

2019
2025

Un projet interdisciplinaire
pour mieux comprendre les vagues

HIGHWAVE ET LA STATION AIRS

Modéliser l'énergie dissipée
par les vagues déferlantes





Solidement arrimés en deux points distincts d'une falaise de l'île d'Inishmaan, les PODs (Portable Observation Device) permettent d'obtenir une image en stéréovision de la mer en temps réel.



Deux scientifiques portés par les vagues

FRÉDÉRIC DIAS

Éminent mathématicien et chercheur spécialisé en dynamique des fluides, Frédéric Dias travaille depuis près de 40 ans sur l'hydrodynamique des vagues et leur modélisation mathématique. Entre 2012 et 2016, il lance un projet de recherche sur la formation et l'impact des vagues scélébrates. Un projet pour lequel il décroche déjà un financement du Conseil Européen de la Recherche (ERC). Depuis 2018, il a lancé, avec Arnaud Disant, le projet Highwave: un projet interdisciplinaire visant à mieux comprendre et modéliser le déferlement des vagues en conditions réelles. Frédéric Dias est également professeur à l'ENS Paris-Saclay ainsi qu'à l'UCD (University College Dublin).

frederic.dias@ens-paris-saclay.fr

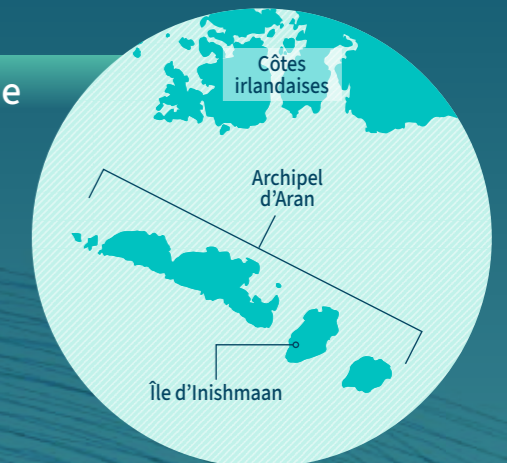
ARNAUD DISANT

Ingénieur de recherche spécialisé dans le monde maritime, ancien formateur à l'École Navale d'Irlande et expert en télécommunications, Arnaud Disant participe activement au projet Highwave en tant que directeur technique de la station de recherche (Station AIRS). Basé en Irlande, il intervient fréquemment sur l'île d'Inishmaan dans la mise en place des protocoles d'expérience. En 2012, Arnaud crée SeaFi™: un réseau maritime sans-fil permettant des connexions très longues distances. Une technologie qu'il a intégrée au projet Highwave pour permettre de construire un système unique de récupération des données en temps réel et de transmission instantanée vers les serveurs de la station de recherche.

arnaud.disant@ucd.ie

Un lieu d'observation unique au monde

Située au cœur de l'archipel d'Aran, à une vingtaine de kilomètres à l'ouest des côtes irlandaises, l'île d'Inishmaan signifie « celle du milieu » en gaélique. Mesurant moins de 10 km², elle offre un site parfait d'observation des vagues: celles qui arrivent ici sont très énergétiques et leur déferlement n'est dérangé par aucun obstacle. L'Atlantique s'étend à perte de vue et la terre la plus proche est la côte Est du Canada. Autre intérêt: la faible fréquentation de l'île permet d'éviter tout vandalisme sur les instruments connectés qui sont souvent laissés sans surveillance humaine.



© Seul mention commerciale, l'imagerie aérienne de Frédéric Dias et Arnaud Disant.



Concevoir des outils connectés résistant aux difficiles conditions de vie en mer et à la puissance des vagues déferlantes a été l'un des grands enjeux du projet.



Aller de l'avant !

Highwave est un projet interdisciplinaire inédit qui a pour objectif de mieux comprendre les vagues déferlantes. Pourquoi les vagues se brisent-elles? Quelle énergie dissipent-elles? Quels échanges gazeux ont lieu à cette interface eau/air? Quels mouvements subissent les rochers sous les vagues déferlantes? Autant de questions auxquelles Highwave souhaite apporter une réponse avec un objectif principal: la conception d'une nouvelle modélisation mathématique de ce phénomène, pour mieux comprendre les évolutions du climat.

La création de la station a été possible grâce au soutien du Conseil Européen de la Recherche. Nous voulons en faire maintenant un outil d'avant-garde à la disposition de la communauté internationale au service de la planète. Notre ambition est de le faire vivre, avec vous, bien au-delà.

Frédéric Dias et Arnaud Disant

Sur la côte ouest de l'île d'Inishmaan, les vagues déferlantes sont très énergétiques et leur déferlement n'est gêné par aucun obstacle naturel.



2018 Premier record, validé par le Guinness Book, de la plus longue connexion wifi en mer obtenue grâce à la technologie SeaFi™: 35,92 km.



1^{er} semestre 2019
Lancement du projet Highwave et obtention d'un financement du Conseil Européen de la Recherche (ERC Advanced Grant) de 2,5 millions d'euros.



2^{ème} semestre 2019
Mise en place de la station de recherche AIRS (Aran Island Research Station) et des premiers outils de mesure.



2020 Premières expérimentations menées *in situ* sur l'île d'Inishmaan.



Mai 2023 Nouveau record mondial de la plus longue connexion wifi en mer de 36,83 km, obtenue grâce à SeaFi™.

2025 Fin du premier cycle d'expérimentations du projet Highwave et exploitation des résultats obtenus.

2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025

Au cœur des vagues

Particulièrement ambitieux, le projet Highwave vise à mieux comprendre les vagues déferlantes pour proposer une nouvelle modélisation mathématique de ce phénomène. Des découvertes qui pourraient intéresser de nombreux secteurs maritimes.

Fasciné depuis toujours par les vagues, Frédéric Dias, mathématicien, a posé il y a près de quinze ans ses valises en Irlande pour un projet de recherche sur les machines houlomotrices (qui récupèrent l'énergie produite par les vagues). À sa première passion venait de s'en ajouter une seconde: l'Irlande.

C'est donc très naturellement qu'il s'est tourné, quelques années plus tard, vers les îles d'Aran lorsqu'il a choisi d'étudier le déferlement des vagues dans le cadre du projet Highwave, un projet de recherche pour lequel il a obtenu un financement de 2,5 millions d'euros du Conseil Européen de la Recherche (ERC Advanced Grant), en 2019.

Soutenu à la fois par l'École normale supérieure Paris-Saclay et par l'UCD (University College Dublin), Highwave est un projet de recherche interdisciplinaire ambitieux, mêlant ingénierie océanique, statistiques, modèles mathématiques et mécanique des fluides. Son objectif: comprendre pourquoi les vagues déferlent, connaître les quantités d'énergie dissipées lors du déferlement et parvenir, *in fine*, à la création d'un nouveau modèle mathématique pour décrire une mer sur laquelle se produit un déferlement.

«Modéliser numériquement le déferlement des vagues sur une large zone de mer est l'un des plus grands défis scientifiques qui existe,» souligne Frédéric Dias. «Étant avant tout mathématicien, mon objectif principal avec Highwave serait de parvenir à inventer un nouveau système d'équations permettant de modéliser, dans les 3 dimensions, le déferlement des vagues sur une zone étendue de mer.»

Par déferlement on entend le point de rupture, le moment où la vague casse et où l'écume se forme. Aujourd'hui, il est tout à fait possible d'étudier cela grâce aux célèbres équations de Navier-Stokes, parmi les plus complexes qui existent en mécanique des fluides. Établies au XIX^e siècle, ces équations légendaires n'ont pas d'équivalent. Elles conviennent parfaitement pour étudier une vague unique qui déferle mais elles demandent des

ressources de calcul bien trop importantes lorsqu'on s'intéresse à une zone de mer plus élargie comportant des milliers de vagues déferlantes. D'où la nécessité de trouver de nouveaux modèles mathématiques si l'on souhaite modéliser le déferlement des vagues sur toute une zone. Pour cela, Frédéric et son équipe (une dizaine de postdoctorants et thésards) ont déterminé 4 axes de travail (cf. encadré ci-contre) au cœur du projet Highwave. Des résultats partiels ont déjà été obtenus mais le projet s'étend jusqu'à fin 2025. Date à laquelle, le mathématicien l'espère, des avancées notables auront été faites dans la modélisation de ces vagues déferlantes. ♦



ERC Advanced Grant de 2,5 millions d'euros



Arnaud Disant, des membres de l'équipe scientifique et des villageois transportent le POD (Portable Observation Device) qui sera arrimé à la falaise.

4 axes de travail

- 1 -

Comprendre pourquoi les vagues déferlent en pleine mer et quelle énergie elles dissipent lors du déferlement. C'est l'objectif le plus orienté vers la recherche fondamentale. Il permettra, en fonction des résultats, de pouvoir améliorer à moyen terme les prévisions des états de mer, par exemple. Ou encore de mieux comprendre les échanges gazeux qui ont lieu lorsque la vague déferle et que l'écume se forme.

- 2 -

Appréhender et modéliser les mouvements des cailloux de moyenne taille (quelques kilogrammes) sous les vagues déferlantes. Grâce à un système de multiples roches colorées, analysées par drone, Frédéric et ses équipes enregistrent leurs déplacements. Dans un futur proche, certaines roches seront même équipées d'un accéléromètre afin de cartographier leur trajectoire précise sous les vagues. À terme, ces résultats pourraient notamment intéresser les industriels qui installent des machines houlomotrices ou marémotrices.

- 3 -

Connaître le niveau d'énergie dissipée lorsque des vagues cassent, non plus seules en mer, mais contre des obstacles ou des structures telles que des falaises, des ports ou des coques de bateaux. Dans ce cadre-là, Frédéric et ses équipes vont notamment étudier le déplacement, provoqué par les vagues, de gros blocs de pierre de plusieurs centaines de tonnes posés sur le dessus des falaises d'Inishmaan. Très orienté vers la recherche appliquée, cet axe de travail permettrait d'établir de nouveaux critères pour mieux concevoir les coques des navires ou les infrastructures portuaires.

- 4 -

Mettre en place tous les instruments connectés nécessaires aux expériences des 3 axes énoncés ci-dessus. Cela correspond donc à la construction de la station AIRS sur l'île d'Inishmaan et de l'ensemble de ses outils connectés grâce à la technologie SeaFi™ (cf. pages 10-11). Cette phase de travail, pilotée par Arnaud Disant, a démarré dès 2019 avec l'aide précieuse des habitants de l'île. Aujourd'hui la station AIRS est pleinement opérationnelle et collecte des données utiles aux 3 objectifs principaux du projet Highwave.

Une riche collaboration humaine

Si l'île d'Inishmaan a été choisie, c'est avant tout pour sa position géographique qui en fait un lieu particulièrement intéressant pour l'étude des vagues. Mais c'est également grâce à l'accueil généreux réservé par la population locale. «Lorsque nous avons fait le tour des îles d'Aran pour parler du projet, nous avons tout de suite senti une très forte adhésion de la population locale d'Inishmaan», souligne Frédéric. «On a été

accueilli les bras ouverts donc on a très rapidement décidé d'implanter le projet ici», renchérit Arnaud. Dès les premiers jours, les habitants proposent aux deux scientifiques de leur prêter des terrains pour installer les différents containers de la future station de recherche AIRS. Des pêcheurs locaux aident Arnaud à installer en bateau la bouée connectée. D'autres habitants apportent une aide logistique lorsqu'il y a

du matériel à déplacer, un container à repeindre ou de petites réparations à effectuer... Une vraie collaboration entre scientifiques et société civile. «Les habitants ont été sensibles au fait que la station de recherche allait leur apporter un tourisme scientifique, plus respectueux de l'environnement que le tourisme de masse qui peut se développer sur certaines îles d'Irlande», insiste Arnaud. Et la collaboration va plus loin

aujourd'hui puisqu'un réel partenariat s'est établi entre l'école locale et le projet. Les élèves sont régulièrement accueillis à la station pour suivre l'avancée des travaux de recherche. Certains d'entre eux ont même décidé de présenter des travaux sur l'activité de la station lors d'un concours national sur les sciences et ont même remporté un prix.

Comment fonctionne la station de recherche AIRS ?

Principal outil au service du projet Highwave, la station AIRS permet d'étudier un grand nombre de paramètres grâce à des instruments connectés, développés sur mesure.

Au commencement était Highwave : un projet interdisciplinaire d'étude du déferlement des vagues, *in vivo*. Mais sans station de recherche sur le terrain, impossible d'en étudier toutes les données relatives. C'est ainsi qu'est née la station AIRS (Aran Island Research Station). Pensée pour compiler une quantité de données impressionnante, cette station de recherche a été le fruit d'une longue réflexion de Frédéric Dias, d'Arnaud Disant et de leurs équipes.

Dès l'obtention, en 2019, de la subvention de 2,5 millions d'euros du Conseil Européen de la Recherche, la mise en place des différents modules a pu démarrer sous la supervision d'Arnaud, le directeur technique.

«Aujourd'hui, la station AIRS est composée de deux containers sur l'île : un module de recherche et un module atelier. Un troisième container basé, lui, sur le continent sert de camp de base : il permet de concevoir de nouveaux outils ainsi que de réceptionner les données provenant de l'île», explique Arnaud.

Cette station de recherche dialogue quotidiennement avec une myriade d'objets connectés répartis tant dans l'eau que sur la falaise. Ces objets envoient des données en temps réel en utilisant la technologie SeaFi™, un réseau maritime sans-fil unique, inventé par Arnaud Disant (cf. pages 10-11). Autonome en énergie grâce à un mix d'éoliennes, de panneaux solaires et d'un générateur diesel, la station AIRS peut ainsi collecter des données en permanence, quelles que soient les conditions météorologiques, notamment lors des tempêtes qui intéressent particulièrement les initiateurs du projet Highwave.

Et demain ?

À l'issue du projet Highwave, prévue fin 2025, il serait dommage de ne pas tirer profit de cette station de recherche polyvalente qui sera alors pleinement fonctionnelle. «La démonter n'est pas une option envisagée à l'heure actuelle» souligne Frédéric Dias. «L'idée serait plutôt qu'elle puisse exister au-delà du projet Highwave et qu'elle serve à

des scientifiques d'horizons différents», renchérit Arnaud Disant.

La multitude de capteurs de la station AIRS permet, en effet, de recueillir des données pouvant intéresser aussi bien des météorologues que des astronomes ou encore des climatologues.

Comme la station sera pleinement opérationnelle à cette date, les scientifiques qui voudraient l'utiliser gagneraient également un temps précieux dans la mise en place de leurs protocoles de recherches. Ne serait-ce que sur l'aspect réglementaire, insiste Arnaud : «Nous avons mis entre 18 et 24 mois pour obtenir le droit d'installer des bouées en mer dans une zone assez large autour de l'île. C'est autant de temps et d'énergie gagnés pour de futurs chercheurs qui voudraient récupérer de telles données.» Une formule d'utilisation à la journée de la station, de ses capteurs et de la remontée en temps réel des données devrait grandement intéresser le monde de la recherche aux budgets souvent réduits et aux échéances parfois trop courtes pour monter un tel dispositif.

D'ailleurs, en parallèle des équipes Highwave, la station a déjà accueilli une première équipe de chercheurs originaires des États-Unis dont le sujet de recherche était proche de celui étudié par Highwave : le déplacement d'énormes rochers perchés sur la falaise, suite aux impacts répétés des vagues.

Dernier intérêt à pérenniser la station AIRS dans le temps, et non des moindres : son utilité économique et sociale. Certains habitants travaillent à l'entretien régulier de la station. D'autres, en particulier les jeunes, peuvent y faire des stages ponctuels. Enfin, l'essor d'un tourisme scientifique lié à cette station de recherche devrait permettre à l'île d'Inishmaan, dans les années à venir, de conserver une vitalité économique. ❖

Les principaux instruments connectés de la station AIRS

1 BOUÉE CONNECTÉE

Mesurant près de 3 mètres de diamètre, cette bouée est au cœur du système et compile un grand nombre de données particulièrement intéressantes. Implantée à 10 kilomètres de la côte ouest de l'île d'Inishmaan et solidement ancrée au fond de l'eau, elle est équipée d'une batterie, de panneaux solaires ainsi que d'une antenne SeaFi™ pour envoyer les données recueillies en temps réel. Ces différents capteurs permettent d'enregistrer des paramètres aussi différents que la température de l'air et de l'eau, la vitesse et la direction du vent, la hauteur des vagues, leur direction et leur période. Munie d'un accéléromètre, la bouée enregistre également ses déplacements dans les 3 dimensions. Particulièrement innovante, cette bouée a reçu une subvention complémentaire appelée «Proof of concept» du Conseil Européen de la Recherche (ERC).

2 STATION MÉTÉO

Jouxtant le module de recherche, cette station météorologique est composée de quelques outils très simples dont un anémomètre et un pluviomètre, entre autres. Elle enregistre donc la force et la direction du vent ainsi que les quantités de pluie. Cela permettra par la suite d'établir une corrélation éventuelle entre le déferlement des vagues et ces paramètres extérieurs.

3 PODS

Conçus spécifiquement par Arnaud pour le projet Highwave, les deux Pods (Portable Observation Device) sont de grands tubes plastiques dont le design et l'ergonomie leur permettent de résister aux plus fortes tempêtes. Équipés d'une batterie, de panneaux solaires et d'une caméra, ils sont solidement arrimés à la falaise en deux endroits distincts. Objectif : enregistrer sous deux angles de vue différents

des images d'une même zone de mer afin d'obtenir une stéréovision de la mer en temps réel.

4 PETITES BOUÉES CONNECTÉES

Deux petites bouées dotées de panneaux solaires viennent compléter l'arsenal d'instruments connectés. Trop petites pour être équipées d'une antenne SeaFi™, elles envoient leurs données par le biais d'une connexion satellitaire classique. Elles peuvent être utilisées de deux manières différentes : soit en mode ancré, soit en mode dérive. Ce dernier mode d'utilisation est particulièrement intéressant pour étudier les courants de surface en laissant dériver la bouée pendant 1 à 2 mois et en enregistrant ses différentes positions au cours du temps.

5 MODULE ADCP (Acoustic doppler current profiler)

Autrement appelé courantomètre, en français, cet appareil va permettre de donner des informations, à un moment donné, sur la hauteur d'eau ainsi que sur la vitesse et la direction des courants marins. Ce module fonctionne en émettant puis en réceptionnant des signaux acoustiques dans différentes directions. Il n'est pas connecté en temps réel ; ses données sont stockées dans l'appareil et relevées fréquemment.

6 OUTILS COMPLÉMENTAIRES

La station AIRS possède également un grand nombre de petits équipements complémentaires, non connectés en temps réel, qui permettent d'enrichir l'éventail des données enregistrées : sismomètre, radar, drone, hydrophone...



SeaFi™ : un réseau maritime sans-fil longue portée au service du projet Highwave

Grâce à cette technologie de transmission des données sans-fil, unique et performante, le projet Highwave récupère en temps réel les données enregistrées par la constellation d'instruments qui gravitent autour de la station.

« L'un des enjeux majeurs du projet Highwave, c'était de mettre en place une récupération en temps réel et sûre des nombreuses données collectées » insiste Frédéric Dias. Et pour cela, il semblait évident d'utiliser SeaFi™, une technologie inventée par... Arnaud Disant lui-même, plusieurs années avant le démarrage du projet Highwave.

En 2012, Arnaud, déjà ingénieur de recherche dans l'univers maritime, constate avec étonnement qu'il y a un déficit dans les communications maritimes et qu'il est compliqué d'échanger d'importants volumes de données à un tarif raisonnable. Il n'existe en effet à l'époque que 3 solutions. Les communications par satellite, mais elles sont très coûteuses surtout lorsque les volumes de données sont importants. Le réseau de téléphonie mobile, parfois disponible en mer, mais qui n'a pas été pensé pour ces zones inhabitées. Et la dernière solution, qui consiste à déposer sur la terre ferme une clé USB contenant les informations que vous voulez échanger. Une option trop contraignante et peu compatible avec la réalité.

Arnaud commence donc à travailler sur le sujet et à réfléchir à une solution basée sur le wifi en intégrant toutes les problématiques liées à l'univers marin. SeaFi™ vient de naître.

Un wifi géant

Qu'est-ce que SeaFi™? En réalité, ce dispositif fonctionne comme un classique réseau sans-fil domestique dont la portée aurait été largement augmentée pour atteindre de très longues distances. D'un côté, sur la terre ferme, des antennes SeaFi™ sont installées sur des phares ou des stations côtières spécialement conçues

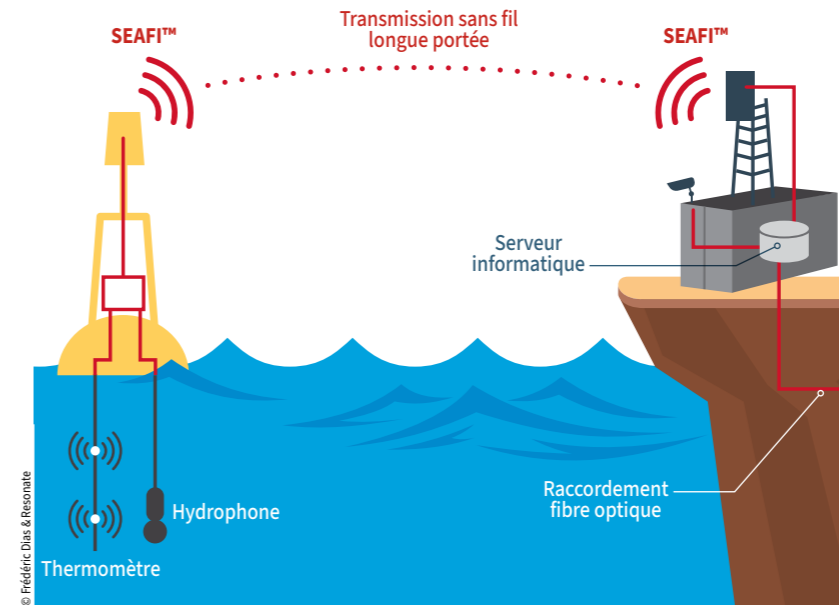
pour étendre le réseau internet bien au delà du trait de côte. Côté mer, une antenne est installée sur chacun des équipements connectés, bouées ou bateaux, qui peuvent ainsi envoyer en temps réel les données enregistrées.

Le résultat est impressionnant puisque SeaFi™ a récemment établi une série de nouveaux records. Et les débits ne sont pas à la traîne non plus: la principale bouée connectée du projet Highwave communique à environ 30Mbits/s alors qu'elle est située à 10 kilomètres des côtes.

Le principal enjeu a été de construire des antennes qui résistent parfaitement aux difficiles conditions de vie en mer.

Arnaud Disant

Mais pour arriver à mettre en place une technologie aussi performante, Arnaud et ses équipes ont dû relever de nombreux défis. « Le principal enjeu a été de construire des antennes qui résistent parfaitement aux difficiles conditions de vie en mer » insiste-il. Puisque les objets connectés ont vocation à rester de longs mois en mer, cela veut dire que les antennes SeaFi™ qui sont dessus doivent résister aux tempêtes, à la salinité de l'eau, aux



© Frédéric Dias & Resonate

chocs avec des débris flottants... Tout un univers hostile dont il a fallu tenir compte lors de la conception des antennes.

Deuxième défi de taille: réussir à créer une liaison wifi longue-distance entre des appareils situés à plusieurs kilomètres les uns des autres. SeaFi™ utilise la norme internationale 802.11 propre aux réseaux locaux sans-fil et un tout nouveau concept de Wireless Maritime Area Network (WMAN), dont la portée est bien supérieure aux réseaux sans-fil domestiques.

Si Arnaud garde jalousement le secret de sa technologie longue distance, il concède toutefois qu'un travail important a été fait sur les antennes. Plus grandes que les antennes domestiques, elles ont été testées en mer dans les conditions les plus rudes par la Marine Nationale d'Irlande avant d'être intégrées à des projets scientifiques. Par ailleurs, le concept de Wireless Maritime Area Network inventé par Arnaud permet de sécuriser de larges étendues maritimes et pourrait prendre place dans le paysage des ports connectés (Smartport).

Dernier défi important à relever: la sécurité. Les données transitant au cœur du système SeaFi™ sont extrêmement importantes et ont une haute valeur ajoutée. Pour atteindre un objectif de sécurité intégrale, Arnaud a développé une solution 100% maison. « Nous utilisons un réseau fermé. L'identifiant du réseau ainsi que les protocoles d'émission ne sont pas standards, ce qui confère à cette technologie une sécurité accrue », insiste-t-il.

Au cours de ses 12 années de vie, SeaFi™ a été déployée dans le port de Cork pour relier des remorqueurs et dans le port de Rosslare



L'antenne SeaFi™ présente sur le toit de la station de recherche, à Inishmaan.

pour connecter le ferry MV Stena Horizon à son port d'attache. Mais elle est surtout devenue, depuis 2019, l'une des briques essentielles du projet Highwave en permettant le relevé en temps réel des données: la transmission se fait 2 fois par seconde sur l'ensemble des paramètres étudiés par la bouée principale. Une fois transmises à terre, ces données sont immédiatement stockées dans un serveur dédié et prêtes à être exploitées par Frédéric Dias et l'équipe de chercheurs qui travaille avec lui.

« Sans SeaFi™, il aurait fallu aller en bateau relever à intervalles réguliers la bouée et copier les données stockées localement », rappelle Frédéric. Avec un risque majeur: celui de voir la bouée disparaître suite à une tempête, et avec elle toutes les données qu'elle contient. Désormais, même si la bouée se détache, l'ensemble des données relevées jusqu'à la seconde précédant la rupture resteront stockées sur le serveur du projet. Un atout considérable qui donne à Highwave toute son envergure.

À l'avenir, SeaFi™, qui a une vie indépendante de Highwave depuis 2013 et a déjà connu de nombreux succès dans des ports de commerce et à bord de navires offshore, pourrait intéresser davantage de clients grâce à sa connexion sûre, ses débits élevés et son faible coût d'utilisation. L'ouverture du projet SeaFi™ aux investisseurs verra la création d'un nouvel opérateur de télécommunications dédié aux services côtiers, offrant ainsi non seulement au monde des sciences mais aussi au monde maritime une alternative aux moyens de télécommunications conventionnels, à haute valeur ajoutée. ❖

De premiers résultats prometteurs

L'essentiel des avancées en matière de modélisation mathématique devrait arriver à l'issue du projet. Mais la collecte de nombreux paramètres par la station AIRS a d'ores et déjà permis de livrer quelques résultats enthousiasmants.

AMÉLIORER LES PRÉVISIONS MARITIMES

Frédéric et ses équipes sont déjà parvenus à améliorer les prévisions des états de la mer en utilisant la statistique bayésienne. Pour cela, ils se sont basés sur les quatre prévisions météorologiques publiques diffusées par Météo France et ses équivalents américain, allemand et irlandais. Après une pondération des prévisions de vagues annoncées par chacun des organismes et une comparaison faite avec les données observées sur les vagues d'Inishmaan, les équipes du projet Highwave sont arrivées à identifier un potentiel d'amélioration des prévisions de 1 à 8%. Et la réduction d'erreur peut atteindre 48%. «*Aujourd'hui, on constate que notre modèle prédictif, qui s'appuie sur des données publiques, est l'un des plus précis des systèmes de prévision des états de la mer au monde*», annonce fièrement Frédéric.

COMPRENDRE COMMENT BOUGENT LES ROCHERS AU SOMMET DES FALAISES

L'un des objectifs du projet Highwave est d'analyser comment les vagues déferlantes déplacent les gigantesques rochers de plusieurs tonnes qui se trouvent au sommet des falaises de l'île d'Inishmaan. Avant de passer à l'analyse *in situ*, une première expérience a été menée dans un laboratoire à Marseille avec des rochers de plus petite taille. À l'heure actuelle, de nombreuses questions demeurent en suspens mais les chercheurs ont déjà observé que les déplacements étaient maximaux lorsque des pressions élevées et de longues durées d'impact se produisaient simultanément. L'expérience se prolongera sur l'île d'Inishmaan en équipant plusieurs énormes rochers d'accéléromètres. Cela permettra de relier la trajectoire de leurs déplacements à l'état de la mer et des vagues observé par la station AIRS.

DÉFINIR LES ÉCHANGES GAZEUX DES VAGUES DÉFERLANTES

Lorsqu'une vague déferle ou se rompt, de l'écume apparaît à la surface de l'eau car des bulles d'air se mélangent alors à l'eau salée. Ce phénomène aujourd'hui très mal connu intéresse les chercheurs du projet Highwave. «*L'ordre de grandeur des flux de CO₂ à l'interface eau/air reste à l'heure actuelle très imprécis*», analyse Frédéric. «*Mieux comprendre les échanges gazeux de ces vagues déferlantes pourrait avoir un intérêt majeur par rapport aux questions liées aux changements climatiques*».

DES APPLICATIONS INDUSTRIELLES VARIÉES

La SATT (Société d'accélération de transfert technologique) de l'Université Paris-Saclay, en charge de la valorisation des travaux de recherche auprès des marchés, a entamé un dialogue avec certains acteurs économiques au sujet du projet Highwave. À ce jour, il ressort que plusieurs industriels ont montré un vif intérêt pour différents axes de travail du projet. L'amélioration du modèle prédictif de l'état de la mer et la meilleure compréhension des courants sous les vagues déferlantes pourraient être très utiles à des industriels. Plusieurs pistes d'applications industrielles apparaissent : optimisation des coûts de maintenance ou de productivité des éoliennes flottantes, par exemple, réduction des consommations des navires, optimisation des itinéraires des bateaux, suivi de l'érosion côtière ou meilleure conception des infrastructures côtières.

Pour en savoir plus :

Sur le projet Highwave

<https://www.highwave-project.eu/>

Sur la technologie SeaFi™

<https://www.SeaFi.eu/index.php/concept>

Contacts :

Jean-Michel Ghidaglia
Directeur scientifique de l'Agence Ody.C
Professeur des universités
ghidaglia@free.fr

Stéphanie Jullien
Directrice générale de l'Agence Ody.C
sjullien@lagenceodyc.com

Mathilde Salomon
Directrice développement de l'Agence Ody.C
msalomon@lagenceodyc.com



Scannez ce QR code pour accéder directement au site du projet Highwave.



Ody.C
Partageons les savoirs

www.lagenceodyc.com

Directrice : Stéphanie Jullien
Cheffe de projet : Mathilde Salomon
Rédaction : Nathaël Rusch
Direction artistique : Céline Lapert