

# ATOLL, une stratégie de protection des enjeux patrimoniaux face aux aléas climatiques

Laurent Borel, Maya Bresciani, Luc Simiroré Diatta, Stephen Giner, Monneron Claude-Marie, Payet Roch, Jacques Rebiere, Elena Rossoni-Notter, Alex Sabastia, Katia Schörle, et al.

▶ **To cite this version:**

Laurent Borel, Maya Bresciani, Luc Simiroré Diatta, Stephen Giner, Monneron Claude-Marie, et al.. ATOLL, une stratégie de protection des enjeux patrimoniaux face aux aléas climatiques. Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, 2026, 65, pp.23-27. ⟨hal-05775297⟩

**HAL Id: hal-05775297**

**https://hal.science/hal-05775297v1**

Submitted on 7 Oct 2026

**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.



Copyright - All rights reserved

# ATOLL, une stratégie de protection des enjeux patrimoniaux face aux aléas climatiques

## *ATOLL, una strategia per proteggere il patrimonio culturale dai rischi climatici*

par

Laurent BOREL[1], Maya BRESCIANI[2], Luc Simiroré DIATTA[3], Stephen GINER[4], Claude-Marie MONNERON[5], Roch PAYET[6], Jacques REBIÈRE[7], Elena ROSSONI-NOTTER[8], Alex SABASTIA[9], Katia SCHÖRLE[10], Julien SEINTURIER[11], François SERGEANT[12]

**Mots-clés.–** Stratégie patrimoniale, changement climatique, érosion côtière, protection des biens culturels, patrimoine côtier, modélisation environnementale.

**Résumé.–** La prise de conscience progressive de la vulnérabilité des biens culturels face à des aléas a conduit au développement des Plans de Sauvegarde des Biens Culturels (PSBC), conçus pour anticiper et coordonner les interventions dans le domaine du patrimoine et des secours. Cependant, l'accélération des changements climatiques entraîne désormais des événements destructeurs d'ampleur croissante, affectant non plus un bien isolé, mais des zones entières, en particulier dans les régions côtières. Tempêtes, submersions marines, élévation du niveau de la mer ou érosion accélérée modifient profondément la morphologie du littoral et menacent l'intégrité de vastes ensembles patrimoniaux, terrestres et sous-marins.

Dans ce contexte, ATOLL propose une approche stratégique, dynamique et zonale de protection patrimoniale, pensée à l'échelle d'un territoire côtier exposé ou sinistré. Elle s'appuie sur la modélisation de l'érosion côtière et des aléas climatiques, ainsi que sur l'exploitation de données géospatiales à haute résolution (terrestres, bathymétriques) pour anticiper les délais critiques de dégradation du littoral et orienter les priorités d'intervention patrimoniale. Cette stratégie vise en parallèle à répondre à une situation nouvelle : comment protéger des collections, des bâtiments ou des sites archéologiques dans une zone côtière dévastée, lorsque les services de secours sont mobilisés ailleurs ou temporairement indisponibles ?

En articulant la science du littoral, les données géospatiales et la gestion patrimoniale, ATOLL permet de dépasser l'échelle du site isolé pour penser et concevoir une gestion intégrée d'un espace patrimonial soumis à des transformations rapides. ATOLL offre un cadre d'action opérationnel pour préparer, hiérarchiser et coordonner la protection des patrimoines côtiers dans un contexte de crise climatique.

1. Architecte, ingénieur de recherche / CNRS, Aix Marseille Université, CCJ, Aix-en-Provence, France, laurent.borel@univ-amu.fr
2. Responsable du Site archéologique d'Olbia, Attachée de conservation du patrimoine, Direction « Culture et Patrimoine », Ville d'Hyères, 12 avenue Joseph Clotis, 83 400 Hyères, France, mbresciani@mairie-hyeres.com
3. Doctorant, Aix Marseille Université, CNRS, IRD, INRAE, CEREGE, Aix-en-Provence, France, lucbastosdiatta@gmail.com
4. Géomorphologue, Attaché de conservation du patrimoine, Direction de l'Ingénierie Territoriale, Service d'Archéologie du Var, 57 rue Gustave Bret, 83600 Fréjus, sginer@var.fr
5. Historienne de l'art, Consultante en conservation préventive, membre associée du Laboratoire de Conservation, Restauration et Recherches, 19 rue Frédéric Mireur 83300 Draguignan, France, info@art-conservation.fr
6. Consultant en conservation préventive, Conservation service, Sommières, France, roch.payet@gmail.com
7. Conservateur-Restaurateur des Biens Culturels, directeur du Laboratoire de Conservation, Restauration et Recherches, 19 rue Frédéric Mireur 83300 Draguignan, France, info@art-conservation.fr
8. Directeur du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, Principauté de Monaco, Chercheur-Archéologue / erossoni-notter@gouv.mc
9. Archéologue, adjoint à la responsable du pôle des activités subaquatiques Inrap, Aix Marseille Université, CNRS, CCJ, Aix-en-Provence, France, alex.sabastia@inrap.fr
10. Archéologue, Chargée de recherches, CNRS, Aix Marseille Université, CCJ, Aix-en-Provence, France, katia.schorle@univ-amu.fr
11. Maître de conférences, Université de Toulon, Aix Marseille Université, LIS, Marseille, France, julien.seinturier@univ-tln.fr
12. Informaticien Clémael, La Possession, La Réunion, France, fsergeant@proton.me

***ATOLL, a strategy for protecting heritage assets against climate hazards***

**Keywords.–** *Heritage strategy, climate change, coastal erosion, protection of cultural property, coastal heritage, environmental modelling.*

**Abstract.–** *The increasing attention paid to the vulnerability of cultural heritage facing hazards has led to the development of* Cultural Property Safeguarding Plans *(CPSPs), which aim to anticipate and coordinate emergency responses. However, the acceleration of climate change is now causing increasingly destructive events, affecting not just isolated properties, but entire areas, particularly in coastal regions. Storms, marine submersion, rising sea levels, and rapid erosion are profoundly altering coastal morphology and threatening the integrity of extensive heritage sites, both on land and underwater.*

*In this context, ATOLL proposes a strategic, dynamic, and zonal approach to heritage protection, designed for the scale of an exposed or disaster-stricken coastal territory. It relies on coastal erosion and climate-hazard modeling, as well as the use of high-resolution geospatial data (terrestrial and bathymetric) to anticipate critical timeframes for coastal degradation and guide heritage intervention priorities. This strategy also takes into account a new situation: how can collections, buildings, or archaeological sites be protected in a devastated coastal area when emergency services are deployed elsewhere or temporarily unavailable?*

*By combining coastal science, geospatial data, and heritage management, ATOLL wishes to move beyond the scale of isolated sites to conceive and design integrated heritage management within a space undergoing rapid transformations. It offers an operational framework to prepare and coordinate the protection of coastal heritage in the context of the climate crisis.*

## Introduction

La préservation du patrimoine culturel face aux aléas climatiques et aux risques naturels ou anthropiques constitue un enjeu majeur pour les sociétés contemporaines. Dans ce contexte, la collecte et la disponibilité de données fiables sur les biens patrimoniaux, les conditions environnementales et les catastrophes naturelles sont essentielles. Cependant, ces informations sont souvent cloisonnées, hétérogènes et difficilement accessibles en temps réel, limitant la capacité des décideurs à intervenir efficacement. ATOLL se positionne comme une solution innovante pour répondre à ces besoins en reliant les systèmes d'information de différents acteurs afin de soutenir la prise de décision en situation de crise.

La vocation d'ATOLL est de protéger le patrimoine à toutes les échelles, depuis la zone sinistrée jusqu'au bien lui-même. La plateforme sécurisée et internationale permet de centraliser les informations relatives aux sites et objets patrimoniaux, tout en respectant le droit des communautés à sauvegarder leur propre patrimoine. Elle repose sur la diversité d'expertises de l'équipe ATOLL, capable de concevoir des solutions adaptées aux spécificités de chaque site suivant le type de risque, qu'il s'agisse de catastrophes naturelles, d'incendies, de risques sismiques ou d'atteintes anthropiques.

## 1. Un socle technique éprouvé et sécurisé

### 1.1. L'expérience d'ID-U Patrimoine

ATOLL s'appuie sur le socle technique d'ID-U Patrimoine, une solution permettant la création et la mise à jour d'un Plan de Sauvegarde des Biens Culturels (PSBC) numérique pour tout gestionnaire de site culturel, reconnue par le ministère de l'Intérieur et le ministère de la Culture. La plateforme a été développée selon les principes du *« Secure by design »*, avec des infrastructures hébergées sur un *cloud* souverain européen à très haute disponibilité (SLA > 99,9 %). Le code et les développements sont sécurisés, avec un *back-office* développé en interne, et des améliorations prévues telles que la certification ISO-27001 et la mise en place de programmes de *Bug-Bounty* privés. La solution est construite exclusivement à partir de briques *open source*, sans dépendance aux « GAFAM ».

### 1.2. Une exploitation de l'intelligence artificielle et du jumeau numérique

L'intelligence artificielle joue un rôle central dans la stratégie ATOLL. La saisie de l'inventaire des biens patrimoniaux est facilitée par le *Machine Learning* et la *Computer Vision*, permettant d'identifier automatiquement le type, la matière, le style ou l'époque d'un objet. ATOLL adopte une approche symbolique de l'IA, permettant la mobilisation en temps réel des ressources et des stratégies de prévention des catastrophes, y compris dans les zones où le plan de prévention est moins élaboré.

En l'absence de « LiDAR », la photogrammétrie associée à *l'IA Image-to-3D* permet de générer des jumeaux numériques précis des biens et sites patrimoniaux, offrant ainsi une visualisation complète pour la gestion des risques et la planification des interventions.

La plateforme sera testée sur des sites pilotes, tels que le site archéologique d'Olbia émergé et immergé pour partie, avec des relevés photogrammétriques sous-marins. Cette approche permet d'anticiper et de modéliser les risques spécifiques liés aux sites archéologiques vulnérables. De même, des études sur les risques d'incendie seront bientôt menées à la Fondation des Treilles, incluant la modélisation et la gestion préventive des incendies de forêt.

## 2. Gestion des risques et plans d'urgence

ATOLL intègre la gestion des risques sismiques et logistiques sur des sites comme le Musée de Mougins (*Femmes Artistes du Musée de Mougins*), avec le développement de plans d'urgence adaptés aux zones à accès restreint et aux

contraintes logistiques. La plateforme permet la création de plans de masse vectoriels de n'importe quel site dans le monde, avec ajout tactile d'éléments et une saisie guidée ergonomique. La gestion des contacts et la priorisation des biens par niveau de risque assurent une intervention rapide et efficace.

Un accord avec la Conférence des Évêques de France (CEF) ouvre la possibilité de déployer ATOLL sur 40 000 lieux de culte en France, démontrant la capacité de la plateforme à s'adapter à des ensembles patrimoniaux vastes et variés.

L'outil ID-U regroupe un ensemble de logiciels d'aide à la conception de Plans de Sauvegarde des Biens Culturels tels que le logiciel « Octopus » conçu pour résoudre la difficile question de la « priorisation » des objets ou groupes d'objets à protéger[1]. Le logiciel gère simultanément 8 critères, considérés d'importance égale, pour évaluer l'importance relative d'un bien ou d'un groupe de biens[2]. Nous avons volontairement écarté toute référence à la valeur vénale des biens dont la fluctuation a une amplitude trop importante dans le temps pour être un point de référence fiable. La valeur d'assurance fluctue elle aussi au gré des modes et des spéculations financières, sans compter que certains objets archéologiques n'en ont pas. Dans l'absolu, de même que lors d'études systématiques telles que chantier des collections, récolements... une priorisation peut être faite en impliquant l'ensemble d'une équipe sur tous les critères ou sur certains points spécifiques. L'avantage est d'identifier en temps réel ce qui doit être protégé en tous points de l'établissement, même si le sinistre en cours n'affecte pas les objets désignés comme prioritaires. En fonction de ce premier recensement, un dialogue avec les pompiers permet d'affiner une stratégie et d'adapter la muséographie aux impératifs du sauvetage.

La liste de priorisation permise par « Octopus » n'est pas figée et ATOLL permet, au moyen d'interfaces informatiques, d'économiser le temps consacré à la saisie des données : les informations renseignées sur un logiciel d'inventaire (par exemple) seront automatiquement intégrées dans les autres logiciels et limiteront aux seules réponses indispensables les données à recueillir.

### 2.1. Application et études de cas précédents : le cas des îles des Kerkennah

L'archipel de Kerkennah se situe au sud-est de la côte tunisienne, dans la partie nord du golfe de Gabès, à environ 20 km des côtes de Sfax. D'une longueur d'environ 35 km pour une largeur de 10 km, il se compose d'un groupe de douze îlots et de deux îles principales : Gharbi et Chergui. Cette localisation dans le golfe de Gabès favorise des phénomènes hydrodynamiques complexes, avec une convergence des courants d'origine atlantique, entrant par le détroit de Chebba, et des courants d'origine levantine, entrant par le détroit de Sfax (Ben Mustapha, 2007).

L'archipel est soumis à une variation importante des marées, comme le reste du golfe de Gabès. Avec une côte de 181 km de long, sa zone littorale se caractérise principalement par la présence de falaises ou micro-falaises creusées dans différents substrats, de grandes étendues de marais salants favorisés par une marée importante et de plages de sable limitées. Le côté occidental, où se situent le site archéologique de Borj El H'ssar et les infrastructures touristiques de Sidi Fredj, est plus exposé aux vents dominants et aux courants marins, tandis que le secteur oriental de l'archipel est davantage protégé de ces agents hydrodynamiques.

L'exposition du secteur occidental aux vents dominants et la complexité lithologique, avec l'alternance de roches dures et de sédiments meubles, favorisent une érosion différentielle, qui se traduit par un profil côtier accidenté, contrairement au secteur oriental, présentant une morphologie plus rectiligne.

Notre récente étude a évalué la performance de différentes méthodes d'extraction automatique du trait de côte à partir d'images Pleiades très haute résolution pour la zone de Kerkennah, incluant le site archéologique de Borj El H'ssar. Trois méthodes principales ont été testées : la segmentation d'images via les algorithmes « Watershed » et « MeanShift », et la transformation d'images combinant MNF et filtre Laplacien. La précision des extractions a été évaluée en comparant les lignes extraites aux lignes de référence numérisées, à l'aide des indices *Net Shoreline Movement (NSM), Shoreline Change Envelope (SCE)* et *End Point Rate (EPR)*.

Les résultats montrent que l'algorithme « Watershed » est le plus précis pour les côtes sableuses et urbanisées, avec des distances moyennes à la ligne de référence de 0,29 m pour 2012 et 0,35 m pour 2022. Pour les côtes à falaises, l'algorithme « MeanShift » et la combinaison MNF-Laplacien donnent de meilleurs résultats malgré la complexité liée aux ombres et à l'érosion différentielle. La combinaison MNF-Laplacien a permis d'extraire la plus grande partie du trait de côte (98,8 %), suivie de « MeanShift » (98,5 %) et « Watershed » (97,4 %).

L'analyse diachronique sur 10 ans (2012-2022) révèle un recul général du trait de côte de -0,33 m/an, particulièrement marqué sur la plage du Grand Hôtel (-0,88 m/an) et autour de Borj El H'ssar (-0,34 m/an). Cette érosion est liée à l'action continue des vagues et courants, à la variabilité lithologique favorisant l'érosion différentielle, à la subsidence locale et à l'absence d'apport sédimentaire suffisant. Les résultats soulignent la nécessité de méthodes fiables pour suivre la dynamique côtière et appuyer la gestion des zones sensibles, notamment les sites archéologiques. L'étude reste limitée par le nombre restreint d'images disponibles, mais les méthodes testées montrent un potentiel de transposabilité à d'autres zones côtières.

Au regard de la donnée, la modélisation d'un site côtier complet soulève un problème de multimodalité. En effet, là où dans le contexte terrestre les images satellites, aériennes ou encore les relevés « LiDAR » sont la norme, dans le contexte sous-marin ou subaquatique, les relevés bathymétriques sont réalisés avec de l'acoustique pour les grandes zones et du « LiDAR » ou de la photogrammétrie pour les zones moyennes à petites. Ces différentes méthodes produisent des données ayant des densités et des résolutions différentes (plusieurs centimètres de résolution pour un MNS produit avec des images satellites à quelques dixièmes de millimètres pour un

1. Octopus.art-conservation.fr et Caire *et al.*, 2024.
2. Dans le cas de vitrines ou de caisses dans une réserve.

relevé « LiDAR » ou photogrammétrique) et la construction d'un modèle cohérent et global implique de prendre en compte ces spécificités.

Une autre difficulté émerge dans le cas de sites côtiers avec un faible dénivelé. La hauteur d'eau à l'interface entre le milieu marin et le milieu terrestre peut être très faible sur une grande distance (moins d'1 mètre de hauteur d'eau sur les 200 premiers mètres sur le site de Borj El H'ssar) et empêche un relevé avec les moyens actuels (les images satellites ne pénètrent pas l'eau et un relevé acoustique nécessite une hauteur d'eau minimale). Cette difficulté peut être appréhendée en développant de nouveaux moyens d'acquisition de données (comme l'imagerie multispectrale par drone) mais aussi par l'utilisation de modèles d'intelligences artificielles comblant les manques dans les modèles à partir d'un apprentissage sur des sites connus.

Ces problèmes importants impliquent que la méthodologie de construction d'un jumeau numérique côtier doit être assez souple pour gérer des données multimodales à des résolutions et des densités différentes car chaque spécificité de site implique des méthodes de relevés différentes. Le développement de bases de données intégrant tous les types de données nécessaires ainsi que des moyens de les interroger et de les partager devient alors un axe très important.

### 2.2. Le site d'Olbia (Hyères, Var) : un laboratoire pour l'étude et la protection du littoral antique

Situé sur le territoire de la commune d'Hyères, dans le Var, le site archéologique d'Olbia occupe une position singulière à l'interface entre terre et mer. Fondée à l'époque grecque puis intégrée à la sphère romaine, la colonie d'Olbia témoigne de l'implantation durable d'une agglomération portuaire sur la côte provençale française. Son extension littorale et sous-marine illustre la relation étroite que les sociétés antiques entretenaient avec leur environnement maritime.

Les vestiges terrestres, bien connus grâce aux fouilles menées depuis le XIX$^{e}$ siècle, offrent une vision claire de l'organisation urbaine, de l'enceinte fortifiée et des bâtiments publics. Les recherches récentes ont permis d'approfondir la compréhension du tissu urbain, des systèmes hydrauliques ainsi que des activités artisanales et commerciales. Les travaux menés par les équipes dirigées par Michel Bats et ses successeurs ont mis en évidence la vitalité de la colonie d'Olbia durant la période gréco-romaine, en lien étroit avec les réseaux commerciaux de la Méditerranée occidentale.

Les structures portuaires et les aménagements côtiers, aujourd'hui partiellement immergés, ont fait, quant à eux, l'objet d'une reprise d'étude approfondie au cours des dernières années. Entre 2019 et 2022, plusieurs campagnes de terrain ont permis de compléter le relevé des vestiges submergés grâce à des technologies d'acquisition innovantes, notamment la photogrammétrie par corrélation dense et le relevé 3D haute résolution. Ces opérations, menées dans un contexte pluridisciplinaire associant archéologues, géomaticiens et plongeurs scientifiques, ont permis de documenter de manière exhaustive près de 2 200 m² de structures et de blocs monumentaux (Sabastia, Borel 2023 ; Borel *et al.*, 2024).

Un nettoyage minutieux des blocs et des assises de murs a été entrepris afin de dégager les formes architecturales et de mieux comprendre les techniques de construction antiques. L'ensemble du site a ensuite été géoréférencé à partir d'un réseau de points d'appui sous-marins relié à un canevas topographique terrestre. Cette méthode intégrée a permis d'articuler précisément les données issues des milieux terrestre et marin, offrant une vision continue du front côtier antique.

Le site d'Olbia se distingue ainsi comme un terrain d'expérimentation privilégié pour l'étude des interactions entre les dynamiques littorales, les structures archéologiques et les processus d'érosion côtière. En articulant les approches archéologiques terrestres et sous-marines, Olbia permet de développer des méthodologies transférables à d'autres sites côtiers méditerranéens confrontés aux mêmes enjeux de préservation face aux changements climatiques et à l'évolution du trait de côte.

Le site d'Olbia est également intégré au projet de labellisation « Unesco Geopark » qui valorisera plusieurs dizaines de sites sur la côte varoise et maralpine. Il permettra d'intégrer les observations depuis l'espace à une stratégie de protection des sites côtiers qui tiendra compte de la résistance des diverses roches à l'érosion. La thématique de ce « géoparc » concerne les 620 millions d'années d'histoire géologique de cette portion du territoire en lien avec la formation de la chaîne Varisque (anciennement dite « hercynienne ») ainsi que sa destruction et la fragmentation de la Pangée. Une grande partie de ce périmètre étant littorale, plusieurs « géosites » d'importance sont menacés par la montée du niveau marin et des observations de terrain sont régulièrement menées.

## 3. Travaux envisagés

L'agrégation des données spatiales (aériennes et satellitaires) pour analyser les changements du trait de côte sous les contraintes climatiques passées, présentes et futures est vivement nécessaire. Cependant, l'interface terre–mer reste peu étudiée, ce qui freine les efforts pour analyser et préserver les thermes romains, tant physiquement que virtuellement (Felicetti et Niccolucci 2025 pour l'IA, les ontologies et les jumeaux numériques), actuellement menacés par l'érosion côtière. Les défis rencontrés à Olbia sont représentatifs d'autres sites côtiers méditerranéens, tels que Kerkennah (Tunisie), présentés précédemment (Diatta *et al.*, 2025). Le satellite CO3D, développé par le CNES, offre d'ailleurs l'espoir d'améliorer l'analyse 3D des sites côtiers, avec des publications détaillant des méthodes transférables aux côtes nord et sud de la Méditerranée.

Grâce au financement du CNES obtenu cette année (APR TOSCA SEMSPAT 2025), des images satellitaires ciblées récentes seront acquises afin d'assurer une couverture optimale des zones étudiées. Ces images seront traitées à l'aide de techniques avancées de télédétection : traitement radiométrique, Modèles Numériques de Terrain, segmentation orientée objet, ainsi que classification supervisée et non supervisée. Le CNES continuera à fournir des images satellitaires via le dispositif DINAMIS. Le prétraitement des données sera réalisé dans le cadre du projet SEMSPAT en cours, garantissant que les travaux préparatoires essentiels soient accomplis au préalable.

## Conclusion

ATOLL se positionne comme un outil stratégique pour la protection du patrimoine face aux aléas climatiques et aux crises. En combinant intelligence artificielle, jumeaux numériques, modélisation des risques et infrastructures sécurisées, la plateforme facilite la prise de décision, à l'échelle zonale d'un bien patrimonial, tout en respectant les droits des communautés locales. Son approche *open source*, indépendante et sécurisée garantit un déploiement international et pérenne, capable de répondre aux défis complexes de la préservation du patrimoine culturel dans un contexte de risques croissants. Un besoin essentiel, celui de l'intégration des données sous-marines côtières fait partie des enjeux considérés, dans le cadre de la protection et gestion des risques d'ATOLL.

## Bibliographie


BOREL L., SABASTIA A. (2024).– D'un port fermé à un débarcadère : nouveaux éléments sur les structures immergées d'Olbia-de-Provence (Hyères). *In :* BOTTE E., FONTAINE S., ROUSSE C. (dir.), *Par-delà les mers de Gaule et d'Italie. Mélanges en l'honneur de Marie-Brigitte Carre*. Paris, CNRS Éditions, 2024, p. 45-55 (Archaeonautica ; 22).

BRESCIANI M. (2026).– Olbia de Provence face aux changements climatiques : les défis de la conservation archéologique en milieu littoral. *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, 65, 2026, ce volume p. 65-82.

CAIRE J., MONNERON C.-M., REBIERE J. (2024).– OCTOPUS Un outil de priorisation des œuvres pour la mise en place d'un Plan de sauvegarde. *La lettre de l'OCIM,* 208, 2024, p. 19-27.

DIATTA L.S., SCHÖRLE K., AKACHA Z., BETTAIEB S., DRINE A., OUESTALI A., LAPIERRE L. (2025).– Performance of segmentation (watershed and meanshift) and image transformation (MNF-laplacian filter) methods for extracting complex coastlines from Pleiades images: the case of the Kerkena archipelago, Tunisia. *Frontiers in Remote Sensing*, 6, 2025. doi.org/10.3389/frsen.2025.1542241

GINER S. (2026).– Érosion différentielle des roches côtières du futur géoparc « Socle de la Provence » : leur influence sur la conservation des sites en bord de mer. *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, 65, 2026, ce volume p. 83-97.

SABASTIA A., BOREL L. (2023).– Le relevé et l'étude d'une structure immergée : Le cas d'Olbia de Provence (Hyères, Var, France). *In :* GUILLAUME G., SALVIANI C., TAIEB J., DE ANDREIS S. (dir.), *Archéologie et fouilles en contexte difficile*. Paris, Éditions de la Sorbonne, 2023 [en ligne]. (Archéo.doct).

SCHÖRLE K., DIATTA L. S., DRINE A., SEINTURIER J., FRANÇOIS P., BETTAIEB S., LAPIERRE L. (2026).– Suivi de l'évolution des risques sur le patrimoine archéologique côtier : le cas de l'archipel de Kerkennah, Tunisie. *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, 65, 2026, ce volume p. 99-106.