



HAL
open science

La formation des îles de la mer d'Iroise

Pierre Stéphan

► **To cite this version:**

Pierre Stéphan. La formation des îles de la mer d'Iroise. CNRS. Atlas de la réserve de biosphère des îles et de la mer d'Iroise, Locus Solus, pp.17-28, 2022, 978-2-36833-393-8. hal-03510474

HAL Id: hal-03510474

<https://hal.science/hal-03510474v1>

Submitted on 21 Oct 2022

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.

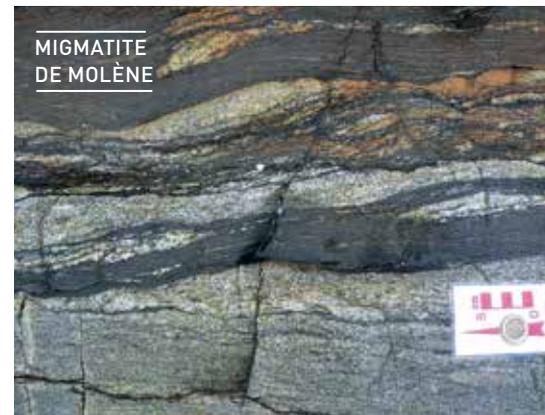
De nouvelles contraintes sur l'histoire post-hercynienne de l'archipel sont également fournies par le Modèle Numérique de Terrain réalisé à partir des données altimétriques.

Celui-ci met clairement en évidence (fig. 2): **un réseau de failles**, recoupant les déformations ductiles hercyniennes, et présentant une forte composante extensive.

Ce réseau est dominé par la **faille de la Helle**, orientée au N140°E, dont le jeu récent (peut-être miocène) a provoqué, à la fois, l'effondrement du bloc NE, accompagné du dépôt de sédiments le long de la faille, mais aussi le soulèvement asymétrique du bloc SO dont la morphologie 3D rappelle celle d'un bloc tilité, basculé au SO. Celle-ci est parfaitement exprimée dans la topographie du sous-bloc d'Ouessant au nord et aussi par l'alignement NO-SE des îles qui soulignent la crête du sous-bloc de Molène au sud ; les deux sous-blocs étant séparés par la faille transverse du Fromveur (fig. 2).

La structure de la Helle appartient à un système de failles/fractures découpant l'ensemble du Massif armoricain et qui ont fonctionné de façon récurrente au cours des derniers 300 Ma.

L'un de ces épisodes de fracturation, uniquement exprimé à l'extrémité occidentale du domaine du Léon, y présente un caractère exceptionnel. Il se marque par deux filons de dolérite recoupant les gneiss de Lesneven au niveau des falaises de Breterc'h (fig. 1A) et par un filon plus discret au niveau du Ledenez de Quéménès. Les données aéromagnétiques démontrent l'importance régionale de ce complexe filonien qui s'étend sur plus de 100 km, jusqu'en Cornouaille vers le sud. Son âge d'environ 200 Ma permet de l'interpréter comme l'une des manifestations magmatiques des premiers stades d'ouverture du dispositif océanique Atlantique (Caroff *et al.*, 1995). ■



1.2 – LA FORMATION DES ÎLES DE LA MER D'IROISE



Pierre STÉPHAN

LETG-Brest UMR 6554 CNRS
Institut Universitaire Européen de la Mer,
Technopôle Brest Iroise, 29280 Plouzané, France

Situés actuellement à fleur d'eau, le plateau de Molène et la chaussée de Sein présentent des morphologies d'ensemble assez originales qui ont induit des modifications paléogéographiques importantes durant l'Holocène, sous l'effet de la remontée du niveau marin depuis le dernier maximum glaciaire.

Comme toutes les parties hautes des plateformes continentales à travers le monde, ces deux plateaux rocheux ont été totalement émergés lors du dernier maximum glaciaire vers 21 000 cal. BP. À cette époque, le niveau marin était bien plus bas qu'aujourd'hui (-135 m environ sous l'actuel, selon Lambeck *et al.*, 2014) et le trait de côte se situait plusieurs dizaines de kilomètres au large des rivages actuels. Le réchauffement climatique qui a marqué l'entrée dans la période holocène s'est ensuite accompagné d'une élévation importante du niveau des océans. Il suffit alors de suivre les isobathes des cartes marines pour apprécier les transformations physiographiques induites par la hausse du niveau de la mer.

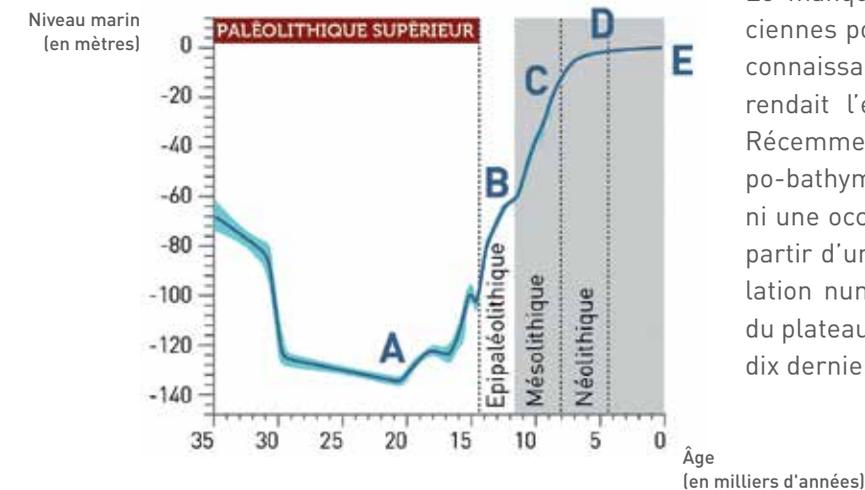
► **Au nord de la mer d'Iroise**, la transgression marine a entraîné tout d'abord l'invasion par la mer de la vallée sous-marine du Fromveur (Fig. 1).

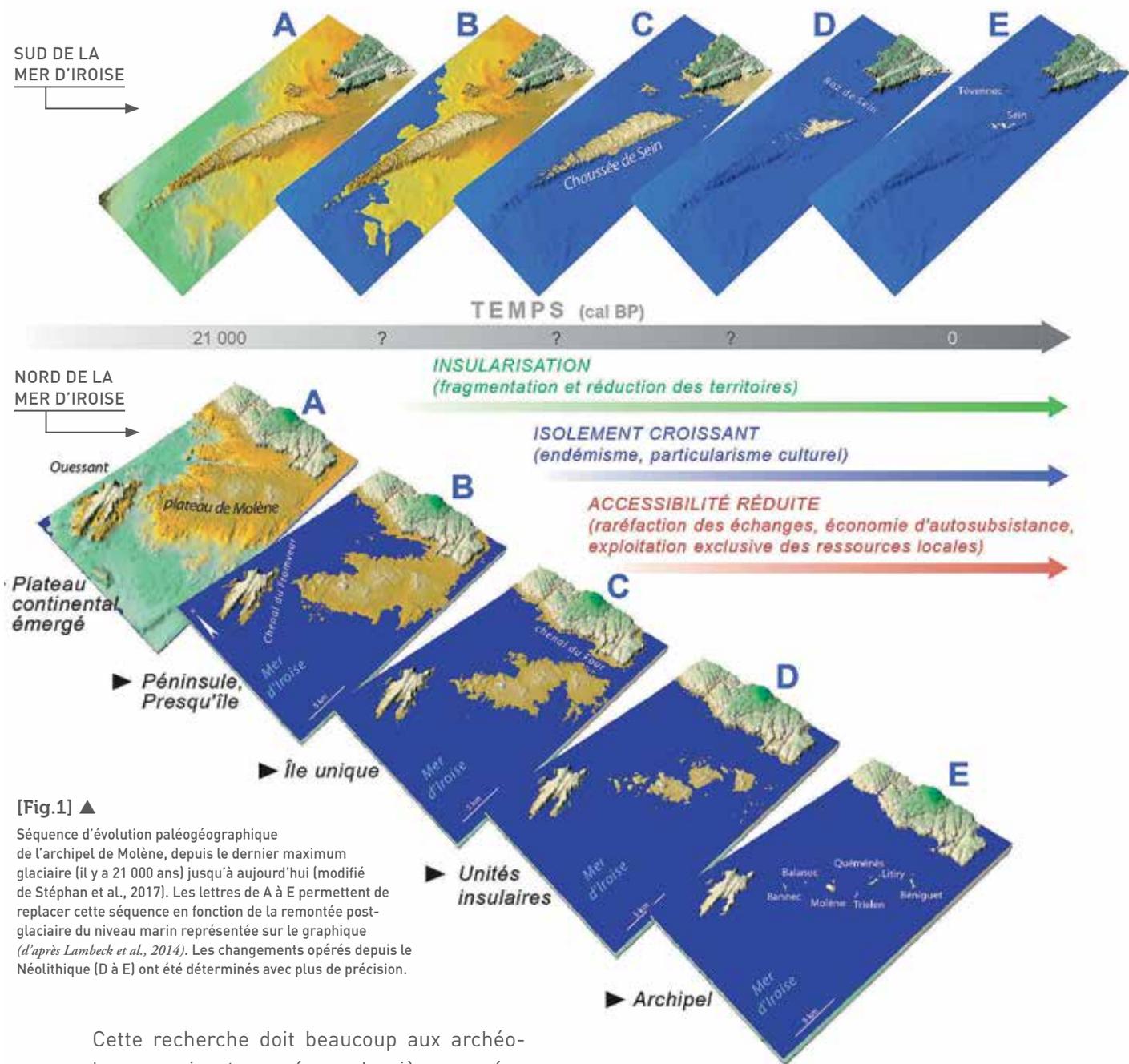
Ouessant s'est ainsi déconnectée du continent pour devenir une île. Puis, ce fut au tour du plateau de Molène de se transformer en péninsule, avant de devenir une grande île unique lorsque s'est ouvert le chenal du Four. Aujourd'hui, seuls les points les plus hauts de ce plateau forme un confetti d'îles toujours soumises aux tempêtes et à l'érosion de ses côtes.

► **Au sud de la mer d'Iroise**, la chaussée de Sein semble avoir subi un sort identique, passant du statut de presqu'île à celui d'île en cours de fragmentation et d'érosion (Fig. 1).

Bien que cette succession d'événements soit relativement facile à retracer, du moins dans ses grandes lignes, la chronologie exacte de ces changements paléogéographiques n'avait jamais été précisée jusqu'à présent.

Le manque de données fiables sur les anciennes positions du niveau de la mer et une connaissance limitée des reliefs sous-marins rendait l'exercice particulièrement difficile. Récemment, l'acquisition de données topo-bathymétriques de grande qualité a fourni une occasion de mener à bien ce travail, à partir d'une approche assez simple de simulation numérique du processus d'inondation du plateau de Molène par la mer au cours des dix derniers millénaires.





[Fig.1] ▲
 Séquence d'évolution paléogéographique de l'archipel de Molène, depuis le dernier maximum glaciaire (il y a 21 000 ans) jusqu'à aujourd'hui (modifié de Stéphan et al., 2017). Les lettres de A à E permettent de replacer cette séquence en fonction de la remontée post-glaciaire du niveau marin représentée sur le graphique (d'après Lambeck et al., 2014). Les changements opérés depuis le Néolithique (D à E) ont été déterminés avec plus de précision.

Cette recherche doit beaucoup aux archéologues qui ont œuvré ces dernières années dans l'archipel de Molène dans le cadre du Programme Archéologique Molénais (Pailler et Nicolas, 2019). La découverte et l'analyse détaillées de nombreux sites témoignant d'occupations humaines datant du Néolithique et de l'âge du Bronze sur les îles de l'archipel de Molène ont soulevé de multiples questions sur l'accessibilité de ces territoires insulaires et, plus largement, sur les relations qu'entretenaient ces communautés préhistoriques avec leur environnement.

Pour définir le degré d'isolement de ces sociétés vis-à-vis du continent voisin, il devenait essentiel de reconstituer avec précision la physiographie des côtes durant la Préhistoire récente. L'existence de nombreux amas coquilliers révélateurs d'une exploitation importante des estrans posait également la question de l'étendue passée des zones intertidales.

LA TRANSGRESSION MARINE HOLOCÈNE EN MER D'IROISE

Durant la Préhistoire, le niveau de la mer s'est élevé à des rythmes différents d'une région à une autre le long de la façade Atlantique française en raison de mouvements verticaux du sol causés par la lente déformation de la lithosphère (Garcia-Artola et al., 2018).

Nos simulations ont donc nécessité, au préalable, d'acquérir localement des données plus fiables sur les anciennes positions du niveau marin relatif.

Pour ce faire, une série de carottages a été réalisée dans les sédiments déposés au sein des marais maritimes de la rade de Brest et de la côte léonarde, afin de pouvoir dater par le radiocarbone certaines couches sédimentaires indicatrices d'un stationnement du niveau de la mer à une époque donnée.

Les dates sont exprimées en années calibrées BP ou cal. BP (Before Present), ce qui signifie « avant aujourd'hui ».

Dans les sédiments datés, les assemblages de foraminifères benthiques fossiles ont été étudiés. Ces micro-organismes marins sont, en effet, considérés comme les meilleurs indicateurs du niveau marin, du fait notamment d'un étagement des espèces dans la zone intertidale. La présence en proportion variée de certaines espèces nous permet de savoir à quel niveau s'est déposée la couche de sédiments étudiée.

De cette façon, en procédant couche après couche, nous avons pu replacer une trentaine d'anciennes positions du niveau marin.

Enfin, un traitement statistique a été utilisé pour produire une courbe lissant ces différents points, partant du principe que la transgression marine a été un phénomène graduel. Les résultats obtenus présentent un certain degré d'incertitude, exprimé en termes de positions moyennes et de positions probables à 1 sigma (68% de probabilité) et à 2 sigmas (95% de probabilité).

D'une façon générale, ils indiquent que le niveau marin s'est élevé d'une quarantaine de mètres au cours des 11 700 dernières années. De -10.000 à -6.000 cal. BP, le rythme de la transgression marine s'est progressivement ralenti, passant de 8 mm/a à 1 mm/a. Au cours des 6 000 dernières années, le niveau de la mer s'est élevé d'environ 5,5 m, à une vitesse moyenne d'environ 0,9 mm/an.

LES SIMULATIONS PALÉOGÉOGRAPHIQUES

Une fois reconstituée, l'élévation du niveau marin au cours des 11 700 dernières années a été simulée numériquement sur le relief de l'archipel de Molène et de la chaussée de Sein, selon un pas de temps de 100 ans.

Les données topo-bathymétriques issues du programme Litto3D® ont été utilisées pour cette simulation.

Ces données altimétriques sont issues de relevés au LiDAR aéroporté effectués en 2012 par l'IGN et de plusieurs campagnes de mesures bathymétriques réalisées par le SHOM et l'IFREMER au sondeur multi-faisceaux.

Ces données ont été fusionnées aux données RGE ALTI® de l'IGN pour les secteurs situés à l'intérieur des terres. Les superficies situées au-dessus des plus hautes astronomiques (coefficient de 120) ont été considérées comme appartenant au domaine terrestre, tandis que les surfaces situées entre les plus basses et les plus hautes mers ont été considérées comme appartenant au domaine intertidal.

Ces mesures intègrent également les incertitudes associées aux anciennes positions du niveau marin et des marges d'erreur à 1 et 2 sigmas ont été calculées.

LA NAISSANCE DES ÎLES

Les cartes produites par ces simulations montrent l'évolution morphologique de l'archipel de Molène (Fig. 2) et de la Chaussée de Sein (Fig. 3). Elles doivent être considérées comme une approximation puisque nos simulations reposent sur un modèle de « submersion passive » qui ne tient compte ni des dynamiques d'érosion et de sédimentation littorales, ni des phénomènes rétroactifs liés à ces changements morphologiques. Quoi qu'il en soit, il est possible de résumer les grandes lignes de cette histoire paléogéographique comme suit :

► Sur le plateau de Molène,

la mer envahit définitivement le chenal du Four à la fin du Mésolithique, isolant alors l'archipel de Molène du continent voisin vers 8 200 cal. BP environ (Fig. 2). Durant un laps de temps relativement court à la charnière du Mésolithique et du début du Néolithique (5 siècles environ), toutes les îles sont réunies sous une seule entité insulaire, du moins à basse mer. Vers 7 300 cal. BP, l'île de Bannec est la première à se séparer de l'ensemble.

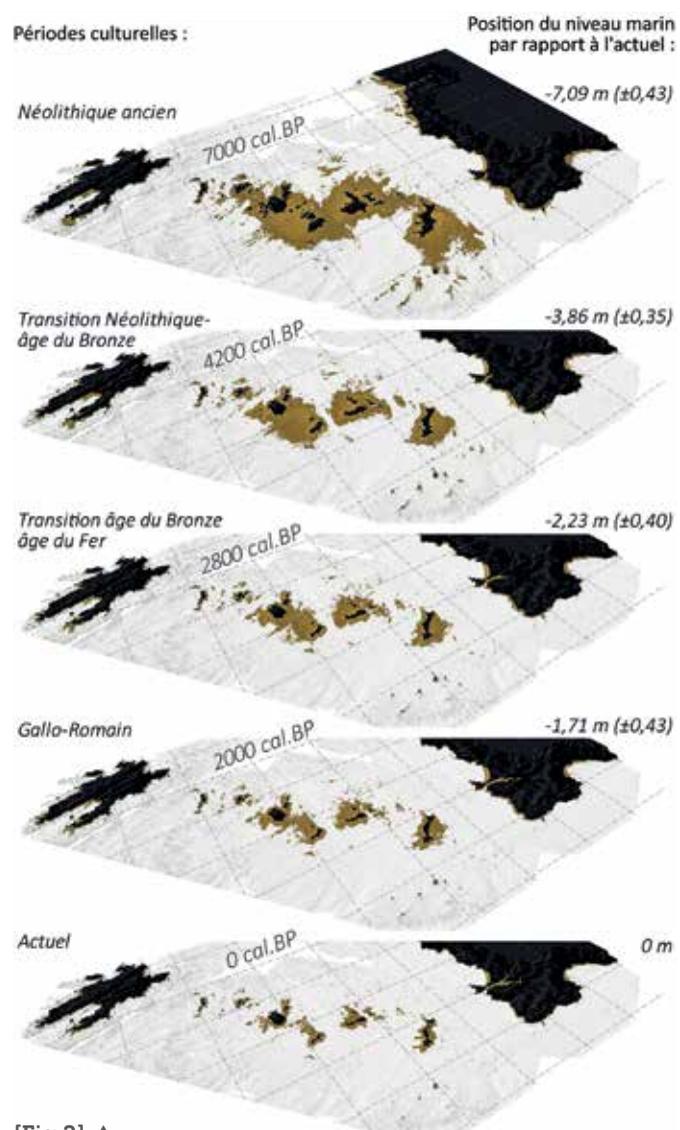
Dès lors, il n'est plus possible de joindre l'île à pied sec, même lors des plus basses mers.

La fragmentation territoriale va ensuite s'opérer simultanément au nord et au sud de l'archipel. Durant le Néolithique moyen (entre 6 500 et 5 500 cal. BP), les îles de Béniguet au sud, et de Balanec au nord, se retrouvent isolées à leur tour. La mer envoie définitivement le plateau des Beulveniou, entre Morgol et Béniguet, vers 6 300 cal. BP. Les hauts fonds qui séparent Molène de Balanec sont submergés vers 6 000 cal. BP.

La grande île qui occupe encore le centre du plateau molénais à cette époque ne rassemble plus que Molène, Triélen, Quéménès, Litiri et Morgol. Cet ensemble se fragmente au Néolithique récent lorsque la passe de la Chimère est à son tour définitivement envoyée vers 5 300 cal. BP.

Dès lors, les principaux changements affecteront, tout d'abord, le secteur de Quéménès. À l'âge du Bronze final, la transgression marine conduit à la séparation de Litiri et Morgol d'un côté, de Quéménès et de ses lédenez de l'autre. Enfin, le dernier événement en date se produit lors de la période médiévale, probablement autour de l'an 800.

À partir de cette époque, la connexion entre Molène et Triélen n'est plus possible par voie terrestre, même lors des basses mers d'équinoxe.



[Fig.2] ▲
Séquence d'évolution paléogéographique de l'archipel de Molène du néolithique ancien (vers 7 000 cal. BP) à aujourd'hui révélant le morcellement progressif des espaces insulaires sous l'effet de la hausse progressive du niveau marin.

► Sur la Chaussée de Sein,

les changements paléogéographiques sont moins complexes. La mer envahit le Raz de Sein entre 10.300 et 10.000 cal. BP et donne naissance à une île d'une trentaine de km² de superficie, s'étirant vers l'ouest sur une quinzaine de kilomètres de long (Fig. 3).

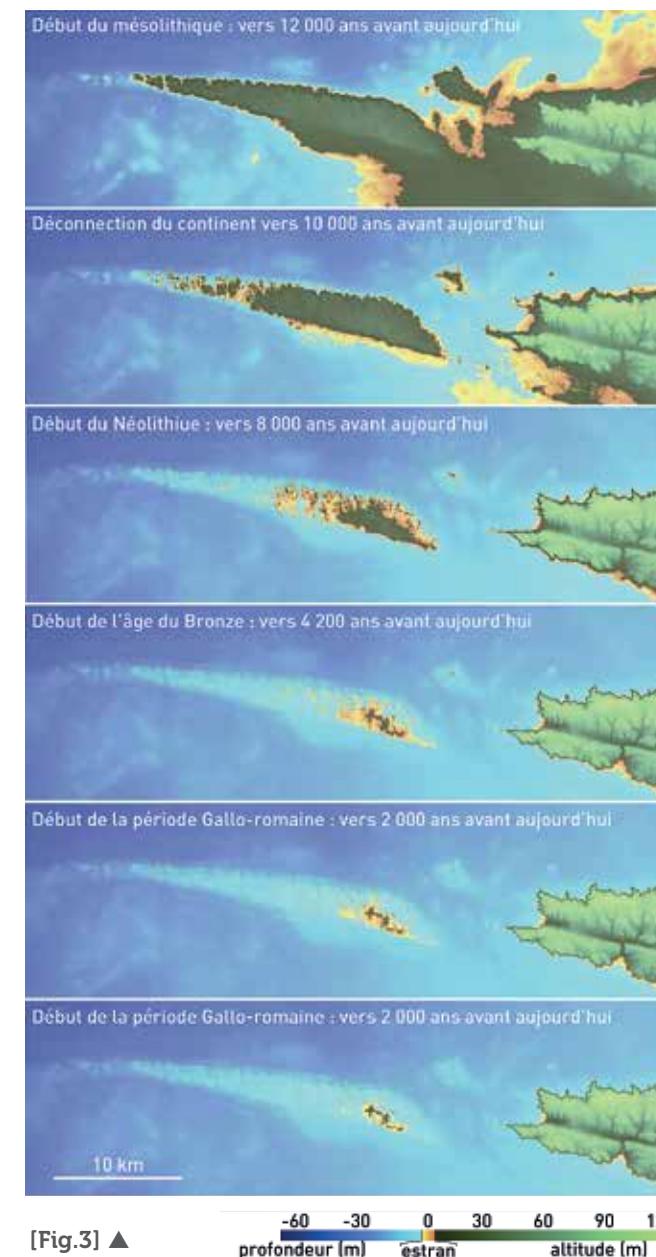
Au cours des quatre millénaires qui suivent, entre 10.000 et 6.000 cal. BP, l'île subit un morcellement progressif sur sa façade ouest où se forment une multitude d'îlots rapidement transformés en écueils dans un contexte d'élévation rapide du niveau marin (Fig. 4). À partir de 6 000 cal. BP, l'île de Sein a acquis une physionomie proche de l'actuelle.

L'ÉROSION DES PARTIES TERRESTRES

En submergeant progressivement le plateau de Molène et la Chaussée de Sein, la mer a entraîné une réduction considérable des espaces insulaires au cours des derniers millénaires. Dans l'archipel de Molène, les îles ont vu leur superficie divisée par 24, passant de 5340 ha vers 8 400 cal. BP à 227 ha aujourd'hui (fig. 4). La réduction a été plus considérable encore pour l'île de Sein dont la superficie a été divisée par 60 au cours des 10.000 dernières années.

Vers 10.300 cal. BP, l'île de Sein s'étendait sur 3400 ha, contre seulement 56 ha aujourd'hui. L'érosion de l'île de Sein a été particulièrement importante durant le Mésolithique, en particulier entre 10.000 et 7.000 cal. BP, dans un contexte de remontée rapide du niveau marin. Durant cette période, l'île a perdu 1,2 ha de terres par an en moyenne.

Ce n'est qu'à partir du Néolithique que cette tendance érosive s'infléchit fortement, tandis que la superficie de l'île s'est considérablement réduite pour atteindre 275 ha seulement vers 6 300 cal. BP.



[Fig.3] ▲
Séquence d'évolution paléogéographique de la chaussée de Sein du néolithique ancien (vers 7 000 cal. BP) à aujourd'hui révélant le morcellement progressif des espaces insulaires sous l'effet de la hausse progressive du niveau marin.

La faible densité des vestiges mégalithiques de l'île de Sein s'explique peut-être par les dimensions réduites de ce territoire, éloigné du continent, difficile d'accès et présentant trop peu de ressources pour assurer le maintien des populations néolithiques de façon pérenne.

Dans l'archipel de Molène, la réduction des terres insulaires a été particulièrement importante entre 8 200 et 5 000 cal. BP, soit du Néolithique ancien au Néolithique récent. Durant cette période, l'érosion et/ou submersion côtière a entraîné la disparition d'environ 1,5 ha de terre ferme en moyenne chaque année. Cette intense érosion côtière, en remobilisant les dépôts meubles périglaciaires accumulés sur les îles et les sols holocènes superficiels, a mis à la disposition des vagues des quantités probablement très importantes de sédiments. Dans un contexte d'abondance sédimentaire, l'édification de cordons de galets a dû être favorisée par la présence de nombreux écueils rocheux offrant des points d'ancrage aux accumulations sédimentaires.

À l'abri de ces cordons, il est probable que de véritables zones humides se soient maintenues plusieurs siècles durant. Même si, de cette période, il ne reste aucun dépôt sédimentaire sur la partie la plus basse des estrans de l'archipel de Molène et de l'île de Sein, balayés par les vagues et les courants de marée, les données anthracologiques analysées sur le site archéologique de Beg ar Loued (Marcoux, 2019) indiquent une forte représentation de l'aulne et du bouleau au Néolithique moyen I (6 700-6 300 cal. BP), témoignant d'une extension significative des zones humides dulçaquicoles dans l'archipel de Molène.

À partir du Néolithique final (4 800-4 200 cal. BP), la diminution des superficies insulaires ralentit nettement. Elle atteint encore 1 200 m²/an vers 4 500 cal. BP, mais baisse peu à peu jusqu'à représenter 200 m² à l'heure actuelle (fig. 4 A).

Les derniers millénaires de l'Holocène sont donc marqués par des changements paléogéographiques moins importants. Les rivages de l'archipel de Molène reculent moins rapidement et livrent des quantités plus faibles de matériel sédimentaire. On peut donc supposer qu'à une phase d'abondance sédimentaire sur la côte succède progressivement une période de pénurie. À mesure que le niveau marin s'élève, les cordons précédemment construits sont démantelés. Le morcellement des îles réduit le nombre de secteurs encore abrités des houles. Les passes entre les îles s'ouvrent les unes après les autres et sont empruntées par les courants de marée. Peu à peu, la couverture sédimentaire qui devait recouvrir une partie des estrans au Néolithique (entre 7 000 et 4 000 cal. BP) disparaît pour laisser place à une plateforme rocheuse que les vagues et marées balayent désormais quotidiennement.

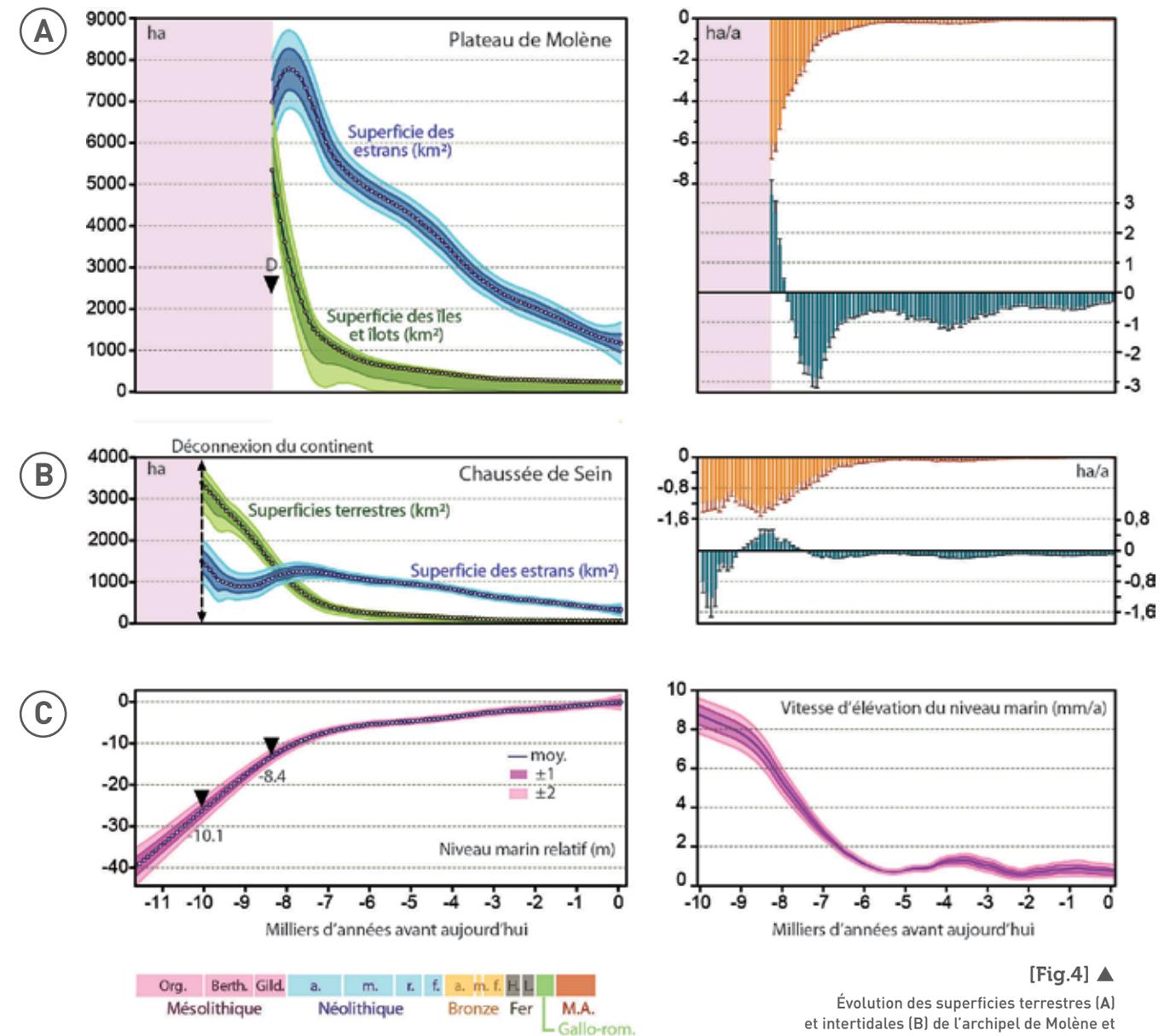
L'ÉTENDUE DES ZONES INTERTIDALES*

Depuis leur insularisation, la superficie des estrans ceinturant les îles de l'Iroise a également connu une diminution considérable. Au début du Néolithique, vers 7 800 cal. BP, la zone de balancement des marées s'étendait sur près de 7 700 ha dans l'archipel de Molène, contre 1 170 ha aujourd'hui (fig. 4 B). Cette réduction a été relativement constante au cours du temps, de l'ordre de 6 500 m²/an en moyenne. Autour de l'île de Sein, les estrans atteignaient 1 500 ha vers 10 000 cal. BP, contre 326 ha aujourd'hui. Depuis 7 000 ans, la hausse du niveau marin a amputé la zone intertidale de Sein d'environ 1 200 m²/a en moyenne.

* La zone intertidale est la partie du littoral située entre les limites extrêmes des plus hautes et des plus basses marées.

Ces chiffres laissent donc envisager une diminution progressive des aires disponibles pour la collecte de coquillages et pour la pêche. Les changements dans la nature des estrans, plus ou moins sableux ou rocheux, ont pu également modifier les espèces marines préhensibles consommées par les populations humaines fréquentant ces îles durant la Préhistoire. ■

« La découverte de nombreux sites témoignant d'occupations humaines datant du Néolithique et de l'âge du Bronze sur les îles de l'archipel de Molène ont soulevé de multiples questions sur l'accessibilité de ces territoires insulaires.



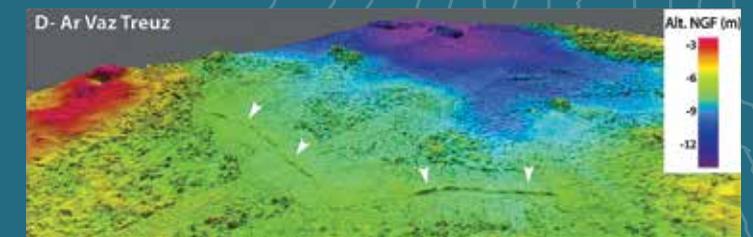
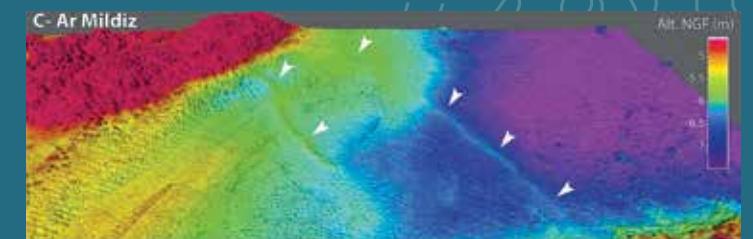
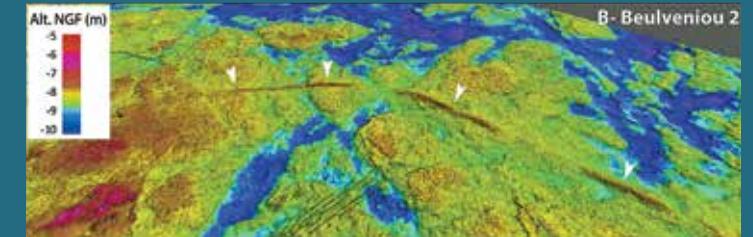
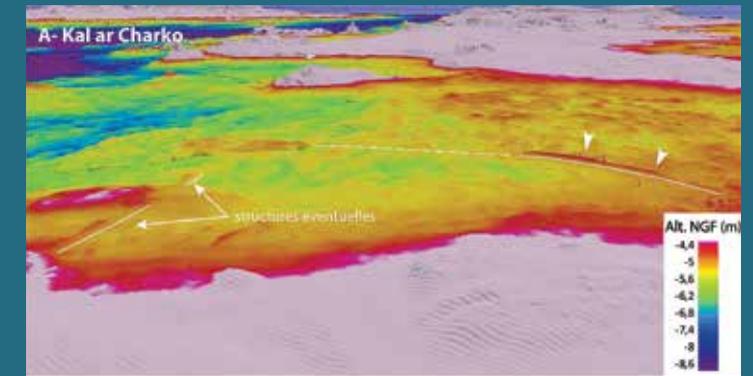
[Fig.4] ▲ Évolution des superficies terrestres (A) et intertidales (B) de l'archipel de Molène et évolution du niveau marin relatif (C) (d'après Garcia-Artola et al., 2018). ±1σ

LES BARRAGES DE PÊCHERIES, TÉMOINS ARCHÉOLOGIQUES DE LA TRANSGRESSION MARINE EN IROISE

Plusieurs barrages en pierres, correspondant à d'anciennes pêcheries (gored en breton) construites sur l'estran par les communautés humaines de la Préhistoire, ont été repérés à des profondeurs relativement importantes dans l'archipel (*Gandois et al., 2018*) (fig. 7). À partir d'une analyse détaillée des données Litto3D®, une trentaine de structures en élévation ont été détectées, se détachant nettement de la topographie environnante (fig. 5). Là où une couverture sédimentaire tapisse les fonds sous-marins, ces « anomalies » bathymétriques apparaissent sous la forme de lignes de crête plutôt rectilignes qui s'élèvent localement au-dessus des surfaces planes. Là où affleure le substratum rocheux, les barrages sont faciles à distinguer car ils possèdent une orientation non conforme aux grandes lignes de la structure géologique (*Le Gall et al., 2014*). Ces dernières années, plusieurs plongées ont été effectuées afin de confirmer la nature anthropique de ces structures (*Gandois et al., 2018*). S'il existe plusieurs centaines de barrages de ce type le long des côtes de Bretagne (*Daire et Langouët, 2010*), ceux identifiés dans l'archipel de Molène sont exceptionnels en raison de leur très bon état de conservation et de leur profondeur importante qui laisse envisager une utilisation dès le début du Néolithique (entre 7800 et 7300 cal. BP).

Ces constructions sont associées à une technique de pêche traditionnelle qui s'effectue depuis la côte et qui contraint les poissons soit à emprunter un passage étroit dans lequel ils sont capturés au moyen d'un filet emmanché, soit à se diriger vers un piège d'où ils ne peuvent s'échapper. Cette pêche sur estran a longtemps constitué pour les populations côtières un moyen de subsistance non négligeable (*Daire et Langouët, 2010*). Les vestiges archéologiques de ce type retrouvés en Iroise sont les témoins directs de la remontée du niveau marin et de la submersion graduelle du plateau sous-marin au cours des derniers milliers d'années.

Les barrages les plus profonds sont actuellement situés à environ 4 m sous le niveau des plus basses mers. Leur forte densité dans l'archipel de Molène est également à mettre en relation avec les nombreux dépotoirs préhistoriques retrouvés sur les îles et dans lesquels les archéologues ont retrouvé de nombreux restes de poissons (fig. 7).



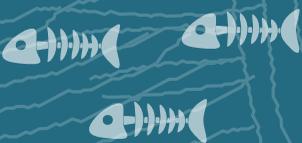
▲ [Fig.5]

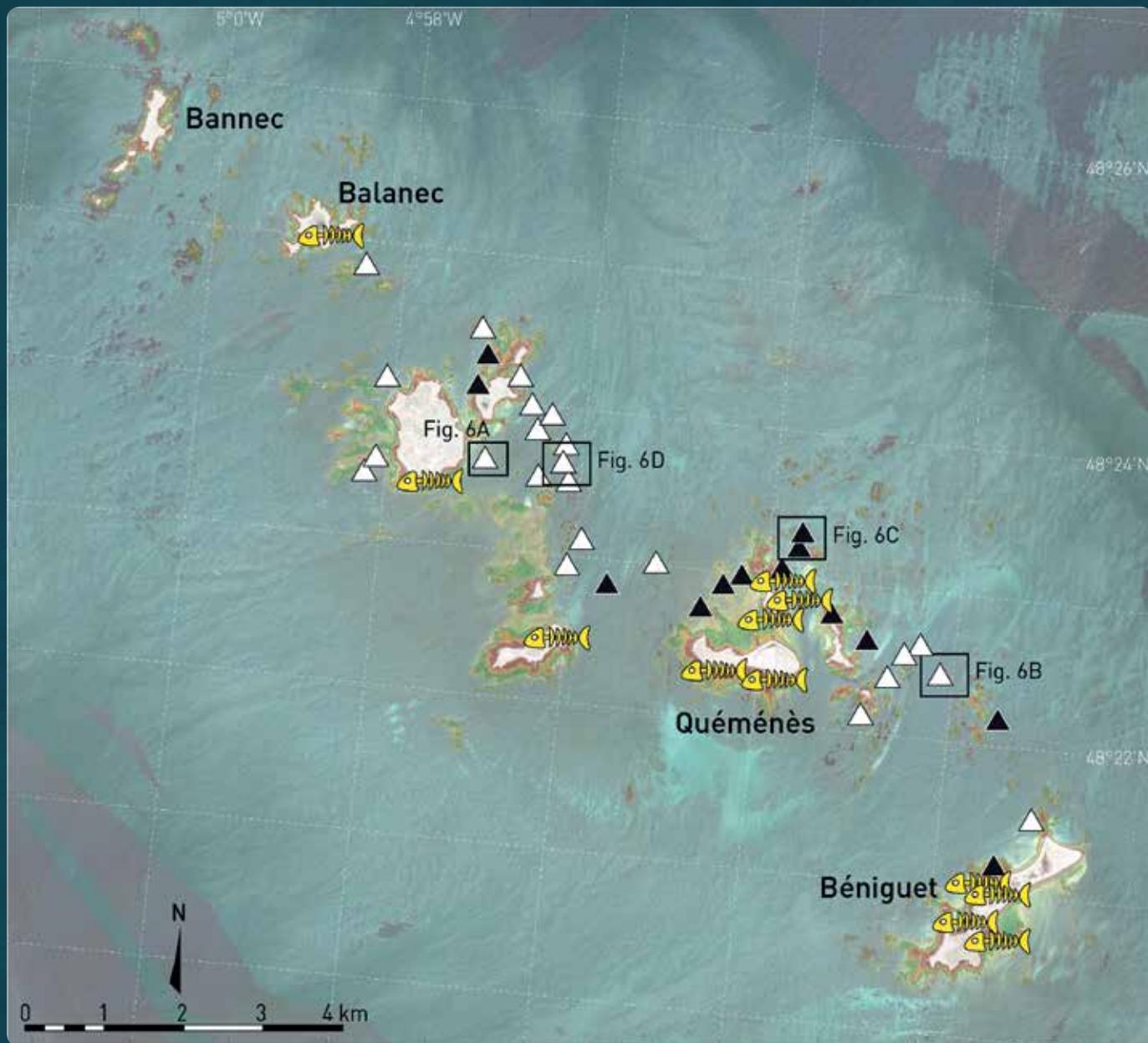
Modèles numériques de terrain illustrant la présence de barrages de pêcherie dans l'archipel de Molène.



◀▲ [Fig.6]

Prises de vues sous-marines sur le barrage de Gwiniman-1.





▲ [Fig.7]
Carte des barrages en pierre de type « pêcheries » repérés dans l'archipel de Molène.

- ▲ Barrage de pêcheie confirmé par des prospections pédestres ou subaquatiques
- △ Anomalie bathymétrique pouvant correspondre à une structure anthropique
- 🐟 Site archéologique sur lequel des restes ichtyofauniques ont été retrouvés

1.3—LA PALYNOLOGIE POUR RECONSTITUER LES CHANGEMENTS DES ENVIRONNEMENTS PASSÉS EN IROISE



Clément LAMBERT
Laboratoire Géosciences Océan (UMR 6538),
Université de Bretagne Sud, Vannes.



Aurélie PENAUD
Laboratoire Géosciences Océan (UMR 6538),
Université de Bretagne Occidentale, IUEM,
29280 Plouzané.



Muriel VIDAL
Laboratoire Géosciences Océan (UMR 6538),
Université de Bretagne Occidentale, IUEM,
29280 Plouzané.

La mer d'Iroise, baignant les côtes occidentales finistériennes et parsemée de récifs, est animée par de forts courants de marée provenant d'étroites passes et se trouve fortement exposée aux tempêtes hivernales. De ce fait, elle n'est pas propice à l'accumulation de sédiments fins et à la présence d'archives sédimentaires en mesure de nous renseigner sur les paléoenvironnements côtiers. Cependant, elle communique avec la rade de Brest par le goulet, ainsi qu'avec la baie de Douarnenez. Ces deux secteurs constituent des environnements semi-abrités où sont conservées des accumulations sédimentaires permettant de dresser un panorama des environnements passés (ou approche paléoenvironnementale) à l'échelle de la région ouest Bretagne, et plus particulièrement des îles de la mer d'Iroise, sur les derniers milliers d'années.

L'ÉTUDE DES PALÉOENVIRONNEMENTS

L'étude des environnements passés (ou approche paléoenvironnementale) est menée à partir d'archives sédimentaires (ou carottes; fig. 1) continentales, estuariennes ou marines. Elle requiert des approches pluridisciplinaires couvrant les grands domaines de la sédimentologie, de l'étude des indicateurs biologiques (ou bio-indicateurs), et de la géochimie sédimentaire.

Les environnements côtiers et estuariens, comme la rade de Brest, sous influence mixte fluviale et océanique, constituent des puits sédimentaires caractérisés par des taux de sédimentation importants et offrent l'opportunité d'enregistrer des changements régionaux, voire locaux, sur plusieurs milliers d'années.

Dans ce contexte, l'outil « pollen » est communément déployé dans le cadre des études paléoenvironnementales et paléoclimatiques (fig. 3). En effet, l'analyse du contenu pollinique des sédiments témoigne des dynamiques de végétation, sous forçages naturels ou anthropiques, environnant les sites étudiés.

Des approches complémentaires interdisciplinaires, menées avec les archéologues et historiens, permettent d'affiner la discussion sur les interactions « Homme - Environnement » sur le temps long.

[Fig.1] ►
Échantillonnage d'une archive sédimentaire (aussi appelée "carotte") pour les analyses palynologiques.

