



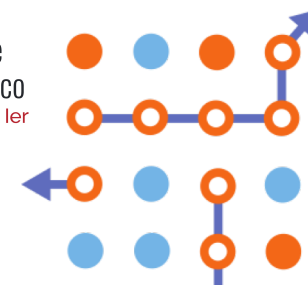
## Risques côtiers et évolution du littoral à long terme :

Apports de l'imagerie spatiale  
pour l'étude et la protection du patrimoine archéologique  
dans le cadre du projet SEMSPAT

K. Schörle, L. Lapierre, L. Diatta, J. Seinturier, A. Drine, F. Ghazzi, M. Bresciani, L. Borel,  
A. Sabastia, J. Rebière, Cl.-M. Monneron, F. Sergeant, R. Payet, E. Rossoni-Notter

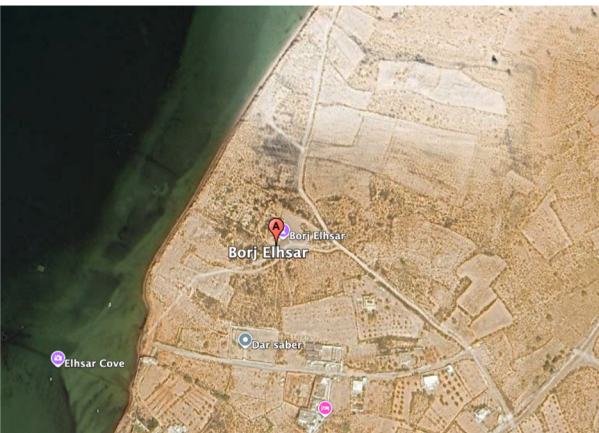
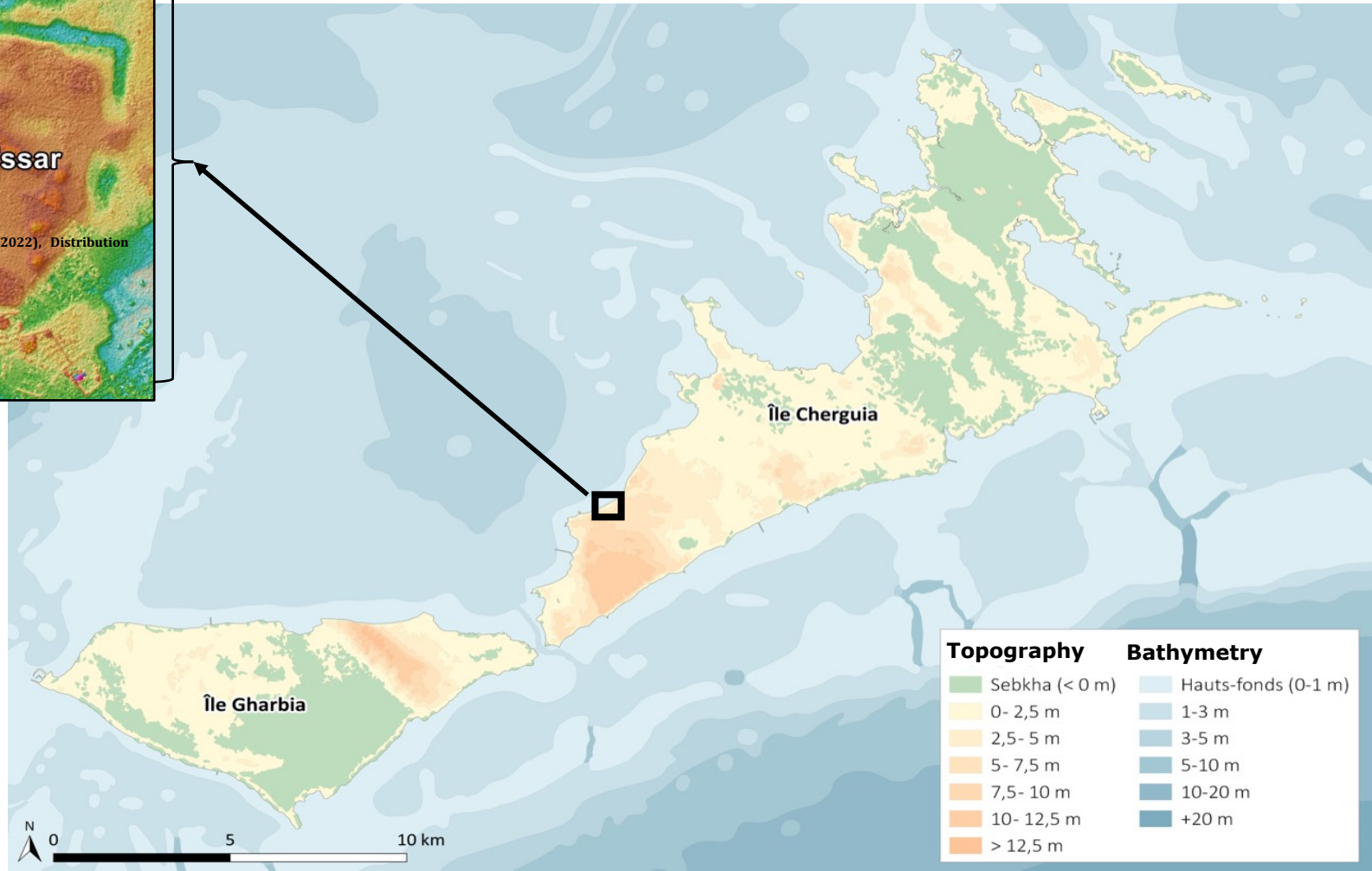
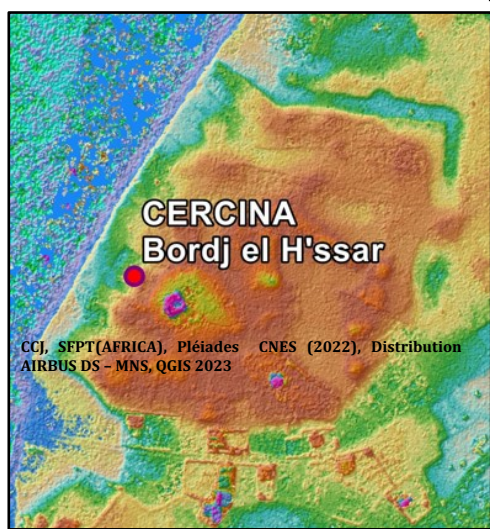


Musée d'Anthropologie  
Préhistorique de Monaco  
Fondé par le prince Albert 1er



# Transgression marine : changement climatique, phénomènes météorologiques violents, affaissement du sol et élévation du niveau de la mer

Images  
Satellites  
Pléiades

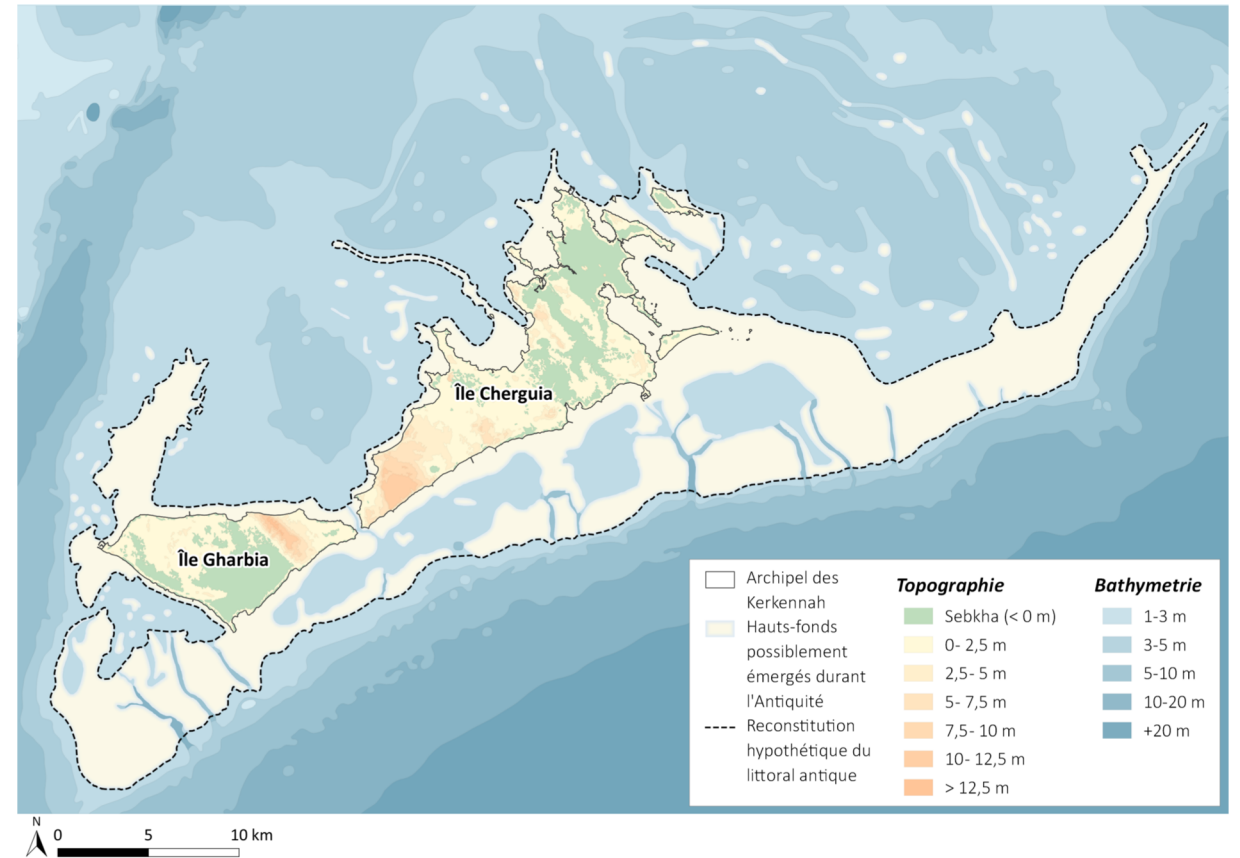
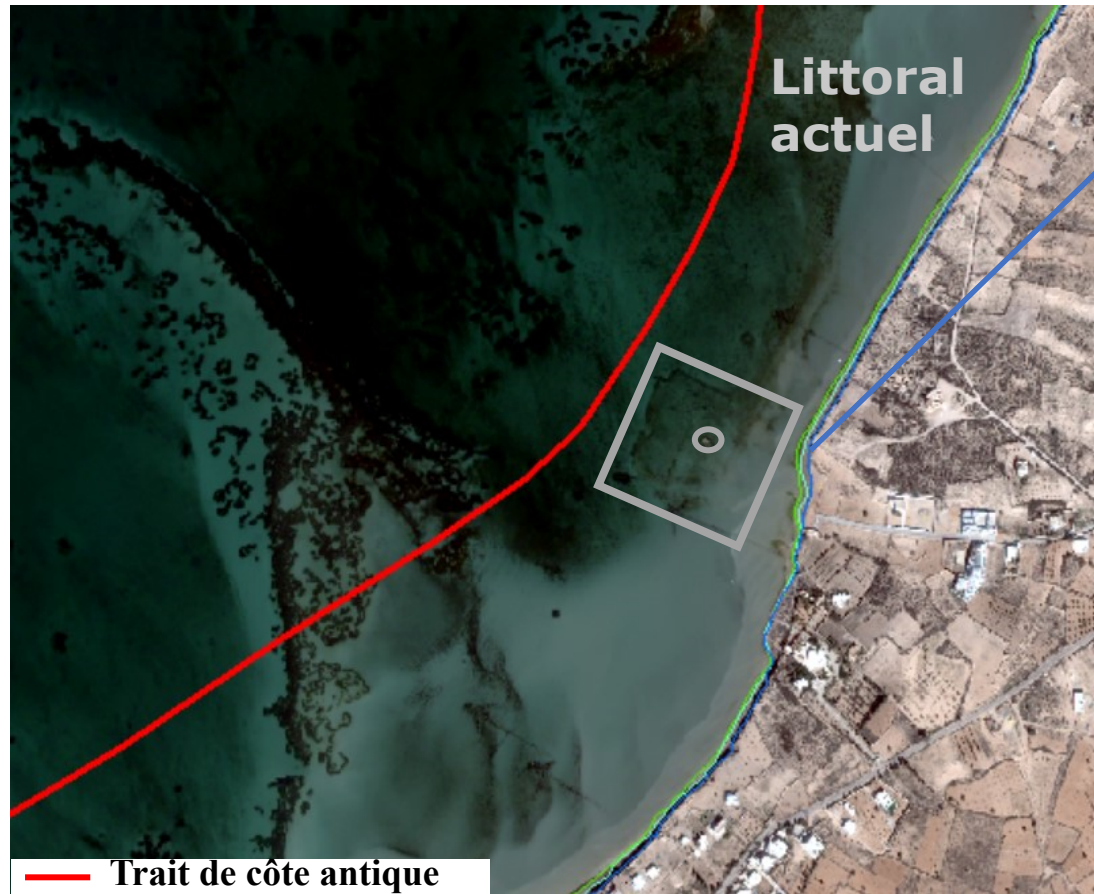


GoogleEarth



## Suivi de l'évolution du littoral

Ancien port punique  
et romain (- 2 m de profondeur)



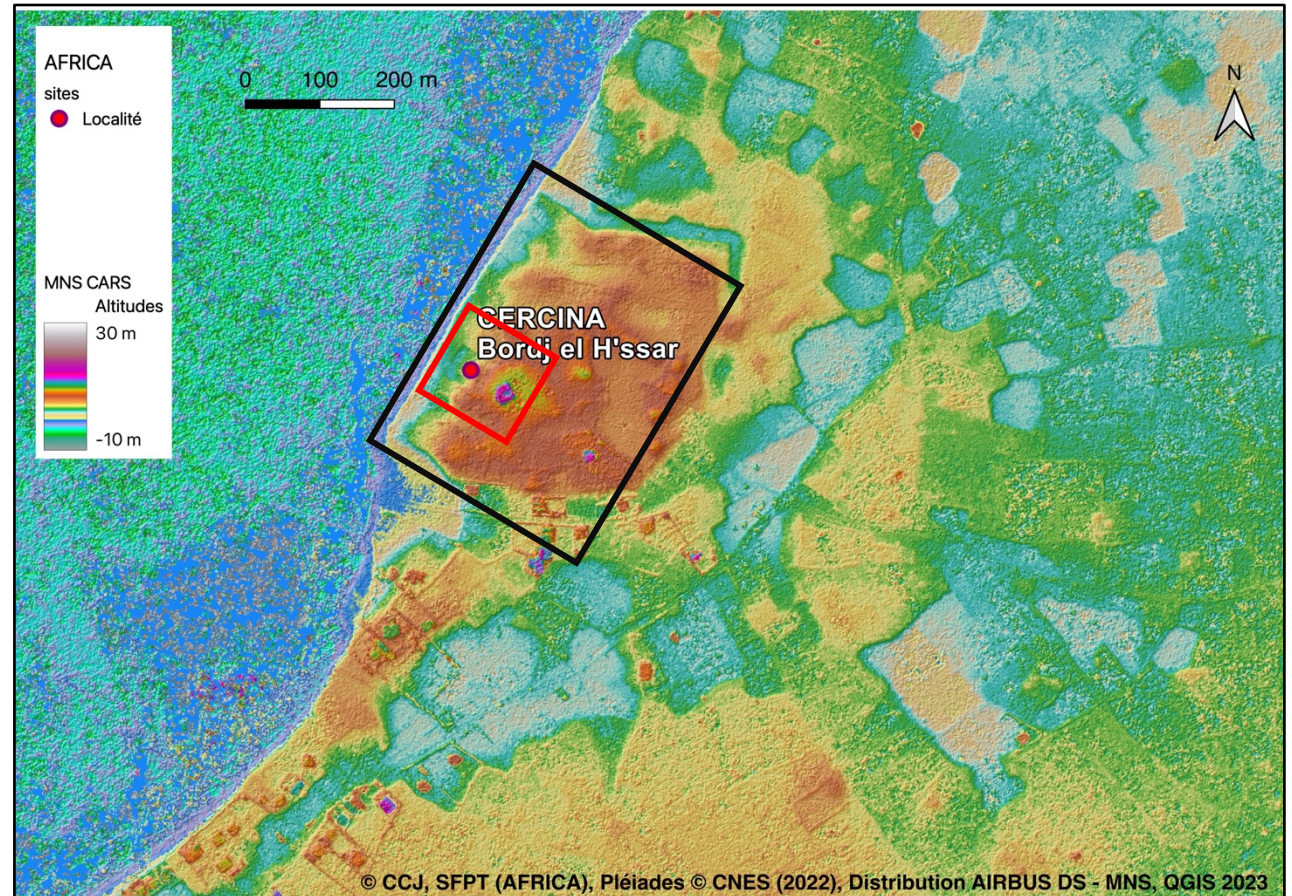
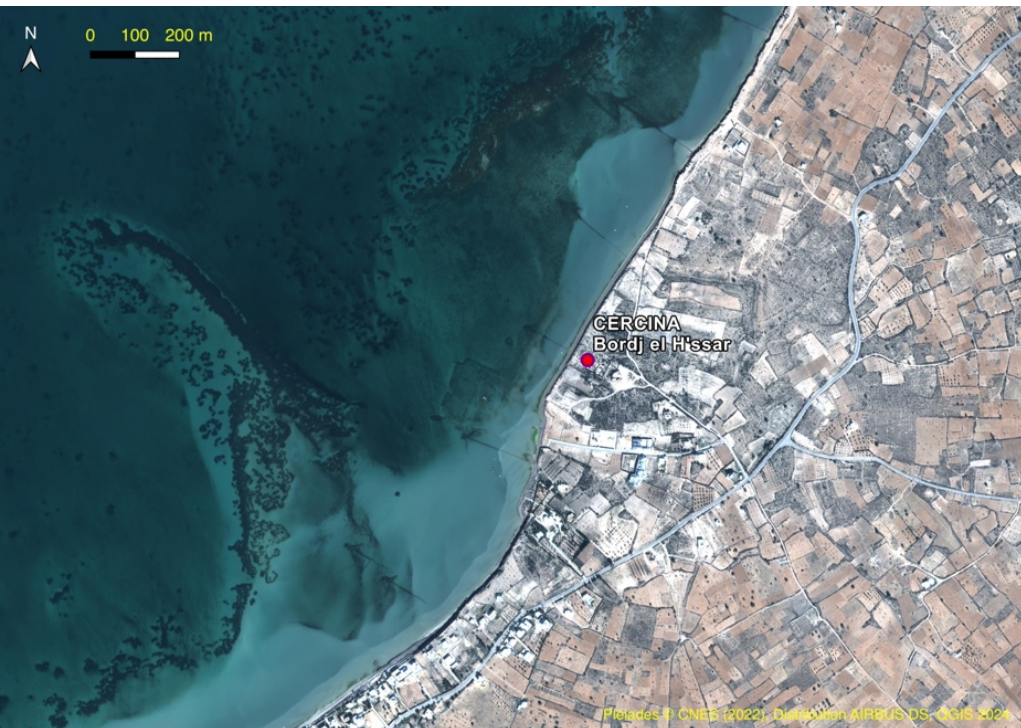
Tracé hypothétique du littoral, c. 2 000 ans



# Apports de l'imagerie spatiale

Types d'images	Année	Acquisition	Résolution	Résolution finale	Acquisition
Pléiades	2012	13/03/2012	2.8 m, 70 cm	50 cm	Archive - mono
Pléiades	2017	16/01/2017	2.8 m, 70 cm	50 cm	Archive - mono
Pléiades	2022	10/02/2022	2.8 m, 70 cm	50 cm	Stereo

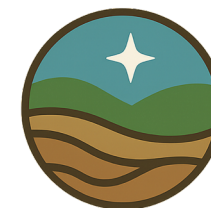
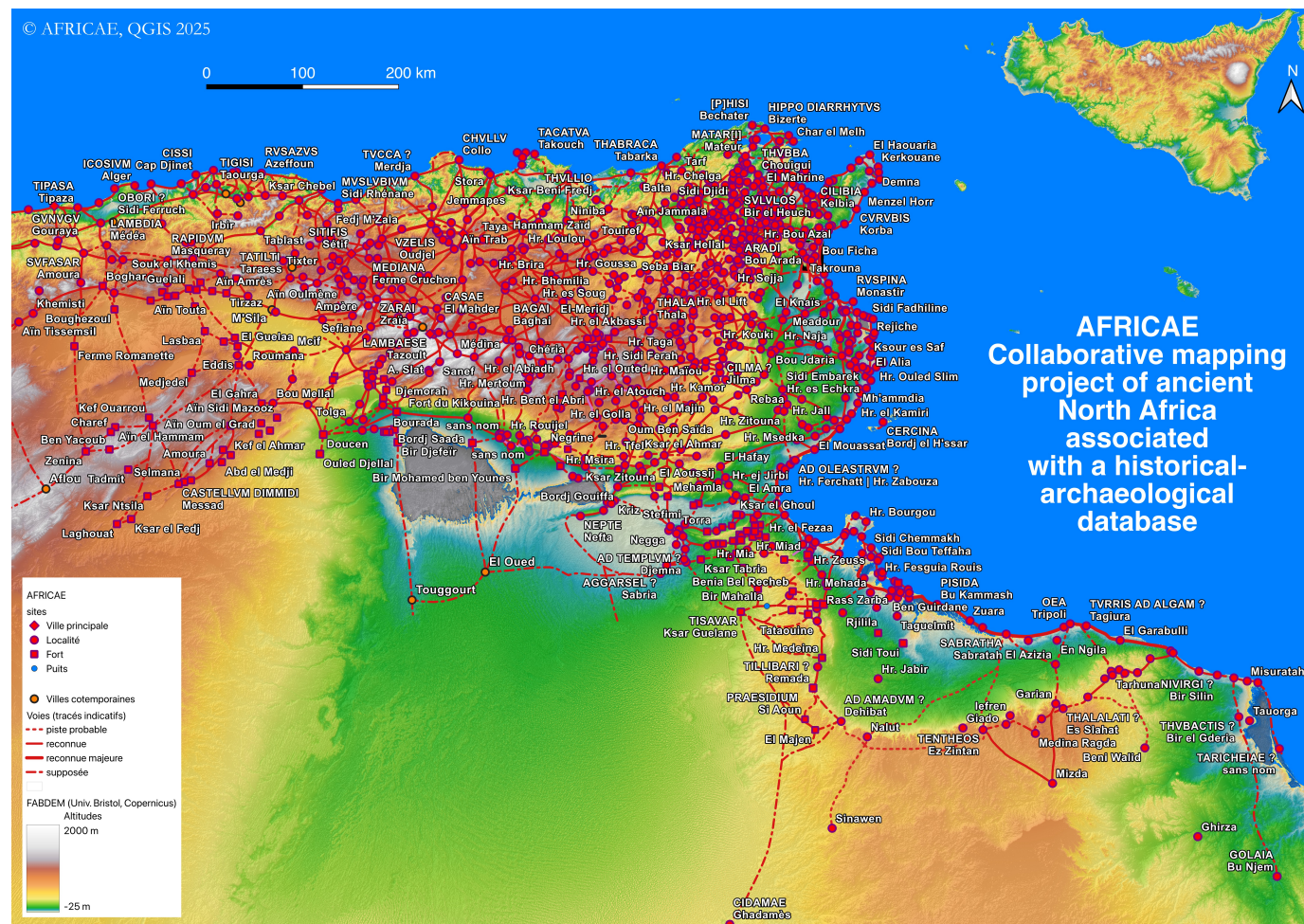
## DSM





# SIG AFRICAE

## Projet collaboratif de cartographie de l'Afrique du Nord antique



# SEMSPAT

Sols et Mémoires, Patrimoine et Imagerie Spatiale

## 2025-2028

Les données satellitaires enrichissent une base de données historico-archéologiques et nourrissent une réflexion sur l'évolution du paysage sur la longue durée

Dir. L. Lapierre, K. Schörle, C. Briand-Ponsart : <https://www.chronocarto.eu/spip.php?article150>

**amU**  
Aix Marseille Université

**cnrs**

**Centre Camille Jullian**  
Histoire et archéologie de la Méditerranée et de l'Afrique du Nord de la Protohistoire à la fin de l'Antiquité



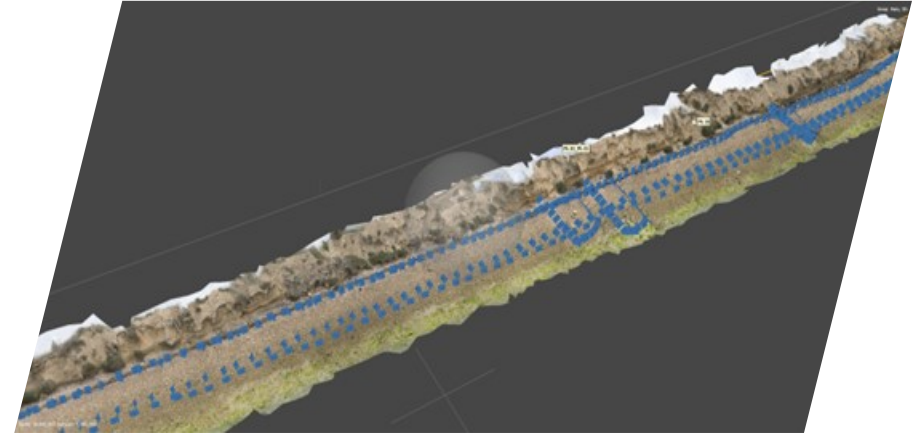
**doroc**  
CNRS PSL



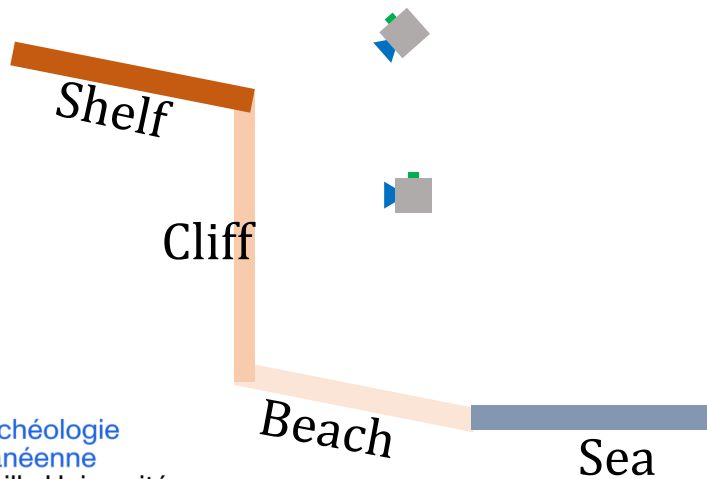
## Ancrage d'un jumeau numérique

### ☐ modélisation

- ✓ detail < 1mm
- ✓ env. 3000 photographies
- ✓ 800 m de côte digitalisée
- ✓ Référencé par points topographiques

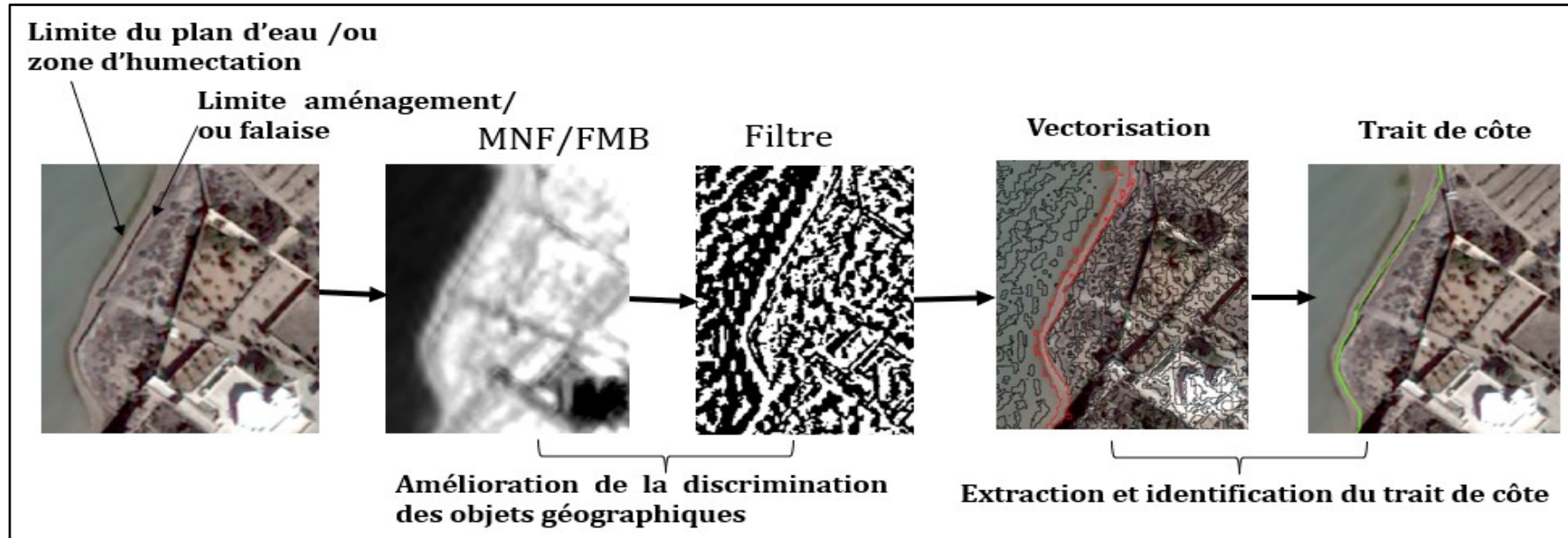


### ☐ Protocole de prospection

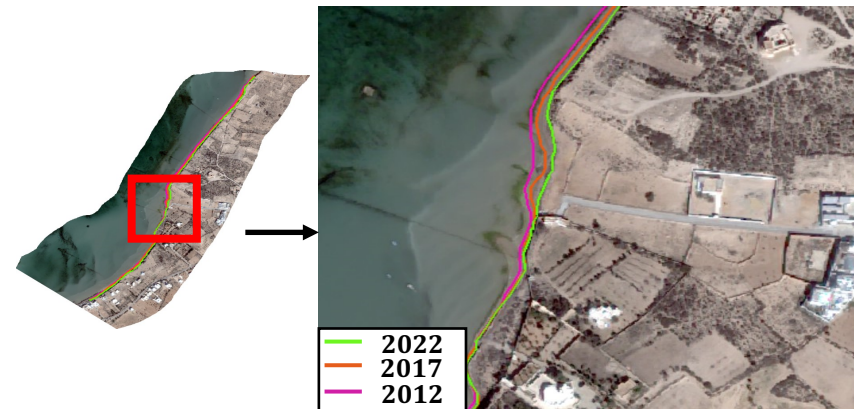


# Suivi de la dynamique du littoral

Diatta, L. S., Schörle, K., Akacha, Z., Bettaieb, S., Drine, A., Oueslati, A., et L. Lapierre « Performance of segmentation (Watershed and Meanshift) and image transformation (MNF-Laplacian filter) methods for extracting complex coastlines from Pleiades images: the case of the Kerkennah archipelago, Tunisia » *Frontiers in Remote Sensing* 6, 2025 <https://doi.org/10.3389/frsen.2025.1542241>

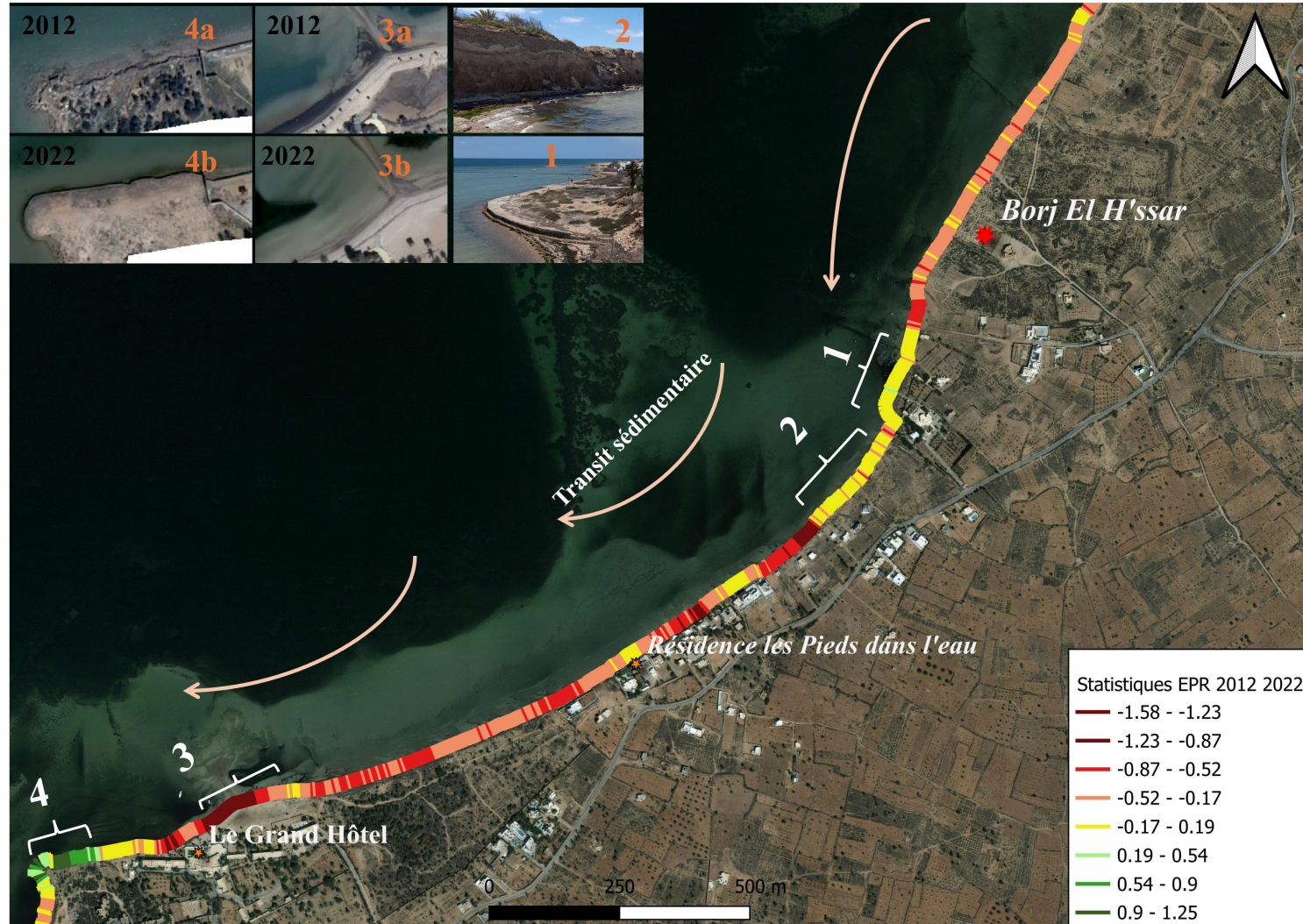


Identification et extraction des différents traits de côte





## Suivi de l'évolution du littoral



□ Moyenne  
-0,33 m/an  
(erreur  $\pm 0,05$  m/ an)

□ Grand Hôtel  
-0,83 m/ an

□ Borj El H'ssar  
-0,34 m/an

□ Sud de Grand  
Hôtel (4)  
+0,66 m/an

© L. Diatta 2025

Évolution entre 2012 et 2022



## Projection à l'horizon 2042 du littoral

Recul entre -20 m et -50 m par rapport à sa situation actuelle

Déplacement ou retrait de la population et des infrastructures touristiques. Le site de Borj El H'ssar, quant à lui, verrait -22,5 m érodés, ainsi que son patrimoine archéologique.

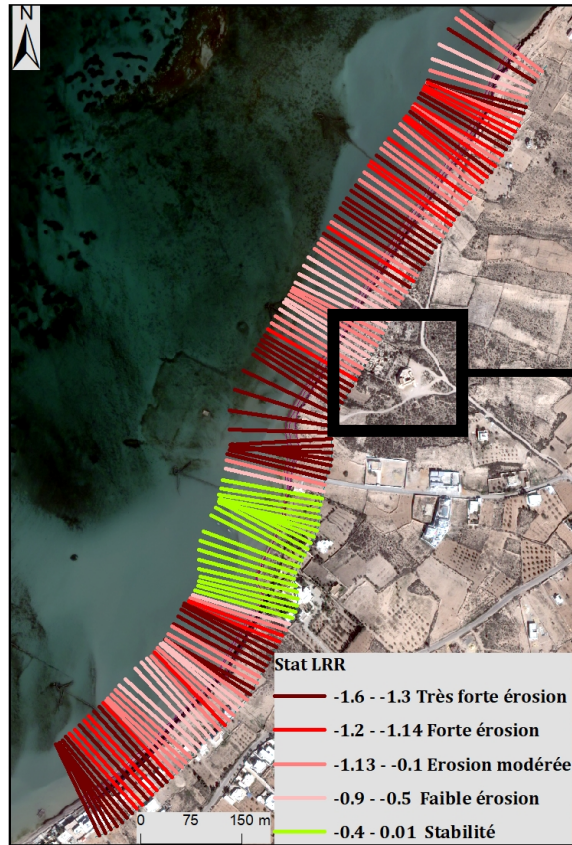


*Simulation by Kalman filter (DSAS)*

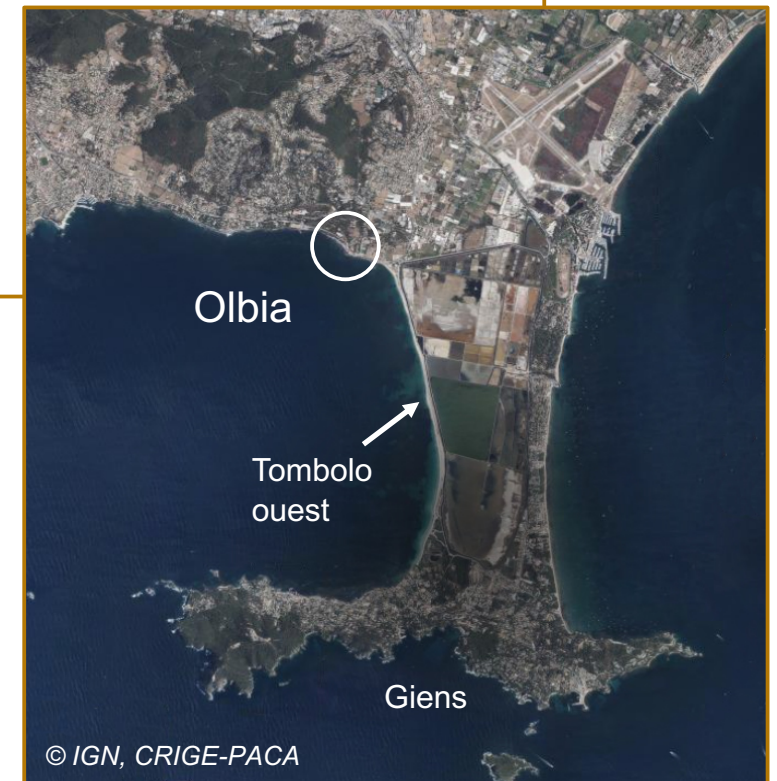
© L. Diatta 2025



## Patrimoine culturel, archéologie et risques







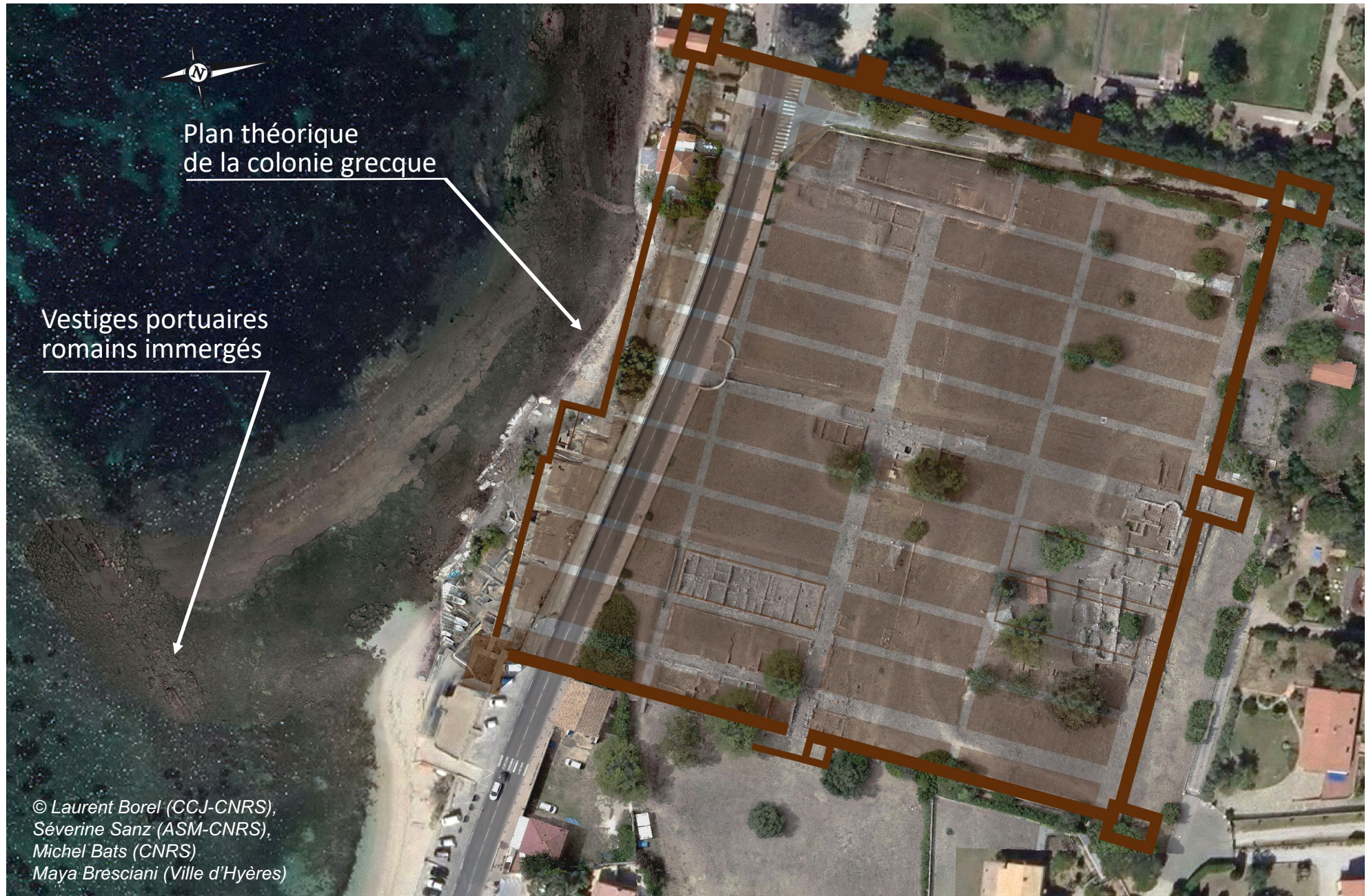
## Le site archéologique d'Olbia *Ville d'Hyères (Var, France)*

Ville gréco-romaine située au point de contact entre le continent et le double tombolo de la presqu'île de Giens.

Zone très exposée à la houle des vents de secteurs sud-ouest à nord-ouest.



Les vestiges  
d'Olbia s'étendent  
depuis un  
promontoire  
en bordure de  
falaise, jusque  
dans la mer.







Toute la rade est impactée par des tempêtes de plus en plus violentes.

Contrairement aux aménagements modernes qui peuvent être reconstruits, les dommages causés au patrimoine archéologique sont irréversibles.



© M. Bresciani, Ville d'Hyères



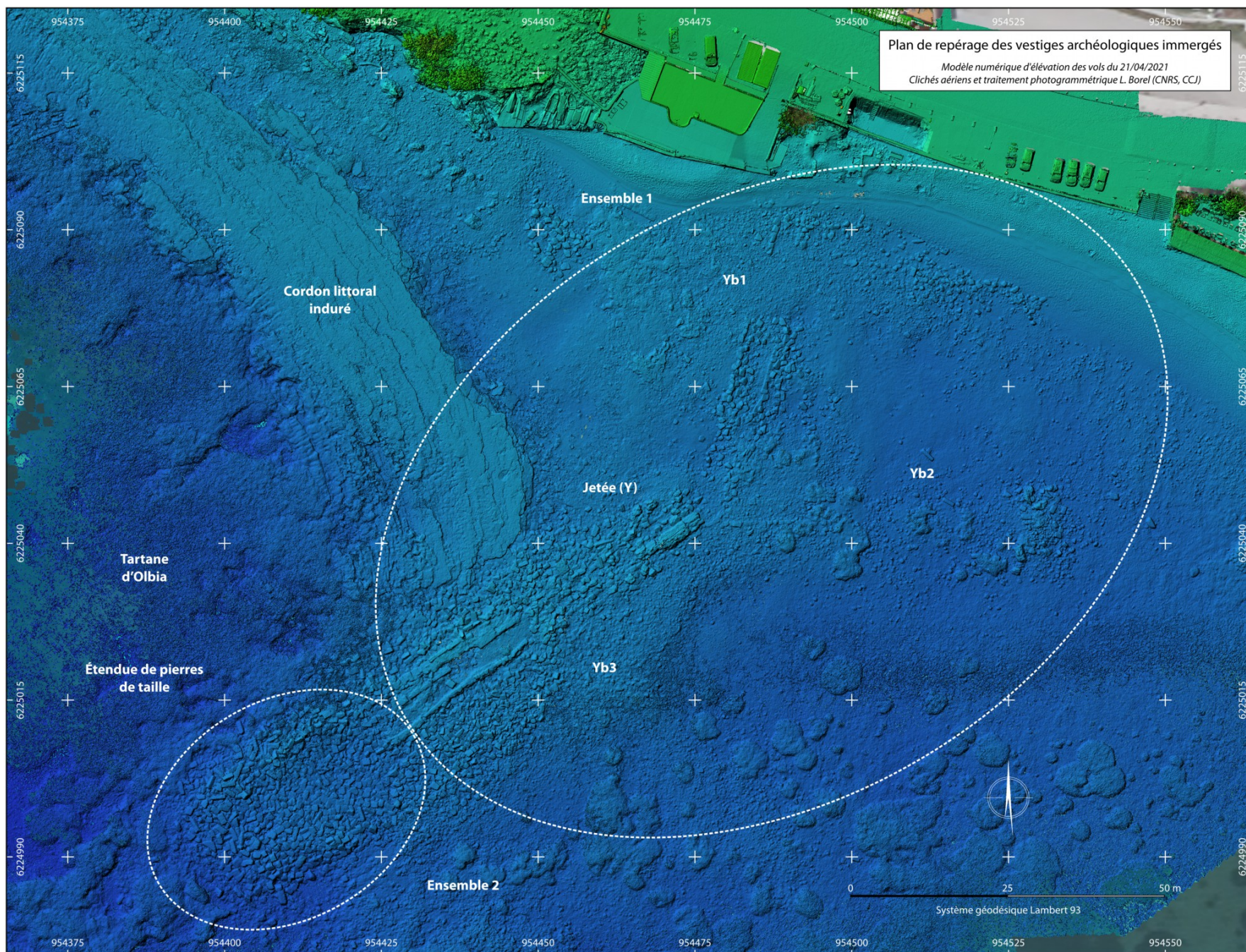
Érosion de la falaise  
sous l'action de la  
houle.

Recul du trait de côte  
et effondrement des  
thermes romains.

© M. Bresciani,  
Ville d'Hyères







L. Damelet (CNRS, CCJ)

## Reprise de l'étude des aménagements littoraux immergés d'Olbia de Provence

Co-dir. scientifique  
L. Borel (CNRS, CCJ)  
A. Sabastia (Inrap, CCJ)

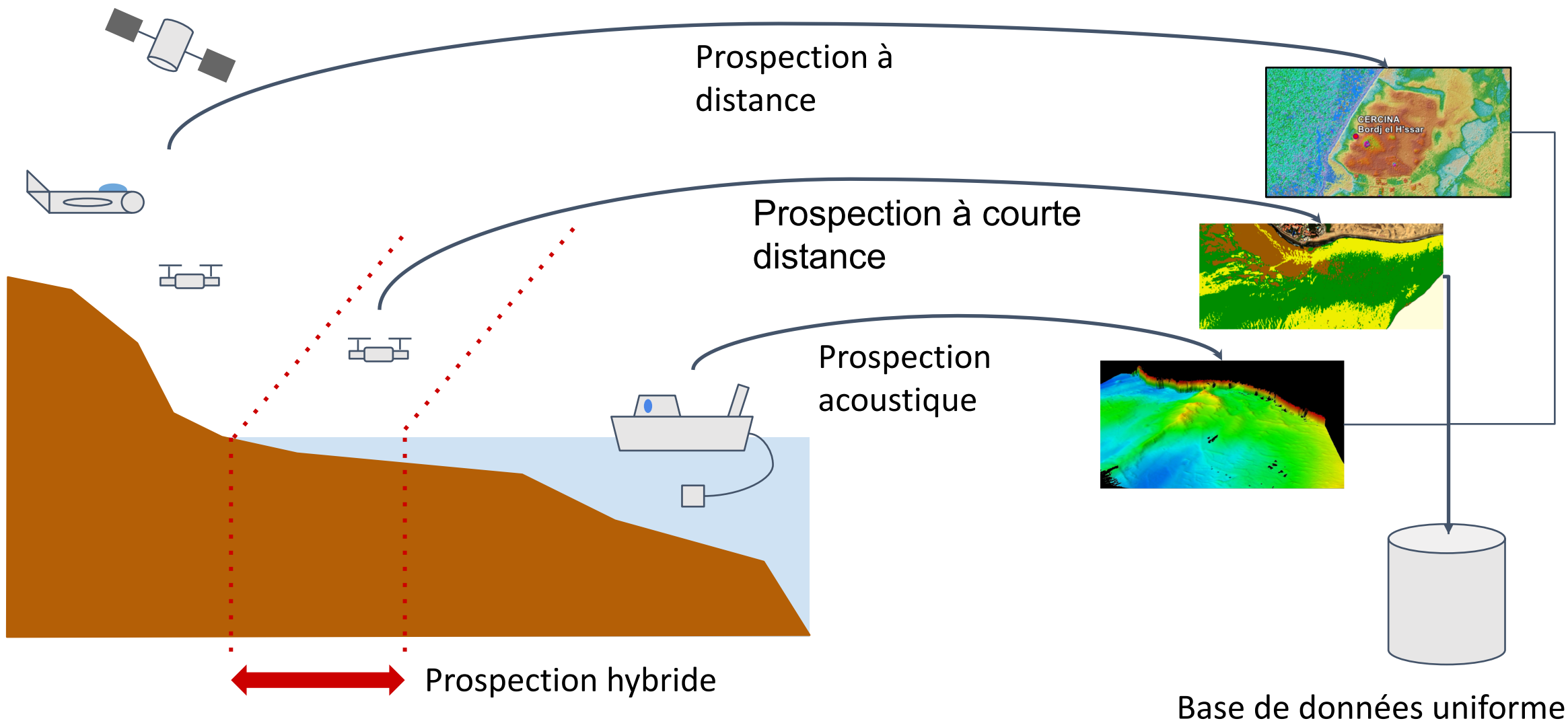
Le patrimoine archéologique immergé a été très largement documenté, étudié et géoréférencé grâce à un programme de recherches conduit entre 1999 et 2023.



Modèle numérique d'élévation des vestiges côtiers immergés  
L. Borel (CNRS, CCJ)



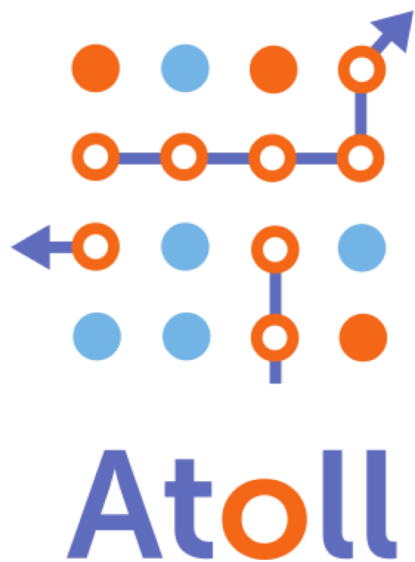
## Prospections multimodales et gestion des données





# Utilisation de l'imagerie spatiale : quels buts scientifiques ?

- Fournir des **cartographies précises**
- Contribuer à déterminer les principaux **objectifs de la recherche archéologique**
- Contribuer à fournir une **première évaluation du terrain ou du site archéologique et assurer un suivi**
- Servir de **documentation scientifique et archivistique essentielle** : outil de prévention et de préemption
- Déterminer **les priorités futures et les lignes directrices** institutionnelles en matière de patrimoine



Prévenir et gérer les crises  
en milieu patrimonial,  
de la zone sinistrée  
jusqu'à l'objet emblématique



**SEMSPAT**

Sols et Mémoires, Patrimoine  
et Imagerie Spatiale

**2025-2028**