 0 |
| TR10003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 0 | none | sunny | 0 |
| TR10004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 0 | agriculture | sunny | 0 |
| TR11001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 0 | agriculture | cloudy | 0 |
| TR11002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 0 | agriculture | cloudy | 0 |
| TR11003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 4 | none | cloudy | 0 |
| TR11004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 2 | agriculture | cloudy | 0 |
| TR12001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 2 | agriculture | cloudy | 0 |
| TR12002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 5 | none | sunny | 0 |
| TR12003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 40 | none | sunny | 0 |
| TR13001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 0 | agriculture | sunny | 0 |
| TR13002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 2 | agriculture | sunny | 0 |
| TR13003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 2 | agriculture | sunny | 0 |
| TR14001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 0 | agriculture | sunny | 0 |
| TR14002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | tabia | 1 | agriculture | sunny | 0 |
| TR14003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 50 | agriculture | sunny | 0 |
| TR15001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 10 | agriculture | sunny | 0 |
| TR15002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 5 | agriculture | sunny | 0 |
| TR15003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 1 | agriculture | sunny | 0 |
| TR16001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 2 | agriculture | sunny | 0 |
| TR16002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 1 | agriculture | sunny | 0 |
| TR16003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | wadi | 10 | agriculture | sunny | 0 |

(Continued)

Tableau 1. (Continued.)

| name | Pottery | Glass | Coin | Metal | Lithics | Bone/Shell | Stone | Brick | Roof tile | Mosaic | Other | Bag | Topography | Grdcov_veg | Land_use | Weather | Mat_total | Date |
|---------|---------|-------|------|-------|---------|------------|-------|-------|-----------|--------|-------|-----|------------|------------|-------------|---------|-----------|------|
| TR17001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | wadi | 0 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR17002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | wadi | 1 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR17003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | wadi | 1 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR24001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | tabia | 0 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR24002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 0 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR24003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 1 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR25001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 90 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR25002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 80 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR25003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 30 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR26001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 10 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR26002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 2 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR26003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 70 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR27001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 1 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR27002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 20 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR27003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 1 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR28001 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 30 | agriculture | sunny | 1 | |
| TR28002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 10 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR28003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 20 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR29001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 10 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR29002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 50 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR29003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 10 | agriculture | sunny | 0 | |
| TR3001 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 1 | agriculture | cloudy | 3 | IV |
| TR3002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 0 | agriculture | cloudy | 0 | |
| TR3003 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 2 | agriculture | cloudy | 4 | |
| TR3004 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 10 | agriculture | cloudy | 6 | IV |
| TR3005 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 10 | urban | cloudy | 2 | IND |
| TR3006 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | slope | 10 | urban | cloudy | 4 | III |
| TR3007 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | slope | 2 | urban | cloudy | 3 | |
| TR3008 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | slope | 10 | urban | cloudy | 0 | |
| TR3009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 0 | none | cloudy | 0 | |
| TR3010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 1 | none | cloudy | 0 | |
| TR3011 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 2 | none | cloudy | 0 | |
| TR36001 | 17 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | flat | 60 | none | sunny | 18 | MOD |
| TR36002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | flat | 20 | none | sunny | 0 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|-------|------|-------------|-------------|--------|-----|-----|
| TR36003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 80 | none | sunny | 0 | | |
| TR36004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | tabia | 1 | agriculture | sunny | 0 | | |
| TR37001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 90 | none | sunny | 0 | | |
| TR37002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 2 | none | sunny | 0 | | |
| TR37003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 0 | agriculture | sunny | 0 | | |
| TR37004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 2 | none | sunny | 0 | | |
| TR38001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 60 | agriculture | sunny | 0 | | |
| TR38002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 10 | agriculture | sunny | 0 | | |
| TR38003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 50 | agriculture | sunny | 0 | | |
| TR38004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 20 | none | sunny | 0 | | |
| TR39001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 20 | agriculture | sunny | 0 | | |
| TR39002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 30 | none | sunny | 0 | | |
| TR39003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | tabia | 20 | agriculture | sunny | 0 | | |
| TR39004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 20 | none | sunny | 0 | | |
| TR40001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 50 | none | sunny | 0 | | |
| TR40002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 70 | none | sunny | 0 | | |
| TR40003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 40 | none | sunny | 0 | | |
| TR40004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 10 | agriculture | sunny | 0 | | |
| TR4001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 0 | agriculture | cloudy | 0 | | |
| TR4002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 0 | agriculture | cloudy | 0 | | |
| TR4003 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | flat | 2 | agriculture | cloudy | 3 | IV | |
| TR4004 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | flat | 50 | urban | cloudy | 3 | IV | |
| TR4005 | 11 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | mortar | 1 | flat | 2 | agriculture | cloudy | 12 | IND |
| TR4006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | mound | 0 | urban | cloudy | 0 | | |
| TR4007 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | mound | 0 | urban | cloudy | 0 | | |
| TR4008 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | mound | 0 | none | cloudy | 0 | | |
| TR4009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | mound | 0 | none | cloudy | 0 | | |
| TR4010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | mound | 2 | none | cloudy | 0 | | |
| TR4011 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | mound | 2 | none | cloudy | 0 | | |
| TR41001 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | flat | 10 | none | sunny | 1 | MOD | |
| TR41002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 10 | agriculture | sunny | 0 | | |
| TR41003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 0 | agriculture | sunny | 0 | | |
| TR41004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | flat | 20 | agriculture | sunny | 0 | | |

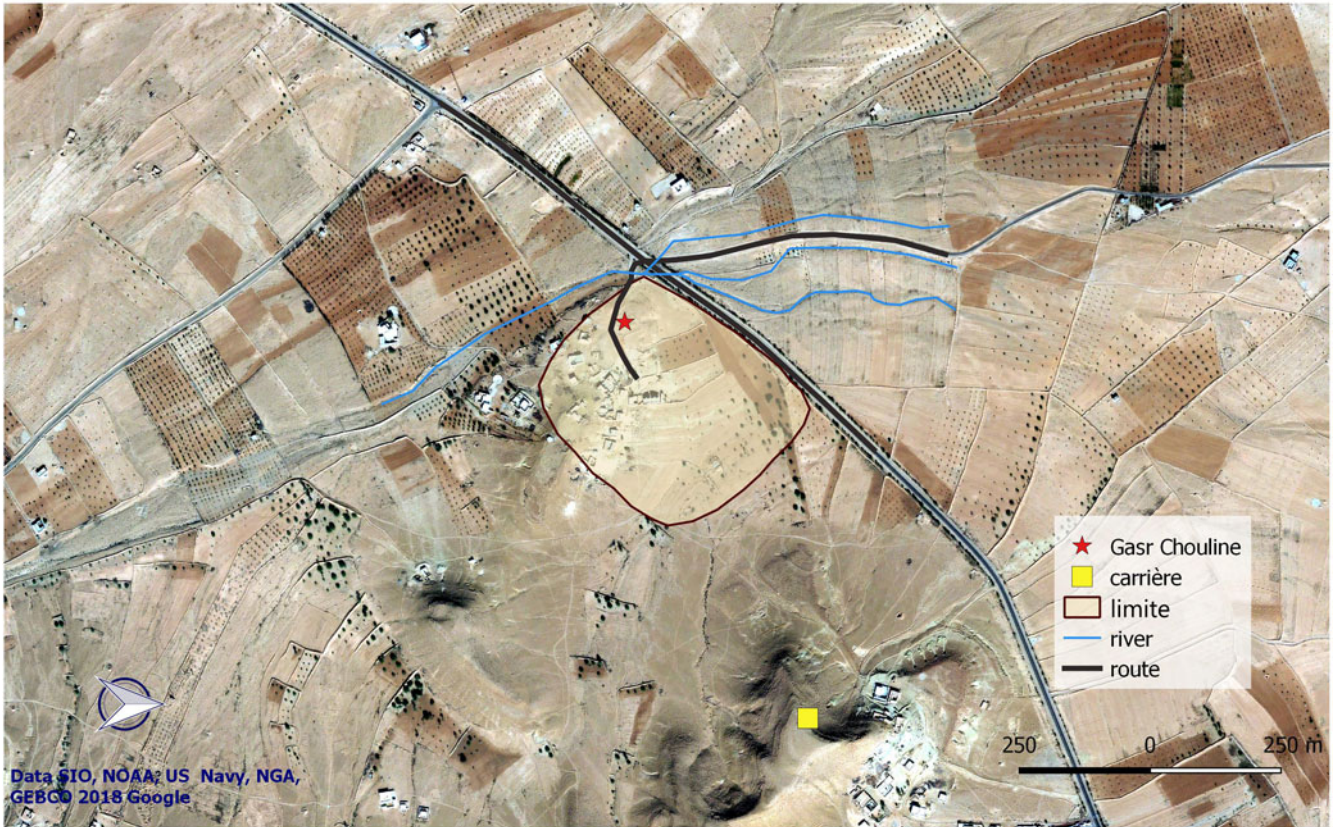


Figure 7. Emplacement de la carrière (© Data SIO, NOAA, US Navy, NGA, GEBCO 2018 Google).

qu'une carrière antique soit identifiée et distinguée. Le critère le plus important est l'existence de matériaux adaptés aux besoins du chantier de construction. La présence d'un matériau satisfaisant les besoins (qualitatifs et quantitatifs) des constructeurs, répondant à des exigences spécifiques telles que l'accessibilité du gisement et la présence d'une voie de communication (terrestre dans le présent cas), facilite le déplacement des blocs jusqu'aux chantiers.

Le carrier savait différencier les roches adaptées à la construction de celles qui étaient impropres à l'édification, en se basant sur les strates supérieures du terrain. Pour cela, il examinait la masse rocheuse en éliminant la strate supérieure, également appelée « mort-terrain ». Cette couche superficielle est généralement altérée par les conditions climatiques ou recouvertes par la végétation qui peut être source de production des cailloux d'empierrement.² Les traces examinées sur la carrière attestent les

dimensions des pierres, des havages suivant les diaclases et les plans stratigraphiques (voir Figure 9).³

Des rainures (voir Figure 8) créées dans le rocher constituent la première étape de l'extraction d'un bloc de dimensions précises ou proches de celles prévues pour la construction. Cela permet un gain de temps et de matériau.

Des tranchées (voir Figure 10) d'une profondeur de 13 cm sont creusées dans la paroi de la carrière pour préparer l'extraction du bloc qui sera taillé à une hauteur prédéfinie. Cette rainure a une largeur de 10 cm, qui dépend de la taille du bloc souhaité et prend en compte la facilité de travail du carrier.

La trace d'extraction du bloc, suivie de l'aménagement de la tranchée appelée « havage », laisse penser à une exploitation en gradins. Les niveaux d'extraction ont été réalisés horizontalement le long de la crête de la montagne. Les traces de détachement de la roche ont été laissées par les coins métalliques installés dans la



Figure 8. Rainure préparatoire de la carrière.



Figure 9. Vue sur le front de taille antique.



Figure 10. Vue de détail sur le levage.

rainure inférieure et en utilisant la force de frappe ou les strates naturelles.

Des blocs équarris d'une taille de 50 cm sur 40 cm sont attestés par leur emplacement dans la paroi rocheuse, correspondant à l'extraction.

À l'aide de la broche et de la massette, le carrier suit une ligne dessinée au préalable pour creuser les logements destinés aux coins, utilisant la méthode des coins forcés. Le moyen de levage des blocs peut être restitué à partir des traces laissées sur la pierre utilisée en construction. Ici, on observe plusieurs pierres de taille qui renferment des trous de louve ménagés sur la surface supérieure. Les dimensions de ces trous sont en rapport avec le volume de la pierre à lever, ce qui donne une idée sur les dimensions de l'outil utilisé pour le levage.

Il s'agit généralement de trois pièces métalliques dessinant ensemble une queue d'aronde, dont la fixation est assurée par un goujon et le maintien au crochet est assuré par un étrier. La technique de levage utilisant la louve permet une facilité de préhension et accélère la préparation.

État de conservation du monument « Gasr Chouline » et les risques naturels et anthropiques

Monument en question

Ce bâtiment, nommé Gsar el Mrabtine par Lt Moreau⁴ et Ksar Djejaça par P. Blanchet,⁵ est considéré comme une ferme fortifiée par ces deux auteurs. Pol Troussset, qui a observé son emplacement en aval de l'Oued Mrabtine, au bord de la plaine, et son architecture originale avec deux voûtes en maçonnerie de moellons soutenues par une enceinte en grand appareil, pense qu'il ne s'agit pas d'une citerne comme on pourrait le croire, mais d'un ancêtre des ghorfas modernes. Il signale aussi la présence de bas-reliefs⁶ similaires à celui de Ras el Oued Gordab,⁷ visibles sur trois claveaux d'un arc en plein cintre. Quant à Tribalet, il décrit les ruines comme étant un établissement agricole relativement bien conservé, autour duquel se trouvent des barrages, une citerne et les vestiges d'un petit village et une quantité de fragments de poterie.

C'est une structure carrée de 18 m de côté, construite en pierre de taille et utilisant le calcaire jaune comme matériau de construction. Cette construction est composée de trois compartiments. Le premier compartiment, situé à l'Est (numéro 1 sur le plan, Figure 11), est construit en grand appareil et conserve trois assises de 1,40 m de hauteur. Il mesure 3,70 m de long et 2 m de large, et est construit avec des blocs de taille de largeur identique de 50 cm. La porte de cette pièce est située côté nord et mesure 1,10 m de large.

Les deux autres pièces (numéro 2 et 3 sur le plan, Figure 11) sont construites en blocage, utilisant du mortier de gypse, et sont voûtées en berceau, avec un étage supérieur. Ces deux pièces rappellent les « ghorfa » et sont clôturées par une enceinte en grand appareil. En raison de leur emplacement élevé et du fait qu'elles ne comportent pas d'enduit hydraulique à l'intérieur, il est peu probable qu'il s'agisse d'une installation hydraulique. Cet édifice pourrait avoir entraîné la naissance d'un type de construction original, ancêtre des « Gsour » actuelles.⁸

Revenant à l'une de ces deux pièces voûtées (voir Figure 12), celle du sud, il s'agit d'une pièce longitudinale divisée en trois parties ; la première mesure 3,50 m de long, la deuxième mesure 3,70 m de long et la troisième mesure 3,30 m de long. Elles ont une largeur commune de 2,80 m. On peut constater une porte de communication entre les deux premières pièces, située à côté. La voûte est percée d'une ouverture débouchant. La deuxième et la troisième pièce sont reliées par une porte centrale mesurant 50 cm x 35 cm.

La deuxième pièce voûtée mesure la même longueur que la première et lui est adjacente ; elle a une largeur de 2,30 m. Les deux pièces voûtées sont en grande partie remplies, laissant une profondeur visible de 1,35 m.

L'enceinte externe est construite en grand appareil en calcaire jaune (voir Figure 13). La partie Est est la mieux conservée, tandis que les autres angles de la construction sont marqués par quelques blocs de taille encore en place.

À l'est du monument appelé « Gasr Chouline », à environ 500 m, se trouvent deux citernes antiques orientées nord-est/sud-ouest qui ont été réutilisées (voir Figure 14). La première citerne a été entièrement restaurée depuis 1993 et mesure 12,17 m de long sur 3,10 m de large.

La deuxième citerne a été réutilisée dans sa partie nord-est, la voûte est complètement détruite et a été partiellement reconstruite dans une direction opposée à celle de l'originale. Les murs sont encore visibles à ras du sol et sont construits en blocage avec du mortier de chaux (avec concassage). Les dimensions de cette citerne sont : longueur 15 m, largeur 3,10 m.

À côté des citernes, on observe la présence d'une pierre avec un saillant faisant partie d'un caniveau.

Le site est sujet à des fouilles clandestines dans les environs de la construction principale, et même à l'intérieur de celle-ci, où l'un des blocs de taille a été détruit.

Diagnostic des menaces

L'importance d'un système d'information géographique consiste à géolocaliser les menaces et cartographier les risques pour une bonne gestion des sites archéologiques. Pour ce faire, j'ai effectué un examen post-mortem du monument et intégré les résultats dans le QGIS.

Ce travail est effectué au moyen d'une fiche préalablement préparée pour faciliter la tâche. Il consiste à établir une description détaillée de l'état de conservation du site sélectionné dans le but d'élaborer un processus ou un projet d'intervention sur le site afin d'éliminer ou de minimiser la dégradation autant que possible. La priorité d'intervention est déterminée en fonction de la vitesse d'altération. Si l'altération est grave mais stable, il n'est pas urgent d'intervenir. Il est important de noter qu'il n'y a pas de solution idéale, mais nous cherchons à minimiser les risques.

Vandalisme

Les sites et monuments archéologiques sont les premières victimes du manque de conscience, mais aussi du crime organisé (Figure 15). Du point de vue de la conservation, c'est



Figure 11. Plan du monument antique (plan de l'auteur).

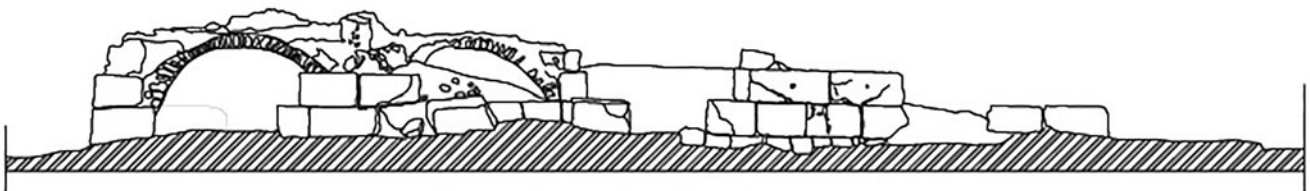


Figure 12. Façade du monument antique (plan de l'auteur).



Figure 13. Vue d'ensemble du monument de Gsar Chouline.

un phénomène catastrophique qui ne peut pas être traité dans le détail à court terme. En revanche, des campagnes de sensibilisation et un programme éducatif destinés aux citoyens dont les terres abritent des vestiges archéologiques sont très urgents. Le vandalisme et le vol ne signifient pas forcément la fermeture des sites archéologiques, mais un système de surveillance doit être mis en place et une protection juridique doit être instaurée en tenant compte de la gravité de ce phénomène afin de mieux protéger notre patrimoine avant de passer à la punition. Il est important de souligner que dans le cas de Gsar Chouline, la fouille clandestine (voir figure 15) a été menée après nos visites répétées.

Les différents types d'altérations figurant sur la pierre

La pierre ne peut être considérée isolément par rapport aux conditions néfastes, qu'elles soient internes ou externes. Ainsi, la pollution et les micro-organismes peuvent mettre en danger la



Figure 14. l'emplacement de la citerne carrière (© Data SIO, NOAA, US Navy, NGA, GEBCO 2018 Google).

Pierre et, par conséquent, l'ensemble de l'édifice. Cela peut causer la maladie de la pierre et mettre structurellement l'édifice en danger.

Par conséquent, un bon bilan ou diagnostic est indispensable pour assurer une bonne conservation des monuments. Il convient d'adopter une approche raisonnée pour prévoir les risques et préserver l'état actuel du monument.

La destruction de la pierre par des actes de vandalisme est condamnable, mais il est important de différencier les dégâts accidentels, causés par un facteur unique et temporaire, de ceux qui résultent de conditions persistantes dans le temps et l'espace.

Choc thermique

Les matériaux de construction en calcaire, tels que les matériaux de Gsar Chouline, sont affectés par le phénomène du choc thermique, qui est remarquable dans notre zone d'étude (région

aride). L'alternance entre la chaleur de la journée et la fraîcheur de la nuit entraîne des microfissures qui peuvent être affectées par l'humidité, et l'effet du gel résulte par la suite des altérations de la pierre. Les plaques qui se séparent, dues au manque d'élasticité de la pierre et à sa dilatation-rétraction, sont appelées desquamations en plaques.

Humidité

Elle pénètre la pierre par capillarité après infiltration ou condensation (voir Figure 16). L'humidité ne doit pas dépasser 5% du poids d'une roche, au-delà de ce taux, la matière sera endommagée en raison des risques de dissolution et d'érosion. En ce qui concerne le mortier de chaux, il est connu et utilisé depuis longtemps, et présente une certaine élasticité qui lui permet de résister de manière satisfaisante aux variations de volume dues à l'humidité. Contrairement au ciment, qui est parfois utilisé



Figure 15. Une fouille clandestine.



Figure 16. remontée capillaire.

en restauration, il est très solide et peut se fissurer dans les mêmes conditions. Il est possible d'intervenir sur les pièges à humidité et les zones de stagnation, mais l'humidité peut également pénétrer par le haut des murs et arriver à la base, ce qui peut causer des altérations.

Gel et dégel

En fonction de la nature de la pierre, la porosité peut rendre la matière plus ou moins perméable. Lorsque de l'eau s'infiltre dans la pierre et passe de l'état liquide à l'état solide, elle augmente de volume et engendre une pression interne. L'alternance de températures chaudes et froides ainsi que l'humidité sont les principales causes de ce phénomène appelé gel-dégel (voir Figure 17).

L'eau est donc l'élément clé, et il est donc essentiel de déterminer sa source pour pouvoir minimiser les conséquences. Agir pour changer la direction de l'eau de ruissellement peut être l'une des solutions à adopter.

Cristallisation des sels solubles

Les sels ont au moins deux origines : la première est la pierre elle-même, la seconde est la pollution atmosphérique. Lorsque cette matière minérale se dissout, elle se mobilise puis se cristallise. Parfois, une pression interne des sels augmente de volume et peut causer leur éclatement. L'efflorescence saline (voir Figure 18), quant à elle, est une manifestation moins destructive que la cristallisation des sels, se présentant sous la forme d'une couche blanche à la surface de la pierre. Il s'agit d'un phénomène complexe à traiter, car il nécessite une étude approfondie de l'hygrométrie interne pour connaître les causes et éviter la mobilisation des sels ainsi que leur cristallisation.

Lorsque des ruines sont mises au jour au cours d'une fouille clandestine, elles se retrouvent dans une condition climatique complètement nouvelle. Généralement, le taux d'humidité diminue brusquement entre le sol et l'air libre, ce qui peut affecter



Figure 17. Fissure due au phénomène du gel et dégel.

les revêtements et mortiers à base de chaux de mauvaise qualité et provoquer la remontée des sels qui vont être cristallisés en surface.

Dégradation mécanique

C'est une question essentiellement structurelle. Les fissures (voir Figure 19) dans la pierre peuvent avoir différentes causes, notamment les contraintes de poids, la mauvaise répartition de la charge, le changement thermique, le choc physique et l'infiltration d'eau, qui peut provoquer des craquelures. Il est donc important de prendre en compte tous ces facteurs pour évaluer les risques de fissuration et déterminer les interventions nécessaires. Pour limiter les dégâts liés à l'eau, il est essentiel de traiter les sources et les chemins de l'eau. En cas de risque élevé de détérioration, il convient d'intervenir en remplaçant les éléments endommagés par des nouveaux de même spécificité physique.

Il est crucial de bien documenter les vestiges étudiés pour la première fois, comme dans le cas présent, avec des mesures et des photographies couvrant l'ensemble de la zone, puis de les contrôler régulièrement à l'aide de témoins gradués. Cependant, cela nécessite du matériel spécifique et un site protégé du vandalisme, ce qui n'est pas le cas ici.

Dégradation biologique

Des colonies de micro-organismes (voir Figure 20) formées de mousses, de lichens ou de champignons peuvent causer des



Figure 18. Efflorescence saline.



Figure 19. fissure due à une action mécanique.

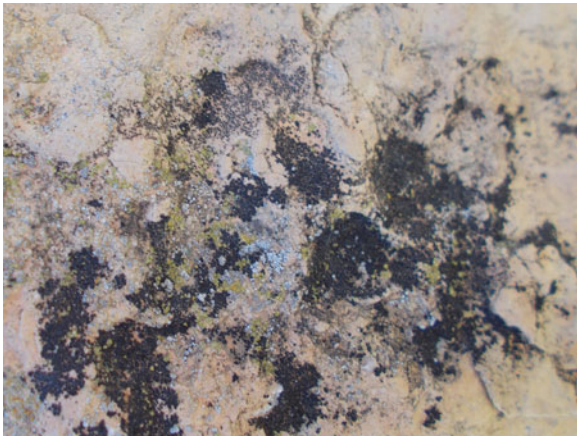


Figure 20. Des micro-organismes apparaissent à la surface de la pierre.

dommages à la pierre en provoquant des maladies. Certains de ces micro-organismes produisent un acide organique qui joue un rôle catalyseur dans le phénomène de dégradation, en plus d'être un désagrément visuel. Ce risque d'ordre biologique doit être bien examiné avant toute intervention ou essai de nettoyage. L'utilisation de produits éliminant les micro-organismes – parfois jouant un rôle protecteur – peut affecter la pierre. Il est préférable d'intervenir sur l'environnement en cherchant des solutions pour réduire l'humidité qui favorise le développement de ces phénomènes plutôt que d'agir directement sur les matériaux et éliminer les micro-organismes.

Action de l'eau

L'impact de l'eau sur la dégradation des matériaux, en particulier sur les monuments historiques, est bien considérable. La remontée capillaire et l'accumulation d'eau sur les murs causent des dégâts considérables, tels que des taches sombres d'humidité, des croûtes salines et la désagrégation de la pierre. L'eau est également responsable de la dissolution du mortier, de la diminution de la résistance de la pierre et de l'instabilité interne des matériaux.

Dans ce cas particulier, la remontée capillaire, qui est très évidente sur le mur sud de l'enceinte du monument, causée par une contre-pente malheureuse, entraîne la concentration de grands volumes d'eau, ce qui détermine la nature et l'intensité des dommages. Des taches sombres d'humidité sont visibles sur la paroi du mur. Des croûtes salines, également appelées efflorescences salines, sont un phénomène détecté dans l'édifice étudié. Ce phénomène, qui semble superficiel, cache une maladie profonde de la pierre dont les symptômes varient selon les cas : desquamation en plaque ou désagrégation légère ou intense appelée « tafoni ».

En termes plus simples, la remontée capillaire entraîne une concentration d'eau dans le mur, ce qui entraîne des taches sombres d'humidité et des croûtes salines sur la surface de la pierre. Bien que cela puisse sembler superficiel, cela peut causer une maladie profonde de la pierre avec des symptômes tels que la desquamation en plaque ou la désagrégation. Il est important de corriger la contre-pente pour éviter une telle accumulation d'eau.

L'eau est capable de dissoudre et mobiliser les constituants de la pierre, d'où son impact direct sur les matériaux exposés aux

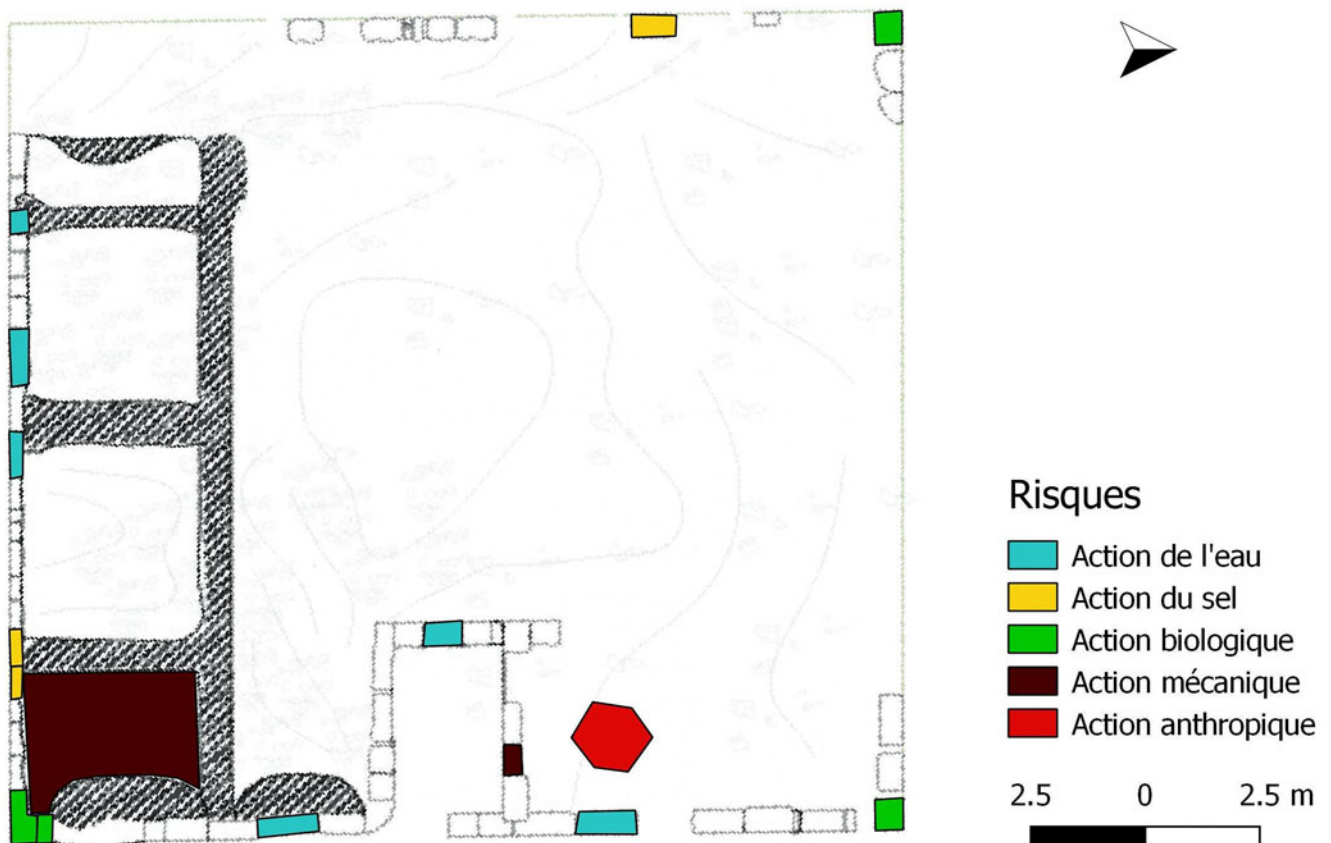


Figure 21. Les risques naturels et anthropiques affectant le monument de Gasr Chouline.

pluies et aux ruissellements. Elle est également responsable de la dissolution du mortier. En effet, elle diminue la résistance de la pierre aux cycles de chaud-froid et de gel-dégel. De plus, la rétention d'eau crée de l'instabilité interne des matériaux et entraîne des pertes de matière. Ces pertes laissent des pores à combler pour arrêter la dégradation.

Conclusion

Pour révéler sa valeur patrimoniale, il est essentiel de considérer les vestiges existants en conjonction avec le contexte urbain ou rural dans lequel ils s'insèrent. L'analyse des techniques de construction permet de comprendre les différentes adaptations de l'homme au fil du temps et de s'inscrire dans une continuité au regard des évolutions des besoins, sans perdre l'authenticité et l'identité locale.

Cependant, l'obsolescence du patrimoine antique bâti, qui se manifeste notamment par la dégradation des monuments (voir Figure 21) et l'absence de mise en valeur, le rend inadapté aux besoins économiques des habitants et accentue fortement sa disparition. Pourtant, les vestiges existants offrent tout le potentiel d'adaptation au développement local dès lors qu'ils sont traités avec le savoir-faire technique qu'exige le patrimoine antique. Sa valorisation peut inclure les nouvelles technologies pour créer une restitution virtuelle en cas d'impossibilité d'intervenir réellement.

Pour valoriser le patrimoine, le diagnostic est primordial : il faut analyser les techniques de construction, l'état de conservation des monuments, dresser un inventaire des éléments remarquables et identifier les potentialités de mise en valeur. Sur la base de ce diagnostic, une intervention pourra être définie afin d'exploiter le potentiel patrimonial existant dans le développement local. L'inventaire déjà effectué au cours de ce travail permet une intervention plus ciblée sur le patrimoine de la région.

Il est important de souligner que les instruments législatifs ont fait de la protection du patrimoine un enjeu de la planification urbaine en ce qui concerne la création des sites culturels. En effet, ces instruments ouvrent la voie à une approche intégrant la conservation du patrimoine dans le cadre d'un projet de territoire.

En effet, un plan de prospection global pour l'ensemble de la région doit être installé, étant donné que le projet de la carte nationale des sites archéologiques et des monuments historiques n'a mené aucun travail de prospection dans la région de Tataouine. Ce plan doit inclure toutes les actions requises pour identifier les sites archéologiques. L'exécution d'un plan efficace dans un environnement désertique, connu pour son accessibilité ardue, nécessite l'utilisation de solutions technologiques avancées, à savoir la navigation GPS et l'interprétation efficace de l'imagerie satellite.

Pour formuler une méthodologie adaptée à l'exploration archéologique et à la gestion de sites dans une région qui englobe plusieurs sites, le champ d'application du traitement des données peut présenter différentes échelles, allant du niveau du site au niveau régional. Cela permettra de classer les sites en fonction de leur vulnérabilité aux risques naturels et anthropiques, ainsi

leurs états de conservation. L'utilisation du site de Gsar Chouline comme modèle non invasif est une option viable en raison de ses caractéristiques géographiques et archéologiques. Ce modèle peut contribuer efficacement aux politiques visant à sauvegarder le patrimoine culturel, ainsi qu'à promouvoir une gestion efficace des risques dans la région de Tataouine.

Néanmoins, il est impératif de reconnaître que chaque région et chaque site antique sont distincts et peuvent nécessiter des approches différentes. Il est donc essentiel d'adapter la méthodologie aux besoins spécifiques du site. La mise en œuvre de solutions adaptées est essentielle pour chaque catégorie de vestiges.

Remerciements

Je tiens à remercier sincèrement le Dr. Marcco Nebbia, le Pr. Anna Leone, Pr. Ammar Othman et toute l'équipe de Training in Action pour leur soutien et leur collaboration précieuse.

Notes

- 1 Le terme « transect » désigne un dispositif d'observation de terrain le long d'un tracé linéaire. Son objectif est de mettre en évidence une superposition, une succession spatiale ou des relations entre des éléments géographiques.
- 2 Adam, J.P. 1989. *La construction romaine : matériaux et techniques*. Editions A. et J. Picard, Paris : 24–25.
- 3 Younes, A. et Ouaja, M. 2008. Les carrières antiques de Byzacène entre Sullethum et Ruspina, *Notes du Service Géologique de Tunisie* n°76 : 55–82.
- 4 Moreau, Lt 1904. Le castellum de Ras el Oued Gordab. *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques*, pl. 36, Paris : 375.
- 5 Blanchet, P. 1899. Mission archéologique dans le centre et le sud de la Tunisie. *Nouvelles Archives des missions scientifiques et littéraires*, t. 9, Paris : 142.
- 6 Un bas-relief dit phallique, conçu pour franchir une porte d'entrée. Il s'agit d'un arc en plein cintre sculpté dans un unique bloc de pierre. Cet arc présente des sculptures grossières : au centre, deux paons se font face, dont les têtes se rejoignent au-dessus d'un vase à pied.
- 7 Cagnat, R. 1912. La frontière militaire de la Tripolitaine à l'époque romaine, *Mémoires de l'académie des inscriptions et belles lettres*, tome 39, Paris : 33–34.
- 8 Troussel, P. 1974. *Recherches sur le Limes tripolitanus du Chott El-Djerid à la frontière tuniso-lybienne*. Le Centre national de la recherche scientifique. Paris : 104.

Bibliographie

- Adam, J.P. 1989. *La construction romaine : matériaux et techniques*. Editions A. et J. Picard, Paris : 24–25.
- Blanchet, P. 1899. Mission archéologique dans le centre et le sud de la Tunisie. *Nouvelles archives des missions scientifiques et littéraires*, t. 9, Paris : 142.
- Cagnat, R. 1912. La frontière militaire de la Tripolitaine à l'époque romaine, *Mémoires de l'académie des inscriptions et belles lettres*, tome 39, Paris : 33–34.
- Moreau, Lt 1904. Le castellum de Ras el Oued Gordab. *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques*, pl. 36, Paris : 375.
- Troussel, P. 1974. *Recherches sur le limes tripolitanus du Chott El-Djerid à la frontière tuniso-lybienne*. Paris : 104.
- Younes, A. et Ouaja, M. 2008. Les carrières antiques de Byzacène entre Sullethum et Ruspina, *Notes du Service Géologique de Tunisie* n°76 : 55–82.