



HAL
open science

Archéologie et imagerie satellitaire : une coopération à développer

Katia Schörle, Luc Lapierre, Luc Simiroré Diatta, Sébastien Gadal, Julien Seinturier

► To cite this version:

Katia Schörle, Luc Lapierre, Luc Simiroré Diatta, Sébastien Gadal, Julien Seinturier. Archéologie et imagerie satellitaire : une coopération à développer. Journée de l'innovation, CNES, Feb 2024, Toulouse, France. hal-04455854

HAL Id: hal-04455854

<https://hal.science/hal-04455854>

Submitted on 15 Feb 2024

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Archéologie et Imagerie Satellitaire : Une coopération à développer

Katia Schörle¹

Avec Luc Lapierre², Luc Diatta³, Sébastien Gadal⁴, Julien Seinturier⁵

¹ Chargée de Recherches CNRS, Centre Camille Jullian, Aix Marseille Université Katia.schorle@cnrs.fr

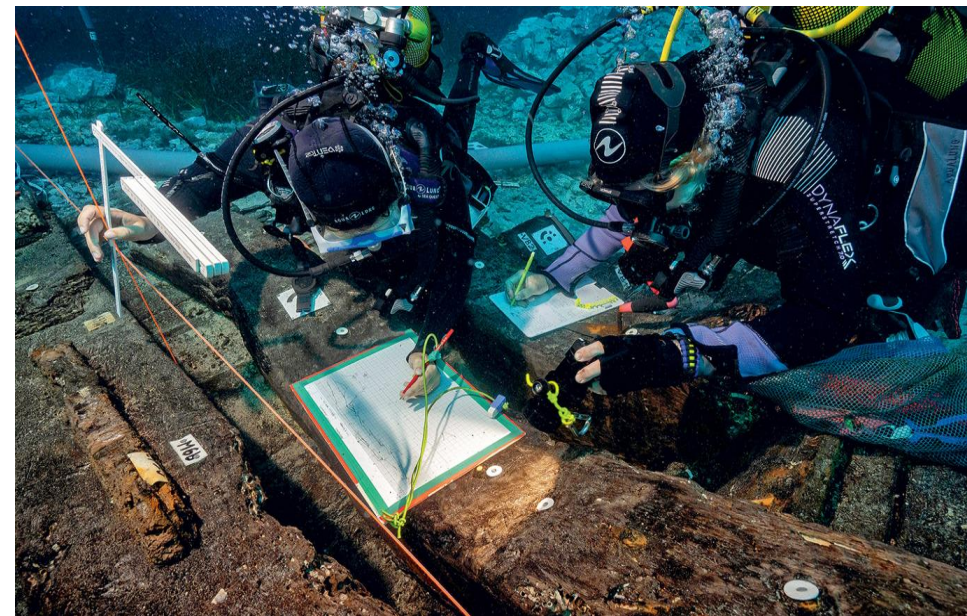
² Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection (SFPT)

³ Centre Européen de Recherche et Enseignement des géosciences de l'environnement (CEREGE), Aix-Marseille Université

⁴ UMR 7300 ESPACE, Aix-Marseille Université

⁵ Laboratoire d'Informatique et des Systèmes (LIS), Université de Toulon







L'imagerie spatiale au service du patrimoine culturel *Spatial Imagery at the Service of Cultural Heritage*

2-3 Novembre 2023

Paris, 2 Pl. Maurice Quentin, 75001 Paris



Luc LAPIERRE (SFPT/ACT/Aouras/AOrOc) & Katia SCHÖRLE (AMU/CNRS/CCJ)

Avec Céline Calleya, Dominique Pheav, Yannick Tanguy (CNES)

Imagerie Spatiale & archéologie : Approches Méthodologiques

Pierades

50m

Altitude

MNS Pierades

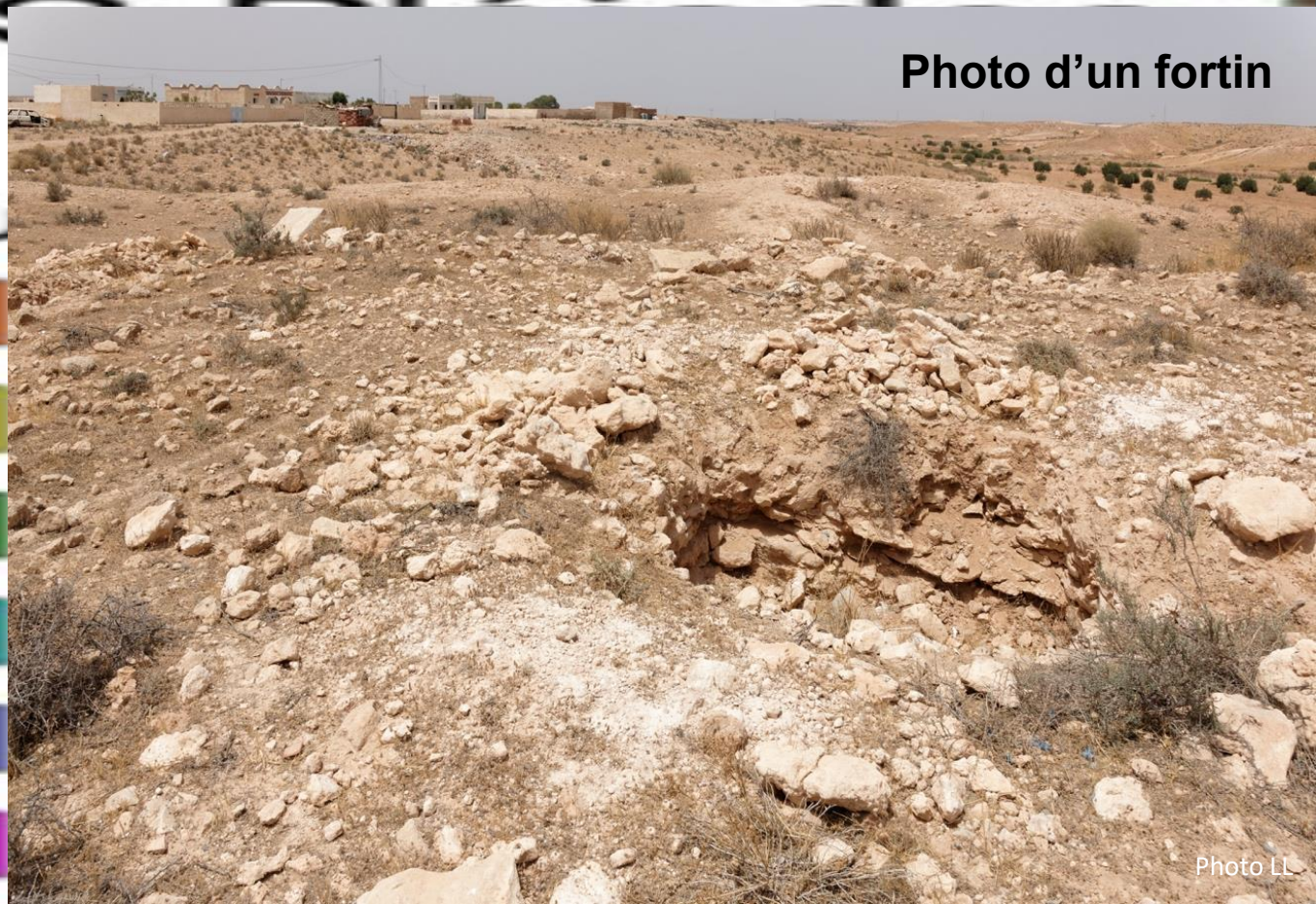


Photo d'un fortin

Photo LL

L'image spatiale pour l'étude de grandes infrastructures romaines
(cadastres ruraux)

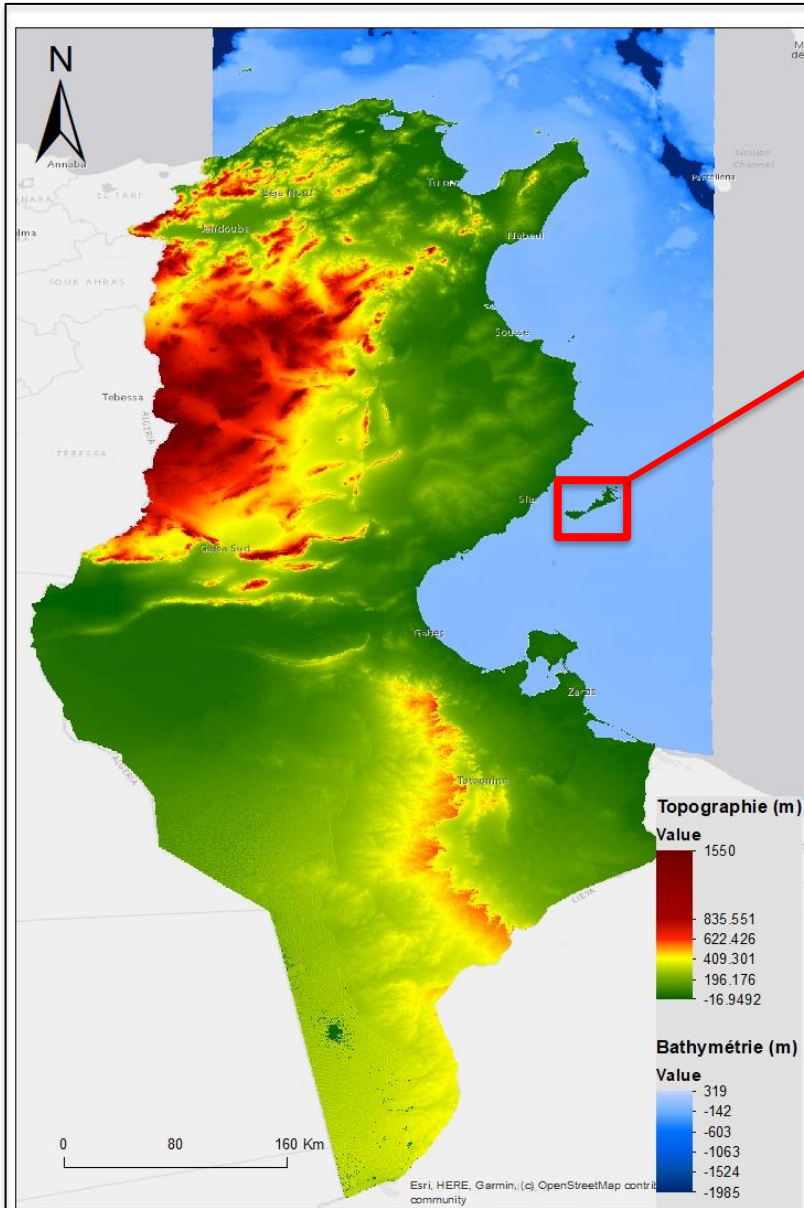
La grille cadastrale sur le terrain

Sidi Embarek

Hr. Ben Hassine

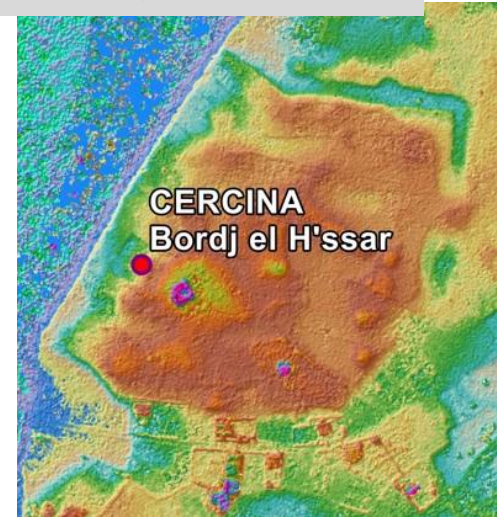
Centurie ~706 m
Orientation : $51,3^\circ$, ratio : 5/4

Zone d'étude

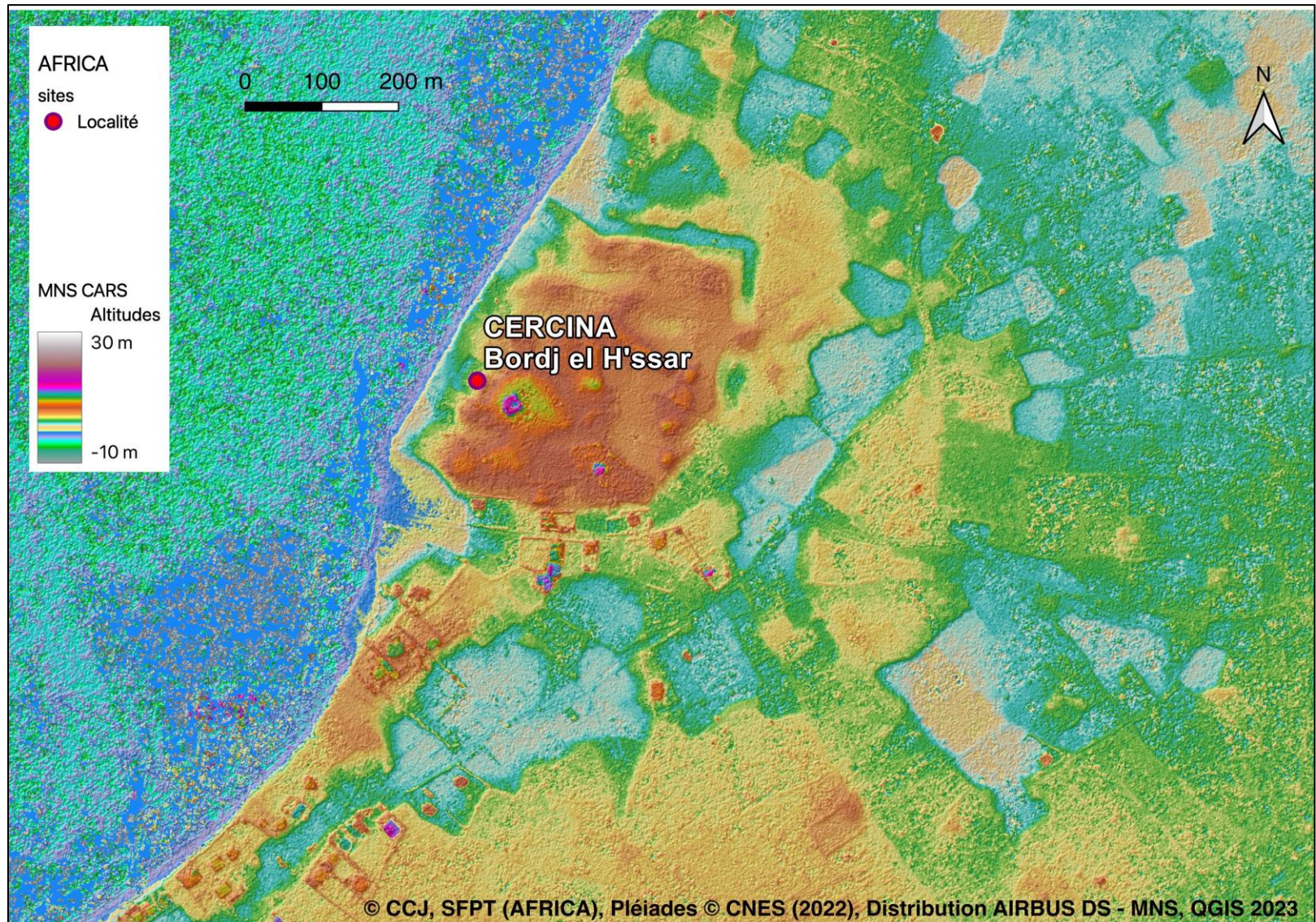


Archipel des Kerkennah, Tunisie

Secteur étudié



Archipel des Kerkennah, Tunisie



Apport de l'imagerie Spatiale

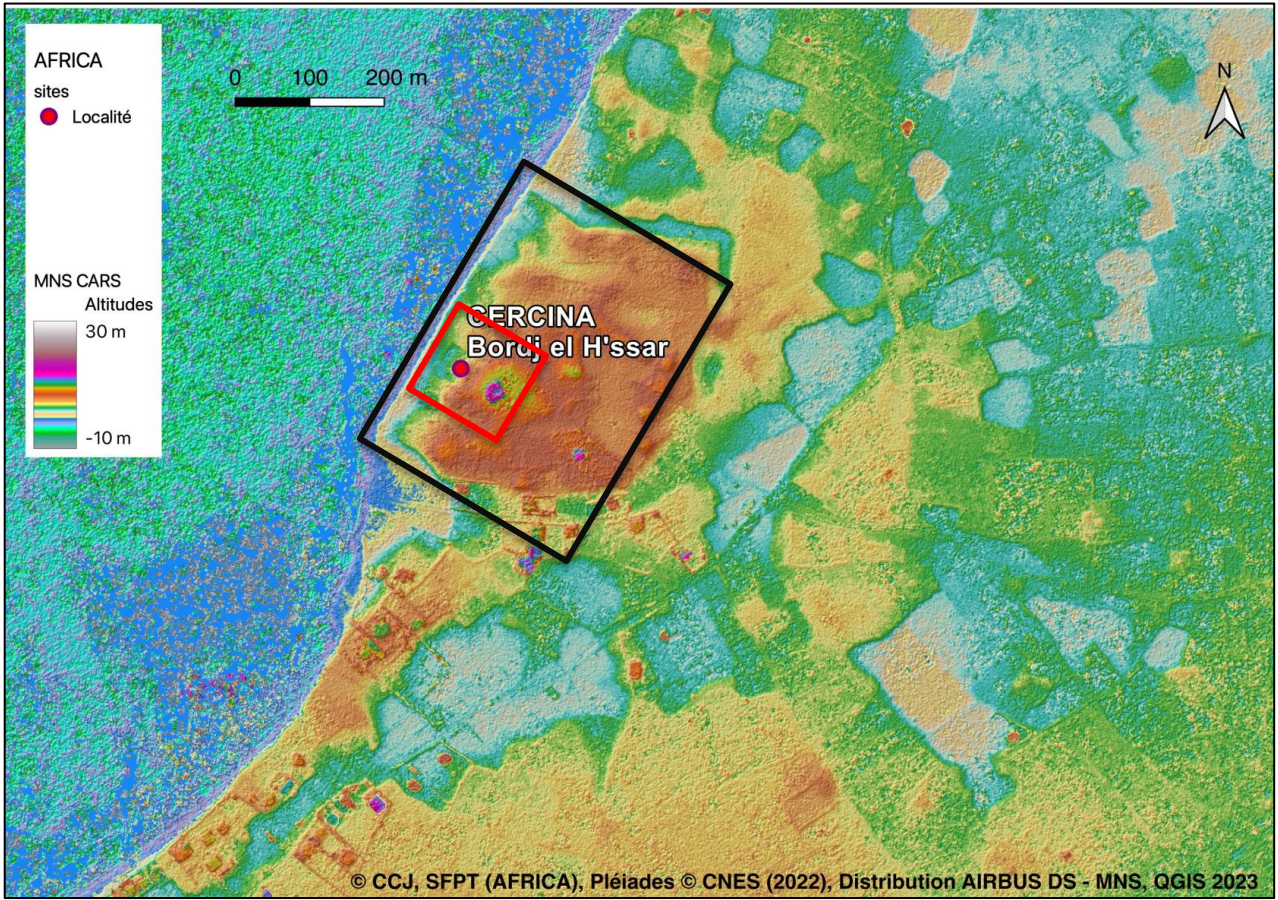
Types d'images	Années	Date d'acquisition	Résolution	Résolution finale	Mode d'acquisition
Pléiades 1	2012	13/03/2012	2.8 m, 70 cm	50 cm	Stéréo
Pléiades 1	2017	16/01/2017	2.8 m, 70 cm	50 cm	Stéréo
Pléiades 2	2022	10/2022/02	2.8 m, 70 cm	50 cm	Stéréo

Délimitation de la zone de prospection

MNS

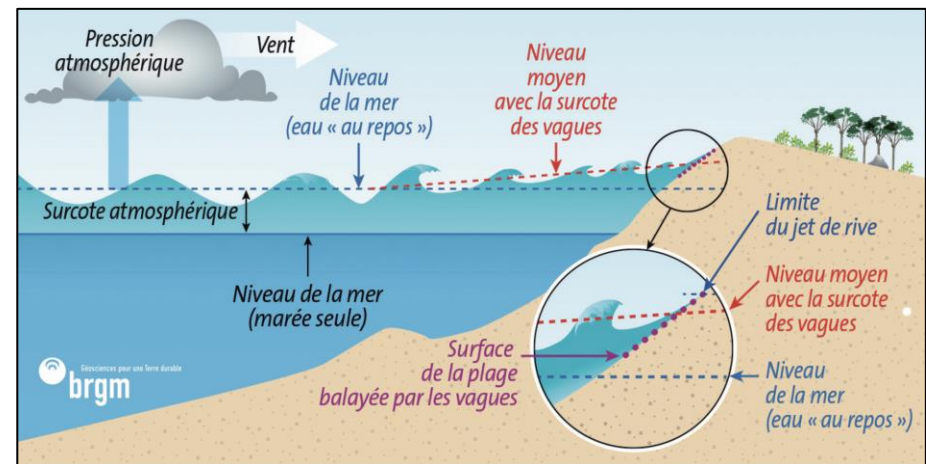
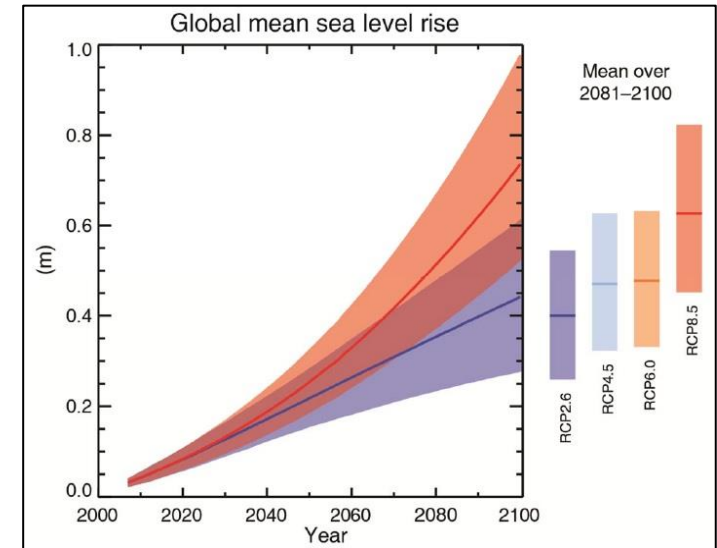
✓ Extension de la zone au-delà de la limite actuelle du site.

✓ Une trentaine de citernes identifiées sur près de 2 km prospecté.



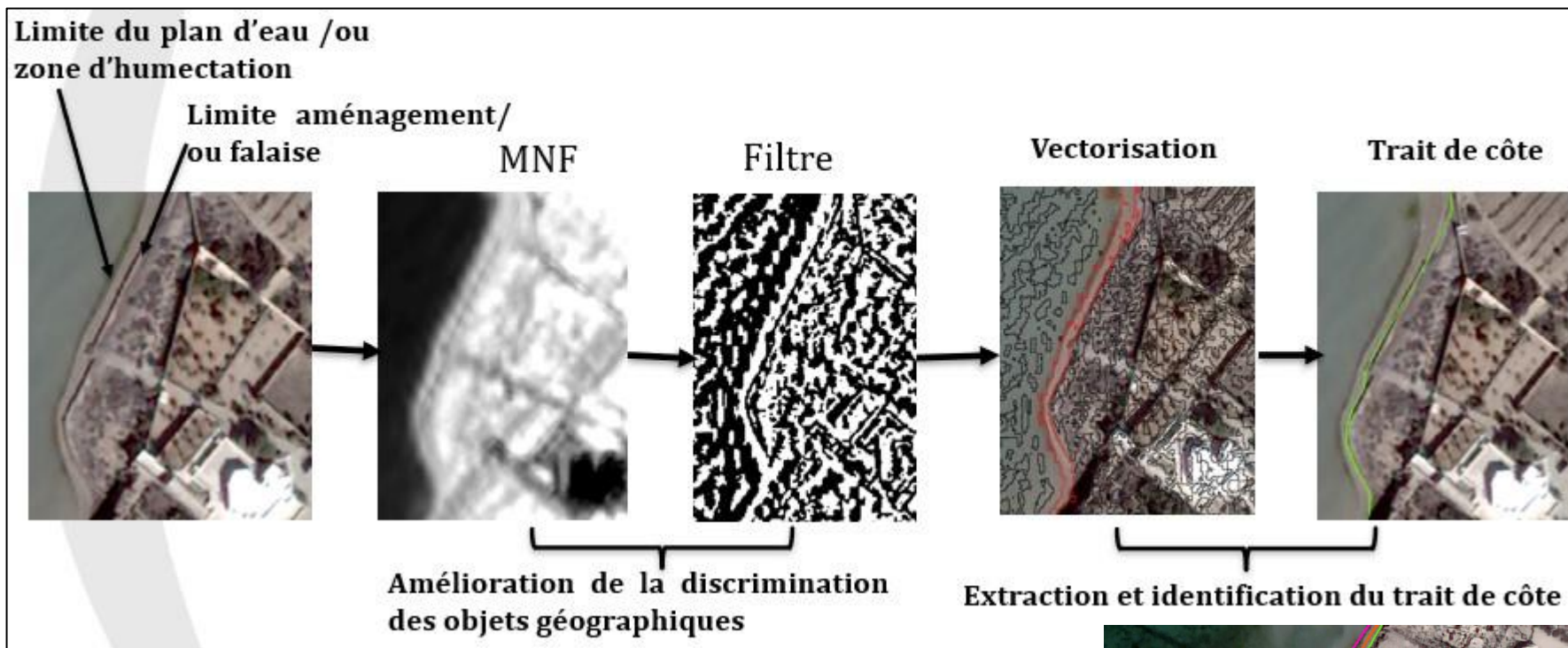
Changement Climatique Mondial & Gestion du Patrimoine

- Hausse du niveau de la mer
- Multiplication des phénomènes extrêmes
- Tempêtes
- Pénurie des apports sédimentaires
- Accentuation de l'action des agents hydrodynamiques

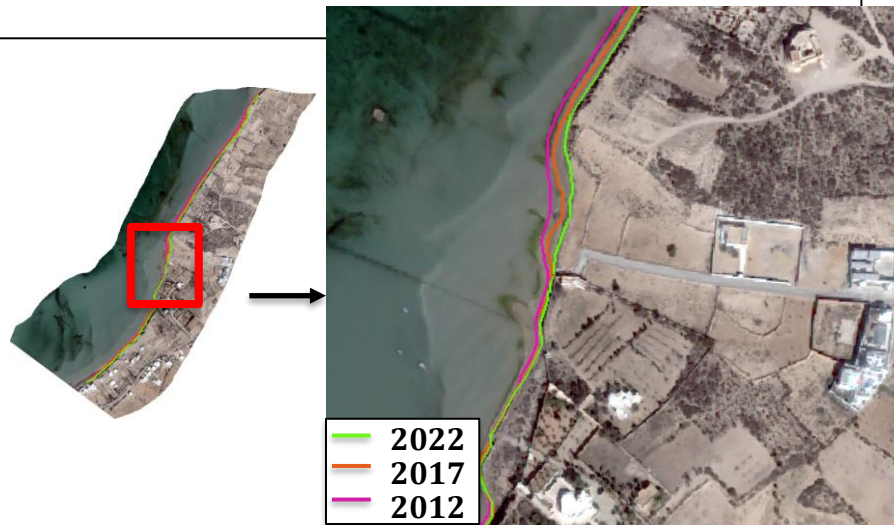


Suivi de la dynamique du littoral

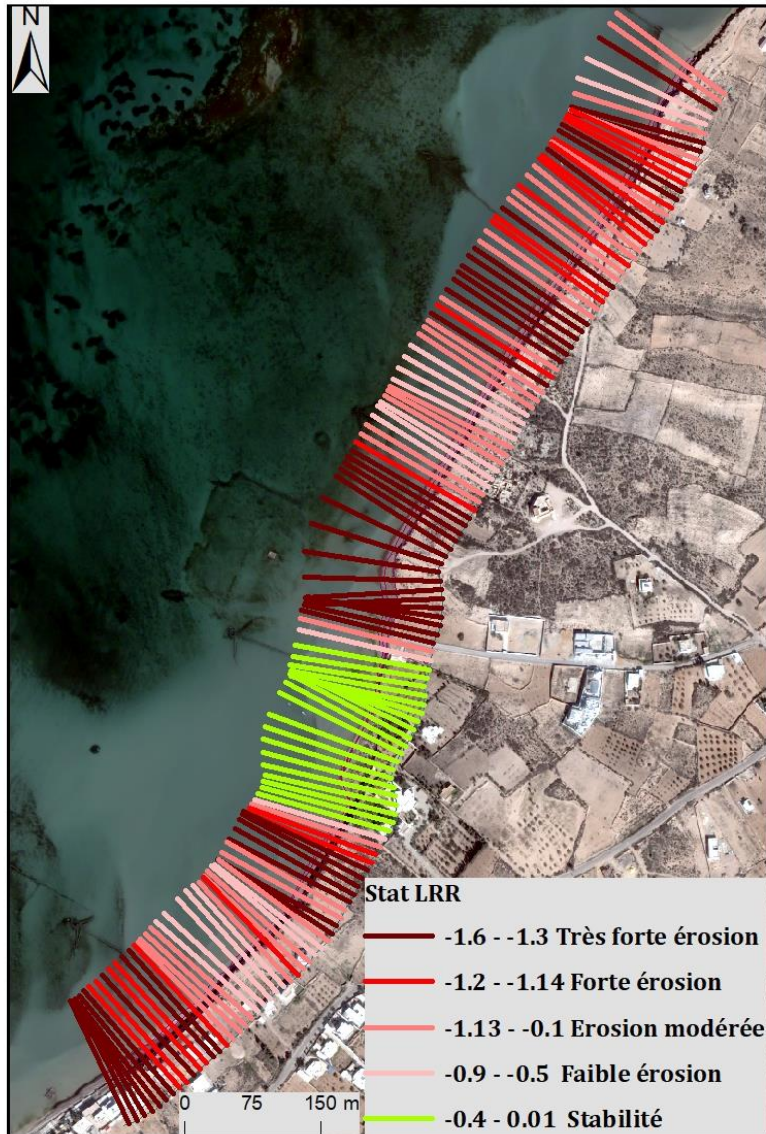
Méthodes d'extraction automatique des différents traits de côtes



- ✓ Identification et extraction des différents traits de côte.

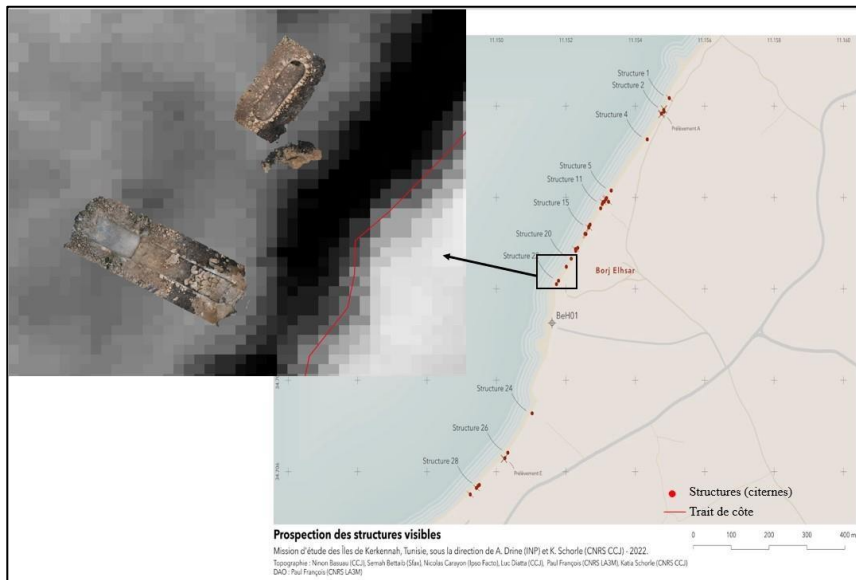


Résultats



1 m/an

Destruction du patrimoine



Destruction des vestiges archéologiques et de la ville carthaginoise et romaine



Immersion de sites ou structures



Destruction du patrimoine

- Nécessité de sauvegarde digitale
- Construction de jumeaux numériques
 - Fidèles
 - Exhaustifs
 - Multimodaux



0 0,5 1 2m
Echelle : 1:20"

Citerne 5

Orthophoto de l'élévation, coupe transversale

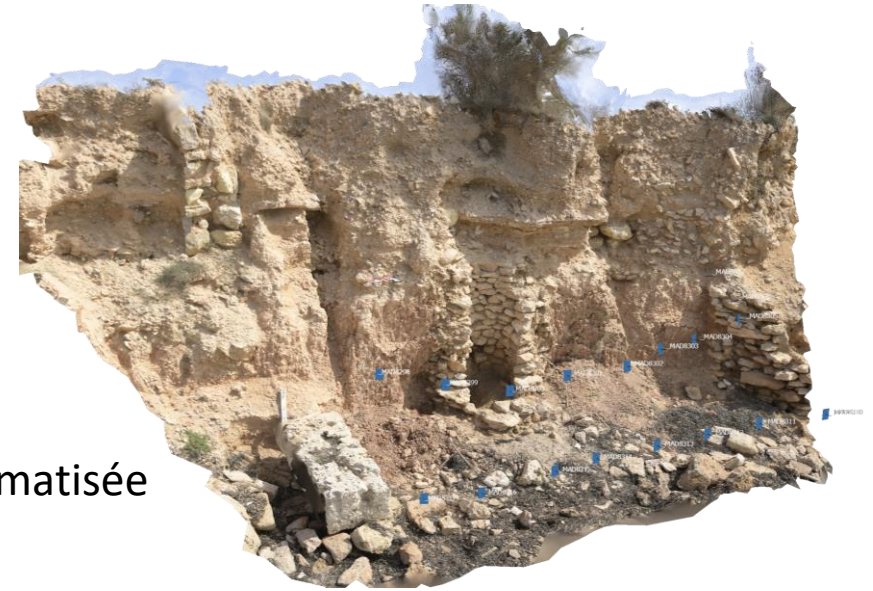
Mission d'étude des îles de Kerkennah, Tunisie - 2022

Relevé : Paul François (CNRS-LA3M)

Photogrammétrie terrestre et Orthophoto

■ Avantages

- Faible cout de déploiement
- Etude à postériori
- Capture de l'élévation (falaise)

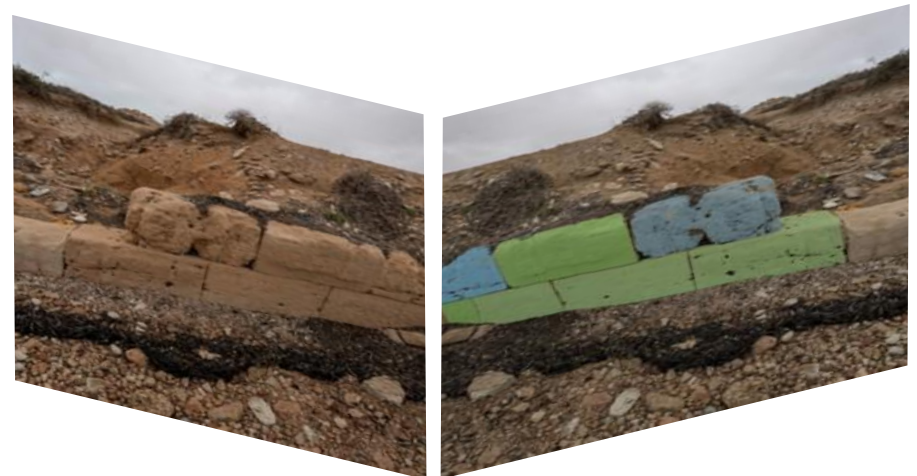


■ Approche informatique

- Détection, classification et mesure automatisée
- Jumeau Numérique, XR (VR et AR)

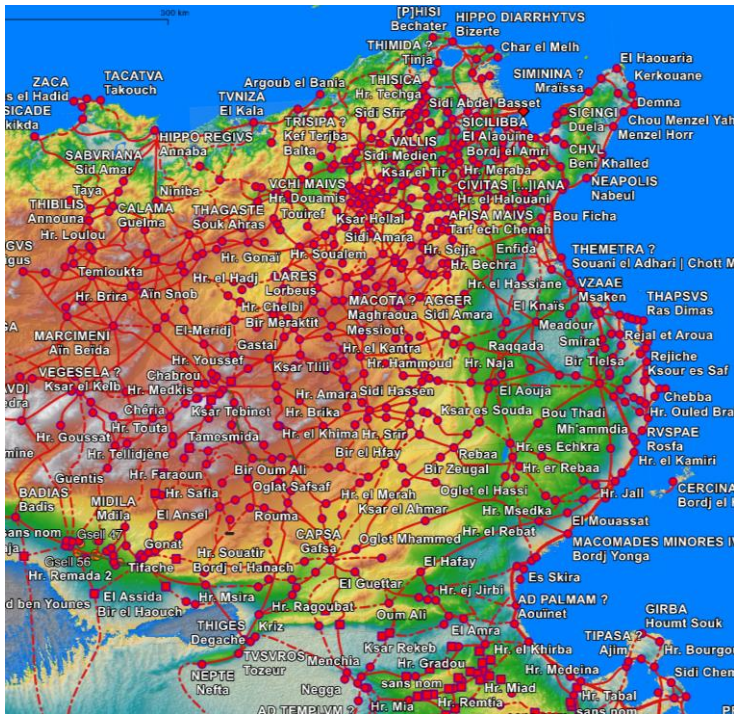
■ Limitations

- Présence sur site
- Volume de données
- Non adaptée à une approche exhaustive



Intelligence Artificielle et Imagerie Spatiale

- Études de données spatiales pour l'archéologie
 - Découvertes de routes commerciales anciennes (AFRICA)
 - Suivi d'évolution d'un site (KERKENNAH)
 - Détection de sites inconnus



Intelligence Artificielle et Imagerie Spatiale

■ Limitations

- Grande quantité d'information
- Modalités variées (Optique, Radar, Multi-spectrale)



Traitement des données difficile à grande échelle



**Coupler des méthodes de l'Intelligence Artificielle
aux données spatiales**

Intelligence Artificielle et Imagerie Spatiale

■ Apprentissage Machine / Intelligence Artificielle Neuronale

- Détection de sites inconnus

- Suivi d'évolution d'un site

■ Intelligence Artificielle Symbolique

- Validation d'hypothèses sur des images satellites

■ Intelligence Neuro-Symbolique

- Mêlé connaissances expertes et Apprentissage

- Intégration de l'imagerie spatiale dans un corpus plus vaste

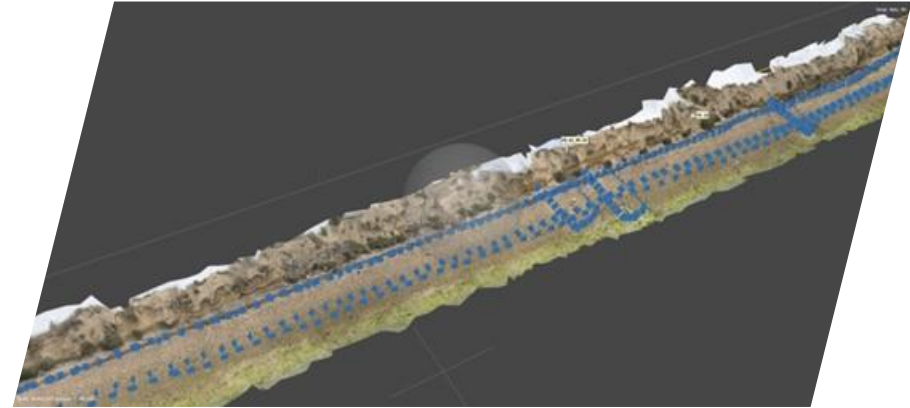
- Sémantisation d'images spatiales



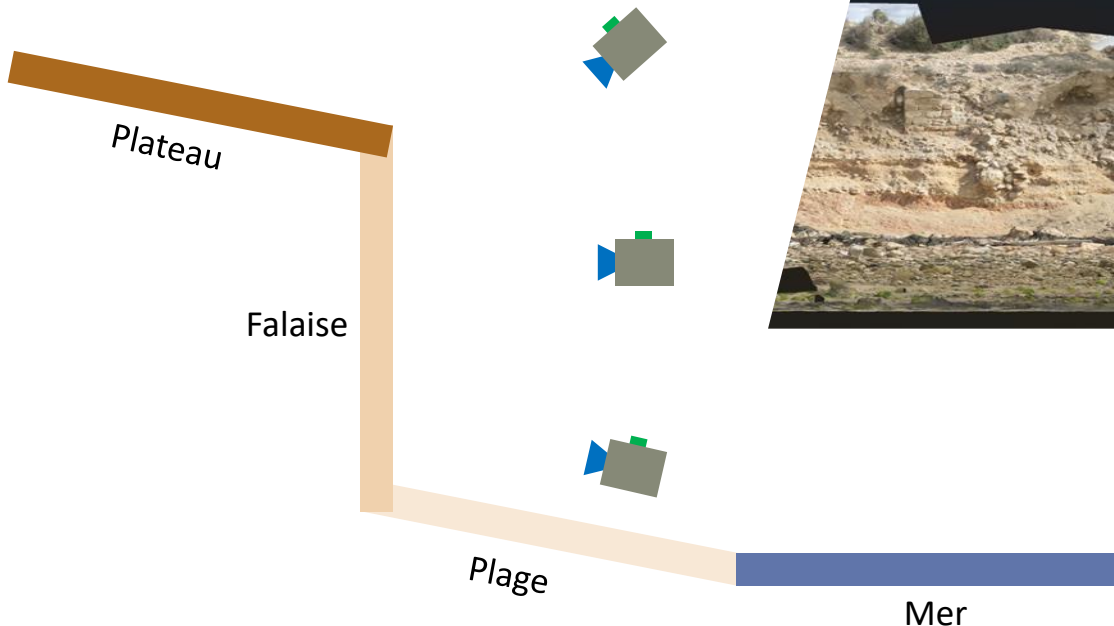
Photogrammétrie terrestre et Orthophoto

■ Modélisation fine

- Niveau de détail < 1mm
- Env. 3000 photographies
- 800 m de littoral numérisé
- Référencée via points topographiques



■ Protocole de relevé



**Perspectives de
collaboration avec le
CNES : constellation
CO3D**

Conclusions



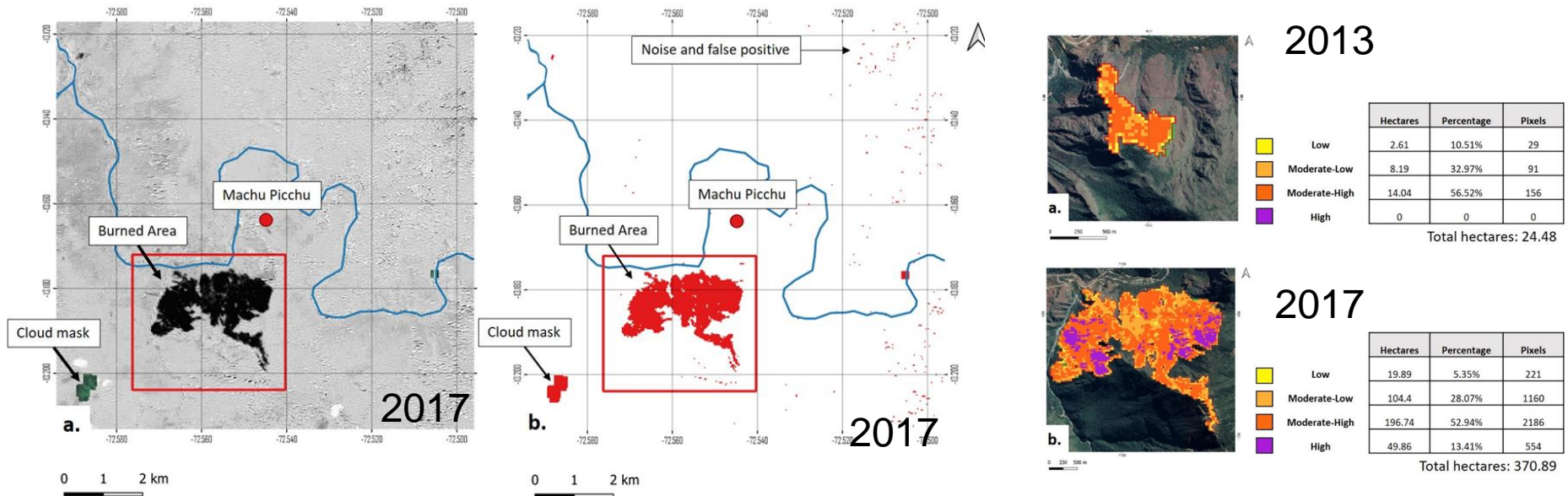
Avec mes remerciements à toute l'équipe du projet SPAT:

Loica Avanthey (Epita), **Laurent Baudouin** (Epita), **Semah Bettaieb** (Univ. Sfax), **Luc Diatta** (CEREGE, Aix-Marseille Université), **Ali Drine** (INP), **Paul François** (LA3M, CNRS), **Sébastien Gadal** (Géographie, Aix-Marseille Université), **Ridha Ghaddhab** (Université de Sousse, Tunisie), **Sami Khemiri** (Université Tunis El Manar, Tunisie) **Luc Lapiere** (SFPT), **David Ollivier** (LA3M, CNRS), **Julien Seinturier** (LIS, Univ. Toulon), **Philippe Soubias** (CCJ, CNRS) et l'Institut National du Patrimoine de Tunisie

Analysis of Big data & artificial Intelligence

Analysis of potentially damaging events for the natural and cultural heritage (e.g. Wildfire)

Natural Park of Machu Picchu (two fire events 2013 and 2017)



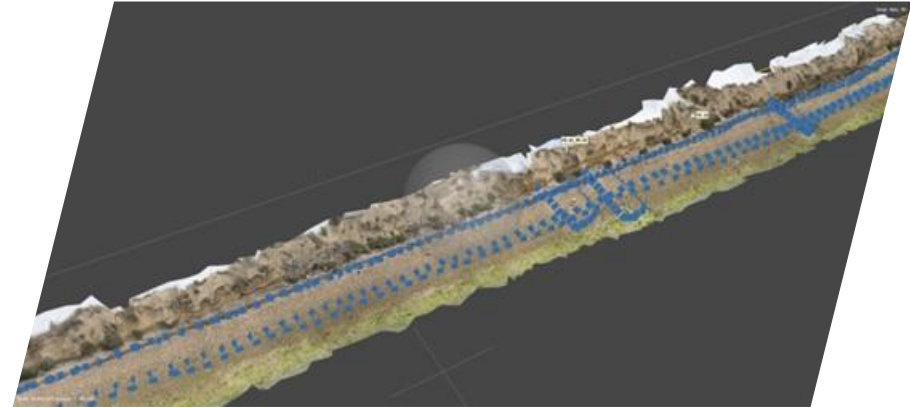
Lasaponara, R., Abate, N., Fattore, C., Masini, N. (2022). Open Big Earth Observation Data and Artificial Intelligence for the Study and Preservation of UNESCO Natural and Cultural Heritage: The Case of Machu Picchu. In: Ziolkowski, M., Masini, N., Bastante, J.M. (eds) Machu Picchu in Context. Springer, Cham.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-92766-0_6

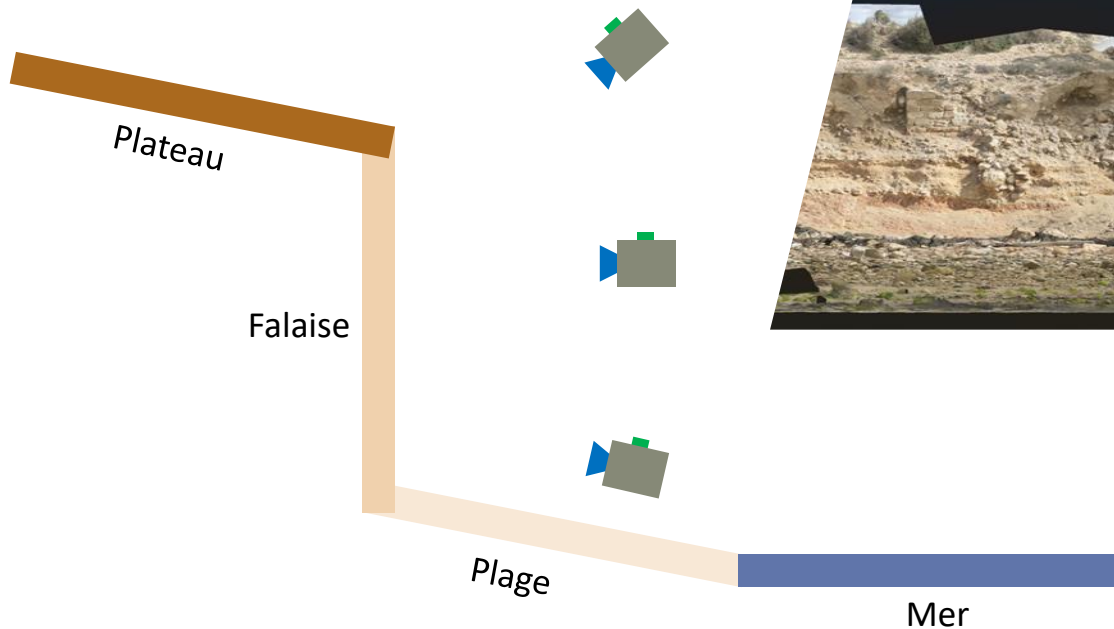
Photogrammétrie terrestre et Orthophoto

■ Modélisation fine

- Niveau de détail < 1mm
- Env. 3000 photographies
- 800 m de littoral numérisé
- Référencée via points topographiques



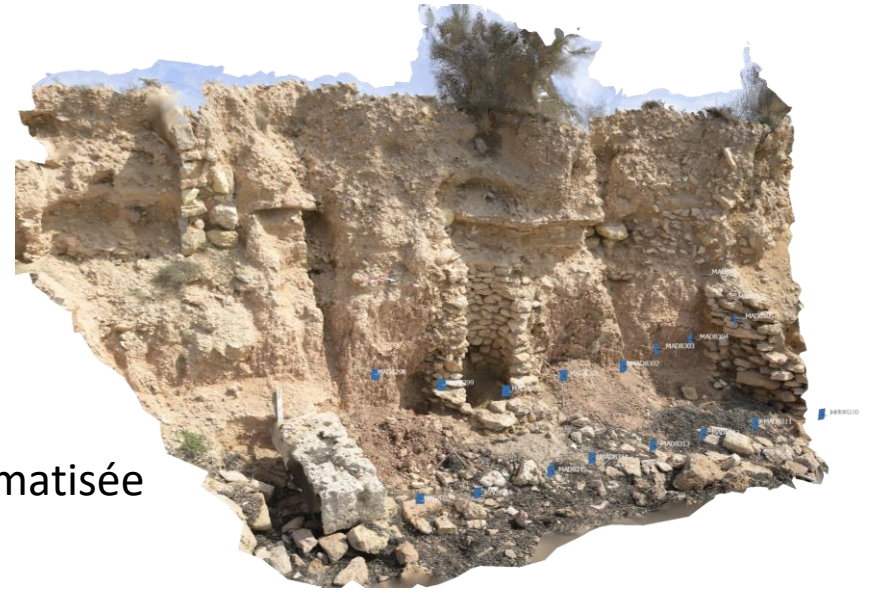
■ Protocole de relevé



Photogrammétrie terrestre et Orthophoto

■ Avantages

- Faible cout de déploiement
- Etude à postériori
- Capture de l'élévation (falaise)

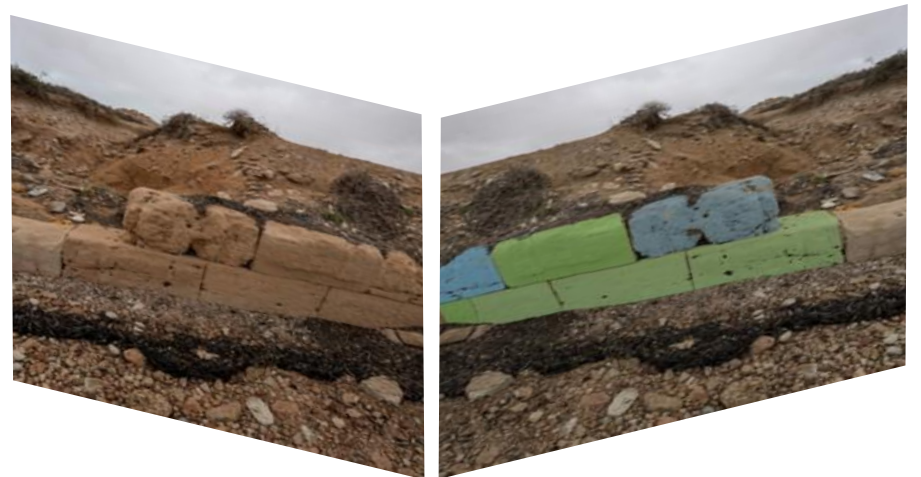


■ Approche informatique

- Détection, classification et mesure automatisée
- Jumeau Numérique, XR (VR et AR)

■ Limitations

- Présence sur site
- Volume de données
- Non adaptée à une approche exhaustive





L'archipel des Kerkennah, Tunisie

