

Chaire Maritime

Rapport de stage

RAPPORT DE STAGE DE MASTER 2

Étude sur les méthodes de représentation et d'analyse spatiale
des données décrivant les activités humaines en mer

Cas des usages de loisirs

- 2020 -

Rédactrice/Rédacteur du rapport : Laura Zaegel
Titulaire de la Chaire : Brice Trouillet ; Co-porteur : Laurent Baranger

AVERTISSEMENT

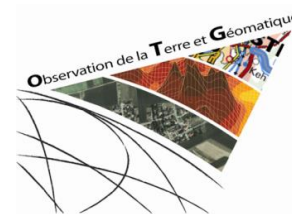
La Chaire maritime met à disposition à l'ensemble du public ce document sous sa forme finale approuvé par le jury de soutenance.

La Chaire maritime n'a pas vocation à modifier ce document qui représente un travail de réflexion dans le cadre d'études supérieures. Ce document peut donc encore présenter des fautes d'orthographe, de syntaxes ou des imprécisions.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de la Chaire maritime. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

La Chaire maritime n'entend donner ni approbation ni improbations aux opinions émises dans ce mémoire. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leur autrice/auteur.



MASTER 2
Observation de la Terre et Géomatique
2019 - 2020

Étude sur les méthodes de représentation
et d'analyse spatiale des données décrivant
les activités humaines en mer
-
Cas des usages de loisirs

Laura ZAEGEL
Septembre 2020

Structure d'accueil : Laboratoire LETG, Université de Nantes,
Institut de Géographie et d'Aménagement Régional
de l'Université de Nantes
1 Quai de Tourville 44035 NANTES

Maîtres de stage : Jérémy DANIEL (ingénieur de recherche)
Laurie TISSIERE (ingénieur de recherche / chercheuse associée)
Laboratoire LETG, Université de Nantes
1 Quai de Tourville 44035 NANTES

Tuteur universitaire : Kenji FUJIKI (maître de conférences)
Laboratoire Image, Ville, Environnement
UMR7362 CNRS-Université de Strasbourg
3, rue de l'Argonne F-67000 Strasbourg

Étude sur les méthodes de représentation
et d'analyse spatiale des données décrivant
les activités humaines en mer

-

Cas des usages de loisirs

Remerciements

J'exprime mes chaleureux remerciements à Laurie TISSIERE et Jérémy DANIEL, mes maitres de stage, pour leur disponibilité et l'aide qu'ils m'ont apportés. Merci pour ces nombreuses visios qui m'ont permis de garder un rythme et une motivation certaine, malgré les longs mois de télétravail.

Merci à Kenji FUJIKI, pour son suivi et le temps qu'il m'a accordé au cours de ces 6 mois de stage.

Merci également à mes camarades de master OTG. Merci pour les visios lors du confinement et pour les bons week-ends passés en votre compagnie à Lyon, pour les uns, et à Strasbourg pour les autres.

Table des matières

1	Introduction	1
2	État de l'art	5
2.1	Usage de loisirs dans la typologie	5
2.2	Les méthodes de spatialisation	6
2.3	La réglementation	9
2.3.1	Zones de navigation	9
2.3.2	Catégories de conception	10
2.4	Données pré-répertorié dans le cadre de la Chaire	11
2.5	Les hypothèses liées à la pratique de la plaisance dans la littérature scientifique	12
3	Matériel et méthodes	13
3.1	Réglementation, les limites	13
3.1.1	Zones de navigation	13
3.1.2	Catégories de conception	13
3.2	Données	14
3.2.1	Données météorologiques	15
3.2.2	Nature des côtes et zones d'abri	16
3.3	Modélisation des zones de navigation	18
3.3.1	1 ^{ère} hypothèse	18
3.3.2	2 ^e hypothèse	19
3.3.3	3 ^e hypothèse	19
3.3.4	Automatisation des traitements sous PostgreSQL	20
3.4	Modélisation des espaces de pratique potentiels des catégories de conception	20
3.4.1	Prétraitement des données sous RStudio	21
3.4.2	Modélisation sous QGIS	23
4	Résultats	25
4.1	Zones de navigation	25
4.1.1	1 ^{ère} hypothèse	25
4.1.2	2 ^e hypothèse	26
4.1.3	3 ^e hypothèse	28
4.2	Espaces de pratique potentiels des catégories de conception	29
4.2.1	Espaces de navigation à partir des limites imposées aux catégories de conceptions	29
4.2.2	Espaces de navigation déterminés à l'aide de nouveaux paramètres d'hauteur significative des vagues pour les classes C et D	32
4.2.3	Intersection des zones de navigation et des espaces de pratique potentiels des catégories de conception	34
5	Discussion et perspectives	35
6	Conclusion	39

Liste des signes et abréviations

AIS : Automatic Identification System (système d'identification automatique)

Cerema : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

CNUDM : Convention des Nations Unies sur le droit de la mer

IGN : Institut national de l'information géographique et forestière

SHOM : Service hydrographique et océanographique de la marine

SIG : Système d'information géographique

VSM : Vessel Monitoring System (Système de surveillance des navires)

Liste des figures

Figure 1 : extrait de la typologie des usages en mer.....	6
Figure 2 : Méthode de construction des territoires de pratique potentiels (source : Le Tixerant et al., 2011).....	8
Figure 3 : listes des données liées aux usages de loisirs répertoriées et disponible en 2019 par la Chaire maritime.....	12
Figure 4 : Limites météorologique des catégories de conception des navires de plaisance.	13
Figure 5 : Hauteur significative des vagues et vitesse du vent sur le littoral atlantique le 06/02/2019 à 6h.....	16
Figure 6 : Illustration de la nature du trait de côte.....	16
Figure 7 : Organigramme des étapes de modélisation des zones de navigation.....	18
Figure 8 : localisation des abris de la première hypothèse.....	18
Figure 9 : localisation des abris de la deuxième hypothèse.....	19
Figure 10 : localisation des abris de la troisième hypothèse.....	20
Figure 11 : Organigramme de la modélisation des espaces de navigation par saison.....	21
Figure 12 : illustration des traitements réalisés sous QGIS avec la vitesse médiane des vents au printemps.....	23

Liste des cartes

Carte 1: Présentation de l'espace maritime et du site pilote de la Chaire maritime.....	3
Carte 2 : Zones de navigation - 1 ^{ère} hypothèse.....	26
Carte 3 : Zones de navigation - 2 ^e hypothèse.....	27
Carte 4 : Zones de navigation - 3 ^e hypothèse.....	28
Carte 5 : Espaces de navigation des catégories de conception de navires par saison, à partir des limites imposées aux catégories de conceptions.....	31
Carte 6 : Espaces de navigation des catégories de conception de navires par saison, avec des paramètres modifiés d'hauteur significative des vagues pour les classes C et D33	
Carte 7 : Espaces potentiels de pratique pour un navire de plaisance de catégorie C avec matériel de sécurité semi-hauturier au printemps et en hiver.....	34

1 Introduction

Depuis plusieurs décennies, l'espace maritime¹ et plus particulièrement le littoral, subit une pression anthropique croissante. Aux activités préexistantes comme la pêche ou le transport maritime, s'ajoute le développement du tourisme, des activités de loisirs (nautisme, sport de glisse, pêche, etc.), des énergies marines renouvelables (houlo motrice, hydrolienne, etc.). Toutes ces activités interagissent avec le milieu qu'elles occupent, mais aussi entre elles (Gourmelon et al., 2013).

➤ Le projet Chaire maritime

C'est dans ce contexte d'usages multiples et de politiques de partage de l'espace (la planification de l'espace maritime) qu'intervient le projet de la Chaire maritime depuis 2018. Celui-ci a pour objectif d'aboutir à une réflexion sur les modalités d'appropriation, d'occupation et d'exploitation de l'espace (Brunet et al., 1993).

Programmé sur 5 ans (2018 - 2023), est accompagné par la Fondation de l'Université de Nantes dans le cadre du mécénat, le projet est porté par Brice Trouillet, titulaire de la Chaire maritime et Laurent Baranger co-porteur.

Le programme de travail des recherches s'articule autour de deux axes qui sont définis par un ensemble d'actions-clés réalisées au fur et à mesure que le projet avance :

1 : Les données et méthodes pour caractériser les activités humaines en mer

Cet axe de travail est constitué de deux parties. La première se concentre sur l'approche socio-économique de l'espace maritime. La seconde a pour objectif une approche de représentation et modélisation spatiale des activités anthropiques en mer.

Un des objectifs de la première partie, correspondant à l'approche socio-économique, est de déterminer des méthodes permettant d'évaluer les impacts des activités anthropiques, en particulier les impacts cumulés, et de répertorier les indicateurs et les données économiques disponibles associées.

¹ Les espaces maritimes sont des étendues d'eau salée en communication libre et naturelle avec des statuts juridiques spécifiques (Eaux intérieures ; Eaux territoriales ; Zone contiguë ; Zone Économique exclusive ; Plateau continental étendu).

La seconde partie, dans lequel est intégré le stage, a pour objectif d'éclairer la planification de l'espace marin. Cette planification vise à associer à un espace maritime, une ou plusieurs utilisations spécifiques. De plus, la planification de l'espace maritime entend aider et faciliter la compréhension et la gestion de ce milieu (Douve, 2008).

Plusieurs actions permettront de développer des connaissances et des informations nécessaires à la mise en place de la planification de l'espace. Parmi ces actions : l'analyse des données géographiques existantes ; la recherche de nouvelles méthodes de modélisation et de numérisation de données lorsqu'elles ne sont pas disponibles ou qu'elles n'existent pas.

2 : L'accompagnement des démarches participatives

Le second axe, "L'accompagnement des démarches participatives", se concentre sur la concertation. Les actions qui le composent comptent des études sur l'utilisation des données par les acteurs de la planification de l'espace maritime.

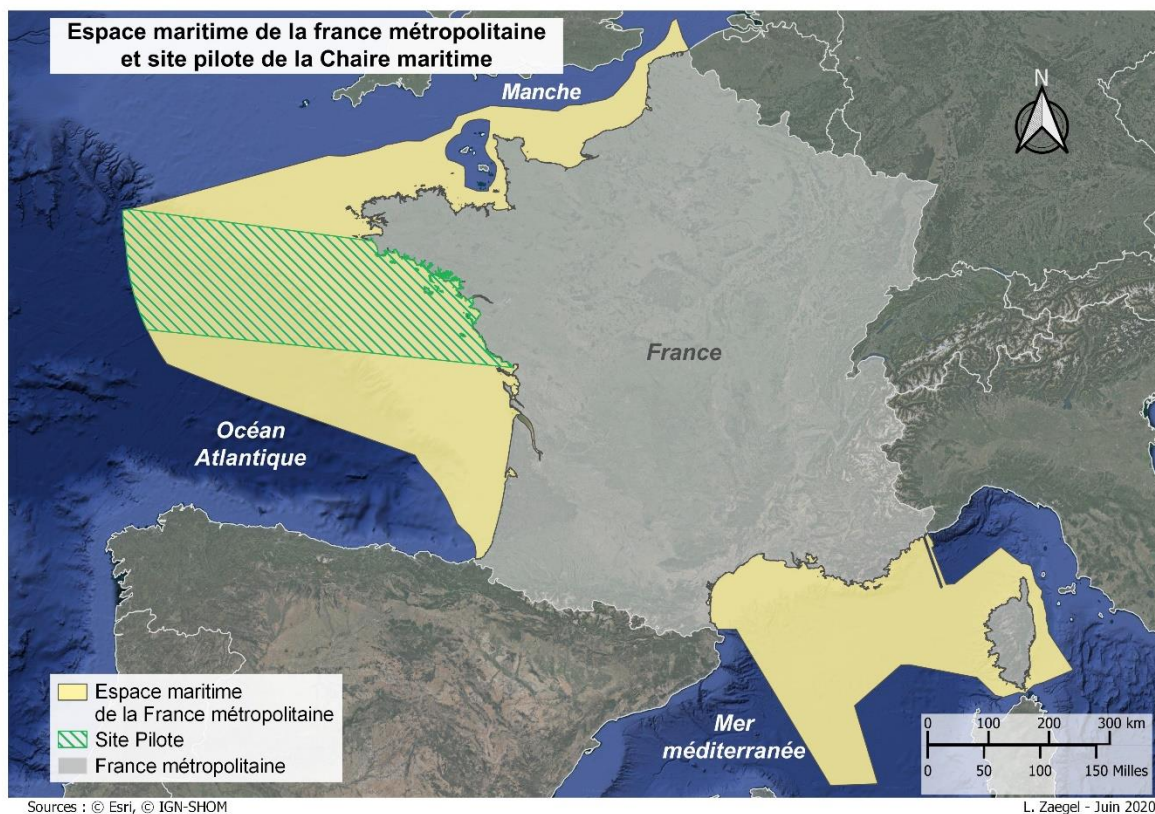
➤ L'espace maritime

Les travaux de la Chaire sont destinés à suivre la mise en place d'une planification de l'espace maritime métropolitain. Dans un premier temps, cet espace a dû être défini et délimité. Il est à noter que la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (CNUDM 1982), a permis de définir la délimitation des espaces maritimes et des zones qui les constituent (mer territoriale, zone économique exclusive, etc.). Il advient que des espaces maritimes théoriques de deux États se chevauchent. Pour déterminer ces limites, différentes méthodes existent et c'est aux pays concernés de choisir quelle méthode appliquer afin de trouver une solution (Ortolland, 2010). Ainsi certains États, dont la France, n'ont pas encore complètement délimité leur espace maritime, faute d'un consensus.

Afin de s'affranchir de toutes ces questions juridiques et géopolitiques la délimitation de l'espace maritime métropolitain a été faite à partir des délimitations marines et côtières réalisées par les opérateurs publics de référence que sont l'IGN et le SHOM.

Les travaux de ce stage sont réalisés sur le site d'étude "Bretagne Sud et Pays de la Loire" (Carte 1). Ce site a été délimité dans le but d'avoir une vision représentative de la diversité des activités humaines présentes sur le littoral Français, tout en limitant l'analyse spatiale. De plus, c'est un espace bien connu par les différents membres et personnes-ressources² rattachés au projet (Laboratoire LETG site de Nantes et Brest).

² <https://chairemaritime.univ-nantes.fr/qui-sommes-nous-/notre-equipe/>



Carte 1: Présentation de l'espace maritime et du site pilote de la Chaire maritime

➤ Objectif et problématique

L'objectif de ce stage est de parvenir à spatialiser, de la manière la plus précise au regard des données et outils disponibles, les différentes activités qui composent l'usage des loisirs (un des sept types d'usage anthropique défini par la typologie de la Chaire, doublé d'un enjeu pour la planification de l'espace maritime). Cela inclut la navigation de plaisance, les activités récréatives telles que le sport (surf, plongée, planche à voile, etc.) et la pêche de loisir. L'objectif est donc de répondre à la question suivante : quelle est la méthode la plus adaptée pour spatialiser les territoires potentiels de pratique des activités de loisirs ?

Les espaces de pratique de ces différentes activités sont encore imprécis, mal documentés (Tonini et Trouillet, 2005), et les données réellement exploitables sont insuffisantes en plus de manquer d'homogénéité. En effet, les sports de glisse, le nautisme, etc., sont souvent pratiqués sans encadrement, individuellement, ou par des groupes de petite taille, sur des zones réduites et mal identifiées (Eastern Research Group, 2010). Ces comportements rendent le suivi de terrain, de manière homogène et représentatif, difficile dans l'espace et le temps.

En comparaison, certains usages comme la pêche commerciale ou les transports sont très réglementés et ont un suivi particulièrement important. Ainsi, il existe déjà de nombreuses données associées à ces usages professionnels. L'une des différences notables à préciser, est que les activités de loisirs ne représentent qu'une part minime de l'économie de la mer vis à vis des autres activités professionnelles (le transport commercial, l'extraction d'énergie ou la pêche professionnelle) et sont, par conséquent, beaucoup moins suivies.

Concernant les limites des zones de pratique d'activités de loisirs, bien qu'elles soient définies par la réglementation, elles dépendent principalement de celles que se fixent les usagers (Sonnac, 2008). C'est pour ces raisons que la collecte de données et la cartographie des activités de plaisance est particulièrement complexe et que ses usages sont moins souvent représentés.

Ainsi, parvenir à situer les zones d'activité de plaisance est une amorce pour la planification de l'espace marin. A long terme, le travail réalisé pour les loisirs sera étendu aux autres usages et permettra d'homogénéiser l'information et la connaissance de l'espace maritime. Mieux connaître cet espace, ses acteurs et usages, permettra de mieux organiser son partage, sa protection et sa gestion.

Dans un premier temps, afin de répondre à l'objectif du stage, un travail de recherche bibliographique est mené. Celui-ci permet de définir les concepts des activités de loisirs en mer, les limites réglementaires auxquelles elles sont soumises et de répertorier les différentes méthodes permettant d'aboutir à une représentation spatiale de ces activités. Après quoi, une méthode a pu être mise en place et appliquée afin de déterminer les espaces potentiels de pratique. Enfin les résultats obtenus, les hypothèses et les limites rencontrées au cours de cette étude seront développés et discutés afin de déterminer les possibles évolutions et perspectives.

2 État de l'art

Les océans et les mers sont des espaces où les limites géographiques sont difficiles à délimiter. À terre, il existe des limites physiques fixes et identifiables (chemins, cours d'eau, bocages, etc.), ce qui facilite la représentation et la définition des usages et des occupations des sols qui s'y trouvent. En mer et dans les océans, une même zone composée de différentes ressources exploitables (physiques, biologiques, géologiques, etc.) peut accueillir différentes activités. Celles-ci peuvent se partager l'espace à un même moment, ou à des moments différents (Peuziat et Le Berre, 2015). C'est un espace complexe, vaste et multidimensionnel composé : d'un espace aérien ; d'une surface ; d'une colonne d'eau, des fonds marins et d'un sous-sol.

2.1 Usage de loisirs dans la typologie

Les activités humaines en mer sont nombreuses et diverses. Néanmoins, elles peuvent être classées et regroupées en différents usages. Pour cela, il est possible de réaliser une typologie afin d'avoir une vue d'ensemble des activités, permettant aussi de faciliter l'organisation du travail. Le nombre d'usages répertoriés et le niveau de détail varient en fonction des sujets et de la finesse de l'analyse souhaitée. Une typologie peut aussi permettre d'associer à chaque activité un calendrier de pratique potentielle ainsi qu'un ou des espaces de pratiques caractéristiques (Le Tixerant et al., 2011).

L'objectif de la Chaire étant de décrire l'ensemble des activités humaines en mer à l'échelle de la métropole, une typologie hiérarchique de sept usages anthropiques a été constituée :

- Aménagement de l'espace (Ports, infrastructures en mer, balises, etc.)
- Exploitation de ressources non vivantes (extraction de matériaux, production d'énergies, etc.)
- Exploitation de ressources vivantes (algoculture, conchyliculture, etc.)
- Gestion et connaissance du milieu (zones de protection, zones de recherche, etc.)
- Surveillance et sauvetage (zones de surveillance et de sauvetage, zones de recherches et secours (SAR), etc.)
- Transport maritime (transports de marchandise, flux de passagers)
- Loisirs (Figure 1)

Cette nomenclature possède jusqu'à cinq niveaux, le premier étant les usages présentés ci-dessus. Chacun de ces usages inclut plusieurs activités, mais

une activité n'est associée qu'à un seul usage. Le deuxième niveau décrit un concept de représentation spatiale de chaque usage selon trois types :

- Les cadres réglementaires : représentation des zones où s'appliquent différents types de réglementations pour réguler les activités marines humaines. Par exemple, limiter ou empêcher la navigation ou l'extraction d'une ressource.
- Les flux : représentation des déplacements des navires ou engins nautiques.
- Les zones : c'est la localisation des activités telles que les zones de pêche, d'extraction de matériaux ou de production d'énergie (parc éolien) mais aussi les zones d'activité de loisirs et de balade.

Enfin, du troisième au cinquième niveau, les différentes activités sont détaillées (Figure 1).

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5
Loisirs	Cadres réglementaires liés aux loisirs	Classes des zones maritimes		
Loisirs	Flux liés à la navigation de plaisance	Navires à moteur		
Loisirs	Flux liés à la navigation de plaisance	Navires à voile		
Loisirs	Zones d'activités sportives	Motonautisme	Jet ski	
Loisirs	Zones d'activités sportives	Plongée sous-marine	Plongées en apnée	
Loisirs	Zones d'activités sportives	Sports de glisse	Kayaks	
Loisirs	Zones d'activités sportives	Sports de glisse	Surf	
Loisirs	Zones de pêche de loisirs	Pêche embarquée de loisirs	Pêche promenade	

Figure 1 : extrait de la typologie des usages en mer

Parmi les loisirs référencés par la Chaire, seules les classes de zones maritimes imposées par la réglementation dans le "cadre réglementaire lié aux loisirs" sont fixées dans l'espace. Les activités comprises dans les flux et les zones sont toutes mobiles et nécessitent différentes ressources et approches méthodologiques. De plus, certaines se pratiquent en zone côtière (kayak, voiles légères, etc.) et d'autres plus au large (pêche embarqué, plaisance). Les ressources nécessaires à ces différentes activités sont localisées pour la majorité à la surface de l'eau, mais certaines comme la plongée ou la pêche se trouvent dans la colonne d'eau. Quant aux zones réglementaires, elles s'appliquent à toutes les dimensions (espace aérien, surface, colonne d'eau et fonds marins).

2.2 Les méthodes de spatialisation

L'état de l'art a permis d'identifier trente-et-un documents, articles de revue, rapports scientifiques et chapitres de thèses, utiles afin de répondre à la problématique de ce stage. Ceux-ci ont permis d'extraire quatre types de méthodes de collecte ou de modélisation des données qui peuvent s'appliquer à la plaisance et aux activités nautiques récréatives.

➤ **Observation directe** (Dalton et al., 2010; Gray et al., 2011) :

L'observation directe consiste à acquérir des données empiriques sur le terrain. Celle-ci peut être réalisée à terre, par survols aériens, capteurs, etc. Avec ce type de relevés, il est possible d'enregistrer les conditions de navigation (météo, état de la mer, etc.), en plus des différentes informations sur le type de navire, sa direction et l'activité pratiquée. Cela permet de cartographier et de caractériser l'activité nautique d'une zone d'étude.

En raison du caractère diffus et changeant des activités de plaisance, cette méthode n'est pas aisée à mettre en place, notamment lorsque la zone d'observation est étendue. En effet, l'observation peut être avantageuse lorsqu'elle est appliquée à de petites zones (canal, lac, baie) mais n'est pas la plus pertinente dans les espaces maritimes complexes et les grandes zones d'études comme celle de la Chaire. La zone pilote représente plus de 10 millions d'hectares et s'étend à plus de 400 km de la côte. L'observation de terrain n'est donc pas réaliste dans notre cas.

➤ **Analyse d'images aériennes et/ou satellites** (Gray et al., 2011; Landré, 2009) :

L'analyse d'images aériennes et satellites permet notamment de connaître avec précision la position et la direction d'un bateau à un moment donné. L'accumulation de données obtenues permet de réaliser des cartes de densité. Ces cartes permettent ensuite de mettre en évidence des zones de concentration.

Cette méthode nécessite un grand nombre d'images prises sur une longue période d'acquisition afin d'avoir un point de vue d'ensemble des activités et itinéraires des navigateurs dans la zone d'étude. Ainsi en fonction de l'étendue de la zone et du type d'images utilisées, cette méthode peut se révéler très coûteuse. De plus, il y a une forte contrainte, la disponibilité et la qualité des images va varier en fonction du produit, mais aussi des saisons (couverture nuageuse plus importante à certaines périodes).

A nouveau, l'emprise du site pilote ne favorise pas l'application de cette méthode. Elle est d'autant plus difficile à envisager pour une étude sur l'ensemble du site d'étude de la Chaire.

- **Enquête et SIG participatif** (Baldwin et Mahon, 2014; Dalton *et al.*, 2010; Gray *et al.*, 2011; Mahboubi *et al.*, 2015; Perras *et al.*, 2015) :

Le SIG (Système d'Information Géographique) participatif et les enquêtes permettent de localiser les espaces de pratique et peuvent aussi aider à d'identifier les zones propices aux tensions entre les différents acteurs ou entre les acteurs et le milieu marin. Enfin, les enquêtes, plus que les SIG participatifs, permettent de connaître le profil des plaisanciers, la fréquence et les modalités de leurs sorties.

Cette méthode, généralement associée à l'observation, permet de reconstituer des comportements, des trajets types et de réunir les connaissances des acteurs locaux. Mais ce type de méthode reste très chronophage (temps d'enquête et traitement des réponses). De plus, comme souvent pour les enquêtes, le face-à-face est à privilégier. Bien que cela nécessite des moyens humains et financiers plus conséquents, c'est un bon moyen d'avoir un échantillon représentatif, en plus de réduire le risque de non-réponse. Malgré tout, les déclarations des enquêtés peuvent être biaisées pour diverses raisons (intention de nuire à l'enquête, mauvaise compréhension des questions, etc.).

Réaliser des enquêtes en face-à-face sur l'ensemble du site pilote nécessiterait des moyens humains conséquents. De même, pour avoir des données représentatives, le nombre de répondant devrait être élevé, ce qui nécessiterait par répercussion un temps de traitement des réponses et/ou des moyens humains importants.

- **Modélisation à partir des données existantes** (Le Tixerant *et al.*, 2006, 2011; Tonini et Trouillet, 2005) :

La modélisation s'appuie généralement sur les limites imposées par la réglementation et les contraintes environnementales, météorologiques et socio-économiques (Figure 2). Elle peut également utiliser des jeux de données déjà à disposition, ainsi que des hypothèses. Les modèles permettent d'aboutir à des archétypes d'espaces de pratiques potentiels.

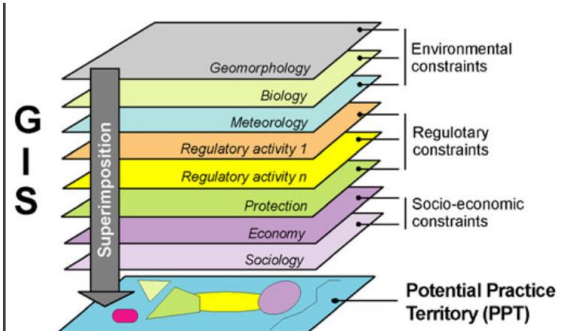


Figure 2 : Méthode de construction des territoires de pratique potentiels (source : Le Tixerant *et al.*, 2011)

Cette méthode ne nécessite pas forcément d'acquérir de nouvelles données sur le terrain et dépend majoritairement de celles déjà disponibles. Or, dans le cas des loisirs, il y a encore peu de données exploitables, mais en s'appuyant sur

certaines hypothèses (distance moyenne d'un trajet, période d'activité, etc.) il est possible de parer à ce manque d'information.

Enfin, les différentes méthodes citées peuvent permettre d'acquérir de nouvelles données ou aider à la validation des résultats.

2.3 La réglementation

Les navires de transports maritimes, de commerce ou de pêche professionnelle de plus de 12 m, ont l'obligation d'être équipés d'un système d'identification automatique (AIS), ou d'un système de surveillance des navires (VMS) dans le cas des navires de pêche. Ces outils permettent de connaître la position, le statut et l'identité des navires. Initialement prévu pour le contrôle et la sécurité, l'AIS est une source de données scientifiques importantes et très utiles sur la circulation maritime (Dupont *et al.*, 2020). Mais ce système n'est pas obligatoire pour les navires de plaisance.

Ainsi, l'absence de données de flux, permettant de situer les espaces de plaisance, et de zones délimitées, où l'activité est contrainte et localisée, nous obligent à utiliser les contraintes de réglementation et à définir des hypothèses pour déterminer les espaces de navigation de la plaisance.

Les plaisanciers ainsi que plusieurs activités de loisirs sont soumis à des restrictions afin de limiter, mais surtout sécuriser, ces différentes pratiques. Pour cela, la loi tient compte de plusieurs paramètres tels que les conditions météorologiques appropriées, les équipements de sécurité, le matériel et l'homologation des navires.

2.3.1 Zones de navigation

➤ Conditions d'utilisation des navires de plaisance

Il existe donc dans la réglementation, des zones de navigation. Celles-ci sont définies par des distances maximales d'éloignement d'un abri en fonction du matériel de sécurité présent sur un navire de plaisance ayant une longueur de coque inférieure à 24 mètres.

Un abri est un « *endroit de la côte où tout engin, embarcation ou navire et son équipage peuvent se mettre en sécurité en mouillant, atterrissant ou accostant et en repartir sans assistance. Cette notion tient compte des conditions météorologiques du moment ainsi que des caractéristiques de l'engin, de*

l'embarcation ou du navire. »³. Par conséquent, les abris ne sont figés, ni dans l'espace, ni le temps et ne sont pas les mêmes pour tous les plaisanciers en fonction de leur embarcation.

S'ajoutent aussi à cette définition, certains navires dits "porteurs". C'est-à-dire qu'ils comportent une ou plusieurs embarcations appelées annexes⁴. Ainsi, un navire porteur représente un abri pour ses annexes. Celles-ci ne devant pas s'éloigner à plus de 300 m. Mais cette information est difficile, même impossible à localiser puisque ces navires porteurs peuvent être n'importe où et à n'importe quel moment.

D'après les articles 240-2.03 à 240-2.06 de l'Arrêté du 23 novembre 1987 relatif à la sécurité des navires, le matériel de sécurité embarqué sur un navire est décidé par le chef de bord. C'est ce qui va déterminer la distance d'éloignement maximale d'un abri. Ce matériel doit être adapté à la navigation. Il existe quatre dotations, et donc quatre zones de navigation de mêmes noms :

- Basique,
- Côtière,
- Semi-hauturière,
- Hauturière.

Ainsi, par exemple, un navire ayant embarqué du matériel de sécurité basique est restreint à une distance de 2 milles marins d'un abri.

➤ **Conditions d'utilisation des engins de plage**

A ces zones de navigation, s'ajoute des cas particuliers. En effet, il existe une limite pour les engins de plage, tels que le surf, les embarcations à voile ou à moteur (puissance inférieure à 6,1 ch) d'une longueur de coque inférieure à 2,5 m et les embarcations à propulsion humaine de moins de 3,5 m. Tous ces engins peuvent naviguer dans une limite n'excédant pas 300 m d'un abri⁵.

2.3.2 Catégories de conception

Les bateaux de plaisance se classent en quatre catégories de conception, allant de "A" à "D", où "D" est la plus contraignante. Elles déterminent pour un navire les conditions météorologiques : force du vent et hauteur significative des vagues, auxquelles il peut faire face⁶. Ce sont deux paramètres limitant pour les

³ Articles 240-1.02 de l'Arrêté du 23 novembre 1987 relatif à la sécurité des navires

⁴ Articles 240-2.09 de l'Arrêté du 23 novembre 1987 relatif à la sécurité des navires

⁵ Articles 240-2.08 de l'Arrêté du 23 novembre 1987 relatif à la sécurité des navires

⁶ Code des Transports, partie réglementaire, cinquième partie, livre 1er, Annexe I

navigateurs, qui viennent compléter les zones de navigations présentées précédemment.

En météorologie, la force du vent, ou sa vitesse, est exprimée en degré sur l'échelle de Beaufort. Cette échelle compte 13 degrés, allant de 0 à 12⁷. A chaque degré de l'échelle est associé un terme descriptif, un intervalle de vitesse (en nœud, km/h ou m/s) ainsi qu'un état de la mer au large (Annexe 1).

Pour ce qui est des vagues, parmi les paramètres nécessaires et disponibles relatives à l'état de la mer, il y a la hauteur significative des vagues. Tout d'abord, la hauteur d'une vague est la distance verticale entre la crête et le creux d'une vague. La hauteur significative, elle, correspond à la hauteur moyenne du tiers des vagues les plus élevées de la surface de l'océan et/ou de la mer sur une période définie (CETMEF, 2011).

Par exemple, un bateau de catégorie "C", peut naviguer par des vents dont la force est inférieure ou égale à 6 degrés sur l'échelle de Beaufort (équivalant à une vitesse maximale de 49 km/h) et où les vagues ne dépassent pas une hauteur significative de 2 mètres.

La réglementation permet donc de cadrer principalement, dans le cas des loisirs, la navigation de plaisance. C'est à l'aide de ces limites que les espaces potentiels de pratique peuvent être représentés spatialement dans un premier temps.

2.4 Données pré-répertorié dans le cadre de la Chaire

Les premiers travaux réalisés par la Chaire en 2019, ont permis de répertorier trente-deux jeux de données en lien avec les différentes activités de loisirs : douze d'entre eux étaient disponibles (Figure 3). Ces données qui sont : des spots, des sites, des zones balisées, sont très hétérogènes par rapport aux espaces sur lesquels elles sont représentées. La moitié de ces jeux de données ont une emprise située dans le Finistère. Ce sont, majoritairement des données qualitatives qui situent dans l'espace une activité sans inclure d'informations quantitatives (hors données sur le trafic maritime qui inclut une densité).

⁷ <http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/observer-le-temps/parametres-observees/vent>

Données	Emprise
Zone de baignade - France et Outre-mer	Métropole et outre-mer
Sites de plongée - 2014	Méditerranée
Spots de surf windsurf kitesurf	Finistère
Zone de pêche à pied récréative	Vendée
Trafic maritime 2017 (tous navires, navires de pêche, de passagers, cargos, tankers et yachts)	Métropole
Balisage des plages et des chenaux	Charente-Maritime
Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi)	Charente-Maritime
Bassins de navigation maritime	Finistère
Zones de pratiques des activités nautiques encadrées	Rade de Brest
Zones de pratiques des manifestations nautiques encadrées	Rade de Brest
Site de baignade du Finistère	Finistère
Sites de plongée du Finistère	Finistère

Figure 3 : listes des données liées aux usages de loisirs répertoriées et disponible en 2019 par la Chaire maritime

Aux vues des méthodes et des informations disponibles, il est possible de venir compléter ces données. Notamment en utilisant d'autres méthodes de création de données qui peut permettre dans un premier temps de spatialiser les espaces de pratique de la navigation de plaisance. Ce sont des espaces complexes mais limités par différents paramètres.

2.5 Les hypothèses liées à la pratique de la plaisance dans la littérature scientifique

La plaisance n'inclut pas uniquement la navigation de croisière (qui n'est pas la plus fréquente) mais aussi la pêche de loisirs, la voile sportive et les promenades en mer. En se référant aux limites de la plaisance, les espaces dans lesquels elle peut être pratiquée peuvent être modélisés. Mais ces espaces peuvent aussi varier et être influencés par d'autres paramètres. Notamment les saisons, qui ont un impact certain sur les périodes propices à l'activité. Les plaisanciers préférant pratiquer leur activité au cours de la période estivale qui correspond de plus, aux congés d'été.

A cette navigation se rattache la notion de bassin de navigation. « *Un bassin de navigation correspond à une zone côtière accueillante de manière homogène, limitée à ses extrémités soit par un passage dangereux, soit par de longues distances sans abri, soit par un autre bassin de croisière présentant un style différent (vent, mer, courants...).* » (SEATL, cité par Sonnic, 2004). Cette définition met en avant les limites physiques d'un bassin. Mais les bassins de navigation sont aussi des espaces vécus où il est possible d'identifier des trajets. Ainsi, leurs limites dépendent aussi de celles des plaisanciers (Sonnich, 2008). Les sorties se font souvent à la journée, sur une distance de 10 à 20 milles et un plaisancier navigue de préférence dans un espace qui lui est familier, c'est-à-dire autour de son point de départ et d'arrivée.

3 Matériel et méthodes

Plusieurs méthodes existent pour déterminer les zones potentielles de pratique de la plaisance. Pour sélectionner laquelle est la plus pertinente, il faut prendre en compte les moyens matériels, financiers et humains dont dispose la Chaire, ainsi que la taille du territoire d'étude. La modélisation est ainsi apparue comme la plus pertinente pour notre étude.

3.1 Réglementation, les limites

3.1.1 Zones de navigation

Comme expliqué précédemment (cf : 2.3.1 zones de navigation), les quatre zones de navigation sont déterminées par la distance à laquelle peut s'éloigner un navire d'un abri. Les limites en fonction du matériel de sécurité sont les suivantes :

- Basique : moins de 2 milles d'un abri
- Côtière : entre 2 à 6 milles d'un abri
- Semi-hauturière : entre 6 et 60 milles d'un abri
- Hauturière au-delà de 60 milles d'un abri

Ces distances sont fixes, les seuls paramètres variables sont les abris qui dépendront des jeux de données utilisés et des hypothèses qui seront rattachées.

3.1.2 Catégories de conception

La navigation des plaisanciers est dépendante des conditions météorologiques et de l'état de la mer. La catégorie à laquelle est rattachée leur embarcation n'est pas toujours conçue pour parer à tous les vents et toutes les vagues. Ainsi, à chaque catégorie la réglementation définit une force de vent et une hauteur significative de vagues maximales (Figure 4).

	Force du vent (échelle de Beaufort)	Vitesse max ($m.s^{-1}$)	Hauteur significative des vagues (m)
Catégorie A	> 8	> 20,7	> 4
Catégorie B	≤ 8	≤ 20,7	≤ 4
Catégorie C	≤ 6	≤ 13,8	≤ 2
Catégorie D	≤ 4	≤ 7,9	≤ 0,3

Figure 4 : Limites météorologique des catégories de conception des navires de plaisance

Ces valeurs limites sont utilisées pour déterminer les espaces potentiels de navigation associés aux différentes catégories de conception.

Le Shom possède un produit cartographique réalisé par le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) en 2016. Cette cartographie représente les limites des zones maritimes dans lesquelles chaque classe peut naviguer.

Pour ces travaux, le Cerema s'est appuyé sur les limites décrites dans l'article 110.10 de l'Arrêté du 23 novembre 1987 relatif à la sécurité des navires, dans laquelle est associée une "zone maritime" à chacune des catégories.

- Zone maritime de classe D
- Zone maritime de classe C
- Zone maritime de classe B
- Zone maritime de classe A

D'après l'article cité, les zones maritimes de classe C et D doivent répondre à la contrainte suivante : « *la probabilité de rencontrer des vagues d'une hauteur significative supérieur à 1,5 m [pour la classe D ou à 2,5 m pour la classe C] est inférieur à 10 % au cours d'une période* » (la période dépend de l'exploitation, elle peut être d'un an, d'une saison, etc.). En d'autres termes, il faut que 90 % des vagues présentes dans la zone marine D aient une hauteur significative inférieure à 1,5 m. De même pour la zone C, il faut que 90 % des vagues présentes dans la zone maritime aient une hauteur significative inférieure à 2,5 m.

Ainsi, deux modèles sont réalisés. L'un utilise uniquement les valeurs limites des catégories de conception définies dans le tableau précédent. L'autre remplace les limites de hauteur significative de vagues des catégories C et D par les dernières contraintes citées :

- Classe C, 90 % des vagues présentes dans la zone ont une hauteur significative inférieure à 2,5 m
- Classe D, 90 % des vagues présentes dans la zone ont une hauteur significative inférieure à 1,5 m

3.2 Données

Les différentes limites imposées par la réglementation ont permis de définir les données nécessaires (force du vent, état de la mer, les zones d'abris). Plusieurs sources et jeux de données ont été identifiés et utilisés.

3.2.1 Données météorologiques

Pour déterminer les espaces de navigation en fonction des catégories de navire, des données ERA5, sur les vents et les vagues ont été téléchargées en format NetCDF. Ce format de fichier, principalement utilisé en météorologie, stocke des données tridimensionnelles ou quadridimensionnelles (3D ou 4D). Cela permet d'enregistrer les variations d'une variable dans un espace ($[x ; y]$ ou $[x ; y ; z]$) au fil du temps. Un fichier NetCDF inclut une description dans laquelle toutes les métadonnées sont décrites. C'est-à-dire, les variables, la description des données et les références spatiales et temporelles.

ERA5 est le dernier produit de réanalyse de données climatiques et météorologiques fournies par ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts). Les données de réanalyse sont le résultat de la combinaison entre observations, mesures et données de modèles numériques de prévision.

Les données utilisées, qui couvrent une période allant de 1979 à aujourd'hui avec un pas de temps d'une heure, sont mises à jour quotidiennement. Parmi les données disponibles, on compte des variables sûres :

- Les températures ;
- Les rayonnements (solaire et thermique) et les flux de chaleur ;
- Les nuages ;
- L'évaporation ;
- Les précipitations ;
- La neige ;
- La végétation ;
- Le vent ;
- L'état de la mer.

Parmi cet ensemble de variables, trois d'entre elles, relatives à la vitesse du vent et à la hauteur significative des vagues, ont été extraites sur une emprise qui couvre l'espace maritime métropolitain.

- Composante u du vent à une altitude de 10 m au-dessus de la surface
- Composante v du vent à une altitude de 10 m au-dessus de la surface
- Hauteur significative des vagues générées par le vent et la houle

Les composantes u et v sont des vecteurs, ou u est parallèle à la longitude et v à la latitude. Ces composantes permettent de calculer la vitesse du vent. Toutes les acquisitions (une par heure) de l'année 2019 ont été récupérées (8 760). Avec une résolution spatiale de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ pour les composantes du vent et de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ pour les vagues (Figure 5).

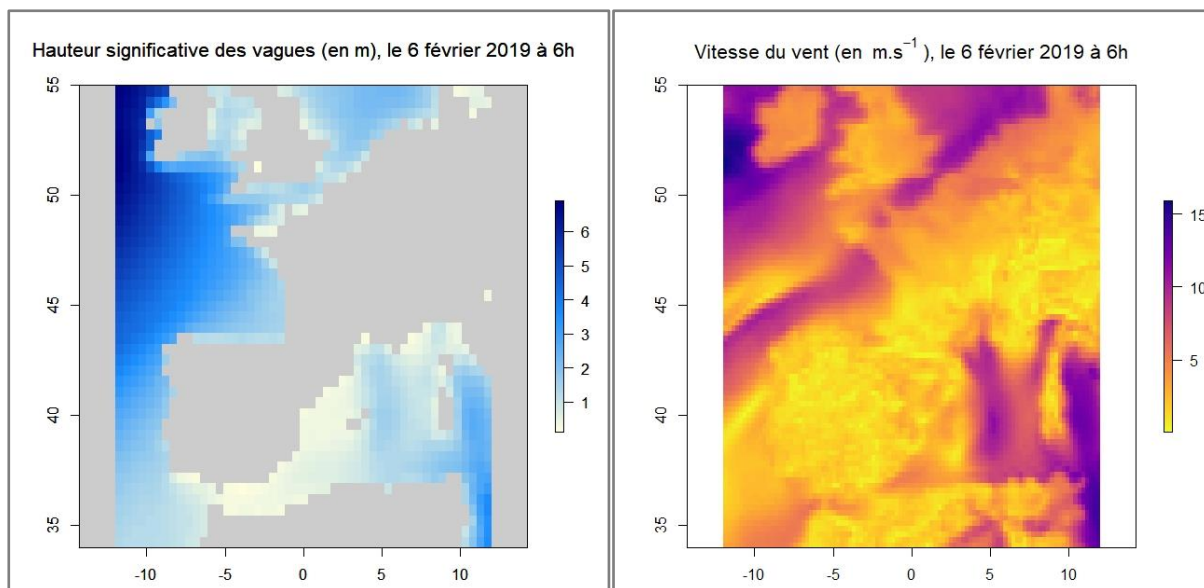


Figure 5 : Hauteur significative des vagues et vitesse du vent sur le littoral atlantique le 06/02/2019 à 6h

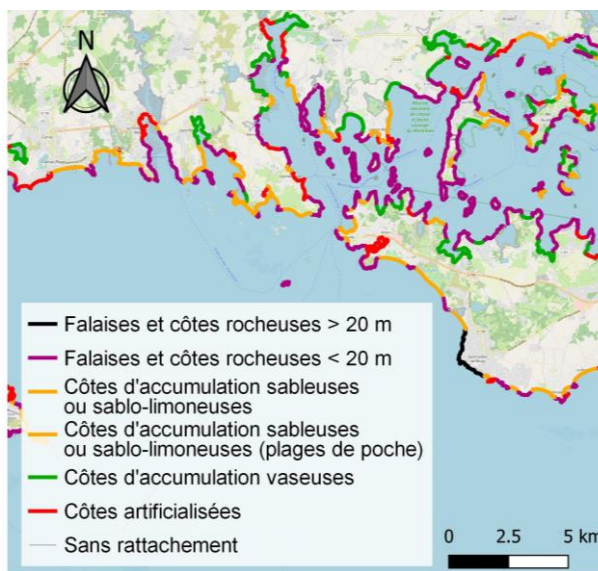
3.2.2 Nature des côtes et zones d'abri

➤ Géomorphologie du trait de côte

Parmi les données disponibles, pouvant permettre de déterminer des zones d'abri, il y a la nature du trait de côte (Figure 6). Ces données sont téléchargées sur Géolittoral, un portail du Ministère en charge de l'environnement et de la mer.

La nature du trait de côte provient du projet européen EUROSION, étude publiée en 2004 sur l'érosion des côtes de l'Union européenne. Un des éléments de cette étude a été la caractérisation de la nature du trait de côte. Ces résultats ont ensuite été transformés par le Cerema afin de

correspondre avec le trait de côte HISTOLITT® de 2009 et ont intégré la hauteur des falaises et des côtes rocheuses à l'aide de la BD ALTI® IGN. Ces données contiennent donc, pour tout le littoral métropolitain, les côtes rocheuses et les falaises, les côtes de sable, de vase et les côtes artificialisées.



Source : © les contributeurs d'OpenStreetMap ;
© Géomorphologie du trait de côte - EEA / Cerema

Figure 6 : Illustration de la nature du trait de côte

➤ **Données participatives d'OpenStreetMap**

Un autre jeu de données a été créé avec des données OpenStreetMap (OSM) récupérées via l'outil web Overpass Turbo⁸, qui par un système de requête permet de sélectionner des données selon différents critères. Ainsi, toutes les "zones de mouillage", "bouée de mouillage" et "rampe de mise à l'eau" répertoriées dans OSM et incluses dans l'espace maritime métropolitain, ont pu être téléchargées.

Ces données provenant de la cartographie participative, bien qu'elles puissent être très précises, elles ne sont pas homogènes et nécessitent d'être manipulées et uniformisées pour faciliter les traitements qui suivront.

➤ **Données descriptives du Cerema**

Un troisième et dernier jeu de données, relatif aux ports, zones de mouillage et chantiers nautiques, a été utilisé pour compléter cette partie. Ces données proviennent de la direction technique eau, mer et fleuves du Cerema et sont le résultat d'une enquête réalisée en 2017 et complétée par une recherche bibliographique afin de faire un état des lieux de l'activité de carénage⁹. Les ports de plaisance, zones de mouillage et chantiers nautiques répertoriés sont localisés par des points. L'avantage de cette couche est que sa table attributaire inclut de nombreuses informations dont le département et la commune auxquels est rattaché l'objet, ainsi que sa capacité d'accueil (nombre d'anneaux et/ou de places à terre dans les ports et les zones de mouillage).

⁸ <https://overpass-turbo.eu/>

⁹ Activité de carénage : procédé destiné à entretenir la coque des navires

3.3 Modélisation des zones de navigation

Pour déterminer les zones de navigation, il faut définir à partir des données existantes les abris. Dans notre cas, plusieurs hypothèses ont été testées à partir des jeux de données de Géolittoral, OSM et Cerema (Figure 7). Lorsque les abris sont déterminés, trois zones tampons de 2, 6 et 60 milles, sont réalisées. Elles représentent les zones de navigation basique, côtière et semi-hauturière. La zone hauturière, couvrant tout ce qui est à plus de 60 milles ne nécessite pas de tampons.

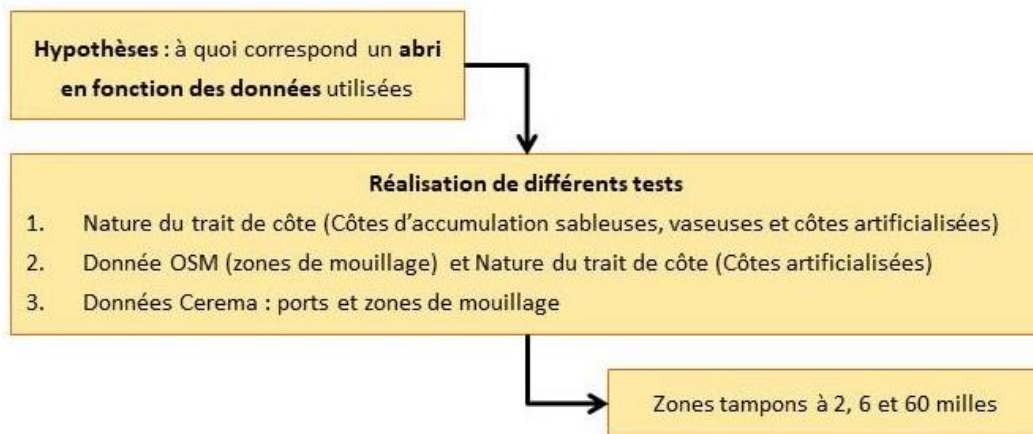


Figure 7 : Organigramme des étapes de modélisation des zones de navigation

3.3.1 1^{ère} hypothèse

Dans un premier temps, une hypothèse a été posée uniquement avec la nature du trait de côte. Les zones d'ancrage préférées par les plaisanciers sont les côtes abritées tel que les ports ou les baies et les zones sablonneuse (Balaguer *et al.*, 2011). A partir de cette hypothèse, les côtes artificialisées (qui correspondent aux infrastructures portuaires) et les bandes sableuses et vaseuses ont été considérées comme des zones potentielles d'abris (Figure 8).

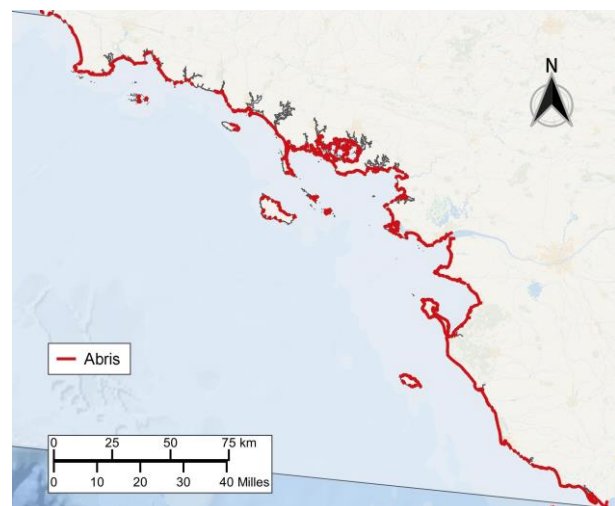


Figure 8 : localisation des abris de la première hypothèse

Ne sont donc conservées que : les côtes artificialisées ; les côtes d'accumulation sableuses et les côtes d'accumulation vaseuses. Des zones tampons sont ensuite réalisées autour des entités, avec comme paramètres de distance la limite correspondant à chaque zone.

3.3.2 2^e hypothèse

La deuxième hypothèse est de croiser les données OSM avec la nature du trait de côte. Mais cette fois, les zones artificialisées sont les seules conservées (Figure 9). On y ajoute les données de mouillage et de mise à l'eau répertoriées par les contributeurs d'OSM.

Dans un premier temps, les données OSM doivent être nettoyées. En effet, celles-ci manquent d'homogénéité et pour représenter un même élément (e.g. une zone de mouillage), les trois types de géométrie sont utilisés (point, polyligne, polygone). Un tri a donc été réalisé.

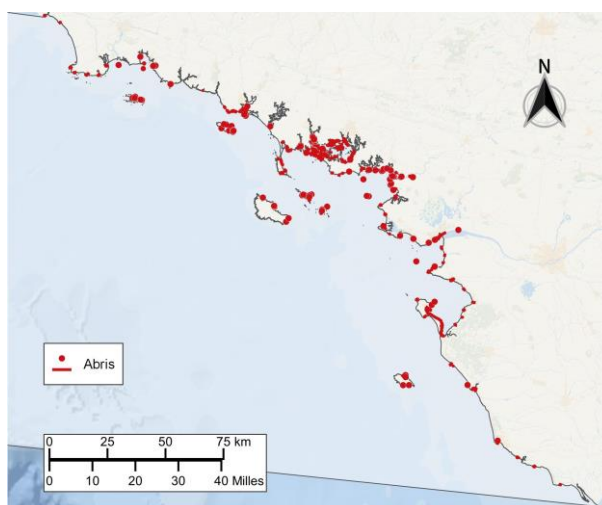


Figure 9 : localisation des abris de la deuxième hypothèse

La majorité des bouées de mouillage et rampes de mise à l'eau sont dans des fichiers de forme avec des géométries de point (1 163 sur 2 003 bouées et 1033 rampes sur 1411 au total), par conséquent, seuls ces fichiers sont utilisés. Pour les zones de mouillage, il n'y a que 269 entités répertoriées, elles sont réparties entre points (154) et polyligne (115). Pour conserver un maximum d'informations, les deux types de fichier sont conservés.

Les tables attributaires sont très majoritairement vides, la seule information systématiquement disponible étant l'identifiant d'objet. En confrontant visuellement les données restantes aux cartes littorales du Shom (SCAN Littoral®), certaines entités qualifiées comme "zone de mouillage" se sont révélées être des zones d'attente. Or, le mouillage est interdit dans ces zones. Elles ont donc été soustraites aux données.

Une fois les données prêtes, comme pour la 1^{ère} hypothèse, les zones tampons sont réalisées.

3.3.3 3^e hypothèse

Une troisième hypothèse a été faite à partir des données de carénage du Cerema. A partir des ports de plaisance et des zones de mouillage localisées par l'étude. En excluant les chantiers, on suppose que les zones d'abris sont les ports de plaisance et les zones de mouillage du Cerema (Figure 10). A nouveaux des tampons de 2, 6 et 60 milles sont déterminées à partir de ces supposées zones d'abri.

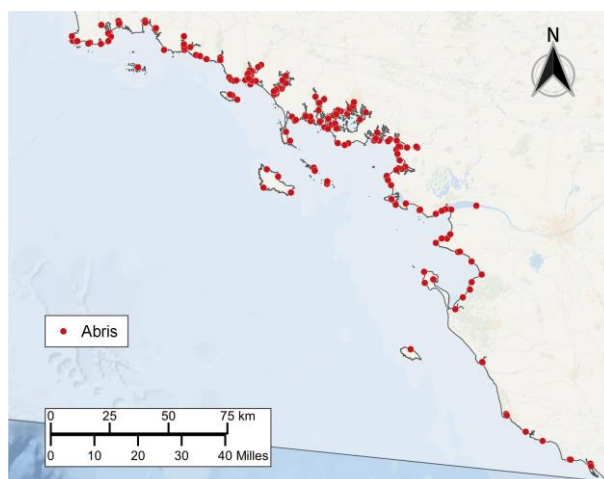


Figure 10 : localisation des abris de la troisième hypothèse

3.3.4 Automatisation des traitements sous PostgreSQL

Une fois que la méthode a été réalisée et validée, les données sont intégrées à la base de la Chaire (les données OSM sont nettoyées avant l'intégration). Les traitements de chaque hypothèse sont ensuite automatisés dans PostgreSQL. Les requêtes réalisées permettent d'appliquer les hypothèses au reste de l'espace maritime.

3.4 Modélisation des espaces de pratique potentiels des catégories de conception

Pour cette partie, le choix est fait de travailler par saison, car la pratique de la plaisance est beaucoup plus fréquente en période estivale, et on suppose que les vitesses de vents et les hauteurs significatives de vagues, comme de nombreux paramètres météorologiques, varient en fonctions des saisons.

Les données météorologiques récupérées nécessitent d'être traitées pour être ensuite utilisées sous QGIS. Les fichiers NetCDF peuvent être modifiés et transformés à l'aide de différents langages tel que Java, Python, C++ ou encore R comme c'est le cas ici. R qui, en plus d'être un langage de programmation, est aussi un logiciel libre de traitement de données. Les traitements réalisés pour la vitesse du vent et pour les hauteurs significatives des vagues sont très similaires, mais la vitesse du vent nécessite une étape de calcul supplémentaire (Figure 11).

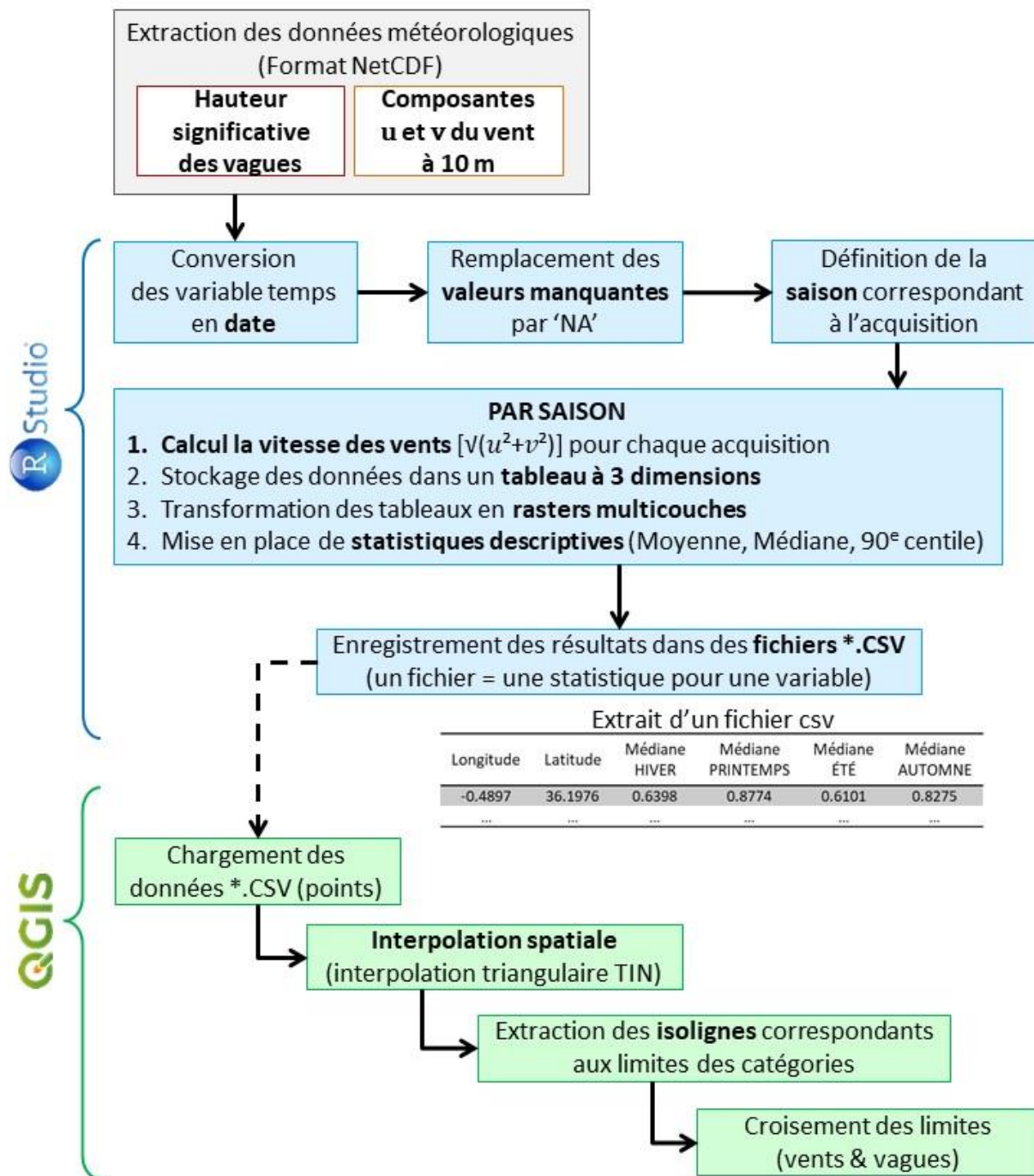


Figure 11 : Organigramme de la modélisation des espaces de navigation par saison

3.4.1 Prétraitement des données sous RStudio

Dans un premier temps, certaines informations contenues dans les fichiers sont modifiées pour faciliter la manipulation des données. Les fichiers NetCDF contiennent une variable temps qui correspond au nombre d'heures entre l'acquisition de la donnée et une date t (date qui est définie dans la description du fichier). Cette variable temps est donc transformée pour être en format "yyyy-mm-dd hh:mm:ss".

Concernant les valeurs manquantes dans le fichier d'origine. Ce sont des valeurs par défaut qui les remplacent, celles-ci sont donc recodées en 'NA'.

Ensuite, le choix ayant été fait de travailler par saison, une fonction a été réalisée et appliquée afin d'associer à chaque date (en format "yyyy-mm-dd"), la saison correspondante. Le choix des dates pour le changement de saison s'est fait par rapport aux dates d'équinoxes et de solstices des quinze dernières années (2005 - 2020). Ont donc été définis les intervalles suivants :

- Hiver : 21 décembre – 19 mars
- Printemps : 20 mars – 20 juin
- Été : 21 juin – 21 septembre
- Automne : 22 septembre – 20 décembre

Ainsi, toutes les acquisitions sont rattachées à une saison.

➤ **Les hauteurs significatives de vagues**

Pour chacune des saisons, l'objectif est d'extraire les isolignes de la moyenne, la médiane et du 90^e centile¹⁰ de hauteur significative des vagues. Pour cela, toutes les données sont stockées dans des tableaux à trois dimensions (longitude, latitude et temps). Les tableaux sont ensuite convertis en rasters multicouches (RasterBrick), où une couche correspond à une date. Depuis ces rasters, les valeurs des statistiques souhaitées sont calculées à l'aide de la fonction "calc", permettant d'obtenir de nouveaux rasters. Chacun correspond à une statistique pour une saison (par exemple : la moyenne des hauteurs significatives de vagues en automne). Tous les rasters sont ensuite reconvertis en table de données pour enfin être enregistrés dans différents fichiers CSV.

➤ **La vitesse du vent**

Pour le vent, on souhaite connaître la vitesse moyenne et médiane du vent par saison. Pour cela, dans un premier temps, il faut calculer la vitesse du vent, qui est égale à $\sqrt{(u^2 + v^2)}$, où u et v sont les composantes du vent. Ce calcul est appliqué pour chaque acquisition.

De la même façon que pour les statistiques de hauteurs significatives de vague, les données sont enregistrées dans un tableau 3D pour être converties en raster multicouches afin d'en récupérer les statistiques de moyenne et de médiane. Encore une fois, les résultats sont enregistrés dans des fichiers CSV.

¹⁰ La valeur du 90^e centile signifie que 90 % des mesurées sont en dessous de cette valeur.

3.4.2 Modélisation sous QGIS

Une fois les fichiers CSV créés, ils peuvent être importés dans QGIS un logiciel libre et open-source de SIG. Les données se présentent sous la forme d'une couche vectorielle de points qui sont les centroïdes des pixels et sont donc interpolées afin de pouvoir extraire les isolignes avec un pas de 0,1 (Figure 12). Au vu du nombre de points et de l'homogénéité de leur répartition, l'interpolation spatiale utilisée est l'interpolation triangulaire (TIN). De plus, elle est simple à appliquer sous QGIS et ce modèle conserve les valeurs des échantillons.

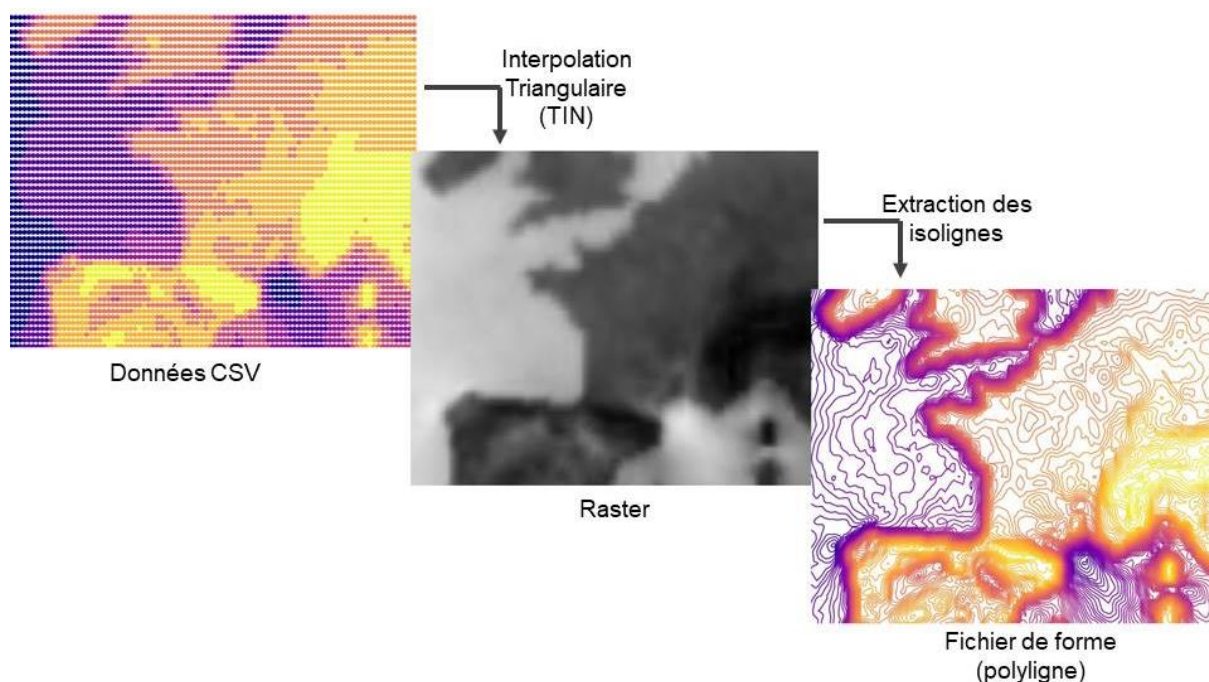


Figure 12 : illustration des traitements réalisés sous QGIS avec la vitesse médiane des vents au printemps

Les résultats des interpolations permettent d'extraire les isolignes de hauteur significative de vagues et de vitesse de vent en fonction des limites utilisées. Enfin, en croisant les résultats, on obtient des espaces de pratique potentiels en fonction de la saison et de la catégorie des navires.

Les espaces de pratique potentiels résultants de cette partie sont ensuite intersectés avec les zones de navigation. En découle de nouveaux jeux de données qui permettent de visualiser les espaces de navigation potentiels d'un navire de plaisance par rapport à trois paramètres : la saison, la catégorie de conception du navire et du matériel de sécurité embarqué.

4 Résultats

A partir des limites imposées par la réglementation et des données disponibles, différentes hypothèses ont été faites. Celles-ci ont permis d'aboutir à plusieurs résultats cartographiques.

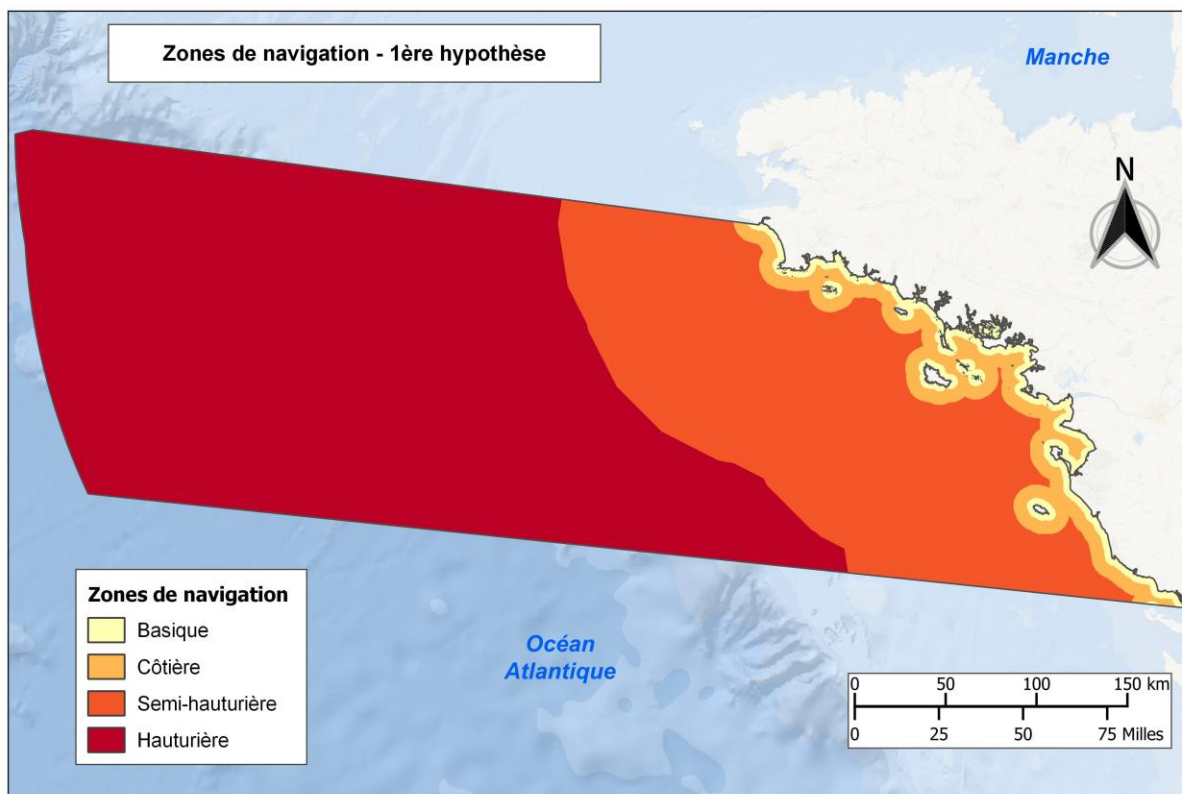
4.1 Zones de navigation

Les zones de navigations sont déterminées en fonction d'une distance maximale à laquelle les navires peuvent s'éloigner d'un abri en fonction du matériel de sécurité embarqué. Les abris étant des espaces mobiles dans l'espace et le temps, il n'est pas possible de les localiser précisément. Par conséquent, à l'aide de différents jeux de données, les zones d'abris ont été cartographiées selon différentes hypothèses sur leur localisation.

4.1.1 1^{ère} hypothèse

La première hypothèse est de considérer l'ensemble des zones côtières constituées de sable ou de vase et les zones artificialisées comme potentielles zones d'abri. Au total l'ensemble couvre un peu plus de 30 % des côtes du site pilote (45 % étant des valeurs nulles, majoritairement situées dans les estuaires).

Les résultats obtenus (Carte 2) ne montrent pas de ruptures importantes dans les zones de navigation, basique et côtière, qui semblent longer le trait de côte. Un navire ayant un équipement basique pourrait donc longer la côte, il resterait, dans les recommandations liées aux conditions d'utilisation des navires de plaisance. Néanmoins, avec une limite à 2 milles, il ne sera pas possible de rallier la côte depuis certaines îles trop éloignées, comme Belle-Île-en-mer ou L'Île-d'Yeu (Annexe 2). Ce qui, a contrario, ne pose pas de problème avec un équipement côtier qui permet cette fois de longer l'intégralité de la côte et d'accéder aux différentes îles.



Source : © Géomorphologie du trait de côte - EEA / Cerema ; © Esri

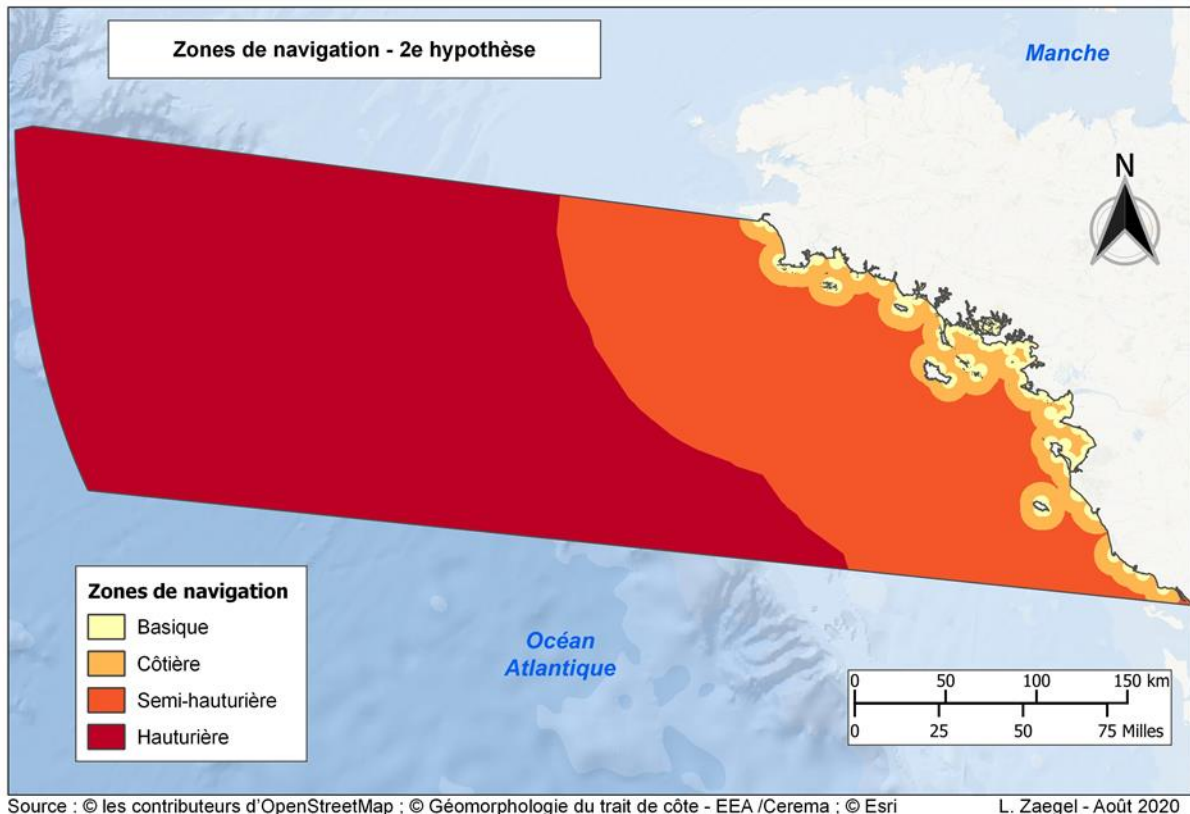
L. Zaegel - Août 2020

Carte 2 : Zones de navigation – 1^{ère} hypothèse

Concernant la zone de navigation semi-hauturière, qui s'étend jusque 60 milles, soit 111 km, elle permet aux navires de s'éloigner de la côte jusqu'à la limite réglementaire. La zone hauturière permet de naviguer sur toute l'étendue du site pilote.

4.1.2 2^e hypothèse

La deuxième hypothèse utilise conjointement des données OSM et la nature du trait de côte. Les zones d'abris sont ; les zones artificialisées (7 % du trait de côte sur le site pilote) et les zones de mouillage et lieux de mise à l'eau collectés dans OSM. Cela réduit grandement les zones d'abris, en comparaison à la 1^{ère} hypothèse, modifiant ainsi les zones de navigation, et plus particulièrement la zone de navigation basique (Carte 3).



Carte 3 : Zones de navigation - 2e hypothèse

Il n'y a pas de changement notable entre la première et la deuxième hypothèse pour les zones de navigation hauturière et semi-hauturière. De même, la zone de navigation côtière reste assez proche du premier résultat, avec une perte de surface de 6 % (Tableau 1). On constate tout de même pour cette zone, une rupture au sud-est du site pilote.

Zone	Surface H1 (ha)	Surface H2 (ha)
Basique	269 721	215 329 (-20 %)
Côtière	444 549	417 928 (-6 %)
Semi-hauturière	3 068 372	3 140 604 (+2 %)
Hauturière	6 529 682	6 538 464 (0 %)

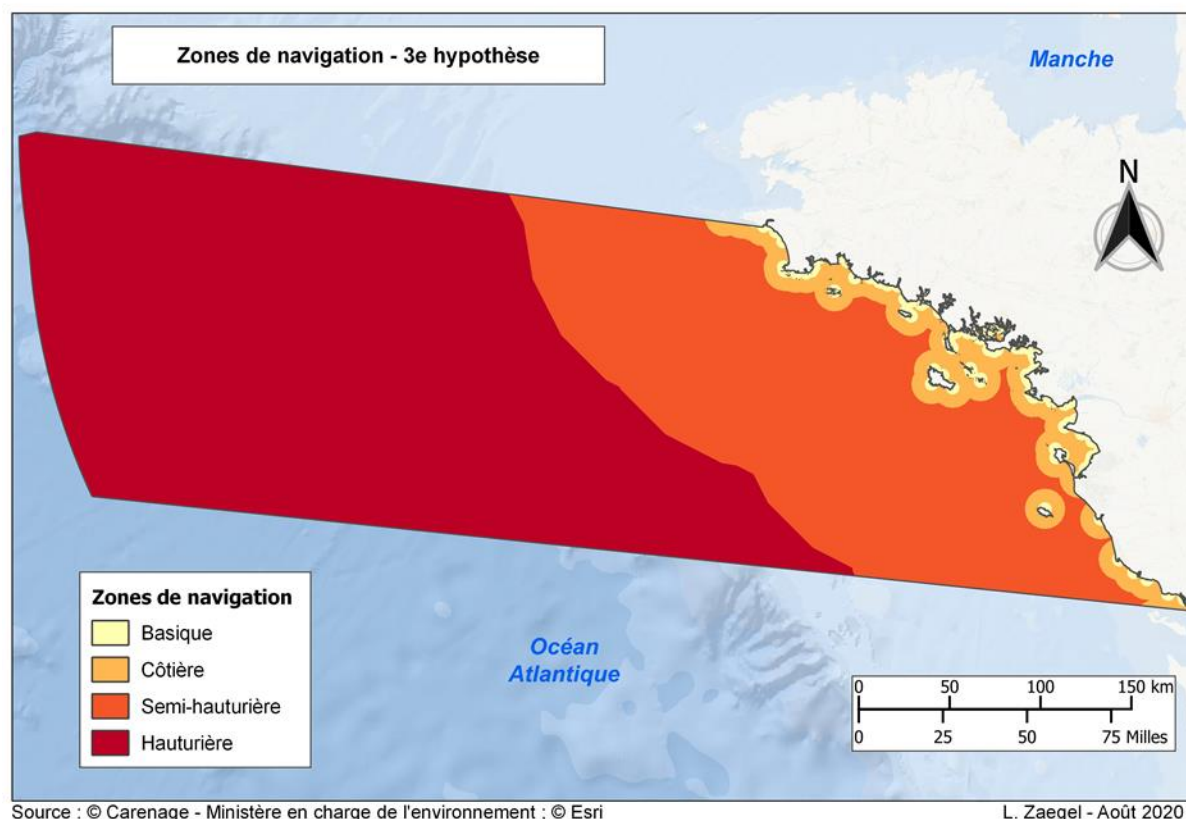
Tableau 1 : Surfaces des zones de navigation de la 1ère et 2e hypothèses

Le changement le plus important se fait sur la zone de navigation basique. Celle-ci est saccadée, divisée en de multiples petites zones, là où on pouvait observer, dans un premier temps, une zone quasiment uniforme. Aussi, pour L'Île-d'Yeu et Belle-Île, cette zone ne fait plus intégralement le tour de l'île. D'après les valeurs de surface, la zone basique couvrait près 270 000 ha dans la première hypothèse. Elle ne représente ici qu'une surface de 215 000 ha, soit un écart de 20 %.

4.1.3 3^e hypothèse

La troisième et dernière hypothèse repose uniquement sur les ports de plaisance et zones de mouillage répertoriés par le Cerema.

A nouveau, en raison de la surface qu'elles occupent, on ne constate aucun changement majeur concernant les zones de navigation hauturière et semi-hauturière (Carte 4).



Carte 4 : Zones de navigation – 3^e hypothèse

La zone côtière se trouve plus découpée, notamment à l'est de L'Île-d'Yeu, au sud-est de site. On observe 4 espaces distincts : un autour de L'Île-d'Yeu, un autre isolé au niveau de Saint-Gilles-Croix-de-Vie et deux autres, plus vaste au sud et au nord. La surface totale de la zone diminue par la même occasion, de quelques hectares, environ 40 000 ha (10 %) (Tableau 2).

Zone	Surface H1 (ha)	Surface H3 (ha)
Basique	269 721	164 608 (-39 %)
Côtière	444 549	402 663 (-9 %)
Semi-hauturière	3 068 372	3 397 984 (+11 %)
Hauturière	6 529 682	6 347 069 (-3 %)

Tableau 2 : Surfaces des zones de navigation de la 1ère et 3e hypothèses

A nouveau, la zone de navigation basique est celle qui subit le plus de changements. On constate ici une seule zone au nord de L'Île-d'Yeu. A Belle-Île, il y en plus des zones basiques au nord et à l'est de l'île, un petit espace au sud-ouest. Aussi, vers l'île de Noirmoutier la zone basique est encore diminuée. On retrouve des zones de navigation sur la pointe nord mais plus au sud de l'île. Globalement, elle ne représente plus que 60 % de la surface couverte lors de la première hypothèse.

4.2 Espaces de pratique potentiels des catégories de conception

Les espaces de pratique potentiels ont été modélisés à partir des limites préconisées par la réglementation concernant les conditions météorologiques auxquelles chaque catégorie de navire peut faire face. Dans un premier temps, ces limites ont été utilisées telles quelles. Dans un second temps, les paramètres de hauteur significative de vagues des catégories C et D ont été modifiés en s'appuyant en partie sur les paramètres utilisés par le Cerema pour la cartographie des zones maritimes.

4.2.1 Espaces de navigation à partir des limites imposées aux catégories de conceptions

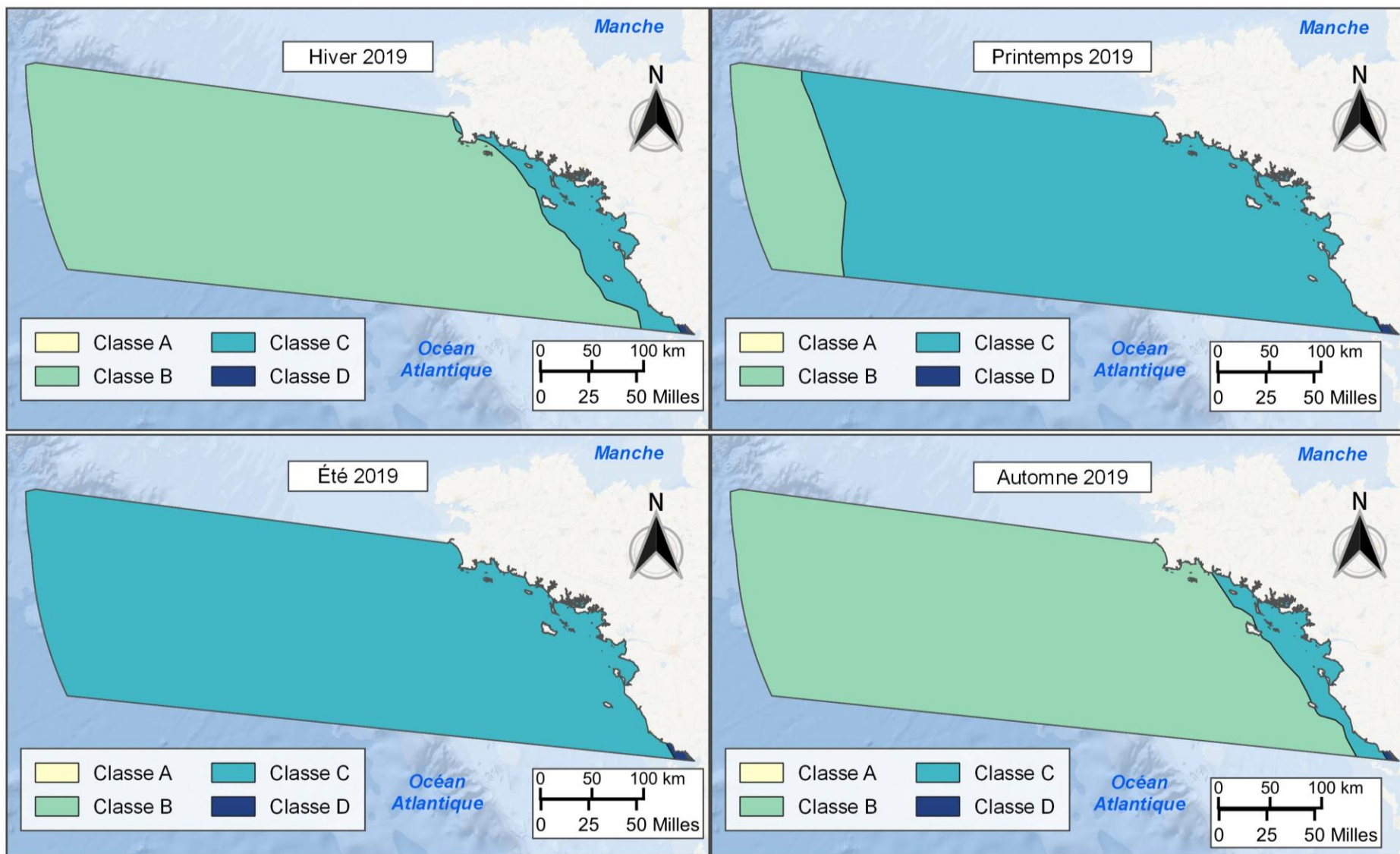
Pour rappel, à partir des valeurs médianes de vitesse de vent et hauteur significative de vagues par saison, les isolignes correspondant aux limites de chaque catégorie ont été extraites. Ce qui a permis de découper les espaces de navigation de chaque classe. Il a été choisi de travailler à partir de la médiane plutôt que la moyenne afin d'éviter l'influence des valeurs extrêmes.

On constate deux tendances sur les résultats (Carte 5). En effet, les espaces de navigation modélisés en hiver et en automne sont très proches. De même pour le printemps et l'été. Ces deux tendances reflètent l'évolution saisonnière des paramètres utilisés (Annexe 3 et Annexe 4).

Ces similarités sont surtout vraies pour la catégorie C, qui est la seule classe dont les limites évoluent de façon notable. En comparaison, la zone de navigation de la classe A, et par conséquent, les limites de la catégorie B n'apparaissent sur aucun résultat.

Aussi, l'espace de navigation potentiel de la classe D est restreint au Pertuis Breton (détroit au nord de l'Île-de-Ré), qu'importe la saison. Celui de la catégorie C, en hiver et automne, s'étend du sud-est du Finistère jusqu'au Pertuis Breton sans rupture. Néanmoins, en hiver, la zone comprend une petite partie située au sud de la pointe du Raz et englobe Belle-Île-en-Mer et L'Île-d'Yeu. Alors qu'en automne la zone passe à l'est de ces îles.

Espaces de navigation des catégories de conception de navires



Source : Generated using Copernicus Climate Change Service information ; © Esri

L. Zaegel - Août 2020

4.2.2 Espaces de navigation déterminés à l'aide de nouveaux paramètres d hauteur significative des vagues pour les classes C et D

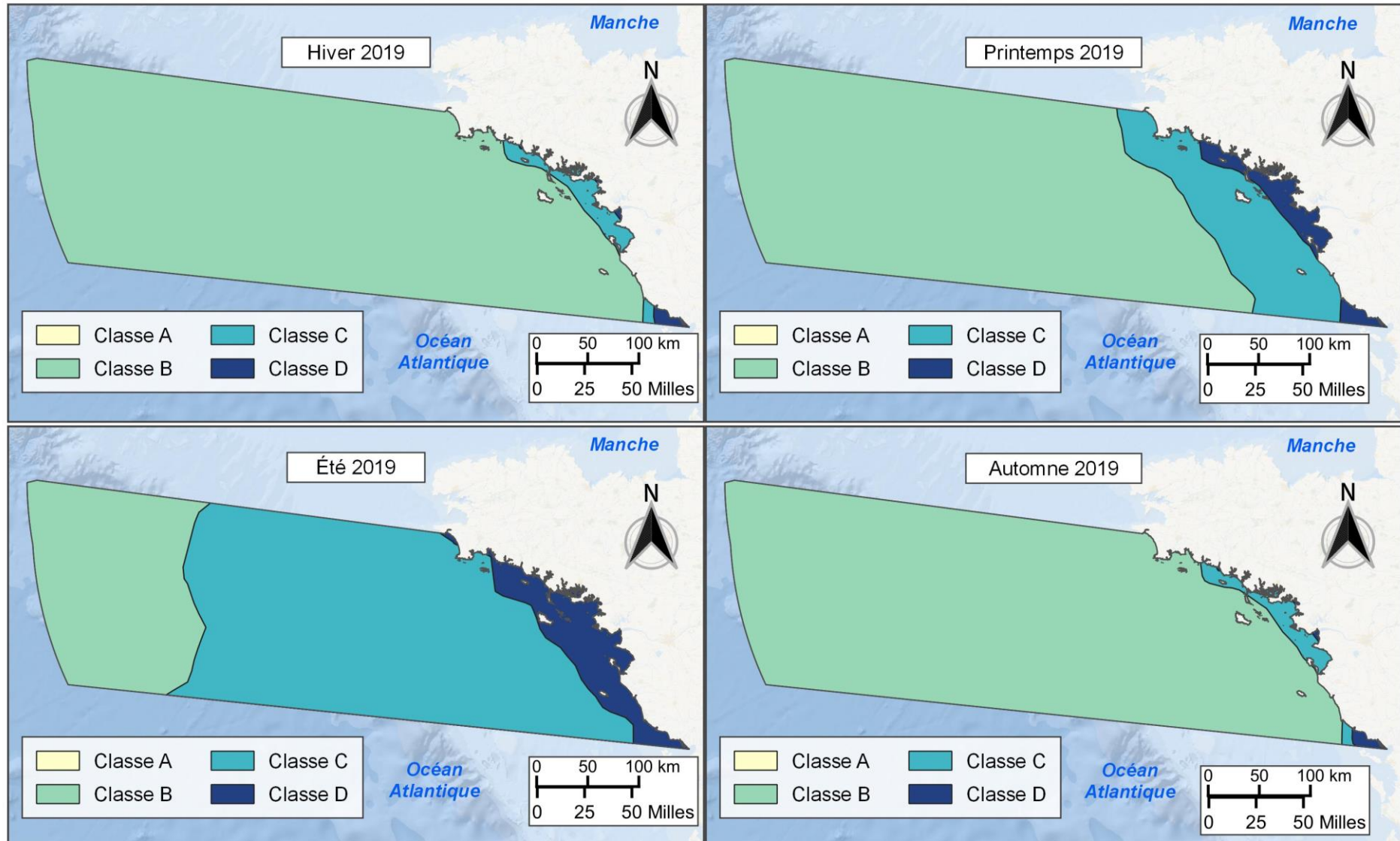
Pour cette partie, on utilise pour la vitesse du vent, comme pour les premiers résultats, les isolignes correspondantes aux limites de chaque catégorie extraite à partir des valeurs médianes. Pour la hauteur significative des vagues on utilise les statistiques de 90^e centile dont on extrait les isolignes les catégories C et D. Et les limites de hauteur significative sont de 1,5 m pour la catégorie D et 2,5 m pour la catégorie C.

On observe ici (Carte 6), comme pour les résultats présentés avant, que la catégorie A n'apparaît pas dans l'emprise du site pilote. On constate aussi, une tendance encore très similaire, même identique, entre l'hiver et l'automne. On retrouve, pour la catégorie D un espace favorable dans le Pertuis Breton, mais aussi plusieurs petites zones, vers Lorient et les estuaires de la Vilaine et de la Loire. L'espace de navigation de la catégorie C est divisé en deux. Avec, un espace proche de la côte qui s'étend de Pont-Aven (Finistère sud) jusqu'à l'île de Noirmoutier et un autre à la sortie du Pertuis Breton.

Au printemps, les espaces des classes C et D s'étendent. La catégorie D peut potentiellement naviguer dans les mêmes espaces que la C en période hivernale. Et la catégorie C peut naviguer plus au large ayant ainsi accès à l'ensemble de la côte et des îles présentes dans l'emprise du site pilote.

Enfin, en été, les limites s'étendent encore un peu plus vers le large, notamment pour la catégorie C. Les navires de catégorie D ont un espace de pratique proche de la côte, mais qui ne dépasse pas l'archipel des Glénan.

Espaces de navigation des catégories de conception de navires



Source : Generated using Copernicus Climate Change Service information ; © Esri

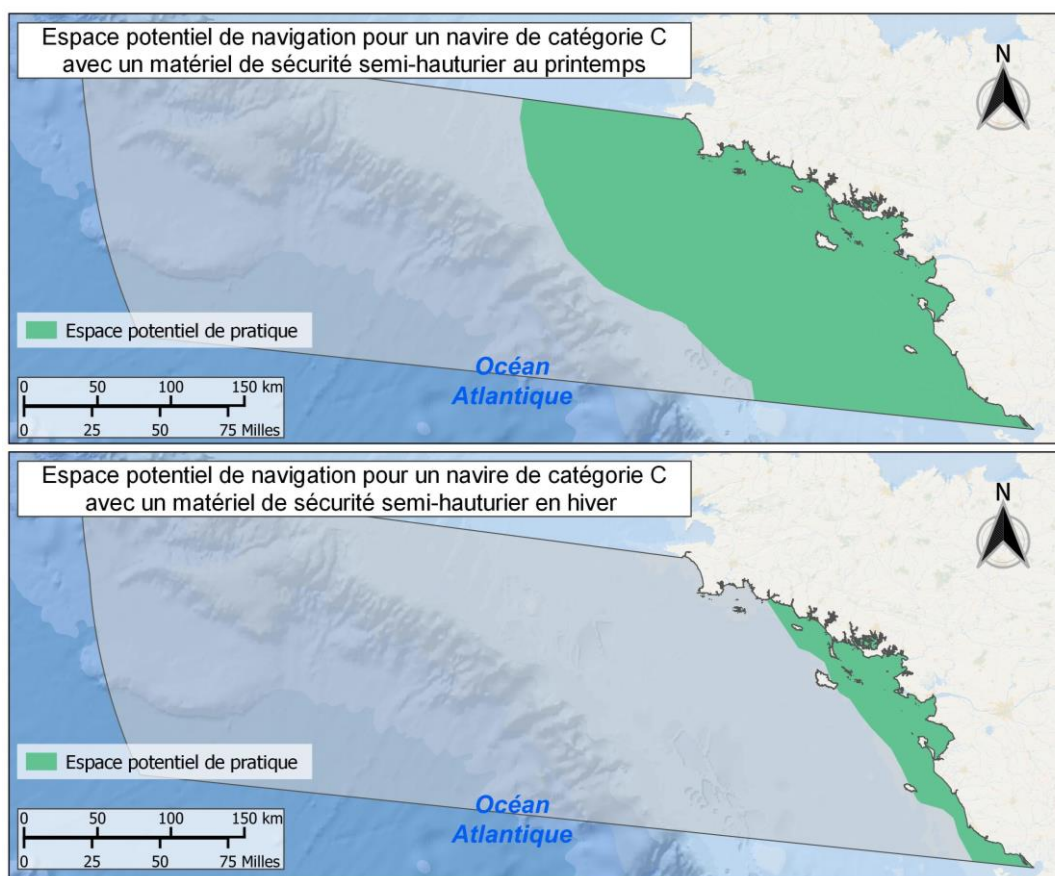
L. Zaegel - Août 2020

Carte 6 : Espaces de navigation des catégories de conception de navires par saison, avec des paramètres modifiés d'hauteur significative des vagues pour les classes C et D

4.2.3 Intersection des zones de navigation et des espaces de pratique potentiels des catégories de conception

Les zones de navigation et les espaces de pratique potentiels des catégories de conception ont été croisés afin d'observer les territoires potentiels de navigation en fonction : de la saison, de la catégorie du navire et du matériel de sécurité embarqué. Pour les exemples suivants, ce sont les résultats de la 1^{ère} hypothèse et de la partie 4.2.1 qui ont donc été intersectés.

Les cartes suivantes montrent les territoires potentiels de pratique pour un navire de plaisance de catégorie C ayant à son bord le matériel de sécurité semi-hauturier au printemps puis en hiver. Au printemps, le navire sera limité à la zone de navigation hauturière, tandis qu'en hiver, ce sont les limites liées à la catégorie du navire qui le cantonneront.



L. Zaegel - Août 2020

Carte 7 : Espaces potentiels de pratique pour un navire de plaisance de catégorie C avec matériel de sécurité semi-hauturier au printemps et en hiver

5 Discussion et perspectives

➤ Données et méthode

La méthode, les hypothèses et les données utilisées ont permis d'estimer plusieurs espaces potentiels de pratique pour la navigation de plaisance. Les modèles réalisés à partir des limites imposées par la réglementation offrent une première approche qui permet de déterminer les étendues maximales. Celles-ci peuvent être affinées par l'ajout de nouvelles hypothèses et de nouvelles données. En effet, aux limites de réglementation peuvent s'ajouter les contraintes environnementales (zones de dangers, biodiversité, espaces naturels protégés) et socio-économiques (espace réservé à la pratique d'une activité, zones de tensions entre différents acteurs).

Concernant les jeux de données utilisés, ils ont tous une emprise qui couvrent, à minima, l'espace maritime de la France métropolitaine, ce qui permettra de répéter le travail réalisé sur le reste de la zone d'étude de la Chaire. Cependant, travailler sur une emprise aussi vaste réduit le nombre de données disponibles. La majorité des données concernant les espaces maritimes sont réalisées à des échelles départementales ou régionales. Il faut aussi envisager que toutes les données existantes n'ont pas forcément été répertoriées.

Pour les espaces de pratique potentiels liés aux catégories de conception, il a été décidé, dans un premier temps, de travailler avec des données météorologiques provenant d'un même produit. Ces données peuvent être complétées ou remplacées par des données provenant d'autres produits. Par exemple, le Copernicus Marine Service Information propose un produit de réanalyse globale des vagues décrivant les états de mer depuis 1993. Ce produit inclut la variable de hauteur significative des vagues avec une résolution spatiale de $0,2^\circ \times 0,2^\circ$ degrés, contre $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ pour les données ERA5.

De plus, au vu du volume très important de données, le choix fut de prendre uniquement l'année 2019 pour limiter les temps de traitements. S'il est intéressant de noter les variations saisonnières au cours d'une année, une comparaison interannuelle pourrait permettre de comparer plusieurs années entre elles.

Le choix de travailler par saison s'est fait sur le postulat que la pratique des activités de loisirs, plus particulièrement la navigation de plaisance, n'est pas la même en fonction des saisons et que les paramètres météorologiques, varient en fonction des saisons. Les résultats obtenus valident cette hypothèse, les espaces de navigation étant très différents, notamment entre automne-hiver et printemps-été. Mais les travaux pourraient être reproduits sur des périodes différentes (un mois, une journée). Il est possible que d'autres périodes puissent être déterminées

après une analyse des séries temporelles des paramètres météo, permettant de déterminer s'il existe ou non, des cycles intra-annuels.

Pour les zones de navigation, les résultats ont montré que les zones basique et côtière varient de façon beaucoup plus significative que les autres zones en fonction des données et hypothèses utilisées pour définir les abris. Abris qui dépendent de la météo, du type de navire, mais aussi, de l'interprétation du navigateur. Plusieurs paramètres qui ne permettent pas de localiser définitivement les abris dans l'espace et le temps. Ainsi, les zones de navigations modélisées ne seront jamais la représentation parfaite de la réalité, mais seulement des approximations très généralistes.

On peut donc supposer que les résultats de la première hypothèse, où les zones basique et côtière longent intégralement la côte, représentent l'espace maximal de ces zones. En effet, les espaces accessibles pour ces deux échelons pourraient difficilement être augmentés. Cela pourrait correspondre à une journée d'été, sans vent et une mer particulièrement calme, où toutes les plages, baies, etc. pourraient être des abris. A l'inverse les deuxième et troisième hypothèses restreignent les zones d'abris aux ports et zones de mouillage, faisant abstraction des potentielles zones d'abris naturelles (plage, baie, lagune). Les zones de navigations sont donc minimisées.

De plus, les données OSM de la deuxième hypothèse restent des données participatives, elles ne sont pas validées et dépendent des contributeurs et de leurs connaissances du territoire. Aussi, tous les territoires ne sont pas égaux, certains peuvent être mieux renseignés que d'autres.

Ainsi, à la différence des méthodes qui utilisent des données collectées spécifiquement pour une étude, la modélisation réalisée avec les données préexistantes ne peut aboutir qu'à des modèles. De plus, il est difficile de statuer sur la meilleure hypothèse à choisir, un travail sur la précision et la qualité des données doit être mené afin de déterminer les jeux de données les plus pertinents pour la modélisation.

➤ **Perspectives**

Les résultats sont à ce stade théoriques. Ils gagneraient en robustesse s'ils faisaient l'objet d'études complémentaires. Par exemple :

- (i) Complexifier la modélisation et affiner les espaces potentiels de pratiques par l'intégration de nouvelles données et de nouvelles hypothèses.

- (ii) Réaliser une validation empirique, via des observations sur le terrain ou des enquêtes auprès d'usagers de la plaisance et/ou de personnes-ressources
- (iii) Réaliser une recherche participative avec des ateliers de modélisation avec des acteurs.

Prochainement, dans le cadre d'une journée d'atelier où différents professionnels du domaine maritime seront réunis, les résultats, les données et la méthode présentés dans ce mémoire pourront être soumis aux savoirs et critiques de ses professionnels.

De plus, des données de capacité d'accueil des ports et zones de mouillage permettrait d'apporter des informations quantitatives aux résultats, mais aussi d'identifier des potentielles zones de concentration de navires offrant la possibilité de modéliser des bassins de navigation à partir de ces zones.

Enfin, afin d'intégrer les informations socio-économiques, plusieurs maillages ont été mis en place. Une analyse par maille via la mise en place d'indicateurs d'activités pourrait être intéressante afin de créer une matrice permettant de lier représentation spatiale et potentiel économique des activités de loisirs.

6 Conclusion

Le travail réalisé au cours de ce stage est une première étape vers l'accompagnement de la planification de l'espace maritime. Il a permis, d'une part, de répertorier différentes méthodes permettant d'aboutir à une spatialisation des usages anthropiques en mer et, d'autre part, de déterminer à partir d'une de ces méthodes, des territoires potentiels de pratique de la plaisance.

Quatre méthodes ont été inventoriées à partir de la littérature scientifique. Trois d'entre elles (l'observation directe, l'analyse d'image et les enquêtes) ont été jugées inadéquates par rapport au projet. En effet, celles-ci sont plus appropriées à des zones d'études de taille bien inférieure à celle de l'emprise de l'espace maritime métropolitain.

Ainsi, la modélisation à partir d'informations, d'hypothèses et de données existantes a permis d'aboutir aux premiers résultats de spatialisation des espaces potentiels de plaisance, en se reposant notamment sur les limites de navigation réglementaires.

Dans un premier temps, les zones de navigation associées au matériel de sécurité présent à bord des navires ont été réalisées à l'aide de plusieurs jeux de données, cela afin de tester différentes hypothèses liées aux zones d'abris. Les résultats obtenus ont mis en évidence la fluctuation des espaces couverts par les zones basique (2 milles d'un abri) et côtière (6 milles d'un abri) en fonction de la densité d'abri le long de la côte.

Les zones de navigation des catégories de conception délimitées à partir des conditions météorologiques ont présenté une grande variabilité spatio-temporelle des limites des classes C et D en fonction des saisons.

L'intersection des résultats a permis de représenter les territoires potentiels de pratique en tenant compte du type de navire, du matériel de sécurité ainsi que la saison. En utilisant uniquement les limites réglementaires, les espaces potentiels modélisés sont maximisés. L'intégration de nouvelles données et l'ajout de nouvelles hypothèses permettront d'affiner ces espaces.

Enfin, les données utilisées étant disponibles sur l'ensemble de l'espace maritime métropolitain, les modèles réalisés pourront être reproduits pour couvrir toute la zone d'étude du projet. Néanmoins, les espaces de pratique modélisés restent théoriques, et bien que la réglementation impose certaines limites et contraintes à la pratique de la plaisance, la principale limite, dans un espace aussi vaste, est celle que se fixe le plaisancier.

Bibliographie

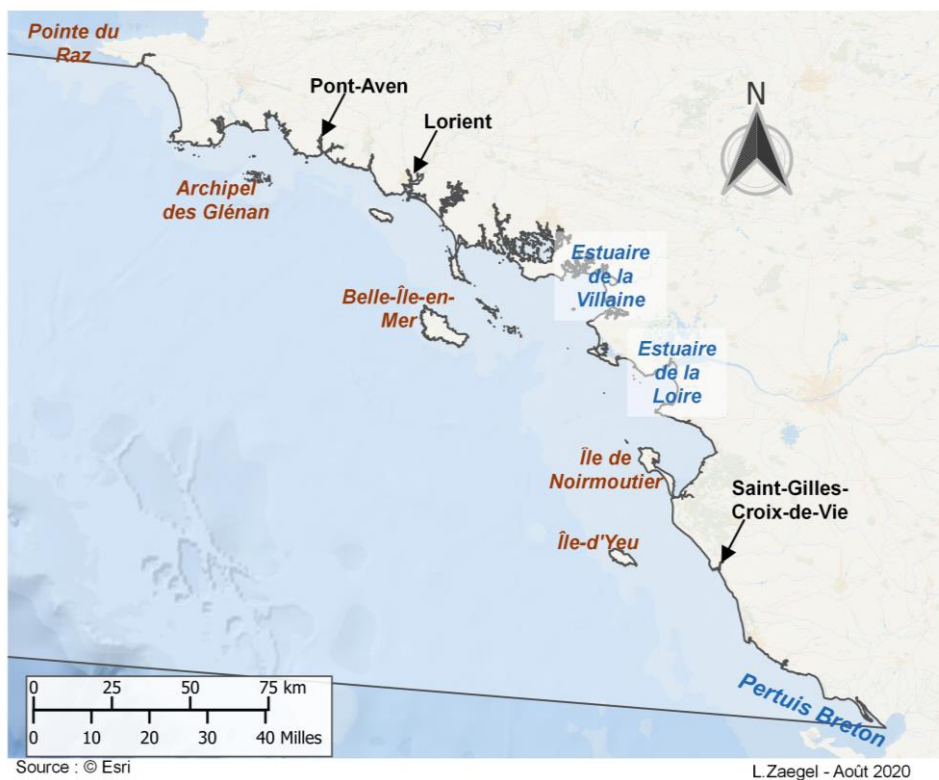
- Balaguer P., Diedrich A., Sardá R., Fuster M., Cañellas B. et Tintoré J., 2011, Spatial analysis of recreational boating as a first key step for marine spatial planning in Mallorca (Balearic Islands, Spain), *Ocean & Coastal Management*, 54(3), p. 241-249.
- Baldwin K. et Mahon R., 2014, A Participatory GIS for Marine Spatial Planning in the Grenadine Islands, *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 63(1), p. 1-18.
- CETMEF, 2011, *Fiches synthétiques de mesure des états de mer. Détail des traitements*. Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, p. 21.
- Dalton T., Thompson R. et Jin D., 2010, Mapping human dimensions in marine spatial planning and management: An example from Narragansett Bay, Rhode Island, *Marine Policy*, 34(2), p. 309-319. D
- Dupont C., Gourmelon F., Meur-Ferec C., Herpers F. et Le Visage C., 2020, Exploring uses of maritime surveillance data for marine spatial planning: A review of scientific literature, *Marine Policy*, 117, p. 25.
- Eastern Research Group, 2010, *A review and summary of human use mapping in the marine and coastal zone*, (Report on human use mapping methods), p. 48.
- Gourmelon F., Le Guyader D., Fontenelle G., LEVREL H., Tissot C., Bonneau De Beaufort L. et Rouan M., 2013, *Modélisation et scénarisation des activités humaines en rade de Brest*, p. 120.
- Gray D. L., Canessa R. R., Peter Keller C., Dearden P. et Rollins R. B., 2011, Spatial characterization of marine recreational boating: Exploring the use of an on-the-water questionnaire for a case study in the Pacific Northwest, *Marine Policy*, 35(3), p. 286-298.
- Landré M., 2009, Analyzing yachting patterns in the Biesbosch National Park using GIS technology, *Technovation*, 29(9), p. 602-610.
- Le Tixerant M., Gourmelon F., Tissot C. et Brosset D., 2011, Modelling of human activity development in coastal sea areas, *Journal of Coastal Conservation*, 15(4), p. 407-416.

- Le Tixerant M., Gourmelon F. et Véron G., 2006, *Modélisation du déroulement d'activités humaines en mer côtière, scénarios appliqués à la mer d'Iroise.*, La Baule. Communication présentée au Interfaces Nature-Société : analyses et modèles.
- Mahboubi P., Parkes M., Stephen C. et Chan H. M., 2015, Using expert informed GIS to locate important marine social-ecological hotspots, *Journal of Environmental Management*, 160, p. 342-352.
- Ortolland D., 2010, la délimitation des espaces maritimes, in *Atlas géopolitique des espaces maritimes : frontières, énergie, transports, piraterie, pêche et environnement : première cartographie exhaustive du plateau continental*. Editions TECHNIP, p.13-28.
- Perras L., Peuziat I., Le Berre I., Maulpoix A., Brigand L. et Corre N. L., 2015, Vers un nouveau modèle de la plaisance ? Profils et pratiques des plaisanciers du Finistère, *Norois*, (236), p. 39-56.
- Peuziat I. et Le Berre I., 2015, *Cartographie des activités humaines en mer côtière*. LETG-Brest Géomer, UMR 6554 CNRS, IUEM-UBO, Brest. p. 87.
- Sonnic E., 2004, Le bassin de navigation : d'une pratique de l'espace de loisir à la construction d'un territoire ?, *Norois*, (190), p. 55-66.
- Sonnic E., 2008, *La navigation de plaisance : une activité touristique « amphibie » entre espaces de pratiques et territoires de gestion*. Communication présentée au Le littoral : subir, dire, agir, p.18.
- Tonini B. et Trouillet B., 2005, Les bassins de navigation : éléments d'une typologie., in N B. (dir.), *Le nautisme. Acteurs, pratiques et territoires*. Presses Universitaires de Rennes (PUR), p.29-48.

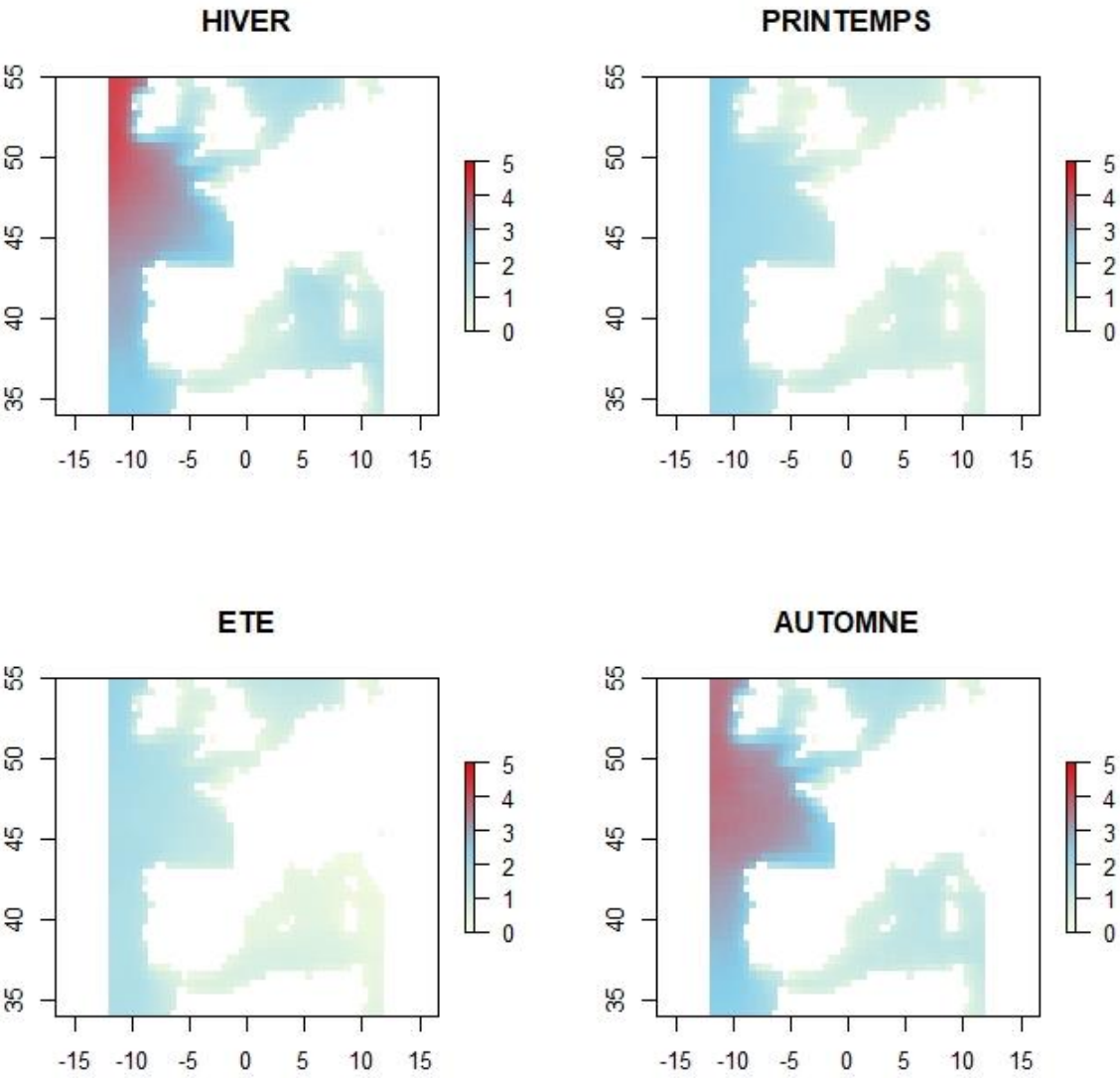
Annexe 1 : Echelle de Beaufort

Force	Appellation	Vitesse du vent			Etat de la mer
		noeud	km/h	m/s	
0	calme	< 1	< 1	0 à 0,2	Mer d'huile, miroir
1	très légère brise	1 à 3	1 à 5	0,3 à 1,5	Mer ridée
2	légère brise	4 à 6	6 à 11	1,6 à 3,3	Vaguelettes
3	petite brise	7 à 10	12 à 19	3,4 à 5,4	Petits moutons
4	jolie brise	11 à 16	20 à 28	5,5 à 7,9	Nombreux moutons
5	bonne brise	17 à 21	29 à 38	8,0 à 10,7	Vagues, embruns
6	vent frais	22 à 27	39 à 49	10,8 à 13,8	Lames, crêtes d'écume étendues
7	grand frais	28 à 33	50 à 61	13,9 à 17,1	Lames déferlantes
8	coup de vent	34 à 40	62 à 74	17,2 à 20,7	Les crêtes des vagues partent en tourbillon d'écume
9	fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	20,8 à 24,4	
10	tempête	48 à 55	89 à 102	24,5 à 28,4	Les embruns obscurcissent la vue, on ne voit plus rien
11	violente tempête	56 à 63	103 à 117	28,5 à 32,6	
12	ouragan	64 et plus	118 et plus	> 32,7	

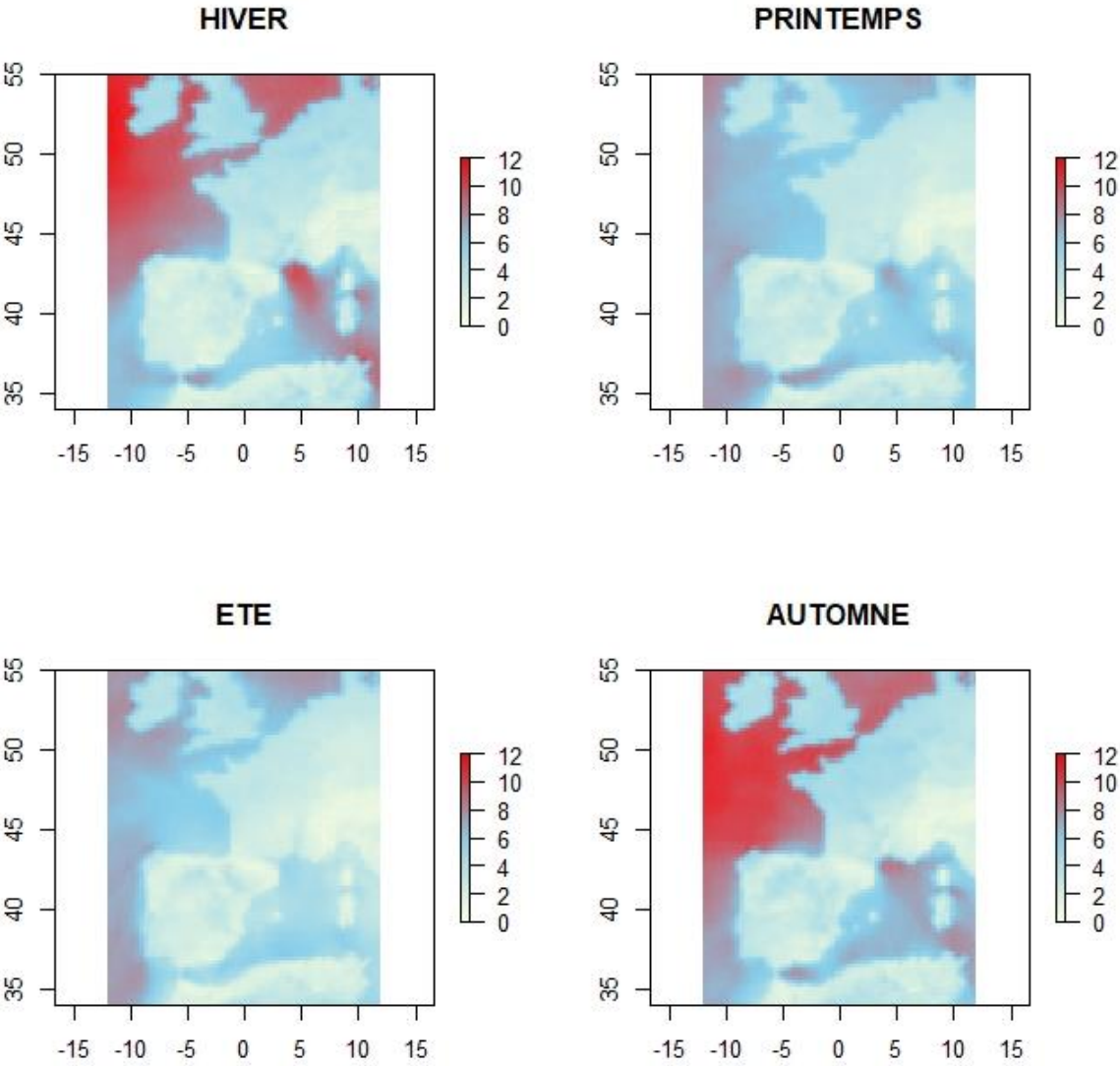
Annexe 2 : Cartographie des lieux cités dans le mémoire



Annexe 3 : Hauteurs significatives médianes des vagues (en m) par saison, 2019



Annexe 4 : Vitesse médiane du vent (en m.s⁻¹) par saison, 2019



**Master Observation de la Terre et Géomatique
2018-2019**

RESUME :

Apporter les connaissances nécessaires à la planification de l'espace marin est l'une des actions menées par le projet Chaire maritime. Pour cela, une première étape est de déterminer les territoires de pratique des activités humaines. Parmi elles, les activités de loisirs qui sont peu représentées et encore rarement documentées.

La réglementation impose différents paramètres limitant la pratique des activités de loisirs et plus particulièrement les espaces de navigation de plaisance. Le premier paramètre détermine des zones de navigation auxquelles les navigateurs doivent se cantonner en fonction du matériel de sécurité présent à bord du navire. La seconde détermine les conditions météorologiques par lesquelles un bateau peut, ou non, naviguer. À partir de ses informations différents jeux de données ont été récupérés, à partir desquels plusieurs hypothèses ont été émises afin de déterminer des territoires de pratique potentiels de la plaisance sur le site d'étude "Bretagne Sud et Pays de la Loire".

MOTS-CLES : Planification de l'espace marin - Activités humaines en mer - Plaisance - Territoires de pratique potentiels

ABSTRACT:

Providing the necessary knowledge for marine spatial planning is one of the actions carried out by the Chaire Maritime project. To do this, a first step is to determine the territories of human marine activities. Among them are leisure activities that are poorly represented and still rarely documented.

The regulations enforce various parameters limiting the practice of these activities and more particularly yachting areas. The first parameter determines navigation zones to which navigators must confine themselves according to the safety equipment that is on board the vessel. The second determines the weather conditions under which a boat may or may not sail. From this information, different sets of data were recovered, from which several hypotheses were put forward in order to determine potential practice territories on the study site "South Brittany and Pays de la Loire".

KEYWORDS: Marine spatial planning - Human marine activities – Yachting - Potential practice territory