



HAL
open science

Évaluations archéologiques en contexte sous-marin offshore : un nouveau protocole

Souen Fontaine, Cécile Sauvage, Denis Dégez, Olivia Hulot, Christine Lima

► To cite this version:

Souen Fontaine, Cécile Sauvage, Denis Dégez, Olivia Hulot, Christine Lima. Évaluations archéologiques en contexte sous-marin offshore : un nouveau protocole. 2ème Séminaire scientifique et technique de l'Inrap:Le diagnostic comme outil de recherche, David Flotté; Cyril Marcigny, Sep 2017, Caen, France. 10.34692/mgwc-1081 . hal-02173439v2

HAL Id: hal-02173439

<https://inrap.hal.science/hal-02173439v2>

Submitted on 11 Jul 2019 (v2), last revised 22 Feb 2021 (v3)

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

Souen Fontaine
Cécile Sauvage
Denis Dégez
Olivia Hulot
Christine Lima

Département des recherches
archéologiques subaquatiques et sous-
marines (Drassm)¹

souen.fontaine@culture.gouv.fr
cecile.sauvage@culture.gouv.fr
denis.degez@culture.gouv.fr
olivia.hulot@culture.gouv.fr
christine.lima@culture.gouv.fr

Évaluations archéologiques en contexte sous-marin *offshore* : un nouveau protocole

Si trois décennies de diagnostics archéologiques à terre permettent désormais de s'interroger sur l'apport de ces derniers aux problématiques de la recherche, l'archéologie préventive en mer, encore balbutiante, se concentre pour l'instant sur la mise au point de méthodes opérationnelles. Aussi, cet article s'attache à dresser le bilan de quatre années d'évaluations archéologiques sur l'emprise de projets d'aménagements situés en zone offshore. Il en expose les principes méthodologiques, les principaux résultats et met l'accent sur le nécessaire développement de méthodes encore trop peu utilisées pour la détection sous-marine de potentiels vestiges archéologiques. Ce dispositif à l'origine transitoire fait, depuis décembre 2017, partie intégrante du dispositif législatif de l'archéologie préventive.

While three decades of 'rescuing' archaeological sites on land have provided us with sufficient experience as to now assess the discipline's contribution to research, rescue archaeology at sea, still in its infancy, is currently focusing on refining its operational methods. In addition, this article endeavours to draw conclusions on the influence four years of rescue archaeology has had on development projects situated offshore. It outlines the methodological principles and major results, and insists on the necessary development of methods yet underemployed in the detection of potential archaeological remains in the sea. Originally, temporary in nature, this measure was an integral part of rescue archaeology legislation in December 2017.

Mots clés

Diagnostic archéologique, archéologie
préventive en mer, détection sous-marine,
évaluations archéologiques *offshore*,
interconnexion électrique, parc éolien

Keywords

Rescue archaeology at sea, underwater
detection, offshore archaeology surveys, wind
farms, electrical interconnections

Informations de publication

Publié le 2 juillet 2019

<https://ssstinrap.hypotheses.org/2126>

Fontaine (Souen), Sauvage (Cécile), Dégez
(Denis), Hulot (Olivia), Lima (Christine). –
Évaluations archéologiques en contexte
sous-marin *offshore* : un nouveau protocole.
In : Flotté (David), Marcigny (Cyril) dir. – *Le
diagnostic comme outil de recherche* : actes
du 2^e séminaire scientifique et technique de
l'Inrap, 28-29 sept. 2017, Caen.

1 Introduction

Si les questions ouvertes par la thématique du séminaire scientifique et technique organisé par l'Inrap trouvent des éléments de réponse dans le large panel des diagnostics conduits à terre, il n'en va pas encore de même pour les opérations préventives menées dans le domaine public maritime (DPM). Pratiqué depuis près de trois décennies en contexte terrestre, le diagnostic archéologique en est à ses balbutiements en contexte maritime. Faute d'un recul suffisant et de résultats plus conséquents, les opérations menées en mer n'ont, pour l'instant, pas contribué à alimenter des problématiques de recherche spécifiques. En revanche, les questions méthodologiques revêtent encore, en milieu sous-marin, toute leur importance. Il a ainsi semblé opportun de présenter ici, après un bref état des lieux de l'archéologie préventive en mer, le cas particulier des opérations menées par le Drassm depuis 2014 dans le cadre de la mise en place des évaluations archéologiques portant sur les aménagements implantés au large des côtes françaises. Encore transitoire au moment de la présentation réalisée au sein du séminaire, ce dispositif a intégré l'appareil législatif par le biais de l'article 79 de la loi n°2017-1775 du 28 décembre 2017 de finances rectificative pour 2017².

2 Une mise en œuvre progressive de l'archéologie préventive en contexte maritime

Si le Drassm regroupe, depuis 1996, des compétences scientifiques diverses, relevant à la fois de l'archéologie subaquatique et de l'archéologie sous-marine, sa compétence ne s'étend, d'un point de vue strictement administratif, qu'aux eaux salées. Au sein des eaux sous juridiction française, il assume la responsabilité de l'inventaire, l'étude et la conservation des vestiges archéologiques situés dans le domaine public maritime – estran et mer territoriale, jusqu'à 12 milles des côtes françaises – et dans sa zone contiguë, jusqu'à 24 milles. Au-delà de cette zone, dans le reste de la zone économique exclusive française, ses missions sont définies par la convention de l'UNESCO sur la protection du patrimoine culturel subaquatique, ratifiée en 2013 par la France.

En ce sens, le Drassm est, à l'instar des Services régionaux de l'archéologie des Directions régionales des affaires culturelles, sur un espace marin couvrant plus de 11 millions de km², responsable de la mise en œuvre de la législation relative à l'archéologie préventive applicable, dans son principe, « à terre et sous les eaux » (art. L521-1, code du patrimoine³). Jusqu'à 2018, seule la partie réglementaire du code du patrimoine permettait de savoir précisément dans quelle zone la législation sur l'archéologie préventive avait vocation à être appliquée en contexte maritime. En cohérence avec la définition des biens culturels maritimes (art. L532-1 et suivants⁴), l'article R522-1⁵ indique en effet que « le ministre chargé de la culture exerce les compétences dévolues au préfet de région lorsque les opérations d'aménagement ou de travaux sont situées dans le domaine public maritime et la zone contiguë ». Pour diverses raisons, le développement de l'archéologie préventive « sous les eaux » n'a pas connu le même essor qu'« à terre » depuis 2001. Sans entrer trop avant dans le détail des écueils aux origines de ce développement à deux vitesses, on rappellera simplement que certains éléments du dispositif législatif ont entravé, dans le cas des aménagements en mer, la fluidité de l'instruction des dossiers par le Drassm⁶ d'une part et la liquidation de la redevance d'autre part. Dans ce contexte, bien que les premières prescriptions de diagnostic dans le domaine public maritime aient été émises dans la foulée de l'entrée en vigueur de la Loi sur l'archéologie préventive, la structuration opérationnelle du dispositif a également tardé à se mettre en place et l'Inrap n'a initié la création d'une cellule subaquatique qu'en 2011.

On rappellera par ailleurs, s'il en est besoin, que les aménagements en mer, qu'il s'agisse d'aménagements portuaires, d'extraction de granulats ou de l'implantation de parcs d'éoliennes ou de câbles électriques sous-marins, concernent souvent de vastes superficies. Aussi, la mise en œuvre d'opérations archéologiques préalables à ces aménagements requiert des moyens importants, de surcroît lorsqu'ils sont situés en zone *offshore*. Au vu des disfonctionnements du dispositif, une refonte fiscale et fonctionnelle de l'archéologie préventive en mer a été amorcée.

3 Une étape décisive dans la mise en place du dispositif transitoire : le premier appel d'offres éolien en mer

3.1. Éléments de contexte

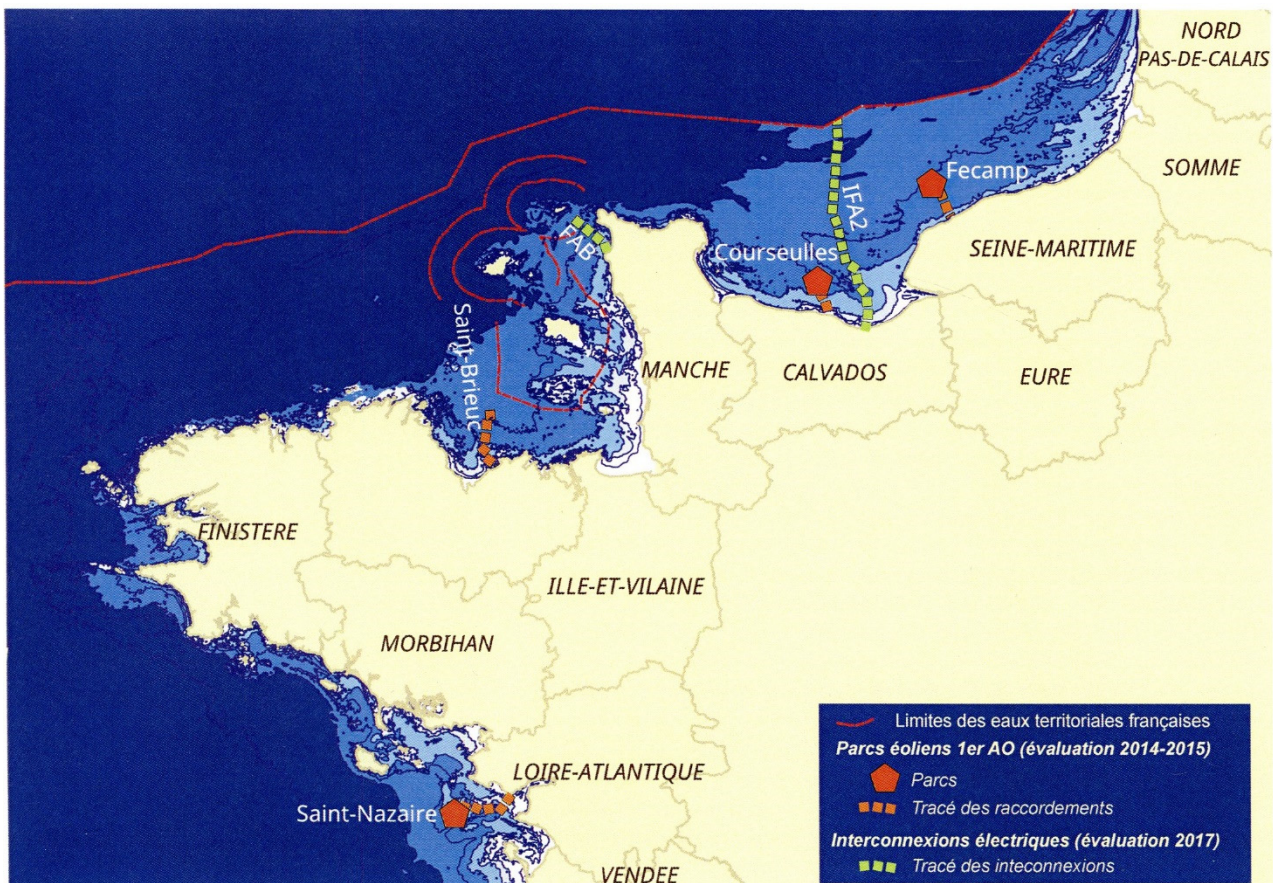
En avril 2012, le Gouvernement a retenu quatre projets dans le cadre du *Premier appel d'offres pour le développement de capacités de production d'électricité par énergie éolienne offshore* ouvert le 11 juillet 2011 par le ministère de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Écologie.

Les concessions des parcs de Fécamp, Courseulles-sur-Mer et Saint-Nazaire ont été attribuées au consortium Éolien Maritime France mené par EDF Énergies Nouvelles, alors que la concession du parc de Saint-Briec était attribuée au consortium Ailes Marines SAS mené par l'énergéticien espagnol Iberdrola. L'entreprise publique Réseau de Transport d'Électricité (RTE) a été chargée de réaliser le raccordement électrique des quatre parcs éoliens *offshore* aux postes de transformation à terre.

Dès l'attribution des concessions, Éolien Maritime France et RTE, préoccupés par les délais de réalisation des éventuelles opérations d'archéologie préventive, ont sollicité le Drassm pour anticiper au mieux les interventions. Dans le contexte de la refonte fiscale et législative du dispositif d'archéologie préventive en mer en cours et au vu de l'urgence et de l'ampleur des interventions à programmer pour respecter le calendrier des aménagements des parcs, le ministère de la Culture a, sur proposition du Drassm, mis en place un dispositif transitoire permettant la réalisation d'une évaluation archéologique des sites concernés dès l'étape des études d'impact des aménagements. L'objectif, comparable à celui d'un diagnostic, était naturellement que le risque de destruction de vestiges archéologiques puisse être pris en considération au plus tôt dans le processus de définition du tracé final d'implantation des aérogénérateurs et des câbles de raccordement des parcs éoliens à la terre. Le programme d'évaluation archéologique mis en œuvre par le Drassm a donné lieu à des conventionnements bilatéraux individualisés entre la Direction générale des patrimoines d'une part, et chaque lauréat de l'appel d'offres éolien *offshore* et RTE d'autre part. Ce conventionnement a entraîné la réalisation de sept opérations (fig. 1). Seul le parc de Saint-Briec n'a pas donné lieu à un accord en vue d'une évaluation archéologique et a fait l'objet d'une prescription de diagnostic en mars 2016.

Fig. 1 : Localisation des évaluations archéologiques conduites par le Drassm entre 2014 et 2017.

Denis Dégez, Drassm.



3.2. Impact potentiel des aménagements éoliens offshore sur le patrimoine archéologique

Les risques de destruction de vestiges archéologiques induits par les aménagements relèvent tant de l'emprise d'implantation des éoliennes elles-mêmes que de l'ensemble du réseau câblé interne au parc éolien ou dédié au raccordement électrique du parc à la terre. Les parcs éoliens *offshore* regroupent chacun de 60 à 85 éoliennes implantées selon un intervalle d'environ un kilomètre entre chaque machine. Celles-ci sont reliées à un réseau câblé qui achemine l'énergie produite vers un poste central lui-même raccordé à un poste de transformation situé à terre. Les câbles qui lient les parcs à la terre parcourent une distance qui varie de 15 à 30 km.

Le système de fondation des éoliennes varie d'un parc à l'autre, en fonction de la nature des fonds marins. Formées de supports en acier et béton de près de 2 000 tonnes, les fondations gravitaires sont construites à terre puis mises en position sur le site. D'un diamètre de 25 à 30 mètres, elles reposent sur un aménagement anti-affouillement dont le diamètre peut atteindre 50 mètres. Les fondations mono-pieu, d'un diamètre de 5 à 6 mètres, prolongent le fût de l'éolienne sur une profondeur de plusieurs dizaines de mètres. Dans la mesure où l'implantation des éoliennes réclame l'emploi de barges de travail ou de *jack-up boat* de grandes dimensions, pouvant atteindre 120 mètres de long, l'évaluation archéologique a porté sur un corridor de 200 m de large sur l'ensemble du tracé d'implantation des éoliennes afin de prendre en considération la totalité de la surface potentiellement impactée. Pour les couloirs de raccordement électrique, les évaluations archéologiques ont en revanche porté sur un couloir de 300 à 500 mètres de large défini par RTE dans la mesure où le tracé final de pose du câble n'était pas encore déterminé lors de leur réalisation.

3.3. Une méthode en trois phases, un programme sur deux ans

L'évaluation archéologique des quatre couloirs de raccordement électrique et des trois parcs éoliens a été planifiée sur deux années. La méthode retenue était articulée en trois phases⁷ :

1 – Une phase 1a consacrée à l'analyse des données géophysiques préalablement acquises par les aménageurs. À cette fin, le Drassm a établi un protocole d'acquisition et de traitement pour les trois principaux moyens de détection géophysique employés (bathymétrie – sondeur multifaisceaux ; détection acoustique – sonar à balayage latéral ou équivalent ; détection des variations magnétométriques – magnétomètre). Dans le cas où les campagnes de détection conduites par les aménageurs répondent à cette liste de recommandations en termes de spécifications et de livrables, les données peuvent être exploitées pour une lecture à visée archéologique ;

2 – Une phase 1b optionnelle consistant en une campagne de détection géophysique complémentaire, menée par le Drassm, si les données préalablement acquises s'avéraient insuffisantes pour une lecture à visée archéologique ;

3 – Une phase 2 visant à expertiser *in situ*, par plongée humaine ou robotisée, les cibles⁸ potentiellement archéologiques identifiées aux cours des deux premières étapes de l'évaluation.

Réalisée en 2014, l'analyse des données fournies par les aménageurs a validé la pertinence des informations acquises par EDF-Energies Nouvelles, notamment lors des campagnes de détection UXO⁹ de l'emprise des parcs. Elle a en revanche révélé, en termes de lisibilité des anomalies potentiellement archéologiques, une nette insuffisance de ces mêmes informations sur l'emprise des couloirs de raccordement des quatre parcs. En conséquence, et en amont des opérations de phase 2 sur le couloir de Courseulles-sur-Mer, une campagne de prospection géophysique (phase 1b) a été réalisée par le Drassm avec l'appui d'une équipe d'hydrographes de la société iXsurvey embarquée à bord de l'*André Malraux* sur les couloirs de Saint-Nazaire, Fécamp et Courseulles-sur-Mer.

Afin de respecter les délais contractuels et malgré l'ampleur des opérations de terrain à programmer, le Drassm a délégué une partie des opérations d'évaluation des cibles *in situ*. Le groupement Iпсо-Facto/ADRAMAR, lauréat des marchés, s'est ainsi vu confier en 2015 les opérations de plongées d'expertise sur les secteurs des parc et couloir de Fécamp, du parc de Courseulles-sur-Mer et du couloir de Saint-Brieuc. Ces expertises *in situ* ont ciblé un ensemble d'anomalies sélectionnées par le Drassm et ont suivi le protocole d'intervention établi au cours des opérations de l'année 2014. Les équipes du Drassm ont pour leur part assuré en 2015, à partir de l'*André Malraux*, les opérations de phase 1 sur le couloir du parc de Saint-Brieuc et les opérations d'expertises du parc et du couloir de Saint-Nazaire.

3.4. Bilan de l'évaluation archéologique du premier appel d'offres éolien en mer

Tous secteurs confondus, le programme mené par le Drassm et ses partenaires sur les parcs éoliens *offshore* du premier appel d'offres a permis de procéder à l'évaluation archéologique de 35 millions de m² potentiellement impactés par les aménagements. Achevées en septembre 2015, les opérations ont réclamé près de neuf mois de travail de terrain pour l'ensemble des équipes mobilisées.

Passé le travail de dépouillement, de mise en forme et de corrélation des données géophysiques transmises par les aménageurs, le Drassm, en amont des opérations de phase 2, a examiné 19 176 anomalies géophysiques en vue d'effectuer la sélection la plus pertinente des cibles potentiellement archéologiques nécessitant une expertise sur le terrain.

On a pu relever à cette occasion, dans le nombre des anomalies identifiées lors des prospections géophysiques, d'importantes variations d'un secteur à l'autre (fig. 2). Elles tiennent principalement à trois paramètres : la configuration géologique, la fréquentation historique et actuelle des espaces concernés et, enfin, les critères de discrimination initialement retenus par les différents prestataires pour la détermination des anomalies.

La sélection drastique opérée sur les quelque 20 000 cibles potentielles a finalement conduit à retenir 229 d'entre elles, qui justifiaient une caractérisation *in situ*. 206 cibles ont effectivement pu être expertisées et documentées lors des opérations de phase 2. Au terme de ce programme, 12 des 50 cibles anthropiques reconnues ont été enregistrées comme biens culturels maritimes et ont amené le Drassm à recommander aux aménageurs des stratégies d'évitement sous peine de prescription de fouilles préventives. Aucun élément d'intérêt patrimonial n'ayant été mis au jour lors de l'évaluation menée sur la zone de Saint-Nazaire, comme sur l'emprise du couloir de raccordement de Saint-Brieuc, les demandes d'évitement imposées par le Drassm n'ont concerné que les projets *offshore* de Courseulles-sur-Mer et de Fécamp. Dans ces deux zones, les évaluations conduites par le Drassm ont en effet permis de mettre en évidence des vestiges inédits ou de préciser la localisation d'épaves déjà connues.

Sur l'emprise du parc éolien de Fécamp, deux zones de débris métalliques pourraient matérialiser d'une part les vestiges d'un aéronef et d'autre part les restes d'une épave très dégradée. Par ailleurs l'épave dite « Vattetot 2 », mesurant une vingtaine de mètres de long sur une dizaine de mètres de large et déjà signalée par le service hydrographique et océanographique de la Marine, a livré des carreaux de faïence de Desvres (fig. 3). Ce site mériterait une étude plus approfondie.

Sur l'emprise du couloir de raccordement électrique du parc de Fécamp à la terre, des mesures de protection ont été réclamées autour d'une ancre moderne ou contemporaine, d'un élément de machinerie sans doute contemporain, d'une seconde ancre datée du XIX^e siècle et d'une hélice. Par ailleurs, un cinquième évitement a également été prescrit autour des vestiges de l'épave du SS *Alice*, vapeur norvégien coulé durant le premier conflit mondial. Le contournement de cette épave, longue d'environ 60 m, a au demeurant été aisé à instaurer dans la mesure où ses vestiges sont principalement situés à l'extérieur du corridor.

Fig. 2 : Carte des anomalies géophysiques potentiellement anthropiques, avant expertise *in situ*, sur l'emprise du parc éolien de Courseulles-sur-Mer.
Denis Dégez, Drassm.

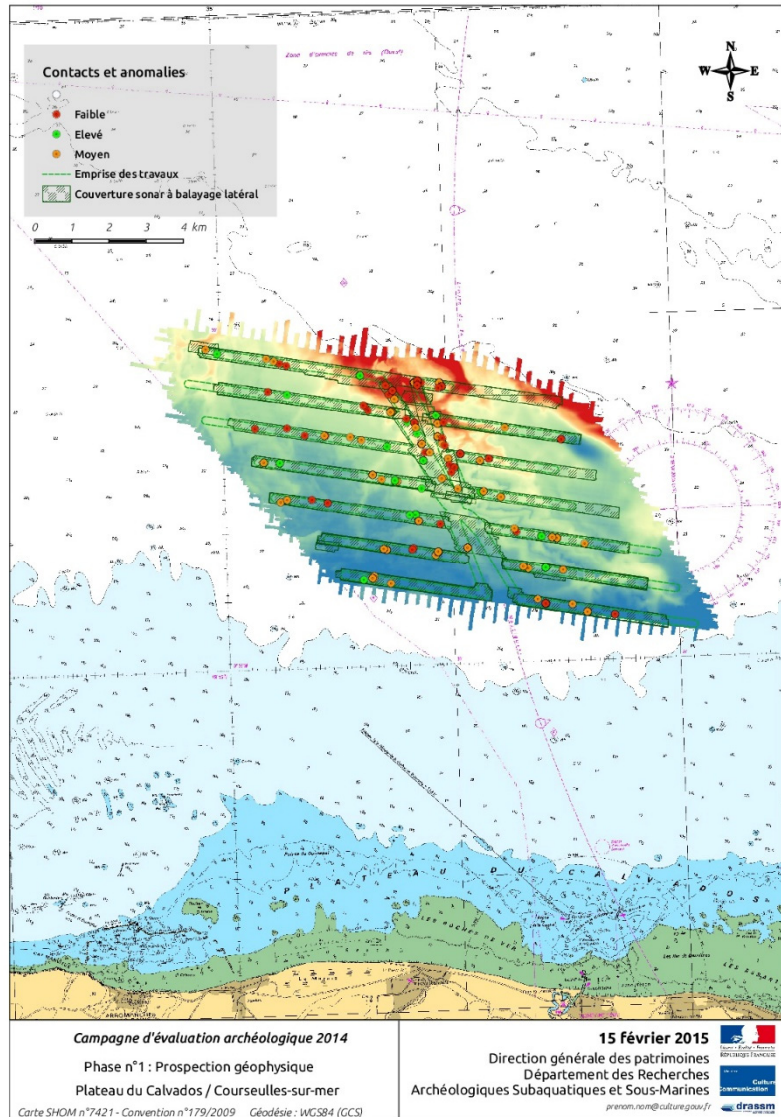
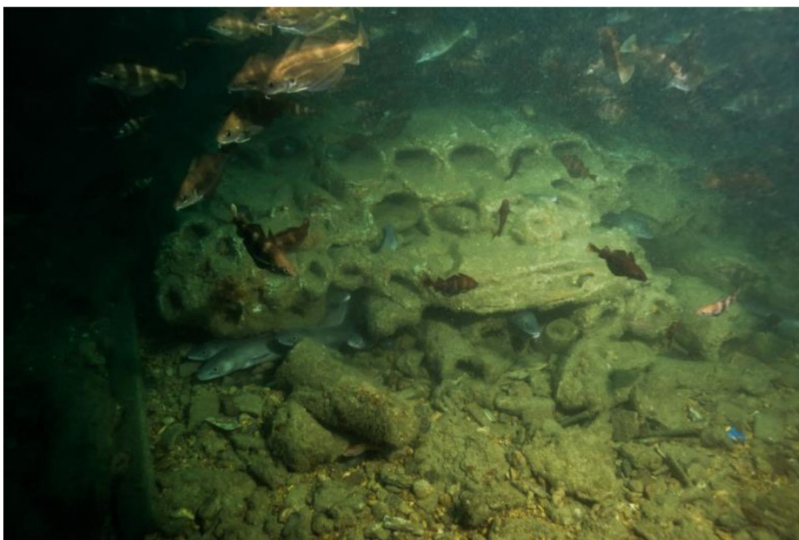
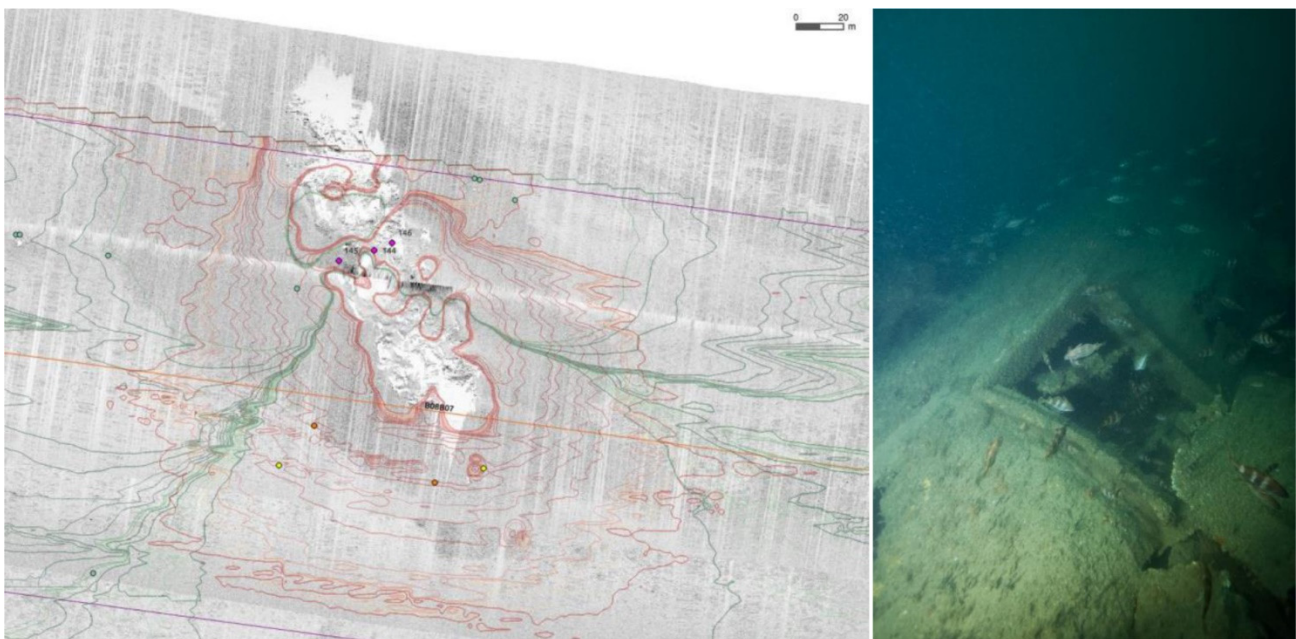


Fig. 3 : Épave ayant livré des carreaux de faïence de Desvres, étudiée sur l'emprise du parc éolien de Fécamp.
Cl. F. Osada.



Quatre des cinq vestiges d'origine anthropique révélés par l'évaluation du corridor de raccordement du parc éolien de Courseulles-sur-Mer correspondaient, à l'évidence, à des vestiges du Second conflit mondial. En effet, le corridor du parc de Courseulles se situe au large de Juno Beach, l'une des cinq plages où s'opéra le débarquement allié du 6 juin 1944. Deux de ces anomalies ont révélé des engins pyrotechniques caractéristiques de ce conflit, à savoir une mine allemande GG BM 1 000 et deux bombes anglaises de 500 livres qui ont immédiatement fait l'objet d'une opération de déminage confiée au Premier Groupe de Plongeurs-Démineurs de la Manche basé à Cherbourg. La troisième cible reconnue pourrait correspondre à un élément de protection d'un affût embarqué ou à un poste de pilotage de *Landing Craft Tank*. La quatrième était une poutrelle métallique pouvant correspondre à un fragment de voie flottante du port artificiel d'Arromanches ; ce vestige n'a pas fait l'objet d'une demande d'évitement. Les expertises menées dans l'emprise du parc de Courseulles-sur-Mer ont révélé la présence de 8 anomalies de nature anthropique, dont seulement 2 ont fait l'objet d'une mesure d'évitement. La première a été identifiée comme une chaussée métallique de débarquement conservée sur plus de 18 m de long. La seconde correspondait aux restes de l'épave du SS *Fort Norfolk*. Largement ferraillée après-guerre, cette épave présentait néanmoins un réel intérêt historique dans la mesure où il s'agit de l'une des rares épaves de navires canadiens associés au débarquement de Normandie. Lancé en 1943, ce cargo fut en effet réquisitionné pour acheminer des troupes et du matériel sur les côtes normandes, opérations au cours desquelles il a sauté sur une mine le 24 juin 1944. Les vestiges du *Fort Norfolk* ont été observés sur une longueur de 150 m (fig. 4). Tenant compte de cette donnée, le respect d'un évitement d'au moins 100 m de rayon autour du point central de l'épave a été requis.

Fig. 4 : Anomalies géophysiques (sonogramme et carte magnétométrique) figurant l'emplacement des restes du *Fort Norfolk* sur l'emprise du parc éolien de Courseulles-sur-Mer et vue *in situ* du site. Cl. F. Osada, Drassm.



4 L'évaluation archéologique des interconnexions électriques FAB et IFA 2

Suite aux évaluations archéologiques conduites sur les corridors de raccordement des parcs éoliens, RTE a sollicité le Drassm afin que les évaluations archéologiques de deux projets d'interconnexions électriques transmanche, dénommées FAB et IFA 2, soient réalisées dans des conditions similaires. Ces évaluations, actées par voie de convention entre RTE et le ministère de la Culture en 2016, ont été menées durant l'année 2017.

4.1. Éléments de contexte et impact des interconnexions sur le patrimoine archéologique

Les deux projets FAB (pour France – Aurigny – Grande-Bretagne) et IFA 2 (pour Interconnexion France – Angleterre n°2) font partie des projets d'interconnexions électriques visant à répondre à la nécessité d'accroissement des échanges d'énergies entre la France et la Grande-Bretagne. Ces échanges accompagnent le développement des énergies renouvelables et ont pour but d'utiliser la production d'électricité de ces deux pays en fonction de leurs besoins de consommation respectifs. Pour cette raison, ces deux projets ont été reconnus « projet d'intérêt commun » par l'Union européenne courant 2013.

FAB consiste en une liaison électrique sous-marine et souterraine en courant continu qui parcourt environ 220 km entre les deux pays, du poste électrique de Menuel dans le Cotentin à celui d'Exeter dans le Devon. Elle passe par l'île anglo-normande d'Aurigny. La partie maritime du projet IFA 2 concerne les eaux françaises et anglaises, l'interconnexion reliant la région de Caen (poste de Tourbe) à celle de Southampton (poste de Chilling). Côté français, son emprise est d'environ 30 km de long dans la mer territoriale, de 40 km dans la zone contigüe et de 30 km dans la zone économique exclusive (ZEE).

La portion du projet FAB ayant fait l'objet du conventionnement pour évaluation archéologique concerne uniquement une partie du projet porté par RTE, soit la portion de l'interconnexion située dans le DPM français, entre les côtes du Cotentin et Aurigny. Le Drassm a par ailleurs été contacté par FAB Link, société responsable de l'aménagement du câble FAB pour sa portion située entre Aurigny et l'Angleterre. Une partie de ce projet concerne en effet le plateau continental, avant la frontière entre les eaux françaises et anglaises. Cette partie du projet a néanmoins été suspendue suite au vote ayant décidé de la sortie du Royaume-Uni de l'Union européenne.

Comme dans le cas de l'aménagement des parcs éoliens et de leur raccordement électrique, les risques de destruction de vestiges archéologiques induits par les interconnexions électriques relèvent tout aussi bien de l'implantation des câbles électriques et des ouvrages destinés à leur protection que de l'emprise des engins utilisés pour leur installation. L'interconnexion FAB est constituée de deux paires de câbles électriques, chaque paire étant elle-même composée de deux câbles de 20 cm de diamètre maximum sanglés entre eux. Sur le fond marin, ces deux paires de câbles doivent être espacées d'un minimum de trois fois la hauteur d'eau. L'interconnexion IFA 2 est composée de deux câbles électriques posés côte à côte sur le fond. La définition précise des méthodes de pose et de protection des câbles appartenant au câblier, la technique de pose des câbles des projets FAB et IFA 2 n'était pas définie au moment des échanges entre RTE et le Drassm sur ce projet. En fonction des contraintes locales, plusieurs méthodes de pose des câbles peuvent en effet être envisagées. Ainsi, la pose des câbles au large est souvent réalisée par ensouillage (câbles posés dans une tranchée pouvant atteindre 1 m de largeur pour 2,5 m de profondeur, à l'aide d'une trancheuse de 6 m de largeur). Néanmoins, en raison de la nature des sols ou des activités existant dans la zone, il est parfois nécessaire d'opter, lors d'une pose, pour la mise en place de plusieurs types de protections externes tels qu'une coquille, un enrochement pouvant atteindre 2 m de hauteur pour 20 m de largeur maximale ou encore, des matelas en béton mesurant jusqu'à 6 m de longueur, 3 m de largeur et pesant jusqu'à 10 tonnes. À l'atterrissage, l'installation des câbles peut être réalisée par ensouillage, dans le cas d'un estran meuble, ou par forage dirigé, dans le cas d'un estran

rocheux. En fonction de la technique choisie, en mer ou près des côtes, l'impact de l'aménagement au sol peut donc atteindre plusieurs dizaines de mètres de largeur pour chaque paire de câbles.

Ce tracé final n'étant pas encore déterminé lors de la réalisation de l'évaluation archéologique, il a été décidé de conduire l'évaluation sur l'ensemble de l'emprise du fuseau amené à faire l'objet des demandes d'autorisation déposées par RTE. Par ailleurs, l'expérience acquise lors des évaluations archéologiques menées sur les parcs éoliens offshore du premier appel d'offres montrait qu'afin de sécuriser le tracé des aménagements, il était primordial que l'évaluation porte sur une emprise de 200 m de largeur minimum, afin de pouvoir éviter des biens culturels maritimes éventuellement découverts lors de l'évaluation, et de prévoir ainsi l'implantation des aménagements dans des zones exemptes de vestiges d'intérêt archéologique. En effet, les demandes d'évitement formulées par le Drassm, à l'issue des évaluations des parcs éoliens, concernaient des zones de 20 à 100 m de rayon.

Selon les termes de la convention conclue avec RTE pour la portion du projet FAB située dans le DPM, l'évaluation archéologique a été menée sur un fuseau d'environ 200 m de large et a inclus les deux possibilités d'atterrage encore envisagées en fonction de la méthodologie finalement adoptée pour passer les câbles sur l'estran de la commune de Siouville-Hague (forage dirigé dans le substrat rocheux ou, à défaut, enfouissement). L'évaluation a ainsi porté sur un corridor d'étude de 17 km de longueur, orienté nord-ouest/sud-est, et qui va de la ligne médiane entre la France et Aurigny jusqu'à environ 9 km de la pointe de Jobourg et, près du littoral du Cotentin, sur deux corridors distincts de 2 km de longueur, se rejoignant au lieu-dit Le Platé (Siouville-Hague).

À la demande de RTE, l'évaluation conduite sur le projet IFA 2 a quant-à-elle porté sur le fuseau de moindre impact de 500 m de large devant ultérieurement faire l'objet de demandes d'autorisation. Pour la première fois, l'évaluation archéologique concerne le DPM français mais également la zone contiguë et, en vertu de la ratification par la France de la convention de l'Unesco sur la protection du patrimoine subaquatique, la ZEE, jusqu'à la frontière maritime entre la France et l'Angleterre. En effet, il convenait également sur cette zone d'identifier, et le cas échéant d'éviter, d'éventuels biens culturels maritimes susceptibles d'être mis en péril par les travaux.

4.2. Méthodes d'intervention et résultats

La méthode mise en œuvre pour l'évaluation des interconnexions FAB et IFA 2 est identique à celle développée pour les parcs éoliens. Dans le cas du projet FAB comme du projet IFA 2, les données géophysiques transmises par RTE se sont avérées insuffisantes pour permettre une lecture à visée archéologique des données. La portée choisie pour la couverture au sonar à balayage latéral était notamment trop importante pour que les données soient de bonne qualité. Le Drassm a donc dû réaliser une nouvelle campagne géophysique sur chacun des projets, conduite, comme en 2014, à partir de l'*André Malraux* et avec l'aide d'une équipe d'hydrographes embarqués (société iXsurvey).

Le protocole suivi pour le *survey*¹⁰, conforme à celle développée pour les parcs éoliens, correspond à une couverture totale au sonar à balayage latéral (portée du sonar limitée à 50 m) et au sonar multifaisceaux complétée par un passage statistique du magnétomètre, le long des lignes définies pour le passage du sonar. Les paramètres choisis pour l'acquisition au sonar et au magnétomètre visent à permettre la détection d'objets de 10 cm de longueur à une altitude de 10-12 m et celle d'objets métalliques de plus de 40 kg de masse ferreuse. Près des côtes, afin de palier à la difficulté de mise en œuvre des équipements tractés dans des fonds de moins de 15 m de profondeur, seul le sonar multifaisceaux a été utilisé, avec un interlignage du plan de ligne de 20 m et une orientation parallèle à la côte. Sur cette zone de moindre profondeur, une marge de 4 m sous le sondeur multifaisceaux a été maintenue par sécurité pour les instruments.

La méthode de sélection des cibles à expertiser en immersion a été identique à celle mise en œuvre lors des évaluations précédentes. La détection acoustique a révélé la présence de 156 contacts sur la zone d'étude du projet FAB et de 468 contacts sur celle du projet IFA 2. Un classement de ces anomalies en fonction de leur potentiel archéologique a été réalisé. Pour chaque contact, une corrélation avec les données magnétométriques a également été effectuée, en complétant par ailleurs les données du *survey* mené par le Drassm par celles issues d'une campagne géophysique commandée par RTE en 2016. Enfin, la sélection des cibles à expertiser a tenu compte de la caractérisation du contact, de sa forme¹¹, de ses dimensions et de son association avec d'autres contacts situés à proximité. Un choix géographique a également été opéré et les anomalies situées dans le centre du corridor, plus aisément menacées par l'installation des câbles, ont été privilégiées. Ont ainsi été retenues pour la phase d'expertise en immersion, 24 anomalies (regroupées en 20 cibles) pour le projet FAB et 108 anomalies (regroupées en 84 cibles) pour le projet IFA 2.

Les opérations d'expertise en immersion des cibles sélectionnées sur le projet FAB ont été confiées par le Drassm au groupement Ipso Facto/ADRAMAR, lauréat de l'appel d'offres. La campagne, menée à partir du navire *Hermine-Bretagne*, a permis d'expertiser l'ensemble des 20 cibles programmées, dont 19 correspondaient à des anomalies naturelles. La seule cible qui s'est avérée anthropique était une ancre à jas mobile en fer forgé ou en acier, pouvant dater du XIX^e siècle¹², découverte par 23 m de fond et crochée par l'une de ses pattes sous une masse rocheuse (fig. 5). Le respect par RTE d'un rayon d'évitement de 20 m autour de cet élément bien localisé et de petites dimensions suffisait à en assurer la conservation. À défaut, le prélèvement, le traitement et la mise en dépôt de ce bien culturel maritime pouvait également être envisagé.

Les anomalies géophysiques sélectionnées à l'issue du *survey* sur la zone d'étude d'IFA 2 ont été divisées en deux lots distincts en vue d'une réalisation des expertises par deux équipes différentes, en fonction de l'éloignement des cibles à la côte et de la profondeur des immersions à mener. Un premier ensemble d'anomalies, situées à plus de 15 milles des côtes du Calvados, a été expertisé par le Drassm, avec l'appui de la société Copetech-SM, principalement à l'aide de ROV¹³. La plupart de ces cibles étant situées à une profondeur comprise entre 40 et 60 m au zéro des cartes, l'immersion d'un ROV permettait en effet de réaliser des plongées de plus longue durée pour rechercher les anomalies sur le fond marin. Par ailleurs, la mise à l'eau de plongeurs à une très grande distance de la côte et dans des conditions pouvant s'avérer difficiles présentait un risque non négligeable. Le second ensemble de cibles, qui correspondait à des anomalies situées à moins de 15 milles des côtes et dont la profondeur était inférieure à 30 m au zéro des cartes a été expertisé en plongée humaine par le groupement Ipso-Facto/ADRAMAR.

Les opérations d'expertise des anomalies situées au-delà de 15 milles des côtes françaises ont été menées par le Drassm, à bord de l'*André Malraux*, quasiment exclusivement à l'aide de deux ROV. Lorsque le courant était suffisamment faible, plusieurs immersions du ROV ont été réalisées au cours de la même étale de courant. Ainsi, il a été possible de vérifier jusqu'à 15 anomalies géophysiques en une seule journée de travail. Seule une anomalie géophysique a fait l'objet d'une expertise en plongée humaine. 4 des 67 anomalies géophysiques (regroupées en 43 cibles) qui devaient être expertisées au cours de cette opération n'ont pas été retrouvées. Elles correspondaient vraisemblablement à des différences de relief créées naturellement sur le fond ou générées par le passage d'un chalut. 13 anomalies sélectionnées à l'issue du *survey* s'avéraient être de nature anthropique. Une grande partie de ces éléments était cependant dénuée d'intérêt patrimonial.

Outre plusieurs câbles métalliques, des restes associés à la navigation contemporaine et aux pratiques halieutiques ont été observés, de même qu'un tube métallique sans intérêt et un possible fragment de balise ou de bouée d'époque contemporaine. Par ailleurs, 5 bombes d'aviation ont été mises au jour et ont immédiatement fait l'objet d'une information au CROSS Jobourg.

Les opérations d'expertise des anomalies situées à moins de 15 milles des côtes françaises (soit 41 cibles) ont été menées en plongée humaine par le groupement Ipson Facto/ADRAMAR à partir du navire *Hermine-Bretagne*. Comme lors de la campagne d'expertise au ROV et pour les mêmes raisons, 9 des 41 anomalies géophysiques recherchées n'ont pas été retrouvées. Les 32 anomalies restantes ont été trouvées et expertisées. Les 25 anomalies qui s'avéraient être de nature anthropique étaient toutes dénuées d'intérêt patrimonial. Deux ancres à bascule sans jas ont également été mises au jour (fig. 6). Il s'agissait d'ancres contemporaines dont le faible intérêt n'a pas justifié de mesure conservatoire. Enfin, plusieurs engins explosifs ont été documentés lors des plongées et ont immédiatement fait l'objet d'un signalement pour contreminage. Il s'agissait probablement de 3 mines de fond : une mine de type BM 1000, une LMB et une de type inconnu. L'une d'entre elles a été contreminée par le chasseur de mines *Croix du Sud* dans la foulée de son expertise.

Fig. 5 : Documentation en plongée d'une ancre sur le tracé de l'interconnexion FAB.



Cl. T. Seguin.



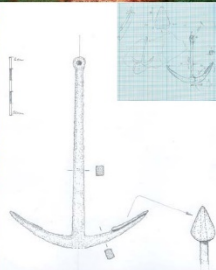


Fig. 6 : Exemple de fiche d'expertise réalisée en plongée.

Réal. M. El-Amouri. Cl. T. Seguin.

Groupement Ipson Facto / ADRAMAR évaluation archéologique en Manche - secteur FAB Diélette					
JUILLET 2017					
Contact corrélié n°	03	Target SSS_FAB_	115	Date	07/07/2017
Caractérisation		Nature du fond			
Anthropique	x	Naturel	x	Sable	x
Épave				Roche	x
Structure				Vase	x
Mobilier	x	Ancre en Fer Forgé		Gravier	x
Chronologie				Galet, caillou	x
Illustrations		Auteurs		Dimensions (m)	
Photo	x	TS		Longueur max	165
Vidéo	x	TS		Largeur max	110
Croquis, relevé	x	MEA		Hauteur	
Prélèvements		Auteurs photos		Profondeurs relevées	
				Min (m)	23
				Max (m)	
				BM : moitié	x
				PM : moitié	
				Coef marée	73
Description, remarques					
La cible C3 correspondait à un rocher avec forte anomalie magnétique. Effectivement, ce magnétisme est provoqué par la présence d'une ancre coincée dans le rocher.					
L'ancre est assez bien conservée ; il manque le jas et une demi patte (photo en haut à droite). Elle mesure 165 cm de hauteur pour 110 cm de largeur. Pour un descriptif plus fin, voir la fiche d'enregistrement des ancres jointe à celle-ci ainsi que le relevé à l'échelle réalisé au 1/10.					

Zones	Superficie évaluée (en m ²)	Opérateur analyse data	Opérateur survey	Anomalies survey	Anomalies potentiellement anthropiques	Sélection pour expertise	Opérateur expertise immersion	Anomalies expertisées	Anomalies anthropiques	Évitements demandés
Saint-Nazaire Parc	24 000 000	Drassm	Prestataires EDF-EN	30	30	30	Drassm	29	0	0
Saint-Nazaire Corridor	17 470 000	Drassm	Drassm / iXsurvey	60	60	6	Drassm	4	2	0
Saint-Brieuc Corridor	17 300 000	Drassm	Drassm / iXsurvey	109	109	23	Ipsos Facto / ADAMAR	22	0	0
Courseulles Parc	20 000 000	Drassm	Prestataires EDF-EN	13299	189	51	Ipsos Facto / ADAMAR	47	8	2
Courseulles Corridor	7 500 000	Drassm	Drassm / iXsurvey	187	187	56	Drassm	48	5	1
Fécamp Parc	20 000 000	Drassm / 3S Consult	Prestataires EDF-EN	5411	118	31	Ipsos Facto / ADAMAR	30	23	4
Fécamp Corridor	7 500 000	Drassm	Drassm / iXsurvey	73	73	25	Ipsos Facto / ADAMAR	19	12	5
	Total éolien 1^{er} appel d'offres			19169	712	222		199	50	12
FAB (DPM)	7 373 350	Drassm	Drassm / iXsurvey	156	156	24	Ipsos Facto / ADAMAR	24	1	1
IFA 2	51 701 097	Drassm	Drassm / iXsurvey	468	468	108	Drassm et Ipsos Facto / ADAMAR	95	38	0
	Total câbles FAB-IFA2 2017			624	624	132		119	39	1

Fig. 7 : Tableau récapitulatif des opérations conduites en 2014, 2015 et 2017 pour l'évaluation archéologique des parcs éoliens du premier appel d'offres éolien en mer et des interconnexions électriques FAB et IFA 2. Réal. Drassm.

Au total, sur les 468 anomalies révélées par les prospections géophysiques sur la zone d'étude du projet IFA 2, 108 ont été sélectionnées pour expertise in situ et 38 se sont révélées de nature anthropique (soit près de 40%). Si les résultats scientifiques de l'évaluation archéologique d'IFA 2 sont réduits, puisqu'aucun de ces éléments ne présentait un intérêt patrimonial nécessitant la mise en place d'une mesure d'évitement, on notera que l'expérience acquise par le Drassm lors des évaluations conduites en 2014 et 2015 sur les parcs éoliens s'est traduite par la sélection d'un plus grand nombre d'anomalies anthropiques à l'issue des prospections (fig. 7).

5 Un protocole étendu aux évaluations et diagnostics archéologiques programmés en 2017-2018

Le protocole mis en œuvre au cours de ces deux longues campagnes a par la suite été utilisé dans le cadre de prescriptions de diagnostics archéologiques en contexte maritime. Ainsi, le diagnostic prescrit sur le parc éolien en mer de Saint-Brieuc, non réalisé à ce jour, incluait une phase d'interprétation des données géophysiques transmises par l'aménageur, leur éventuel complément selon les paramètres définis par le Drassm et l'expertise en immersion d'une sélection d'anomalies géophysiques.

Il en va de même du diagnostic prescrit dans le cadre du projet d'interconnexion électrique NEMO. Destinée à relier les côtes belges aux côtes britanniques, cette interconnexion traverse la zone contiguë au domaine public maritime français sur 23,3 km de long, sans atterrissage en France. Le diagnostic prescrit par le Drassm et réalisé par la cellule subaquatique de l'Inrap (responsable Philippe Pelgas) comprenait une tranche d'étude documentaire et d'analyse des données géophysiques

transmises par l'aménageur assortie d'une tranche d'expertises en immersion, conduites au printemps 2017 sous la responsabilité de Marjolaine De Muylder. Sur les 416 anomalies sonar et 956 anomalies magnétométriques repérées sur l'emprise du diagnostic, 33 anomalies ont été sélectionnées et 18 ont pu être expertisées *in situ*. Trois anomalies sonar et une anomalie magnétique renvoient à une épave en bois inédite mesurant environ 25 m de longueur par 4 m de largeur et située à une profondeur comprise entre 37 et 39 mètres. Orientée est/ouest, l'épave est aux deux tiers ensablée, ce qui rend difficile la compréhension de son état de conservation. En l'absence de mobilier, un prélèvement de bois a été réalisé sur le vaigrage et a fourni une datation radiocarbone comprise entre 1 470 et 1 640 cal. AD. Les données collectées sur ce site ont permis au Drassm de prescrire une large zone d'évitement autour du site qui, si sa datation venait à être confirmée, constituerait un cas unique d'épave médiévale ou moderne dans les eaux sous juridiction française en mer du Nord. L'aménagement prévu courant 2018 pourra s'effectuer sur le reste de la zone étudiée, dénué de vestiges anthropiques. Cette découverte illustre la capacité du protocole élaboré à révéler l'existence de sites inédits et ce, tout particulièrement dans des zones éloignées des côtes, peu fréquentées par les plongeurs loisir et faisant rarement l'objet de campagnes géophysiques.

Fort des expériences menées en 2014, 2015 et 2017, ce protocole est désormais généralisé à l'ensemble des opérations d'évaluation ou de diagnostic menées au large des côtes françaises. Il sera notamment utilisé en 2018 et 2019 lors des campagnes d'évaluation prévues dans le cadre des projets de parcs éoliens en mer de Noirmoutier et Dieppe-Le Tréport (2^e appel d'offres éolien en mer) et lors des campagnes, d'évaluation et de diagnostic, déjà programmées pour les projets pilotes de parcs éoliens flottant de la côte méditerranéenne (projet EFGL-Gruissan ; projet EolMed-Leucate ; projet PGL-Port-Saint-Louis-du-Rhône) et de l'île de Groix (projet Eolfi).

6 Apports et limites du protocole

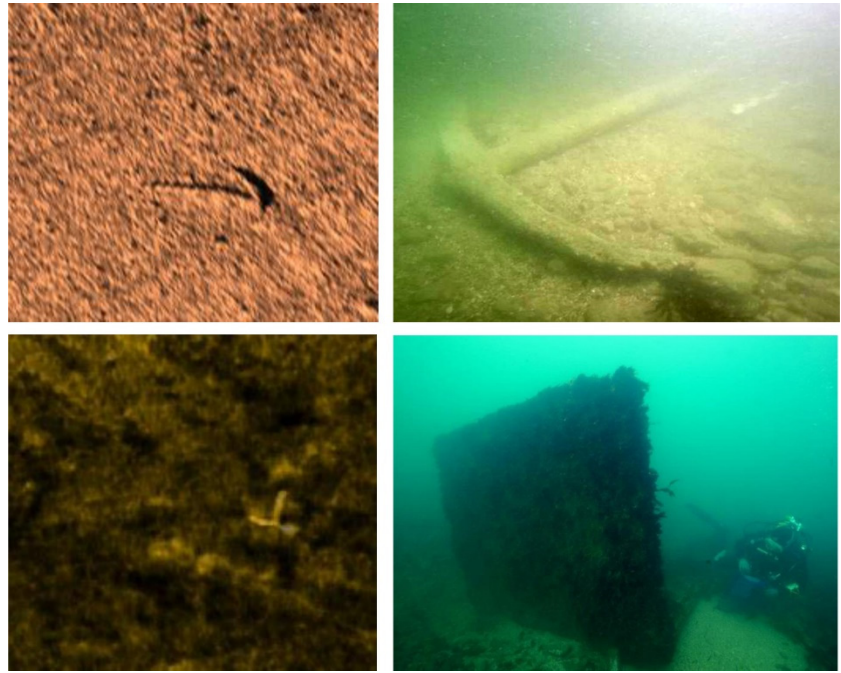
Les évaluations archéologiques des parcs éoliens en mer du 1^{er} appel d'offres et des interconnexions électriques sous-marines FAB et IFA 2 ont suscité le développement d'une chaîne opératoire inédite à une telle échelle géographique en France et à peine amorcée en Europe. Elle a ainsi permis d'élaborer un protocole opérationnel mais aussi d'initier la constitution d'un référentiel considérable confrontant les données géophysiques, tout particulièrement des sonogrammes, à la matérialité des cibles, géologiques ou anthropiques, visibles sur le fond (fig. 8). Ce référentiel facilite désormais la discrimination des anomalies géophysiques en vue des expertises *in situ*.

Si la méthode d'intervention développée au cours des cinq dernières années est opérationnelle et remplit les attentes d'un diagnostic archéologique préalable à un aménagement impactant modérément ou ponctuellement le sous-sol, le processus de détection comporte des limites qu'il conviendra de dépasser dans les années à venir pour satisfaire pleinement aux objectifs d'un diagnostic archéologique quels que soient la configuration des aménagements et l'environnement dans lequel ils s'inscrivent.

L'essentiel de la détection géophysique menée dans le cadre des évaluations archéologiques est aujourd'hui fondé sur la lecture de la cartographie acoustique qui, par essence, ne donne qu'une image – un sonogramme – du microrelief de la surface du fond de la mer. Elle est complétée par une cartographie magnétique, qui permet d'isoler les anomalies du champ magnétique qui, pour l'essentiel, sont causées par la présence d'un matériau métallique *a priori* de nature anthropique.

Fig. 8 : Exemple de confrontation entre imagerie issue des prospections géophysiques et vestiges archéologiques *in situ*.

- En haut : comparaison entre le sonogramme (Réal. Drassm/iXsurvey) et la vue *in situ* (Cl. T. Seguin) d'une ancre mise au jour sur l'emprise du couloir du parc de Fécamp.
 - En bas : sonogramme (données aménageurs) et vue *in situ* d'une probable protection d'affût embarqué (Cl. F. Osada) observée sur l'emprise du couloir du parc de Courseulles-sur-Mer.



Elle peut aussi être associée, dans le meilleur des cas, par un levé au sondeur de sédiment, qui apporte des informations sur la présence d'anomalies enfouies sous le sédiment. Pour des raisons économiques, le recours à ce type de sondeur n'a rien de systématique et relève aujourd'hui de l'échantillonnage. Pour être véritablement utiles, les levés au sondeur à sédiments, acquis sur des transects, devraient être considérablement démultipliés pour obtenir une grille dont le maillage suffisamment fin permettrait de restituer une cartographie d'ensemble des variations stratigraphiques de la zone, ce qui représente sur de très grandes superficies un temps d'acquisition et de traitement très élevé¹⁴. De la même manière, quoique dans une moindre mesure, les levés magnétométriques devraient également, pour couvrir l'ensemble de la zone, être réalisés selon un maillage propre et non selon le maillage paramétré pour la couverture acoustique nécessairement plus « lâche ». En résumé, la détection géophysique, telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui, permet le repérage, mais rarement la caractérisation, d'anomalies pouvant correspondre à des objets de 10 cm de longueur, quelque qu'en soit le matériau, s'ils sont présents à la surface du sol. Les données magnétométriques permettent d'isoler de potentiels objets métalliques y compris s'ils sont enfouis sous une épaisseur modérée de sédiments. La majorité des vestiges archéologiques enfouis sous plus d'un mètre de sédiment échappent encore à la détection, de même que les sites ne laissant que des indices ténus en surface, tels les sites préhistoriques. Dans cette configuration, la perspective de travaux de dragage ou d'extraction de granulats marins, entamant le sous-sol sur un à trois mètres de profondeur sur la totalité de la superficie considérée, est préoccupante. Ce type de projet nécessiterait des campagnes de détection mettant en œuvre des technologies encore expérimentales, plus longues, plus complexes et par conséquent plus onéreuses. On soulignera, par ailleurs, au-delà des problèmes posés par la détection, que la phase d'expertise *in situ* sur des anomalies enfouies, nécessitant un dégagement du sédiment, et situées à une profondeur ne permettant pas un accès humain direct (soit au-delà de 50 m), demeure très délicate à réaliser¹⁵.

À l'inverse, la faible profondeur d'eau des secteurs d'atterrissage, de surcroît lorsqu'il s'agit de zones d'estran, rend extrêmement complexe la phase de détection géophysique. En deçà de deux mètres de profondeur, la mise en œuvre des instruments de détection sous-marine est particulièrement problématique et le développement de plateformes adaptées aux eaux très

peu profondes est l'un des enjeux actuels de l'hydrographie et de la cartographie sous-marine. Si ce domaine technologique connaît des avancées rapides, les solutions aujourd'hui disponibles demeurent expérimentales et onéreuses. Cet écueil technologique, qui ne concerne qu'une part réduite des projets d'aménagement *offshore*, est une contrainte non négligeable dans la perspective du développement des opérations d'archéologie préventive sur les secteurs littoraux où la présomption de vestiges est de surcroît beaucoup plus importante. Pour des projets littoraux de dimensions restreintes, le diagnostic peut être conduit selon une méthode « traditionnelle », consistant en des sondages implantés selon un maillage régulier, comme à terre. Pour les projets de grande ampleur, même en contexte littoral, on ne pourra s'affranchir de recourir à une méthode combinant détection géophysique et expertise des cibles comme celle déjà mise en œuvre pour les opérations préventives *offshore*.

La multiplication des opérations préventives en mer, tant dans le cadre de projets situés loin des côtes que d'aménagements littoraux, permettra de renforcer les principes méthodologiques définis au cours des programmes d'évaluation archéologique de ces dernières années et de développer de nouvelles méthodes opérationnelles adaptées à la diversité des champs d'intervention. La levée des principales contraintes qui ont figé le développement de l'archéologie préventive « sous les eaux » devrait permettre cet essor. La nécessaire refonte fiscale et opérationnelle, en cours depuis plusieurs années, a franchi un cap décisif en décembre 2017 avec les modifications apportées au code du patrimoine suite à la publication de l'article 79 de la Loi de Finance Rectificative n°2017-1775¹⁶. En substance, ces dispositions transforment le dispositif transitoire des évaluations archéologiques en un dispositif pérenne conduit dans le cadre de conventionnements bilatéraux conclus entre l'aménageur et le ministère de la Culture. Une partition géographique est également opérée entre la zone que l'on pourrait qualifier d'« *offshore* » située au-delà d'un mille nautique de la ligne de base de la mer territoriale et la zone « littorale », située en-deçà. Dans la zone au large, la redevance est abaissée à 0,10 euros du m² alors qu'elle demeure alignée sur le montant de RAP terrestre pour la zone littorale. Pour l'heure, le principe des évaluations archéologiques n'a pas été étendu par le législateur aux zones situées en-deçà du mille marin de la ligne de base de la mer territoriale. La publication du décret d'application de cet article de loi est prévue pour le premier semestre 2018.

Quelles que soient les modalités d'application de ce dispositif, il faudra nécessairement encore quelques années pour que l'archéologie préventive en mer soit pleinement opérationnelle. On peut néanmoins espérer qu'à relativement court terme le développement des opérations, en termes de quantité comme de diversité, permettront de s'inscrire dans la thématique de ce séminaire et que les opportunités scientifiques offertes par l'archéologie préventive soient également de mise en mer.

¹ Les auteurs du présent article ont assuré la coordination des opérations d'évaluation archéologique menées par le Drassm entre 2014 et 2018. La responsabilité de ces opérations a été assumée, au sein du Drassm et outre ces auteurs, par Marine Jaouen et Marie-Pierre Jézégou. Les campagnes géophysiques ont été menées avec l'aide de la société iXsurvey (coordination Victor Laforêt). Une partie des expertises en immersion a été confiée à un groupement associant la SARL Ipso-Facto et l'association ADRAMAR. Ces opérations ont été conduites sous la responsabilité de Mourad El-Amouri et Sandra Greck (Ipso-Facto) ainsi que de Laetitia Le Ru et Anne Hoyau-Berry (ADRAMAR). Les expertises des cibles les plus profondes, réalisées à l'aide de ROV, ont associé la société Copetech-SM (coordination Jérôme Sialelli). L'ensemble des opérations ont été menées à partir de l'*André Malraux*, navire de recherches du Drassm, ainsi que de l'*Hermine-Bretagne*, propriété de l'ADRAMAR et ont bénéficié des compétences de leurs équipages respectifs. Enfin, il convient de remercier l'ensemble des archéologues-plongeurs, hydrographes et photographes sous-marins qui ont participé à ces opérations.

²<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000036298548>

³<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074236&idArticle=LEGIARTI000006845683&dateTexte=&categorieLien=cid>

⁴<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074236&idArticle=LEGIARTI000006845683&dateTexte=20190624>

⁵<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074236&idArticle=LEGIARTI000034654881>

⁶ Jusqu'en 2018 la saisine au titre de l'archéologie préventive était théoriquement à la charge directe du maître d'ouvrage ([code du patrimoine, article R523-2](#)) pour les aménagements en mer. De fait, et en raison de la méconnaissance de cette disposition par les aménageurs, bon nombre de projets d'aménagement en mer ont échappé à l'instruction des dossiers au titre de l'archéologie préventive.

⁷ Pour un exposé méthodologique détaillé des trois phases, se reporter aux rapports remis par le Drassm en 2015 pour les opérations sur les raccordements des parcs et en 2016 pour les opérations concernant les parcs éoliens.

⁸ On entend par cible, une ou plusieurs anomalies séparées de moins de 15 m les unes des autres.

⁹ *UneXploded Ordnance*: munitions et engins de guerre susceptibles de présenter encore un risque explosif. Dans certains secteurs à risque, les Préfectures maritimes imposent aux aménageurs une campagne de détection géophysique dédiée à l'identification d'UXO et dont les paramétrages et spécifications sont adaptés à une lecture à visée archéologique.

¹⁰ Pour un exposé détaillé de la méthodologie employée, se reporter aux rapports des opérations concernées, remis par le Drassm fin 2017.

¹¹ Une comparaison a été effectuée avec les résultats des campagnes d'évaluation menées sur les parcs éoliens du premier appel d'offres éolien en mer.

¹² L'étude des ancres découvertes dans le cadre des opérations d'évaluations archéologiques a été confiée à Marine Sadania.

¹³ *Remotely operated vehicle* (ROV). Il s'agit d'un robot sous-marin contrôlé à distance.

¹⁴ Cf. Missiaen (T.), Evangelinos (D.), Jongepier (I.). – Case Study 3L Ostend – Raversijde. In : *Arch-Manche: Archaeology, Art and Coastal Heritage – tools to support coastal management and climate change planning across the Channel Regional Sea: Technical Report*. 2014, p. 681-716. [<en ligne>](#). Ces travaux mettent en évidence le très haut niveau d'exigence nécessaire à un travail de qualité en matière de cartographie archéologique réalisée grâce au sondeur à sédiments.

¹⁵ Un diagnostic de ce type a néanmoins été prescrit par le Drassm, en début d'année 2018, sur deux anomalies magnétiques détectées sur l'emprise prévisionnelle des ancrages du projet de parc éolien flottant pilote situé par 100 mètres de fond au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône (projet PGL).

¹⁶<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000036298548&categorieLien=id>