



HAL
open science

Modélisation des activités humaines en mer côtière

Damien Le Guyader

► **To cite this version:**

Damien Le Guyader. Modélisation des activités humaines en mer côtière. Géographie. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2012. Français. NNT : 2012BRES0020 . tel-00717420v2

HAL Id: tel-00717420

<https://theses.hal.science/tel-00717420v2>

Submitted on 22 Apr 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UBO

université de bretagne
occidentale



THÈSE / UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE

sous le sceau de l'Université européenne de Bretagne

pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE

Mention : géographie

École Doctorale des Sciences de la Mer

présentée par

Damien Le Guyader

Préparée à l'Institut Universitaire Européen de la Mer, Laboratoire Géomer, LETG UMR 6554 CNRS

Modélisation des activités humaines en mer côtière

Thèse soutenue le 5 juillet 2012
devant le jury composé de :

Darius BARTLETT
Professeur, University College Cork / *Rapporteur*

Christine VOIRON
Professeur des Universités, Université de Nice-Sophia Antipolis /
Rapporteur

Christophe CLARAMUNT
Professeur, Institut de Recherche de l'École Navale / *Examineur*

Stéphane PENNANGUER
Chargé de mission, Région Bretagne / *Invité extérieur*

Guy FONTENELLE
Professeur, Agrocampus Ouest / *Co-directeur de thèse*

Françoise GOURMELON
Directrice de recherche CNRS, LETG UMR 6554 -Géomer /
Directrice de thèse



REMERCIEMENTS

J'adresse ma profonde reconnaissance aux personnes qui ont contribué à l'élaboration de cette thèse, pour leur collaboration, leurs conseils et leur soutien.

Mes remerciements s'adressent tout particulièrement à Françoise Gourmelon à qui je dois ces premiers pas dans le domaine de la recherche. À l'initiative du sujet, elle a su par sa confiance, ses critiques toujours enrichissantes et son soutien, créer d'excellentes conditions d'encadrement au long de ces années. Sa rigueur et son honnêteté scientifique m'ont été d'un enseignement précieux. Je remercie également Guy Fontenelle d'avoir co-dirigé ce travail, pour l'apport d'un regard alternatif sur le sujet traité, ses conseils avisés et le partage de son expérience.

Je tiens à remercier vivement tous les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail: Darius Bartlett, Christophe Claramunt, Stéphane Pennanguer et Christine Voiron.

Je remercie également le laboratoire Géomer, dirigé par Louis Brigand, pour les conditions d'accueil remarquables, ainsi que toute l'équipe. Merci en particulier à Adeline Maulpoix pour l'aide considérable apportée à la relecture de ce document, à Isabelle Mescoff pour le soutien administratif durant ce travail, à Laurence David pour ses conseils divers et variés, aux doctorants et ex-doctorants, compagnons de route, qui se reconnaîtront. Merci également à Morgane Mercelle, Marc Le Moigne et Steven Lamarche pour leur aide pendant leurs stages et contrat.

Cette thèse a été enrichie par de nombreuses collaborations dans le cadre du projet « Rad2Brest ». À ce titre, je remercie Cyril Tissot, Mathias Rouan, Matthieu Le Tixerant et Iwan Le Berre pour tous leurs conseils. Je remercie vivement David Brosset pour son volontarisme, son ouverture d'esprit, et le temps passé à échanger autour de ce travail.

En substance, cette thèse repose sur toutes les personnes qui ont accepté de prendre du temps pour partager leurs savoirs et leurs expériences. Pour cela, je tiens à remercier chaleureusement David Appéré, Arnaud Appriou, Nicolas Baron, Alban Beaudouard, Nathalie Bernard, Jérémie Bourdoulous, Jean-Pierre Carval, Gérard Cholet, Gilles Cochard, Jean-Michel D'Angeli, Jean Daniel Derrien Le Faucheur, Franck Desmars, Catherine Dumas, Vincent Fraval, Thierry Giorgutti, Yves Goalabré, Yann Gonthier, Luce Goudedranche, Stéphane Hérou, Daniel Jégou, Patrice Jestin, Jean-Louis Jousni, Guy Korfer, Agathe Larzillière, Erwan Le Baccon, Romain Le Gall, André Le Gall, Jean-Michel Le Gall, Benoit L'Hostis, Gérard Liardet, Paul Marec, Philippe Masquelier, Pierre Maurice, Joël Moal, Anthony Morin, Jacques Omnes, Toussaint Poli, Cédric Razzini, Yves Riou, Lionel Rousset et Florence Sénéchal.

Ces remerciements ne peuvent s'achever sans une pensée à mes parents et mes sœurs ; puis à mes amis, Charlotte, Vincent, Kristell, Elen, Gildas, Yann et Yann, Morgane, Rozie : merci pour vos encouragements.

Enfin, Dorothée, depuis ma décision de reprendre les études "sur le tard", ton soutien à été inconditionnel et indéfectible. Pour cela, pour les compromis consentis, pour les moments passés seules avec nos chers *Fri louz* : **MERCI**.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE	9
PARTIE I. CADRE DE RECHERCHE	15
Chapitre 1. Pourquoi et comment décrire le déroulement spatio-temporel des activités humaines en mer côtière?	17
1. Le contexte	17
1.1 Gestion écosystémique en milieu marin	17
1.2 Gestion Intégrée de la Zone Côtière	20
1.3 Des cadres de gestion et des besoins parfois convergents	22
2. Le socio-système côtier	23
2.1 Éléments de définition	24
2.2 Typologies	27
3. La modélisation spatio-temporelle des activités humaines	31
3.1 Ancrage théorique	31
3.2 Application aux activités en mer côtière et aux conflits d'usages pour l'espace	33
Chapitre 2. La rade de Brest : un modèle d'étude adapté	39
1. Contexte géographique	39
1.1 Délimitation du site d'étude	39
1.3 De multiples activités maritimes	41
2. Des conflits d'usages en rade de Brest ?	45
2.1 Méthode	45
2.2 Résultats	45
3. La dynamique de gestion actuelle et passée	49
3.1 Méthode	49
3.2 Résultats	50
4. Typologie des activités humaines en rade de Brest et Base d'Information Géographique	53
4.1 Typologie des activités humaines en rade de Brest	53
4.2 Base d'Information Géographique (BIG)	55
Conclusion partielle	59

PARTIE II. COLLECTER DES DONNÉES SPATIO-TEMPORELLES 61

Chapitre 1. Collecter des données spatio-temporelles à dire d'acteurs : méthodologie 63

1. Démarche générale.....	63
2. Enquête par entretiens semi-directifs	64
2.1 Préparation de l'enquête	65
2.2 Réalisation et analyse des entretiens.....	73
3. Spatialisation des zones de pratiques à dire d'acteurs par l'intermédiaire d'un SIG	75
3.1 Ancrage théorique.....	75
3.2 Méthode générale	76
3.3 Constitution d'un SIG (préparation d'un document générique et adaptable).....	78
3.4 Conduite de la spatialisation pendant l'entretien.....	84
3.5 Traitement post-entretien et validation des données	86

Chapitre 2. Construire des territoires et des calendriers de pratiques : résultats91

1. Entretiens réalisés.....	91
2. Données spatiales	93
2.1 Zones de pratiques potentielles	93
2.2 Zones de pratiques issues de l'observation instrumentée.....	95
2.3 Zones de pratiques à dire d'acteurs.....	96
2.4 Synthèse par activité	99
2.5 Validation des zones de pratiques potentielles et à dire d'acteurs.....	108
2.6 Supports de l'information utilisés par les acteurs et échelles de numérisation	108
3. Données temporelles et quantitatives	114
3.1 Données réelles	114
3.2 Données à dire d'acteurs.	115
4. Données qualitatives	118
4.1 Résultats bruts.....	119
4.2 La grille d'incompatibilité	122
5. Limites de la méthode et discussion sur la nature des données collectées.....	127
5.1 Le mode d'échantillonnage	127
5.2 L'approche par entretien.....	129
5.3 Technique de numérisation.....	129
5.4 Validation des données	130
5.5 Nature des données collectées	130

Conclusion partielle132

PARTIE III. MODÉLISER LES ACTIVITÉS EN MER CÔTIÈRE : MÉTHODES ET RÉSULTATS **135**

Chapitre 1. Modéliser le déroulement des activités : méthodologie et résultats.....137

1. Méthode	137
1.1 Constitution et structuration de l'information.....	138
1.2 Élaboration d'indices de qualité des occurrences.....	150
1.3 Développement d'outils de requêtes spécifiques.....	154
2. Résultats	158
2.1 La base de données spatio-temporelles.....	158
2.2 Qualité des informations temporelles et quantitatives	159
2.3 Instantanés temporels : exemples des 24, 25 et 26 octobre 2009	161
3. Limites de la méthode	167

Chapitre 2. Analyse des interactions potentielles: méthodologie et résultats.....171

1. Méthode	171
1.1 Réalisation des intersections spatio-temporelles.	171
1.2 Calcul de variables « à dire d'acteurs »	172
1.3 Uniformisation spatiale	174
1.4 Réalisation des intersections spatiales.....	178
1.5 Représentation et analyse des résultats	178
2. Résultats	186
2.1 Qui ?.....	186
2.2 Quand ?	192
2.3 Où ?	197

Conclusion partielle **212**

CONCLUSION GÉNÉRALE **213**

BIBLIOGRAPHIE **225**

LISTE DES FIGURES, TABLEAUX, PHOTOGRAPHIES ET ENCADRÉS **243**

TABLE DES MATIÈRES **249**

ANNEXES **255**

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Avec 40% de la population mondiale vivant à moins de 100 km de la mer (Schwartz 2005), les mers côtières, parties marines des zones côtières, supportent une concentration croissante d'activités (Katsanevakis *et al.* 2011) telles que la pêche professionnelle, l'aquaculture, le transport maritime, l'extraction de matériaux, l'exploitation des énergies marines renouvelables, les activités de loisirs... (Cicin-Sain et Knecht 1998).

Ces activités, consommatrices d'espaces et de ressources, interagissent avec les écosystèmes dont elles peuvent modifier, individuellement ou de manière cumulative (Halpern *et al.* 2008), la structure et le fonctionnement (Lotze *et al.* 2006). Leur concentration et leur diversité génèrent également des interactions entre elles, pouvant être conflictuelles (Johnson et Pollnac 1989 ; Brody *et al.* 2004, 2006 ; Young *et al.* 2007).

C'est pourquoi décrire, analyser et comprendre les interactions complexes intervenant d'une part, entre les activités, et d'autre part, entre les activités et le milieu constituent des objectifs majeurs pour la communauté scientifique (Leslie et McLeod 2007) et la société civile (UNEP 2011). La prise en compte de ces enjeux environnementaux, économiques et sociaux en zone côtière, s'exprime globalement, au niveau international, en 1992 lors de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED, Rio), par la préconisation de mise en œuvre du concept de « développement durable » en adoptant une démarche de Gestion Intégrée de la Zone Côtière (GIZC) (Cicin-Sain et Knecht 1998). Selon Gourmelon *et al.* (2006), sa mise en œuvre implique cependant la disponibilité de connaissances pluridisciplinaires et la capacité à produire une information synthétique émanant des données initiales brutes. Dans ce contexte, Pittman *et al.* (2012) identifient certains besoins prioritaires, notamment pour la collecte de données pertinentes, leur intégration et analyse qui vont contribuer à décrire la distribution spatio-temporelle des activités en mer côtière, afin d'identifier les conflits potentiels existants ou à venir.

Mais, cet objectif se heurte à de multiples difficultés d'ordre méthodologique associées d'une part à la spécificité du milieu marin et d'autre part à la prise en compte des dimensions spatiales et temporelles des activités. Le milieu marin constitue un espace « ouvert » où, en dehors de certains secteurs présentant des contraintes physiques et réglementaires pour la navigation, les activités sont difficiles à cerner du fait de leur forte variabilité temporelle et spatiale. Il s'agit également d'un milieu où les « positions et les frontières des objets tendent à être plus floues que celles existant dans un environnement terrestre » (Wright et Goodchild 1997), ce qui accentue l'incertitude liée à la description des activités. De plus, il existe peu de données disponibles renseignant à la fois leur emprise spatiale, leur dynamique temporelle et leur intensité (St. Martin et Hall-Arber 2008). Lorsqu'elles existent, ces données sont le plus souvent éparses ou agrégées, rendant ainsi

difficile toute mise en cohérence entre les dimensions spatiales, temporelles et quantitatives. Une autre difficulté consiste à structurer et exploiter l'information spatio-temporelle tant du point de vue conceptuel que dans sa mise en œuvre (Langran 1992 ; Peuquet 1994 ; Claramunt et Thériault 1995). Selon Yuan (2008), il n'existerait pas encore de cadre robuste d'analyse ni d'outils statistiques adaptés pour étudier les propriétés de l'espace-temps en géographie et en particulier la distribution des structures (*patterns*) spatio-temporelles.

Cette thèse¹ s'inscrit dans le cadre du projet de recherche «Modélisation et scénarisation des activités humaines en rade de Brest – Rad2Brest²» (Gourmelon 2011) soutenu par le programme Liteau (2010-2012). Ce projet a pour objectifs de « comprendre les interactions complexes générées par le déroulement des principales activités humaines d'un bassin maritime anthropisé, puis de proposer une approche et des outils favorisant la participation et la concertation ». Il associe des scientifiques de diverses disciplines (biologistes, économistes, informaticiens et géographes) et des personnes de la société civile (Comité Local des Pêches Maritimes du Nord Finistère, Parc Naturel Régional d'Armorique, Brest Métropole Océane, Région Bretagne). Il a en particulier vocation à développer une modélisation de la rade de Brest considérée comme un socio-éco système (Berkes et Folke 2002). La rade de Brest est choisie du fait de ses caractéristiques environnementales et anthropiques et des enjeux dont elle fait actuellement l'objet comme le maintien de l'activité de pêche, la mise en œuvre de Natura 2000 en mer ou la cohabitation de différentes activités.

Cette thèse contribue aux deux premières étapes du projet (Encadré 1), 1) la description des activités humaines en rade de Brest et 2) l'intégration des informations spatialisées dans un SIG, ainsi qu'à l'étape 4 portant sur la modélisation du déroulement des activités et de leurs interactions potentielles. Au cours de ces étapes (1,2 et 4), initiées et portées par les scientifiques, d'autres acteurs ont été mobilisés à différents niveaux d'intervention (ceux-ci sont précisés dans la suite du document).

¹ Ces travaux ont été financés par le Conseil Régional de Bretagne (ARED), le programme LITEAU III (<http://www1.liteau.net>) et le GIS Europôle Mer (<http://www.europolemer.eu>).

² <http://menir.univ-brest.fr/projects/Rad2Brest>

Encadré 1. Étapes du projet Rad2Brest (Gourmelon, 2011).

« Sur la durée du projet Rad2Brest (2010-2012), **six tâches ont été programmées** :

- 1) **Établir une typologie** détaillée des activités humaines et des conditions de **leur déroulement** en rade de Brest (territoire et calendrier de pratiques).
- 2) Intégrer les informations spatialisées, concernant les activités et le milieu, au sein d'un **système d'information géographique**.
- 3) **Documenter les services écosystémiques** en milieu marin en croisant les informations relatives aux activités et usages et celles décrivant les habitats marins.
- 4) **Modéliser le déroulement des activités recensées**, dans l'espace et dans le temps, de manière à mettre en évidence les conflits potentiels et à évaluer la pression anthropique exercée sur les habitats marins par certaines activités.
- 5) **Construire, avec les opérateurs locaux, des scénarios** d'évolution plausibles en fonction de différentes hypothèses de gestion et utiliser le prototype informatique pour représenter dans un cadre virtuel, mais proche de la réalité, les conséquences de ces choix en termes de conflits (scénarisation).
- 6) **Étudier les conditions de l'appropriation des connaissances** scientifiques par différentes sphères d'acteurs (politiques, professionnels, usagers) et la contribution des Technologies de l'Information Géographiques à cet enjeu. »

L'objectif de la thèse est d'apporter des réponses à trois questions d'ordre méthodologique et deux d'ordre thématique :

- Au plan méthodologique :

- *Comment collecter des données spatiales temporelles et quantitatives pertinentes permettant de décrire différentes activités en mer côtière ?*

La description du déroulement des activités humaines en mer côtière nécessite, à l'évidence, de disposer de données spécifiques en termes de granularités spatiales et temporelles, cohérentes entre elles et pertinentes à une échelle locale. Pour autant, leur indisponibilité demeure souvent un obstacle. Il s'agit de proposer une méthode permettant à la fois de mobiliser les données existantes, et de collecter les données complémentaires, en tenant compte de la contrainte imposée par un contexte de multi-activités.

- *Comment, à partir des données hétérogènes collectées, peut-on produire puis exploiter une information spatio-temporelle permettant de décrire leur déroulement dans le temps et l'espace au sein d'un Système d'Information Géographique (SIG)?*

L'objectif visé est ici de proposer une « reconstitution » simplifiée mais vraisemblable de la distribution spatio-temporelle potentielle des activités, en mer côtière, par la détermination de l'occurrence ou non des activités recensées sur une période de

temps annuelle avec une granularité temporelle fixe. Cette approche doit permettre d'exploiter une base de données spatio-temporelles (données dont la qualité doit être précisée) par les SIG, reconnus pour leur capacité de gestion, d'analyse et de représentation d'informations géographiques, en tenant compte des contraintes associées à la gestion de la dimension temporelle, les SIG n'étant pas, à l'origine, adaptés à sa prise en compte.

- *Comment caractériser les interactions entre les activités en mer côtière ?*

Mobilisant la base de données spatio-temporelles produite précédemment, la méthode doit permettre de mettre en évidence les interactions potentielles entre activités et de les caractériser sur les plans qualitatif, temporel et spatial de manière à répondre à trois questions 1) *quelles sont les activités potentiellement en interaction ?* 2) *à quels moments ou périodes ont lieu ces interactions ?* 3) *où se produisent-elles ?*

- Au plan thématique :

- *Comment les activités en rade de Brest, site expérimental retenu, se déroulent-elles au cours d'une année ?*

Il s'agit ici de produire de nouvelles connaissances relatives à la description spatiale, temporelle et quantitative des activités humaines en rade de Brest.

- *Quelles sont les activités potentiellement en interaction en rade de Brest, à quelles périodes et où ces interactions ont-elles lieu ?*

L'objectif est d'illustrer l'aspect multifonctionnel en rade de Brest puis d'identifier et/ou caractériser les interactions avérées ou potentielles entre ces activités.

Le plan de cette thèse suit donc une logique chronologique et s'organise en trois parties (Figure 1).

Une première partie expose le cadre général de recherche. Dans un premier chapitre, une rétrospective du contexte de gestion des zones côtières met en avant les besoins en termes de recherche portant sur la description des activités en mer côtière. Nous abordons alors un certain nombre de notions concernant les activités humaines en mer côtière et les conflits, puis la démarche générale de modélisation des activités humaines privilégiée est présentée. Le second chapitre est consacré à la rade de Brest, zone d'étude retenue car elle constitue un modèle d'étude pertinent en raison des multiples activités qui s'y déroulent.

La seconde partie concerne la collecte de données. Le premier chapitre présente la méthode développée permettant le recueil de données en vue de la modélisation spatio-temporelle des activités encadrées. Cette méthode combine à la fois l'analyse de bases de données

spatio-temporelles telles que les bases de données AIS¹, et le dépouillement d'entretiens semi-directifs menés auprès de personnes-ressources. Une attention particulière est portée à la spatialisation des zones de pratiques « à dire d'acteurs » mobilisant un SIG. Dans le second chapitre, les données spatiales, temporelles, quantitatives et qualitatives collectées sont présentées, ainsi que les zones et les calendriers de pratiques produits à partir du post-traitement des données.

Dans une troisième partie, nous présentons la modélisation spatio-temporelle des activités humaines en rade de Brest au cours d'une année et au pas de temps quotidien. Le premier chapitre décrit la méthode employée puis les résultats obtenus permettant de retranscrire la dynamique des activités par l'exploitation cartographique de la base de données spatio-temporelles. Le second chapitre traite de la caractérisation des interactions spatio-temporelles négatives entre activités à partir des intersections spatio-temporelles, les méthodes de calcul puis d'analyse mises en œuvre sont explicitées et les résultats détaillés.

La conclusion générale reprend alors les principaux apports méthodologiques et thématiques de ce travail. Elle en souligne également les limites puis propose des perspectives de recherche.

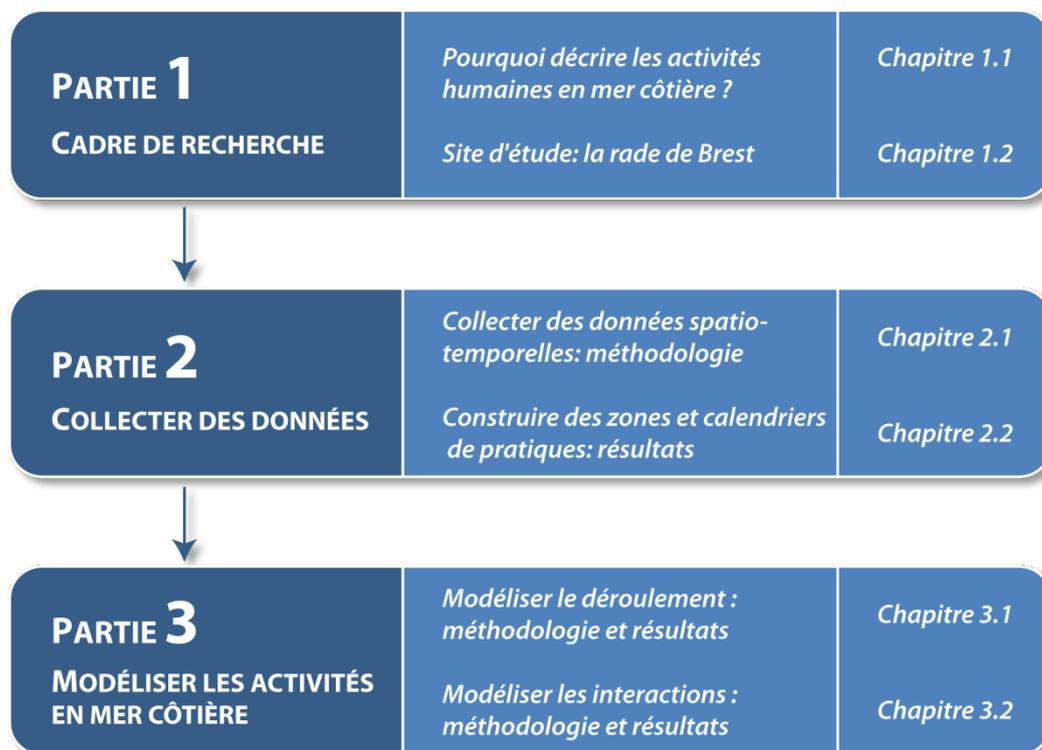


Figure 1. Schéma d'organisation général du document

¹ Système d'Identification automatique (*Automatic Identification System*)

PARTIE I . CADRE DE RECHERCHE

Chapitre 1. Pourquoi et comment décrire le déroulement spatio-temporel des activités humaines en mer côtière?.....	17
1. Le contexte.....	17
2. Le socio-système côtier	23
3. La modélisation spatio-temporelle des activités humaines	31
Chapitre 2. La rade de Brest : un modèle d'étude adapté	39
1. Contexte géographique	39
2. Des conflits d'usages en rade de Brest ?	45
3. La dynamique de gestion actuelle et passée	49
4. Typologie des activités humaines en rade de Brest et Base d'Information Géographique	53
Conclusion partielle	59

Chapitre 1. Pourquoi et comment décrire le déroulement spatio-temporel des activités humaines en mer côtière?

Ce chapitre a pour vocation de présenter le contexte général de la gestion des zones côtières afin d'identifier les besoins de description des activités humaines en mer côtière. Un cadrage terminologique s'avérant nécessaire, une revue bibliographique apporte des éléments de définition de la zone côtière appréhendée comme un éco-socio-système (Berkes et Folke 2002 ; McLeod et Leslie 2009) et de notions relatives à l'espace considéré, aux activités humaines, à leur déroulement et aux conflits potentiels. Nous présentons enfin notre ancrage théorique et la démarche générale retenue pour décrire le déroulement spatio-temporel des activités humaines en mer côtière.

1. Le contexte

La diversité et la forte concentration des usages en zone côtière induisent de multiples enjeux environnementaux, économiques et humains (Cicin-Sain et Belfiore 2005 ; Gourmelon et Robin 2005). La gestion de cet espace, par nature complexe, s'inscrit dans différents cadres référentiels (Pennanguer 2005). Nous aborderons ici certains points relatifs à la gestion écosystémique et à la Gestion Intégrée de la Zone Côtière, concepts convergents (Forst 2009) mais présentés ici, par commodité, de manière distincte.

1.1 Gestion écosystémique en milieu marin

1.1.1 Aspects conceptuels

Concept émergent de la sphère scientifique, puis gouvernementale aux États-Unis (Grumbine 1994 ; Forst 2009), la gestion écosystémique (*Ecosystem Management* – EM, ou *Ecosystem Based Management* - EBM) s'insère dans le contexte international par la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) rédigée lors de la CNUED (Rio, 1992). Cette convention est le « premier traité international à opter pour une approche holistique fondée sur l'écosystème pour la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité » (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique 2004).

Dans le cadre de la gestion écosystémique, le système de référence est en général constitué par l'éco-socio-système (Berkes et Folke 2002 ; McLeod et Leslie 2009). Ce dernier est décrit

d'une part, par le système écologique composé d'écosystèmes¹ emboîtés, par exemple, à l'échelle globale, les grands écosystèmes marins qui comprennent à l'échelle bio-régionale une mosaïque de paysages marins régionaux composés d'écosystèmes locaux (McLeod et Leslie 2009), et d'autre part, par la composante humaine du système (le socio-système). Le socio-système peut être appréhendé, par exemple, sous l'angle de la gestion par la prise en compte des institutions et structures de gestion de l'échelle régionale à l'échelle locale (Berkes et Folke 2002 ; McLeod et Leslie 2009). Les interactions entre le socio-système et le système écologique se produisent à plusieurs échelles géographiques et organisationnelles (Leslie et McLeod 2007) et peuvent être analysées sous l'angle des services écosystémiques² (Levin *et al.*, 2009; Resilience Alliance, 2010).

La gestion écosystémique s'appuie sur différentes notions telles que la gestion adaptative, la résilience et l'incertitude. L'incertitude porte tant sur la connaissance des écosystèmes et de leurs dynamiques que sur leurs réponses aux actions anthropiques (Forst 2009). La résilience est la capacité adaptative d'un écosystème à retrouver un équilibre suite à une perturbation (Holling 2001 ; Walker *et al.* 2002). La gestion adaptative peut être considérée comme un processus itératif de prise de décision dans un environnement incertain, s'appuyant sur les connaissances acquises au fur et à mesure pour réajuster les hypothèses initiales et les mesures de gestion (Olsson *et al.* 2004). Enfin, la gestion écosystémique vise une gestion intégrée à plusieurs niveaux : « temporel, spatial, entre les différents secteurs et les disciplines ainsi qu'entre les gouvernements » (Fontenelle *et al.* 2007).

Appliqué au milieu marin, ce concept prend le nom de *Marine Ecosystem Based Management* (Levin *et al.* 2009 ; McLeod et Leslie 2009) ou d'*Ecosystem Based Marine Spatial Management* (Katsanevakis *et al.* 2011).

1.1.2 Institutionnalisation et mise en œuvre

Parmi les actions identifiées lors du Sommet mondial pour le développement durable de Johannesburg en 2002, l'application de la gestion écosystémique, notamment pour les océans, a été encouragée. Au niveau européen, la gestion adaptative fait l'objet d'une recommandation³ du Parlement européen et du Conseil publiée en 2002. En 2007, la Commission Européenne a publié un Livre bleu sur la Politique Maritime Intégrée de l'Union Européenne et son Plan d'Action dont le « pilier environnemental » (Henocque 2010) est représenté par la directive cadre « Stratégie pour le Milieu Marin⁴ » adoptée en 2008. Cette directive repose sur « une gestion adaptative adoptant une démarche fondée sur la notion

¹ La CDB définit un écosystème comme « un complexe dynamique formé de communautés de plantes, d'animaux et de micro-organismes et de leur environnement non vivant qui, par leur interaction, forment une unité fonctionnelle » (Article 2 de la CDB).

² Les biens et les services des écosystèmes représentent les bénéfices que les populations humaines obtiennent des fonctions des écosystèmes (Costanza *et al.* 1997).

³ Recommandation 2002/413/CE relative à la mise en œuvre d'une stratégie de gestion intégrée des zones côtières en Europe (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002H0413:FR:HTML>)

⁴ Directive 2008/56/CE (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0056:FR:NOT>)

d'écosystème » et vise « à atteindre et à maintenir le bon état environnemental de toutes les eaux européennes en 2020 ».

Dans un guide portant sur la mise en œuvre de la gestion écosystémique en milieu marin, le Programme des Nations Unies pour l'environnement (UNEP 2011) recommande 3 phases (Figure 2). La première concerne la phase de préparation qui vise à établir les bases préalables (par l'identification du périmètre de la zone concernée, la mobilisation des parties prenantes, l'identification d'objectifs communs...). La seconde vise à planifier le processus (par l'évaluation des options de gouvernance, de l'état des écosystèmes, l'identification d'objectifs mesurables, et le choix de la stratégie de gestion...). La dernière constitue la phase de mise en œuvre (par l'application des mesures de gestion, de leurs suivis, évaluations et réajustements...).

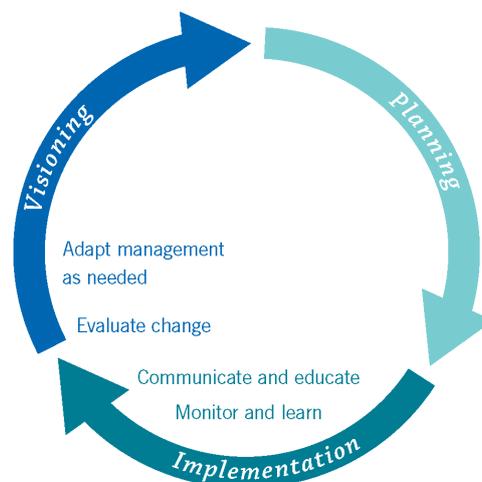


Figure 2. Mise en œuvre de la gestion écosystémique en milieu marin (UNEP 2011)

La mise en œuvre de la gestion écosystémique en milieu marin requiert toutefois l'emploi de divers outils¹ méthodologiques ou logiciels, spatialement explicites ou non, et adaptés à chaque étape du processus (MRAG Americas 2009 ; Center for Ocean Solutions 2011).

Depuis quelques années, un nouveau cadre émerge de la sphère politique internationale, puis scientifique : la planification spatiale maritime ou marine (PSM) (*Maritime Spatial Planning* - MSP). Initiée par l'UNESCO en 2006 (Ehler et Douvère 2007), elle peut être définie, comme un « processus public d'analyse et d'allocation de la distribution spatiale et temporelle des activités humaines en milieu marin afin de réaliser les objectifs écologiques, économiques et sociaux définis en général par un processus politique » (Ehler et Douvère 2009). Sur le plan institutionnel, la PSM figure parmi les instruments clefs de mise en œuvre de la politique maritime intégrée européenne (Henocque 2010). Outre-Atlantique, les *Commission on Ocean Policy* et *Pew Oceans Commission* des États-Unis émettent en 2004 une recommandation au gouvernement et aux agences fédérales portant sur la gestion des ressources marines. En 2010, l'agence *Ocean Policy Task Force*, en charge du développement

¹ Ecosystem-Based Management (EBM) tools network (<http://www.ebmtools.org>)

de la politique maritime nationale, recommande¹ un cadre instituant une *Effective Coastal and Marine Spatial Planning*. Cette recommandation est prise en compte par le président Obama qui en fait l'une des neuf priorités de la politique nationale (The Nature Conservancy 2009 ; Eastern Research Group 2010). La MSP s'ancre explicitement dans la gestion écosystémique en tant que processus intégré sur le long terme, adaptatif, stratégique et participatif (Douve 2008). Douve (2010) précise que « le problème central dans le succès futur de la MSP, réside dans le manque de recherches illustrant ce que la MSP est réellement, quelles sont les conditions de sa réussite, et comment elle est liée aux autres approches de gestion ». Au cours de ce processus, le stockage, la gestion puis l'analyse de l'information requiert l'utilisation des Systèmes d'Informations Géographiques (Ehler et Douve, 2007).

1.2 Gestion Intégrée de la Zone Côtière

1.2.1 Aspects conceptuels

La Gestion Intégrée des Zones côtières (GIZC), initiée en Amérique du Nord par le *Coastal Zone Management Act*² en 1972, est entrée dans la sphère internationale lors de la CNUED (Rio, 1992). Citée dans le chapitre 17 de l'Agenda 21, elle est alors considérée comme étant la démarche qu'il convient de privilégier pour tendre vers le développement durable des zones côtières (Denis et Henocque 2001 ; Pennanguer 2005 ; Rey-Valette et Antona 2009). Ses multiples définitions témoignent probablement d'un concept toujours en construction. Nous retenons ici la définition proposée par Cicin-Sain et Knecht (1998) et traduite par Denis et Hénocque (2001) : « processus dynamique qui réunit gouvernements et sociétés, sciences et décideurs, intérêts publics et privés en vue de la protection et du développement des systèmes et ressources côtières. Ce processus vise à optimiser les choix à long terme privilégiant les ressources et leur usage raisonné et raisonnable ». Cicin-Sain et Knecht (1998) précisent que l'espace géographique concerné par la mise en œuvre de la GIZC comprend la zone côtière (des bassins-versants jusqu'aux eaux sous influence côtière) et la mer hauturière jusqu'à la limite de la juridiction nationale des États en mer (la Zone Économique Exclusive limitée aux 200 milles marins). La GIZC est une démarche d'action publique intégrée et concertée³. Le caractère d'intégration porte sur les objectifs, les instruments, les domaines d'action, les espaces, les connaissances et les disciplines (Rey-Valette et Antona 2009). Admettant au départ que la zone côtière est un « système complexe », la GIZC doit alors tenir compte de ses propriétés, en particulier ses dynamiques et accepter l'incertitude (Pennanguer, 2005). Elle constitue un principe organisateur pour

¹ http://www.whitehouse.gov/files/documents/OPTF_FinalRecs.pdf

² http://coastalmanagement.noaa.gov/czm/czm_act.html

³ La concertation désigne à la fois « un processus de dialogue territorial » (Beuret *et al.* 2006) et « l'ensemble des pratiques d'action publique favorisant échanges de vues et recherches d'accords » (Mermet *et al.* 2005).

guider la gestion en zone côtière et pour définir un idéal vers lequel tendre (Meur-Férec 2006).

1.2.2 Institutionnalisation et mise en œuvre

En 2002, le Parlement et le Conseil européen émettent une recommandation relative à la mise en œuvre d'une stratégie de GIZC. Cette recommandation est à présent inscrite dans le cadre de la politique maritime intégrée de l'Union Européenne (Chauvin *et al.* 2010). En France, la décision de mettre en œuvre la recommandation européenne a été prise par un Comité interministériel de la mer (CIMer) en 2003. En 2004, le Comité interministériel à l'aménagement et au développement du Territoire (CIADT) décide du lancement d'un appel à projets pour un « développement équilibré des territoires littoraux par une gestion intégrée des zones côtières » (Gaignon et Goudedranche 2005, 2007 ; Guineberteau *et al.* 2007). Enfin, la loi du 23 février 2005 sur le développement des territoires ruraux a créé le Conseil National du Littoral (CNL) dont le cadre d'action est explicitement celui de la GIZC. À l'échelle régionale, la Bretagne a mené une opération de concertation auprès des acteurs de la zone côtière dans le cadre de la Charte des espaces côtiers bretons¹ (2007), initiée lors de la réponse à l'appel à projet du CIADT.

La mise en œuvre d'un processus de GIZC peut comporter différentes étapes chronologiques et itératives dont l'ordre peut changer tout en préservant les liens dynamiques (Figure 3). Dans un premier temps l'analyse des conditions initiales et de faisabilité est menée, puis interviennent les phases de préparation et de mise en œuvre, et la dernière étapes consiste en une phase de consolidation du processus (Denis et Henocque 2001 ; Belfiore *et al.* 2006).

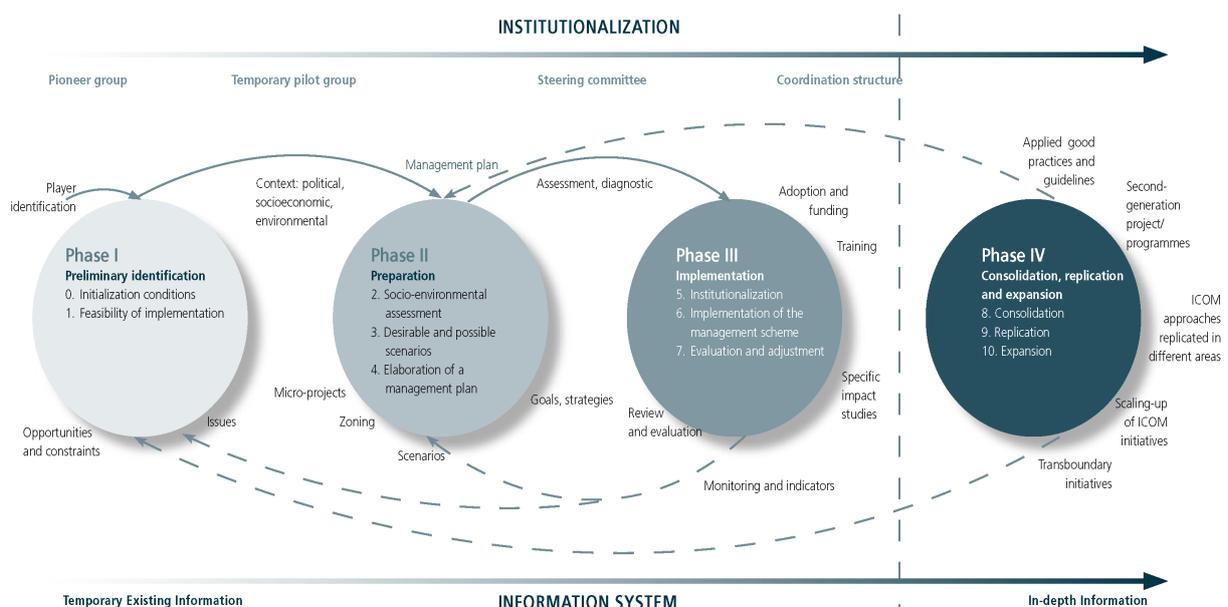


Figure 3. Éléments d'un processus de GIZC (Belfiore *et al.*, 2006 adapté de Denis et Hénocque, 2001 et Salm *et al.* 2000).

¹ <http://www.labretagneetlamer.fr/?q=charte>

La Figure 3, illustre l'importance, tout au long du processus des « bases de données ou des systèmes d'information géographique » (Barusseau *et al.* 1997). Le Visage (2008) va plus loin en affirmant que l'information géographique constitue un « outil essentiel de partage (pour la connaissance, la prospective, la décision, et l'évaluation)» dans un processus de GIZC.

Sorensen (2002) estime que près de 700 initiatives de GIZC ont été menées dans plus de 140 pays depuis le milieu des années 1960. Cependant, à ce jour, seule la moitié aurait été pleinement mise en œuvre (Belfiore *et al.* 2006). En tant que concept, la GIZC peut être questionnée (Billé 2006). Sa mise en œuvre opérationnelle est « conditionnée par un réseau de concertation complexe entre les institutions européennes et les administrations nationales, régionales et locales. Mais, celle-ci, tarde toutefois à se concrétiser par des options politiques claires » (Robin et Gourmelon 2005) et « au final, les décisions relèvent toujours des pouvoirs publics et s'appliquent rarement dans une logique de gestion territoriale » (Pennanguer 2005). De plus, en dépit des efforts menés dans ce sens, selon Moksness *et al.* (2009), il n'existerait toujours pas de critères standardisés pour évaluer la performance de ces processus pour atteindre les objectifs établis lors du sommet de Johannesburg de 2002 et les objectifs du *Millenium Ecosystem Assessment* (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Une évaluation des différentes démarches de GIZC en Europe (Rupprecht Consult et International Ocean Institute 2006) met ainsi en avant les déficiences dans l'approche participative des démarches de GIZC, en dépit de leur objectifs. Elle pointe également le rôle nécessaire de la recherche dans le développement de méthodes et d'outils pour contribuer à « faire face à la complexité de mise en œuvre de la GIZC ».

1.3 Des cadres de gestion et des besoins parfois convergents

De multiples approches portant sur la gestion des activités humaines, des ressources et de l'intégrité des écosystèmes en milieu marin se développent de par le monde (Center for Ocean Solutions 2011). Les liens entre ces approches ne font pas l'objet de consensus. Par exemple, pour certains auteurs, la GIZC est une déclinaison, pour les zones côtières, de la gestion écosystémique (EM). Pour d'autres, la planification spatiale maritime (PSM) a supplanté la gestion écosystémique en milieu marin (EBSM) en terme de terminologie politique (Ogden 2010), ou encore la planification spatiale maritime (PSM) représente un outil de la gestion écosystémique en milieu marin (EBSM) (Katsanevakis *et al.* 2011).

Aussi, Ardron (2010), dans un article intitulé la « Planification marine : la tragédie des acronymes», déplore les effets de mode dans la terminologie utilisée et prend pour exemple une récente variante de la PSM, la Planification Spatiale Maritime et Côtière (*Coastal and Marine Spatial Planning - CMSP*) dont la définition « tend à rendre très proche les concepts d'EBM, de GIZC et de MSP ». Le *Center for Ocean Solutions* (2011) fait le même constat et

souligne les points de convergence: « des termes tels que la gestion écosystémique en milieu marin, planification spatiale marine, planification spatiale maritime, gestion intégrée des zones côtières, gestion intégrée des océans, conservation systématique, la planification des usages en milieu marin, recouvrent bien souvent des approches similaires. Elles ambitionnent d'aider à la prise de décision et mobilisent des informations scientifiques et spatiales pour aborder les conflits d'usages, organiser les activités humaines en mer, en souhaitant maintenir les fonctions des écosystèmes ainsi que les services qu'ils procurent ».

Dans ces approches, la « dimension humaine » (Ehler et Douvère 2007) représente une composante essentielle, et sa prise en compte est spatialement explicite (Carpenter et Maragos 1989 ; Young *et al.* 2007 ; Halpern *et al.* 2008 ; Day *et al.* 2008 ; Ban *et al.* 2010 ; Foley *et al.* 2010 ; Center for Ocean Solutions 2011). Elle doit aussi intégrer la dimension temporelle (Vallega 1999 ; Smith 2002 ; Ehler et Douvère 2009 ; OSPAR 2010). Toutefois, en dépit de la disponibilité récente de données issues de systèmes VMS (*Vessel Monitoring System*) pour l'halieutique (Deng *et al.* 2005 ; Walker et Bez 2010) et de systèmes AIS (*Automatic Identification System*) pour les transports maritimes (Hatch *et al.* 2008), de nombreux auteurs conviennent que les données spatiales disponibles pour caractériser les activités en mer restent éparses ou inexistantes. Ce constat peut être illustré par l'expression employée par St. Martin et Hall-Arber (2008) : « la couche d'information manquante »¹ (*the missing layer*) dans des problématiques d'interactions entre activités (Halpern *et al.* 2008 ; Pedersen *et al.* 2009 ; AMP 2010) ou entre activités et environnement (Rice 2010 ; Stelzenmüller *et al.* 2010b ; Parravicini *et al.* 2011 ; Pittman *et al.* 2012).

2. Le socio-système côtier

Notre travail privilégie l'étude de la composante humaine de l'éco-socio-système (le socio-système) (Berkes et Folke 2002 ; McLeod et Leslie 2009) en zone côtière et plus précisément sur la description du déroulement des activités humaines en mer côtière et sur l'analyse de leurs interactions. Dans un premier temps, nous apportons, à partir d'une revue bibliographique, des éléments de définition de certaines notions relatives à l'espace considéré, aux activités humaines, à leur déroulement et aux conflits potentiels. Puis, nous décrivons les typologies des activités humaines en mer côtière et des conflits potentiels les plus courantes dans la littérature.

¹ Cette expression fait référence à l'absence d'information géographique disponible permettant de caractériser la distribution spatiale des activités en mer côtière.

2.1 Éléments de définition

2.1.1 La mer côtière

Pour Corlay (1995), l'espace littoral constitue espace « à géométrie variable dont il est impossible de fixer les limites *a priori* ». Il ajoute que la zone côtière constitue un système spatial, à l'interface terre-mer, qui se « décompose en trois volets : l'arrière-pays proche (l'espace continental riverain de la mer), l'estran (la zone de balancement de la marée lorsque celle-ci se fait ressentir), et la mer côtière ou avant-pays proche. Ces trois compartiments sont liés par des interactions physiques (flux atmosphériques, hydrologiques, sédimentaires, biologiques) qui génèrent un milieu spécifique... ». Cette notion d'interface est également présente pour Carter (1990) qui considère la zone côtière comme l'espace d'influence réciproque entre le milieu terrestre et le milieu marin, ou pour Gourmelon *et al.* (2010a) qui la définissent comme un espace de transition entre le milieu terrestre et l'océan. La mer côtière peut être caractérisée comme une zone s'étendant du niveau des plus hautes mers jusqu'à la limite de la mer territoriale (12 milles¹) (Bolopion *et al.* 2000 ; Corlay 2001). Nous retenons dans ce document, une définition reposant sur une approche géographique basée sur l'étude des usages (Le Tixerant 2004), considérant la mer côtière comme la partie marine de la zone côtière (Gourmelon et Robin 2005).

2.1.2 Usages, activités et pratiques

Pour Jollit (2010), l'usage en général désigne le versant technique et cognitif de l'action. Concernant les usages côtiers, Pennanguer (2005), s'appuyant sur la définition proposée par Brigand (2003), retient l'usage « ...comme l'opération qui rend la ressource «zone côtière» utilisable par la société, l'activité étant la matérialisation de cette opération de transformation ». Se rapportant donc aux interactions entre les activités humaines et la zone côtière, il définit ainsi trois grands types d'usages en zone côtière : l'occupation, l'extraction, le rejet.

Corlay (2001) défend plutôt une approche spatiale : « l'usage s'observe concrètement par un mode d'occupation (localisation, taille, disposition, rythme d'activité, connexion aux autres usages, etc.) qui génère un espace, c'est-à-dire une organisation visible résultant d'un projet d'exploitation de telle ou telle ressource du milieu». L'usage apparaît comme la manifestation spatiale d'une fonction. Il constitue un mode d'utilisation du territoire qui génère un espace résultant d'un projet d'exploitation (Le Tixerant 2004). Nous retenons cette dernière approche des usages dans la suite du document. Ainsi à chaque usage correspond un ensemble d'activités humaines.

¹ 1 mille marin (*nautical mile*) = 1852 mètres

Selon Brunet *et al.* (2005), les activités correspondent à l'« ensemble des actes coordonnés et des travaux de l'être humain ». La définition de George et Verger (2006) est plus précise, les activités correspondant aux « formes de participation à la production et d'impulsion de la production, activités professionnelles d'une population active, activités agricoles, industrielles, commerciales, culturelles d'une ville ou d'une région ». Il s'agit alors d'activités économiques qui visent à satisfaire les besoins de production et l'échange de biens et de services. Le Tixerant (2004) considère que cette définition, appliquée aux mers côtières, doit également prendre en compte les activités non productrices de biens et de services (activités de loisir). En somme, à titre d'exemple, les usages sportifs et de loisirs comprennent différentes activités telles que la planche à voile ou la plongée en bouteille. Le Tixerant (2004) fait également appel à la notion de pratique qui « dépend directement de l'individu ou éventuellement d'un groupement d'individus exerçant une activité. Elle est propre à une personne et fait référence à une manière habituelle d'agir ». Ainsi, au sein d'un groupe de véliplanchistes, les pratiques seront différentes selon chaque individu.

2.1.3 Espace, territoire, zone

Si l'espace est décrit vaguement comme « une place, une portion de l'étendue, voire un lieu » (Brunet *et al.* 2005), il peut également être porteur de sens : « l'espace est fixateur de valeurs sociétales, des idéologies, représentations » (Lévy et Lussault 2003). Nous retiendrons la définition de George et Verger (2006) qui décrivent l'espace géographique comme étant « mesuré à l'échelle des dimensions des composants de la surface de la planète, continents, océans et représenté sur les cartes ». Ces auteurs désignent le territoire comme l'« espace géographique qualifié par une appartenance juridique, culturelle ou naturelle ». Cette définition est partagée par Di Méo (2000) pour qui le territoire « témoigne d'une appropriation économique, idéologique et politique de l'espace par des groupes qui se donnent une représentation particulière d'eux-mêmes de leur histoire, de leur singularité ». Le territoire est également considéré, comme un ensemble de sous-systèmes (sous-système des acteurs, le sous-système des représentations, le sous-système spatial) en interrelations (Moine 2006). Aussi, la notion polysémique de territoire recouvre une complexité qui demeure difficile à appréhender (Moine 2006). Pour ces raisons, nous préférons l'emploi de la notion de « zone » décrite en tant qu'« espace quelconque » (Brunet *et al.* 2005), et en particulier celui de « zone de pratiques » en référence à l'espace géographique occupé lors de la pratique d'une activité humaine.

2.1.4 Conflits d'usages et interactions entre activités

Comme le précisent Torre *et al.* (2010) « le champ de la conflictualité est large : des conflits sociaux aux conflits armés, en passant par les conflits d'usage de l'espace », d'où la nécessité de préciser notre propos.

Certains géographes et économistes, apportent une distinction entre les notions de conflits et de tensions (Torre *et al.* 2006, 2010 ; Caron et Torre 2006 ; Cadoret 2009) par la notion d'engagement empruntée à la théorie des jeux (Schelling 1958). Ainsi, Caron et Torre (2006) désignent par « tension » le sentiment ressenti par un individu quand des événements extérieurs, produits par des tiers ou par des causes non humaines, viennent l'affecter de manière négative. Une tension se transforme en conflit en cas d'engagement d'une des parties ; l'engagement ayant pour but de crédibiliser la position de l'une des parties prenantes¹ dans une relation de face à face entre deux individus ou lors d'interactions de groupes. Les indicateurs de cet engagement peuvent être un recours en justice (demande de jugement par les tribunaux) ou à la « publicisation » (différend porté devant des instances publiques ou des représentants des services de l'État), la médiatisation (différend porté devant les médias, presse, radio, télévision...), les voies de faits ou la confrontation verbale, la production de signes (panneaux interdisant un accès, barrières...) (Torre *et al.* 2006).

Selon Cadoret (2006) « Le conflit en géographie entretient un rapport particulier à l'espace et fait notamment référence à la concurrence pour le partage de l'espace, support d'activités, à la concurrence pour le partage des ressources, à l'accès à un espace, à son aménagement, à sa gestion, à son appartenance territoriale ». Ainsi certains géographes distinguent les conflits environnementaux, d'aménagement, d'implantation, d'usage etc.... Le conflit d'usages peut être défini comme une « concurrence entre des usages incompatibles de l'espace » (Torre et Caron 2005).

En milieu marin, Johnson et Pollnac (1989) identifient quatre types de conflits d'usages en fonction de leurs origines. Ils peuvent émaner d'une gestion sectorielle, d'une divergence de perception, d'une concurrence pour l'espace et le temps, ou d'une concurrence pour la ressource. À partir de l'analyse de différents cas d'études en Europe et aux États-Unis, Suman (2001) propose également une caractérisation des conflits d'usages en mer côtière par leurs origines, ancrées parmi une ou plusieurs catégories suivantes :

- une concurrence pour l'espace et / ou la ressource,
- des différences de valeurs et perceptions portant sur l'environnement,
- une divergence d'intérêts économiques,
- dans l'utilisation et l'interprétation de faits.

D'une manière générale, la ressource désigne l'élément d'un écosystème en interaction avec l'homme est ses divers champs de valeurs (Clark 2002 ; Poignonec *et al.* 2006). Si l'espace est habituellement considéré comme support de ressources, il est fréquent, notamment en zone côtière où il est convoité pour de nombreux usages, qu'il devienne lui-même une ressource (Beuret 2006).

¹ Nous désignons par « partie prenante » la traduction de *stakeholder*, pouvant être définie comme « *tout groupe ou individu qui peut affecter, ou qui est affecté, par la réalisation des objectifs d'une organisation* » (Freeman 1984 ; Mitchell *et al.* 1997 ; Achterkamp et Vos 2008). Pour plus de concision, nous emploierons indifféremment « partie prenante » et « acteur » dans la suite du document.

Dans ce document, nous nous intéresserons aux conflits d'usages en mer côtière portant sur une concurrence pour l'espace (Figure 4). Nous utiliserons le terme de « conflit » lorsque la situation d'opposition frontale sera concrétisée par un engagement. Dans le cas où l'engagement n'est pas manifeste et plutôt que le terme de « tension », nous utiliserons celui d'« interaction négative » car il s'agit d'un terme plus couramment mentionné dans la littérature (Couper 1983 ; Vallega 1992 ; Cicin-Sain et Knecht 1998 ; Suman 2001).

Ainsi, nous distinguerons les conflits d'usages pour l'espace (dans le cas d'une concurrence entre activités pour le partage de l'espace s'étant concrétisée par un engagement) et les interactions spatiales négatives (dans le cas d'une concurrence entre activités pour le partage de l'espace mais dont l'engagement n'est pas manifeste).

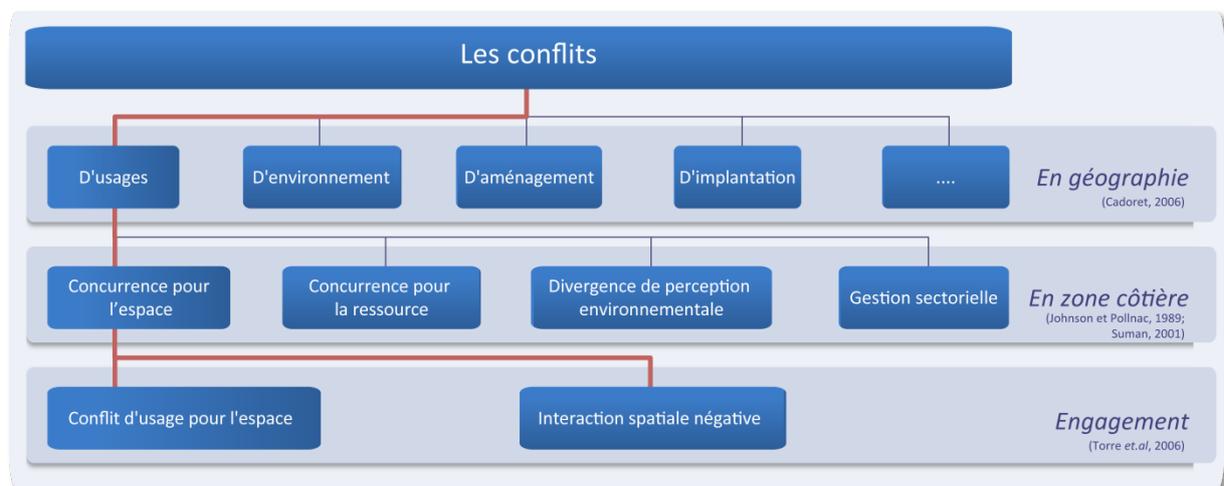


Figure 4. Éléments de définition des conflits.

2.2 Typologies

2.2.1 Les activités humaines en mer côtière

Face à la multiplicité des activités présentes en zone côtière, de nombreuses typologies ont été proposées par divers auteurs. Selon Vallega (1996), les typologies varient suivant l'espace considéré, qu'il s'agisse de la partie terrestre de la zone côtière (Sorensen *et al.* 1990) ou de la mer côtière (Couper 1983 ; Vallega 1993). Elles varient également selon l'échelle d'analyse. On peut citer à macro-échelle¹ la typologie utilisée par la Commission OSPAR² pour l'Atlantique Nord-Est (Lumb *et al.* 2004 ; OSPAR 2010) (Tableau 1), à méso-échelle celle proposée par Euzenes et Le Foll (2004) pour la Bretagne ; où à micro-échelle³ la typologie élaborée par Bossier (2001) pour le Golfe du Morbihan. Ces typologies dépendent aussi des thématiques traitées, comme par exemple la caractérisation de la navigation de

¹ petite échelle géographique (Gumuchian *et al.* 2000)

² La Commission OSPAR est le forum des pays signataires de la Convention d'Oslo et de Paris pour la protection de l'environnement marin de l'Atlantique Nord-Est (1992). <http://www.ospar.org>

³ grande échelle géographique (Gumuchian *et al.* 2000)

plaisance (Pelot et Wu, 2007), ou l'estimation de l'impact de certaines pêcheries sur les habitats benthiques (Pedersen *et al.* 2009).

Dans leur ouvrage de synthèse, Cicin-Sain et Knecht (1998) ont établi une typologie exhaustive des activités en zone côtière qui est présentée dans le Tableau 2.

Tableau 1. Typologie des activités humaines en mer utilisée par la convention OSPAR (Lumb *et al.* 2004)

Activités humaines
Conservation
Pêche professionnelle
Cultures marines
Défense et ingénierie côtière
Transport et navigation
Dragage et immersion
Exploitation des ressources pétrolières et gazifières
Exploitation d'énergies renouvelables
Extraction de sables et de graviers
Occupation du sol
Tourisme et activités récréatives
Intrants de contaminants
Câbles sous-marins
Activités militaires

Le Tixerant (2004) propose une typologie des activités humaines en mer côtière (Figure 5) qui s'inspire directement des travaux de Cicin-Sain et Knecht (1998). Mais celle-ci est structurée en plusieurs niveaux en fonction de leur mode d'utilisation du milieu. Ainsi, les usages sont déclinés en activités puis en sous-activités. Par exemple, l'exploitation des ressources marines comprend plusieurs activités dont la pêche, activité qui est composée de plusieurs métiers. Un métier consiste en la combinaison d'un engin et d'une espèce cible (ou d'un groupe d'espèces cibles) (Berthou *et al.* 2008b).

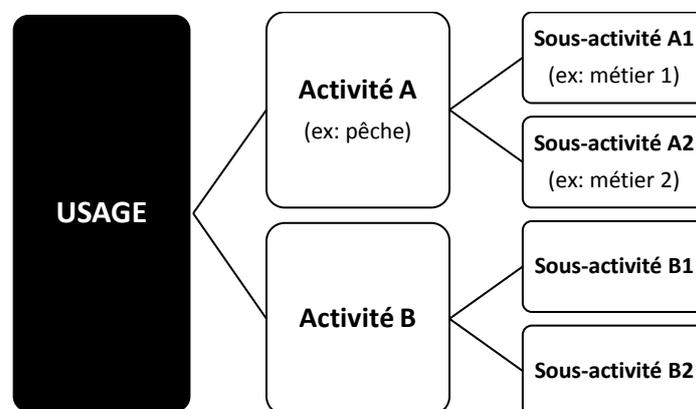


Figure 5. Structuration hiérarchique: usage / activités / sous-activités (d'après Le Tixerant, 2004).

Tableau 2. Activités principales en zone côtière (Cicin-Sain et Knecht 1998).

Activités	Sous-activités
Navigation et communication	Navigation Développement portuaire Aides à la navigation Câbles (de communication)
Ressources marines vivantes	Pêches (traditionnelle, artisanale, industrielle) Aquaculture Ramassage d'algues et autres espèces Observation de mammifères marins
Ressources énergétiques et minérales	Exploration et exploitation d'hydrocarbures Forage en mer, pose de pipeline, plateformes Exploitation de ressources minérales (sables, graviers...) Exploitation d'énergies renouvelables (houle, marée, vent, source thermique océanique...)
Tourisme et loisir	Infrastructures touristiques (transports, services) Plongée sous-marine Pêche de loisir et plaisance Usage esthétique
Gestion du littoral et des plages	Programme de lutte contre l'érosion Protection des aménagements Rechargement sédimentaire des plages Prévention des risques côtiers
Développement d'infrastructures côtières	Routes, ponts, autres structures de transport Approvisionnement et traitement de l'eau Pollution des eaux côtières Équipement de dessalement
Réceptacle de déchets et prévention de la pollution	Équipement industriel Traitement des eaux usées Rejet de matériaux de dragage Sources de pollution marine diffuse Plans de prévention de pollution aux hydrocarbures et produits toxiques
Protection de la qualité environnementale de la mer et de la zone côtière	Protection du rôle de l'océan dans la régulation climatique Protection des océans contre la pollution Protection des océans du transport contre les matières dangereuses (radioactives, chimiques) Création d'aires marines et côtières protégées Protection des mammifères marins Protection des ressources culturelles (sites religieux, sites archéologiques, naufrages) Protection des océans des espèces invasives Prévention des phénomènes de bloom d'algues toxiques
Activités militaires	Transit et manœuvre de navires Zones militaires spéciales (zones d'exercices) Protection des eaux nationales
Recherche	Océanographie Géologie marine et processus côtiers Recherche sur la pêche et les mammifères marins Archéologie Étude des activités humaines en mer

2.2.2 Conflits d'usages et interactions entre activités

L'évaluation des interactions plus ou moins conflictuelles entre activités maritimes liées à des superpositions entre espaces générés par des usages a donné lieu à diverses formalisations comme la matrice proposée par Couper (1983) (Figure 6). Elle identifie des interactions entre activités deux à deux qui peuvent être conflictuelles, ou potentiellement risquées soit pour les deux activités, soit pour l'une, ou favorables soit pour les deux soit pour l'une. Proposée par Leopold en 1971, cette formalisation était déjà utilisée notamment dans le domaine de l'évaluation des impacts environnementaux (*Environmental Impacts Assessment*) en zone côtière sous le nom de « matrice de Léopold » (Carpenter et Maragos 1989).

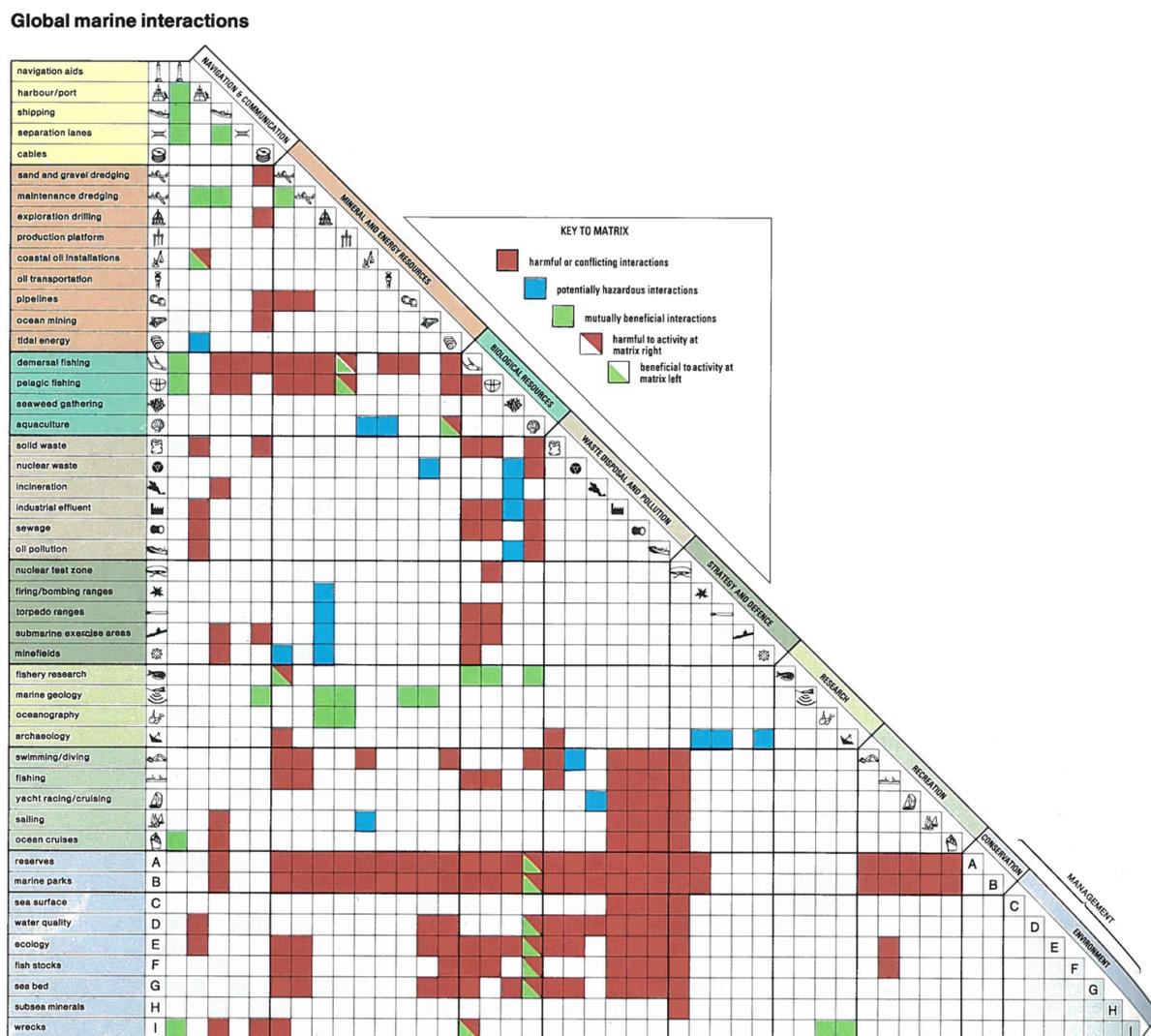


Figure 6. Interactions entre activités en mer (Couper 1983).

Vallega (1995) a, par la suite, adapté au bassin méditerranéen la matrice proposée par Couper. Celle-ci a été largement reprise, parfois sous le nom de « grille de compatibilité entre usages » (Ehler et Douvère 2009), à diverses échelles géographiques telles que le

Royaume-Uni (Stelzenmüller *et al.* 2009), la Belgique (Schrijvers 2005), le Massachusetts (Wiggin *et al.* 2009), ou la Bretagne (Euzenes et Le Foll 2004). La nature des interactions entre activités peut également être qualifiée de « compatible », « probablement compatible » et « incompatible » (Ehler et Douvère 2009).

D'autres typologies des conflits d'usages en mer côtière, à visées sectorielles, ont été proposées et concernent en particulier des problématiques liées à la pêche professionnelle (Corlay 1984 ; Bolopion *et al.* 2000 ; Dupilet 2001 ; Bennett *et al.* 2001 ; Rockloff et Lockie 2004 ; Bruckmeier et Høj Larsen 2008).

3. La modélisation spatio-temporelle des activités humaines

L'étude et la compréhension du monde réel repose souvent sur sa modélisation (Simon 1990 ; Banks 1998) et en particulier pour l'analyse des processus et la prise de décision en environnement (Seppelt et Voinov 2002 ; Seppelt 2007). Nous avons donc eu recours à la modélisation pour décrire le déroulement de différentes activités humaines en mer côtière.

Dans un premier temps, nous présentons notre ancrage théorique dans les champs de la modélisation et de la modélisation spatio-temporelle par les SIG. Puis, dans un second temps, nous précisons les modalités méthodologiques que nous avons retenues pour décrire les activités humaines en mer côtière et leurs interactions.

3.1 Ancrage théorique

3.1.1 Modèle, modélisation et simulation

Selon Sanders (2001) qui reprend la définition de Haggett (1965), un modèle peut être considéré comme une « représentation simplifiée de la réalité en vue de la comprendre et de la faire comprendre ». Wainwright et Mulligan (2004) partagent ce point de vue en qualifiant le modèle d'« abstraction de la réalité » mais ils précisent par la suite que le modèle prend en compte les seuls éléments qui apparaissent comme significatifs au regard d'une question que l'on se pose sur le système. Intervient alors la subjectivité de l'observateur quant au regard porté sur ce système. Ceci est explicité dans la définition de Minsky (1965) citée dans Amblard *et al.* (2006) : « Pour un observateur B, un objet A* est un modèle de l'objet A dans la mesure où B peut utiliser A* afin de répondre à la question qu'il se pose au sujet de A ». Blasco (1997) l'énonce autrement « le modèle sert à représenter le monde tel que nous le percevons, tel que nous le pensons, quelquefois tel que nous le souhaitons et non pas tel qu'il est. Ce n'est que par la confrontation constante entre le réel, tel qu'on peut l'appréhender à travers observations et mesures, et les diverses formes du modèle, qu'il devient moyen de compréhension ».

Le modèle est donc le résultat d'un processus : la modélisation qui peut être définie comme « un processus de construction intentionnelle représentant par un système de symboles quelques perceptions d'une expérience de la réalité perçue par le sujet modélisant » (Le Moigne 2004).

Les modèles varient selon le formalisme (le formalisme correspondant à l'outil opérationnel du paradigme¹) (Ramat 2006). Durand-Dastès (2001) distingue les modèles physiques ou matériels (modèles réduits), les modèles iconiques (cartes, chorèmes, schémas sagittaux), les modèles mathématiques (équations, fonctions...). Schmidt-Lainé et Pave (2002) ajoutent une catégorie supplémentaire, celle des modèles informatiques qui incluent les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG), les automates cellulaires et modèles multi-agents... Ces derniers précisent que les liens qui ont été établis entre mathématiques et informatique rendent perméable la frontière entre les deux domaines.

La simulation consiste en une méthodologie qui permet de décrire le comportement d'un système par l'utilisation d'un modèle (Fishwick 1995). La simulation est une représentation des opérations d'un processus ou d'un système sur une période de temps (Banks 1998). Ainsi, un modèle peut être observé à partir de simulations, les paramètres initiaux peuvent être modifiés et les simulations répétées (Sokolowski et Banks 2009). Selon Claramunt et Lardon (2000), sur le plan de la finesse des modèles utilisés, une distinction est souvent faite entre les micro et les macro-simulations. Les micro-simulations modélisent des systèmes dynamiques à partir du comportement d'agents individuels (par exemple, le déplacement de véhicules pour la modélisation du trafic urbain), alors que les macro-simulations représentent des propriétés dynamiques agrégées (par exemple, le degré d'encombrement urbain).

3.1.2 Modélisation spatio-temporelle par les SIG

Les SIG constituent un ensemble d'outils informatiques permettant la collecte, l'archivage, l'analyse et l'affichage d'informations spatiales (Burrough 2001 ; Schwartz 2005 ; Shekar et Xiong 2008). Appliqués aux zones marines et côtières, les SIG (Wright et Bartlett 2000 ; Bartlett et Smith 2005 ; Wright et Halpin 2005) sont largement utilisés et reconnus pour leur contribution dans des démarches de gestion (Claasen 1989 ; Cicin-Sain et Knecht 1998 ; Salm *et al.* 2000 ; Bartlett et Smith 2005 ; Vallega 2005 ; Snickars et Pitkanen 2007 ; Fox *et al.* 2010 ; Gourmelon *et al.* 2010a ; Green 2010 ; Le Berre *et al.* 2011).

La modélisation des dimensions temporelle et spatiale a fait l'objet de nombreuses recherches dans différents domaines tels que la philosophie, les mathématiques, la géographie et les sciences cognitives (Claramunt et Jiang 2001).

¹ Le paradigme est un « cadre de pensée composé par un ensemble d'hypothèses fondamentales, de lois, permettant de développer des raisonnements, et donc en particulier des modèles » (Ramat 2006)

La modélisation spatio-temporelle est utilisée ici au sens de la modélisation d'un «système dynamique (système représenté par une succession d'états du système ou par une formalisation spatio-temporelle continue des processus) dans lequel les éléments et les processus sont définis relativement à l'espace. Les entités possèdent alors des coordonnées relatives à un repère absolu. Un système dynamique est un système où la dynamique est définie par rapport à une base de temps» (Ramat 2006).

Yuan (2008) définit les SIG temporels comme des SIG qui intègrent une temporalité dans des bases d'informations géographiques, permettant ainsi la réalisation de requêtes, d'analyses et de modélisations spatio-temporelles. Le temps peut être caractérisé par différents types (le temps réel, le temps perçu, le temps de la transaction, le temps de validité, le temps d'usage), par différentes topologies (le temps linéaire, le temps cyclique, le temps comme ensemble de trajectoires potentielles et parallèles), par différents concepts (le temps absolu: conception de Newton, ou le temps relatif: conception de Leibniz), et par différentes stratégies de raisonnement (basées sur les instants, les intervalles, les événements) (Thériault et Claramunt 1999 ; Yuan 2008).

Selon (Yuan 1996) l'information temporelle a été intégrée dans les SIG par l'estampillage (*Time-stamping*) de couches (*Snapshot model*, (Armstrong 1988)), d'attributs (modèle *Space-Time Composite*, (Langran et Chrisman 1988)), d'objets spatiaux (*Spatiotemporal Object Model*, (Worboys 1992)), ou par les événements expliquant la nature des changements de chaque objet (*Event-based spatiotemporal data model* - ESTDM, (Peuquet et Duan 1995)). Selon Peuquet (2001), un modèle similaire et des opérateurs de requêtes associés sont également décrits par Claramunt et Thériault (1995). Les apports et limites de la plupart de ces modèles sont exposés dans Yuan (1996), Peuquet (2001) et Pelekis *et al.* (2005).

3.2 Application aux activités en mer côtière et aux conflits d'usages pour l'espace

3.2.1 Comment décrire le déroulement de plusieurs activités en mer côtière ?

Si l'intégration de la dimension temporelle a bien été identifiée comme nécessaire afin de compléter l'approche spatiale dans la description des activités en mer (Vallega 1999 ; Smith 2002 ; Ehler et Douvere 2009 ; OSPAR 2010), les recherches en ce sens restent relativement rares ou sectorielles. On peut citer néanmoins certains travaux sur l'activité de pêche professionnelle (Riolo 2006 ; Grantham *et al.* 2008), sur la conchyliculture (Tillier *et al.* 2010), sur la pêche récréative (Jollit *et al.* 2010) ou sur le transport maritime (Serra-Sogas *et al.* 2008). Dans un contexte de multi-activités, l'intégration de la dimension temporelle est réalisée à macro-échelle (mondiale et nationale) de manière agrégée afin de calculer des indices d'intensités pour chaque activité (Halpern *et al.* 2007 ; Ban et Alder 2008 ; Pelot et Plummer 2008 ; Stelzenmüller *et al.* 2010a ; Kappel *et al.* 2012). À méso et micro-

échelles, les approches spatio-temporelles pour décrire plusieurs activités en mer comme celles menées par Le Tixerant (2004) en mer d'Iroise (France), ou encore par Longdill *et al.* (2008) en Baie de Plenty (Nouvelle-Zélande), demeurent peu fréquentes, à notre connaissance. Ces deux recherches s'appliquent à deux sites de même ordre de superficie (entre 2400 km² et 3400 km²), mais leur prise en compte de la distribution spatio-temporelle des activités est différente. S'ils considèrent plusieurs activités sur le plan spatial, Longdill *et al.* (2008) intègrent la dimension temporelle pour le calcul d'un indice d'intensité annuelle pour une seule activité. Le Tixerant (2004) propose, par contre, une approche permettant de décrire plusieurs activités dans l'espace et le temps au pas de temps quotidien.

La modalité que nous avons retenue pour décrire le déroulement des activités s'inspire donc du travail engagé dans le cadre de l'élaboration de la plate-forme de simulation « Dynamique des Activités Humaines » (DAHU) (Cuq 2001 ; Tissot 2003 ; Tissot et Cuq 2004 ; Tissot *et al.* 2004 ; Faucher *et al.* 2010) et en particulier du module Activités Maritimes (DAHU-MAM) (Le Tixerant 2004 ; Le Tixerant *et al.* 2003, 2010). Chaque activité y est décrite sur le plan spatial par un Territoire de Pratique Potentielle (TPP) et sur le plan temporel, par un Calendrier de Pratique Potentielle (CPP). À ces données spatio-temporelles sont associées des données quantitatives (par exemple le nombre de navires). Cette approche est fondée sur le fait que le déroulement des activités humaines est conditionné par de multiples contraintes de nature environnementale, météorologique, juridique, sociale et économique. Ainsi, à chaque contrainte de pratique ayant une influence sur le déroulement de l'activité correspond un filtre spatio-temporel. La prise en compte simultanée de différents filtres permet d'établir pour chaque activité un Territoire de Pratique Potentielle (TPP) et un Calendrier de Pratique Potentielle (CPP) (en présence/absence). Ainsi, le TPP permet d'identifier les zones où sont susceptibles de se pratiquer les activités humaines. De même, le Calendrier de Pratique Potentielle (CPP) permet d'identifier des périodes au cours desquelles les activités humaines sont susceptibles de se pratiquer. Sur le plan conceptuel, l'originalité de cette méthode tient à l'intégration d'un espace sous contraintes au sein du simulateur. Ainsi, « le prototype DAHU s'apparente à un système à intelligence artificielle distribuée fondé sur le couplage de modèles quantitatifs et qualitatifs au sein d'un Système d'Information Géographique » (Tissot et Cuq 2004).

La correspondance entre cette approche et les travaux présentés ici porte sur les modalités d'abstraction retenues pour décrire les activités, c'est-à-dire pour identifier des zones et des calendriers de pratiques¹ pour chaque activité.

Toutefois, nous considérons que la nature des zones et calendriers de pratiques varie selon les processus d'élaboration. Les zones de pratiques peuvent être « potentielles » au sens où elles sont réalisées par l'application de différents filtres spatiaux résultant de contraintes, mais elles peuvent également être issues de données dites « de référence » (par exemple, le cadastre conchylicole), de l'analyse de données instrumentées (par exemple, de données GPS), de données « à dire d'acteurs »... En ce sens les calendriers de pratiques peuvent

¹ Pour les raisons mentionnées précédemment (page 25), nous préférons la notion de « zones de pratiques » à celle de « territoires de pratiques ».

également être « potentiels » s'ils résultent de l'application de filtres temporels, ou « réels » si la présence/absence de l'activité est renseignée par des données réelles, ou encore « à dire d'acteurs »...

3.2.2 Comment caractériser les conflits d'usages pour l'espace ?

Le plus souvent, la représentation des interactions potentielles entre différentes activités en mer est réalisée par la superposition spatiale¹ des zones de pratiques de chaque activité (Brody *et al.* 2004, 2006 ; Schrijvers 2005 ; Maes *et al.* 2005 ; Ban et Alder 2008 ; Beck *et al.* 2009 ; Gimpel *et al.* 2011). Les intersections spatiales sont ensuite caractérisées soit par un indicateur quantitatif (le nombre cumulé d'activités), soit par un indicateur qualitatif (présence/absence de conflit ou degré de conflictualité potentielle).

À notre connaissance, la dynamique temporelle des activités n'est pas prise en compte dans ces approches. Or, certaines activités peuvent se dérouler au même endroit (ou en partie) mais pas au même moment. Il nous semble alors pertinent de distinguer les intersections spatiales et les intersections spatio-temporelles en fonction de la dynamique temporelle de chaque activité (Figure 7).

Représentons schématiquement les zones de pratiques dans un espace à deux dimensions (par un cercle pour l'activité 1 et un parallélogramme pour l'activité 2), et le temps le long d'un axe orthogonal à la dimension spatiale, constituant ainsi une troisième dimension. Alors, la pratique de chacune de ces activités au cours d'une période peut être représentée par un volume (un cylindre pour l'activité 1 et un parallélépipède pour l'activité 2). La présence/absence de la pratique d'une activité peut être variable dans le temps, ce qui se traduit par un volume continu (activité permanente) ou discontinu (activité dynamique) sur la période de temps considérée. En effet, certaines activités, comme par exemple des éoliennes offshore, ne possèdent pas de dynamique temporelle et peuvent être considérées comme des activités permanentes. Lors d'intersections spatio-temporelles entre deux activités, nous utiliserons le terme de recouvrement spatio-temporel ; en l'absence d'intersection spatio-temporelle, nous utiliserons le terme de disjonction spatio-temporelle que Shaw et Yu (2009) nomment respectivement *co-location* et *co-existence* à l'échelle des individus.

¹ Il s'agit d'une méthode qui s'inspire de l'approche d'*overlay mapping* proposée par McHarg (1969) dans le cadre de l'évaluation des coûts sociaux et environnementaux associés aux changements de l'occupation du sol et qui a été transposée à de nombreuses thématiques notamment en gestion des zones côtières (Claasen 1989 ; Salm *et al.* 2000).

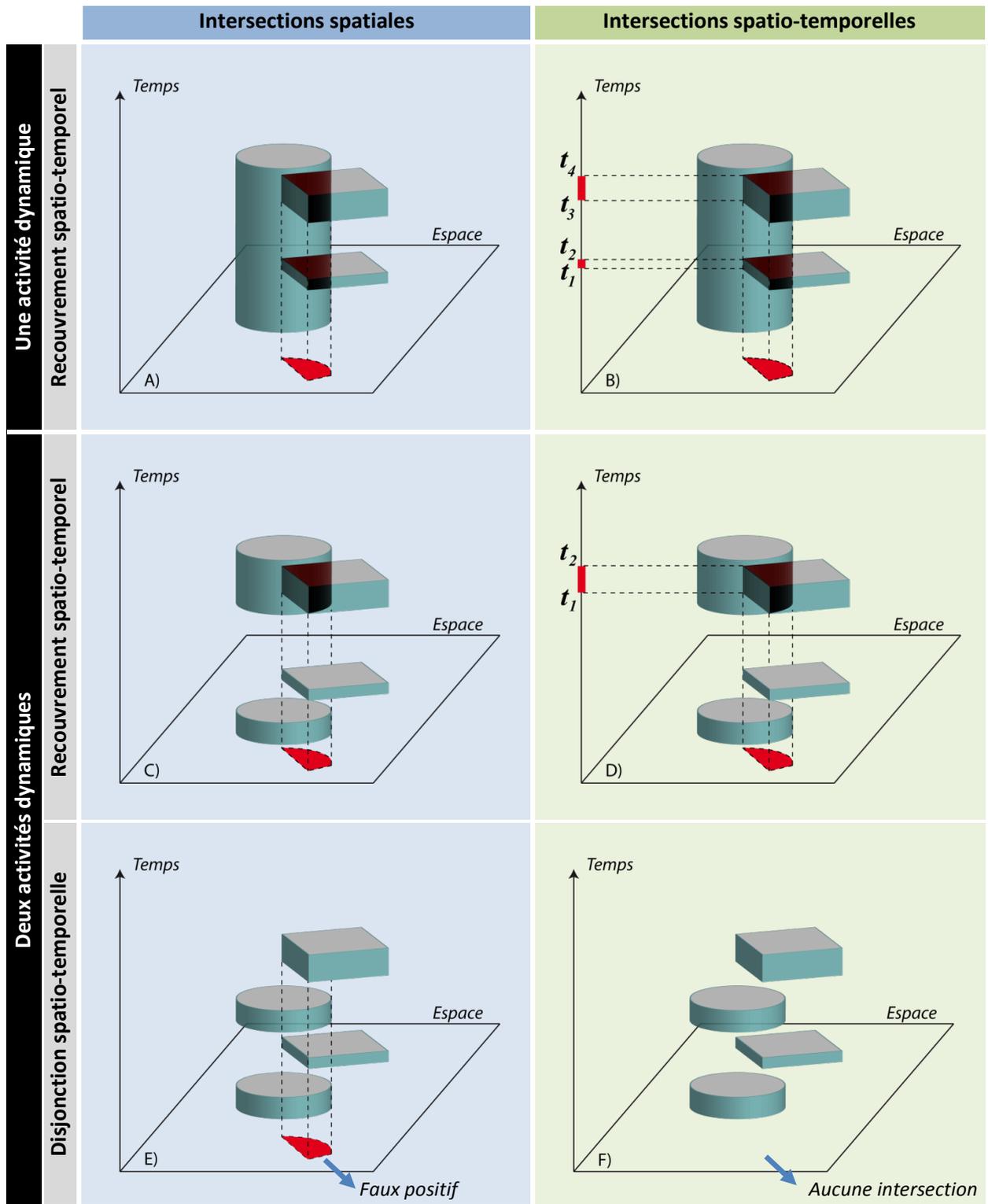


Figure 7. Représentation schématique des intersections spatiales et des intersections spatio-temporelles en fonction de la dynamique temporelle des activités. Les volumes représentent les zones de pratiques des activités au cours du temps (activité 1 : cylindre ; activité 2 : parallélépipède).

Considérons maintenant deux activités dont une seule possède une dynamique temporelle (Figure 7, A et B), comme par exemple la pêche professionnelle aux arts traînants et des câbles sous-marins de communication. L'identification des interactions potentielles entre ces activités peut être réalisée à partir des intersections spatiales seules ou des intersections spatio-temporelles qui identifient l'espace de recouvrement spatial. Toutefois, les intersections spatio-temporelles (cas B) permettent d'apporter des éléments supplémentaires tels que le nombre d'intersections spatio-temporelles et la durée des périodes de temps (t_1-t_2) puis (t_2-t_3) de recouvrement spatio-temporel.

Si deux activités possèdent chacune une dynamique temporelle (Figure 7, C à F), comme par exemple le transport maritime et la pêche professionnelle aux arts dormants, alors l'identification des interactions potentielles entre ces activités peut aussi être réalisée à partir des intersections spatiales ou des intersections spatio-temporelles. Dans le cas de recouvrement spatio-temporel (cas C et D), quelle que soit la méthode utilisée, la conclusion est identique aux cas A et B. En revanche, dans le cas de disjonction spatio-temporelle (cas E et F), les intersections spatiales (cas E) identifient une interaction spatiale potentielle qui constitue alors un « faux positif » puisqu'aucune intersection spatio-temporelle n'est vérifiée (cas F).

Ainsi, l'absence de prise en compte de la dimension temporelle peut être justifiée dans le cas où au moins une de ces activités ne possède pas de dynamique temporelle. En revanche, lorsque l'interaction potentielle considérée met en jeu deux activités ayant chacune une dynamique temporelle propre, la superposition spatiale ne suffit plus à caractériser les interactions potentielles car les activités peuvent être disjointes dans le temps et rien ne permet d'attester de l'utilisation conjointe d'un même espace au même moment.

Après avoir positionné notre travail dans le contexte de l'étude du socio-système côtier, et plus précisément sur la description du déroulement des activités humaines en mer côtière et sur l'analyse de leurs interactions, nous avons défini les notions utilisées dans la suite du document, puis motivé notre approche par la modélisation spatio-temporelle des activités. L'objet du chapitre suivant consiste à présenter le site expérimental, la rade de Brest, et à décrire les raisons pour lesquelles elle constitue un terrain d'étude particulièrement intéressant.

Chapitre 2 . La rade de Brest : un modèle d'étude pertinent

La rade de Brest est choisie comme site expérimental car elle présente *a priori* toutes les caractéristiques nécessaires au développement de notre sujet de recherche.

Afin de préciser les raisons motivant ce choix, nous présentons le contexte général, étape préliminaire et essentielle dans tout travail de « recherche située » (Chambers 1994 ; Berkes *et al.* 2000b ; Mathevet *et al.* 2010). La diversité et la concentration des différentes activités en rade de Brest favorisant potentiellement des conflits d'usages, une analyse de la presse quotidienne régionale apporte un éclairage historique sur cette question (Mercelle et Le Moigne 2010). Le contexte territorial est ensuite caractérisé par les scènes de gestion passées ou en cours. Puis, une typologie des activités potentiellement présentes en rade de Brest est proposée. Enfin, afin d'identifier les données manquantes, l'information géographique disponible est recensée, collectée puis structurée dans une Base d'Information Géographique (BIG).

1. Contexte géographique

1.1 Délimitation du site d'étude

Le site étudié (Figure 8) est limité à l'Ouest par la partie orientale du Parc Marin d'Iroise, de la Pointe des Capucins (Roscanvel) jusqu'à la pointe du grand Minou (Plouzané), et à l'Est par la limite de salure des eaux remontant l'estuaire de l'Elorn jusqu'à Landerneau et une partie de l'estuaire de l'Aulne jusqu'à 6 km en aval de Châteaulin. Le site d'étude comprend uniquement le domaine subtidal, c'est-à-dire la zone située en-dessous de la zone de balancement des marées.

Avec une profondeur d'eau inférieure à 5 mètres sur près de 50 % de sa superficie et atteignant jusqu'à 50 mètres dans le goulet (Trodec et Le Goff 1997), le site d'étude représente une superficie de l'ordre de 180 km² et un linéaire côtier de 340 km. La rade de Brest est séparée de la mer d'Iroise par un goulet de 6 km de long et 2 km de large.

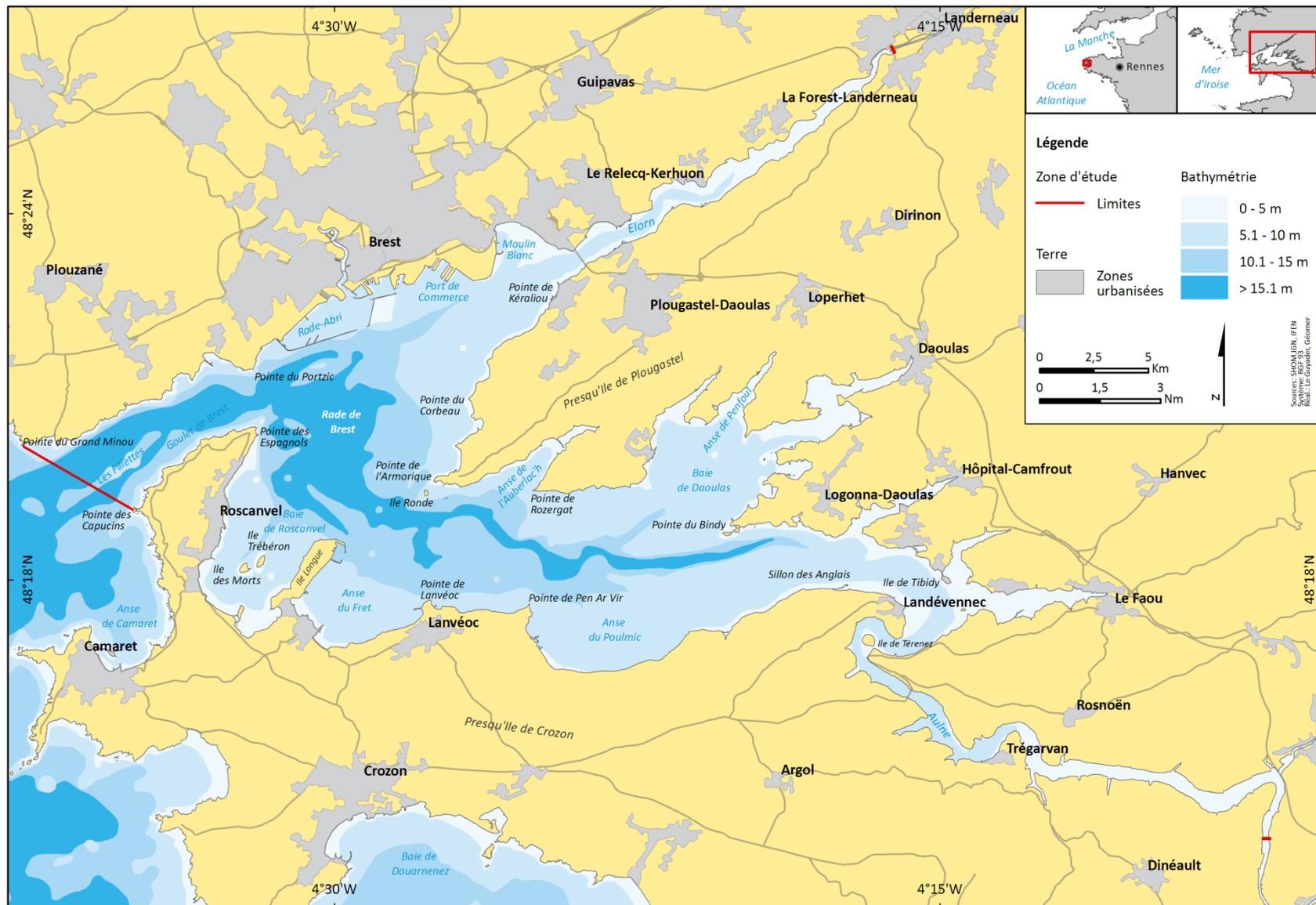


Figure 8. Localisation du site d'étude.

1.2 De multiples activités maritimes

La rade offre un abri accessible à tous types de navires et présente aussi des conditions favorables à l'exploitation des ressources marines. Située à proximité de la route maritime la plus fréquentée du monde, la Manche et le rail d'Ouessant (environ 25 % du trafic maritime mondial¹), la rade concentre de multiples activités (Photographie 1), telles que le transport maritime de charge (a) et de passagers, la pêche professionnelle embarquée (b), les cultures marines, les activités militaires (c), l'extraction de granulats marin (d), des activités de loisirs (e) et (f)...

1.2.1 Le transport maritime

1.2.1.1 Le transport maritime de charge

La Bretagne compte quatre ports d'intérêt national ayant des activités de commerce et de pêche: Saint-Malo, Brest, Lorient et Concarneau. S'y ajoutent les ports du Fret et de Roscanvel, classés d'intérêt national en raison des enjeux militaires de la rade de Brest (Viala et Guillemot 2006). Depuis janvier 2007, la Région est propriétaire du port de commerce de Brest, la gestion étant confiée à la Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI).

Au niveau national, les ports de commerce bretons représentent 10 % du trafic total des ports décentralisés et 2 % du trafic des vingt principaux ports métropolitains (ORTB 2011).

Brest représente le premier port de commerce de Bretagne pour le trafic de marchandises, devant Lorient et Saint Malo (MEDDTL 2011). En 2010, avec 2 900 000 tonnes de marchandises échangées, le trafic du port de Brest progresse de plus de 4,5 % par rapport à 2009 et d'environ 20 % par rapport à 2006. Les importations représentent 75 % du trafic. La distinction du trafic en grandes catégories² de marchandises dans le trafic global est la suivante en 2006 : denrées alimentaires et fourrages (39 %), produits pétroliers (32 %), minéraux bruts et matériaux de construction (14 %), objets manufacturés (5 %), minerais pour la métallurgie (5 %), produits agricoles (4 %), engrais (1 %).

1.2.1.2 Le transport maritime de passagers

Trois compagnies de transport maritime de passagers sont présentes en rade de Brest. Certaines lignes régulières assurent des liaisons entre Brest et la presqu'île de Crozon, d'autres lignes proposent des circuits touristiques ou assurent la desserte vers Camaret et les îles (Molène, Ouessant, Sein).

¹ <http://www.vigipol.com/letraficenmanche.php>

² Nomenclature statistique des transports (NST).



CP : D. Le Guyader sauf mention

Photographie 1. Activités maritimes en rade de Brest : a) transport maritime de charge (méthanier) ; b) pêche professionnelle embarquée ; c) activités militaires (sous-marin nucléaire lanceur d'engin – SNLE) ; d) extraction de granulats marins (sable) ; e) activités nautiques ; f) manifestations nautiques (régate de voiliers).

Le port de Brest serait le premier port français d'escale de paquebots de croisière de la façade atlantique¹. En 2010, il a enregistré 26 escales de paquebot et 68 000 passagers soit une progression de plus de 30 par rapport à 2009 (Région Bretagne 2011).

1.2.2 La pêche professionnelle

La Bretagne contribue à près de 45 % des capacités de production globale des pêches maritimes nationales (mesurées à partir du nombre des navires, des marins ou de la puissance et jauge totale). La flotte bretonne est essentiellement une flotte côtière : 70 % des navires font moins de 12 m et 75 % des navires sont côtiers² (Berthou *et al.* 2008a). Cette caractéristique est encore plus accentuée dans le quartier maritime de Brest. En 2009, 86% des navires sont côtiers, 88 % mesurent moins de 12 m et 64 % moins de 10 m. Parmi les navires côtiers, 48 ont leur port d'attache principal en rade de Brest. Les navires sont polyvalents : le nombre moyen de métiers pratiqués par navire actif à la pêche s'élève à 2,5 (Leblond *et al.* 2011).

En 2010, la criée de Brest se situe au 28^{ème} rang en tonnage (1 597 t) et au 24^{ème} rang en valeur débarquée (7 572 K€) à l'échelle nationale³.

1.2.3 Les cultures marines (mytiliculture, ostréiculture et pisciculture)

La Bretagne est la première région française de production d'huîtres et de moules sur bouchots (France AgriMer 2011). En 2010, la production représentait 30 % de la production française d'huîtres creuses (25 000 t), 100 % de la production d'huîtres plates (1 300 t), 46 % de la production de moules sur bouchots (19 000 t) (France AgriMer 2011), l'essentiel des zones de production étant situé en Bretagne nord.

Les trois types de cultures marines sont présents en rade de Brest. Elles se pratiquent suivant différents modes d'élevage : à plat (en terrain découvrant, ou en eau profonde), en surélevé (en terrain découvrant), sur cordes, sur bouchots (mytiliculture), en cage (pisciculture). Les seules données disponibles, à notre connaissance concernant la production pour le quartier maritime de Brest datent de 1990 (Trodec et Le Goff 1997). Elle représentait 1 500 tonnes pour les huîtres creuses et de 350 tonnes pour les moules. La production issue de la pisciculture marine serait marginale.

¹ <http://www.brest.fr/developpement-rayonnement/actualite> (article du 08/04/2011)

² Sont qualifiés de « côtiers » les navires ayant exercé plus de 75% de leur activité dans les 12 milles (typologie SIH-Ifremer).

³ <http://www.criees-france.com>

1.2.4 L'extraction de ressources minérales

Un seul site d'extraction de ressources minérales est autorisé dans le site d'étude. L'armement S.A.R.L Quémeneur est autorisé¹ à extraire 33.000 m³ d'amendement marins (sable calcaire dit *trez*) en 2010, dans le gisement du petit Minou (Plouzané). Le navire d'exploitation, « le Penfoul », possède une capacité de 250 m³.

1.2.5 Les activités militaires

La rade de Brest abrite une forte activité maritime militaire répartie en deux sites principaux: le port militaire de Brest le long de la Penfeld et dans la « rade-abri » où mouillent l'essentiel des bâtiments, puis l'Île Longue qui abrite les sous-marins nucléaires lanceurs d'engins de la Force océanique stratégique (Fost) française. Les seules données disponibles datent de 1997 (Trodec et Le Goff 1997) : la présence militaire représentait 17 000 hommes et 64 bâtiments soit 37 % de la flotte nationale, plaçant le port militaire de Brest au second rang après celui de Toulon.

1.2.6 Les activités de loisirs

Compte tenu de sa position abritée, la rade de Brest est considérée par certains comme un plan d'eau sécurisant et navigable toute l'année. De très nombreuses activités maritimes de loisirs s'y déroulent telles que la voile, la planche à voile, le surf, le kite-surf, la plongée sous-marine encadrée, le kayak, l'aviron, le ski nautique, le jet-ski et la pêche de loisir...

Les activités nautiques en rade de Brest possèdent un long historique, depuis la création en 1847 du Yacht-club de la Rade de Brest (Sonnac 2006), aux premiers séjours de classes de mer organisés dans les années 1970 au centre nautique de Moulin Mer (Logonna-Daoulas). En 2009, plus de 35 structures (centres nautiques et associations sportives) ont été identifiées en rade de Brest. À titre d'exemple, la Station Nautique Rade de Brest qui regroupe les trois centres nautiques de l'agglomération, constitue « la plus importante base nautique de Bretagne et l'un des plus importants centres nautiques de France »² et représente annuellement environ 8500 pratiquants, 98 000 sorties annuelles en mer, 550 bateaux (dériveurs, planches, kayaks) et 60 manifestations nautiques (Castel 2007).

En ce qui concerne la plaisance, Brest, avec une capacité d'accueil sur ponton de 2210 places, est le premier port de plaisance de Bretagne (1460 pour le port de Moulin-Blanc et 750 pour le port du Château). À cela s'ajoutent les 19 ports communaux de la rade et les mouillages collectifs hors port (selon une estimation réalisée lors de survol aérien le samedi 25 juillet 2009 (Le Berre 2010), le nombre de postes sur bouée de corps-mort est estimé à 2260 en rade de Brest).

¹ Arrêté Préfectoral n° 2009-1104 du 9 juillet 2009

² Service de Nautisme de Brest Métropole Océane (<http://www.brest.fr/sports-nautisme/nautisme.html>)

La pêche de loisirs embarquée concerne près de 40 % de la flottille plaisancière de la rade (Troaderc et Le Goff 1997). Huit associations de pêcheurs plaisanciers ont été identifiées. Les engins pratiqués en rade sont essentiellement¹ les filets (filet trémail et filet droit), le casier, la palangre et la ligne à la main. Les espèces cibles sont le lieu jaune, le maquereau, le tacaud, la dorade grise, la dorade rose, la seiche, le calamar, l'étrille, l'araignée et le tourteau. Par exemple, 190 casiers ont été dénombrés le 7 juin 2010 en rade de Brest (Mercelle et Le Moigne 2010).

2. Des conflits d'usages en rade de Brest ?

La diversité et la concentration des activités en rade de Brest sont susceptibles de générer des difficultés de cohabitation, voire des conflits d'usages potentiels. Afin d'obtenir un éclairage rétrospectif sur les conflits d'usages en rade de Brest, une étude a été réalisée lors d'un stage² dans le cadre du projet Rad2Brest (Mercelle et Le Moigne 2010).

2.1 Méthode

Cette étude a retenu la médiatisation en tant qu'indicateur d'engagement des parties prenantes pour l'identification de conflits d'usages passés en rade de Brest, et en particulier au travers de différends, portés par voie de presse. Selon Torre *et al.* (2010), la Presse Quotidienne Régionale (PQR) constitue un outil d'observation particulièrement intéressant dans ce cadre. L'analyse a donc porté sur le dépouillement d'archives numériques de deux journaux de la PQR (le Télégramme et Ouest France) et d'un hebdomadaire (Le Marin). Les archives numériques n'étant disponibles qu'à partir de l'année 2000, la période couverte s'étend de 2000 à 2010.

Les conflits d'usages identifiés ont été classés selon une typologie distinguant ceux liés à une concurrence pour l'espace, ceux liés à une concurrence pour la ressource et ceux liés à des différences de valeurs et perceptions portant sur l'environnement (Johnson et Pollnac 1989 ; Suman 2001).

2.2 Résultats

Sur les 176 articles sélectionnés, seuls 31 articles relèvent de conflits d'usages. Parmi ceux-ci, 25 % concernent des conflits d'usages pour l'espace, 10 % des conflits d'usages pour la ressource et 65 % des conflits d'usages d'ordre environnemental. Les articles sélectionnés sont représentés sur une frise chronologique (Figure 10).

¹ G.Gloasguen et A. Reunavot (Association des Pêcheurs Plaisanciers du 3ème Bassin de Brest), P. Vinay (Fédération Nationale des Pêcheurs Plaisanciers et Sportifs -CD29) : comm. pers.

² Stage de Master 1

Les articles traitant de conflits d'usages pour la ressource identifient deux conflits. L'un porte sur une compétition pour la ressource entre des pêcheurs professionnels à la drague à la Coquille Saint-Jacques et les pêcheurs sous-marins de loisirs (Télégramme du 30/12/2009 et du 16/01/2010). Le second, entre conchyliculteurs et la préfecture maritime, porte sur une modification du périmètre de classement de la zone de production qui inclut la rade de Brest à celle du goulet (Télégramme du 11, 12 et 13/05/2010).

Les articles traitant des conflits d'usages d'ordre environnemental identifient des conflits liés à la pollution physique et chimique de l'eau (par exemple des associations d'usagers de la plage du Moulin-Blanc qui dénonçant la prolifération d'algues vertes qui serait induite par les pratiques agricoles...) (Télégramme du 21/11/2009 et Le Marin du 19/03/2010), les conflits liés à la biodiversité (par exemple, une association environnementale protestant contre l'éradication des goélands sur la base militaire de Lanvéoc-Poulmic (Ouest France du 26/05/2007)), ou encore les conflits liés à l'implantation de structures (par exemple, deux particuliers protestant contre l'implantation d'une station de traitement des eaux usées qui dégraderait la qualité paysagère (Télégramme du 9/06/2004).

Les articles traitant de conflits d'usages pour l'espace identifient 5 conflits différents entre :

(1) les activités nautiques encadrées pratiquées par le centre nautique de Rostiviec Loperhet (CNRL) contre les activités conchyloles dans l'anse de Penfoul (Loperhet). En 2005 (Figure 9 : article du 7/02/2005), en enquête publique est ouverte quant à la relance de concessions ostréicoles de l'anse de Penfoul proches du CNRL et qui étaient à l'abandon. Le CNRL s'y oppose au motif de la cohabitation impossible entre ces deux activités et en particulier pour des questions de sécurité.

Rostiviec.

Le Centre nautique contre de nouvelles cultures marines

7 février 2005

Dans le cadre de l'enquête publique sur l'implantation de nouvelles zones de culture marine sur le littoral de la baie de Daoulas, le bureau du CNRL (Centre nautique de Rostiviec) se déclare défavorable à de nouvelles cultures marines (...)

© Copyright Le Télégramme 2005

Rostiviec.

La guerre des coques est déclarée. 21 avril 2010

C'est un Christian Chardon particulièrement remonté qui est venu arracher six perches plantées devant Rostiviec, à Loperhet, par des aquaculteurs. «Des dangers pour nos pratiquants», justifie le président du CNRL (...)

© Copyright Le Télégramme 2010

Rostiviec-Loperhet.

Vers une résolution du conflit. 22 avril 2010

La tension reflue dans l'anse de Penfoul où se profile un terrain d'entente. Dans le rôle de médiateur, François Collec, le maire de Loperhet, a joint l'aquaculteur. Le professionnel s'est engagé à délimiter la concession au moyen de bouées (...)

© Copyright Le Télégramme 2010

Figure 9. Extraits d'articles traitant du conflit entre le centre nautique de Rostiviec et activités conchyloles dans l'anse de Penfoul.

En 2010, (Figure 9 : article du 21/04/2010), les concessions étant en activité, le président du CNRL, décide d'arracher des perches qui signalent l'emplacement de certaines concessions. Ces perches sont jugées dangereuses par le centre nautique dont la zone de navigation est proche, en particulier celle des plus jeunes pratiquants. De plus, certaines concessions qui se situent au centre de la baie découvrent légèrement à marée basse lors de grands coefficients de marées. Suite à l'intervention du maire de la commune (Figure 9 : article du 22/04/2010), l'ostréiculteur se serait engagé à modifier la signalisation des concessions par des bouées.

(2) Les activités nautiques encadrées contre la mytiliculture sur bouchot. Le balisage des bouchots serait insuffisamment signalé ce qui induirait un risque pour la navigation.

(3) Des plaisanciers du port du Dellec (Plouzané) contre le comité local des pêches maritimes et des élevages marins (CLPMEM) concernant un projet d'élevage en cage en eau profonde de naissains de coquilles Saint-Jacques. Cet élevage constituerait une gêne à la navigation.

(4) Le centre nautique de Roscanvel contre le club de plongée Atlantis sur un mouillage situé sur un herbier de zostères.

(5) L'activité militaire contre l'activité de pêche à la drague à la Coquille Saint-Jacques au niveau du « Polygone Rascass » situé au Nord-Est de la pointe de Pen-Ar-Vir (Lanvéoc). Au cours de l'hiver 2008-2009 (Figure 11 : article du 21/04/2009), un navire aurait effectué un trait de drague dans une zone militaire interdite à la pêche : le « Polygone Rascass ». Les dégâts occasionnés sont estimés à un million d'euros.

Matériel militaire arraché.

1 million le coup de drague

21 Avril 2009

Qui est venu draguer la coquille en zone interdite, à proximité de l'Île-Longue? Un onéreux équipement de mesures militaires y a été détruit cet hiver. Les dégâts sont importants, la facture, très salée, est évaluée à 1million d'euros.

© Copyright Le Télégramme 2009

Rade de Brest.

Ces dragages qui agacent la Marine.

10 Avril 2010

Le système militaire immergé au large de Lanvéoc, dans la rade de Brest, a encore fait les frais d'une drague qui n'avait pas à passer à cet endroit. La facture s'alourdit. La pression monte (...)

© Copyright Le Télégramme 2010

Coquilliers.

Surveillés par satellite !

30 mai 2011

Les soixante dragueurs de la prochaine campagne à la coquille en rade de Brest devront s'équiper d'un système de positionnement par satellite (AIS). Du jamais vu pour des bateaux de cette taille (...)

© Copyright Le Télégramme 2011

Figure 11. Extraits d'articles traitant du conflit entre la marine nationale et des pêcheurs à la drague à la Coquille Saint-Jacques.

Il s'agit d'un système permettant la réduction de la signature magnétique de sous-marins (SNLE) afin de les rendre difficilement repérables. Il est composé de systèmes électroniques reliés à Lanvéoc par un ensemble de faisceaux et de câbles immergés.

Proche d'un gisement important de coquilles Saint-Jacques et étant interdite à la pêche, cette zone est potentiellement plus riche en coquilles. La Marine Nationale exclurait tout acte accidentel car cette zone est bien connue et signalée. Elle a porté plainte mais le navire

en question n'a pu être identifié. En février 2010 (Figure 11 : article du 10/04/2010), après un an de remise en état du système de démagnétisation, un second trait de drague aurait occasionné 20 000 euros de dégâts. Le navire n'a pu être identifié. Aussi, en 2011 (Figure 11 : article du 30/05/2011), afin d'éviter la fermeture d'un des gisements de coquilles, la soixantaine de dragueurs en rade de Brest ont dû s'équiper de l'AIS (*Automatic Identification System*). Ce système dont la fonction principale est l'aide à la navigation et à la sécurité en mer, permet de localiser précisément tout navire équipé. Il s'agit d'une mesure exceptionnelle en Europe puisque, depuis 2011, seuls les navires de pêche de plus de 15m sont dans l'obligation¹ d'être équipés de ce système. Or tous les dragueurs en rade mesurent moins de 11m.

3. La dynamique de gestion actuelle et passée

La pratique des activités s'ancre dans un contexte territorial précis. La rade de Brest est un espace multifonctionnel où de nombreux instruments de gestion du milieu marin, ont été mis en place. Leur description permet de mieux comprendre le contexte général de gestion en rade de Brest, et de comprendre l'influence de ces outils sur le déroulement des activités.

3.1 Méthode

Pour Pennanguer (2005), un système de gouvernance² local est composé de scènes de gestion. Ces scènes correspondent à des lieux d'échange entre acteurs autour d'un objet commun dans une démarche de gestion. Au cours du temps, une scène de gestion peut prendre différents états et devenir scène de consultation, scène de concertation ouverte ou fermée, ou scène de conflits.

Les scènes de gestion retenues correspondent aux outils de gestion (dispositifs contractuels, outils de planification) (Beuret *et al.* 2006) en cours ou passés en rade de Brest.

Afin de mieux comprendre le contexte général de gestion en rade de Brest, nous avons réalisé une synthèse bibliographique à travers une grille d'analyse qui comporte les principaux éléments proposés par Pennanguer (2005) : le périmètre du territoire concerné, une description du dispositif (nature réglementaire, contractuelle, etc.), les objectifs visés, les dates clés, l'élément déclencheur de la mise en œuvre de la scène, le porteur, les acteurs impliqués, les étapes de la mise en œuvre, les éventuels points de blocage et les résultats affichés. Dans un second temps, nous avons mené des entretiens semi-directifs auprès des représentants des scènes de gestion identifiées, c'est-à-dire auprès de leurs animateurs/facilitateurs au sens de Beuret *et al.* (2006). L'objectif des entretiens est d'une

¹ Directive 2011/15/UE de la commission européenne du 23 février 2011 :

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:049:0033:0036:FR:PDF>

² Pennanguer renvoie vers Calame *et al.* (2003) pour la définition de cette notion et des enjeux qu'elle représente dans les politiques publiques.

part de renseigner ou compléter les grilles d'analyse, d'autre part de collecter des informations concernant les activités en mer. Nous cherchions à déterminer si les activités en mer côtière sont prises en compte dans les scènes de gestion, si la scène de gestion a une influence directe sur leur déroulement, si le représentant de la scène de gestion a connaissance d'interactions négatives entre activités...

Quatre thèmes sont abordés lors des entretiens (Encadré 2).

Encadré 2. Questions thématiques posées lors des entretiens avec les représentants des scènes de gestion.

Le représentant de la scène de gestion

- Est-ce que vous pouvez me parler de vous, de votre parcours professionnel ?
- Quelle est/était votre fonction dans la mise en œuvre de *nom de la scène de gestion* ?
- Êtes-vous impliqué dans d'autres démarches d'action publique (représentant associatif...) ?

L'instrument de gestion

- Questions relatives aux éléments manquants dans la fiche et concernant les thèmes suivants : Dispositif, Objet, Territoire, Dates clés, Initiateur, Porteur, Acteurs impliqués
- Quel a été l'élément déclencheur de la mise en œuvre de la démarche ?
- Quelles ont été : les grandes étapes de ce processus, les facteurs de blocage, de déblocage, les résultats importants obtenus ?
- Est-ce que le *nom de la scène de gestion* était ou est en lien avec d'autres démarches ?

Relation Scène/Activités

- Est-ce que la pratique des activités humaines en mer a été intégrée dans le *nom de l'instrument de gestion* ? Si oui, en quoi ?
- Est-ce que *nom de la scène de gestion* a eu une influence sur le déroulement dans le temps et dans l'espace des activités ? Si oui, en quoi ?

Interactions négatives entre activités

- Selon vous, existe-t-il des activités en rade dont la pratique gêne d'autres activités ?
- Pensez-vous que cette situation peut évoluer dans les prochaines années ? Si oui, en quoi ?

3.2 Résultats

Huit scènes de gestion ont été identifiées d'après la littérature. Il s'agit du Schéma d'Aptitudes et d'Utilisation de la Mer (SAUM) de la rade de Brest (SAUM 1980), du Contrat de Baie (Troadec et Le Goff 1997), du Contrat de Rade¹, du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) de l'Élorn (Syndicat de Bassin de l'Elorn 2007, 2009), du SAGE de l'Aulne (Conseil Général du Finistère 2003 ; IDEA Recherche 2003), du site Natura 2000 « Rivière de l'Élorn »² (Bourdoulous 2010), du site Natura 2000 « Rade de Brest, Estuaire de l'Aulne »³, du projet « Gestion intégrée du Littoral, Pays de Brest, Pays maritime » (Gaignon et Gouedranche 2005, 2007 ; Dumas 2006 ; ADEUPA de Brest 2009).

Sept entretiens ont été menés auprès des représentants de ces scènes de gestion (excepté pour le SAUM rade de Brest car nous n'avons pas pu identifier de personnes-ressources) afin

¹ <http://www.rade-brest.fr>

² <http://riviere-elorn.n2000.fr> et <http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR5300024>

³ <http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR5300046>

de compléter notre approche bibliographique. Les entretiens ont duré en moyenne 2H. La description de chaque scène de gestion est réalisée dans des fiches présentées en Annexe 1.

La chronologie schématique des scènes de gestion est représentée dans la Figure 12.A selon le formalisme proposé par Pennanguer (2005) que nous avons simplifié.

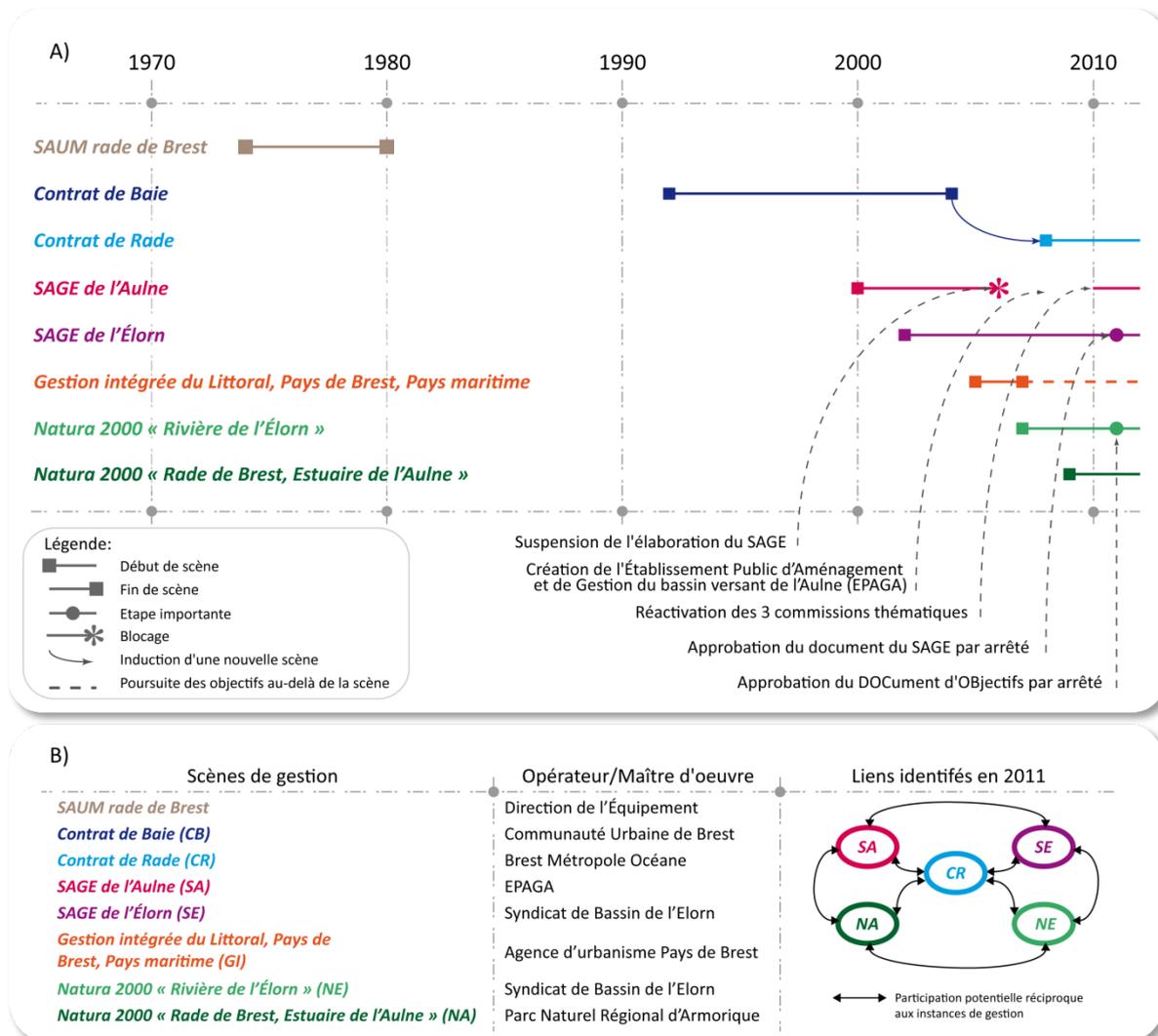


Figure 12. Scènes de gestion identifiées en rade de Brest: synthèse chronologique (a), opérateur ou maître d'oeuvre des scènes et liens entre scènes identifiées et actives en 2011 (b).

Sur les 8 scènes décrites, 5 sont toujours actives en 2011 : les démarches Natura 2000, les SAGE et le Contrat de Rade. Le SAUM initié en 1974 a été approuvé en 1980. Le Contrat de Baie lancé par la phase d'étude préalable en 1992, s'est achevé en 2006 par la seconde phase opérationnelle. Un programme de transition en 2007 puis le Contrat de Rade Brest/Élorn en 2008 lui ont succédé. Le projet de « Gestion intégrée du Littoral, Pays de Brest, Pays maritime » est officiellement terminé depuis 2007. Cependant, la démarche de GIZC engagée se poursuivrait dans le cadre d'un contrat État-Région contenant deux fiches intitulées « Ingénierie de la GIZC » et « Aménagement de la plaisance ». Lors de la phase de

validation du « scénario tendanciel » du SAGE de l'Aulne, le processus a été interrompu par décision de l'Assemblée départementale du Conseil Général du Finistère. Ce n'est que deux ans après la création de l'Établissement Public d'Aménagement et de Gestion du bassin versant de l'Aulne (EPAGA), que les commissions thématiques ont été réactivées.

Les représentants des scènes de gestion participent potentiellement aux instances (comités, commissions ou groupes de travail) des autres scènes partageant un périmètre commun d'intervention (Figure 12.B).

Les objectifs visés par les scènes de gestion sont synthétisés dans le Tableau 3. Ils sont décrits de manière synthétique en tant qu'objectifs globaux sachant qu'ils sont déclinés en enjeux ou sous-objectifs spécifiques à chaque scène. Prenons l'exemple de l'objectif « Préserver/restaurer la qualité de l'eau » qui est décliné dans le cadre du Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) du SAGE de l'Élorn en multiples enjeux tels que « Qualité des eaux et satisfaction des usages tributaires », « Qualité des milieux et aménagement du territoire », « Disponibilité de la ressource et prévention du risque d'inondation » (Syndicat de Bassin de l'Elorn 2009). De la même manière, l'objectif « associer les parties prenantes » recouvre parfois des objectifs différents tels que la consultation ou la concertation. Nous avons également distingué les objectifs « prioritaires » et « secondaires » afin d'identifier les axes principaux de ces scènes de gestion. Il ne s'agit pas d'une terminologie utilisée dans les scènes de gestion. Nous avons effectué la distinction suivant « l'importance » donnée à chaque objectif dans les documents produits par ces scènes (comme par exemple l'ordre dans lesquels ils sont cités).

Ces 8 scènes de gestion affichent des objectifs visant l'association des parties prenantes et intègrent une description des activités en mer, ne serait-ce que dans la réalisation des états initiaux. Les SAGE et les contrats de Baie et de rade favorisent une approche de gestion axée prioritairement sur la qualité de l'eau. Les démarches Natura 2000 ont une approche par les habitats et espèces remarquables. Le SAUM rade de Brest et le projet « Gestion Intégrée du Littoral, Pays de Brest, Pays maritime » (GI) affichaient des objectifs prioritaires orientés vers les activités. Ils visaient la planification des activités en mer (dans un contexte de multi-activités pour le SAUM, et la plaisance seule pour le projet de GI), puis à favoriser la cohabitation des activités en mer. Il s'agit d'un objectif secondaire pour le Contrat de Rade et le contrat de Baie et les sites Natura 2000. Il revêt toutefois une dimension plus importante pour le site Natura 2000 «Rade de Brest, Estuaire de l'Aulne», qui est essentiellement marin¹ contrairement au site Natura 2000 «Rivière de l'Élorn» dont la composante marine est plus faible. Les SAGE n'ont pas pour objet de favoriser la cohabitation entre activités en mer, mais de permettre la cohabitation entre les activités en mer et les activités terrestres. En effet, une mauvaise qualité de l'eau exerce des pressions sur « les usages tributaires de la qualité des eaux littorales », tels que la conchyliculture (qualité bactériologique, blooms phytoplanctoniques et phytotoxiques, qualité chimique en

¹ 98% de la superficie de la Zone de Protection Spéciale (ZPS) et 78% pour la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) se situent en milieu marin.

TBT et métaux lourds), la pêche (qualité bactériologique, blooms phytoplanctoniques et phytotoxiques) et les activités de loisirs (qualité bactériologique, eutrophisation par apports de sels nutritifs) (Syndicat de Bassin de l'Elorn 2007).

Tableau 3. Objectifs principaux visés par les scènes de gestion.

Objectifs	SB	CB	CR	SE	SA	NB	NE	GI
Préserver/restaurer la qualité de l'eau		●	●	●	●		○	
Maintenir/restaurer les habitats et espèces remarquables dans un état de conservation		○	○	○	○	●	●	
Associer les parties prenantes	●	●	●	●	●	●	●	●
Sensibiliser le public aux enjeux environnementaux		○	○	○	○	○	○	
Planifier des activités en mer	●							●
Favoriser la cohabitation entre activités en mer	●	○	○			○	○	●

SB : SAUM rade de Brest, **CB** : Contrat de Baie, **CR** : contrat de Rade, **SE** : SAGE de l'Élorn, **SA** : SAGE de l'Aulne, **NB** : Natura 2000 « Rade de Brest, Estuaire de l'Aulne », **NE** : Natura 2000 « Rivière de l'Élorn », **GI** : Gestion Intégrée du littoral, Pays de Brest, Pays maritime ; ● : objectif prioritaire, ○ : objectif secondaire.

4. Typologie des activités humaines en rade de Brest et Base d'Information Géographique (BIG)

4.1 Typologie des activités humaines en rade de Brest

En 1998, Cicin-Sain et Knecht proposaient une typologie complète des principaux usages et activités de la zone côtière à partir d'une synthèse exhaustive des travaux antérieurs réalisés sur ce thème. Le Tixerant (2004) a adapté cette typologie aux activités humaines en mer côtière et proposé une structuration fondée sur leur mode d'utilisation du milieu. C'est ce mode de structuration en trois niveaux qui a été retenu. En effet, il permet d'établir une typologie des différentes activités, déclinée en niveaux, qui considère un emboîtement d'échelles *a priori* pertinent. Les activités potentiellement présentes en rade de Brest ont été répertoriées à partir de la bibliographie. Sur cette base, une première typologie a été proposée à des personnes-ressources pour validation selon une méthode détaillée en Partie 2 (page 64).

La typologie des activités humaines en rade de Brest a été structurée en 3 niveaux hiérarchiques (Tableau 4) de manière à décliner les usages en activités puis en sous-activités.

Tableau 4. Typologie des activités identifiées en rade de Brest

Usages	Activités N1	Sous Activités N2	Sous Activités N3
Exploitation des ressources vivantes	Pêche professionnelle	Arts Trainants	Drague - Coquille Saint Jacques
			Drague - Praire
			Drague - Pétoncle noir / Huître creuse
			Ligne - Calmar
		Arts Dormants	Filet - Raie bouclée
			Filet - Bar
			Filet - Rouget
			Filet - Émissole
			Palangre - Bar
			Palangre - Dorade grise
	Casier - Crevette		
	Casier - Étrille		
	Pêche en estuaire	Casier - Araignée	
		Casier - Seiche	
Bosselle - Anguille			
Cultures marines	Conchyliculture	Verveux - Anguille	
		Tamis - Civelles	
Pisciculture	Pisciculture	Ostréculture	
		Mytiliculture	
Pisciculture	Pisciculture	Salmoniculture	
Exploitation des ressources non vivantes	Extraction de matériaux	Ressources minérales	Extraction -Sable coquillier
Voie de circulation / Transport	Civil	Navires de passagers	Lignes régulières, lignes occasionnelles
		Navires de charge	Pétrolier, gazier, minéralier, chimiques, porte conteneur
	Militaire	Transit et manœuvre de bâtiments militaires	SNLE, Bâtiments de surface
Usages de loisirs et sportifs	Activités nautiques	Activités nautiques encadrées	Voile légère
			Voilier
			Planche à voile / Fun board
			Aviron / Yole
			Kayak
			Plongée en bouteille
		Manifestation nautiques sportives	Voile légère
			Voilier
			Planche à voile / Fun board
			Aviron / Yole
			Kayak
	Activités nautiques libres	Voile légère	
		Voilier	
		Planche à voile / Fun board	
		Aviron / Yole	
		Kayak	
		Canots pneumatiques	
		Vedettes à moteur	
		Motomarine (Jet ski)	
		Apnée	
		Nage avec et sans palme	
		Plongée en bouteille	
		Kite surf	
	Surf / bodyboard		
	Ski nautique		
	Pêche de loisir	Pêche de loisir	Chasse sous-marine
Pêche embarquée			Pêche embarquée sur tous supports

Ainsi, ont été recensées 7 activités au niveau 1, 14 sous-activités au niveau 2 et 51 au niveau 3. À titre d'exemple, l'exploitation de ressources vivantes comprend différentes activités dont l'activité de pêche professionnelle (niveau 1) qui peut se pratiquer aux arts traînants (niveau 2) et plus précisément avec le métier¹ « drague à la Coquille Saint-Jacques » (niveau 3).

4.2 Base d'Information Géographique (BIG)

4.2.1 Méthode

La mise en œuvre d'une démarche visant à modéliser dans le temps et dans l'espace le déroulement des activités humaines est envisagée, dans un premier temps, par une approche résolument spatiale et ce, par la mobilisation d'informations géographiques.

Dans cette perspective, un inventaire des informations géographiques existantes et nécessaires au projet a été réalisé. Nous ne l'avons pas restreint aux informations géographiques concernant seulement les activités pour deux raisons : d'une part, comme nous l'avons expliqué dans le premier chapitre 1 (page 33), pour permettre la réalisation des zones de pratiques potentielles, et d'autre part dans la perspective de mobiliser ces informations lors de la réalisation de zones de pratiques à dire d'acteurs (Partie 2, page 75).

L'inventaire concerne l'information géographique (IG) non seulement de référence² (limites administratives, géographie de la zone côtière...) (Allain *et al.* 2002 ; CNIG 2002, 2004 ; Bersani 2006 ; Le Berre et Nogues 2010) mais aussi thématique ou sectorielle réalisée à partir d'une revue bibliographique (SAUM 1980 ; Troadec et Le Goff 1997 ; Allain *et al.* 2002 ; Conseil Général du Finistère 2007 ; Le Berre *et al.* 2010). À l'issue de la revue bibliographique, l'inventaire réalisé a permis de préciser les besoins en IG par les rubriques renseignées dans le Tableau 5. Dans un second temps, après un contact avec les producteurs, nous avons identifié les conditions d'acquisition des données compte tenu des contraintes de disponibilité, de coût, des traitements à prévoir, du temps de signature d'une convention de mise à disposition de l'IG (Tableau 6). Les données acquises ont ensuite été renseignées dans un dictionnaire (Tableau 7) permettant de décrire l'information géographique, son format (vectoriel ou raster), le type d'entités spatiales (points, lignes, polygones), ses attributs, son système de référence spatial, sa qualité (date de validité, généalogie et traitement effectués...), l'organisme producteur et les conditions d'utilisation.

¹ Le métier correspond « à la mise en œuvre d'un engin de pêche sur une ou plusieurs espèces cibles » (Boncoeur 2005). La typologie pour la pêche professionnelle correspond, au niveau 2 à celle de la *Food and Agriculture Organization* des Nations Unies (Bjordal 2002) et au niveau 3 à celle du Système d'Information Halieutique (SIH) de l'Ifremer (Ifremer 2010).

² « Les données de référence sont définies comme l'ensemble des informations permettant à chaque utilisateur particulier d'associer des données de différentes origines et de positionner dans l'espace ses informations propres. »(CNIG 1998)

Tableau 5. Première phase de l'inventaire de l'IG

Rubriques (phase 1)	Descriptif
Arborescence	Classement par thème
Description	Décrit l'IG
Échelle d'utilisation	Échelle d'utilisation optimale
Entité	Numérique (point, ligne, polygone) ou physique (papier)
Attributs	Décrit les attributs existants
Année	Date de création
Source	Organisme producteur de l'IG ¹
Acquisition	Modalités d'acquisition

Tableau 6. Seconde phase de l'inventaire de l'IG

Rubriques (phase 2)	Descriptif
Information existante	Booléen
Information disponible	Booléen
Information utilisable en l'état	Booléen
Action	Acquisition / Modification à prévoir / Création (numérisation...)
Méthode	Protocole de création ou traitement à prévoir

Tableau 7. Rubriques du dictionnaire de l'information géographique contenue dans la BIG

Rubriques	Descriptif
Thème	Thème et sous-thème de la BIG
Nom	Nom du fichier
Description	Décrit l'IG
Format des données	Format vectoriel ou raster
Type d'entités spatiales	Point, ligne, polygone
Attributs	Décrit les attributs existants
Système de référence spatial	Système de référence / ellipsoïde / projection cartographique / niveau de référence verticale
Date de validité	Date d'acquisition ou de création
Généalogie / Traitements effectués	Changement de projection / Changement de format / Modification des attributs / Opérations de Géotraitement...
Organisme producteur	Nom et adresse de l'organisme producteur
Conditions d'utilisation	Libre de droit / sous convention
Création des métadonnées	Booléen

Enfin, l'ensemble des données a été intégré sous forme de couches thématiques dans une BIG cohérente (Le Berre *et al.* 2001) structurée en trois niveaux hiérarchiques et exploitée par un Système d'Informations Géographiques (SIG).

¹ Un annuaire des organismes producteurs potentiel est réalisé

4.2.2 Résultats

Les 14 organismes sollicités pour la collecte d'informations géographiques disponibles sur la zone d'étude, émanent des services de l'état, des services décentralisés, d'établissements publics, de divers organismes de recherche, de collectivités territoriales et d'organisations socio-professionnelles.

Tableau 8. Organismes sollicités.

Organismes sollicités	
Services de l'État	DIREN Bretagne
Services décentralisés	DDAM/DDEA/CG 29
Établissements publics	SHOM/IFREMER/IGN/IFEN
Organismes de recherche	IUEM (Géomer, Lémar, Domaine Océanique), IRENaV
Collectivités territoriales	BMO
Organisations socio-professionnelles	CLPMEM Nord-Finistère

Plus d'une soixantaine de couches d'informations géographiques ont été mises en forme dans la BIG (Annexe 2). Les métadonnées ont été renseignées au format FGDC d'ESRI (Annexe 3).

Certaines couches d'informations sont directement exploitables comme par exemple les informations géographiques dites de «référence» telles que le cadastre conchylicole fourni par la Direction Départementale des Affaires Maritimes (DDAM) du Finistère, ou les zonages de protection patrimoniale et les inventaires scientifiques fournis par la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) Bretagne¹.

D'autres, en revanche, ont nécessité des traitements particuliers. Il s'agit par exemple des couches d'informations relatives à la réglementation pour la navigation et à la pêche professionnelle, aux Établissements de Signalisation Maritime (ESM), aux amers, aux épaves et câbles sous-marins. Ces informations géographiques vectorielles ont été extraites des cartes de navigation électroniques (*Electronic Navigational Chart – ENC*). Conçues pour l'aide à la navigation, les ENC sont visualisables avec certains logiciels libres du type *CARIS Easy View*², mais leur intégration dans une BIG exploitée par un SIG comme ArcGis nécessite une conversion de format (données fournies au format d'échange international S-57 défini par l'Organisation Hydrographique Internationale (IHO 2000). À moins de posséder une extension dédiée³ (mais payante), des extensions comme celles mises à disposition par la NOAA⁴ permettent l'importation des informations dans une géodatabase. Toutefois, celle-ci possède une structure relativement complexe et contient une information riche répartie en de multiples couches d'informations dont la dénomination est peu explicite. Il en va de

¹ Depuis le 1^{er} janvier 2010, ces organismes sont devenus respectivement la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) du Finistère et la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Bretagne.

² <http://www.caris.com/products/easy-view>

³ *Esri Nautical Solution*: <http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/nautical-solution/index.html>

⁴ *ENC Data Handler extension*: <http://www.csc.noaa.gov/digitalcoast/tools/enchandler>

même pour la richesse et la dénomination des champs et attributs contenus dans chacune de ces couches.

Les couches d'informations géographiques sont réparties dans la BIG en quatre thèmes ("Activités et Usages", "Faune et Flore", "Milieu Physique" et "Réglementation") et une vingtaine de rubriques (Figure 13).

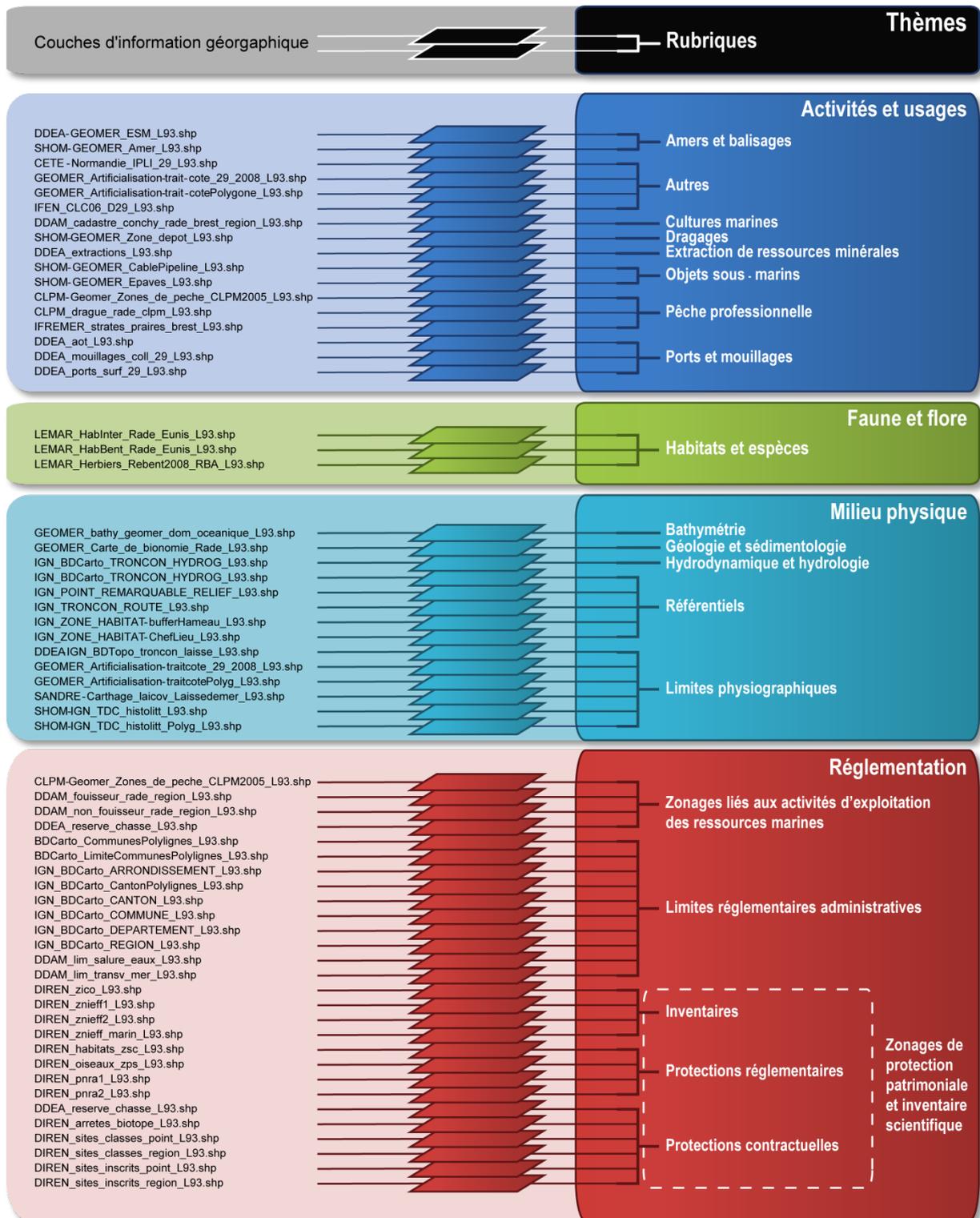


Figure 13. Structuration et contenu (extraits) de la Base d'Information Géographique.

4.2.3 Identification des données manquantes

Identifiées par de nombreux auteurs (Le Berre 1999 ; Trouillet 2004 ; Le Tixerant 2004), les lacunes informationnelles en rade de Brest concernent principalement les activités et les usages.

En effet, certaines données spatialisées existent et sont accessibles, comme la réglementation liée à la navigation et la pratique de la pêche professionnelle. Il en est de même pour la représentation de l'emprise spatiale des cultures marines et des mouillages collectifs organisés. D'autres, en revanche, sont trop agrégées, comme la répartition des zones de pêche à la drague (CLPMEM), ou inexistantes comme pour les autres métiers de pêche professionnelle, le transport maritime et les activités nautiques.

Dans ce cas, l'identification de Zones de Pratiques Potentielles (ZPP) proposée par Le Tixerant (2004) permet-elle de construire ces informations ? Cette approche est tributaire de deux éléments : de l'existence d'une description qualitative d'une activité permettant d'identifier les contraintes spatiales relatives à cette pratique, puis de l'existence des informations géographiques correspondant aux contraintes spatiales précédemment identifiées, constituant alors autant de « filtres spatiaux ». Cette approche, relativement peu discriminante compte tenu de l'échelle géographique à laquelle nous travaillons, est sensible à la fois à la précision de la description qualitative des contraintes spatiales et de la qualité des informations géographiques disponibles. Sur ce dernier point, notons par exemple que la couche d'information bathymétrique employée ici provient de l'interpolation de données issues la base de données bathymétriques du Service Hydrographique de La Marine (SHOM) dont certains levés datent de plus d'un siècle (Le Berre 1999)¹. Enfin, ne disposant pas de description qualitative des contraintes spatiales pour les autres activités, la collecte de données complémentaires apparaît nécessaire.

Conclusion partielle

Ce travail s'inscrit dans l'étude de la composante humaine de l'éco-socio-système côtier, et est plus précisément consacré à la description du déroulement des activités humaines en mer côtière et à l'analyse de leurs interactions. Les mers côtières, parties marines des zones côtières, par l'apport de ressources, jouent un rôle essentiel pour les sociétés humaines. La concentration et la diversité des activités qui s'y développent, exercent une pression croissante sur cet espace et les milieux associés et génèrent des interactions parfois conflictuelles entre activités. La revue bibliographique du cadre de gestion en zone côtière dans une perspective de « développement durable », met en avant la nécessité de considérer « la dimension humaine » (Ehler et Douvère 2007) dont la prise en compte est spatialement explicite et doit intégrer la dimension temporelle. Or, de nombreux auteurs conviennent que les données disponibles pour caractériser les activités en mer sont éparées

¹ Nous n'avons pas utilisé la bathymétrie vectorielle provenant des ENC, car sur la zone d'étude elle est produite au 1/200 000 (ENC FR370660).

ou inexistantes (St. Martin et Hall-Arber 2008). Les besoins en termes de recherche portant sur le développement de méthodes permettant la collecte et l'analyse données spatio-temporelles pertinentes et intersectorielles sont également soulignés. À notre connaissance, peu de recherches portent sur la description spatio-temporelle de plusieurs activités humaines en mer côtière à une échelle locale.

Pour y répondre, nous avons retenu une approche de modélisation des activités, approche adaptée à l'appréhension d'une réalité complexe, visant à représenter et caractériser leur déroulement dans le temps et l'espace ainsi que les conflits potentiels. Les activités sont décrites par des zones et des calendriers de pratiques (Le Tixerant *et al.* 2010). Les conflits traités dans le document portent sur les conflits d'usages pour l'espace. Nous tenons compte de la notion d'engagement des parties prenantes (Torre *et al.* 2006) pour distinguer les conflits (engagement avéré), et les interactions négatives (absence d'engagement avéré). La caractérisation des conflits potentiels et des interactions négatives entre activités est envisagée afin d'attester de l'utilisation conjointe d'un même espace au même moment.

La rade de Brest présente un terrain d'étude particulièrement intéressant pour caractériser la distribution spatio-temporelle des activités en mer côtière. Elle concentre de multiples activités : transports maritimes, activités militaires, pêches professionnelles, cultures marines, activités de loisirs (nautisme, sports de glisse, plongée)... Dans ce contexte, émergent différents enjeux comme le maintien de l'activité de pêche, la cohabitation de diverses activités, ou la mise en œuvre de Natura 2000 en mer. Une analyse rétrospective de la Presse Quotidienne Régionale a mis en évidence cinq conflits d'usages pour l'espace (Mercelle et Le Moigne 2010) témoignant de difficultés de cohabitation entre certaines activités comme par exemple entre les activités nautiques encadrées pratiquées par le centre nautique de Rostiviec Loperhet (CNRL) et les activités conchylicoles dans l'anse de Penfoul (Loperhet), ou entre l'activité militaire et l'activité de pêche à la drague à la Coquille Saint-Jacques concernant la destruction d'un équipement militaire immergé.

La pratique des activités s'ancrant dans un contexte territorial précis, 8 scènes de gestion ont été décrites pour une meilleure appréhension du contexte général de gestion en rade de Brest. 51 activités potentiellement présentes en rade de Brest ont été identifiées et structurées dans une typologie déclinée en plusieurs niveaux hiérarchiques. Enfin, l'information géographique existante a été recensée, collectée puis structurée dans une BIG contenant une soixantaine de couches d'informations qui décrivent les activités et usages, l'environnement physique, les habitats et espèces en milieu infratidal et intertidal ainsi que les zones réglementaires. Cet inventaire a permis d'identifier les informations spatiales manquantes qui concernent essentiellement les activités humaines telles que la pêche professionnelle, le transport maritime et les activités nautiques.

L'objet de la prochaine partie est de présenter l'approche méthodologique que nous avons développée afin de collecter les données spatio-temporelles permettant de construire les zones et les calendriers de pratiques pour différentes activités en rade de Brest.

PARTIE II . COLLECTER DES DONNÉES SPATIO-TEMPORELLES

Chapitre 1. Collecter des données spatio-temporelles à dire d'acteurs : méthodologie63

1. Démarche générale..... 63
2. Enquête par entretiens semi-directifs 64
3. Spatialisation des zones de pratiques à dire d'acteurs par l'intermédiaire d'un SIG 75

Chapitre 2. Construire des territoires et des calendriers de pratiques : résultats91

1. Entretiens réalisés..... 91
2. Données spatiales 93
3. Données temporelles et quantitatives 114
4. Données qualitatives 118
5. Limites de la méthode et discussion sur la nature des données collectées 127

Conclusion partielle132

Chapitre 1 . Collecter des données spatio-temporelles à dire d'acteurs : méthodologie

La modélisation du déroulement des activités humaines en rade de Brest implique le recours à des données spécifiques en termes de granularités spatiales et temporelles. De manière à combler les lacunes informationnelles révélées par l'inventaire, nous avons élaboré une approche méthodologique afin de collecter les informations spatiales puis quantitatives et temporelles sur l'ensemble de l'année 2009 pour laquelle nous possédons un maximum de données. Cette méthode est présentée dans un premier temps en précisant la démarche générale, puis une attention particulière est portée à la préparation des entretiens semi-directifs ainsi qu'à la spatialisation des zones de pratiques à dire d'acteurs.

1. Démarche générale

L'objectif de cette démarche est de définir les zones et calendriers de pratiques (Le Tixerant 2004 ; Le Tixerant *et al.* 2010) pour chaque activité selon la typologie définie précédemment. Toutefois, en l'état actuel des connaissances des activités et des contraintes associées, cette approche appliquée à la rade de Brest ne permet pas d'identifier des territoires et calendriers de pratiques suffisamment discriminants pour la totalité des activités considérées. La collecte de données complémentaires est donc nécessaire.

Les données spatio-temporelles décrivant les activités maritimes peuvent être obtenues à partir **(i)** d'observations directes à terre (Cole 2005) ou aériennes (Serra-Sogas *et al.* 2008), ou à partir **(ii)** d'observations indirectes par l'analyse d'images satellitaires ou d'images radar (Pegler *et al.* 2003), de données GPS (Pelot et Wu 2007 ; Ould Yarba *et al.* 2009), de données issues de système d'identification automatique AIS (*Automatic Identification System*) (Bertrand *et al.* 2007 ; Le Guyader *et al.* 2012) ou du système de suivi des navires de pêche VMS (*Vessel Monitoring System*) (Deng *et al.* 2005 ; Witt et Godley 2007 ; Stelzenmüller *et al.* 2008 ; Palmer et Wigley 2009 ; Le Quesne *et al.* 2010), ou encore à partir **(iii)** d'enquêtes (Des Clers 2004, 2010 ; Ardron *et al.* 2005 ; Des Clers *et al.* 2008 ; De Freitas et Tagliani 2009).

Dans le cas présent, l'observation directe qui nécessite des moyens humains ou matériels importants n'a pas été retenue. En effet, cette approche s'intéresse aux pratiques individuelles et est mise en œuvre dans le cadre d'étude de fréquentation ou d'observatoires de la fréquentation (Brigand *et al.* 2006 ; Brigand et Le Berre 2007). Elle

nécessite un effort d'observation suffisant en termes de représentativité pour émettre des hypothèses au niveau de l'activité. Des données de qualité aussi fines ne sont pas nécessaires afin de répondre à nos objectifs qui concernent plusieurs activités.

Nous avons été amenés à traiter des données hétérogènes acquises par différentes sources. Par exemple, concernant l'activité de transport maritime, nous avons exploité l'extraction d'une base d'informations spatio-temporelles issues de données AIS (*Automatic Identification System*) fournie par l'Institut de Recherche de l'École Navale (Lanvéoc Poulmic). Le recours à des procédures d'analyse spatiale au sein d'un SIG a permis d'identifier, de quantifier et de cartographier le trafic maritime journalier de charge et de passagers en rade de Brest pour l'année 2009 (Le Guyader *et al.* 2012). Nous avons également eu recours à l'analyse de données issues de l'observation instrumentée telles que les données GPS pour spatialiser les sites de plongée encadrée.

Pour d'autres activités, telles que la pêche professionnelle, les activités nautiques encadrées et le transport maritime de passagers (soit 31 activités au niveau 3 de la typologie), nous avons retenu l'usage de l'enquête par entretiens semi-directifs individuels auprès de personnes-ressources ou *key informants* (Tremblay 1957). Il s'agit d'une approche fondée sur l'expertise de personnes qui sont présumées posséder des connaissances au sujet d'une population cible (Rubin et Babbie 2005).

Nous avons élaboré une méthode pour la collecte d'informations à dire d'acteurs qui comprend trois principales étapes :

1. Collecte des données bibliographiques décrivant le déroulement spatio-temporel des activités humaines,
2. Réalisation de fiches de synthèse par activité,
3. Conduite d'entretiens semi-directifs.

Les deux premières étapes ont pour objectif de préparer la conduite thématique des enquêtes par entretiens semi-directifs.

2. Enquête par entretiens semi-directifs

La préparation des entretiens (Beaud et Weber 1997, 2003 ; Blanchet et Gotman 2007) consiste à définir l'opportunité du recours à l'enquête par entretien semi-directif, la conception des entretiens (la définition de la population et de l'échantillon, le mode d'accès aux interviewés, l'élaboration du guide d'entretien) leur réalisation (les paramètres de situation et l'interaction des discours et des interventions), puis leur analyse.

2.1 Préparation de l'enquête

2.1.1 L'opportunité du recours à l'enquête par entretien

Nous avons recours à l'enquête par entretien plutôt que par questionnaire car nous ne connaissons pas suffisamment le système étudié ce qui nécessite une approche exploratoire (Blanchet et Gotman 2007). De plus, cette méthode convient à nos moyens humains et matériels en termes de collecte, de traitement et d'analyse. L'usage de l'entretien semi-directif permet enfin de mettre en œuvre une démarche participative de consultation et de co-élaboration d'informations à dire d'acteurs (Chaniotis et Stead 2007).

2.1.2 Définition de la population et taille de l'échantillon

Lors de la phase initiale de collecte des données, les activités qui nécessitent la collecte d'informations complémentaires ont été identifiées. Parmi celles-ci, nous distinguons deux sous-ensembles d'activités selon leur mode d'organisation :

- les « activités encadrées » au sein de structures professionnelles (société de transport maritime de passagers...), socio-professionnelles (comité local des pêches maritimes et des cultures marines) ou associatives (centre nautique...),
- les « activités non encadrées » sans mode spécifique d'organisation. Il s'agit, par exemple, de la planche à voile de loisir pratiquée hors structure. Certaines de ces activités comme la pêche de plaisance peuvent être représentées au sein d'associations (association de pêcheurs plaisanciers) mais ne constituent pas pour autant une activité encadrée dans la mesure où la structure ne peut influencer directement la localisation, le déroulement dans le temps ou la densité de la pratique.

Nous avons choisi d'enquêter auprès des activités encadrées en basant notre échantillonnage sur les personnes qui exercent des responsabilités au sein de ces structures, telles que le responsable d'une société de transport maritime de passagers, le secrétaire du comité local des pêches et des cultures marines ou encore le directeur d'un centre nautique. Ainsi, les enquêtes ont été menées uniquement auprès des personnes-ressources pour les activités encadrées (Figure 14).

Le critère retenu pour identifier les strates est le mode d'utilisation du milieu, c'est-à-dire la distinction des catégories par activité et groupe d'activités. Les activités encadrées représentent 35 activités sur les 51 identifiées au niveau 3 de la typologie (soit toutes les activités excepté les activités nautiques libres et les activités de pêche de loisir). La collecte d'informations complémentaires est nécessaire pour 31 de ces activités.

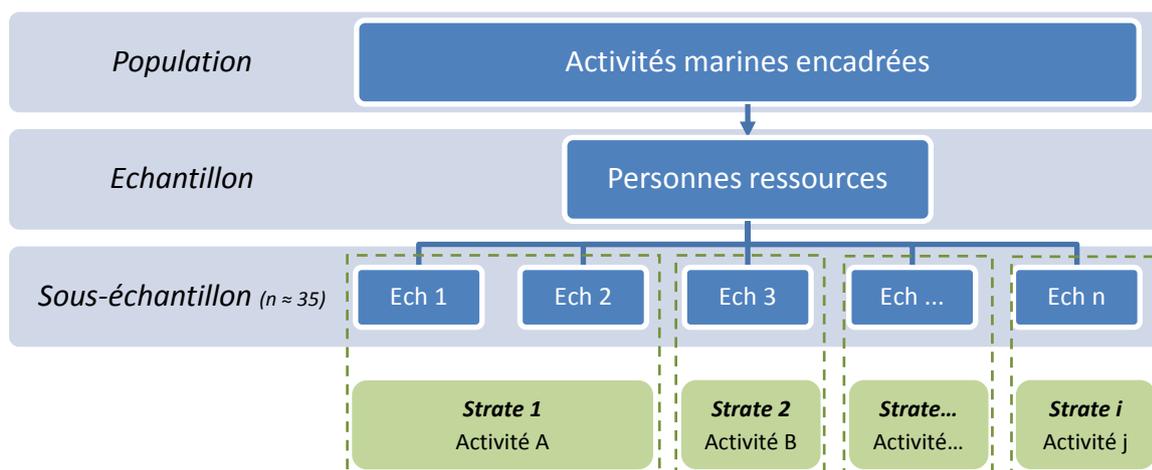


Figure 14. Principe de répartition de l'effort d'échantillonnage des entretiens semi-directifs.

L'effort total d'échantillonnage s'est effectué sur une base définie *a priori* de 35 entretiens afin de décrire les activités. L'échantillonnage a été réalisé de manière indépendante dans les différentes strates par une méthode non-probabiliste afin de tenir compte de la diversité des pratiques au sein d'une même activité au niveau de la structure encadrante. Nous avons déterminé la répartition des entretiens au sein d'un même sous-échantillon en identifiant les structures qui potentiellement pouvaient avoir une pratique différente tant sur les aspects spatiaux et temporels que quantitatifs (Tableau 9).

Tableau 9. Échantillonnage des entretiens semi-directifs en fonction des strates.

<i>Strates (Activités)</i>	<i>Sous-échantillonnage</i>	<i>Entretiens envisagés (n)</i>
<i>Pêche professionnelle</i>		7
	Structure socioprofessionnelle	1
	Pêcheurs professionnels	6
<i>Extraction de matériaux</i>		1
Extraction de sable coquillier	Société d'extraction de sable coquillier	1
<i>Transport maritime civil</i>		4
Transport de charge	Port de Brest (Pilote portuaire)	1
Transport de passagers	Sociétés de transport de passagers	3
<i>Activités nautiques</i>		23
	Structures socioprofessionnelles	2
<i>Activités nautiques encadrées</i>	Centres nautiques	6
	Clubs et associations	10
<i>Manifestations nautiques sportives</i>	Structures socioprofessionnelles	2
	Clubs et associations	3
Total entretiens		35

Par exemple, les 3 compagnies de transport de passagers proposant des lignes régulières ont été sollicitées. Les structures identifiées et enquêtées pour la pratique de la planche à voile encadrée sont au nombre de 8 (6 centres nautiques et 2 associations).

Ce mode d'échantillonnage, qualifié par certains auteurs d'« échantillonnage raisonné » ou *purpose sampling* (Patton 1990), peut être considéré en ce sens comme caractéristique plutôt que représentatif. La liste des structures enquêtées est présentée en Annexe 5.

2.1.3 Choix du mode d'accès aux enquêtés

L'accès aux enquêtés a été effectué par mode direct, à partir des informations collectées dans la bibliographie et par mode indirect par l'entremise d'un tiers (méthode d'accès de proche en proche) pour la pêche professionnelle uniquement.

Si l'accès par mode direct est neutre *a priori*, l'entremise d'un tiers peut présenter des inconvénients. En effet, à la demande de l'enquêteur se surimpose la demande d'un tiers qui peut être de nature différente (amicale, sociale) et résulter potentiellement d'un choix stratégique (Blanchet et Gotman 2007). Mais ce mode d'accès permet de contacter de manière sélective une population spécifique et non localisée. Prenons l'exemple de la pêche professionnelle, activité pour laquelle nous avons identifié le secrétaire du CLPMEM comme représentant. Nous l'avons sollicité afin de constituer une liste des différents métiers pratiqués en rade, puis d'y associer différents professionnels représentatifs (selon lui) d'un ou de plusieurs métiers.

2.1.4 Élaboration du plan d'entretien

Tout discours produit par entretien est co-construit par les partenaires du dialogue, en fonction des enjeux de la communication et des interactions à l'œuvre dans l'interlocution (Blanchet et Gotman 2007). Vermersch (1991) précise cependant que l'interviewé n'est pas laissé libre de raconter tout ce qui lui vient à l'esprit, mais est guidé vers un objectif précis. En ce sens, Blanchet et Gotman (2007) affirment que l'entretien constitue un fait de parole qui doit être préparé. Ils ajoutent que « l'entretien constitue en quelque sorte une « improvisation réglée » et que « chaque entretien est une situation singulière susceptible de produire des effets de connaissances particuliers. Toutefois, l'entretien demande un certain nombre d'ajustements afin de construire le fait de parole » (Bourdieu 1980).

Les thèmes que l'on souhaite explorer sont donc organisés dans un plan d'entretien puis traduits en questions élémentaires (Encadré 3). Le plan d'entretien va contribuer à élaborer une grille d'entretien qui se distingue du protocole du questionnaire dans la mesure où elle structure l'interrogation mais ne dirige pas le discours (Blanchet et Gotman 2007).

Les entretiens doivent répondre à deux objectifs principaux : compléter et valider les informations concernant le déroulement de l'activité, renseigner les interactions potentielles ou avérées avec d'autres activités. Les activités doivent donc être décrites selon des

approches qualitatives (description de la pratique, des contraintes associées et des interactions avec les autres activités), spatiales (élaboration des territoires de pratique), temporelles (élaboration du calendrier de pratique) et quantitatives.

Encadré 3. Liste complète des thèmes potentiellement abordés lors des entretiens.

Le référentiel

La personne-ressource :

- *Est-ce que vous pouvez me parler de vous, de votre fonction ?*
- *Depuis quand l'exercez-vous ?*
- *Pratiquez-vous une activité en mer ? Plus précisément en rade ? Depuis quand ?*

La structure :

- *Pouvez-vous me parler de votre structure (date de création, statut, nombre de salariés, de bénévoles, de licenciés, flottille, types d'activités...)?*
- *Pouvez-vous me parler de ses activités ?*

Description de l'activité

Validation de la typologie (Présentation de la typologie concernant l'activité en question):

- *Que pensez-vous de cette typologie ? Y a-t-il des activités qui manquent ?*

Approche qualitative :

- *Pouvez-vous me décrire la pratique de 'nom de l'activité' ?*
- *Quelles sont les contraintes pour la pratique (réglementaires, météorologiques, milieu...)?*
- *Dans quelles conditions la pratique est-elle impossible ?*

Approche quantitative et temporelle (en général) :

- *Quand cette activité est-elle pratiquée (sur l'année, sur une semaine) ?*
- *Quel est le nombre de pratiquants pour cette activité en général (sur l'année, sur une semaine) ?*

Approche spatiale :

- *Dans quelles zones a lieu la pratique de l'activité (cartes à l'appui) ?*
- *Pourriez-vous délimiter sur cette carte la (les) zone(s) ? Sinon, pouvez vous me conseiller des personnes qui accepteraient de le faire ?*

Interactions et perspectives d'évolution

- *Quelles sont les limites, en termes d'utilisation de l'espace, pour la pratique de cette activité? Pensez-vous que cela peut évoluer dans les prochaines années ?*
- *Selon vous, existe-t-il des activités en rade dont la pratique gêne d'autres activités ? Si oui, lesquelles ? Dans quelles conditions ? Pensez-vous que cette situation peut évoluer dans les prochaines années ?*

L'approche qualitative permet de décrire concrètement la pratique d'une activité (par exemple, depuis la mise à l'eau ou l'embarquement au retour à terre), puis de décrire les principales contraintes :

- de nature réglementaire (celles qui influencent le déroulement spatio-temporel de l'activité comme par exemple les périodes de pêche autorisées en fonction du métier pratiqué, mais aussi liées à la technique (dimensions et catégories d'engins),
- de nature environnementale (météorologique, marégraphique, géomorphologique ou biologique).

Dans le Chapitre 1 de la Partie 1, nous avons distingué la notion de conflit de celle d'interaction potentielle négative par l'engagement d'une ou des parties prenantes (Torre *et al.* 2006, 2010 ; Cadoret 2009). Nous y avons également précisé notre approche des conflits d'usages par le prisme des interactions spatio-temporelles entre activités (Johnson et Pollnac 1989 ; Suman 2001).

Aussi, au cours de l'entretien, nous cherchons à identifier, selon les personnes-ressources, les activités identifiées en rade de Brest et les modalités d'interactions entre ces activités pour lesquelles il existe:

- des conflits d'usage spatio-temporels, c'est-à-dire des interactions spatio-temporelles négatives et avérées (interactions avec engagement porté à notre connaissance);
- et des interactions spatio-temporelles potentiellement négatives entre activités.

L'objectif visé est de permettre l'analyse de ces données par une matrice d'interactions spatio-temporelles entre activités à dire d'acteurs, basée sur le modèle de la grille de compatibilité/incompatibilité des usages en Mer Méditerranée proposée par Vallega (1992) à partir des travaux de Couper (1983). Pour cela, les modalités retenues pour caractériser les interactions potentielles sont notées, de manière relativement similaire à celles de Vallega : négatives (dans le cas de conflits d'usages spatio-temporels) ou risquées (dans le cas d'interactions spatio-temporelles négatives potentielles). À la différence de Vallega, nous ne collectons pas d'informations relatives aux interactions favorables entre activités afin de limiter la durée des entretiens. Le plan d'entretien vise à se concentrer uniquement sur les activités potentiellement ou réellement incompatibles sur le plan spatio-temporel. Ce thème est abordé en fin d'entretien.

L'approche spatiale permet d'identifier les zones sur lesquelles une activité est susceptible de se dérouler de manière générale et en fonction de contraintes environnementales identifiées par l'enquête. Cette approche implique la conception d'une méthode spécifique qui est détaillée page 75. Elle conduit à caractériser chaque activité (*i.e.* de niveau 3) par une ou plusieurs entités spatiales.

L'approche temporelle et quantitative a pour objectif d'affecter à chaque activité (*i.e.* entités ou groupe d'entités spatiales) les occurrences temporelles au cours d'une année avec un pas de temps quotidien et d'y associer les effectifs (nombre de bateaux) et la densité de

supports (nombre de bateaux/km²). Pour y parvenir les données ont été collectées suivant deux modalités.

Dans un premier temps, nous avons collecté les données disponibles pour l'année 2009 au pas de temps quotidien, par exemple au sein de bases de données internes à la structure enquêtée. En raison du nombre relativement important de données à collecter, nous avons opté pour le recueil de données correspondant à une seule année. L'année 2009 étant choisie du fait de la disponibilité des données, nous nous sommes assurés lors des entretiens auprès des personnes-ressources qu'aucun élément majeur n'avait modifié leur activité au cours de cette période.

Dans le cas où les données étaient indisponibles auprès des structures, nous avons opté pour une description à dire d'acteurs. La personne-ressource apporte des informations temporelles concernant la présence/absence de telle activité au cours d'une année à un pas de temps quotidien. Par exemple, une activité peut être décrite sur le plan temporel comme suit : « Au centre nautique de ... la planche à voile se pratique de septembre à juin, le mercredi et jeudi uniquement l'après-midi ». Sur cette base, des calendriers plus complexes peuvent être élaborés. La personne-ressource indique ensuite le nombre de supports associés à l'activité décrite, comme : « En général, il y a 10 planches à voile le mercredi après-midi pour la période de septembre à novembre, 5 de décembre à mars et 10 de mars à juin ... ».

2.1.5 Des grilles d'entretiens ciblées sur 3 catégories d'enquêtés

Tous les thèmes évoqués ne sont pas tous systématiquement abordés lors d'un entretien. Ils sont déclinés en grille d'entretiens en fonction du statut informatif de l'enquêté et de l'activité concernée.

Le statut informatif peut être défini comme la potentialité d'une personne-ressource à pouvoir apporter un élément de connaissance nouveau et attendu lors de l'entretien. Les personnes-ressources possèdent des savoirs de natures différentes en fonction de la structure dont elles font partie, du statut qu'elles occupent, de la nature de l'activité et de leur pratique. Prenons l'exemple d'une personne-ressource qui représente plusieurs activités au niveau départemental ; elle détient potentiellement une vision globale des pratiques et de leurs enjeux, mais sera *a priori* incapable de définir précisément la zone de pratique d'une activité donnée. À l'inverse, le moniteur de planche à voile d'un centre nautique pourra préciser les zones de pratiques selon le niveau des encadrés, le type de support ou encore les conditions météorologiques, sans avoir pour autant un recul sur la pratique au niveau d'un territoire plus vaste. Considérant ainsi que le statut informatif de chaque enquêté diffère selon 2 critères principaux (son territoire d'intervention et la diversité des activités qu'il représente), nous distinguons, de manière schématique, 3 types d'entretiens (Figure 15).

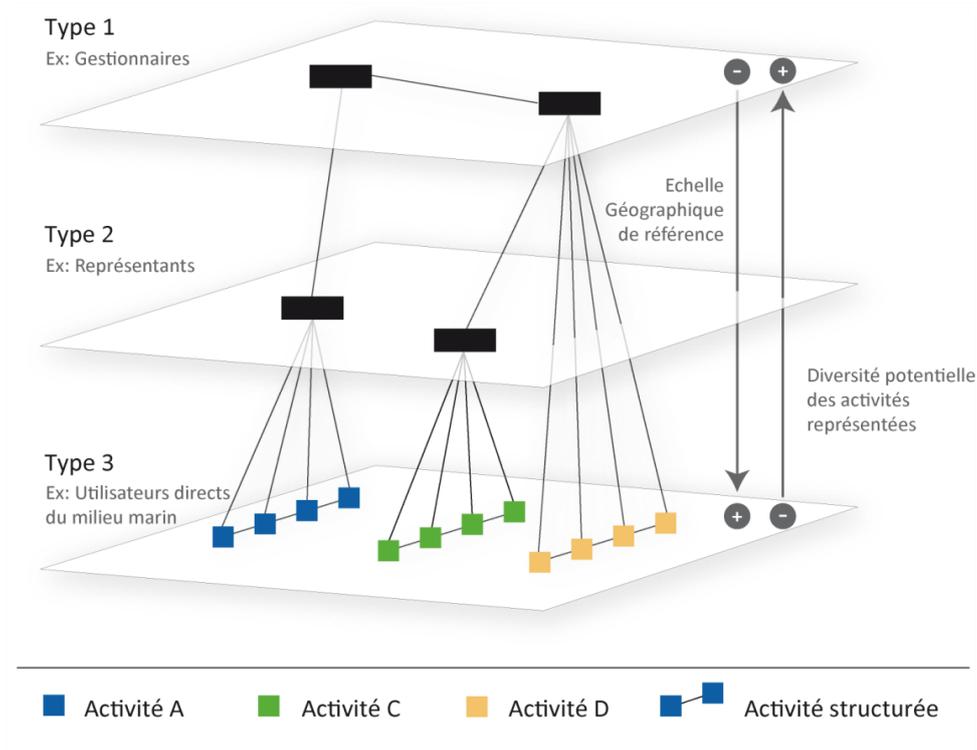


Figure 15. Typologie des entretiens en fonction du statut informatif des enquêtés.

Les entretiens sont préparés à partir d'une même grille qui est adaptée selon le statut de l'enquêté et le type d'entretien. Les modalités de préparation et de conduite de l'entretien selon son type portent essentiellement sur la nature semi-directive et sur la chronologie de conduite de l'enquête. Les interlocuteurs pour les entretiens de type 1, 2 et 3 sont désignés respectivement comme gestionnaires, représentants et utilisateurs directs du milieu marin. Cette terminologie simpliste permet néanmoins d'illustrer le propos. Ainsi, les entretiens de type 1, à l'attention des gestionnaires sont menés dans un premier temps afin d'avoir une vision globale de l'activité, selon un mode semi-directif à ouvert. Puis, les entretiens de type 2 sont conduits auprès des représentants suivant un mode semi-directif. Enfin, si à ce stade de l'enquête les informations collectées demeurent insuffisantes, les entretiens de type 3 sont menés auprès des utilisateurs directs sur un mode semi-directif à fermé.

À titre d'exemple, la Figure 16 présente la déclinaison des entretiens auprès de quelques personnes-ressources pour les activités nautiques encadrées et la pêche professionnelle. Les entretiens de **type 1** (G1 et G2) ont été menés prioritairement auprès du représentant de NEF ou du responsable du CLPMEM. La conduite de ces entretiens et les thèmes abordés sont relativement ouverts afin de collecter des informations sur ces activités dans leur contexte général.

En ce qui concerne les activités nautiques encadrées, les entretiens de **type 2** sont ensuite réalisés auprès des représentants des associations et centres nautiques : le centre nautique de Roscanvel (entretien R1) et les Crocodiles de l'Elorn (entretien R2). Ces structures encadrent un nombre variable d'activités. Le centre nautique de Roscanvel (CNR) permet la

pratique de 3 activités (la voile légère, la planche à voile et le kayak de mer) alors que l'association des Crocodiles de l'Elorn (CE) ne propose que la pratique de la planche à voile.

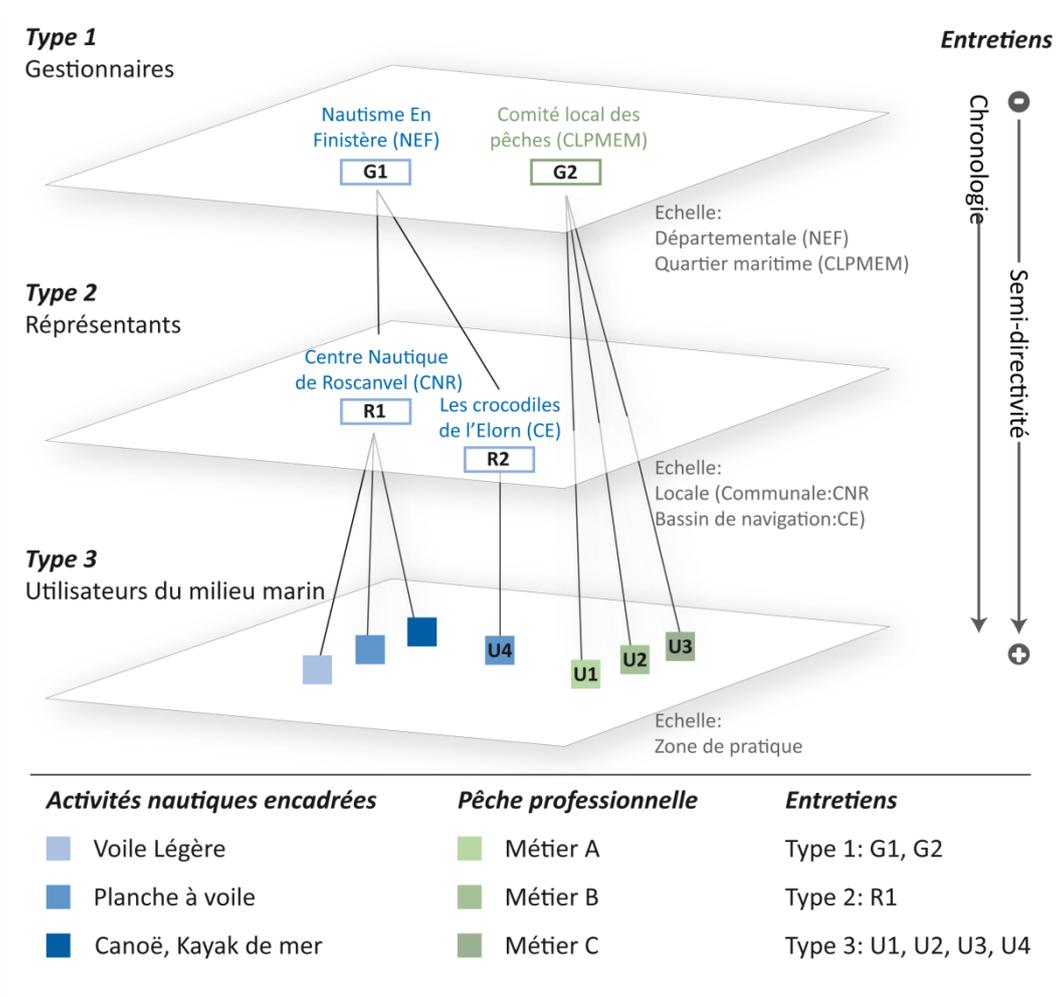


Figure 16. Préparation des entretiens selon le type d'entretien et le statut des enquêtés.

Avant de décrire le déroulement de ces activités, il nous est nécessaire de connaître la structure, son fonctionnement général puis d'identifier comment les activités sont explicitées. Lorsque le thème de la description des activités est abordé, les responsables des centres nautiques et associations présentent les activités, en fonction de leur mode organisationnel plutôt qu'en fonction du support utilisé. Dans ce cas précis, les termes employés sont les suivants, « Club » pour les pratiquants inscrits à l'année, « Stages » pour les stages effectués pendant les vacances scolaires, « Scolaires » pour l'accueil de groupes scolaires. La prise en compte du mode d'organisation ainsi explicité est essentielle car il traduit différentes modalités temporelles et quantitatives des pratiques. La description des zones et calendriers de pratiques peut ensuite être réalisée à ce niveau selon l'interviewé. Le centre nautique de Roscanvel, structure de petite taille (en général 40 licenciés et 3 groupes scolaires à l'année), a été enquêté par l'intermédiaire d'un représentant qui encadre également les pratiquants sur l'eau. Il était donc à même de décrire les zones de pratiques selon le type de support.

L'association des Crocodiles de l'Elorn constitue une structure importante en termes d'effectifs (plus de 500 licenciés). Afin de spatialiser la pratique, le représentant de l'association nous a proposé un entretien complémentaire avec un titulaire d'un brevet d'état qui encadre directement les pratiquants. Cet entretien (U4), **de type 3**, a donc été mené à partir d'une grille plus directive.

En ce qui concerne la pêche professionnelle, 6 pêcheurs professionnels représentatifs des métiers pratiqués en rade de Brest ont été proposés par le secrétaire du CLPMEM. Ces entretiens (U1, U2, U3) ont également été menés de manière semi-directive mais à partir de grilles d'entretiens nettement plus fermées.

Les grilles d'entretien de type 3 sont présentées en Annexe 6 pour la pêche professionnelle, en Annexe 7 pour les activités nautiques encadrées, en Annexe 8 pour la plongée encadrée, en Annexe 9 pour le transport maritime de passagers et en Annexe 10 pour l'extraction de ressources minérales.

2.2 Réalisation et analyse des entretiens

Les paramètres de situation des entretiens doivent également être préparés et précisés. Il s'agit de définir les modalités de la prise de contact, du cadre contractuel de la communication, et du lieu de l'entretien.

Les demandes de rendez-vous sont effectuées par mail ou par téléphone. Chaque prise de contact est menée de la manière suivante. Dans un premier temps, nous précisons le contexte de la demande en présentant notre étude, ses objectifs dans le cadre du programme « Rad2Brest » (LITEAU III) dans lequel il s'inscrit. Le rapport enquêteur-enquêté est ensuite explicité par l'énonciation de la raison pour laquelle nous sollicitons cette personne-ressource en particulier, puis éventuellement la manière dont nous avons obtenu son contact. Par la suite, nous précisons les objectifs, les thèmes à aborder et le temps estimé de l'entretien.

La plupart des entretiens ont été réalisés dans les locaux de la structure sollicitée afin de conforter le cadre formel du rapport interviewer-interviewé. Cela permet également de visiter la structure, d'identifier la flottille qui peut être très spécifique à l'activité et ainsi de mieux comprendre la description de la pratique. Pour cette même raison, les entretiens avec les pêcheurs professionnels, n'ont pas été effectués au CLPMEM mais préférentiellement à bord de leurs navires ou dans des bars.

Chaque entretien commence par l'énonciation d'une consigne¹ (adaptée selon l'entretien) qui situe le cadre de l'entretien, le statut de l'enquêté et des thèmes qui vont être traités (Encadré 4).

¹ On appelle « consigne » l'instruction de l'enquêteur qui définit le thème du discours attendu de l'enquêté

Encadré 4. Consigne type énoncée au début de chaque entretien.

« Je vous ai sollicité pour un entretien car dans le cadre de ma thèse portant sur les activités humaines en mer côtière, je cherche à décrire le déroulement dans le temps et dans l'espace de l'ensemble des activités marines en rade de Brest.

Ce travail a pour objectif de faire une synthèse de leur déroulement, puis de le modéliser pour proposer un support d'analyse et de discussion entre les différentes activités.

Pour cela, je rencontre les différents représentants des activités et les gestionnaires afin d'avoir une vision globale de la pratique de chaque activité. Je vous ai donc interpellé en tant que

Cet entretien va durer $\frac{3}{4}$ d'heures environ et je souhaiterais qu'on aborde 4 grands thèmes :

- vous et votre fonction*
- votre structure*
- la description de l'activité (spatiale, temporelle, quantitative et qualitative)*
- les interactions entre activités*

Les données issues des entretiens seront généralisées et anonymes. Aucune information diffusée ne permettra de vous identifier personnellement. »

Les comptes-rendus d'entretiens sont réalisés le plus tôt possible soit le jour même ou le lendemain sur le modèle des grilles d'entretiens en Annexes 6 à 10.

Un objectif des entretiens visait la collecte d'une information spatiale pertinente permettant de décrire les activités. Nous avons alors testé une méthode qui mobilise les SIG pour cartographier les zones de pratiques « à dire d'acteurs ».

Cette méthode ayant fait l'objet d'une attention particulière, est décrite dans la section suivante.

3. Spatialisation des zones de pratiques à dire d'acteurs par l'intermédiaire d'un SIG

3.1 Ancrage théorique

D'après la littérature, la mobilisation des savoirs des parties prenantes dans les champs de recherche à visée participative fait l'objet de diverses démarches mises en œuvre depuis les années 1940.

Selon Chambers (1994), le Diagnostic Rural Participatif (*Participatory Rural Appraisal* - PRA) décrit une famille d'approches et de méthodes qui permet aux individus de partager, d'améliorer et d'analyser leur savoir dans un but de planification et d'action. Le PRA a des racines dans la recherche participative activiste, dans l'analyse agro-écosystémique, l'anthropologie appliquée, les champs de recherche sur les systèmes agricoles, et l'Évaluation Rurale Rapide (*Rapid Rural Appraisal* - RRA).

Ces démarches mobilisent des "savoirs locaux" au sens où des groupes d'individus possèdent des connaissances basées sur leurs propres pratiques de l'utilisation d'une ressource. Une terminologie variée est mentionnée dans la littérature pour désigner ces savoirs : les savoirs locaux (*Local Knowledge* – LK), les savoirs traditionnels (*Traditional Knowledge* – TK), les savoirs autochtones (*Indigenous Knowledge* - IK), tous porteurs de sens différents (Johnson 1992 ; Calamia 1999 ; Ellen *et al.* 2000 ; Fischer 2000 ; Aswani et Lauer 2006 ; LeBlanc 2007 ; Schulman 2007 ; Hall *et al.* 2009). Selon Rantanen et Kahila (2009), l'intérêt porté aux savoirs locaux est issu de la géographie humaine et se concentre sur l'identité et la signification d'un lieu. Les lieux sont signifiants, dans le sens où ils possèdent des identités et des significations pour les habitants (Relph 1976). Les savoirs locaux ont également été abordés par les savoirs écologiques traditionnels (*Traditional Ecological Knowledge* – TEK). Les TEK peuvent être définis comme « ... l'ensemble des connaissances, pratiques et croyances, portant sur les relations entre les êtres vivants (incluant les hommes) et entre les êtres vivants et leur environnement et évoluant suivant des processus adaptatifs et transmis au travers des générations. Le TEK est à la fois dynamique et cumulatif, construit sur l'expérience et adaptatif face au changement. C'est un attribut sociétal avec une continuité historique dans l'utilisation d'une ressource dans un environnement précis... » (Berkes *et al.* 2000a). Ces démarches ont été décrites pour la plupart dans des guides méthodologiques (Tobias 2000 ; Berkes *et al.* 2001 ; Haggan *et al.* 2003).

Notre étude, mobilisant en partie des savoirs locaux, s'inscrit dans ces approches, en particulier dans la collecte de savoir spatial (Ardron *et al.* 2005) par le recours à la cartographie participative *participatory mapping* (Mather 2000 ; Müller et Wode 2002 ; Chapin *et al.* 2005). En France, Caron (2001) développe une approche de zonage à dire d'acteurs (ZADA) afin de capter les représentations que les acteurs se font de leur espace, de leurs territoires et de leur environnement. Par ailleurs, Prigent *et al.* (2008) utilisent les

graphes cognitifs pour analyser les perceptions des pêcheurs professionnels de Manche Est vis-à-vis de l'écosystème marin qu'ils exploitent alors que Sletto (2009) construit des cartes mentales avec les pêcheurs.

Notre objectif est de collecter un savoir spatial des zones de pratiques à dire d'acteurs. Il s'agira donc d'un objet co-construit, issu d'une relation, d'un échange, d'une démarche et d'une méthode. Toutefois, ces caractéristiques ne constituent pas en soi une limite aux données.

3.2 Méthode générale

La collecte d'informations spatiales concernant le déroulement d'activités humaines en mer auprès de personnes-ressources est menée dans le cadre de recherches participatives (Ban *et al.* 2008 ; St. Martin et Hall-Arber 2008 ; Aswani 2011), essentiellement en gestion des pêches (Talidec *et al.* 2001 ; Ardron *et al.* 2005 ; Pomeroy et Rivera-Guieb 2006 ; De Freitas et Tagliani 2009) ou pour la création de réseaux d'Aires Marines Protégées (AMP) (Aswani et Lauer 2006 ; Des Clers 2004, 2010 ; Des Clers *et al.* 2008 ; Scholz *et al.* 2004, 2010 ; Steinback *et al.* 2009). Cependant, à notre connaissance, ces actions sont conduites auprès d'une seule catégorie d'activités : la pêche maritime.

Prenons l'exemple de *Finding Sanctuary*¹ qui met en œuvre une méthode éprouvée et documentée (*The FisherMap methodology*) afin d'illustrer le propos². Son objectif est de définir avec les parties prenantes, des zones (*Marine Conservation Zones*) qui feront partie d'un réseau d'AMP situé au Sud-Ouest de l'Angleterre. La méthode consiste à spatialiser les zones de pêche par métiers lors d'entretiens semi-directifs menés auprès de pêcheurs professionnels par des « officiers de liaisons », anciens pêcheurs. Les zones de pêche sont décalquées sur fond de cartes marines. Après numérisation, elles sont converties en entités géographiques géoréférencées et structurées dans un SIG. Près d'une centaine d'entretiens ont été réalisés en 2008 par les « officiers de liaisons ». Cependant Des Clers (2010) identifie plusieurs problèmes d'ordre méthodologique. Lors des entretiens les enquêteurs doivent utiliser un ensemble de cartes (environ 60) au format A2. De plus, le post-traitement des données par la numérisation des calques est consommateur de temps. Pour pallier ces inconvénients, d'autres approches ont été envisagées dont notamment la numérisation directe sur un ordinateur portable lors de l'entretien. Mais, elle n'a pas été mise en œuvre de crainte que ce support perturbe la relation enquêteur-enquêté (Des Clers 2010).

¹ <http://www.finding-sanctuary.org/>

² Des méthodes de spatialisation des activités de pêche en mer sensiblement similaires sont également menées dans les mers du sud-est de l'Angleterre dans le cadre de *Balanced Seas* (<http://www.balancedseas.org/>); en France, sur certains sites Natura 2000 en mer comme le site du Plateau de Rochebonne dont l'opérateur est le Comité National des Pêches Maritimes (projet VALPENA) et Élevages Marins (CNPMM) ainsi que sur l'ensemble des côtes bretonnes par le CRPMEM de Bretagne.

Malgré cette réserve, nous avons pourtant choisi de tester ce type de support en élaborant une méthode de spatialisation des zones de pratiques potentielles *via* un SIG. Une tablette PC a permis d'utiliser le SIG comme support afin de numériser les zones de pratiques en mer sur un écran tactile lors des entretiens.

Si l'intégration des informations spatiales collectées à dire d'acteurs dans un SIG est quasi-systématique dans les travaux cités précédemment (Berkes *et al.* 2001), la mobilisation d'un SIG lors d'entretiens individuels pour cette collecte est peu fréquente. Les initiatives s'inscrivent généralement dans des démarches relatives aux « SIG participatifs » (Craig *et al.* 2002) telles que *Participatory Geographical Information Systems* (PGIS), *Public Participatory Geographical Information Systems* (PPGIS) (Sieber 2006) ou encore *Soft GIS* (Rantanen et Kahila 2009). À la fois concepts et outils (Dunn 2007), ces démarches ont été menées dans différents contextes tels que la planification spatiale (McCall 2003), la gestion de conflits pour l'accès aux ressources naturelles (Weiner *et al.* 1995), ou encore la gestion et la conservation en environnement (Meredith *et al.* 2002). Les méthodes employées sont également diverses. Par exemple, Green (2010) utilise un « théâtre mobile de visualisation » afin d'étudier la réaction du public face à l'impact visuel sur le paysage d'un projet d'installation d'une ferme éolienne offshore dans la baie d'Aberdeen (Écosse). Arciniegas et Janssen (2009) utilisent une table numérique dotée d'un écran tactile comme support de visualisation et de numérisation dans le cadre d'une recherche participative en aménagement du territoire. De nombreux travaux en gestion du milieu marin et côtier proposent des démarches de collecte d'informations spatiales auprès de communautés d'acteurs à partir de plateformes en ligne. Il s'agit d'applications mobilisant des SIG, accessibles en ligne, permettant une cartographie interactive des activités en mer par les parties prenantes telles que *Open Ocean Map*¹ et *Marine Map*² développé par *Ecotrust* et la *Marine Life Protection Act Initiative* en Californie (Scholz *et al.* 2004, 2010 ; Steinback *et al.* 2009 ; Fox *et al.* 2010), ou encore *MCZM interactive Map*³ pour l'Angleterre, le Pays de Galles et l'Irlande du Nord (Hooper 2010). Mais ces projets sont ciblés sur une seule catégorie d'acteurs.

Ainsi, à notre connaissance, aucune méthode spécifique n'est documentée afin de permettre la numérisation de zones de pratiques concernant différentes activités en mer *in situ* à dire d'acteurs. En conséquence, afin de collecter les données manquantes identifiées dans le Chapitre 2 de la Partie 1, nous avons élaboré et testé une méthode en 3 étapes, 1) la constitution du SIG, support de cartographie, en amont des entretiens, 2) la conduite de la spatialisation lors des entretiens, puis 3) le post-traitement des informations collectées.

¹ <http://www.ecotrust.org/ocean/OpenOceanMap.html>

² <http://marinemap.org/>

³ <http://www.mczmapping.org/>

3.3 Constitution d'un SIG (préparation d'un document générique et adaptable pour chaque entretien)

À ce stade, le recours au SIG en tant que support cartographique est motivé par ses capacités d'affichage pluri-thématique, dynamique et multi-scalaire.

Les objectifs visés lors de la constitution du SIG consistent à élaborer un document¹ générique pour toutes les activités enquêtées et adaptable au besoin en fonction de chaque entretien. Pour cela, une attention particulière a été portée à la structuration thématique du SIG ainsi qu'à la qualité et à la symbologie des données.

3.3.1 Structure thématique et données mobilisées

Les couches d'information mobilisées doivent permettre aux personnes-ressources de se repérer le plus facilement dans l'espace pour numériser leurs zones de pratiques en mer. Elles peuvent également servir de support de discussion afin de faciliter l'échange lors de l'entretien. Le choix des informations spatiales mobilisées est donc important dans la démarche. Or, *a priori* nous ne connaissons pas les éléments spatiaux compréhensibles par chaque personne-ressource pour atteindre les objectifs visés. Nous ignorons aussi si ces éléments spatiaux comportent une variabilité entre groupes d'activités ou entre individus.

Les supports papiers utilisés par *Finding Sanctuary* sont des cartes marines simplifiées comprenant le trait de côte et la bathymétrie. *Balanced Sea* se sert de cartes avec les mêmes éléments associés aux habitats benthiques selon la typologie EUNIS au niveau 3. *Marine Map* qui mobilise un SIG *via* internet propose un fond de carte plus élaboré, fourni par *GoogleMap* qui évolue selon l'échelle d'affichage, auquel peuvent s'ajouter une cinquantaine de couches d'informations réparties en 10 thèmes.

Nous avons fait le choix de remobiliser une partie des couches d'informations de la BIG réalisée dans le Chapitre 2 de la Partie 1. Le support de cartographie comprend un fond de base associé à des données complémentaires structurées que l'on décide d'afficher ou non.

La structuration des informations au sein du document est proche de celle de la BIG et comprend 4 jeux d'informations vectorielles thématiques et un jeu d'informations de référence matricielles (Figure 17).

Les informations de référence matricielles sont l'orthophotographie littorale (BDOrtho© 2005 de l'IGN²), les cartes marines du SHOM³ « Rade de Brest » (n°7400) et « Accès à la Rade de Brest » (n°7401) et le SCAN 25 de l'IGN.

¹ Document est entendu ici comme un document ArcMap, ArcGIS étant la suite logicielle SIG utilisée

² <http://professionnels.ign.fr>

³ <http://www.shom.fr/>

Les informations vectorielles concernent 4 thèmes.

- Les activités et usages soit 7 couches.
- Les habitats et espèces sont décrits par les herbiers de zostères *Zostera noltii* et *Zostera marina*, les habitats intertidaux selon la typologie EUNIS au niveau 3 et les habitats benthiques infratidaux.
- Le milieu physique est décrit par la bathymétrie, le faciès biosédimentaire des fonds meubles¹ ainsi que d'autres couches d'informations nécessaires à la réalisation du fond cartographique.
- La réglementation

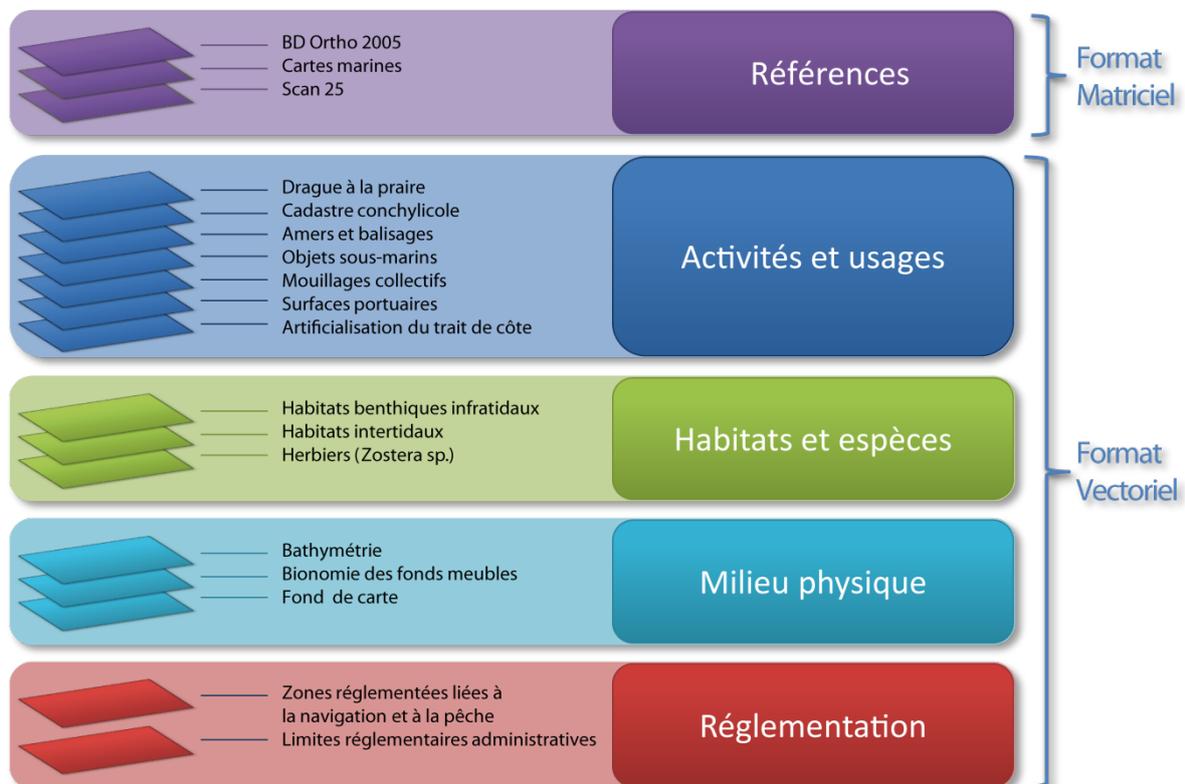


Figure 17. Structure thématique des couches d'informations mobilisées dans le SIG.

Le fond cartographique de base comprend 6 couches vectorielles:

- la bathymétrie mise en forme à partir de l'ENC FR370660 du SHOM, pour une utilisation du 1/250 000 au 1/100 000.
- la bathymétrie réalisée par Géomer et Domaine Océanique à partir du fichier des Sondes bathymétriques de la mer d'Iroise², extraites de la Base de données bathymétriques du SHOM (BDBS), pour une utilisation à partir du 1/100 000.
- le trait de côte réalisé par Le Berre *et al.* (2009), il s'agit du trait de côte de la BD HISTOLITT¹, redessiné localement à 1/2500 par photo-interprétation sur la base du

¹ http://menir.univ-brest.fr/observation/idfix/consult_imprime.php?id=137

² http://menir.univ-brest.fr/observation/idfix/consult_imprime.php?id=62

référentiel orthophotographique. Le trait de côte de la BD HISTOLITT se définit comme la laisse des plus hautes mers astronomiques de coefficient 120, avec des conditions météorologiques normales.

- les points remarquables pour la toponymie (*i.e.* les pointes, baies, anses et bancs) issus de la BD CARTO et complétés à partir des cartes marines du SHOM,
- les communes de la BD CARTO de l'IGN pour les limites communales et la toponymie,
- l'occupation du sol de *Corine Land Cover* (CLC) (pour les limites des zones urbanisées pour une utilisation du 1/250 000 au 1/75 000) et de l'Inventaire Permanent du Littoral (IPLI) (pour les limites des zones urbanisées et pour la toponymie, pour une utilisation à partir du 1/75 000).

3.3.2 Sémiologie graphique

La symbologie des données utilisées a fait l'objet d'une attention particulière (Figure 18).

Par exemple, en supposant que les cartes marines constituent un référentiel pour les personnes-ressources, nous avons fait correspondre la symbologie entre la bathymétrie des cartes marines du SHOM au format raster et la bathymétrie au format vectoriel (pour les classes estran, profondeur 0 -5 m, 5-10 m, 10-20 m, 20-30 m, 30-50 m).

Afin de faciliter la lecture cartographique, nous avons aussi modifié la symbologie des bouées et balises issues des cartes électroniques de navigation (*Electronic Navigational Charts* – ENC). La symbologie réalisée se rapproche de celle du système de balisage de l'Association Internationale de Signalisation Maritime (AISM)² (SHOM 2006, 2009).

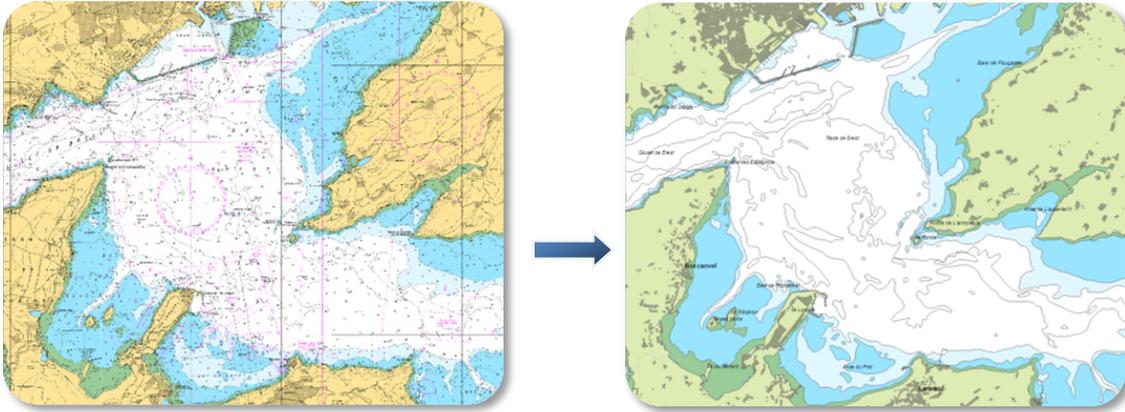
Les capacités d'affichage multi-scalaire du SIG ont été mobilisées afin de visualiser les informations à des échelles pertinentes d'utilisation (Figure 19). Par exemple, la bathymétrie issue de l'ENC FR370660 (niveau FR 3), peut être utilisée pour la navigation à une échelle de 1/200 000. L'affichage dans le SIG est possible entre le 1/250 000 et le 1/100 000. Au-delà, la bathymétrie affichée est celles des cartes marines au 1/22 500.

Au 1/100 000, les balises et bouées ainsi que la toponymie des points remarquables sont affichées. Au 1/ 25 000, les épaves, les amers et la toponymie des zones urbanisées (IPLI) sont alors indiquées.

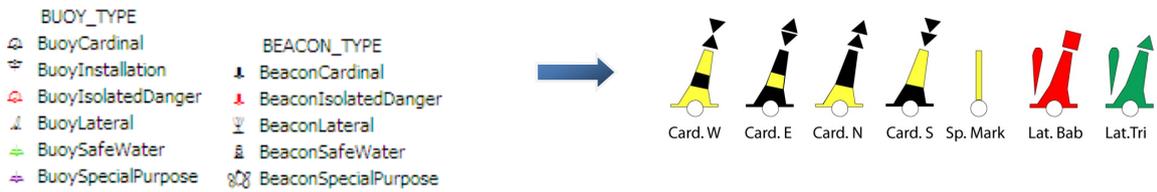
Compte tenu de la taille de l'écran de la tablette PC, les informations matricielles ne peuvent être exploitées qu'à partir du 1/25 000.

¹ <http://professionnels.ign.fr/ficheProduitCMS.do?idDoc=5465861>

² <http://www.iala-aism.org>



(a) Correspondance entre les symbologies de la bathymétrie des cartes marines du SHOM au format matriciel et la bathymétrie au format vectoriel



(b) Simplification de la symbologie des bouées et balises issues des ENC au format S57 vers une symbologie simplifiée du système de balisage de l'AIMS

Figure 18. Exemples d'adaptation de la sémiologie graphique pour (a) la bathymétrie et (b) les bouées et balises.

1/200 000

Bathymétrie issue de l'ENC au niveau FR 3

Zones urbanisées (CLC)

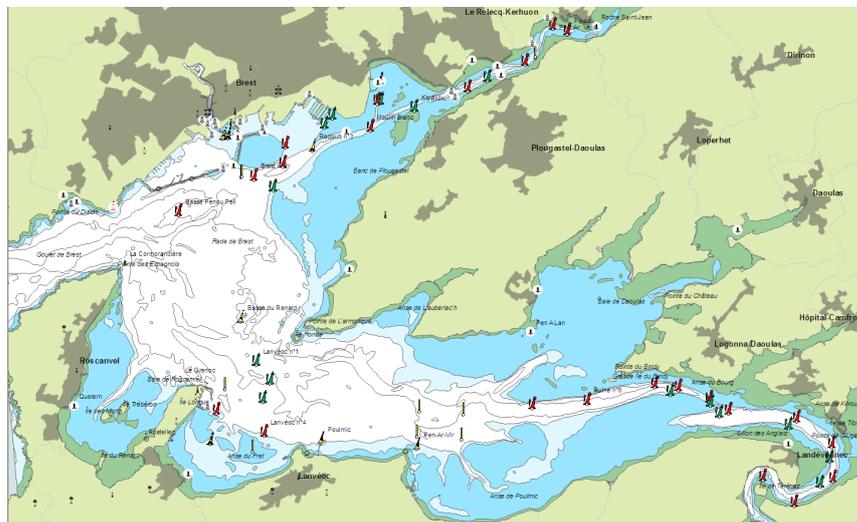


1/100 000

Bathymétrie issue du fichier de sondes

Bouées et Balises

Toponymie des points remarquables



1/25 000

Toponymie des zones urbanisées (IPLI)

Épaves

Amers



Figure 19. Affichage multi-scalaire des données vectorielles

3.3.3 Numérisation de données géographiques sur une tablette PC

L'utilisation d'un SIG requiert un ordinateur suffisamment puissant pour permettre un affichage fluide. Nous avons choisi un ordinateur portable¹ muni d'un écran tactile de 12 pouces, capable de pivoter et se mettre à plat (Photographie 2). La numérisation se fait à l'aide d'un stylet.



Photographie 2. Tablette PC

CP : en.wikipedia.org

Le logiciel ArcGis permet sous ArcMap, de numériser des polygones lignes et points dans un fichier de formes. Cependant, son utilisation est peu adaptée à l'utilisation directe par des personnes n'étant pas formées. Nous avons donc utilisé un outil permettant de créer rapidement des entités dans ArcMap: ArcSketch² (extension gratuite proposée par ESRI).

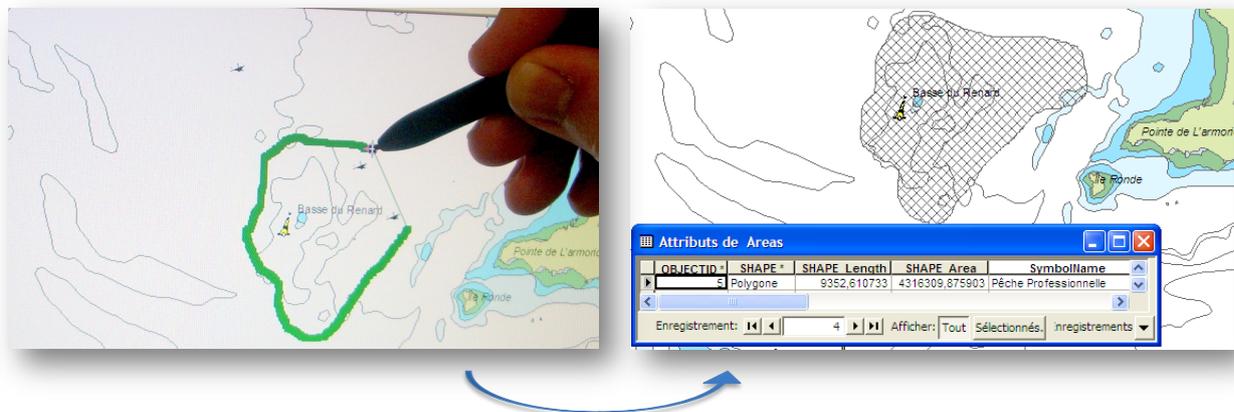


Figure 20. Collecte de l'information spatiale auprès de personnes-ressources par la mobilisation d'un SIG exploité par une tablette PC

Un jeu de données peut être composé de polygones, lignes ou points. Il est stocké dans une géodatabase. Cet outil permet de créer rapidement un nouveau jeu de données et d'y associer une description (Figure 21 a). Chaque entité dessinée peut être modifiée ou supprimée. Il est également possible de définir une symbologie par défaut comme par exemple celle réalisée avant la tenue des entretiens (Figure 21 b).

Lors de la numérisation des zones de pratiques pendant les entretiens, le choix de la symbologie souhaitée, comme par exemple, l'utilisation du symbole "hachuré noir sur fond transparent" pour les polygones, correspondant à la pêche professionnelle, permet de renseigner automatiquement le champ spécifié, en l'occurrence le champ *SymbolName*, par l'attribut correspondant (Figure 21 c).

¹ Intel®Core™2 Duo CPU L9400 1,86GHz; 2, 93 Go RAM; Windows XP Pro

² <http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/arcsketch/index.html>

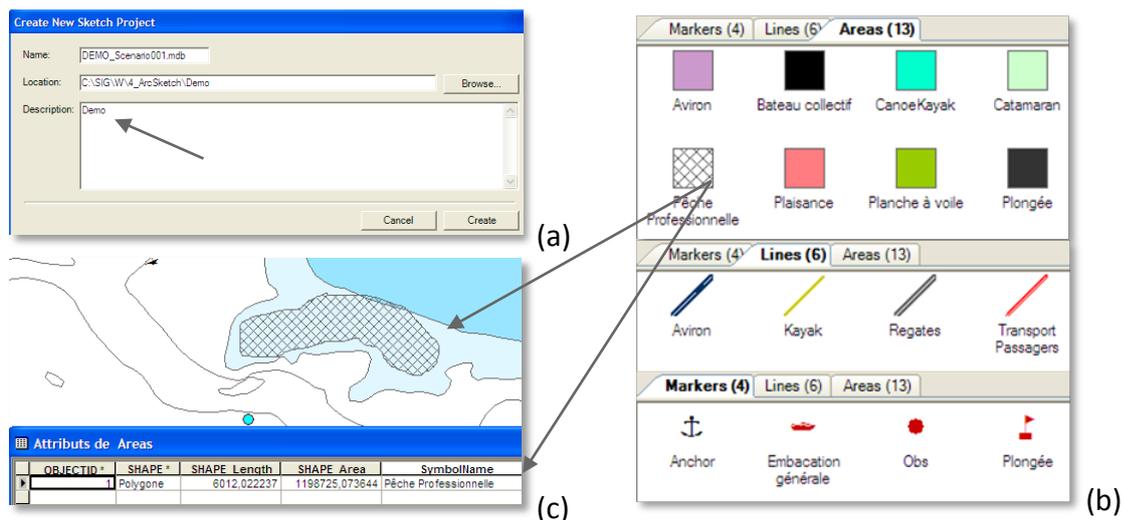


Figure 21. Exemples d'utilisation d'ArcSketch pour (a) créer un nouveau jeu de données, (b) réaliser une symbologie spécifique avant les entretiens, (c) renseigner automatiquement le champ spécifié dans la table attributaire.

3.4 Conduite de la spatialisation pendant l'entretien

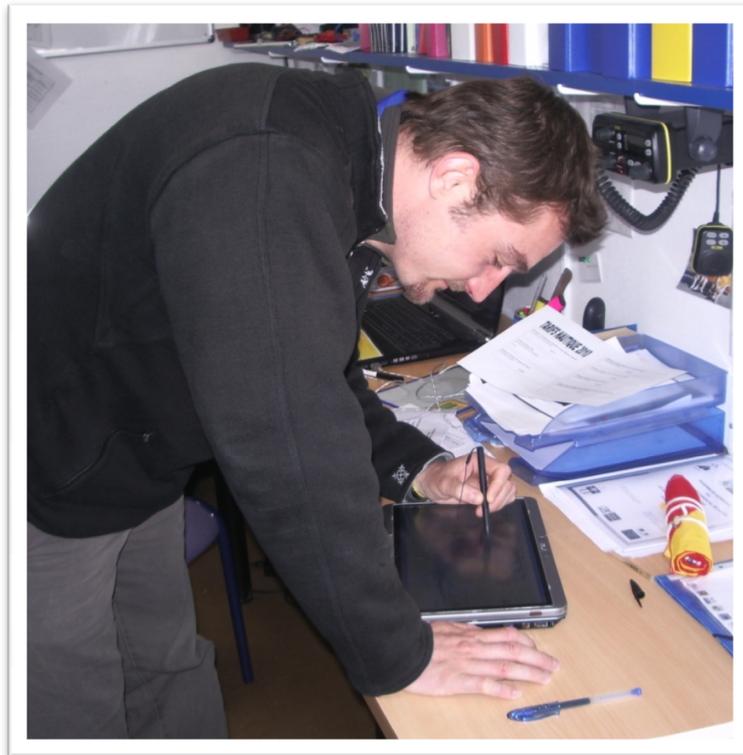
La spatialisation se déroule en fin d'entretien afin que l'enquêteur soit en mesure de mieux comprendre l'activité décrite et donc d'être potentiellement plus pertinent dans l'échange. De plus, l'échange sur ces précédents thèmes peut avoir déjà établi, ou du moins, favorisé un rapport de confiance dans la relation entre enquêteur et enquêté.

Cet exercice se déroule de la manière suivante.

L'interviewer présente à la personne-ressource le document ArcMap portant le nom code de l'entretien (comme par exemple, PMP4 pour Pêche Maritime Professionnelle Personne-ressource n°4). Il s'agit du même document type présenté pour tous les entretiens. Afin d'alléger visuellement l'interface du document, les outils affichés sont réduits au minimum (les outils standards, les outils de navigation et l'outil ArcSketch). L'interviewer explique ensuite le fonctionnement général du logiciel et le principe de la représentation d'informations spatiales sous forme de couches de données superposables et de l'affichage à différentes échelles. Le contenu de chaque thème est alors visualisé et commenté. Les données contenues dans le document sont celles présentées en page 78, auxquelles s'ajoutent une ou plusieurs géodatabases vides créées avec ArcSketch avant l'entretien. Ces géodatabases sont dénommées selon le code de l'entretien associé à un numéro (par exemple PMP4_1, PMP4_2, ...). Ceci permet de réduire les manipulations lors de l'entretien et de structurer les données collectées dans un premier temps. La description de chaque géodatabase peut également être complétée en précisant la date, le lieu, etc.

Enfin, la manipulation du stylet et la numérisation sont présentées et l'enquêté est invité à manipuler l'outil de dessin. L'ensemble des couches affichées est ensuite désactivé, seul reste visible le fond de carte affiché à l'échelle 1/200 000.

La numérisation peut alors commencer. Lors de cette étape, le stylet est entre les mains de la personne-ressource (Photographie 3) et l'interviewer peut effectuer les manipulations nécessaires (changement d'échelles, affichage d'autres couches d'informations, choix de la symbologie) par l'intermédiaire d'une souris.



Photographie 3. Numérisation des zones de pratiques par les personnes-ressources (V. Fraval, SRB, CP. Le Guyader 2010).

En parallèle, des informations complémentaires concernant les zones spatialisées sont prises en notes pour faciliter le traitement post entretien. Pour chaque entité ou groupe d'entités numérisées, nous avons relevé les couches d'informations géographiques affichées ainsi que l'échelle de numérisation utilisée. Le document ArcMap de base avait au préalable été configuré pour s'afficher à 3 échelles (1/25 000, 1/50 000 et 1/75 000), définies *a priori*, dans l'objectif de faciliter la classification des échelles auxquelles les zones sont numérisées. Ceci n'empêchant pas pour autant l'affichage à d'autres échelles. Lorsque plusieurs échelles d'affichage ont été utilisées lors de la numérisation d'une zone de pratique, nous avons retenu la plus petite. Par exemple, lors de la spatialisation d'un itinéraire emprunté par un navire de transport de passagers, une personne-ressource a affiché les ports de départ et d'arrivée au 1/10 000, mais le reste de l'itinéraire a été numérisé au 1/75 000 en se repérant aux bouées. L'échelle de numérisation caractérisant cet itinéraire est le 1/75 000.

3.5 Traitement post-entretien et validation des données

Suite aux entretiens, le traitement des données spatiales collectées se déroule en 3 principales étapes (Figure 22).

À l'issue de la **première étape**, les notes prises lors des entretiens sont synthétisées dans des fiches d'entretiens (Annexes 6 à 10) et les zones de pratiques numérisées par les personnes-ressources sont stockées en géodatabases.

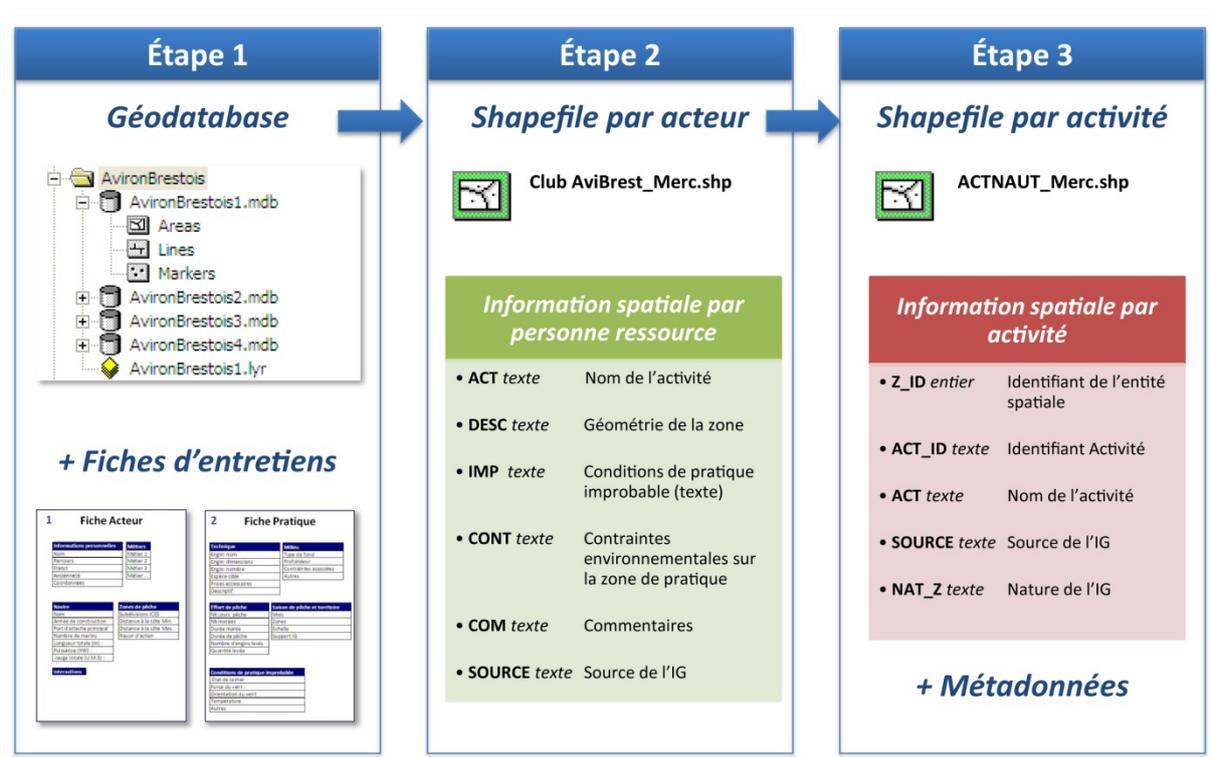


Figure 22. Traitement des données spatiales à dire d'acteurs.

- Lors de la **seconde étape**, ces zones de pratiques sont converties en *shapefiles* par acteur. Les *shapefiles* sont constitués par des entités de même format (« polygones » ou « multi-polygone ») afin de pouvoir, au besoin, être contenus dans un même fichier. Une entité ainsi définie correspond donc à une ou plusieurs zones de pratiques propres à une même activité décrite par une personne-ressource (Figure 23).

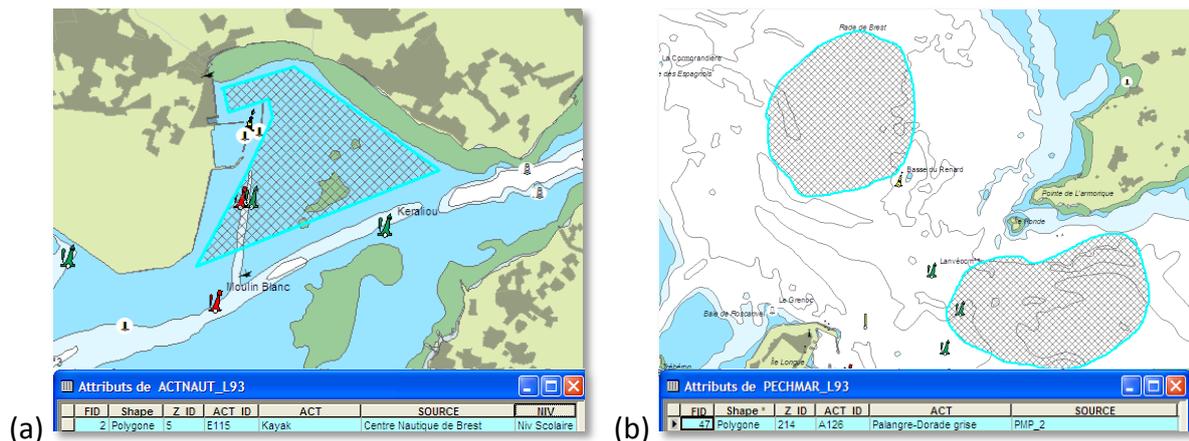


Figure 23. Conversion des zones de pratiques en entités de type (a) polygone ou (b) multi-polygones.

Pour illustrer ce principe, l'activité scolaire de canoë kayak se pratique au centre nautique de Brest sur une seule zone, tandis que le métier de la palangre à la dorade grise peut se pratiquer sur deux zones distinctes.

Des attributs sont créés et complétés à partir des notes d'entretiens. Les informations sont structurées par source de données (*i.e.* par personne-ressource). À ce niveau, les activités spatialisées sont décrites soit de manière générale, soit en fonction de contraintes environnementales (Attribut libellé CONT). Les conditions environnementales concernent la marée, la force et la direction du vent. Les conditions de pratique improbable, c'est-à-dire les conditions environnementales à partir desquelles l'activité décrite ne peut se pratiquer sont également renseignées (Attribut libellé IMP). Les attributs renseignés sont les suivants (Tableau 10) :

- le nom de l'activité au niveau 3 de la typologie,
- le type de la zone de pratiques,
- les conditions de pratique improbable,
- les contraintes environnementales sur la zone de pratiques,
- des commentaires divers (tels que le niveau de pratique ou le type précis de support de navigation),
- le code identifiant de l'entretien (nom de la structure, associé en cas d'entretiens multiples au sein d'un même organisme, à un numéro attribué à la personne-ressource).

Tableau 10. Table attributaire du *shapefile* par acteurs.

Attributs	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6
Libellé	ACT	DESC	IMP	CONT	COM	SOURCE
Type	Texte	Texte	Texte	Texte	Texte	Texte
Définition	Nom de l'activité (Niv. 3)	Type de la zone de pratique	Conditions de pratique improbable	Contraintes environnementales sur la zone de pratique	Commentaires divers	Code identifiant d'entretien
Valeurs	51 noms	zone de navigation/ parcours	Aucune/Force 4 à 5/ Avis de foudre/ Force 5/ Force 6/ Force 6 et T° < 10/ Force 7	En général / Force inf. à 4 / Force inf. à 5 / Force sup. à 4 / Force sup. à 5, Marée basse / Force sup. à 5, Marée différent de basse / Force sup. à 5, Secteur Nord (Nord Est, Nord Ouest) / Force sup. à 5, Secteur Nord (Nord Est, Nord Ouest), Marée basse / Force sup. à 5, Secteur Sud / Marée basse / Marée haute / Secteur Est / Secteur Est (Nord/Est) / Secteur Ouest / Secteur Ouest (Nord Ouest) / Secteur Ouest (Sud Ouest) / Secteur Sud / Secteur Sud (Sud Est) / Secteur Sud (Sud Ouest).		

Cette structuration de l'information géographique permet la production de cartes des zones de pratiques à dire d'acteurs. Réalisées au format A4 à des échelles variables selon l'emprise spatiale de la zone de pratiques, elles sont ensuite envoyées à leur producteur pour validation, par message électronique pour les personnes possédant une adresse de messagerie, et par voie postale pour les autres. Lors de l'envoi du courrier, il est indiqué qu'en absence de réponse sous un mois, les cartes seront considérées comme étant validées. Les remarques effectuées portent sur la description qualitative de l'activité, auquel cas les modifications sont apportées dans la table attributaire ; ou sur l'entité géographique. Dans ce cas, de nouvelles cartes sont produites, au 1/50 000, où sont représentées les zones de pratiques à modifier sur fond de carte marine du SHOM puis réexpédiées aux personnes-ressources. Par la suite, les cartes modifiées sont scannées (résolution 600 dpi), recalées sur ArcMap en se référant aux bouées, amers et autres points remarquables (entre 6 et 7 points de calage, transformation ou polynôme du 2ème ordre) et les nouvelles zones de pratiques sont numérisées au 1/25 000.

- Une fois l'information géographique validée, elle est alors structurée lors de la **troisième étape** par activité au niveau 1 de la typologie.

Les attributs renseignés sont les suivants (Tableau 11): l'identifiant unique de l'entité, l'identifiant de l'activité au niveau 3 de la typologie (Annexe 4), le nom de l'activité au niveau 3 de la typologie, le code identifiant de l'entretien et la nature des données.

Tableau 11. Table attributaire du *shapefile* par activité.

Attributs	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
Libellé	Z_ID	ACT_ID	ACT	SOURCE	NAT_Z
Type	Numérique	Numérique	Texte	Texte	Texte
Définition	Identifiant unique de l'entité	Identifiant de l'activité (Niv. 3)	Nom de l'activité (Niv. 3)	Code identifiant de l'entretien	Nature des données
Valeurs		51 codes	51 libellés		"A" : à dire d'acteurs

À ce stade, par volonté de synthèse et afin de simplifier leur mobilisation dans la base d'information géographique, seules les zones de pratiques se déroulant de manière générale (hors contraintes environnementales particulières) sont conservées.

Dans ce chapitre, nous avons précisé l'approche méthodologique élaborée afin de combler les lacunes informationnelles concernant les activités en mer révélées par l'inventaire. Une attention particulière est portée à la préparation des entretiens semi-directifs ainsi qu'à la spatialisation des zones de pratiques à dire d'acteurs.

Le prochain chapitre présente les informations spatiales, quantitatives puis temporelles et qualitatives collectées pour l'année 2009.

Chapitre 2. Construire des territoires et des calendriers de pratiques : résultats

Les entretiens ont permis de recueillir un nombre important de données spatiales temporelles, quantitatives et qualitatives. Dans ce chapitre, nous décrivons les données collectées qui seront sollicitées pour la description du déroulement des activités en rade de Brest. Cependant, il ne présente pas une synthèse thématique des activités en rade de Brest. Dans un premier temps, nous évoquerons les entretiens réalisés, puis les résultats issus de la collecte seront présentés par type de données. L'utilisation de données de nature diversifiée dans une perspective de mobilisation au sein d'une base d'information est ensuite discutée. Enfin, nous considérerons les avantages et limites de la méthode proposée.

1. Entretiens réalisés

Parmi les 40 personnes-ressources sollicitées afin de décrire leurs activités (Annexe 5), 37 ont répondu, dont un refus et 2 structures n'ayant plus d'activités sur le site d'étude. 34 entretiens ont donc été réalisés dont 32 semi-directifs (un entretien a été effectué avec deux personnes-ressources) et 2 téléphoniques (Tableau 12).

Les 3 absences de réponses concernent :

- une compagnie de transport maritime de passagers. Pour pallier cette lacune, les informations ont été collectées à partir du traitement d'une base d'informations spatio-temporelles issues de données AIS fournie par l'Institut de Recherche de l'École Navale (IRENaV) (Le Guyader *et al.* 2012) ;
- un club de canoë-kayak situé à Landerneau ;
- une structure itinérante de kite-surf dans le secteur des Abers.

Parmi les 32 entretiens semi-directifs menés, 27 avaient pour objet principal la spatialisation des zones de pratiques. 25 personnes-ressources sur ces 27 ont directement manipulé le

SIG. Pour les 2 personnes-ressources qui n'ont pu manipuler l'outil du fait de leur vue déficiente, c'est l'enquêteur qui a dessiné les zones de pratiques en suivant leurs indications.

Tableau 12. Entretiens réalisés pour décrire les activités.

<i>Objet</i>	<i>SD - SPAT-QQT</i>	<i>SD - QQT</i>	<i>ENT - TEL</i>	<i>Total</i>
Extraction de matériaux	0	0	1	1
Transport maritime	2	1	0	3
Pêche professionnelle	5	1	1	7
Activités nautiques	20	3	0	23
<i>Total</i>	27	5	2	34

SD - SPAT-QQT: Entretiens semi-directifs ayant pour objet principal la spatialisation de zones de pratiques ainsi que la collecte données qualitatives, quantitatives et temporelles

SD - QQT: Entretiens semi-directifs ayant pour objet unique la collecte de données qualitatives, quantitatives et temporelles

ENT - TEL: Entretiens téléphoniques

La durée moyenne des entretiens est de l'ordre d'1H30 (Tableau 13). Elle est néanmoins variable selon l'activité considérée mais dépasse toujours la durée prévue initialement (3/4 h).

La durée moyenne des entretiens pour la pêche professionnelle et les activités nautiques encadrées est comprise entre 1h30 et 2h00 et comprend une variabilité relativement élevée (l'écart-type allant de 45 à 50 minutes). En effet, certains entretiens visant la collecte de données quantitatives et temporelles uniquement ont été nettement plus rapides. Il s'agissait par exemple de copier un fichier comprenant le planning de centre nautique et de comprendre le système de codification utilisé. Il pouvait également s'agir d'entretiens téléphoniques comme ceux menés auprès d'un pêcheur professionnel et d'un responsable d'entreprise exploitant une zone d'extraction de sable coquillier sur le site d'étude. Dans les deux cas, l'entretien téléphonique, n'excédant pas la 1/2 heure, fut la seule modalité d'enquête acceptée par ces personnes-ressources.

Tableau 13. Durée moyenne des entretiens réalisés par activité.

<i>Objet</i>	<i>Durée moyenne (h : min)</i>	<i>Écart-type (h : min)</i>
Extraction de matériaux (<i>n=1</i>)	0:30	
Transport maritime (<i>n=3</i>)	1:00	0:30
Pêche professionnelle (<i>n=7</i>)	2:00	0:50
Activités nautiques (<i>n=23</i>)	1:35	0:45
<i>Toutes activités</i>	1:35	0:45

En moyenne, les entretiens concernant le transport maritime ont duré 1 heure environ, ce qui s'explique par le fait que 2 entretiens semi-directifs réalisés sur les 3 concernaient le

transport maritime de passagers. Il s'agit en effet d'une activité qui possède une moins grande diversité de supports et les liaisons étant régulières, elles relèvent d'une moins grande complexité sur le plan temporel.

Au total, la durée des entretiens réalisés pour décrire les activités en rade de Brest représente près de 55 heures.

2. Données spatiales

Sur la base des données collectées, des informations spatiales de nature diverse ont été acquises : 1) la description par les acteurs de certaines activités a permis de spécifier les contraintes physiques associées aux pratiques et ainsi d'élaborer des zones de pratiques potentielles ; 2) des zones de pratiques ont été réalisées à partir de données provenant de l'observation instrumentée (données GPS, données AIS) ; 3) les données spatiales issues de la numérisation par les personnes-ressources ont permis de formaliser des zones de pratiques à dire d'acteurs.

2.1 Zones de pratiques potentielles

Ces zones ne concernent que certains métiers de pêche professionnelle.

Lors des entretiens avec les pêcheurs professionnels, la description des principales contraintes réglementaires et environnementales a permis l'identification de filtres spatiaux (Le Tixerant 2004 ; Le Tixerant et Gourmelon 2006 ; Le Tixerant *et al.* 2008, 2010).

L'application de ces filtres par géotraitement au sein du SIG a permis de constituer des zones de pratiques potentielles pour les métiers du casier à l'Étrille et à l'Araignée, la drague au Pétoncle et à l'Huître plate, le filet au Bar, à la Raie bouclée, au Rouget et la ligne au Calmar. Afin d'illustrer la démarche, prenons l'exemple de la réalisation des zones de pratiques potentielles pour la pêche au filet de fond au Bar. Nous avons choisi cet exemple car il est le seul pour lequel nous avons dû avancer des hypothèses préalables à l'analyse spatiale. Pour les autres métiers, nous avons effectué une intersection entre des zones réglementées pour la navigation et pour la pêche professionnelle et des zones définies par des isobathes données.

La pêche au filet de fond au Bar a été décrite par la personne-ressource identifiée comme représentative des métiers du filet de fond, selon différents critères. De nature biologique, elle se pratique sur les zones de gisement de praires. De nature physique car liée à la bathymétrie, elle se pratique sur les tombants entre 5 et 10 mètres de fond.

Cependant pour permettre le traitement, nous avons émis deux hypothèses quant à la définition des tombants et à la nature géométrique de la zone de pêche.

À partir de quel écart altitudinal et sur quelle distance, peut-on définir un tombant sur ces sites? Après avoir étudié les données bathymétriques sur les gisements de praires, nous avons défini un tombant comme étant une zone caractérisée par une diminution altitudinale de 5m au minimum sur une distance comprise entre 1 et 50m.

Quelle est la forme géométrique d'une telle zone de pêche ? Nous avons émis l'hypothèse que ces zones ont la même nature géométrique que les zones numérisées par cette personne-ressource pour d'autres métiers du filet soit des lignes.

L'analyse spatiale est réalisée en 3 étapes (Figure 24) :

- (1) Création des zones de praires localisées à une profondeur de 5 à 10m par l'intersection spatiale entre les zones de gisement de praires et la bathymétrie au-delà des 5 mètres.
- (2) Création des zones de tombants par l'intersection spatiale des isobathes 5 et 10m auxquelles a été appliquée une zone tampon de 50m.

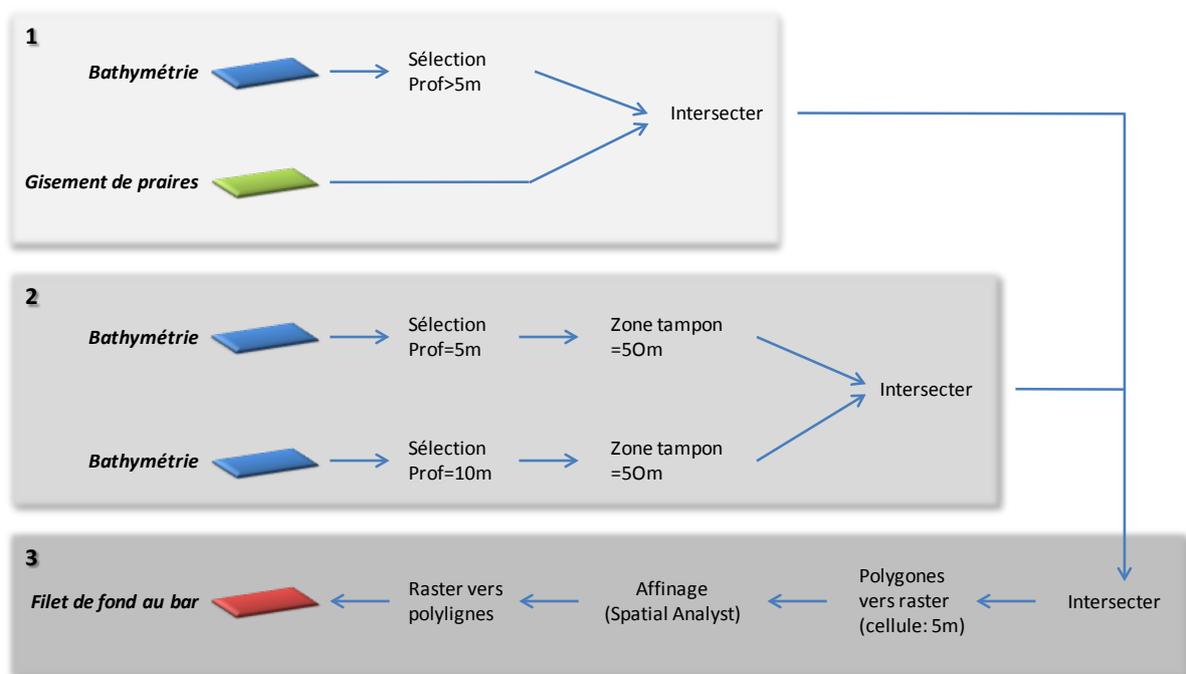


Figure 24. Illustration schématique de la réalisation des zones potentielles de pêche (exemple du métier du Filet de fond au bar).

3) Intersections des couches créées dans les étapes précédentes et squelettisation des polygones. Le but de la squelettisation (Blum 1967) est de décrire chaque objet par un ensemble de lignes unitaires (d'épaisseur 1 pixel) (analogue à l'ossature de l'objet). Le squelette étant défini comme l'ensemble des lignes médianes, la squelettisation peut s'effectuer de manière discrète ou semi-continue (Aitali et Thiel 1993) en utilisant différents algorithmes relativement complexes (Fernández-Vidal et Malandain 1996). Dans notre cas, nous avons procédé par discrétisation, en mobilisant les outils disponibles de *Spatial analyst* d'ArcGis (en particulier la fonction "affinage") car il s'agissait de la solution la plus simple.

2.2 Zones de pratiques issues de l'observation instrumentée

Des données issues de l'observation instrumentée ont permis d'élaborer des zones de pratiques pour les sites de plongée encadrée et pour le transport maritime de passagers et de charge. Ces zones découlent soit de l'importation de données GPS dans le SIG (plongée), soit de l'analyse spatiale au sein du SIG (transport).

La dimension spatiale de l'activité de transport maritime a été acquise à partir de l'analyse d'une base d'informations spatio-temporelles issues de données AIS fournie par l'IRENaV.

L'Organisation Maritime Internationale (OMI) impose depuis janvier 2002¹ à certains navires de disposer d'un Système d'Identification Automatique ou AIS (Encadré 5). En Europe, cette disposition est complétée par une récente directive Européenne² concernant les navires de pêche professionnelle. Destiné à la sécurité et la surveillance du trafic maritime, il permet l'échange automatisé de messages par radio VHF entre navires et entre navires et la terre par les systèmes de surveillance de trafic, les Centres Régionaux Opérationnels de Surveillance et de Sauvetage (CROSS) pour la France.

Encadré 5. Navires dans l'obligation de disposer de système AIS.

Les dispositions de l'OMI concernent plusieurs types de navires :

- les navires d'une jauge brute égale ou supérieure à 300 tonneaux (tjb) qui effectuent des voyages internationaux,
- les navires de charge d'une jauge brute égale ou supérieure à 500 (tjb) qui n'effectuent pas de voyages internationaux,
- les navires de passagers, quelles que soient leurs dimensions.

Les informations AIS s'intègrent dans un système de navigation associant l'ECDIS (*Electronic Chart Display and Information System* ou Système d'informations et de visualisation de cartes électroniques, GPS et senseurs de bord). Elles contiennent 3 types d'informations : statiques, dynamiques et liées aux trajets.

L'analyse spatiale des données AIS a été réalisée dans le but d'identifier des zones de navigation qui contiennent une part représentative de la densité des trajets effectués. La méthode est décrite en détail dans Le Guyader *et al.* (2012) (Annexe 11).

Néanmoins, la nature des données AIS limite l'analyse :

- les navires couverts par le système sont restreints (navires de commerce de moins de 300 tonneaux de jauge brute (ou tjb), ...), ce qui implique que tous les navires de commerce ne sont pas renseignés ;
- le système peut être coupé ou brouillé et les liaisons VHF dégradées dans certaines conditions topographiques. Les informations relatives au voyage (nature de la cargaison,

¹ Résolution OMI A.917 (22), adoptée le 29 novembre 2001 et Règle V/19 de la Convention internationale de 1974 pour la Sauvegarde de la Vie Humaine en Mer (SOLAS – Safety Of Life At Sea).

² Directive 2011/15/UE de la commission européenne du 23 février 2011 :

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:049:0033:0036:FR:PDF>

ports de départ et de destination) entrées par le commandant de bord peuvent être erronées (IALA 2004). Toutefois, les informations statiques d'identification du navire ne peuvent pas être modifiées.

2.3 Zones de pratiques à dire d'acteurs

Les zones de pratiques ont été définies par les personnes-ressources selon deux modalités en fonction des conditions environnementales :

- Certaines activités, décrites quelles que soient les conditions environnementales, sont spatialisées dans des zones de pratiques qualifiées d' «en général» (Figure 25, cas de figure a) ;
- d'autres activités sont contraintes par des variables météorologiques et marégraphiques qui déterminent la localisation de leurs zones de pratiques (zones de pratiques dites « sous contraintes ») (Figure 25, cas de figure b). Dans ce cas, la représentation de zones de pratiques s'effectue de la manière suivante : la personne-ressource identifie une variable environnementale (α) qui, selon elle, est déterminante pour la pratique considérée, ainsi qu'une valeur seuil (α_{lim}) pour cette variable. La valeur de α à un instant (t) détermine l'emprise spatiale de la zone de pratique selon qu'elle est inférieure ou supérieure à α_{lim} .

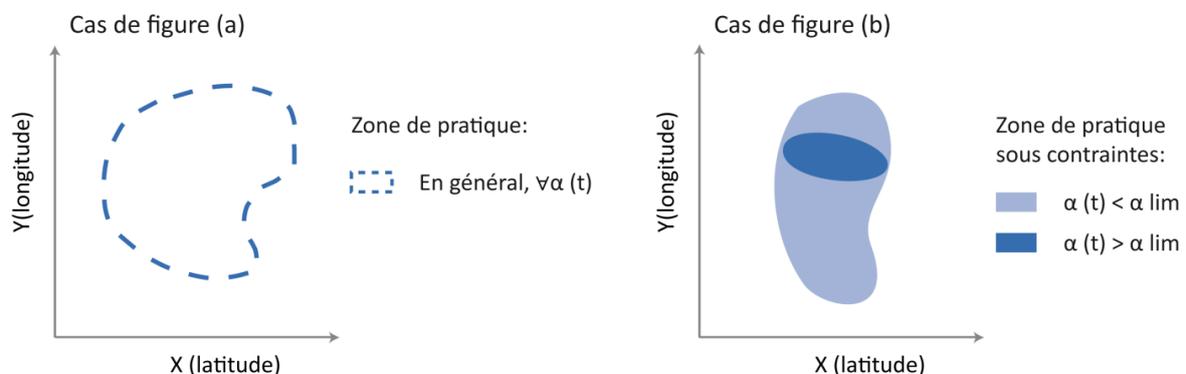


Figure 25. Représentation schématique des modalités de description des zones de pratiques selon une personne-ressource en fonction des conditions environnementales (α : variable environnementale ; $\alpha(t)$: valeur de α à un instant (t) ; α_{lim} : valeur seuil de α).

Illustrons le cas de figure (b) par l'exemple du centre nautique de Rostiviec situé dans le Sud-est de la rade (Figure 26).

Zones de pratiques sous contraintes du centre nautique de Rostiviec-Loperhet

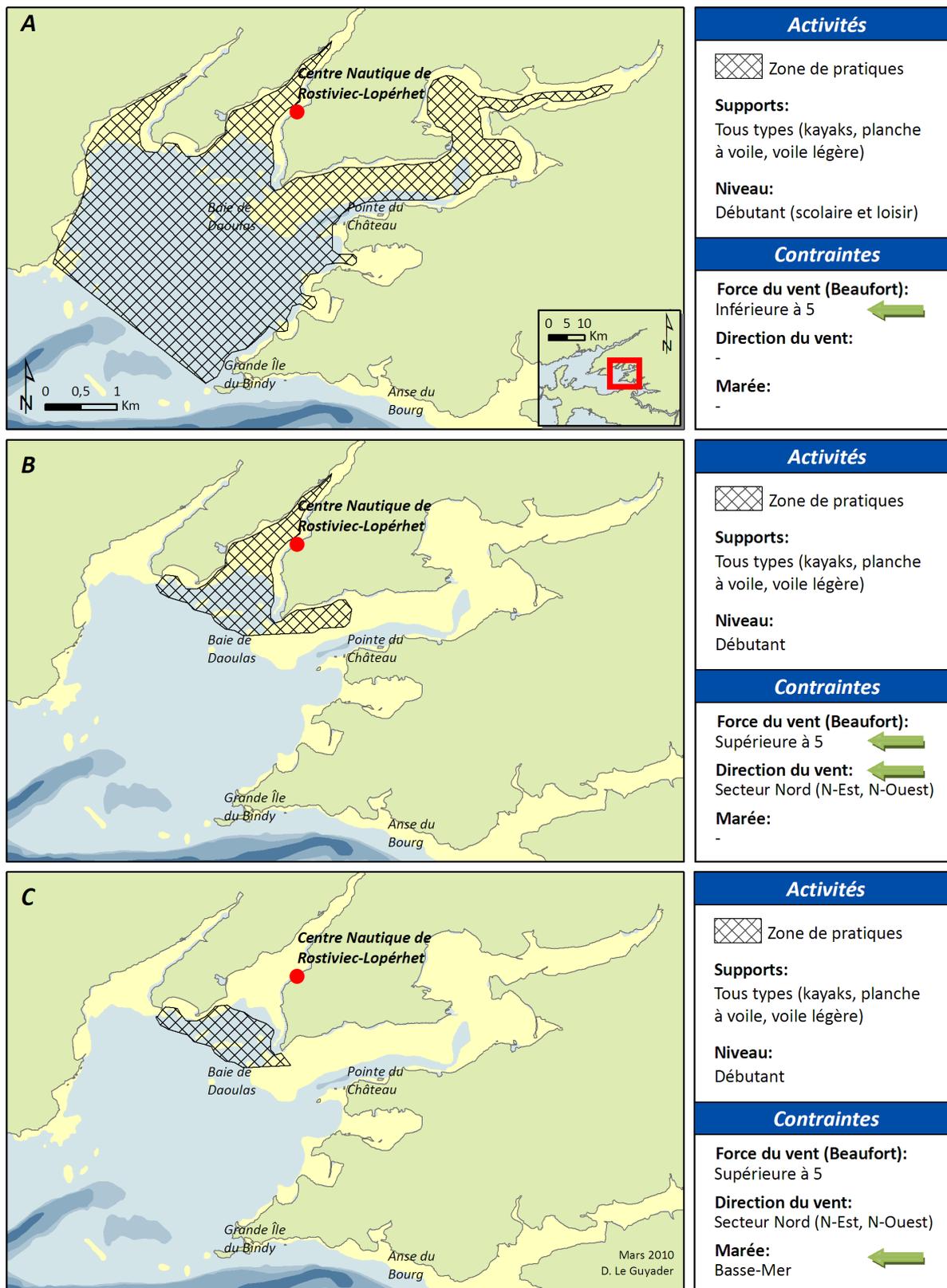


Figure 26. Zone de navigation du CNRL, niveau débutant quel que soit le support: vent de Force inférieure à 5 (A), vent de Force supérieure à 5 et de secteur Nord (B) et vent de Force supérieure à 5 et de secteur Nord à marée basse (C).

Quel que soit le type de support (kayak, planche à voile ou voile légère) pour les débutants, lorsque la force du vent est inférieure à 5 sur l'échelle de Beaufort, la zone de pratique correspond à l'ensemble de la baie de Daoulas (Figure 26. A). Lorsque le vent souffle de secteur nord avec une force supérieure à 5, la zone de pratique s'étend à moins d'1 km du centre nautique (Figure 26. B). Dans des conditions identiques mais à marée basse, la zone de pratique est encore plus restreinte (Figure 26. C).

Les contraintes environnementales explicitées par les personnes-ressources sont d'ordre météorologique et marégraphique. Les variables identifiées pour la description de ces contraintes pour les activités nautiques se rapportent au vent (force et direction) et à la marée (coefficient, hauteur de la marée). L'occurrence des variables ainsi que leur niveau d'association (comme par exemple : association de niveau 3 pour « Vent de Force supérieure à 5 + Vent de secteur Nord + Marée basse) sont présentés dans la Figure 27. Près de 85 % des contraintes mentionnées correspondent à l'orientation et à la force du vent, les contraintes relatives à la marée sont minoritaires. Au maximum, 4 variables ont été associées mais plus de 90 % des descriptions de zones sous contraintes n'allient qu'une ou deux contraintes simultanément.

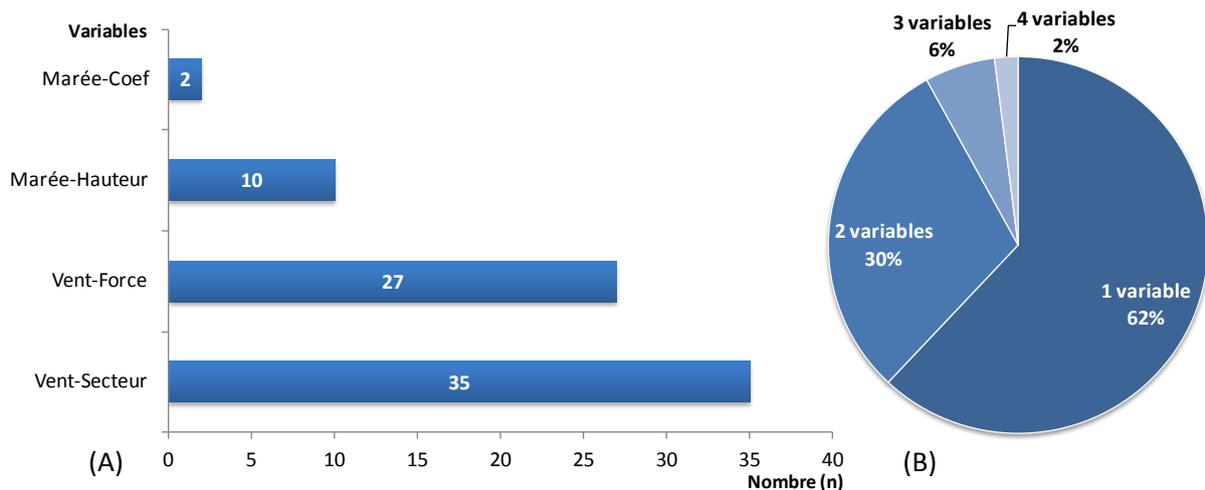


Figure 27. Variables environnementales explicitées en tant que contraintes sur les zones de pratiques pour les activités nautiques encadrées, (A) occurrence des variables et (B) association des variables.

Ainsi, sur l'ensemble des activités, les zones de pratiques réalisées à dire d'acteurs ont été décrites :

- de manière générale pour la pêche professionnelle, le transport maritime et les manifestations nautiques sportives,
- de manière générale et/ou en fonction de contraintes environnementales pour les activités nautiques encadrées.

2.4 Synthèse par activité

2.4.1 Pêche professionnelle

À partir des entretiens, nous avons identifié 19 métiers pratiqués en rade de Brest.

Les zones de pratiques (Tableau 14) ont été réalisées pour 17 métiers. 12 métiers ont été spatialisés par numérisation avec les pêcheurs professionnels (zones de pratiques à dire d'acteurs) et 7 par géotraitement (zones de pratiques potentielles).

Deux métiers n'ont pu être spatialisés (le casier au Bulot et le filet de fond à la Dorade). Pour deux autres métiers, les zones de pratiques ont été réalisées à partir des deux méthodes. Nous avons retenu les zones de pratiques les plus discriminantes sur le plan spatial: dans les deux cas il s'agit de celles réalisées à dire d'acteurs.

Les zones de pratiques pour les métiers de la drague, du filet, du casier et en estuaire sont illustrées respectivement par les Figure 28 à Figure 31.

Tableau 14. Nature des zones de pratiques de pêche professionnelle.

Métier \ Nature	Zone de pratique à dire d'acteurs	Zone de pratique potentielle
Bosselle - Anguille	√	
Casier - Bulot		
Casier - Crevette	√	
Casier - Étrille		√
Casier - Araignée		√
Casier - Seiche	√	
Drague - Coquille Saint-Jacques	√	
Drague - Pétoncle et Huître plate	√	√
Drague - Praire	√	
Filet - Bar		√
Filet - Dorade		
Filet - Émissole	√	
Filet - Raie bouclée		√
Filet - Rouget	√	√
Ligne - Calmar		√
Palangre - Bar	√	
Palangre - Dorade grise	√	
Tamis - Civelle	√	
Verveux - Anguille	√	
Total	12	7

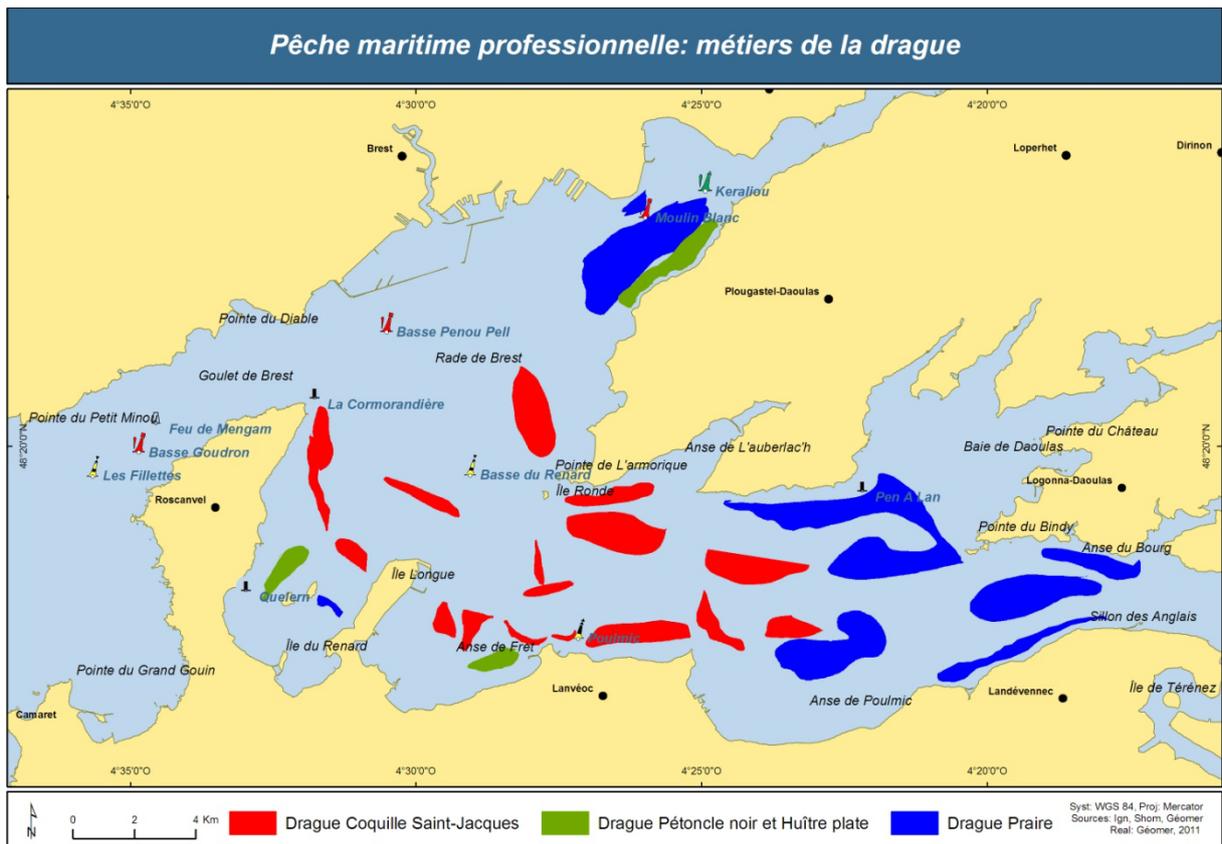


Figure 28. Zones de pratiques pour les métiers de la drague.



Figure 29. Zones de pratiques pour les métiers du filet.



Figure 30. Zones de pratiques pour les métiers du casier.

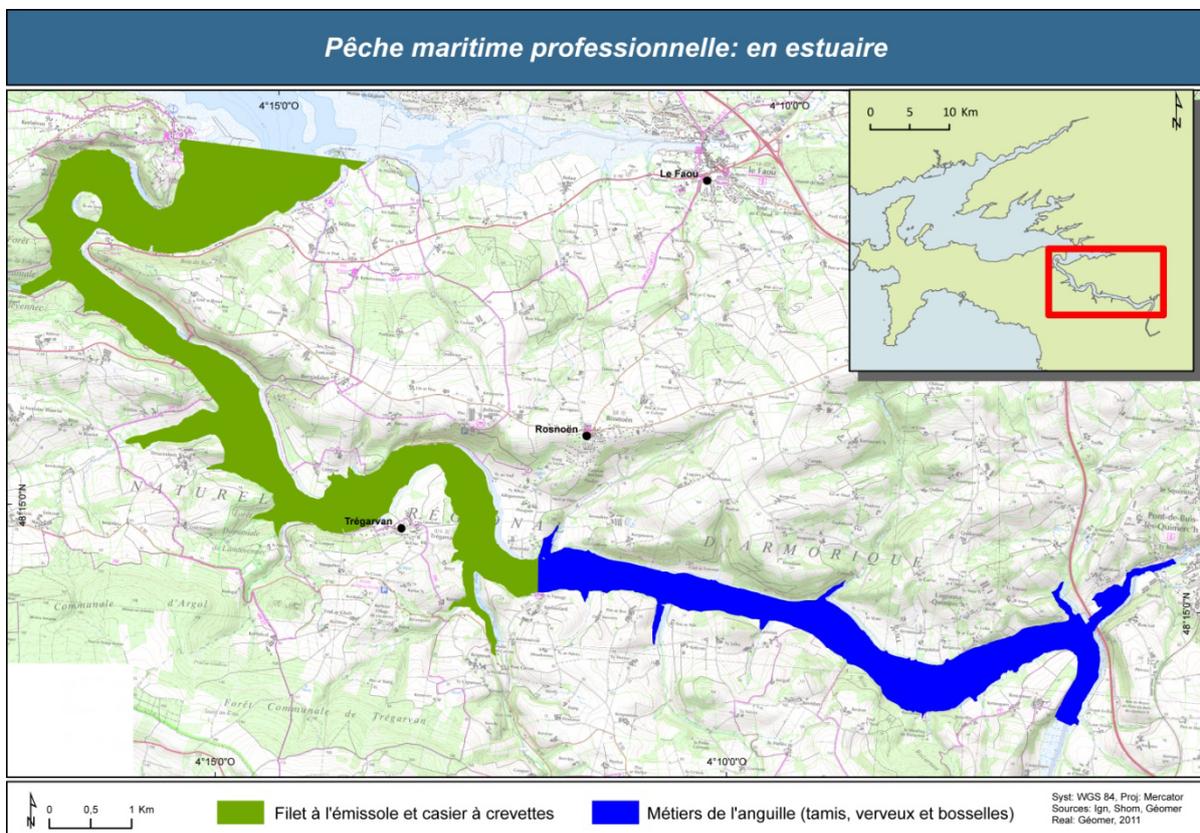


Figure 31. Zones de pratiques pour les métiers estuariens.

2.4.2 Activités nautiques encadrées et manifestations nautiques sportives

Les activités nautiques encadrées ont été enquêtées auprès des 20 structures pratiquant en rade de Brest¹: Ar Rederien Mor, (Aviron), Aviron Brestois, (Aviron), Yole Club Brestois, (Aviron), Canoë Kayak Brestois (Canoë Kayak), Homme Bateau Kayak (Canoë Kayak), Yatch Club de la rade de Brest (Croiseurs), KO-B Windsurfing (Planche à voile), Les Crocodiles de l'Elorn (Planche à voile), Groupe Manche Atlantique Plongée (Plongée en bouteille), Centre nautique de Brest (Poly-activités), Centre Nautique Armorique (Poly-activités), Centre nautique de Moulin Mer (Poly-activités), Centre Nautique de Roscanvel (Poly-activités), Centre Nautique de Rostiviec (Poly-activités), Centre Nautique du Relecq-Kerhuon (Poly-activités), USAM Voile de Brest (Poly-activités), Société des Régates de Brest (Poly-activités et régates).

Un travail complémentaire concernant la plongée en bouteille a été réalisé par Mercelle et Le Moigne (2010) en sollicitant 13 structures différentes² dont 3 ont été enquêtées : LUMINA Sport, Club Subaquatique de l'Iroise et Dellec Plongée. L'objectif de ces entretiens était de compléter les zones de pratiques potentielles (à partir des données obtenues par le GMAP) puis éventuellement de collecter les informations temporelles et quantitatives. A l'issue des entretiens, aucun site de plongée supplémentaire n'a été renseigné.

2.4.2.1 Voile Légère, Voilier, Aviron, et Kayak

Les zones de pratiques varient en fonction du support utilisé, du niveau des pratiquants, des variables météorologiques (force et direction du vent) et marégraphiques (heure par rapport à la basse-mer, coefficient) (Figure 32).

¹ N'ont pas répondu : Finist'Kite Attitude (Kite-surf) et Les Alligators (Canoë Kayak)

² N'ont pas répondu : As. D. K. THALES, As. S. C. IFREMER, Club de Loisir LEO LAGRANGE, Club Sportif et Artistique de la Marine, ATLANTIS Club, As. S. M. C. B, Club de la Rade de Brest, Bleu Évasion Plongée, COPB

Zones de pratiques du centre nautique Armorique

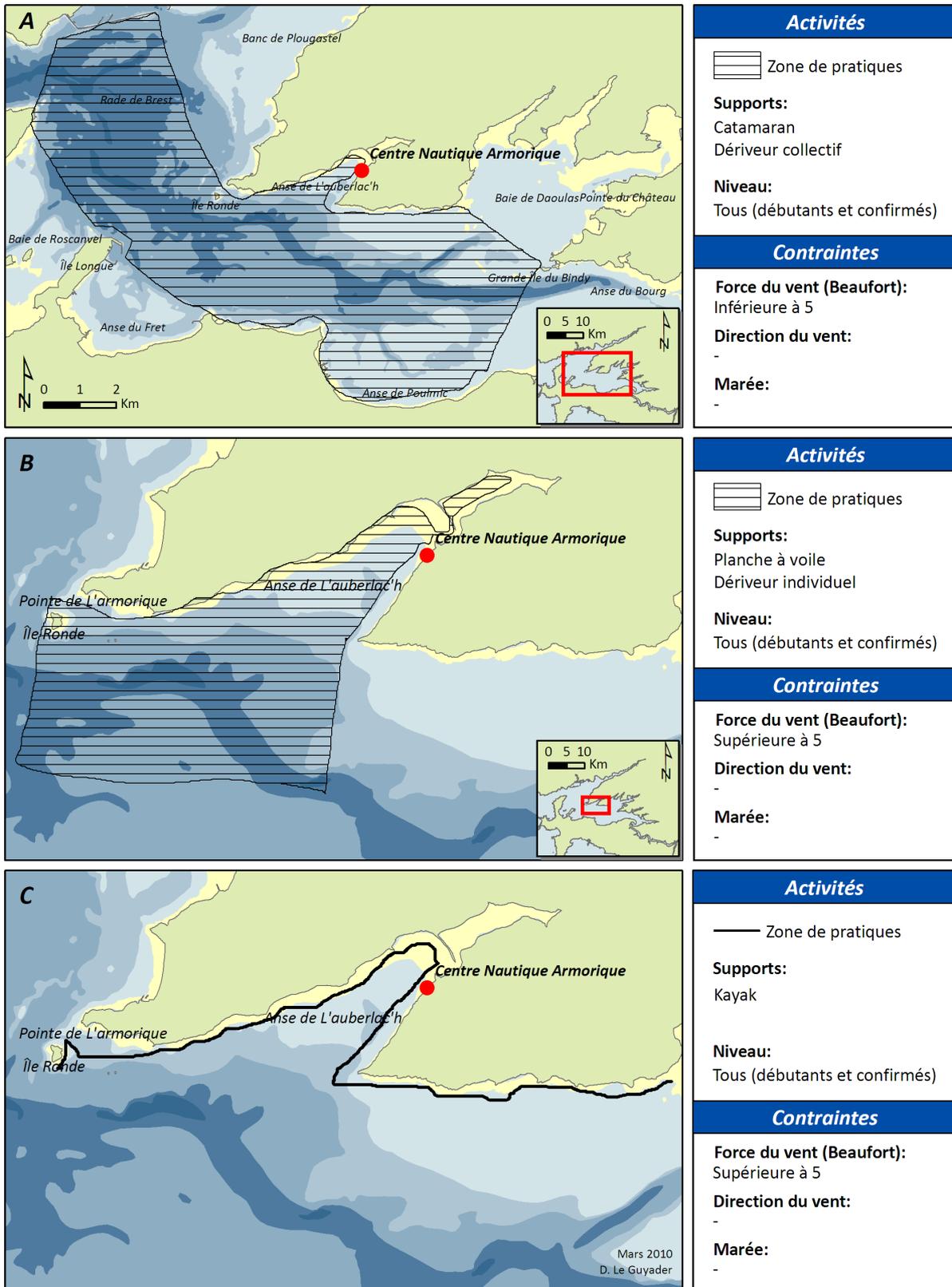


Figure 32. Zones de pratiques utilisées en général par le CNA pour les catamarans et dériveurs collectifs (A); les planches à voiles et dériveurs individuels (B) et les kayaks (C).

2.4.2.2 Plongée en bouteille

Les sites de plongée en bouteille ont été fournis par le GMAP (localisation GPS et nom d'une cinquantaine de sites) (Figure 33).

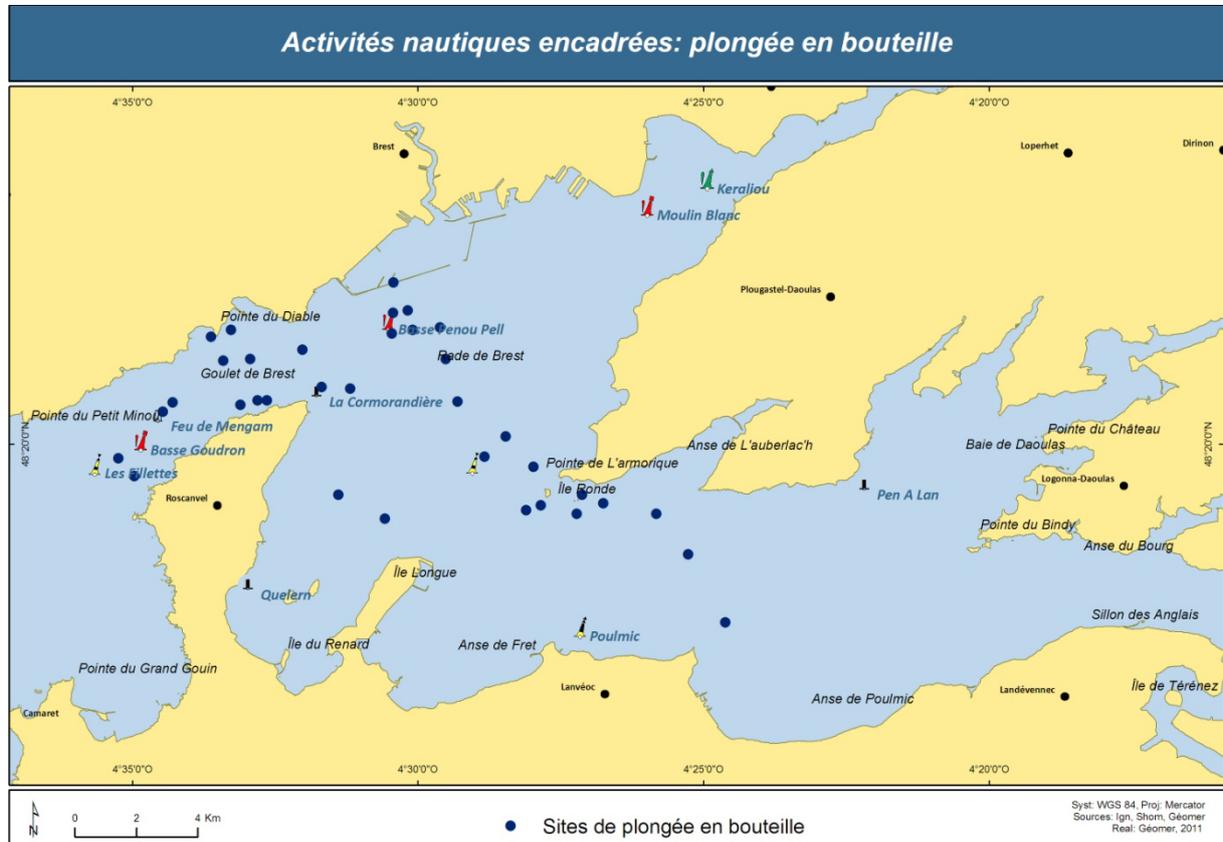


Figure 33. Sites de plongée en bouteille

2.4.2.3 Manifestations nautiques sportives

Vingt zones de pratiques ont été spatialisées pour des manifestations nautiques sportives en 2009. Elles concernent 16 manifestations nautiques¹ dont les parcours peuvent être différents en fonction du support de navigation.

À titre d'exemple, les parcours de navigation utilisés lors de la régates des Tas de Pois du 11/08/2009 sont représentés dans la Figure 34.

¹ Championnat départemental Mer (kayak), Remontée de l'Elorn (kayak), Championnat de France Espoirs solitaires et Équipes (voile légère, Laser), Régate de ligue 29 (voile légère, optimist et 420), Régate des Tas de Pois (voilier habitable, croiseur), Régate du 15 Aout (voile légère, voilier), Régate les 24H de Brest (voilier habitable, croiseur), les 4 vents (voilier habitable, bateau collectifs), Challenge d'Automne Inter ligue (planche à voile, voile légère), Championnat départemental (planche à voile, voile légère), Régate: Coupe d'Avril (voilier habitable, croiseurs), Régate: Coupe du Renard (voilier habitable, croiseur), Régate: Inter Entreprises (voilier habitable, croiseur), Pen Ar Bed Fun Cup (planche à voile), la Transrade (planche à voile), le trophée la Cormorandière (voile légère).

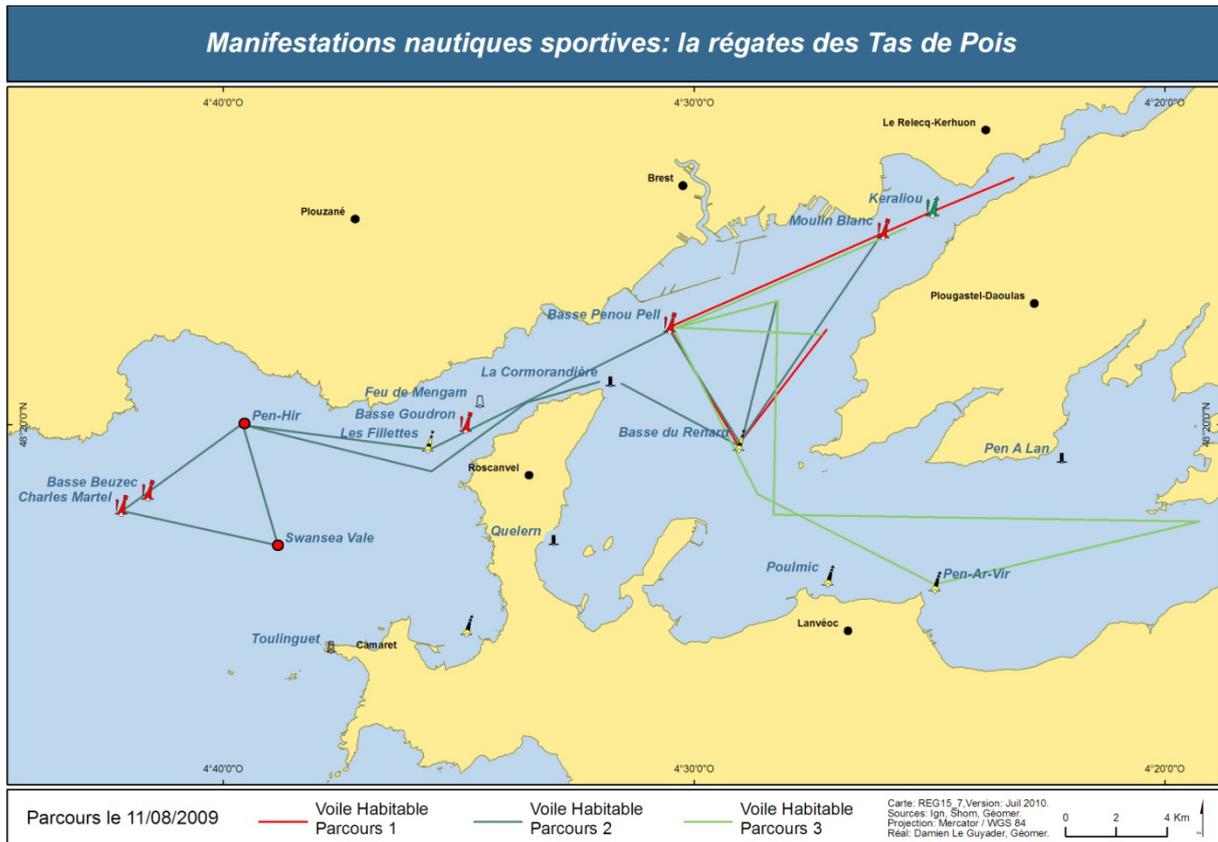


Figure 34. Parcours de navigation lors de la régates des Tas de Pois du 11/08/2009.

2.4.2.4 Transport maritime

La dimension spatiale de l'activité de transport maritime a été acquise selon deux méthodes : à partir de l'analyse de données AIS et à partir de zones numérisées à dire d'acteurs.

L'analyse spatiale des données AIS permet d'identifier les zones de navigation pour le transport maritime de passagers (Figure 35) et le transport maritime de commerce (Figure 36). Cependant aucun des navires de la société Azénor n'a pu être identifié dans la base de données AIS fournies par l'IRENAV, ce qui a justifié la collecte de ces informations à dire d'acteurs pour cette société de transport maritime de passagers (Figure 37).

La nature des zones de pratiques du transport maritime de charge et de passagers est récapitulée dans le Tableau 15.

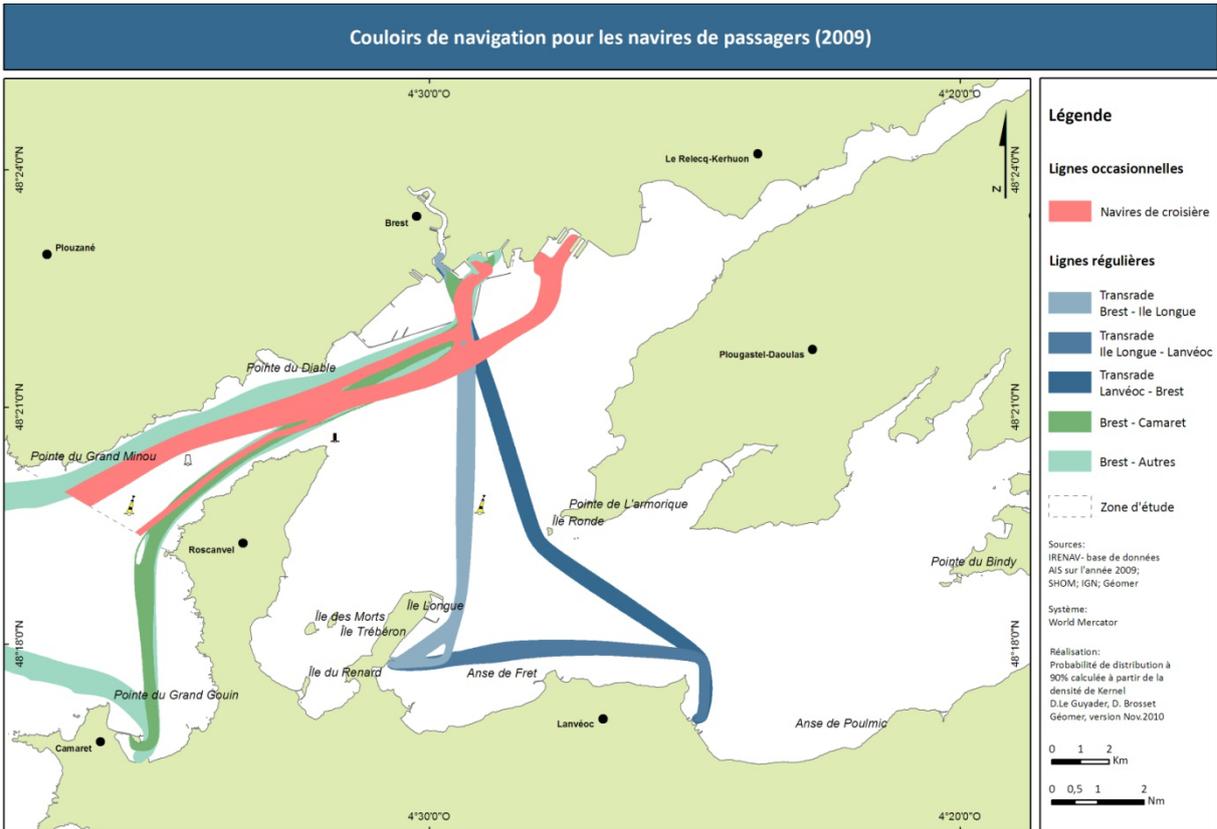


Figure 35. Zones de navigation pour les navires de passagers réalisées à partir de l'analyse de données AIS, d'après Le Guyader *et al.* (2012).

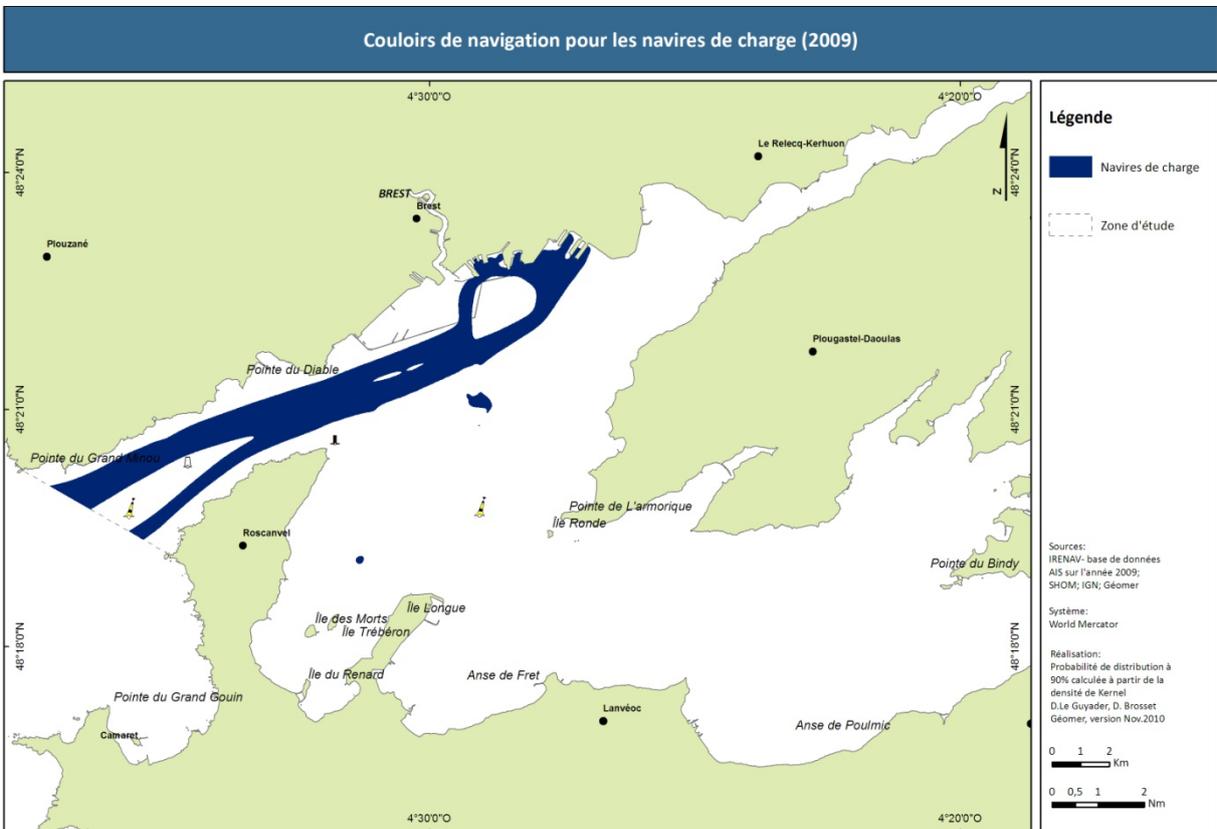


Figure 36. Zones de navigation pour les navires de charge réalisées à partir de l'analyse de données AIS, d'après Le Guyader *et al.* (2012).

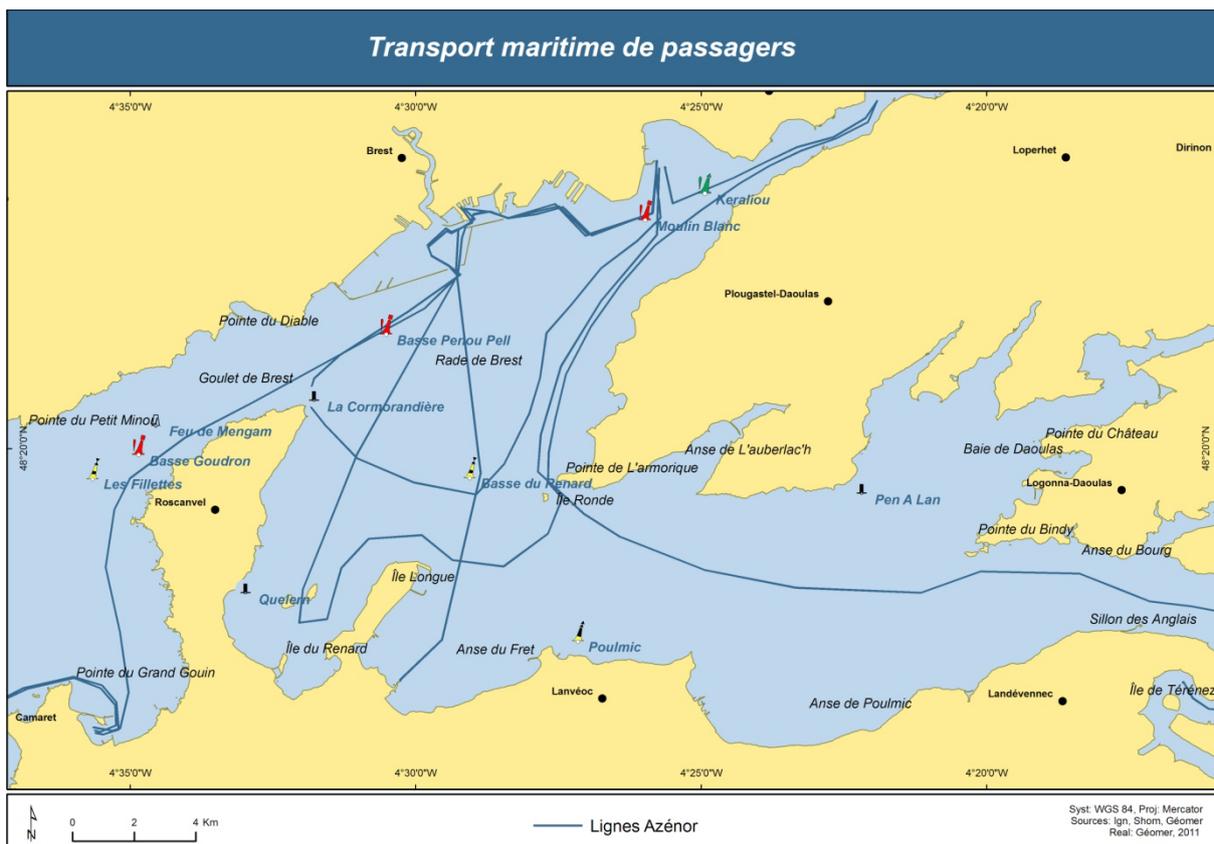


Figure 37. Lignes de transport maritime de passagers de la société Azénor.

Tableau 15. Nature des zones de pratiques du transport maritime.

Nature	Zone de pratique à dire d'acteurs	Zone de pratique issue de l'analyse de données AIS
Lignes		
Transport maritime de charge		✓
Transport maritime de passagers		
Navires de croisière		✓
Lignes Trans-Rade		✓
Lignes Azénor	✓	
Lignes Pen Ar Bed		✓

2.5 Validation des zones de pratiques potentielles et à dire d'acteurs

Les zones de pratiques issues des données collectées à dire d'acteurs ont été cartographiées. Les 79 cartes (59 pour les activités nautiques, 15 pour la pêche professionnelle et 5 pour le transport maritime de passagers) ont été envoyées aux personnes-ressources pour validation (Annexe 12). Seules deux cartes ont nécessité des modifications : l'une pour une inversion de valeurs dans un champ de la table attributaire et l'autre pour une modification de la zone de pratique. Dans ce cas de figure, la personne-ressource a estimé nécessaire de nuancer l'emprise spatiale des zones de pêche à la Coquille Saint-Jacques selon le calendrier de pratique. La carte réalisée lors de l'entretien a été conservée pour identifier les zones de pratiques en première partie de saison de pêche (d'octobre à fin décembre) et une seconde carte a été réalisée pour la seconde partie de saison (de janvier à mars). Les modifications ont été apportées à la base de données suivant la méthode explicitée page 86.

2.6 Supports de l'information utilisés par les acteurs et échelles de numérisation

La méthode proposée aux personnes-ressources pour spatialiser les zones de pratiques à dire d'acteurs nous a permis de réaliser la synthèse des informations spatiales sollicitées par les acteurs et des échelles de numérisation lors de la spatialisation de leurs activités en mer.

Ces échelles sont représentées toutes activités confondues (Figure 38) puis par activités (Figure 39). Cette information permet de caractériser, pour chaque entité numérisée par les personnes-ressources, une partie des métadonnées relatives aux modalités de production de l'information géographique. Le renseignement de cette information n'a pas vocation à traduire la qualité de l'information géographique mais bien la façon dont cette dernière est produite. Dans le cadre d'IG produite à dire d'acteurs dans une perspective de modélisation, la notion de qualité ne nous semble pas si évidente. Prenons l'exemple de transport maritime de passagers pour la rade de Brest. Les lignes régulières empruntent un itinéraire précis que nous pouvons identifier grâce aux balises et aux amers. Ce sont des points de repères affichables au 1/75 000 à partir desquels il est possible de tracer les caps des navires sans pour autant traduire une information de qualité médiocre.

Si les trois niveaux scalaires ont été utilisés (Figure 38), les entités ont été numérisées pour la plupart au 1/ 25 000 (environ 70 %, contre 20 % au 1/ 50 000 et 10 % au 1/ 75 000).

Associé à l'importance de la durée moyenne des entretiens, ce constat explicite de manière quantitative le fort engagement des personnes-ressources lors des entretiens pour décrire leurs activités.

La diversité relative des échelles utilisées peut être expliquée par la nature de l'activité, le support de navigation utilisé ou pour le cas de la pêche professionnelle par le caractère « sensible » de l'information (Figure 39).

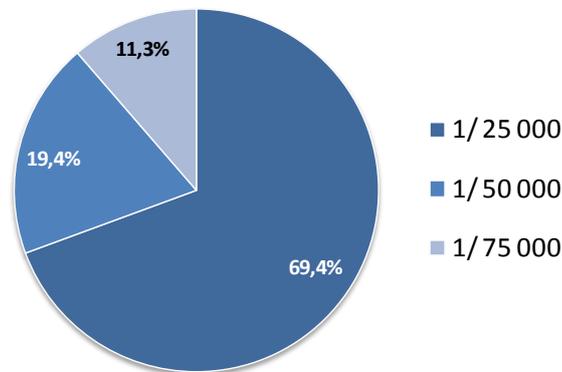


Figure 38. Échelles de numérisation des entités spatialisées à dire d'acteurs (exprimé en % du total des entités).

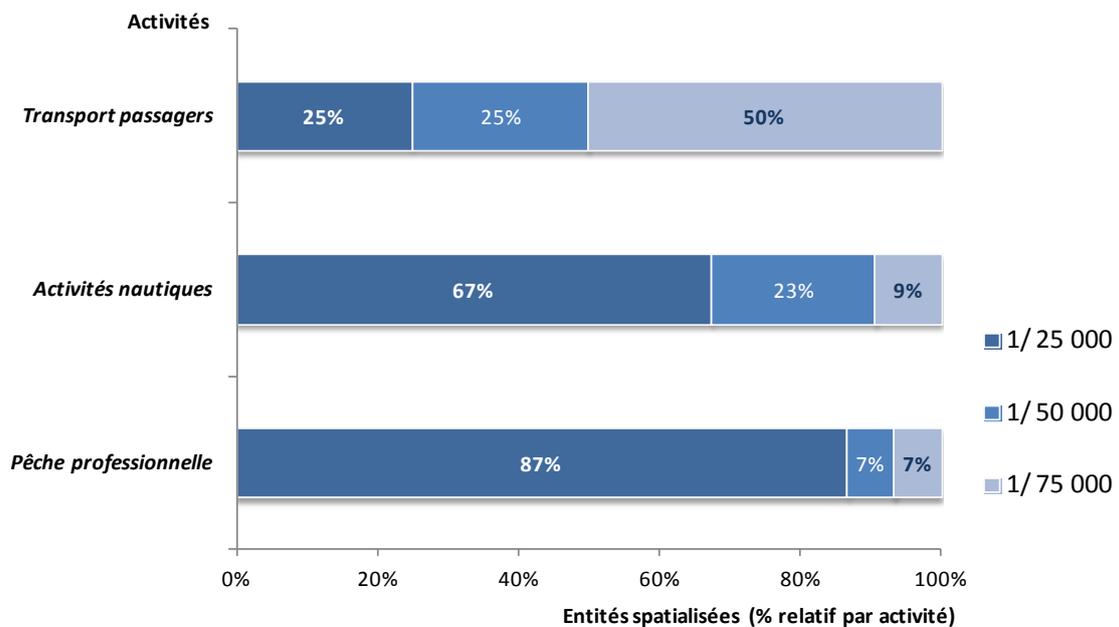


Figure 39. Échelles de numérisation des entités spatialisées à dire d'acteurs par activité (exprimé en % relatif par activité).

En effet, pour la pêche professionnelle et les activités nautiques, la majeure partie des entités a été numérisée au 1/25 000, soit respectivement 86 % et 67 % et seulement 25 % pour le transport maritime.

La collecte d'informations à cette échelle pour la pêche professionnelle ne nous semblait *a priori* pas accessible. Sur les 15 métiers spatialisés à dire d'acteurs, 13 ont donc été numérisés au 1/25 000. Il s'agit d'une activité professionnelle pour laquelle la connaissance de la dimension spatiale de la pratique est, par nécessité, primordiale. Nous pensons, de prime abord, que la collecte de telles connaissances, résultant de l'expérience collective et

individuelle, se révélerait autrement plus ardue, d'autant que cette activité côtière exploite des ressources également accessibles par d'autres (plaisanciers, plongeurs). Leur connaissance fine des milieux physiques (nature des fonds, bathymétrie, localisation des tombants), et biologique (présence ou non d'algues...), des exigences des espèces cibles (sur l'aspect trophique notamment), et des contraintes environnementales influençant la pêche (coefficient de marée, horaires en fonction de la basse ou pleine mer...), contribue probablement à la construction d'un savoir spatialement contextualisé. Autrement dit, il s'agit d'un savoir élaboré empiriquement, en chaque lieu de pratiques qui est confronté de manière itérative aux terrains d'expériences que constituent les zones de pêche. Ce savoir naît « dans l'espace » puis est re-questionné par l'espace. Près de 9 zones de pêche sur 10 ont été numérisées au 1/25 000 (échelle la plus fine retenue dans cette étude), les pêcheurs rencontrés nous ont cependant donné le sentiment de construire des informations relativement agrégées de leur point de vue. Ceci peut expliquer la forte proportion d'entités spatialisées pour la pêche professionnelle à ce niveau scalaire. En ce qui concerne les deux autres métiers spatialisés au 1/50 000 et 1/75 000, le souhait perçu et non explicite des pêcheurs concernés visait à ne pas décrire ces zones trop précisément probablement pour des raisons stratégiques.

Le transport maritime de passagers illustre un cas pour lequel l'échelle du 1/75 000 semble plus adaptée à la spatialisation de l'activité pour la rade de Brest. Les caps ont été tracés au 1/75 000, par contre, les points de départ et d'arrivée ont été positionnés au 1/25 000.

La différence des échelles de numérisation peut s'expliquer aussi par la nature du support utilisé pour les activités nautiques encadrées notamment. Les caravelles, goélettes, croiseurs, voiliers habitables et certains catamarans peuvent couvrir, le temps d'une séance (la demi-journée), une zone de pratique dont la surface est considérable, alors que celle-ci est plus restreinte dans le cas de la navigation sur des supports tels que des dériveurs légers (de type *Optimist* et *Laser*) ou des kayaks. L'échelle de numérisation dépend de la taille de la zone de navigation. Plus elle est grande, plus l'échelle de numérisation est petite.

Enfin, la méthode utilisée pour caractériser l'échelle de numérisation qui considère l'échelle la plus petite utilisée, ne tient pas compte de l'ensemble des échelles d'affichage mobilisé par la personne-ressource. Pour cela, il aurait fallu noter systématiquement toutes les échelles, ce qui aurait constitué une charge de travail supplémentaire lors des entretiens, d'une durée déjà longue. De plus, l'objectif visait à co-construire des zones de pratiques avec les acteurs sollicités en mobilisant le SIG. Sa souplesse d'affichage multi-scalaire a été constamment mobilisée lors des entretiens et nous a permis d'adapter le support cartographique à la spécificité de chaque pratique.

Les informations géographiques du SIG mobilisées par les acteurs lors de la numérisation des zones de pratiques sont recensées (Figure 40). Lors des entretiens, après la présentation du

fonctionnement du SIG et des informations géographiques qu'il contient, nous avons affiché par défaut le fond cartographique (page 84) de manière à favoriser l'échange et à faciliter la prise en main du support de spatialisation. Ce choix dont l'influence sur la manipulation par les acteurs n'a d'ailleurs pas été démontrée, introduit alors un biais si l'on se situe dans la perspective d'analyser l'information géographique mobilisée. De plus, le plan d'échantillonnage des entretiens a été réalisé dans le but de collecter des données selon les besoins identifiés. L'échantillonnage est donc non homogène entre les différentes activités, avec surtout une catégorie d'activité, le transport maritime qui reste fondé sur deux seuls entretiens. Aussi, les résultats suivants ne permettent pas d'identifier le ou les supports de spatialisation préférentiels selon le type d'activité de manière significative. Tout au plus, ils rendent compte des supports utilisés.

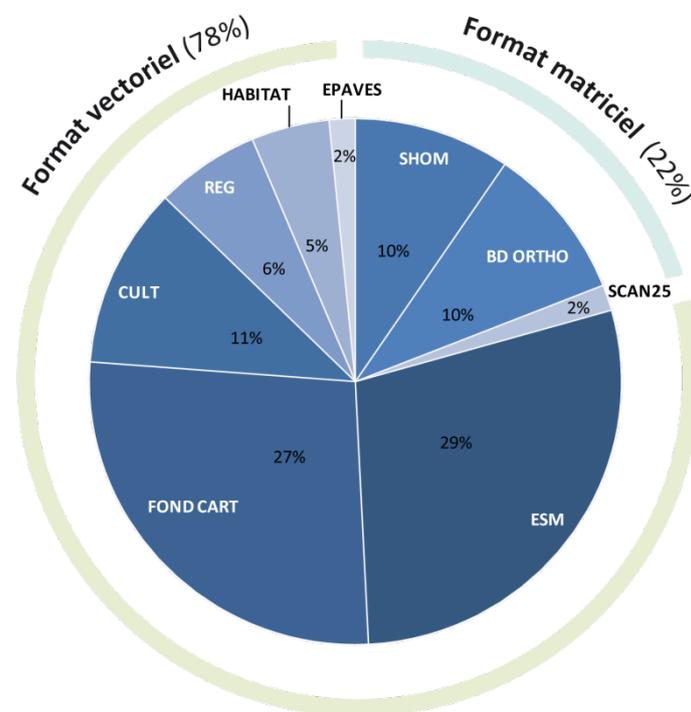


Figure 40. Supports en informations géographiques utilisés pour la réalisation des zones de pratiques à dire d'acteurs.

Supports au format vectoriel, FOND CART : fond cartographique, ESM : établissements de signalisation maritime, CULT: Cultures marines, EPAVES : épaves, REG : zones réglementées pour la navigation et la pêche professionnelle, HABITAT : habitats benthiques et intertidaux ; Supports au format raster, SCAN 25 : le scan 25, BD ORTHO : orthophotographie littorale 2005, SHOM : cartes marines.

Les informations géographiques du SIG ont été diversement sollicitées par les acteurs :

- les informations les plus sollicitées (plus de 25 % du total) comme le fond cartographique et les établissements de signalisations maritimes,
- les informations moyennement sollicitées (entre 10 et 25 %) comme les cultures marines, la carte marine du SHOM et l'orthophotographie littorale,
- les informations faiblement utilisées (moins de 10 %) comme les zones réglementées, les habitats benthiques et intertidaux, les épaves et le scan 25.

Les informations vectorielles représentent près de 80 % des informations mobilisées lors des entretiens *a priori* pour deux raisons.

- Les informations géographiques matricielles disponibles dans le SIG se révèlent très riches. Par exemple, la carte marine du SHOM renseigne, entre autres, la bathymétrie, les établissements de signalisation maritime, la toponymie, les zones réglementaires et nécessite pour être lisible, une grande échelle d'affichage. Notons cependant la forte proportion de zones de pratiques qui ont été spatialisées au 1/25 000 (70 % du total), échelle suffisante en terme de lisibilité de l'information au format matriciel, sans toutefois que ce support soit privilégié.
- Les informations vectorielles du SIG sont plus adaptées à la demande des acteurs car elles sont lisibles à toutes les échelles d'affichage et proposent une information thématique, ce qui offre l'avantage de ne pas alourdir visuellement la carte en n'affichant que les informations souhaitées.

Notre interprétation du choix des supports vectoriels par les acteurs est par ailleurs confortée par le choix d'affichage du support cartographique de base (FOND CART, SHOM, BDORTHO ou SCAN 25) lors des entretiens. Mise à part la réserve explicitée plus haut liée au biais introduit par la méthode, le fond cartographique (FOND CART), construit à partir d'informations vectorielles, a été utilisé lors de 3 entretiens sur 4. Lors d'un même entretien, le nombre de supports cartographiques affichés était variable (de 1 à 3) : 75 % des entretiens ont utilisé un seul fond de carte, 20 % en ont utilisé 2 et 5 % en ont utilisé 3.

Associé au support cartographique de base, certains éléments ont été sollicités. La configuration générale du support de cartographie est composée en majorité par le fond cartographique (FOND CART) et des amers et balisages (ESM).

Les informations géographiques mobilisées lors de la numérisation des zones de pratiques sont recensées en fonction du type d'activité (Figure 41). Cette information est donnée à titre informatif et ne correspond pas à des profils « type » par activités.

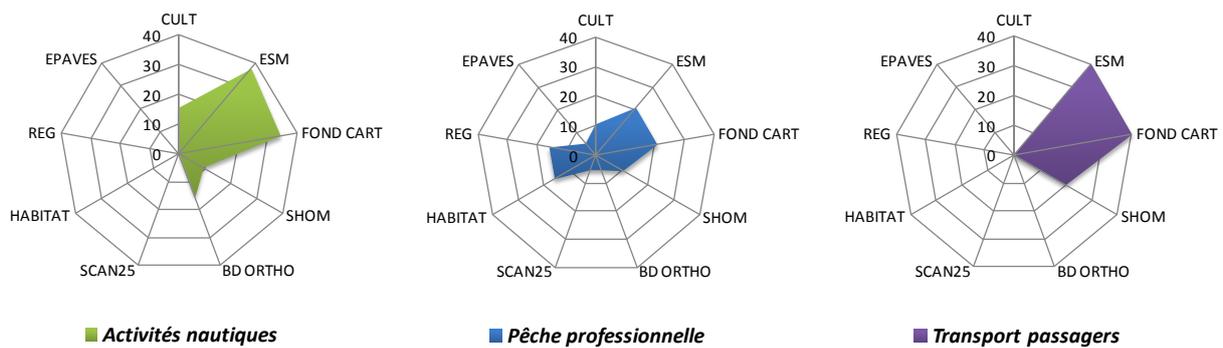


Figure 41. Informations géographiques du SIG utilisées pour la numérisation des zones de pratiques à dire d'acteurs en fonction du type d'activité (résultats exprimés en % relatif par activités).

FOND CART : fond cartographique, *ESM* : établissements de signalisation maritime, *CULT*: Cultures marines, *EPAVES* : épaves, *REG* : zones réglementées pour la navigation et la pêche professionnelle, *HABITAT* : habitats benthiques et intertidaux ; Supports au format raster, *SCAN 25* : le scan 25, *BD ORTHO* : orthophotographie littorale 2005, *SHOM* : cartes marines.

Les informations sollicitées par les pêcheurs professionnels sont les plus diversifiées. En effet, le support cartographique de base est constitué en majorité par le fond cartographique (parfois la carte marine, plus rarement l'orthophotographie littorale ou le scan 25) associé aux amers et balisages. Puis, suivant le métier, les personnes-ressources ont visualisé d'autres éléments tels que les habitats (benthiques uniquement), les zones réglementées, les zones de cultures marines, les épaves... Ceci peut s'expliquer par les nombreuses contraintes spatialisées s'appliquant à leurs activités. Ainsi les zones de pêche du sud de la rade (drague à la Coquille Saint-Jacques ou la Praire) se situent en partie à proximité de zones militaires interdites à la pêche. Certains éléments ont également été affichés par les personnes-ressources, non pas pour aider à la spatialisation des zones de pratiques mais par curiosité (exemple, les habitats benthiques pour visualiser la présence de maërl).

En ce qui concerne les activités nautiques, le support cartographique de base était constitué par le fond cartographique également associé aux amers et balisages. Dans la plupart des entretiens, ce fond a suffi à la spatialisation de leurs pratiques. Le support cartographique de base, pouvait dans une moindre mesure, être la carte marine ou l'orthophotographie littorale. Cette dernière a d'ailleurs été la plus sollicitée pour cette activité en regard de toutes les autres. Les zones de cultures marines ont été affichées car certaines structures conchylicoles constituent une contrainte importante lors d'une navigation très côtière. Les amers et balisages ont constitué l'information essentielle afin de spatialiser les manifestations nautiques sportives.

Pour le transport maritime de passagers, les supports mobilisés par les personnes-ressources se limitent au fond cartographique associé aux amers et balisages ou uniquement à la carte marine du SHOM.

Nous venons donc de présenter les informations géographiques et les échelles de numérisation mobilisées par les personnes-ressources pour spatialiser leurs zones de

pratiques. Leur variabilité d'une personne à l'autre justifie le recours au SIG. Contrairement à la réserve émise par Des Clers (2010), nous n'avons observé aucun blocage dans le rapport enquêteur-enquêté lié au support informatique.

En complément des données spatiales, deux autres types de données ont été recueillis lors des entretiens : des données temporelles et quantitatives, et des données qualitatives.

3. Données temporelles et quantitatives

Les données temporelles permettent de caractériser la présence ou l'absence d'une activité sur la période considérée (une année) à une granularité déterminée (le jour). Les données quantitatives permettent de renseigner un effectif de supports¹ (nombre de supports par jour) associé à cette activité. Les données temporelles et quantitatives ont été collectées suivant deux modalités²:

- des données « réelles » obtenues sur l'ensemble de l'année 2009 (année de « référence ») provenant des bases de données des structures enquêtées ou de base de données AIS,
- des données « à dire d'acteurs » (par rapport à une année type et une semaine type).

Les données temporelles et quantitatives collectées sont donc hétérogènes de par leurs natures différentes (« réelle » ou « à dire d'acteurs ») et le type d'activité concerné.

3.1 Données réelles

Les données réelles collectées proviennent de deux types de sources.

En ce qui concerne certaines activités nautiques encadrées, les fichiers obtenus proviennent de bases de données qui permettent aux structures de facturer les prestations ou de gérer l'organisation des activités proposées. Leur structuration et les éléments renseignés sont variables suivant la structure. Par exemple, le Centre Nautique de Brest (CNB), propose ses propres activités et gère également le pool des supports en commun avec les autres clubs et associations de la base nautique. Le fichier extrait de la base de données du CNB contient des informations qui spécifient par demi-journée, le type de support emprunté, leur nombre, le nombre de personnes par groupes ainsi que la structure encadrante (Figure 42.A). Dans le cas de centres nautiques de taille plus modeste, les données non structurées sont contenues dans des fichiers de type *planning*. Pour chaque demi-journée sont renseignés le nombre de groupes sur l'eau, le support pratiqué et le nombre de personnes par groupe (Figure 42.B).

¹ Navires et embarcations diverses (kayak, yole, planche à voile...)

² La troisième modalité possible (présentée page 33) proposée par Le Tixerant (2004) qui consiste à l'élaboration de calendrier de pratique à partir de l'application de filtres temporels basés sur les contraintes, n'a pas été mobilisée car les données collectées renseignent, dans ce cas, des données plus précises.

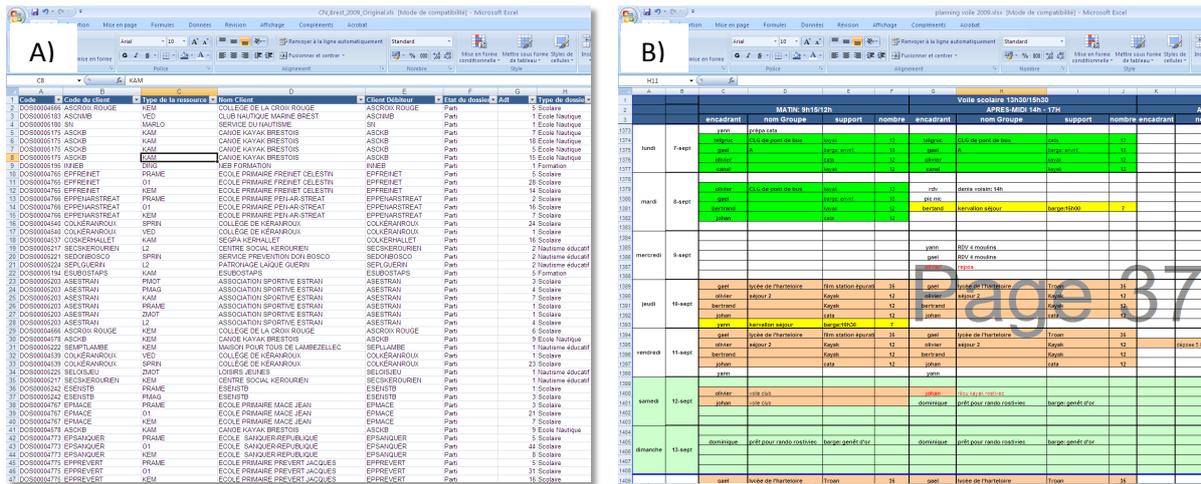


Figure 42. Les deux sources de données temporelles et quantitatives « réelles » obtenues pour les activités nautiques encadrées (A) en format base de données, (B) en format *planning*.

En ce qui concerne le transport maritime de commerce et le transport maritime de passagers (excepté pour la société Azéron, comme nous l’avons expliqué en page 105), les données proviennent de l’extraction d’une base d’informations spatio-temporelles issues de données AIS (*Automatic Identification System*) fournie par l’IRENAV. Les trajectoires quotidiennes de chaque navire ont été reconstituées sur l’ensemble de l’année 2009 à partir des données originales (ponctuelles). Puis, le nombre de trajectoires couplant une ligne de référence perpendiculaire à chaque zone de pratiques a été évalué par requête SQL de la base de données. Le comptage s’effectue en navires par jour pour chaque couloir de navigation.

3.2 Données à dire d’acteurs.

Les données temporelles et quantitatives à dire d’acteurs ont été collectées à partir de calendriers annuels et hebdomadaires types. La précision de ces données est variable. Pour chaque personne-ressource, l’identification d’un archétype de fonctionnement annuel en occurrences et en effectifs reste complexe. Cette complexité peut être dépendante des spécificités propres à chaque activité, de la nature et du mode d’organisation de chaque structure, mais aussi de caractéristiques individuelles (connaissances de la personne-ressource du fonctionnement de la structure, difficultés d’abstraction ou d’acceptation du principe simplificateur de la démarche, ou d’explicitation à un tiers extérieur d’un fonctionnement potentiellement complexe). Nous pouvons schématiser la précision des données collectées en 4 niveaux (Tableau 16).

Le niveau 1, décrit une activité A sur une période annuelle, à un pas de temps quotidien. Ce niveau de précision se distingue des suivants et se rapproche des données temporelles et

quantitatives « réelles » pouvant être extraites de bases de données d'une structure. Ce cas de figure ne concerne qu'une catégorie d'activité, à savoir les métiers de la pêche à la drague pour la rade de Brest et dépend d'une spécificité structurelle liée aux modalités de gestion des stocks de Coquilles Saint-Jacques au sein du CLPMEM Nord-Finistère. En effet, chaque pêcheur à la drague est tenu de déclarer au CLPMEM, chaque jour de pêche ainsi que le secteur pêché. Il s'agit donc bien de données à dire d'acteurs selon un processus déclaratif et volontaire.

Au niveau 2, les données renseignent une activité B sur une période annuelle à un pas de temps mensuel, puis pour chaque jour d'une semaine décrite de manière générale. La description est ensuite affinée par l'apport d'une modulation temporelle et/ou quantitative suivant ce qu'on appelle ici une saisonnalité. Il s'agit d'une période pendant laquelle la pratique de l'activité va être différente en présence-absence et/ou en effectif.

Au niveau 3, les données renseignent une activité C sur une période annuelle à un pas de temps mensuel, puis pour chaque jour d'une semaine décrite de manière générale (sans saisonnalité).

Le niveau 4 concerne des données décrites sur une période annuelle à un pas de temps mensuel. Il s'agit, par exemple, d'un calendrier en présence-absence pour la pêche professionnelle de la palangre à la Dorade grise.

Tableau 16. Niveaux de précision des données temporelles et quantitatives collectées à dire d'acteurs.

Niveau	Informations temporelles et/ou quantitatives																																																																																																																																																																																																																																						
Niveau 1	<p><i>Période : 1 an</i> <i>Granularité : jour</i></p> <p>Calendrier Annuel pour l'activité A: Effectifs</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>JOURS</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th><th>29</th><th>30</th><th>31</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MOIS</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Jan.</td> <td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>12</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>8</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>8</td><td>9</td><td>0</td><td>12</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>Fév.</td> <td>2</td><td>4</td><td>0</td><td>7</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>12</td><td>34</td><td>45</td><td>3</td><td>6</td><td>3</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>12</td><td>12</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td><td></td> </tr> <tr> <td>Mars</td> <td>10</td><td>12</td><td>12</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>14</td><td>3</td><td>0</td><td>3</td><td>10</td><td>1</td><td>0</td><td>3</td><td>10</td><td>4</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>2</td><td>5</td><td>5</td><td>7</td><td>7</td><td>9</td><td>9</td><td>0</td><td>8</td><td>9</td><td>12</td><td>11</td> </tr> <tr> <td>Avril</td> <td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>34</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>10</td><td>12</td><td>2</td><td>4</td><td>34</td><td>5</td><td>0</td><td>3</td><td>10</td><td>4</td><td>3</td><td>10</td><td>2</td><td>3</td><td>10</td><td>1</td><td>4</td><td></td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MOIS																																		Jan.	0	0	2	12	0	1	3	5	8	0	0	0	0	0	0	8	9	0	12	4	4	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	Fév.	2	4	0	7	0	0	0	0	8	1	1	1	0	0	0	7	12	34	45	3	6	3	9	9	10	12	12	3	0	1		Mars	10	12	12	2	0	1	3	14	3	0	3	10	1	0	3	10	4	9	9	10	2	5	5	7	7	9	9	0	8	9	12	11	Avril	1	0	2	2	2	4	3	3	3	0	34	3	1	3	10	12	2	4	34	5	0	3	10	4	3	10	2	3	10	1	4																																	
JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																																																																																																																																																																																							
MOIS																																																																																																																																																																																																																																							
Jan.	0	0	2	12	0	1	3	5	8	0	0	0	0	0	0	8	9	0	12	4	4	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																								
Fév.	2	4	0	7	0	0	0	0	8	1	1	1	0	0	0	7	12	34	45	3	6	3	9	9	10	12	12	3	0	1																																																																																																																																																																																																									
Mars	10	12	12	2	0	1	3	14	3	0	3	10	1	0	3	10	4	9	9	10	2	5	5	7	7	9	9	0	8	9	12	11																																																																																																																																																																																																							
Avril	1	0	2	2	2	4	3	3	3	0	34	3	1	3	10	12	2	4	34	5	0	3	10	4	3	10	2	3	10	1	4																																																																																																																																																																																																								
.....																																																																																																																																																																																																																																							
Niveau 2	<p><i>Période : 1 an</i> <i>Granularité : mois + semaine type + saisonnalité</i></p> <p>Calendrier Annuel pour l'activité B: Présence/Absence</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>JAN</th><th>FEV</th><th>MAR</th><th>AVR</th><th>MAI</th><th>JUN</th><th>JUL</th><th>AOUT</th><th>SEPT</th><th>OCT</th><th>NOV</th><th>DEC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Période - T1</td> <td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>Période - T2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Calendrier Hebdomadaire pour l'activité B: Effectifs</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>L</th><th>M</th><th>M</th><th>J</th><th>V</th><th>S</th><th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Période - T1</td> <td></td><td>15</td><td></td><td>7</td><td>8</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Période - T2</td> <td>1</td><td>20</td><td>5</td><td>20</td><td>50</td><td>20</td><td>10</td> </tr> </tbody> </table>		JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	Période - T1			1	1	1	1			1	1	1	1	Période - T2							1	1						L	M	M	J	V	S	D	Période - T1		15		7	8			Période - T2	1	20	5	20	50	20	10																																																																																																																																																																							
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC																																																																																																																																																																																																																											
Période - T1			1	1	1	1			1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																											
Période - T2							1	1																																																																																																																																																																																																																															
	L	M	M	J	V	S	D																																																																																																																																																																																																																																
Période - T1		15		7	8																																																																																																																																																																																																																																		
Période - T2	1	20	5	20	50	20	10																																																																																																																																																																																																																																
Niveau 3	<p><i>Période : 1 an</i> <i>Granularité : mois + semaine type</i></p> <p>Calendrier Annuel pour l'activité C: Présence/Absence</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>JAN</th><th>FEV</th><th>MAR</th><th>AVR</th><th>MAI</th><th>JUN</th><th>JUL</th><th>AOUT</th><th>SEPT</th><th>OCT</th><th>NOV</th><th>DEC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Présence/Absence</td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Calendrier Hebdomadaire pour l'activité C: Effectifs</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>L</th><th>M</th><th>M</th><th>J</th><th>V</th><th>S</th><th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Effectifs</td> <td>3</td><td>25</td><td>25</td><td>3</td><td></td><td>45</td><td></td> </tr> </tbody> </table>		JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	Présence/Absence	1	1	1	1							1	1		L	M	M	J	V	S	D	Effectifs	3	25	25	3		45																																																																																																																																																																																													
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC																																																																																																																																																																																																																											
Présence/Absence	1	1	1	1							1	1																																																																																																																																																																																																																											
	L	M	M	J	V	S	D																																																																																																																																																																																																																																
Effectifs	3	25	25	3		45																																																																																																																																																																																																																																	
Niveau 4	<p><i>Période : 1 an</i> <i>Granularité : mois</i></p> <p>Calendrier Annuel Activité D: (1) Présence/Absence ou (2) Effectifs</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>JAN</th><th>FEV</th><th>MAR</th><th>AVR</th><th>MAI</th><th>JUN</th><th>JUL</th><th>AOUT</th><th>SEPT</th><th>OCT</th><th>NOV</th><th>DEC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Présence/absence</td> <td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Effectifs</td> <td></td><td></td><td></td><td>50</td><td>135</td><td>150</td><td>300</td><td>140</td><td>300</td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>		JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	Présence/absence				1	1	1	1	1	1				Effectifs				50	135	150	300	140	300																																																																																																																																																																																																		
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC																																																																																																																																																																																																																											
Présence/absence				1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																														
Effectifs				50	135	150	300	140	300																																																																																																																																																																																																																														

Ainsi, les données temporelles et quantitatives à dire d'acteurs qui ont été mobilisées sont de niveau 2 pour les activités nautiques encadrées, de niveau 1 pour les métiers de la drague et de niveau 4 pour les autres métiers de pêche professionnelle (Tableau 17).

En ce qui concerne l'activité d'extraction de matériaux, activité pour laquelle la zone de pratique est connue à partir des données de référence de la DDTM, l'entretien concernait la description qualitative, quantitative et temporelle de l'activité. La personne-ressource estimant que son activité était soumise à une forte variabilité temporelle, n'a pas souhaité apporter des éléments dans ce sens. Cette activité n'a donc pas été décrite sur le plan temporel ou quantitatif.

Tableau 17. Calendrier de pratiques pour la pêche professionnelle.

Métiers	Mois											
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
Casier - Crevette												
Casier - Étrille												
Casier - Araignée												
Casier - Seiche												
Drague - Coquille Saint-Jacques												
Drague - Pétoncle et Huître plate												
Drague - Praire												
Filet - Bar												
Filet - Émissole												
Filet - Raie bouclée												
Filet - Rouget												
Ligne - Calmar												
Palangre - Bar												
Palangre - Dorade grise												
Tamis - Civelle												
Verveux - Anguille jaune												
Bosselle - Anguille jaune												

4. Données qualitatives

Les données qualitatives collectées concernent la description de la pratique des activités en général, les interactions potentielles entre activités et les perspectives d'évolution de la pratique pressenties par les acteurs.

Ces données ont permis d'identifier des contraintes de pratiques. Dans certains cas, ces contraintes qui constituent autant de filtres spatiaux ont permis l'élaboration de zones de pratiques potentielles. Les autres données récoltées, de nature plus contextuelle, ont été mentionnées dans les comptes-rendus d'entretiens et n'ont pas fait l'objet d'analyses spécifiques.

Les perceptions des personnes-ressources sur les perspectives d'évolution de leurs activités ont également été consignées dans les fiches d'entretiens sans pour autant avoir été analysées. En effet, cet axe thématique n'a pas pu être systématiquement exploré lors des entretiens compte tenu de leur longue durée. Ceci constitue une des limites méthodologiques de l'enquête qui est discutée en page 127.

4.1 Résultats bruts

Les personnes-ressources ont été sollicitées afin d'identifier des activités potentiellement ou réellement incompatibles sur le plan spatio-temporel et de caractériser leur mode d'interaction (Tableau 18). Dans la mesure où ce thème a été abordé lors des deux principales catégories d'entretiens (description des scènes de gestion ou description des activités), nous traitons les résultats de manière commune.

Tableau 18. Identification d'interactions négatives entre activités lors des entretiens.

Objets	Personnes questionnées	Personnes exprimant des interactions
Scènes de gestion	6	6
Activités		
Pêche de plaisance	1	1
Extraction de matériaux	1	0
Pêche professionnelle	7	6
Activités nautiques	20	17
Transport maritime	3	2
Total	38	33

Les interactions entre activités mentionnées par les personnes-ressources lors des entretiens, ne sont pas toutes négatives. Ainsi, des interactions de type cohabitation existent:

- entre les activités nautiques encadrées et la pêche professionnelle à la drague. En l'occurrence, un moniteur du centre nautique Armorique (également pêcheur professionnel à temps partiel), embarque des groupes d'enfants pour observer les dragueurs en activité.
- entre les activités militaires et la pêche professionnelle. Deux fois par an, les militaires organisent des manœuvres en rade (opération Damier) afin de s'entraîner à la sécurisation des chenaux utilisés par les Sous-marins Nucléaires Lanceurs d'Engins (SNLE) lors de leurs transits entre leur base de Brest et la haute mer. Cette opération s'effectuant en dehors des zones militaires réglementées, la marine consulte chaque année les calendriers de pêche auprès du CLPMEM pour sa préparation. Elle fait l'objet d'une information diffusée par le CLPMEM aux pêcheurs professionnels.

À la question « *Selon vous, existe-t-il des activités en rade dont la pratique gêne d'autres activités ?* », 86 % des personnes sollicitées ont répondu par l'affirmative. Ce taux de réponse est relativement homogène entre les catégories d'activité. En revanche, compte tenu du mode d'échantillonnage certaines activités sont plus ou moins représentées que d'autres.

Les interactions négatives explicitées ont été classées par leur origine comme le proposent Johnson et Pollnac (1989) puis Suman (2001) pour les conflits d'usages en zone côtière. Trois catégories d'interactions négatives entre activités ont ainsi été formulées (Tableau 19):

- (1) des interactions négatives liées à une concurrence pour l'espace,
- (2) des interactions négatives liées à une concurrence pour la ressource,
- (3) des interactions négatives liées à des différences de valeurs et de perceptions portant sur l'environnement.

Tableau 19. Interactions négatives entre activités selon les personnes-ressources.

Interactions Personnes ress.	Interaction liée à l'environnement	Interaction liée à la ressource	Interaction d'ordre spatio-temporel	Total
Scènes de gestion	4	2	6	12
Activités				
Pêche de plaisance			1	1
Pêche professionnelle		7	6	13
Activités nautiques			23	23
Transport maritime			3	3
Total	4	9	39	52

Une telle classification n'est parfois pas aisée à réaliser dans la mesure où certaines interactions peuvent relever de plusieurs catégories. Nous avons choisi d'effectuer un classement non redondant pour permettre une meilleure lisibilité des résultats. L'affectation d'une interaction à l'une ou l'autre des catégories a parfois été difficile compte tenu de la perméabilité des limites de la classification et de l'interprétation que nous donnons aux éléments qui nous ont été rapportés. Elle peut donc être discutable dans certains cas.

Les interactions négatives liées à des « valeurs » environnementales (n=4) ont été toutes émises par les représentants des scènes de gestion et portent sur la qualité de l'eau : par ses teneurs en sels nutritifs (nitrates, phosphates, ammonium), en micropolluants (pesticides, métaux lourds), et sa qualité bactériologique. De fortes teneurs en sels nutritifs contribuent à la prolifération d'algues vertes avec des conséquences pour la baignade et donc en termes d'image. Des contaminations bactériennes ou des blooms d'espèces phytoplanctoniques toxiques entraînent des conséquences importantes pour les activités conchylicoles notamment.

Les interactions négatives liées à une concurrence pour la ressource (n=9) ont été en majorité émises par des pêcheurs professionnels. Quatre d'entre elles sont relatives à la concurrence entre mêmes métiers (fileyeurs, caseyeurs). Deux concernent une concurrence avec la pêche de loisir avec notamment les pêcheurs plaisanciers au sujet des ressources en Bar et les plongeurs en apnée sur les ressources en Coquille Saint-Jacques. La dernière concerne (et déplore) une remise en question du système de licences pour la pêche à la Coquille Saint-Jacques. Les interactions négatives liées à la ressource mentionnées par des représentants de scènes de gestion portent sur une concurrence pour la ressource entre la pêche professionnelle et la conchyliculture. Il s'agit d'une opposition historique en rade de Brest qui relève de différents aspects. Suite à des contaminations par des toxines amnésiantes (dites toxines ASP ou *Amnesic Shellfish Poison*) qui ont touché les gisements de Coquilles Saint-Jacques en rade de Brest comme en 2004, certains pêcheurs à la drague auraient augmenté leur activité de drague à l'huître plate. En parallèle, certains élevages d'huîtres s'effectuent à plat en eau profonde, dans le Sud-est de la rade et il existe une concession mytilicole sur filières en mer. En outre, depuis les années 1980, les pêcheurs professionnels associés en coopérative, ont créé l'écloserie du Tinduff (Plougastel-Daoulas) dans le but de repeupler les gisements de coquilles Saint-Jacques de la rade de Brest. Ils ont mis en place une technique d'écloserie-semis-recapture pendant laquelle le pré-grossissement du naissain de Coquilles Saint-Jacques s'effectue en casier en mer (Fleury *et al.* 2005). Nous identifions dans ce cas des interactions liées à la fois à la ressource et à l'espace.

Les interactions négatives liées à une concurrence pour l'espace (n= 39) représentent plus des $\frac{3}{4}$ des interactions négatives mentionnées par les personnes-ressources ce qui est logique compte tenu de la question introductrice du thème à savoir « *Selon vous, existe-t-il des activités en rade dont la pratique gêne d'autres activités ?* ».

Ces interactions ont lieu entre activités qui occupent un même espace en mer au même moment (interactions négatives spatio-temporelles). Elles peuvent être de deux ordres :

(1) il peut s'agir d'interactions spatio-temporelles négatives avérées, c'est-à-dire qui s'expriment par des conflits d'usages spatio-temporels dans le cas d'un engagement par l'une ou toutes les parties prenantes. Comme nous l'avons précisé dans le Chapitre 1 page 25, cet engagement peut prendre différentes formes : le recours en justice, la « publicisation » ou la médiatisation (Torre *et al.* 2006).

(2) cela peut aussi concerner des interactions spatio-temporelles négatives pour lesquelles nous n'avons pas identifié d'engagement par l'une ou toutes les parties prenantes. Dans ce cas, nous parlerons d'interactions spatio-temporelles négatives potentielles.

L'ensemble des interactions négatives ont été codées de manière booléenne en utilisant le niveau 3 de la typologie des activités humaines en rade de Brest (Annexe 4).

Pour ce faire, nous avons adapté ou interprété certaines interactions lorsqu'elles ont été renseignées entre activités de niveaux différents dans la typologie. Prenons l'exemple du représentant de l'USAM qui mentionne une lettre de plainte déposée par des plaisanciers auprès du club : des lignes auraient été cassées par des pratiquants de l'USAM. Il s'agit donc d'une interaction spatio-temporelle négative entre une activité au niveau 3 (la pêche de loisir embarquée) et une activité au niveau 2 (des activités nautiques encadrées). Toutefois, toutes les activités nautiques encadrées ne sont pas pratiquées à l'USAM (comme l'aviron ou la plongée encadrée). De plus, le kayak ne peut avoir occasionné ce type de conséquences.

4.2 La grille d'incompatibilité

La mise en forme de ces données a aussi permis de réaliser une grille synthétique des interactions spatio-temporelles négatives entre activités ou grille d'incompatibilité entre activités (Figure 43). Elle nous renseigne sur les conflits spatio-temporels et sur les interactions négatives potentielles. Notons certaines limites méthodologiques liées au mode d'échantillonnage pour la construction de la grille d'incompatibilité :

- certaines activités, telles que l'activité militaire, la conchyliculture, n'ont pas été sollicitées dans la collecte de données qualitatives.
- le nombre de personnes enquêtées n'est pas identique au sein de chaque catégorie. Donc, même s'il est possible de pondérer le nombre d'interactions explicitées par le nombre d'entretiens réalisés au sein de chaque activité, le nombre d'explicitations ne traduit pas forcément une intensité des interactions potentiellement négatives.

Ceci est discuté dans la partie liée aux limites méthodologiques de l'enquête en page 127.

4.2.1 Conflits spatio-temporels

Parmi les interactions spatio-temporelles négatives explicitées par les personnes-ressources, 7 identifient 3 conflits d'usages spatio-temporels dont 2 avaient été portés à notre connaissance par la revue de presse quotidienne régionale réalisée par Mercelle et Le Moigne (2010). Il s'agit du conflit entre l'activité de pêche à la drague à la Coquille Saint-Jacques et l'activité militaire (polygone Rascass) et du conflit entre activités nautiques encadrées (celles pratiquées par le centre nautique de Rostiviec : voile légère, voilier, planche à voile et kayak) et les activités conchylicoles dans l'anse de Penfoul. Ces conflits sont détaillés en page 45.

Les entretiens ont révélé un conflit d'usage entre l'aviron encadré et la mytiliculture sur bouchots dans l'estuaire de l'Elorn. Il concerne la sécurité pour la navigation suite à un défaut de signalisation des bouchots. En septembre 2006, une yole de l'aviron brestois

blog internet...). Enfin, la médiatisation a été menée par des parties prenantes différentes que celles ayant subi des déconvenues (Tableau 20).

Une approche historique peut éclairer la compréhension de ces faits et les raisons pour lesquelles une association s’est rapidement approprié le conflit puis a mené l’engagement. Après la seconde guerre mondiale, l’activité conchylicole s’est développée en rade de Brest avec l’élevage d’Huîtres plates et de moules (Troadec et Le Goff 1997). La mytiliculture tient pourtant une part très faible en termes de superficie des concessions et de volumes de production au regard de la conchyliculture en rade de Brest.

Tableau 20. Chronologie des faits recensés concernant le conflit entre l’aviron encadré et la mytiliculture sur bouchot (Plougastel).

Date	Acteurs porteurs du fait	Faits
Septembre 2006	Aviron brestois	Chavirage d’une yole sur un bouchot, Saint-Jean (Plougastel)
Février 2007	Association Saint Jean Nature Environnement	Pétition contre le projet de création d’un élevage de moules sur bouchots dans le secteur de Saint Jean - Le Dreff (Plougastel)
Printemps 2007	ADEUPA (Programme GIL, Pays de Brest, Pays Maritime)	Organisation de deux réunions thématiques sur les conflits d’usages entre activités nautiques et conchyliculture à l’initiative de l’ADEUPA
Juin 2007	Conseil Municipal de Plougastel	Proposition d’un moratoire quant à l’installation ou l’extension de cultures de moules de bouchot dans la rade de Brest
Octobre 2007	Collectif d’associations porté par l’Association Saint Jean Nature Environnement	Publication dans la presse locale de deux articles à la sollicitation du collectif

Suite aux épizooties dues aux protozoaires du genre *Martelia* (*Martelia perfringens*) en 1973 et du genre *Bonamia* (*Bonamia ostreae*) en 1980, les ostréiculteurs se sont tournés vers la production de l’huître japonaise (*Crassostrea gigas*). Plus récemment, l’élevage de moules et notamment sur bouchots se développe. Il s’agit d’un mode d’élevage non traditionnel en rade de Brest qui occupe des espaces affectés auparavant à d’autres modes d’élevage. Structures en partie émergées, elles contraignent la navigation sur cette zone (contrairement à la culture à plat par exemple). Par ailleurs, suite au naufrage d’une yole, certains éléments péjoratifs relevés dans le compte rendu du conseil municipal de Plougastel ou cités lors des entretiens tels que « *Le bouchot : le HLM à moules comme ils disent ici !* » ou encore « *ces forêts de pieux - aussi dangereux qu’inesthétiques - constituent une véritable offense à nos sites remarquables* », témoignent de conflits relevant de divergences de perceptions portant sur l’environnement.

4.2.2 Interactions négatives potentielles

Les interactions négatives potentielles explicitées par les personnes-ressources sont résumées par activité.

4.2.2.1 Interactions potentiellement négatives pour la pêche professionnelle

- Avec le transport maritime de passagers : un monocoque d'une société proposant des circuits touristiques en rade de Brest s'est rapproché d'un navire en pêche et a coupé la palangre.
- Avec des activités nautiques libres : fréquemment le week-end, des pratiquants de voile de loisir passant trop près de navires en pêche coupent également des palangres.
- Avec la pêche de loisir sous-marine en apnée : en période autorisée, des plongeurs pêchent la Coquille Saint-Jacques, ce qui oblige les professionnels à modifier leur cap et leur allure.

4.2.2.2 Interactions potentiellement négatives pour le transport maritime

- Avec les activités nautiques encadrées pour le transport de passagers : des pratiquants de planche à voile encadrée ne respectant pas les règles de navigation au niveau du port du Moulin-Blanc coupent la trajectoire de catamarans et monocoques de plus de 20 m, ce qui pose quelques problèmes en termes de sécurité.
- Avec les activités nautiques encadrées et libres pour le transport de charge : dans ce cas le non-respect des règles de navigation est également énoncé. Dans une zone allant du goulet jusqu'au port de commerce, des pratiquants de planches à voile, canots pneumatiques et vedettes coupent la trajectoire de navires de commerce, ou refusent de changer de cap malgré les avertissements sonores. La crainte d'un incident suscite l'emploi par certaines personnes-ressources, de formules triviales du type, « *Certains jours, le grand prix du steak est ouvert* ».

4.2.2.3 Interactions potentiellement négatives pour les activités nautiques encadrées¹

- Avec les activités conchylicoles pour les raisons de sécurité de navigation expliquées plus haut dans les cas des conflits d'usages spatio-temporels.
- Avec le transit de navires militaires : cette interaction concerne une barge militaire qui transite de la rade-abri vers la pyrotechnie Saint-Nicolas à une fréquence de 2 fois par

¹ Parmi les interactions négatives potentielles mentionnées, certaines concernent des infrastructures à terre permettant l'accès à la mer, précisément la cale de mise à l'eau du centre nautique de Brest. De nombreux clubs et associations utilisent cette cale de mise à l'eau. Une spécificité liée à ce type de structure est le fonctionnement en séances, ce qui, dans la pratique, se traduit par des heures de mises à l'eau et de retour à terre similaires et provoque un encombrement de la cale. Cette interaction citée par 5 structures différentes concerne toutes les activités nautiques organisées excepté l'aviron et la plongée en bouteille. Nous ne l'avons pas intégrée dans la grille d'incompatibilité car nous nous concentrons sur le déroulement des activités en mer uniquement.

semaine. La vitesse de la barge, jugée excessive, génère une gêne pour la navigation des activités de voile légère au niveau du Moulin-Blanc.

- Entre la voile légère et la pratique libre de la planche à voile : au niveau du Moulin Blanc en période de forte fréquentation, la densité de planches à voile gêne la pratique de la voile légère.
- Entre la voile légère, la planche à voile et les zones de mouillages : dans l'anse de Kerhuon, la forte densité de navires au mouillage en été restreint la zone de navigation du centre nautique du Relecq-Kerhuon.
- Entre la planche à voile et le transport maritime de passagers : les navires de passagers au départ et en arrivant au port du Moulin Blanc, naviguent à une allure jugée excessive, ce qui pose des problèmes de sécurité pour les pratiquants.
- Entre la planche à voile et la pratique libre du Kite-surf : la forte densité de Kite-surf entraîne des problèmes de sécurité pour la navigation.
- Entre l'aviron/yole et les activités nautiques libres en vedettes à moteur et jet-ski : avec la vitesse, la vague d'étrave des vedettes et des jet-skis peut engendrer un risque de chavirage des avirons ou une gêne à la navigation pour les yoles.
- Entre le kayak et les activités nautiques libres en vedettes à moteur et canots pneumatiques : à grande vitesse, la vague d'étrave des vedettes et canots pneumatiques peut engendrer un risque de chavirage ou une gêne à la navigation pour les kayaks.
- Entre la plongée en bouteille et la pêche de loisir embarquée : à partir des mois d'avril et de mai, les filets et casiers posés par les pêcheurs plaisanciers à proximité des zones de mouillage de sites dont le départ se fait du bord (les Quatre Pompes, l'anse du Dellec, la plage de Sainte-Anne...), représentent un danger potentiel.

4.2.2.4 Interactions potentiellement négatives pour les manifestations nautiques sportives

- Lors de régates en voiliers, certains plongeurs sous-marins encadrés plongent à proximité des bouées du parcours, ce qui gêne la manœuvre et rend la situation potentiellement risquée en termes de sécurité.

4.2.2.5 Interactions potentiellement négatives pour les activités nautiques libres

- Ces interactions sont dues aux mêmes causes à l'origine des conflits d'usages entre activités encadrées et conchyliculture. En ce qui concerne cette catégorie d'activité, aucun engagement n'a été identifié.

4.2.2.6 Interactions potentiellement négatives pour la pêche de loisir embarquée

- Avec le transport maritime de passagers : la vitesse jugée souvent excessive des navires de transport ainsi que la proximité de leur route avec celle des bateaux de plaisance en pêche occasionnent une gêne pour leur pratique.

- Avec les activités nautiques encadrées (voile légère, voilier et planche à voile) : au niveau du Moulin Blanc, des lignes de pêche auraient été cassées.

Les informations qualitatives collectées lors des entretiens nous ont donc permis d'identifier et de caractériser des conflits d'usages spatio-temporels et des interactions potentiellement négatives entre activités en rade de Brest, données qui seront mobilisées dans la partie 3.

Toutes les activités (au niveau 2 de la typologie), excepté l'extraction de matériaux, sont concernées ce qu'illustre bien une remarque effectuée par un représentant de scène de gestion : *«Aujourd'hui, le problème, c'est clairement un problème de partage de l'espace»*.

De manière générale, les facteurs explicatifs énoncés relèvent de la diversification et de l'intensification des activités avec une opposition entre activités récréatives et professionnelles : *«De nouvelles populations se sentent aussi légitimes que les professionnels à profiter de la mer»* ou encore *«La rade est envahie par les activités de loisir»*. Cette opposition n'est pas observable sur la grille d'incompatibilité puisque 49 % du total des interactions spatio-temporelles négatives potentielles citées concernent des interactions entre les activités nautiques libres, la pêche de loisir et les autres.

L'origine des interactions négatives entre activités sont multiples : une incompatibilité totale de coexistence spatiale ou spatio-temporelle (navigation/bouchots, navigation/tables ostréicoles), une forte densité de supports d'une activité qui restreint l'espace pour les manœuvres d'une autre, ou le non-respect élémentaire des règles de navigation (vitesse, règles de priorité).

Les conséquences se traduisent par des atteintes matérielles (arrachage des câbles sous-marins et d'hydrophones du système de démagnétisation de la marine, lignes et palangres cassées), par l'impossibilité de pratique (plongeurs en bouteille/filets et casiers), ou par des perturbations de navigation allant de la gêne à la création de situations à risques pour la sécurité des navires et des personnes.

5. Limites de la méthode et discussion sur la nature des données collectées

La méthode mise en œuvre nous a permis d'obtenir des données sur les plans spatial, temporel, quantitatif et qualitatif, décrivant les activités en rade de Brest. Certaines limites méthodologiques liées au mode d'échantillonnage, à la réalisation des entretiens, à la numérisation et à la validation des données doivent cependant être prises en compte.

5.1 Le mode d'échantillonnage

L'identification des personnes-ressources estimées comme représentatives est une étape importante de la méthode. En effet, il nous revient de décider si une personne peut-être

considérée comme représentative, avec tous les risques liés à la subjectivité. Aussi, est-il primordial de préciser quelle représentativité nous cherchons et d'explicitier les critères de représentativité retenus ?

Tremblay (1957) insistait sur les caractéristiques que doit remplir une personne-ressources "idéale" : «...son rôle dans la communauté (son rôle officiel doit l'exposer au type d'informations qu'attend le chercheur), son savoir (au-delà d'avoir accès à l'information désirée, la personne-ressource doit avoir intégré ce savoir), la coopération (la personne-ressource doit être disposée à communiquer son savoir à l'interviewer et de coopérer à la démarche), son aptitude à communiquer (elle doit être capable de communiquer son savoir d'une manière intelligible pour l'enquêteur), son impartialité (la personne-ressource idéale doit être objective et impartiale. Tout biais pertinent doit être connu de l'interviewer). Parmi ces cinq critères d'éligibilité, le seul rôle dans la communauté peut être déterminé à l'avance... ».

Tous ces critères paraissent difficiles à respecter dans la pratique. Toutefois, le premier avantage de l'approche par les personnes-ressources est que l'enquête peut être menée assez rapidement, facilement, et à moindres coûts par rapport à des enquêtes directes auprès de la population (Marshall 1996). De plus, ce type d'enquête permet d'établir des contacts avec des personnes clés qui sont concernées par la problématique et donne au travail une certaine visibilité (Rubin et Babbie 2005). Néanmoins, les faiblesses potentielles de l'approche par les personnes-ressources restent multiples (Williams 1967 ; Marshall 1996). Les informateurs sont peu susceptibles de représenter, ou même comprendre, l'opinion de la majorité de ces personnes dans leur communauté. L'inconvénient majeur de cette méthode provient du fait que l'information ne vient pas directement de la population cible : la qualité de l'information dépend de l'objectivité et du savoir que détient cette personne.

L'échantillonnage raisonné ou *purpose sampling* (Patton 1990) que nous avons utilisé convient à notre objectif de collecte de données compte-tenu de nos moyens limités, notamment en temps. Toutefois, effectué afin de répondre à des objectifs multiples, il pose certaines difficultés lors de la phase d'analyse. L'échantillonnage a été réalisé pour collecter des données spatio-temporelles et quantitatives. Mais en complément nous avons aussi collecté des données qualitatives sur les interactions entre activités et sur les informations spatiales sollicitées lors de la numérisation des zones de pratiques à dire d'acteurs. L'analyse de ces données reste difficile pour plusieurs raisons :

- L'absence d'entretiens pour certaines activités pose la limite de l'élaboration d'une grille d'incompatibilité entre usages : certaines activités ne sont pas représentées comme la conchyliculture.
- La sous-représentation de certaines activités ne permet pas d'effectuer des interprétations quant aux supports affichés lors de la spatialisation des zones de pratiques avec les acteurs : seule la description des résultats est possible.

A posteriori, il aurait été plus intéressant de réaliser un échantillonnage spécifique à la collecte des données qualitatives et à l'identification des types de données utilisées par les acteurs pour spatialiser leurs activités.

5.2 L'approche par entretien

Les entretiens ont nécessité une mobilisation importante des personnes-ressources. Proposés sur une base de $\frac{3}{4}$ d'heure, ils ont en fait duré en moyenne 1H30. Cela est lié aux nombreux thèmes abordés. Cela explique pourquoi un axe thématique concernant les perspectives d'évolution des activités n'a pas pu être systématiquement abordé. La souplesse offerte par la semi-directivité des entretiens, nous a cependant permis d'adapter la grille d'entretien.

Cette grille a été réalisée en vue d'entretiens individuels. Dans de rares cas (2 entretiens), plusieurs personnes étaient présentes à la demande des personnes-ressources sans que nous soyons prévenus. Dans ces situations, la conduite de l'enquête devient plus complexe car les personnes présentes, même si elles représentent une même activité, interviennent rarement sur le même territoire (différence d'échelle : locale et départementale) ou ne représentent pas les mêmes structures.

Enfin, l'acceptation d'un entretien par une personne-ressource identifiée n'est évidemment pas systématique. Elle dépend du temps qu'elle est prête à accorder à l'intervieweur et de son intérêt qui peut, en partie, être lié au contexte médiatique. Ainsi, lors de la prise de contact auprès de la société d'extraction de sable, qui s'est soldée par un refus d'entretien, des tensions avec les surfeurs de la plage du Petit Minou et cette société qui exploite une concession à proximité étaient relayées par la presse quotidienne régionale.

5.3 Technique de numérisation

Dans l'ensemble, les personnes-ressources sollicitées pour numériser leurs zones de pratiques sur la tablette PC ont facilement accepté de manipuler l'outil (25 personnes sur 27). Contrairement aux réserves formulées par Des Clers (2010), l'usage d'un ordinateur portable lors de l'entretien, n'a pas été un facteur de blocage dans la relation enquêteur-enquêté. Le SIG, mobilisé en tant que support cartographique, a permis une approche exploratoire des informations géographiques sollicitées par les personnes-ressources. De notre point de vue, il a également permis de faciliter l'échange dans la mesure où nous apportions aussi des informations éventuellement susceptibles de les intéresser. Cet intérêt potentiel reste relatif car ces informations n'ont aucun caractère sensible. Ceci s'est vérifié à plusieurs reprises, par le fait que plusieurs personnes-ressources ont affiché certains éléments avant de numériser leurs zones de pratiques.

Par exemple, certains pêcheurs professionnels ont consulté la couche d'information relative aux habitats intertidaux qui renseigne la présence ou l'absence de maërl, ce qui a provoqué des échanges sur leur connaissance personnelle du milieu.

Néanmoins, deux personnes n'ont pas manipulé l'outil prétextant leur vue déficiente.

5.4 Validation des données

Les zones de pratiques cartographiées à dire d'acteurs ont fait l'objet d'une validation par défaut, c'est-à-dire que l'absence de réponse (sur une période déterminée) implique une validation. Ce choix repose évidemment sur des contraintes de temps et de moyens. Cela peut-être limitant : quelques zones ont été réalisées à dire d'acteurs par géotraitement et ont nécessité d'émettre des hypothèses (exemple : le métier du filet de fond au Bar). Dans ce cas, il aurait été plus intéressant d'obtenir une confirmation explicite par la personne-ressource concernée.

La collecte de données à dire d'acteurs peut donc être parfois complexe, précisément quand elles sont porteuses d'enjeux comme les zones de pratiques pour la pêche professionnelle. Ces zones de pêche peuvent être considérées comme une résultante spatiale d'un savoir-faire, fruit de leur expérience acquise au fil des années.

5.5 Nature des données collectées

Les données collectées sont hétérogènes de par leur nature et le type d'activité concerné. Elles dépendent de la connaissance individuelle de l'acteur sollicité, de son accord et de sa capacité à l'expliquer ou encore de l'aptitude de l'enquêteur à traduire les informations qui lui sont fournies.

La méthode mise en place vise à atténuer en partie les incertitudes relevant du dernier point, et à expliciter la nature des données collectées.

Les données spatiales, quantitatives, temporelles et qualitatives qui ont été collectées sont d'origines diverses (Tableau 21) :

- les zones de pratiques potentielles (ZP P). Elles concernent les activités qui n'ont pas été spatialisées lors des entretiens. C'est le cas de certains métiers de pêche : le filet de fond droit au Bar, le filet de fond à la Raie bouclée, le casier à Étrille et à Araignée et la ligne au Calmar. Les ZP P ont été réalisées par l'application de filtres liés aux contraintes environnementales identifiées lors des entretiens.
- les zones de pratiques à dire d'acteurs (ZPA),
- les zones de pratiques issues de l'analyse de données d'observation (ZP O). Elles concernent le transport maritime par l'analyse de données AIS et la plongée en

bouteille encadrée par les relevés des sites de plongée au GPS effectués par les pratiquants,

- les zones de pratiques issues de données de référence (Réf) comme le cadastre conchylicole.

Tableau 21. Nature des données spatiales par activité.

Activités	ZP P	ZP A	ZP O	Réf
Pêche professionnelle	x	x		
Cultures marines				x
Extraction de matériaux				x
Transport de passagers		x	x	
Transport de charge			x	
Activités nautiques		x	x	
Manifestations		x		

ZP P: Zone de Pratique Potentielle

ZP A: Zone de Pratique à dires d'acteurs

ZP O: Zone de Pratique issue de l'analyse de données d'Observation (ex : GPS, AIS)

Réf: Zone de pratique issue de données de référence (ex: DDTM...)

Les données temporelles et quantitatives ont été collectées suivant deux modalités (Tableau 22). Nous avons collecté les données sur l'année 2009 (année choisie du fait de la disponibilité des données) au pas de temps quotidien lorsqu'elles existaient et étaient disponibles. Dans le cas contraire, elles ont été décrites à dires d'acteurs par rapport à une année type et une semaine type.

Tableau 22. Nature des données temporelles et quantitatives par activité.

Activités	Réel	A dires d'acteurs
Pêche professionnelle	x (1)	x (2)
Cultures marines		
Extraction de matériaux		
Transport de passagers	x	
Transport de charge	x	
Activités nautiques	x	x (3)
Manifestations	x	

Réel: effectifs au jour le jour pour l'année de référence 2009

(1) Nombre de licences/années

(2) Déclaration des fiches de pêche de 2005 pour les métiers de la drague

(3) Effectifs en général par rapport à une semaine type + calendrier annuel

Il est également bien difficile de spécifier la qualité de la donnée et de hiérarchiser des zones de pratiques selon leur nature. Une zone de pratique réalisée à dire d'acteurs est-elle plus ou moins précise qu'une zone de pratique potentielle et sur quels critères ? Ce sont des questions auxquelles nous n'avons pas souhaité répondre car nous avons pris le parti de mobiliser les données disponibles dans un contexte de lacune informationnelle, dans la mesure où nous pouvons identifier leur nature à tout instant. Nous assumons aussi le fait qu'un « certain niveau d'incertitude scientifique est une caractéristique des situations de gestion environnementale, ... la connaissance exhaustive n'est ni possible ni souhaitable » (Billé 2006).

Conclusion partielle

La description des différentes activités identifiées en rade de Brest implique le recours à des données cohérentes et spécifiques en termes de granularités spatiales et temporelles. Nous avons choisi de retenir l'horizon temporel d'une année (année 2009 choisie du fait de la disponibilité des données) à un pas de temps quotidien pour la description des activités encadrées uniquement. Les activités non-encadrées n'ont pas été décrites en raison des contraintes méthodologiques liées à la collecte de données permettant de les caractériser. Afin de combler les lacunes informationnelles identifiées en partie 1 (page 59), nous avons développé une méthode permettant la collecte de données spatialisées, temporelles, quantitatives et qualitatives à partir soit de l'analyse de bases de données existantes, soit d'entretiens semi-directifs.

L'activité de transport maritime a été, en majeure partie, caractérisée par l'analyse de données issues du Système d'Identification Automatique ou AIS (Le Guyader *et al.* 2012) ; ce qui a permis d'identifier, de quantifier et de cartographier le trafic maritime journalier de charge et de passagers en rade de Brest en 2009.

Pour d'autres activités, telles que la pêche professionnelle, les activités nautiques encadrées, les manifestations nautiques sportives et une partie du transport maritime de passagers, nous avons eu recours à des entretiens semi-directifs menés auprès de personnes-ressources. Lors de ces entretiens, nous avons testé une méthode qui mobilise les SIG pour cartographier les zones de pratiques « à dire d'acteurs ». L'utilisation du SIG s'est révélée fonctionnelle et a permis un gain de temps important. Nous n'avons observé aucun blocage lié au support informatique. Plus de 80 cartes de zones de pratiques ont été réalisées puis validées par leurs producteurs.

Ainsi, le recueil de données a permis la description spatiale, temporelle et quantitative de 29 sous-activités (au niveau 3 de la typologie) concernant la pêche professionnelle, le transport maritime, les activités nautiques encadrées et les manifestations sportives.

Le post-traitement de ces données de nature différente a permis de cartographier les zones de pratiques et d'élaborer des calendriers de pratiques pour les activités considérées selon

la méthode proposée par Le Tixerant (2004). Les zones de pratiques ont été intégrées dans une Base d'Information Géographique (BIG).

L'objet de la prochaine partie est de décrire comment nous avons mobilisé ces données hétérogènes afin de modéliser le déroulement des activités en rade de Brest et leurs interactions potentielles.

PARTIE III . MODÉLISER LES ACTIVITÉS EN MER CÔTIÈRE : MÉTHODES ET RÉSULTATS

Chapitre 1. Modéliser le déroulement des activités : méthodologie et résultats.....	137
1. Méthode	137
2. Résultats	158
3. Limites de la méthode	167
Chapitre 2. Analyse des interactions potentielles: méthodologie et résultats.....	171
1. Méthode	171
2. Résultats	186
Conclusion partielle	212

Chapitre 1 . Modéliser le déroulement des activités : méthodologie et résultats

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté les données décrivant les activités, collectées sur les plans spatiaux, temporels et quantitatifs. Elles permettent, d'ores et déjà, de proposer des représentations cartographiques des zones de pratiques ainsi que des calendriers de pratiques. Mais à ce stade, ces données ne rendent pas compte du déroulement des activités, c'est-à-dire de leur dynamique.

Pour cela, nous présenterons d'abord l'approche que nous avons retenue pour répondre à la question suivante : *comment mettre en forme les diverses données décrivant les activités maritimes de manière cohérente pour permettre de retranscrire leur dynamique au sein d'un SIG?* Les résultats obtenus seront ensuite exposés afin de caractériser le déroulement des activités en rade de Brest.

1. Méthode

Notre objectif est de reconstruire et de visualiser un événement ou une succession d'évènements spatialisés ; un événement correspondant dans notre cas à l'occurrence d'activités susceptibles de s'être déroulées à un instant t d'une période passée (un jour de l'année 2009).

À partir des données collectées, il nous faut, dans une première étape constituer des informations cohérentes et les structurer au sein d'une base d'information géographique. Nous utilisons ici le verbe « constituer » au sens de « former un tout en rassemblant des éléments suivant une loi d'organisation »¹. En effet, nous avons caractérisé la diversité des informations spatiales (géométries différentes : points, lignes et polygones), des informations temporelles (données réelles à partir de supports variés, les différents niveaux de précision des données collectées à dire d'acteurs...). Cette diversité implique une phase d'uniformisation pour leur intégration au sein d'une base d'information géographique et temporelle. Dans une seconde étape, nous proposons une méthode pour élaborer des indices de qualité de l'information spatiale et temporelle. Dans une troisième étape, la reconstruction spatialisée d'un évènement, un jour donné, à partir de la base d'information constituée nécessite le développement et l'emploi d'outils de requêtes spatio-temporelles spécifiques au sein d'un SIG.

¹ Centre national de ressources textuelle et lexicale (<http://www.cnrtl.fr>)

1.1 Constitution et structuration de l'information

La méthode de constitution et de structuration de l'information spatiale, temporelle et quantitative se décompose en 4 étapes :

- (i) Identification des Unités spatiales élémentaires manipulées : les Unités Spatiales-Temporelles (UST)
- (ii) Homogénéisation des géométries de l'information spatiale
- (iii) Constitution de l'information temporelle et quantitative
- (iv) Structuration de l'information spatiale, temporelle et quantitative.

1.1.1 Identification des Unités Spatiales - Temporelles (UST)

À partir des premiers travaux sur le rôle du temps en géographie (Wright 1955 ; Hägerstrand 1970), des théories portant sur l'espace géographique et le temps ont été élaborées (Egenhofer et Golledge 1998 ; Yattaw 1999) et associées à la modélisation de données pour la gestion de l'information spatio-temporelle (Langran 1992 ; Peuquet 1994, 2001 ; Peuquet et Duan 1995). Une synthèse des développements dans ce domaine est effectuée par Pelekis *et al.* (2005).

La plupart des modèles proposés pour les bases de données spatio-temporelles décrivent les changements qui impliquent des entités indépendantes (Thériault *et al.* 1999). Lardon *et al.* (1999) proposent une formalisation de la dynamique d'entités spatio-temporelles. Thériault *et al.* (1999) proposent un cadre donnant une structure topologique pour la représentation d'évènements basés sur les entités (*Set of Geographical Entities – SGE*) et réseaux de processus spatio-temporels.

Il existe différentes façons de stocker des informations spatio-temporelles dans une base de données. Les principales alternatives sont de renseigner (1) les objets sous forme d'instantanés, (2) sous forme de séquences qui décrivent les évolutions temporelles d'objets spatiaux ou (3) à la fois sous forme d'objets et d'évènements qui les modifient (Cámara *et al.* 2008). Appliquées au SIG, Worboys (2005) identifie quatre étapes pour introduire le temps: (0) le SIG statique, (1) les instantanés temporels, (2) les changements d'objets, et (3) les évènements, les actions et les processus. Il semble, cependant, ne pas y avoir de consensus sur la façon de modéliser et de gérer les données spatio-temporelles dans les SIG (Reis Ferreira 2011).

Notre travail s'intéresse ici au premier degré d'intégration du temps par les instantanés temporels visant à afficher au sein d'un SIG, l'occurrence ou non d'un objet au cours du temps avec une granularité temporelle fixe.

La méthode mise en œuvre a été développée de manière empirique et en fonction des données collectées.

Nous avons choisi de travailler avec une dimension temporelle discrétisée, et une granularité quotidienne sur une période d'une année (2009). L'espace est également discrétisé, chaque entité spatiale étant stable (Claramunt *et al.* 1997) en forme, en taille, en orientation et en localisation. Les seules variations affectant chaque entité spatiale concernent les occurrences temporelles (présence/absence) et des modifications d'effectifs.

Notre référentiel étant l'espace géographique, les unités manipulées sont spatiales et mobilisent les zones de pratiques collectées. Toutefois, compte tenu de leur diversité spatiale, nous ne pouvons pas les utiliser directement. En effet, pour prendre un exemple simple, la zone de pratique du transport maritime de passagers (niveau le plus fin de notre typologie), est composée de nombreux couloirs de navigation. Ces couloirs de navigation possèdent leur propre fréquence de liaisons (diversité temporelle) et leur propre effectif de navires pour un jour donné (diversité quantitative). L'unité spatiale ne peut donc pas se définir en général par la zone de pratique de cette activité mais par une subdivision. Dans notre exemple, l'unité spatiale correspond à chaque couloir de navigation.

Pour répondre à cette spécificité, nous proposons la notion d'Unité Spatiale - Temporelle (UST) (Figure 44).

Il s'agit d'une unité spatiale élémentaire à laquelle nous pouvons associer un attribut thématique (une activité au niveau 3 de la typologie) et cohérente avec les données temporelles et quantitatives. Cette cohérence est déterminée par le fait que cette UST peut être décrite dans le temps et en effectif à partir des données collectées. La distribution des effectifs au sein d'une UST est supposée homogène.

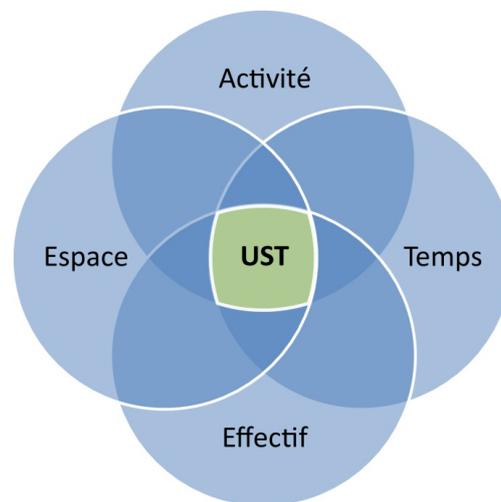


Figure 44. Représentation schématique d'une Unité Spatiale - Temporelle (UST).

Une UST dépend de l'activité, de son emprise spatiale et de l'information temporelle et quantitative. À un instant donné, pour une activité donnée, l'emprise spatiale de l'ensemble des UST constitue la zone de pratiques. Chaque UST est une entité spatiale composée d'un ou plusieurs objets.

Une UST dépend, pour une activité donnée, de l'homogénéité entre l'emprise spatiale de la zone de pratique et l'espace associé à la description de l'information sur les plans temporels et quantitatifs (Figure 45). La zone de pratique de cette activité peut être composée par un objet géométrique ou plusieurs objets géométriques. Dans notre cas, une zone de pratique correspond à une entité composée d'un polygone ou de multi-polygones.

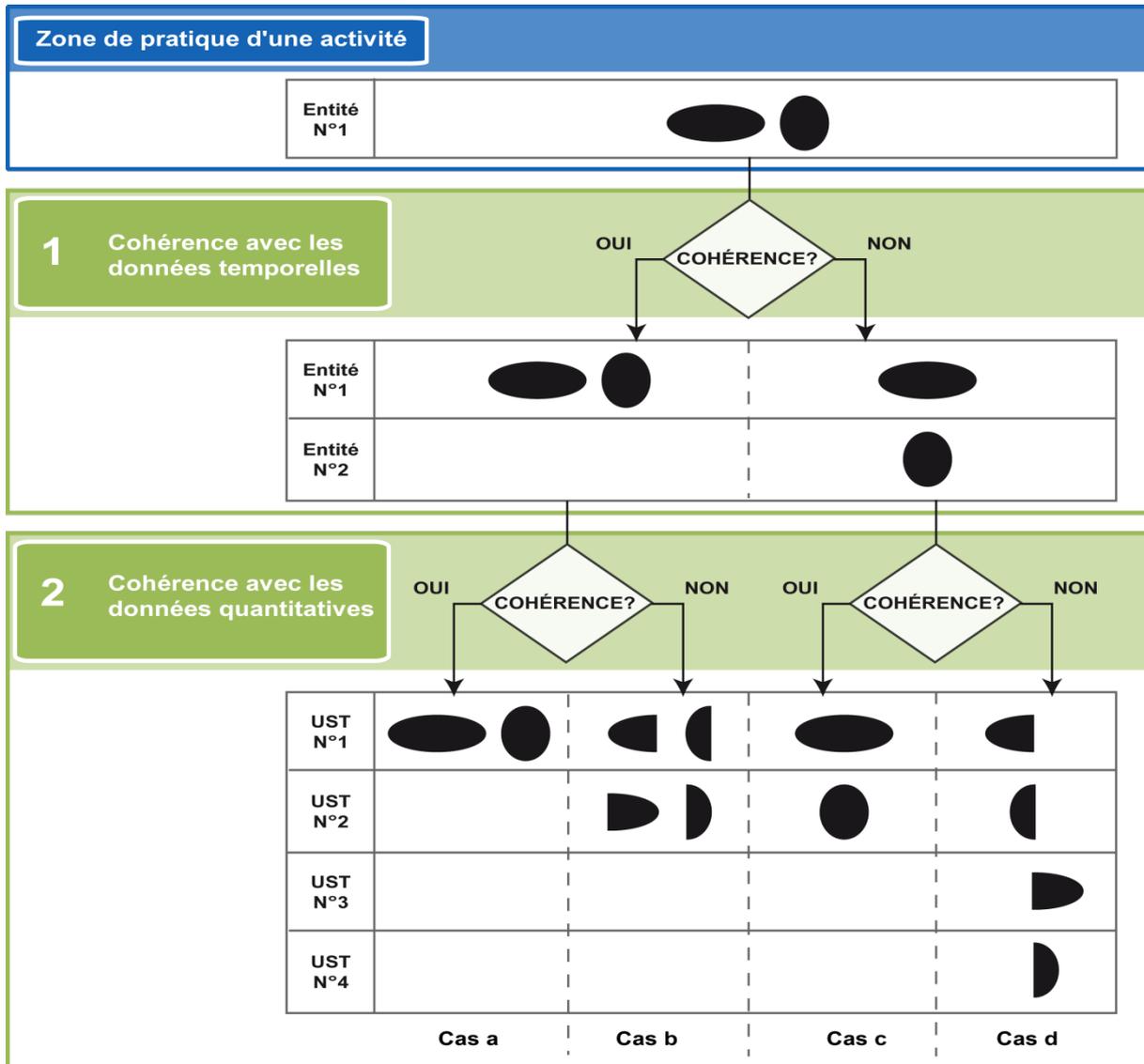


Figure 45. Constitution schématique des UST en fonction de la cohérence entre l'information spatiale temporelle et quantitative.

Sur le plan temporel (Figure 45, 1), il faut considérer la cohérence entre l'information spatiale et temporelle. Dans le cas où les informations sont cohérentes, la zone de pratique sera composée par une seule entité constituée par les mêmes objets. Dans le cas où les informations ne sont pas cohérentes, la zone de pratique sera subdivisée en entités dont le nombre et l'emprise spatiale dépendent de l'information temporelle.

Par exemple, les zones de pêche pour les métiers de la drague à la Coquille Saint-Jacques ont été collectées à dire d'acteurs. La zone de pratique est constituée par une entité composée

de multi-polygones. Les zones de pêche sont différentes entre l'ouverture de la saison à fin décembre (première partie de saison) ou de janvier à la fermeture de la saison (seconde partie de saison). À cette situation correspondent donc deux UST : l'une est constituée des polygones traduisant les zones de pêche pour la première saison, l'autre des polygones traduisant les zones de pêche pour la seconde saison.

Sur le plan quantitatif (Figure 45, 2), si l'information quantitative est cohérente avec l'emprise spatiale des objets, les UST seront identiques aux entités (cas a et c). Si les données quantitatives et spatiales ne sont pas cohérentes, la zone de pratique sera subdivisée en UST dont le nombre et l'emprise spatiale dépendent de l'information quantitative (cas b et d).

Dans l'exemple de la pêche à la drague à la Coquille Saint-Jacques, les informations temporelles et quantitatives ont été obtenues à partir des fiches de pêche déclarées par les pêcheurs professionnels auprès du CLPMEM (Cronne 2006). Chaque pêcheur à la drague est tenu de déclarer chaque jour de pêche à la drague, le métier pratiqué ainsi que le secteur pêché. Les secteurs définis par le CLPMEM n'ont pas la même emprise spatiale que les zones de pêche. Pour chaque secteur, sont connus les jours effectifs de pêche à la Saint-Jacques et le nombre de navires en pêche. Ainsi, les zones de pêche en saison 1 et en saison 2 ont été découpées en UST selon les secteurs définis par le CLPMEM (Figure 46).

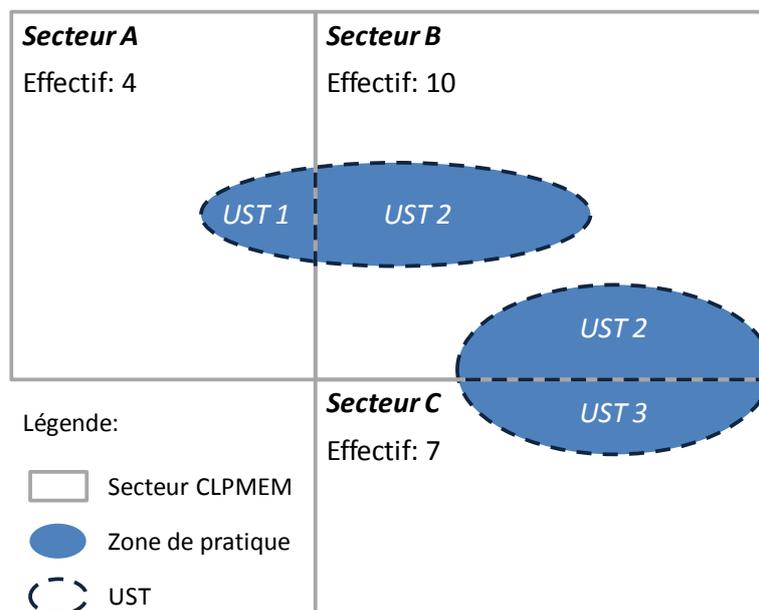


Figure 46. Illustration schématique de la répartition spatiale des navires à la drague pour un jour donné.

Par exemple, pour un jour donné, 10 navires ont pêché dans le secteur B. Ce secteur est constitué d'une UST composée de deux objets. Sous l'hypothèse d'une distribution homogène dans une UST, l'information quantitative est renseignée par la densité de supports (calculée à partir de leur surface totale de chaque UST). Ainsi, chaque UST a

potentiellement une dynamique temporelle propre et une densité propre. L'ensemble de ces UST constitue la zone de pratique de l'activité de la pêche à la drague à la Coquille Saint-Jacques.

1.1.2 Homogénéisation des géométries de l'information spatiale

À chaque occurrence d'une activité, nous renseignons un effectif pour permettre le calcul d'une densité de supports (bateaux/km²). Or, dans le chapitre précédent, nous avons précisé la diversité géométrique des zones de pratiques spatialisées (lignes, points et polygones).

Les géométries des UST ponctuelles ou linéaires ne permettent pas de renseigner une densité. Elles doivent donc être converties en polygones (calcul d'un *buffer*).

Plusieurs activités sont concernées :

- les sites de plongée sous-marine encadrée (entités ponctuelles),
- des lignes de transport maritime de passagers (entités linéaires),
- des parcours de navigation d'activités nautiques encadrées et de manifestations nautiques sportives (entités linéaires),
- des métiers de pêche maritime professionnelle (entités linéaires).

Chaque activité ayant ses propres spécificités, la largeur du *buffer* peut varier.

1.1.2.1 Plongée sous-marine encadrée

Les sites de plongée (n=56) sont spatialisés à partir de l'importation de relevés GPS. Compte-tenu de la précision des données spatio-temporelles pour cette activité (effectif réel en 2009 par jour et par site), chaque levé constitue une UST pour cette activité. Au cours d'une session de plongée, le navire et la palanquée¹ occupent un espace en mer. Les entretiens auprès des représentants de club de plongée ne nous ont pas permis de spécifier la superficie de la zone occupée en général lors d'une plongée. Nous avons donc privilégié une approche basée sur les contraintes réglementaires (filtre spatial). En effet, chaque navire encadrant des plongeurs sous-marins est tenu d'afficher un pavillon alpha. Ce signal impose² à toute embarcation de respecter un périmètre de sécurité de 100 mètres de rayon (Guérif 2005).

Sur cette base, nous avons appliqué à chaque site de plongée, une zone tampon de 100 mètres de rayon.

¹ Une palanquée est un groupe de plongeurs effectuant une plongée de même durée, profondeur et trajet (article A322-76 du code du sport).

² Règlement international de 1972 pour prévenir les abordages en mer (RIPAM) (Convention de Londres, règle N° 27 et Annexe I).

1.1.2.2 Transport maritime de passagers

Les couloirs de navigation et la caractérisation du trafic journalier ont été réalisés à partir de l'analyse des données AIS récoltées pour l'année 2009 (Le Guyader *et al.* 2012).

Le croisement entre l'identifiant unique de chaque navire ou n° MMSI contenu dans la base de données AIS et les informations diffusées par des bases de données en ligne telles que *Marine Traffic*¹ ou *Ship Spotting*² permettent d'identifier chaque navire. Pour une raison indéterminée, les informations concernant les navires de la société Azénor ne sont pas contenues dans la base de données AIS. En conséquence, les lignes régulières de cette compagnie ont été spatialisées (par des entités linéaires) par le responsable de la société. Afin de constituer des couloirs de navigation, nous avons effectué l'approximation suivante : la largeur moyenne des couloirs empruntés par les navires d'Azénor est identique à la largeur moyenne des couloirs empruntés par les navires de lignes régulières de transport de passagers identifiés à partir des données AIS. Nous avons alors procédé en deux étapes : (1) calcul de la largeur moyenne des couloirs de navigation construits à partir des données réelles (données AIS), (2) création d'une zone tampon sur les trajets des navires d'Azénor à partir de cette valeur.

Les couloirs de navigation caractérisés à partir de l'analyse des données AIS sont composés de polygones irréguliers. Mais, à notre connaissance, aucun outil disponible dans ArcGis ne permet de calculer directement la largeur moyenne d'un polygone irrégulier.

Nous l'avons calculée en l'approchant par le ratio entre la longueur de l'axe médian et la surface tel que :

$$lm = Lm/S$$

Où Lm : longueur de l'axe médian(m), S : superficie (m^2), lm : largeur moyenne (m)

$$\text{Et } \overline{lm} = (\sum_1^n lm)/n$$

Où \overline{lm} : largeur moyenne des couloirs de navigation

La longueur de l'axe médian de chaque couloir de navigation est calculée par la fonction *create centerline* de l'outil « ET Geowizard³ ».

Trois couloirs de navigation pour le transport régulier de passagers caractérisés à partir de l'analyse des données AIS sont identifiés (n=3). Le calcul de la largeur moyenne pour chacun de ces couloirs est décrit dans le Tableau 23.

¹ www.marinetraffic.com/ais

² www.shipspotting.com

³ <http://www.ian-ko.com/>

Tableau 23. Largeur moyenne des couloirs de navigation pour le transport régulier de passagers

Z_ID	S (m ²)	Lm (m)	lm (m)
103	4030901,75	12306,00	327,56
104	4488792,65	13213,31	339,72
105	2926886,79	8893,26	329,11

Ainsi $\overline{lm} = 332,1 \pm 3,1m$

Nous allons donc appliquer une zone tampon d'environ 165 m ($\approx 332,1/2$) à partir de la ligne symbolisant le trajet.

1.1.2.3 Activités nautiques

Pour ce type d'activité, la description de parcours de navigation par des entités linéaires concerne 21 UST dont 16 correspondant à des manifestations nautiques en voilier, 2 à des parcours de kayak encadré, 2 à des parcours d'aviron encadré et un à un parcours pour la voile encadrée.

Lors des entretiens réalisés avec les représentants d'activités, aucun élément n'a permis de définir, en général, une distance moyenne autour des parcours afin de qualifier une zone de navigation.

Cette distance, définie arbitrairement, est approchée par le calcul de la largeur moyenne des couloirs de navigation selon le type de support. Il suit la démarche employée pour le transport maritime de passagers. Cela implique que, pour un support donné, une zone de navigation proche d'un itinéraire ait été préalablement spatialisée. Après vérification dans la base de données spatialisées à dire d'acteurs, une seule entité décrivant l'aviron encadré (Z_ID : 31) correspond à ce critère. Le calcul de la largeur moyenne de la zone de navigation pour l'aviron encadré est décrit dans le Tableau 24.

Tableau 24. Largeur moyenne de la zone de navigation pour l'aviron encadré.

Z_ID	S (m ²)	Lm (m)	lm (m)
31	2030161,18	10397,77	195,25

Nous avons donc appliqué une zone tampon d'environ 92 m ($\approx 195,25/2$) à partir des lignes symbolisant les parcours pour l'aviron encadré.

En ce qui concerne les autres supports, nous ne disposons d'aucun élément de comparaison pour déduire les zones de navigation à partir des trajets. Par défaut, nous avons donc appliqué la largeur moyenne calculée pour l'aviron aux autres supports. Cette approximation est acceptable pour le kayak dont la pratique et la taille du support sont comparables à celles de l'aviron. Elle est plus discutable pour les régates en planche à voile et pour les

manifestations nautiques en voilier. La taille du support est plus importante et la navigation est contrainte par les conditions météorologiques, en particulier la force et l'orientation du vent. Lors de régates et de manifestations sportives, si les trajets réels effectués tiennent compte du parcours en contournant les bouées obligatoires, ils peuvent aussi avoir des caps différents en fonction des stratégies de navigation dans un contexte de compétition. Ces contraintes et stratégies individuelles impliquant, *a priori*, une forte variabilité de l'emprise spatiale de la zone de navigation, il est probable que notre approche la sous-estime.

1.1.2.4 Pêche maritime professionnelle

La description des zones de pêche par des entités linéaires concerne 4 UST : les métiers du filet de fond au Bar, au Rouget et à la Raie puis le métier du casier à la Seiche. Le filet de fond au Bar a été spatialisé par géotraitement (page 93). Les zones de pratiques pour les métiers du filet de fond au Rouget, à la Raie et pour le casier à Seiche ont été spatialisées par les pêcheurs professionnels sous la forme d'entités linéaires. Ce choix de représentation linéaire des lieux où ils mouillent leurs filets et casiers correspond mieux, selon eux, à leur activité dans la pratique plutôt qu'une représentation sous formes de polygones. Ces zones ont été spatialisées à une échelle supérieure au 1/25 000. À partir des entretiens, aucun élément ne nous permet de spécifier une distance pour la création d'une zone tampon.

Nous avons donc appliqué une zone tampon d'un mètre de part et d'autre de chaque entité linéaire à dire d'acteurs. L'emprise spatiale des zones occupées par ces métiers est donc certainement sous-estimée.

1.1.3 Constitution de l'information temporelle et quantitative

Les données temporelles et quantitatives collectées sont de natures différentes, « réelle » en format base de données ou planning, ou « à dire d'acteurs » sur la base de calendriers annuels et hebdomadaires types (page 115).

La structuration de ces données a été effectuée selon trois modalités possibles :

1. Saisie des données (pour les données « à dire d'acteurs » et « réelles » au format planning),
2. Mise en forme à partir d'une base de données existante (pour les données « réelles » au format base de données peu complexe),
3. Analyse et mise en forme à partir d'une base de données existante (pour les données « réelles » au format base de données plus complexe comme la base de données AIS).

Lors de la structuration de ces données au sein de la base de données spatio-temporelles, des opérations d'agrégation ou de désagrégation ont également été nécessaires afin de renseigner les occurrences et les effectifs associés à chaque UST.

L'agrégation des données temporelles et/ou quantitatives permet de synthétiser les données collectées pour les rendre cohérentes avec la granularité temporelle choisie (pas de temps quotidien) et avec la typologie des activités au niveau 3. Cette opération concerne des données de granularité temporelle plus fine que le pas de temps retenu et/ou un niveau de description thématique plus fin que la typologie des activités.

La désagrégation des données est l'opération inverse, qui permet de convertir des informations temporelles et/ou quantitatives décrites en général en informations de granularité temporelle quotidienne pour l'année 2009.

Par activité, les modalités de constitution de l'information temporelle et quantitative en fonction des sources de données sont récapitulées dans le Tableau 25.

Les opérations d'agrégation concernent, le plus souvent, les données de nature « réelle » alors que les opérations de désagrégation concernent les données de nature « à dire d'acteurs ».

Les données ont été agrégées :

(1) lorsque l'information temporelle et/ou quantitative est disponible à un pas de temps inférieur au pas de temps quotidien.

Par exemple, la majorité des données des centres nautiques sont délivrées à la séance, c'est-à-dire à la demi-journée ; les données AIS sont acquises à des pas de temps variables toutes les 2 à 30 secondes en fonction de la vitesse du navire. L'agrégation temporelle consiste dans ce cas à renseigner la présence/absence d'une activité au pas de temps quotidien sur l'ensemble de l'année 2009. L'agrégation quantitative consiste à sommer les effectifs par activité, pour chaque jour d'occurrence.

(2) lorsque l'information temporelle et/ou quantitative est décrite à un niveau plus fin que le niveau 3 de la typologie.

Par exemple, la pratique de la voile encadrée par le centre nautique de Brest a été spatialisée au sein d'une seule zone de pratique (soit une UST). Cependant, les informations temporelles et quantitatives acquises identifient différents supports de navigation. Nous avons, dans ce cas, agrégé dans la catégorie « voile légère » de la typologie, pour chaque jour, les effectifs associés aux supports *Bahia*, *Laser standard*, *Laser 2000*, *Hobie Cat 15*, *Hobie Cat 16*, *Caravelle*, *Optimist* et *Twixxy*.

Tableau 25. Modalités de constitution de l'information temporelle et quantitative par source de données.

Modalités	Constitution de la base de données			Opérations sur les occurrences / effectifs		
	Mise en forme	Analyse et mise en forme	Saisie et mise en forme	Désagrégation	Aucune	Agrégation
Pêche professionnelle						
Métiers de la drague			√	√	√	
Autres métiers			√	√		
Transport de passagers						
Azénor			√		√	
Penn Ar Bed		√				√
Transrade		√				√
Lignes occasionnelles		√				√
Transport de charge						
		√				√
Activités nautiques encadrées						
Ar Rederien Mor			√	√		
Aviron Brestois			√	√		
Yole Club Brestois			√	√		
Canoë Kayak Brestois	√					√
Yacht Club de la rade de Brest	√			√		√
Les crocos de l'Elorn	√					√
Groupe Manche Atlantique Plongée	√				√	
Centre nautique de Brest	√					√
Centre Nautique Armorique			√	√		√
Centre nautique de Moulin Mer			√			√
Centre Nautique de Roscanvel			√		√	
Centre Nautique de Rostiviec			√	√		√
Centre Nautique Relecq-Kerhuon			√	√		
USAM Voile de Brest	√					√
Société des Régates de Brest	√					√
Manifestations nautiques sportives						
			√		√	

Les données ont été désagrégées:

(1) lorsque l'information temporelle et/ou quantitative est décrite en général selon une année type, une semaine type, avec des modulations possibles selon des périodes.

Par exemple, si une activité est censée se pratiquer tous les jeudis, du 1^{er} octobre au 1^{er} mars, hors période scolaire, la désagrégation temporelle consiste à sélectionner les jours de l'année 2009 correspondant à ces critères. Puis, si en général, les effectifs sont de 15

supports lors des 4 premières semaines, de 25 les deux dernières et de 5 le reste du temps, la désagrégation quantitative consiste à renseigner en conséquence les effectifs dans la table des occurrences quotidiennes pour chacun des jours sélectionnés précédemment.

(2) lorsque l'information temporelle et/ou quantitative est non homogène avec les UST. Par exemple, dans le cas de la pêche à la drague, les effectifs quotidiens ont été répartis entre les UST identifiées en fonction de leur surface relative.

Notons que les modalités de constitution de l'information temporelle et quantitative peuvent être multiples pour une même structure. Par exemple, prenons le cas des données disponibles pour les activités nautiques encadrées du centre nautique de Rostiviec. Les occurrences sont de nature « Réelle », les effectifs sont de nature « Réelle » pour la période estivale et de nature « à dire d'acteurs » pour la période hivernale. Ainsi, en fonction de leur nature, elles seront soit agrégées (pour les données « réelles ») ou soit désagrégées (pour les données « à dire d'acteurs »).

1.1.4 Structuration de l'information spatiale, temporelle et quantitative

L'information spatiale temporelle et quantitative est stockée dans une base de données spatio-temporelles. En collaboration avec David Brosset (IRENav), dans le cadre du projet "Rad2Brest" (LITEAU III), nous avons déterminé la structuration de l'information spatiale temporelle et quantitative comme suit (Figure 47).

L'information spatiale

L'information spatiale est contenue dans un fichier de formes (*shapefile*). À chaque UST correspond une entité. Pour chaque entité quatre attributs sont renseignés:

- Attribut n°1 : Libellé : Z_ID; Type : Texte; Définition : identifiant unique de l'entité
- Attribut n°2 : Libellé : ACT_ID; Type : Texte; Définition : identifiant activité définie au niveau 3 de la typologie.
- Attribut n°3 : Libellé : SOURCE; Type : Texte; Définition : code identifiant la source de l'information spatiale.
- Attribut n°4 : Libellé : NAT_Z; Type : Texte; Définition : nature de l'information spatiale, A : zone de pratique à dire d'acteurs, P : zone de pratique potentielle, O : zone de pratique issue de l'analyse de données d'observation.

L'information temporelle et quantitative

À chaque occurrence temporelle d'une UST correspond un enregistrement (une ligne) dans un fichier CSV qui décrit 8 attributs:

- Attribut n°1 : Libellé : DATE; Type : Date; Définition : date de l'occurrence de l'UST.
- Attribut n°2 : Libellé : DENSITE; Type : Double; Définition : densité de supports.

- Attribut n°3 : Libellé : ACT_ID; Type : Texte; Définition : identifiant activité définie au niveau 3 de la typologie.
- Attribut n°4 : Libellé : NAT_OCC; Type : Texte; Définition : nature de l'information temporelle, A : occurrence à dire d'acteurs, P : occurrence potentielle, R : occurrence réelle.
- Attribut n°5 : Libellé : NAT_EFF; Type : Texte; Définition : nature de l'information quantitative, A : effectif à dire d'acteurs, P : effectif potentiel, R : effectif réel.
- Attribut n°6 : Libellé : QU_OCC; Type : Texte; Définition : indice de qualité de l'information temporelle, 1 : Très Bon, 2 : Bon, 3 : Moyen, 4 : Faible, 5 : Très Faible.
- Attribut n°7 : Libellé : QU_EFF; Type : Texte; Définition : indice de qualité de l'information quantitative, 1 : Très Bon, 2 : Bon, 3 : Moyen, 4 : Faible, 5 : Très Faible.
- Attribut n°8 : Libellé : Z_ID; Type : Texte; Définition : identifiant unique de l'entité spatiale de référence.

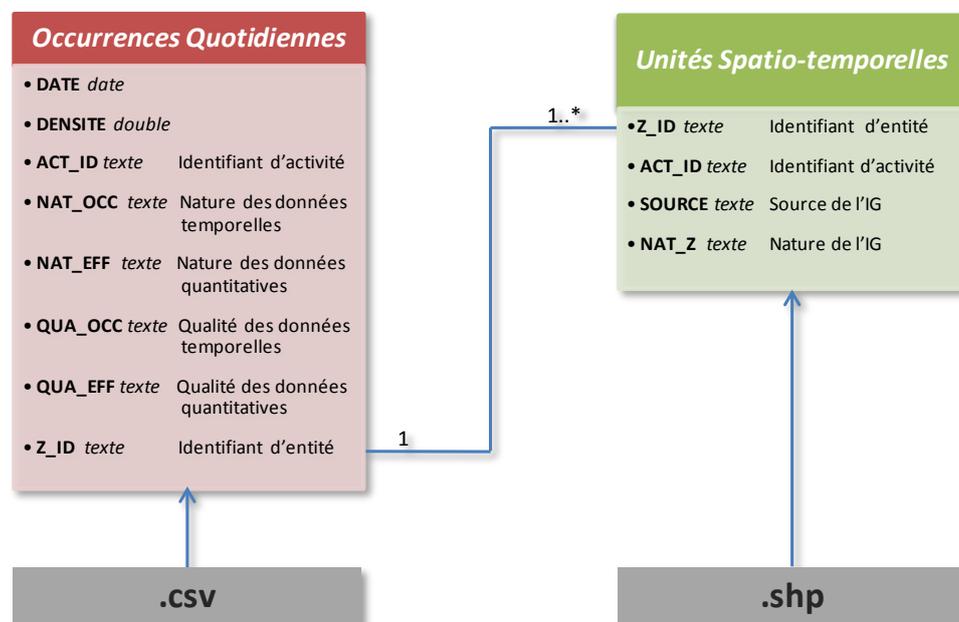


Figure 47. Structuration de l'information spatiale temporelle et quantitative.

Le lien entre la table des occurrences quotidiennes et l'information géographique concernant les activités est réalisé par l'identifiant unique (Z_ID) attribué à chaque entité spatiale. Ainsi, chaque entité possède un seul identifiant et plusieurs lignes de la table des occurrences peuvent contenir le même Z_ID.

Cette structuration est choisie pour limiter la redondance des informations stockées, pour faciliter la constitution et la mise à jour des informations et pour permettre l'élaboration des requêtes spatio-temporelles.

1.2 Élaboration d'indices de qualité des occurrences

Les informations temporelles et quantitatives contenues dans la base de données spatio-temporelles sont de natures différentes. Il en résulte une précision variable dont nous rendons compte par le calcul d'un indice de qualité qui nous permettra de qualifier la précision temporelle et quantitative des informations contenues dans la table des occurrences sur l'ensemble de l'année.

La précision des données temporelles et quantitatives mobilisées pour caractériser le déroulement des activités pour un jour de l'année 2009 sera évaluée par l'indice de qualité des occurrences par jour.

1.2.1 Qualité des occurrences sur l'ensemble de l'année

Pour chaque occurrence (*i.e* pour chaque ligne) de la table des occurrences, nous attribuons un indice de qualité à l'information temporelle (occurrence) et à l'information quantitative (effectif). Il dépend de la nature des données sources, de leur niveau de description et de la généalogie des traitements (opérations de constitution) (Tableau 26).

Nous avons identifié 5 niveaux de précision croissante relatifs à la description des données sources :

- *Données « à dire d'acteurs »* (les 4 premiers niveaux)¹.

Les 3 premiers niveaux concernent des données décrites en général.

Le premier niveau concerne des données décrites sur une période annuelle à un pas de temps mensuel.

Le second niveau de précision concerne des données décrites sur une période annuelle à un pas de temps mensuel, puis pour chaque jour d'une semaine type. Il peut s'agir également de données décrites sur une année à un pas de temps mensuel, puis en fonction de conditions environnementales. Il s'agit, par exemple, de conditions marégraphiques dans le cas de certains métiers de pêche pratiqués soit en période de mortes-eaux où hors période de mortes-eaux.

Le troisième niveau de précision concerne des données décrites sur une période annuelle à un pas de temps mensuel, puis pour chaque jour d'une semaine type, modulée en fonction de saisons types.

Le quatrième niveau concerne des données décrites sur une année à un pas de temps quotidien.

- *Données « réelles »*

Le cinquième niveau de précision concerne des données collectées sur l'ensemble de l'année 2009 à un pas de temps quotidien ou infra-quotidien.

¹ Ces niveaux de précisions ont fait l'objet d'une description plus détaillée dans le Tableau 16.

Tableau 26. Indice de qualité des données temporelles et quantitatives constituées pour chaque occurrence.

Nature des données		Données « à dire d'acteurs »				Données « réelles »
Niveau de précision	Description	Période : 1 an	Période : 1 an	Période : 1 an	Période : 1 an	Période : 1 an
		Granularité : mois	Granularité : mois +semaine type Ou mois +conditions environnement.	Granularité : mois +semaine type +saison type	Granularité : Jour	Granularité : jour (ou plus fine)
Opérations de constitution		Désagrégation	Désagrégation	Désagrégation	Aucune	Agrégation
Indice de qualité	Libellé	Très Faible	Faible	Moyen	Bon	Très Bon
	Code	5	4	3	2	1

L'indice de qualité proposé est:

- *Très bon* (codé 1), attribué à des données sources « réelles » qui ont été agrégées.
- *Bon* (codé 2), attribué à des données sources « à dire d'acteurs » de niveau 4 qui n'ont subi aucune opération de constitution.
- *Moyen* (codé 3), attribué à des données sources « à dire d'acteurs » de niveau 3 qui ont été désagrégées.
- *Faible* (codé 4), attribué à des données sources « à dire d'acteurs » de niveau 2 qui ont été désagrégées.
- *Très Faible* (codé 5), attribué à des données sources « à dire d'acteurs » de niveau 1 qui ont été désagrégées.

Pour chaque occurrence de la table, deux indices de qualité sont renseignés qualifiant respectivement l'information temporelle et la qualité des effectifs.

1.2.2 Qualité des occurrences par jour

Pour l'année 2009, les occurrences associées à un jour donné étant de qualité variable, l'indice de qualité des occurrences quotidiennes repose sur le pourcentage respectif des indices de qualité de chaque occurrence par jour.

Chaque jour contient (n) occurrences décrites par un indice de qualité. Cet indice de qualité est soit : Très bon (codé 1), Bon (codé 2), Moyen (codé 3), Faible (codé 4), Très Faible (codé 5). Pour chaque jour, le pourcentage des occurrences contenant chacune des modalités est calculé.

Par exemple, le 17 juillet 2009, 45 occurrences sont observées. Leur qualité est composée à 76 % d'occurrences de qualité 1, 0 % de qualité 2, 9 % de qualité 3, 2 % de qualité 4 et 13 % de qualité 5.

Le même calcul est réalisé pour la qualité des effectifs des occurrences mobilisées chaque jour de l'année 2009.

L'indice de qualité des occurrences et l'indice de qualité des effectifs sont calculés pour chaque jour (Figure 48) :

(1) Pour un jour donné, si plus de 50 % des occurrences sont de qualité équivalente, l'indice de qualité des occurrences par jour prendra la valeur de la qualité majoritaire. Si le pourcentage des occurrences mobilisées par jour correspondant à la qualité « Très Faible » est supérieur à 50 % ($[N5] > 0,5$), l'indice de qualité de ce jour prendra cette valeur. Si le pourcentage correspondant à la qualité « Faible » est supérieur à 50 % ($[N4] > 0,5$), l'indice de qualité de ce jour prendra cette valeur. Et ainsi de suite, jusqu'à l'indice de qualité « Très Bon ». Le 17 juillet 2009 correspond à ce cas de figure (Tableau 27).

(2) Si aucune modalité de qualité ne représente plus de 50 % des occurrences, alors nous sommions les pourcentages des modalités 1 et 2. Si cette somme correspond à plus de 50 % des occurrences ($[N1] + [N2] > 0,5$), alors l'indice de qualité de ce jour est de 2. Sinon, nous sommions les pourcentages des modalités 1, 2, et 3. Si cette somme correspond à plus de 50 % des occurrences ($[N1] + [N2] + [N3] > 0,5$), alors l'indice de qualité de ce jour est de 3. Et ainsi de suite...

Si la qualité des occurrences pour un jour donné est de 2 (« Bon »), cela signifie que plus de 50 % des occurrences mobilisées ce jour sont, au minimum, de bonne qualité. Le 14 janvier 2009 correspond à ce cas de figure (Tableau 27). Il permet également de classer la qualité de l'information en cas d'égalité des modalités les plus représentées, comme c'est le cas pour l'exemple du 10 février 2009 (Tableau 27) où $[N1] = [N3] = [N4] = [N5]$. Ce jour est classé en qualité « Moyenne », ce qui signifie que plus de 50% des occurrences mobilisées sont, au minimum, de moyenne qualité.

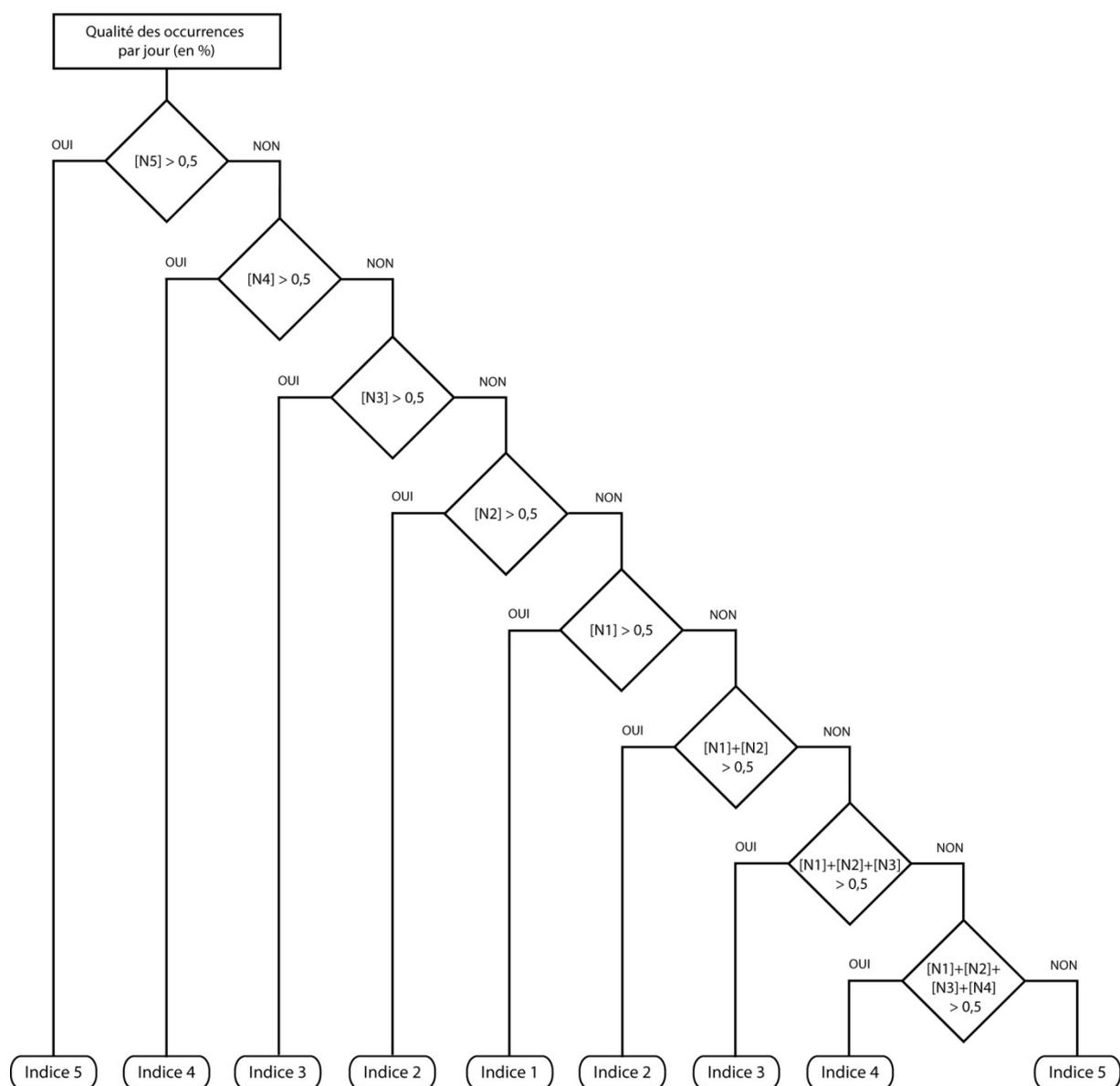


Figure 48. Organigramme de classification de la qualité des occurrences par jour (Indice 1 : Très Bon, Indice 2 : Bon, Indice 3 : Moyen, Indice 4 : Faible, Indice 5 : Très Faible ; [N1], [N2], [N3], [N4], [N5] : pourcentages respectifs des occurrences par jour de qualité 1, 2, 3, 4, 5).

Tableau 27. Exemples du calcul de la qualité des occurrences par jour.

DATE	[N1]	[N2]	[N3]	[N4]	[N5]	OCC_INDICE
14/01/2009	0,22	0,43	0,17	0,09		2
10/02/2009	0,22	0,11	0,22	0,22	0,22	3
17/07/2009	0,76		0,09	0,02	0,13	1

1.3 Développement d'outils de requêtes spécifiques

La base de données ainsi constituée et structurée peut alors être exploitée pour décrire le déroulement des activités humaines en rade de Brest sur l'ensemble de l'année 2009.

Le déroulement des activités peut être caractérisé en :

- (1) identifiant les activités susceptibles de se dérouler un jour donné au cours de l'année,
- (2) en spatialisant les zones de pratiques de ces activités,
- (3) en identifiant les densités de supports associées aux zones de pratiques par activité.

Chacune de ces étapes nécessite l'application d'un certain nombre de requêtes temporelles et l'utilisation de divers outils de géotraitement.

Afin d'automatiser ces tâches, nous avons créé deux outils à l'aide de *ModelBuilder* d'ArcGis : « *ActivitéQuotidienne* » et « *DensitéQuotidienne* ».

ModelBuilder permet de concevoir graphiquement, de documenter et de distribuer des modèles de traitement dans ArcGIS (ESRI 2000 ; Manegold 2003). À ces modèles correspondent des séquences de processus. Un processus comporte un jeu de données en entrée, un outil et un jeu de données en sortie. Le diagramme constitue la représentation graphique des processus du modèle. Une fois le modèle créé, il peut être enregistré en tant qu'outil dans la *ToolBox* (Figure 49) ou exporté en script (Python, par exemple).

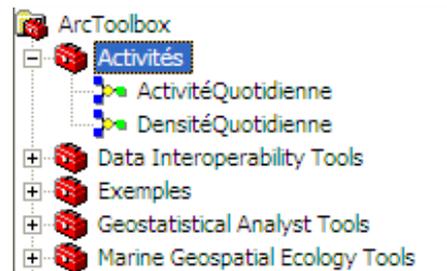


Figure 49. Boîte à outils « *Activités* ».

1.3.1 L'outil « *ActivitéQuotidienne* »

L'outil « *ActivitéQuotidienne* » permet d'identifier les activités susceptibles de se dérouler un jour fixé par l'utilisateur et de cartographier les zones de pratiques correspondantes (Figure 50).

Les paramètres de l'outil sont, en entrée, la table des occurrences, le fichier de formes contenant les UST et la date de requête ; en sortie, le nom du fichier de formes créé.

L'identification des activités s'effectue à partir de l'application d'une requête temporelle sur le champ DATE de la table des occurrences. Les enregistrements sélectionnés dans la table des occurrences sont ensuite associés par une jointure attributaire au fichier de formes contenant les UST à partir de leur identifiant unique (contenu dans le champ Z_ID).

Un nouveau fichier de formes est créé et comprend les attributs suivants : le code identifiant d'activité au niveau 3, la date de l'occurrence, la densité de supports, la source de l'information spatiale, la nature et la qualité de l'information spatiale, temporelle et

quantitative. Enfin, le fichier de formes créé est affiché dans *ArcMap* avec une symbologie appliquée aux identifiants des activités (contenus dans le champ ACT_ID).

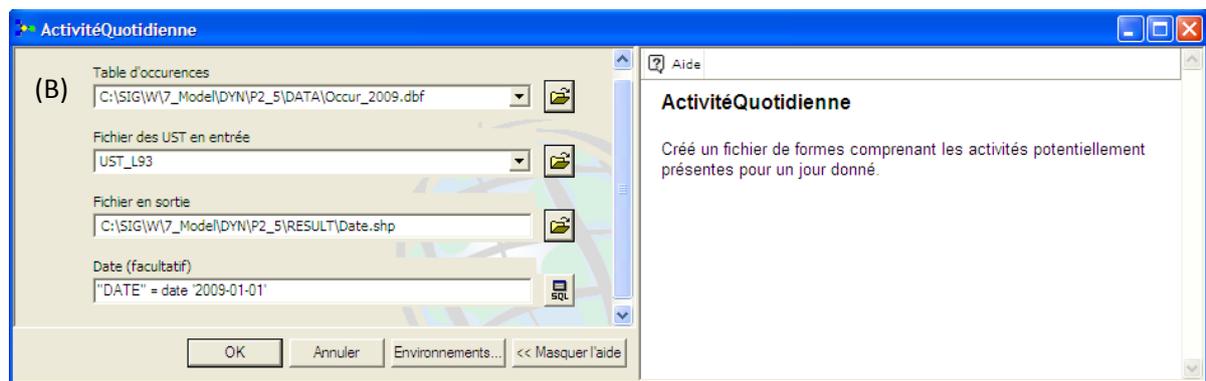
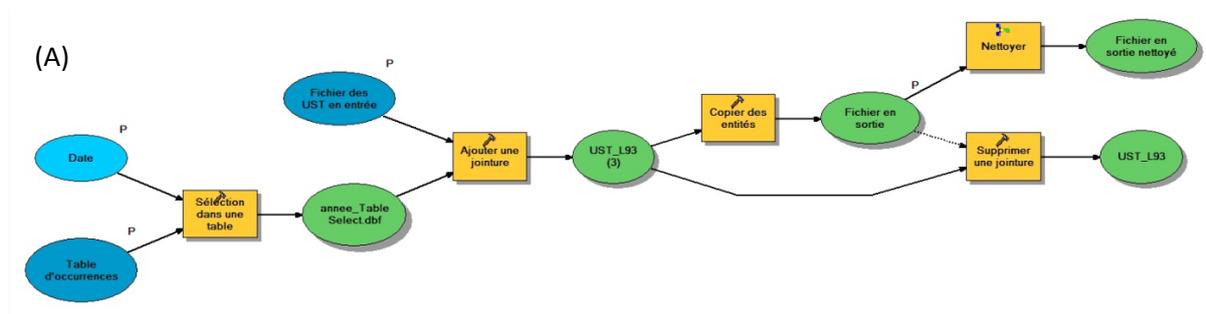


Figure 50. Outil « *ActivitéQuotidienne* » : diagramme des processus dans *ModelBuilder* (A), interface graphique de spécification des paramètres de l'outil (B).

La Figure 51 visualise le fichier créé avec l'outil « *ActivitéQuotidienne* » dans *ArcMap* pour le 24/10/2009. L'outil « *Identifier* » disponible dans *ArcMap*, permet d'accéder aux caractéristiques de chaque UST renseignée pour ce jour. Par exemple, l'UST 103 correspond à un couloir de navigation pour le transport maritime de passagers.

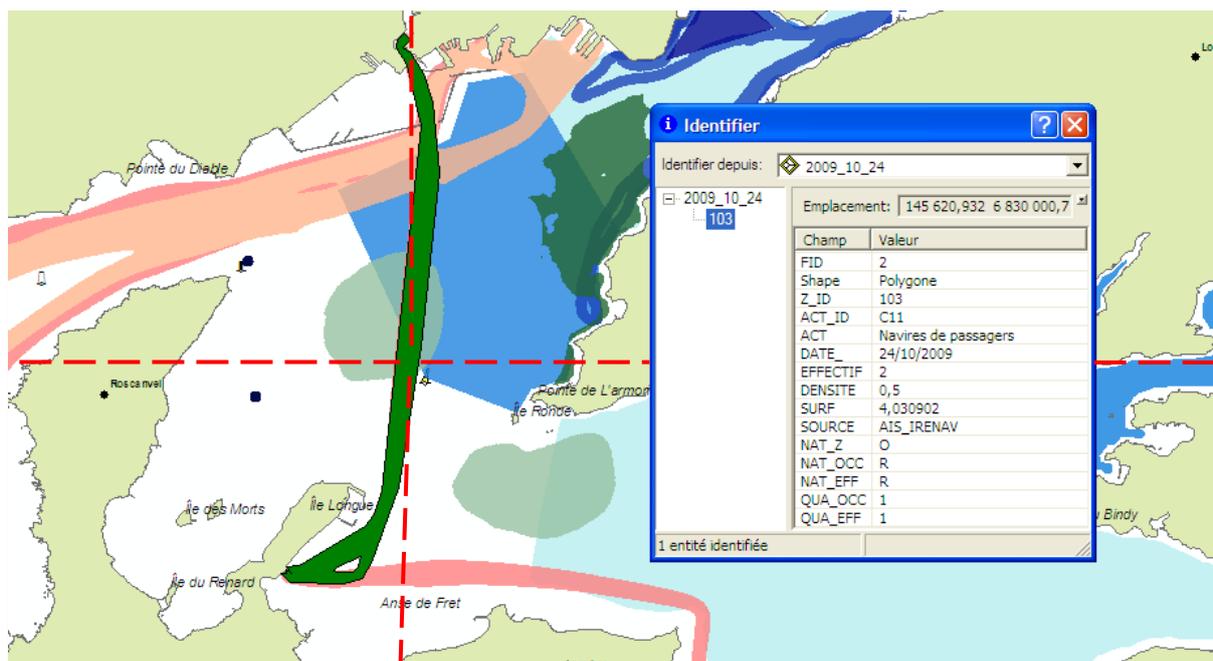


Figure 51. Capture d'écran du fichier de formes généré et affiché dans *ArcMap* par l'outil « *ActivitéQuotidienne* » pour le 24/10/2009.

Deux navires l'ont emprunté ce jour. Ce couloir a été réalisé à partir de l'analyse de données provenant de l'observation instrumentée (données AIS). L'occurrence et les effectifs renseignés pour cette UST sont de nature « Réelle ». La qualité de l'information temporelle et quantitative de cette occurrence est « Très Bonne ».

L'outil « *DensitéQuotidienne* » permet le calcul des densités de supports associées aux zones de pratiques par activité (Figure 52). Les paramètres de l'outil sont, en entrée, le fichier de formes créé à partir de l'outil « *ActivitéQuotidienne* », et le nom du fichier de formes contenant les densités en sortie.

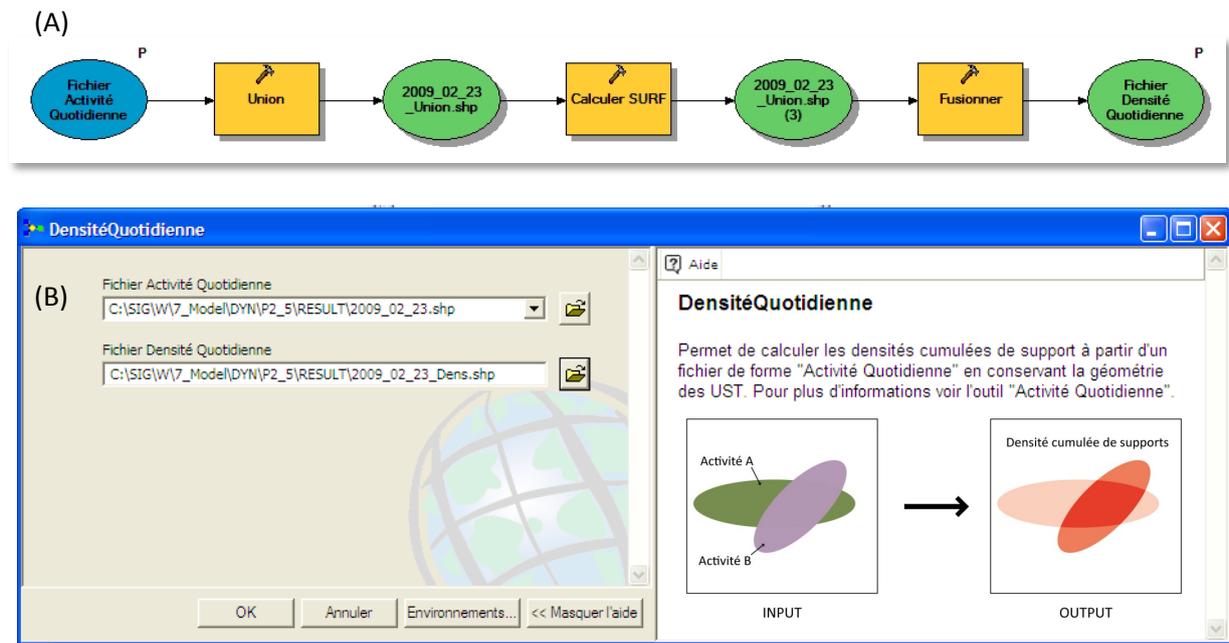


Figure 52. Outil « DensitéQuotidienne » : diagramme des processus dans *ModelBuilder* (A), interface graphique de spécification des paramètres de l’outil (B).

Le calcul de la densité cumulée nécessite la création d’un nouveau fichier de formes car certaines UST se superposent. Il faut donc créer de nouvelles entités correspondant aux intersections spatiales entre ces UST et sommer les densités. Le fichier en sortie contient des entités issues des intersections spatiales entre UST mais aussi des entités pour lesquelles il n’existe pas d’intersection spatiale avec d’autres. Le découpage des géométries des UST est effectué avec l’outil de géotraitement “*Union*”, puis l’outil “*Fusion*” (par la surface) simplifie les géométries (en supprimant les entités superposées) puis calcule (en récapitulant) les densités cumulées dans un nouveau champ SUM_DENSITE.

Le fichier de formes en sortie possède un champ DATE, un champ SURFACE et un champ SUM_DENSITE qui contient les densités cumulées pour chaque entité créée. Ce fichier de formes est affiché dans *ArcMap* avec une symbologie appliquée à la densité cumulée.

2. Résultats

La méthode proposée a donc permis de constituer une base de données spatio-temporelles décrivant les zones de pratiques, les occurrences et les densités de supports des activités humaines en rade de Brest pour l'année 2009. Après avoir explicité la qualité des informations qu'elle contient, elle est mobilisée pour illustrer, à titre d'exemple, le déroulement de ces activités par des cartes d'instantanés temporels trois jours consécutifs en octobre 2009.

2.1 La base de données spatio-temporelles

L'information temporelle et quantitative a été produite à partir des données collectées en affectant à chaque UST (Unité Spatiale-Temporelle) les occurrences temporelles intervenues au cours de l'année 2009 au pas de temps quotidien en y associant les effectifs (nombre de bateaux) et la densité de supports (nombre de bateaux/km²). Ainsi, 29 activités au niveau 3 de la typologie sont spatialisées par 149 UST et leur déroulement dans le temps est caractérisé par plus de 9300 occurrences quotidiennes (Tableau 28).

Tableau 28. Données spatio-temporelles et quantitatives post-traitées pour l'année 2009 (*uniquement pour les métiers de la drague).

<i>Activités</i>	<i>Unités Spatio - Temporelles</i>	<i>Occurrences quotidiennes</i>	<i>Effectifs</i>
Pêche maritime	50	2838	√*
Transport maritime	12	1705	√
Activités nautiques	87	4803	√
Total	149	9346	

Les densités de supports ont été renseignées pour toutes les activités encadrées sauf la pêche professionnelle. Les données collectées ont permis de caractériser les densités pour les métiers de la pêche à la drague à la Coquille Saint-Jacques, à la drague à la Praire et à la drague au Pétoncle noir et à l'Huître plate. En ce qui concerne les autres métiers, nous ne disposons pas d'informations suffisantes. Selon le secrétaire du CLPMPEM (com. pers.), approximativement 10 navires en rade de Brest pratiquent les métiers du casier à la Seiche, du filet au Rouget, de la palangre à la Dorade et au Bar. Les métiers estuariens ne concerneraient qu'un seul navire. Ces effectifs sont relativement faibles au regard des autres activités. En l'absence de données plus précises par métier, nous n'avons pas renseigné la densité pour les autres métiers que la drague.

2.2 Qualité des informations temporelles et quantitatives

La qualité des informations temporelles et quantitatives des occurrences quotidiennes sont explicitées sur l'ensemble de l'année puis par jour.

2.2.1 Qualité des occurrences sur l'ensemble de l'année

Sur l'ensemble de l'année (Tableau 29), la qualité des informations temporelles, c'est-à-dire des occurrences, varie de « très bonne » à « très faible ». Près de 60 % des occurrences sont de très bonne qualité (1). Autrement dit, près de 60 % des occurrences renseignées sont de nature « Réelle ». Si l'on prend en compte les 10 % des occurrences codées en 2, qui concernent les données « à dire d'acteurs » mais décrites à une granularité temporelle quotidienne, environ 70 % des occurrences sont de « bonne » à « très bonne » qualité.

La qualité des effectifs renseignés pour chaque occurrence varie de « très bonne » à « moyenne ». Près de 80 % des effectifs sur l'année sont de « très bonne » qualité, c'est-à-dire qu'il s'agit d'effectifs réels.

Tableau 29. Synthèse de la qualité de l'information temporelle (occurrences) et quantitative (effectifs) mobilisée sur l'ensemble de l'année 2009 (Indice 1 : Très Bon, Indice 2 : Bon, Indice 3 : Moyen, Indice 4 : Faible, Indice 5 : Très faible).

<i>Indice de qualité</i>	1	2	3	4	5	n
Occurrences	58,7%	10,0%	11,0%	2,5%	17,9%	9346
Effectifs	79,7%	2,8%	17,6%	-	-	93776

La qualité des informations temporelles et quantitatives varie selon le type d'activité (Tableau 30).

Les informations temporelles et quantitatives de très bonne qualité (codée 1) concernent la totalité des activités de transport maritime, la totalité des manifestations nautiques sportives et 5 activités nautiques encadrées sur 6.

La qualité des informations pour les activités nautiques encadrées est soit très bonne soit moyenne. Les informations relatives aux pratiques du voilier, kayak et de la plongée en bouteille sont de très bonne qualité sur le plan temporel et de 93 % à 100 % sur le plan quantitatif. 97 % des occurrences et 88 % des effectifs de l'activité voile légère sont également de très bonne qualité. La totalité des informations concernant la pratique de l'aviron sont de moyenne qualité, c'est-à-dire de nature « à dire d'acteurs » et décrites en général en fonction d'une semaine type avec des modulations selon des saisons types.

En ce qui concerne la pêche professionnelle, tous les métiers de la drague sont renseignés par des informations temporelles et quantitatives de bonne qualité. Les autres métiers ne sont renseignés que sur le plan temporel avec une qualité variant de faible à très faible. Il s'agit d'occurrences de nature « à dire d'acteurs » décrites en général au pas de temps mensuel (qualité très faible) et en fonction de variables marégraphiques (qualité faible).

Tableau 30. Qualité de l'information temporelle (occurrences) et quantitative (effectifs) mobilisée sur l'ensemble de l'année 2009 par activité (1 : Très Bon, 2 : Bon, 3 : Moyen, 4 : Faible, 5 : Très faible).

INDICES DE QUALITE	QUALITE DES OCCURRENCES						QUALITE DES EFFECTIFS			
	1	2	3	4	5	n	1	2	3	n
<i>Pêche professionnelle</i>										
Drague - Coquille St Jacques		100%				430		100%		1153
Drague - Praire		100%				392		100%		1114
Drague – Pétoncle/Huître		100%				115		100%		331
Ligne - Calmar					100%	61				0
Filet - Raie bouclée					100%	195				0
Filet - Bar				100%		33				0
Filet - Rouget				100%		115				0
Filet - Émissole					100%	153				0
Palangre - Bar					100%	124				0
Palangre - Dorade grise					100%	306				0
Casier - Crevette					100%	137				0
Casier - Étrille					100%	327				0
Casier - Araignée					100%	61				0
Casier - Seiche				100%		22				0
Bosselle - Anguille					100%	154				0
Verveux - Anguille					100%	154				0
Tamis - Civelle				100%		59				0
<i>Transport de passagers</i>	100%					1507	100%			7075
<i>Transport de charge</i>	100%					198	100%			489
<i>Activités nautiques encadrées</i>										
Voile légère	97%		3%			1740	88%		12%	34660
Voilier	100%					338	99%		1%	4167
Planche à voile	71%		29%			1089	59%		41%	18395
Aviron / Yole			100%			655			100%	3265
Kayak	100%					870	93%		7%	18812
Plongée en bouteille	100%					60	100%			60
<i>Manifestations nautiques sportives</i>										
Voile légère	100%					30	100%			3113
Voilier	100%					14	100%			408
Planche à voile	100%					5	100%			214
Kayak	100%					2	100%			520
TOTAL	59%	10%	11%	2%	18%	9346	80%	3%	17%	93776

2.2.2 Qualité des occurrences par jour

Chaque jour de l'année 2009 est renseigné par un nombre d'occurrences de qualité variable sur le plan temporel et quantitatif (Figure 53).

226 **jours** sont considérés comme de « très bonne » qualité en ce qui concerne les occurrences temporelles, 82 de « bonne » qualité, 47 de qualité « moyenne », 8 de « faible » qualité et 2 de qualité « très faible ». En ce qui concerne la qualité des effectifs, 302 jours sont de « très bonne » qualité, 27 de « bonne » qualité et 36 de « qualité moyenne ».

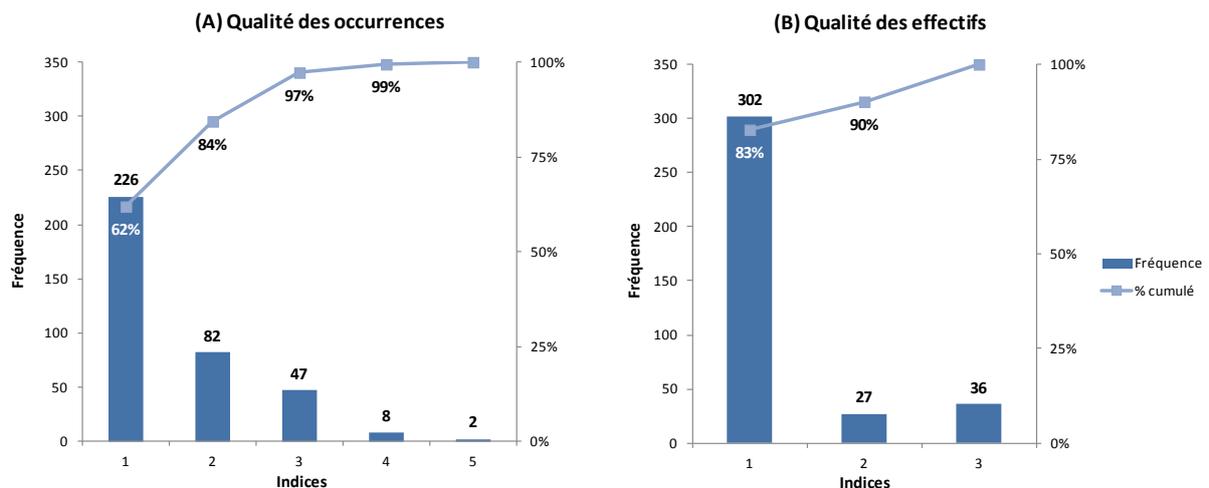


Figure 53. Fréquence et pourcentages cumulés de la qualité de chaque jour en occurrences (A) et en effectifs (B) sur l'ensemble de l'année 2009 (Indice 1 : Très Bon, Indice 2 : Bon, Indice 3 : Moyen, Indice 4 : Faible, Indice 5 : Très faible).

Sur le plan des occurrences, 62 % des jours ont un indice de qualité « très bon », 22,5 % un indice de qualité « bon », 13 % un indice de qualité « moyen », 2 % un indice de qualité « faible » et 0,5 % un indice de qualité « très faible ». Sur le plan des effectifs, 83 % des jours ont un indice de qualité très bon, 7 % un indice de qualité « bon » et 10 % un indice de qualité « moyen ».

En résumé, pour 2009, 84 % des jours en termes d'occurrences et 90 % des jours en termes d'effectifs ont un indice de qualité allant de « bon » à « très bon ».

2.3 Instantanés temporels : exemples des 24, 25 et 26 octobre 2009

La base de données spatio-temporelles constituée permet de caractériser la dynamique des activités en rade de Brest en réalisant des cartes d'instantanés temporels. Trois jours consécutifs, les 24, 25 et 26 octobre 2009 (Figure 54 à Figure 56) servent d'exemples. La date

du 24/10/2009 est choisie par tirage aléatoire. Le choix du nombre de jours consécutifs (n=3) est déterminé *a priori*.

Pour des raisons de lisibilité, la symbologie des métiers de pêches est ramenée à cinq classes : par engin pour les métiers de la drague, de la ligne, du filet et du casier puis les métiers estuariens.

2.3.1 La qualité des informations mobilisées

Sur ces trois jours, la qualité des occurrences et des effectifs est soit « moyenne » (le 25) ou soit « très bonne » (24 et 26). La qualité moyenne pour les effectifs est atteinte le 24 et la qualité moyenne pour les occurrences le 25.

Le samedi 24/10 se situe donc dans les 10 % des jours de l'année pour lesquels l'information quantitative est de qualité inférieure à bonne.

Le dimanche 25/10 se situe dans les 16 % des jours de l'année pour lesquels l'information temporelle est de qualité inférieure à bonne.

2.3.2 Samedi 24 octobre 2009

Douze activités sont présentes avec un indice de qualité « très bon » (65 % des occurrences sont de très bonne qualité).

Il s'agit du transport maritime de charge, du transport maritime de passagers avec des lignes vers l'Iroise, une ligne Brest-Le Fret et une ligne Le Fret-Lanvéoc.

En ce qui concerne la pêche professionnelle, il s'agit du métier du casier (à Étrille) au niveau du banc de Plougastel, du métier de la palangre (à la Dorade grise) entre Roscanvel et la pointe de l'Armorique et la pointe de l'Armorique et Lanvéoc, pour les métiers estuariens, du métier du casier (à Crevette) au niveau de l'estuaire de l'Aulne. Étant en période de mortes-eaux, le métier du filet au Rouget est potentiellement pratiqué.

En ce qui concerne les activités nautiques encadrées, toutes les activités sont représentées (voile légère, voilier, kayak, aviron, planche à voile). Elles se déroulent dans la partie orientale de la rade. L'activité de plongée encadrée est également présente sur deux sites : la Cormorandière (Pointe des Espagnols) et le Tombant de Roscanvel.

Au total, 292 supports sont estimés être présents ce jour avec un indice de qualité « moyen ». La distribution de la fréquence de la densité varie de 0,1 à 60 bateaux/km². Notons qu'à ce stade du travail, la densité est calculée dans des zones n'ayant pas la même surface, ce qui a une influence sur la distribution de la fréquence.

Sur le plan spatial, les zones de plus fortes densités se situent au Nord-est au niveau de la plage du Moulin Blanc, à l'Est au niveau des deux sites de plongée puis au Sud-est dans la baie de Daoulas

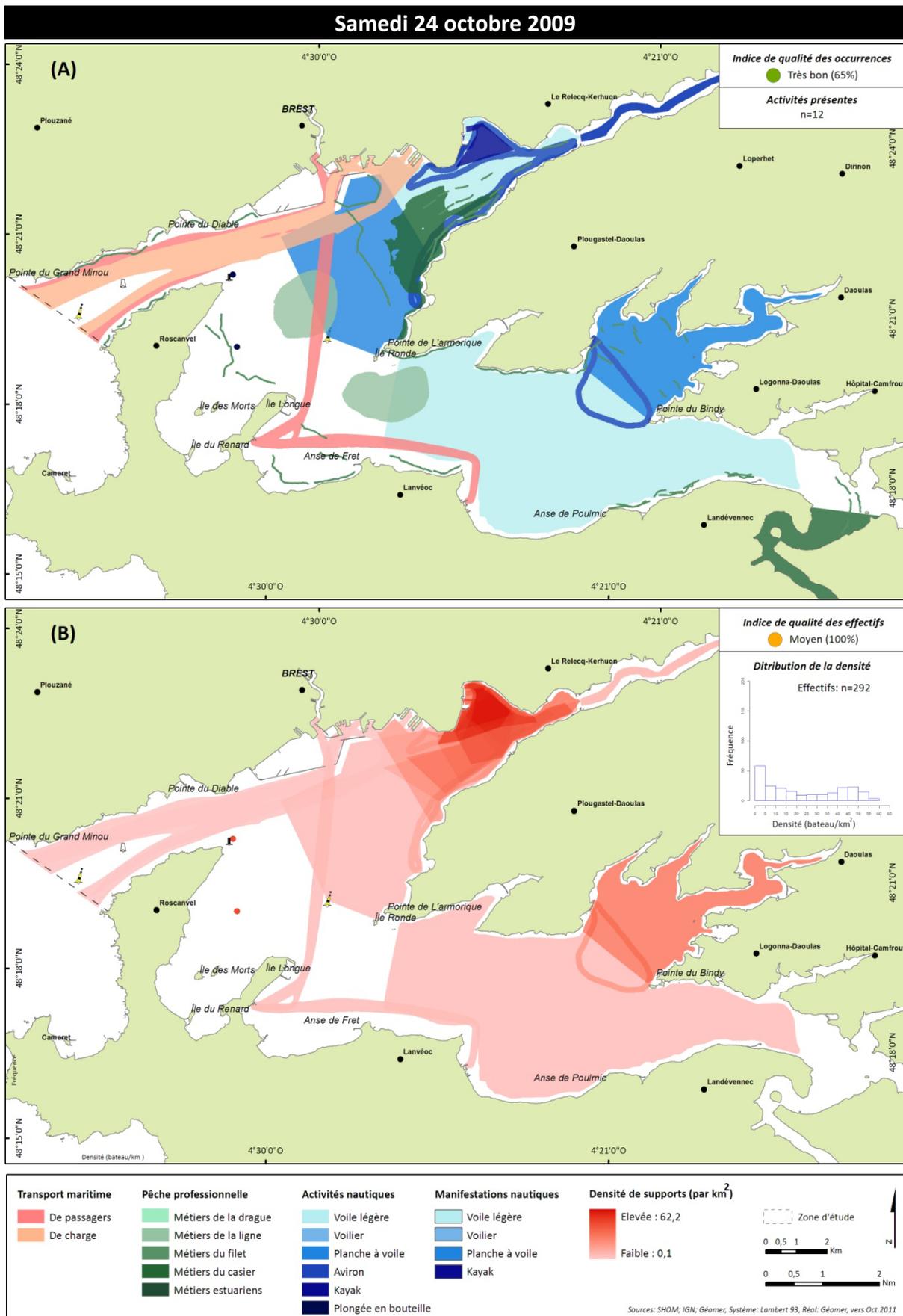
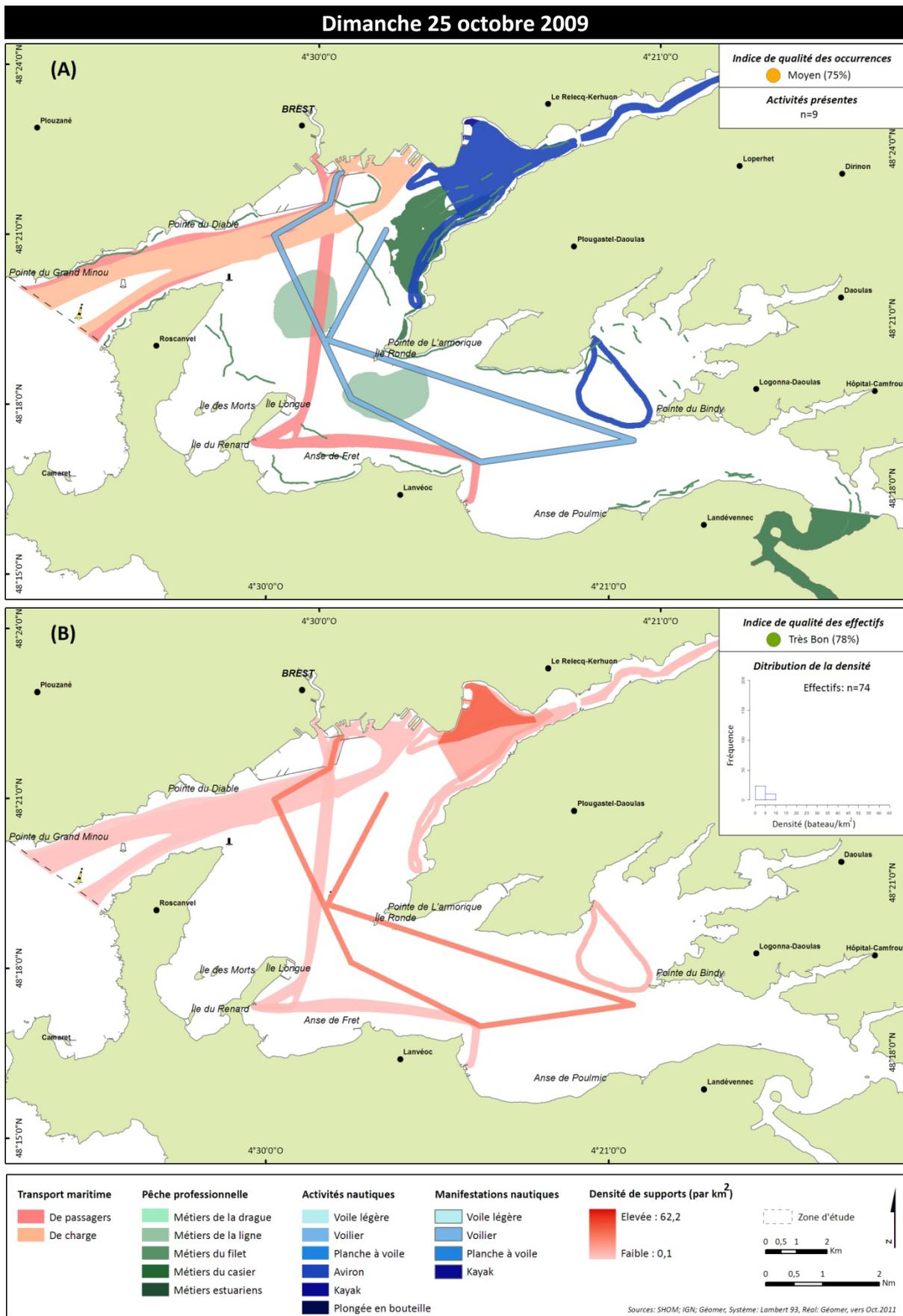


Figure 54. Zones de pratiques des activités encadrées (A) et densité de supports (B) le 24/10/2009.



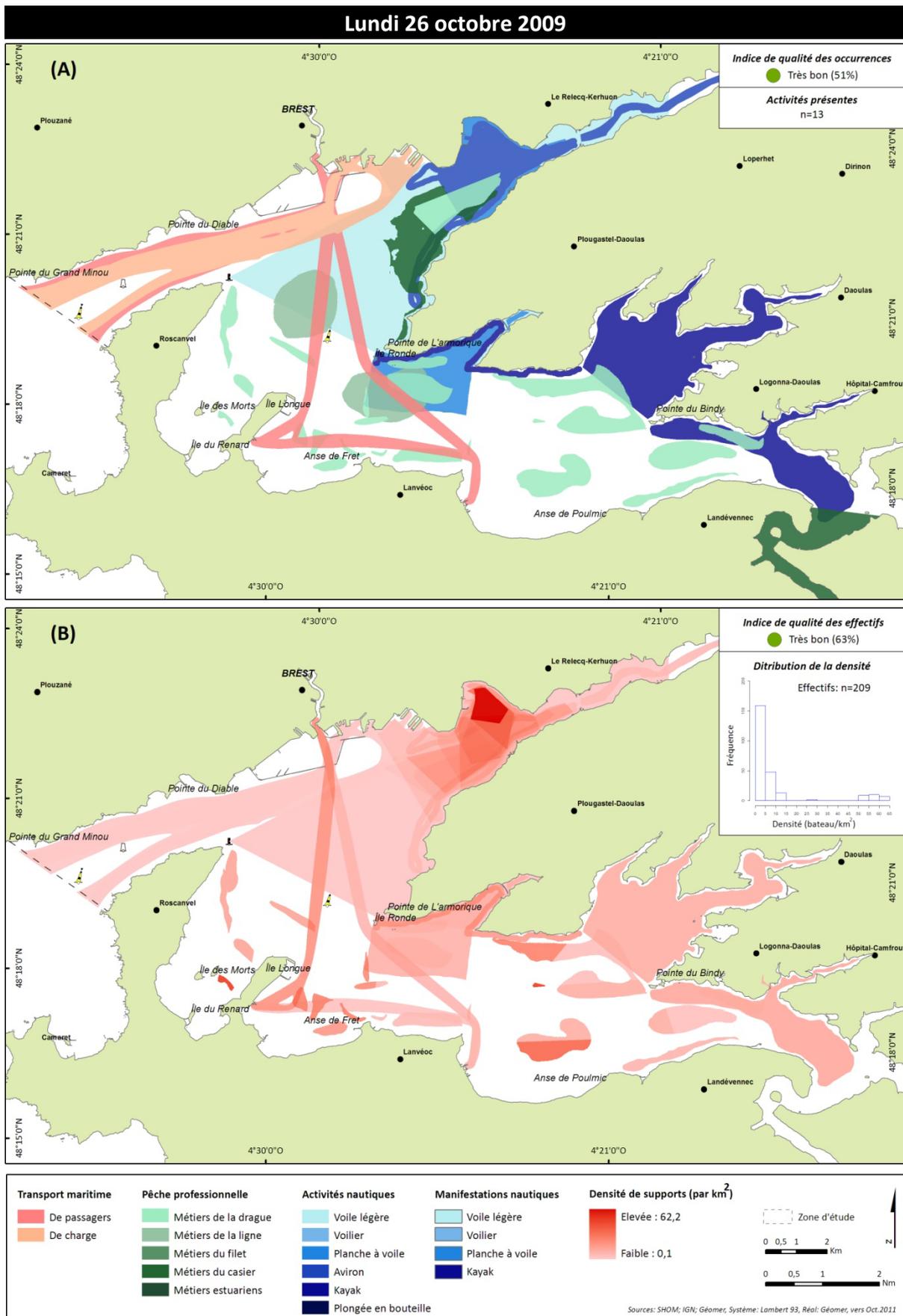


Figure 56. Zones de pratiques des activités encadrées (A) et densité de supports (B) le 26/10/2009.

2.3.3 Dimanche 25 octobre 2009

Neuf activités sont présentes ce jour avec un indice de qualité « moyen » (75 % des occurrences sont au moins de qualité moyenne). Il s'agit des mêmes lignes de transport maritime de charge et de passagers que la veille. En ce qui concerne la pêche professionnelle, ce sont également les mêmes métiers pratiqués que la veille. Les activités nautiques encadrées sont représentées par le kayak et l'aviron. Enfin, les manifestations nautiques sportives sont représentées par une régates de voiliers « La coupe du Renard ».

Au total, 74 supports sont estimés pour ce jour avec un indice de qualité « très bon » (78 % des effectifs sont de très bonne qualité).

La densité est distribuée en deux classes et varie de 0,1 à 10 bateaux/km². Le maximum est atteint au niveau du Moulin Blanc, puis sur le parcours de la régates.

2.3.4 Lundi 26 Octobre 2009

Le maximum d'activités présentes sur ces trois jours est atteint le lundi 26 avec 13 activités pour un indice de qualité très bon (63 % des occurrences sont de très bonne qualité).

Les activités concernées sont, pour la pêche maritime, les métiers du casier (à Étrille et à Crevette), le métier de la palangre (à la Dorade grise), et les métiers de la drague (à la Coquille Saint-Jacques, à la Praire, au Pétoncle noir et à l'Huître plate).

Il s'agit des mêmes lignes de transport maritime de charge et de passagers que la veille.

Les activités nautiques encadrées sont représentées par la voile légère, le voilier, la planche à voile, l'aviron et le kayak.

Au total, 209 supports sont estimés pour ce jour avec un indice de qualité très bon (63 % des effectifs sont de très bonne qualité).

L'intensité, de 0,1 à 62 bateaux/km², est maximale pour ces trois jours. La distribution de la fréquence de la densité de supports est hétérogène, les classes de faible densité étant très représentées. Sur le plan spatial, la distribution des plus fortes densités est également plus hétérogène que les jours précédents, ce qui est lié au fait que d'une part les zones de pratiques ont une répartition spatiale moins homogène et d'autre part les effectifs pour la pêche à la drague sont renseignés. Les zones de plus forte densité concernent le Moulin Blanc pour les activités nautiques encadrées, une zone de pêche à la drague à la Coquille Saint-Jacques entre l'île Longue et l'île des Morts et une autre zone pour la même activité à l'Est du banc du Bindy.

Le maximum d'activités potentiellement présentes à ces trois dates est atteint le Lundi 26. Il s'agit également de la journée pour laquelle le maximum de densité de supports est identifié avec une qualité de l'information temporelle et quantitative considérée comme « très bonne ». Les plus fortes concentrations de supports se situent au niveau de la zone de navigation pour les activités nautiques encadrées du Moulin Blanc, et au niveau de deux petites zones de pêche à la drague près de l'île des Morts et près de l'anse du Poulmic.

L'exploitation cartographique de la base de données spatio-temporelles permet donc la réalisation d'instantanés au pas de temps quotidien sur l'ensemble de l'année 2009. Les informations temporelles et quantitatives mobilisées sont caractérisées par des indices de qualité. La prise en compte de plusieurs instantanés temporels successifs illustre la dynamique certaine et la complexité du déroulement des activités par la variabilité des activités potentiellement présentes, la variabilité des zones occupées et la variabilité des densités de supports.

3. Limites de la méthode

Goodchild (2011) affirme que la néo-géographie, telle que décrite par Turner (2006), contribue à l'effondrement des barrières traditionnelles entre expert et non expert. Elle a déjà conduit à porter à la connaissance du grand public la puissance des SIG, et à étendre la contribution des citoyens dans la production de données géographiques au sein de démarches telles que l'information géographique volontaire (*volunteered geographic information*), l'information géographique à dire d'acteurs (*crowdsourced geographic information*), et la cartographie communautaire (*community mapping*). Toujours selon Goodchild (2011): « *We are rapidly approaching a time when the average citizen is both a consumer and producer of geographic information, at least on the empowered side of the digital divide. This changing role of the citizen presents interesting research challenges. What motivates an individual to volunteer, and what social factors would predict participation? If a citizen is empowered to map anything, what would he or she choose to map? What are the limits to the types of geographic data that can potentially be crowdsourced? What factors determine the quality of crowdsourced information, and what mechanisms and protocols can be used to improve and assure quality?* ».

Mais, une composante inhérente aux bases de données spatio-temporelles dans les SIG demeure l'incertitude temporelle, spatiale et thématique (Plewe 2002). L'incertitude peut être définie de manière générale comme étant « la façon dont les utilisateurs des SIG conçoivent le monde, comment ils le mesurent et le représentent, et comment ils analysent leurs représentations de celui-ci » (Longley *et al.* 2005). Depuis les premiers développements de la prise en compte de l'incertitude dans les SIG (Goodchild et Gopal 1989), ce domaine a fait l'objet de nombreux travaux (Worboys 1995 ; Heuvelink 1998 ; Zhang et Goodchild 2002).

Mobilisant des données de natures diverses (données à dire d'acteurs, données de référence, données issues de l'observation) nous discutons dans les paragraphes suivants de l'incertitude de la base de données spatio-temporelles constituée.

Afin d'en rendre compte, nous proposons un indice de qualité des données mobilisées, sur le plan temporel et quantitatif. Hiérarchisé en deux niveaux, il caractérise chaque occurrence

(sur les plans temporel et quantitatif) (niveau 1). Sur cette base, il caractérise ensuite les informations temporelles et quantitatives mobilisées pour chaque journée (niveau 2).

L'estimation de la qualité de l'information temporelle « à dire d'acteurs » pourrait être améliorée. En effet, mis à part les contraintes temporelles et réglementaires, l'occurrence d'une activité (présence/absence) peut dépendre de conditions environnementales. Ces conditions de pratiques improbables ont été collectées auprès des personnes-ressources (Figure 57).

73 zones de pratiques ont été ainsi décrites avec des conditions de pratiques improbables : il s'agit de variables liées à la force du vent (pour 59 d'entre elles), à la foudre (pour 8 zones) et à la température (pour 6 zones). Les $\frac{3}{4}$ de ces zones sont décrites avec une seule variable de conditions de pratiques improbables.

Nous n'avons pas intégré ces conditions de pratiques improbables lors de la constitution des occurrences quotidiennes car nous ne possédons pas de bases de données météorologiques décrivant ces variables pour l'année 2009. Néanmoins, la prise en compte de ces contraintes permettrait de préciser les occurrences des activités pour lesquelles la qualité est faible ou très faible.

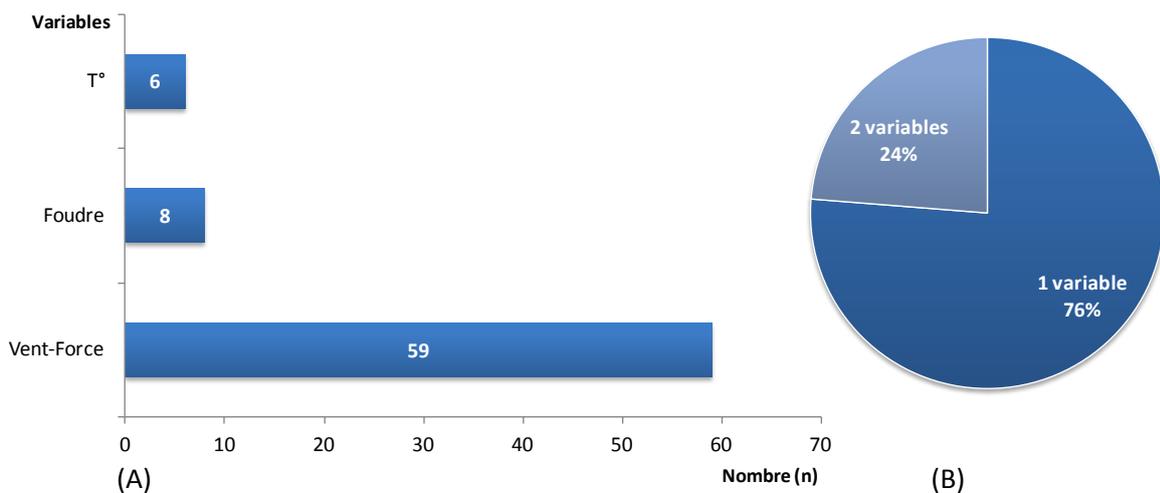


Figure 57. Conditions de pratiques improbables, (A) occurrence des variables et (B) association des variables.

Sur le plan spatial, nous avons pris la décision de travailler avec un espace discrétisé. Or, nous convenons de la difficulté de concevoir une limite fixe d'une zone de pratique et en particulier en mer où les « positions et les frontières des objets tendent à être plus floues que celles existant dans un environnement terrestre » (Wright et Goodchild 1997).

Cette limite détermine un espace dans lequel une pratique aura ou n'aura pas lieu selon une logique booléenne qui ne permet pas la prise en compte de l'incertitude sur le plan spatial. Cette incertitude concerne à la fois la détermination d'une limite fixe et la précision de la qualité de l'information spatialisée.

Si nous avons pu partiellement expliciter l'incertitude de la délimitation des couloirs de navigation pour le transport maritime (enveloppe spatiale contenant 90 % des trajets quotidiens), nous n'avons pu qualifier pour cette activité ni l'incertitude liée à la nature des données AIS à l'origine de la reconstruction de ces trajets quotidiens, ni celle liée à l'analyse spatiale à partir de la densité de Kernel.

La prise en compte de l'incertitude liée à la détermination de la limite fixe d'une zone de pratique aurait pourtant été particulièrement intéressante pour le cas de zones de pratiques réalisées à dire d'acteurs. Elle aurait probablement permis de proposer une solution face à la difficulté rencontrée notamment lors de l'homogénéisation des géométries de zones de pratiques spatialisées par des lignes.

En mobilisant la théorie des ensembles flous (Zadeh 1965) afin de prendre en compte l'incertitude sur le plan spatial, il serait alors intéressant d'introduire des zones de pratiques en tant qu'objets spatiaux flous (Zhan et Lin 2003), objets qui permettraient de prendre en compte des limites spatiales indéterminées.

Chapitre 2. Analyse des interactions potentielles: méthodologie et résultats

Après avoir présenté la base de données spatio-temporelles et son exploitation pour représenter le déroulement des activités dans le chapitre précédent, nous montrons ici comment la base de données spatio-temporelles peut être mobilisée pour identifier, spatialiser et quantifier les interactions spatio-temporelles potentiellement négatives entre activités.

En premier lieu, nous détaillons l'approche méthodologique mise en œuvre pour répondre à la question : *comment, à partir de la base de données spatio-temporelles, caractériser des interactions potentielles entre activités en mer ?*

Nous présentons ensuite les résultats obtenus afin de préciser quelles sont les activités potentiellement en interaction spatio-temporelle, puis quand, et où ont lieu ces interactions en rade de Brest.

1. Méthode

Afin de caractériser les interactions spatio-temporelles potentiellement négatives entre activités, les intersections spatio-temporelles ont été calculées pour l'année 2009. Une variable « à dire d'acteurs » a été estimée pour pondérer ces interactions. Puis, pour permettre leur analyse par différentes variables, les intersections spatio-temporelles ont été uniformisées par une maille spatiale. Enfin, les modalités retenues pour représenter et analyser les intersections spatio-temporelles sont spécifiées.

1.1 Réalisation des intersections spatio-temporelles.

L'objectif est ici d'identifier, de qualifier et de quantifier les interactions potentielles entre activités maritimes recensées en rade de Brest. Les activités potentiellement en interaction sont assimilées aux activités en interaction spatio-temporelle c'est-à-dire qui se déroulent au même endroit au même moment.

En l'absence d'outils disponibles, un algorithme spécifique a été développé par David Brosset (Brosset *et al. in prep.*) dans le cadre du projet Rad2Brest¹ (Gourmelon 2011). Cet algorithme écrit en Java™, mobilise la base de données spatio-temporelles et permet la production de couches d'informations géographiques contenant les objets résultant des

¹ Projet « Modélisation et scénarisation des activités humaines en rade de Brest » (Rad2Brest), programme LITEAUIII du MEDDTL, 2010-2012

intersections spatiales des UST pour chaque jour. Ces objets sont renseignés par la date, les activités concernées selon la typologie au niveau 3 (concaténation des codes identifiant des activités), le nombre d'intersections spatio-temporelles, la somme de la densité de supports des activités, ainsi que les métadonnées (concaténation des codes identifiant la nature et qualité des informations spatiales, temporelles et quantitatives).

1.2 Calcul de variables « à dire d'acteurs »

Les activités qui partagent simultanément une zone de pratique le même jour ne sont pas systématiquement des activités conflictuelles ou en interaction négative.

Aussi, nous avons créé deux variables à partir des données qualitatives collectées à dire d'acteurs. Elles concernent les activités potentiellement en interaction spatio-temporelle négative (IA_INTER) et les activités en conflit spatio-temporel (IA_CONF).

Ces variables sont calculées pour chaque entité caractérisant une intersection spatio-temporelle. Pour cela, le calcul tient compte des interactions potentielles entre activités explicitées « à dire d'acteurs » formalisées dans une matrice d'incompatibilité sur les plans spatiaux et temporels entre activités de la rade de Brest (Figure 58).

Cette matrice est réalisée à partir de la grille présentée page 123 :

- les activités pour lesquelles nous n'avons pas de données (activités nautiques libres) ne sont pas renseignées dans la Figure 58,
- les interactions « à dire d'acteurs » sont réparties en deux catégories, l'une caractérise les conflits spatio-temporels, et l'autre les interactions spatio-temporelles négatives potentielles,
- les interactions « à dire d'acteurs » entre activités deux à deux sont caractérisées par une valeur booléenne (1 : présence ; 0 : absence¹).

De cette manière, lorsqu'une entité d'intersection spatio-temporelle met en jeu au moins :

- deux activités en conflit, la variable IA_CONF prend une valeur 1,
- deux activités en interaction négative potentielle, la variable IA_INTER prend une valeur 1.

Si, cette entité contient plusieurs activités appariées (n paires) en conflit ou en interaction potentielle, la valeur affectée au champ respectif est n .

Nous avons procédé de manière distincte pour le calcul de ces différentes variables (IA_CONF et IA_INTER) car les activités concernées possèdent des caractéristiques spatio-temporelles particulières. En effet, nous distinguons les activités « mobiles » des activités « fixes ». Nous entendons, par activité « mobile », une activité dont la zone de pratique varie dans l'espace et le temps (par exemple, la pratique de l'aviron). À l'inverse, une activité

¹ Pour simplifier la lecture de la Figure 58, la valeur "0" n'est pas renseignée.

réalisé à partir de ces données. En revanche, les conflits spatio-temporels cités par les personnes-ressources impliquent toujours une activité « mobile » et une activité « fixe ». Ils sont très localisés (Cf. Annexe 14 « volante ») :

- sur l'estuaire de l'Élorn au niveau de St Jean - Le Dreff (Plougastel) pour le conflit entre l'aviron encadré et la mytiliculture sur bouchots,
- dans l'anse de Penfoul au niveau des concessions ostréicoles « en mode surélevé sur terrain découvrant » pour le conflit entre activités nautiques encadrées et les activités conchyliques,
- dans la zone proximale du polygone Rascass, au niveau de la pointe de Pen-Ar-Vir (Lanvéoc) pour le conflit entre l'activité de pêche à la drague à la Coquille Saint-Jacques et l'activité militaire. Il ne nous a donc pas semblé pertinent de calculer la variable IA_CONF à partir des intersections spatio-temporelles sur l'ensemble de la répartition spatiale des activités « fixes » en particulier pour les activités conchyliques.

Nous avons donc calculé la variable IA_CONF à partir des intersections spatio-temporelles des données concernant ces 3 paires d'activités et uniquement au niveau des zones de conflits avérés.

1.3 Uniformisation spatiale

Les résultats bruts, calculés pour 2009, issus de l'algorithme d'intersections spatio-temporelles sont contenus dans une couche d'informations géographiques. Elle contient des entités spatiales de taille variable. Afin d'analyser les résultats (en particulier les distributions spatiales des variables), l'espace est discrétisé de manière homogène par la création d'un maillage. Chaque maille renseigne quatre variables : la densité de supports, le nombre d'intersections et les deux variables d'interactions élaborées « à dire d'acteurs ».

Pour cela, nous procédons en trois étapes :

- création du maillage vectoriel,
- création d'une couche d'informations géographiques maillée contenant les intersections pour chaque jour,
- création d'une couche d'informations géographiques maillée contenant une synthèse des intersections quotidiennes sur l'ensemble de l'année.

1.3.1 Création du maillage

L'effet de l'agrégation des données sur les résultats d'analyses statistiques spatiales est abordé dans la littérature géographique et statistique par le « problème des unités spatiales modifiables » ou *Modifiable Areal Unit Problem* (MAUP) (Openshaw 1984). Le MAUP dépend du fait que les unités spatiales sont en général arbitrairement déterminées et « modifiables » dans le sens où elles peuvent être agrégées en unités de formes, de distributions spatiales et de tailles différentes. Le MAUP comprend deux composantes

distinctes mais inter-reliées : le « problème d'échelle » et le « problème de zonage ». Le « problème d'échelle » concerne la variation observée entre les résultats obtenus à partir d'un même jeu de données spatiales, mais qui a été agrégé avec des unités spatiales de surface croissante. Le « problème de zonage » concerne la variation observée entre les résultats obtenus à partir d'un même jeu de données spatiales où le nombre d'unités spatiales d'analyse est constant, mais qui a été agrégé avec des unités spatiales dont la forme et la distribution varient.

Ce problème est récurrent en analyse spatiale (Anselin et Getis 1992) dans des domaines variés comme par exemple en écologie du paysage (Jelinski et Wu 1996), en analyse de l'occupation du sol et des réseaux de transports (Buliung et Morency 2010) ou encore en analyse statistique politique (King 1997). Mais, de manière générale, il ne semble pas y avoir de solution au MAUP (Dungan *et al.* 2002).

Aussi, nous avons effectué des choix *a priori*. La forme de la maille est déterminée à partir de spécificités décrites dans la littérature. Sa taille est déterminée en fonction de la distribution des surfaces d'intersections spatio-temporelles.

1.3.1.1 Choix de la forme des mailles

Un maillage homogène peut être constitué par trois types de polygones différents, des triangles, des carrés ou des hexagones.

Nous avons choisi de réaliser un maillage hexagonal pour plusieurs raisons.

Parmi les figures régulières qui permettent de construire un maillage, l'hexagone correspond à la plus grande surface possible pour un périmètre donné. Ceci implique que la densité d'échantillonnage d'un maillage hexagonal est plus élevée que celle d'un maillage carré (Middleton et Sivaswamy 2005). Inversement, à surface égale, la maille hexagonale possède un périmètre plus petit que celui d'une maille carrée, ce qui réduit potentiellement le biais lié à l'effet de bord (Krebs 1999). Enfin, chaque hexagone du maillage possède six voisins équidistants avec lesquels il partage un côté, ce qui facilite la visualisation cartographique (Carr *et al.* 1992).

1.3.1.2 Choix de la taille des mailles

Le choix de la surface de la maille est déterminé selon la distribution des surfaces d'intersections spatio-temporelles réalisées en mobilisant les occurrences de toutes qualités. Plus de 110 000 intersections spatio-temporelles ont été identifiées pour l'année 2009 (Tableau 31). La surface maximale d'une zone d'intersection est d'environ de 43. 10 m², alors que le surface minimale est de moins de 0,01 m² avec une moyenne de l'ordre de 276 000 m² et un très fort écart-type de 1 214 541 m².

La distribution des surfaces d'intersections n'est pas normale (coefficient d'aplatissement *Kurtosis* ≈ 181 et coefficient de symétrie *skewness* $\approx 10,7$), mais asymétrique avec un pic pour les valeurs de faible surface.

Compte tenu de cette distribution, l'utilisation de la surface moyenne ne constitue pas un indicateur robuste. Un choix intuitif serait de retenir la surface qui comprend 50 % des surfaces d'intersections, soit la surface médiane. Cependant, le pas des hexagones correspondant à la surface médiane (11 874,21m²) serait de 117 m ce qui impliquerait un maillage composé de 16 956 mailles. Un tel maillage serait trop coûteux actuellement en temps de calcul.

Nous avons donc choisi la surface égale au 75^{ème} percentile. Cette surface (82 933,35 m²) est comprise entre la médiane (11 874,21m²) et la moyenne (275 916,7m²). Ainsi le pas (D) de chaque maille correspondant à cette surface est d'environ 309 m (Encadré 6) soit un maillage comprenant 2774 mailles.

Tableau 31. Statistiques descriptives des surfaces d'intersection spatio-temporelles.

	<i>Moyenne</i>	<i>Écart Type</i>	<i>0%</i>	<i>25%</i>	<i>50%</i>	<i>75%</i>	<i>100%</i>	<i>n</i>
Surface (m ²)	275 916,7	1 214 541	> 0.01	1 557,03	11 874,21	82 933,35	42 964 079,35	110 167

Encadré 6. Calcul du pas (D) de la maille hexagonale

$$R = \sqrt{\frac{A}{3\sqrt{3}}} \quad (1); \text{ et}$$

$$D = 2R \cos \alpha \quad (2); \text{ donc}$$

$$D = 2 \cos \alpha \sqrt{\frac{A}{3\sqrt{3}}} \quad (1) \text{ et } (2)$$

Alors avec $\alpha = 30^\circ; A = 82\,933,35 \text{ m}^2$

$$D = 2 \cos 30^\circ \sqrt{\frac{82\,933,35}{3\sqrt{3}}} \approx 309,45 \text{ m}$$

R: rayon ; A: surface; D: pas

1.3.2 Création d'une couche d'informations géographiques maillée contenant les intersections pour chaque jour

La discrétisation spatiale des résultats bruts issus de l'algorithme d'intersections spatio-temporelles par l'application d'un maillage est réalisée par l'outil « Maille » (Figure 59).

Les paramètres de l'outil sont, en entrée, le fichier correspondant au maillage et le fichier contenant les intersections quotidiennes ; en sortie le nom du fichier de formes créé.

Une union des fichiers en entrée (MAILLAGE¹ et INTERSECT²) est réalisée. Le fichier temporaire créé contient un champ FID_MAILLAGE qui correspond à l'identifiant unique (FID) des entités contenues dans MAILLAGE et un champ FID_INTER qui correspond au FID d'INTERSECT. Afin de supprimer les entités vides, un nouveau fichier temporaire est créé par suppression des entités pour lesquelles FID_MAILLAGE = -1 ou FID_INTER = -1. La surface est ensuite calculée pour permettre le calcul des effectifs de supports (champ EFFECTIF) pour chaque entité à partir de la densité (champ DENS). Enfin, les entités sont fusionnées (outil *Dissolve*) selon les champs DATE et FID_MAILLAGE. Les champs statistiques sont récapitulés (sans création d'entités multi-parties) comme suit :

- pour les effectifs, par la somme des effectifs par jour (EFFECTIF),
- pour les intersections, par le maximum du nombre d'intersections par jour contenues dans une maille (INTER),
- pour les deux variables d'interactions élaborées « à dire d'acteurs », par le maximum par jour des valeurs respectives contenues dans une maille (IA_INTER et IA_CONF).

Appelons ce fichier MAILLE_JOUR. À titre d'exemple, le fichier en sortie créé à partir des données temporelles et quantitatives de toutes qualités (de « très bonne » à « très faible ») contient plus de 586 800 entités.

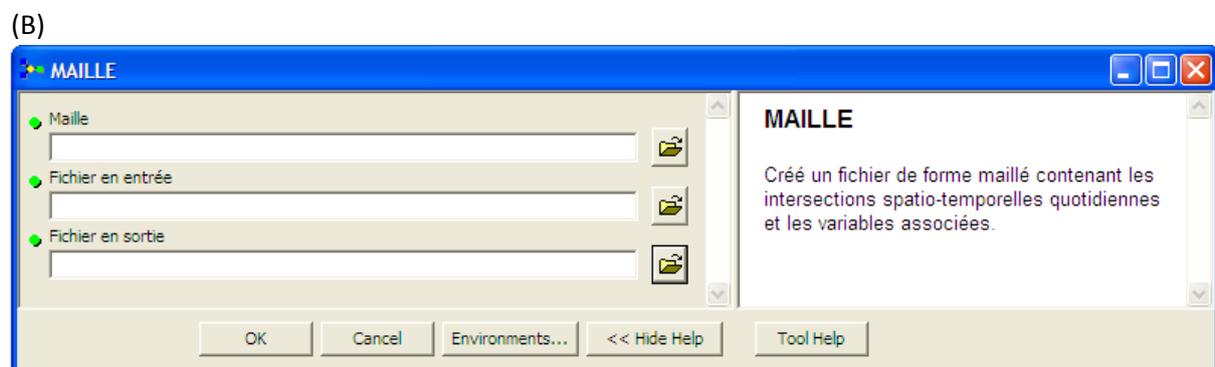
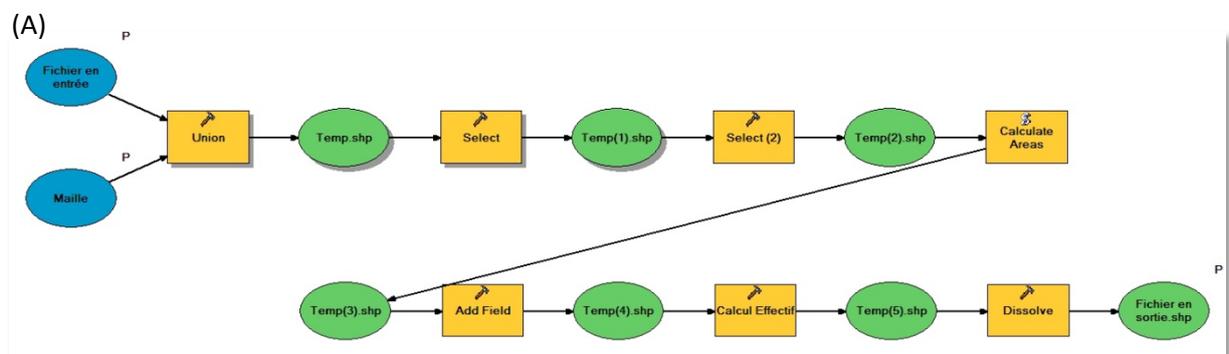


Figure 59. Outil « Maille » : diagramme des processus dans *ModelBuilder* (A), interface graphique de spécification des paramètres de l'outil (B).

¹ Fichier contenant le maillage

² Fichier contenant l'ensemble des intersections spatio-temporelles quotidiennes

1.3.3 Création d'une couche d'informations géographiques maillée contenant une synthèse des intersections quotidiennes sur l'année

La couche d'informations géographiques maillée contenant les intersections pour chaque jour (fichier MAILLE_JOUR) est réalisée en sommant les variables suivantes :

- la densité quotidienne contenue dans chaque maille,
- le maximum d'intersections quotidiennes contenu dans chaque maille,
- le maximum des deux variables d'interactions élaborées « à dire d'acteurs ».

Pour cela, la surface de chaque maille du fichier MAILLAGE est calculée. Une jointure attributaire de la table du fichier MAILLAGE à la table du fichier MAILLE_JOUR est réalisée à partir du champ FID_MAILLAGE. La densité de supports est calculée dans un champ DENSITE. Enfin une jointure spatiale du fichier MAILLE_JOUR sur le fichier MAILLAGE est réalisée en récapitulant dans :

- le champ SUMDENS, la somme du champ DENSITE,
- le champ SUMINT, la somme du champ INTER,
- le champ IA_SUMINT, la somme du champ IA_INTER,
- le champ IA_SUMCON, la somme du champ IA_CONF.

Appelons le fichier en sortie MAILLE_ANNEE.

1.4 Réalisation des intersections spatiales

Afin de comparer les résultats issus des intersections spatio-temporelles aux intersections uniquement spatiales, nous créons une couche d'informations géographiques contenant les intersections spatiales des zones de pratiques, soit le fichier MAILLE_SPATIAL.

Les entités du fichier de formes contenant les UST (Partie 3 Chapitre 1) sont fusionnées en fonction de leur identifiant d'activité (ACT_ID), soit 29 activités différentes. Ainsi, chaque entité correspond à la zone de pratique d'une activité. Un nouveau champ correspondant au nombre d'activités est créé (NB_ACT). La valeur par défaut de ce champ pour toutes les entités est de 1. Une jointure spatiale du fichier contenant les zones de pratiques sur le fichier MAILLAGE est réalisée en récapitulant par la somme du champ NB_ACT. Un champ correspondant au nombre d'intersections spatiales entre activités (SP_INTER) est créé et calculé tel que : $SP_INTER = NB_ACT - 1$.

1.5 Représentation et analyse des résultats

L'analyse spatiale de données géographiques a pour objectifs de répondre à des questions sur la distribution des phénomènes dans l'espace. Ses composantes sont la visualisation, l'exploration et l'explication de structures (*pattern*) intéressantes (Anselin *et al.* 2006).

L'exploration et la visualisation cherchent à identifier et montrer des éléments d'intérêts de ces phénomènes (quoi ?, où ?, et éventuellement quand ?).

L'explication, quant à elle, a pour but de comprendre et modéliser les processus produisant les éléments particuliers de ces phénomènes (comment ?).

Cette dernière étape qui nécessite l'emploi d'outils spécifiques de modélisation spatiale tels que les régressions, doit être menée à la suite des deux premières.

Aussi, nous limitons notre analyse à la visualisation et à l'exploration univariée des résultats. Pour cela, nous précisons dans un premier temps quelles sont les variables analysées. Puis nous détaillerons la méthode retenue pour répondre aux questions suivantes :

- *Qui : quelles sont les activités potentiellement en interaction ?*
- *Quand : quelles sont les périodes de plus ou moins fortes interactions potentielles ?*
- *Où : quelles sont les zones de plus ou moins fortes interactions potentielles ?*

1.5.1 Les variables analysées

Les intersections spatio-temporelles peuvent être calculées à partir d'occurrences de qualité variable (de « Très faible » à « Très bonne »). Les objets créés possèdent en conséquence un degré d'incertitude temporelle variable. Afin de restreindre cette incertitude, nous avons choisi de mobiliser uniquement les occurrences de qualité « Très bonne » à « Moyenne » (qualité de niveau 1 à 3), soit 70 % des occurrences et 100 % des densités (Tableau 30). Toutefois, pour prendre en compte l'ensemble des interactions potentielles négatives entre activités spécifiés à dire d'acteurs, nous mobilisons également les données concernant la pêche professionnelle du Bar à la palangre dont les occurrences sont de qualité « Très faible ».

Les activités prises alors en compte sont :

- 100 % des activités nautiques encadrées et des manifestations sportives,
- 100 % du transport de passagers,
- 100 % des métiers de la pêche à la drague et le métier du Bar à la palangre (soit 4 métiers sur les 17 décrits).

Les variables analysées sont contenues dans le fichier MAILLE_SPATIALE et le fichier N3_MAILLE_ANNEE, c'est-à-dire la couche d'informations géographiques maillée contenant une synthèse sur l'année des intersections quotidiennes calculées à partir des occurrences de qualité Moyenne à Très bonne (Tableau 32).

Tableau 32. Récapitulatif des variables

Variables	Fichier	Descriptif
SP_INTER	MAILLE_SPATIALE	Somme des intersections spatiales des zones de pratiques des activités au niveau 3 de la typologie
N3_SUMINT	N3_MAILLE_ANNEE	Somme des intersections spatio-temporelles pour les occurrences de qualité « Moyenne » à « Très bonne »
N3_SUMDEN	N3_MAILLE_ANNEE	Somme des densités quotidiennes pour les occurrences de qualité « Moyenne » à « Très bonne »
IA_SUMINT	N3_MAILLE_ANNEE	Somme des « interactions négatives potentielles à dire d'acteurs » calculées à partir des intersections spatio-temporelles occurrences de qualité « Moyenne » à « Très bonne ».
IA_SUMCON	N3_MAILLE_ANNEE	Somme des « conflits potentiels à dire d'acteurs » calculés à partir des intersections spatio-temporelles pour les occurrences de qualité « Moyenne » à « Très bonne »

1.5.2 Qui ?

Afin d'identifier quelles sont les activités potentiellement en interaction, une matrice symétrique est construite à partir du fichier brut des intersections spatio-temporelles. Ce fichier possède un champ qui contient la concaténation des activités concernées lors de chaque intersection spatio-temporelle.

La matrice identifie les activités qui sont en intersection spatio-temporelle et récapitule la somme des intersections spatio-temporelles entre ces activités. Cette matrice est ensuite pondérée par les variables d'interactions réalisées « à dire d'acteurs ». Les deux matrices sont ensuite comparées.

Si cette méthode d'analyse présente l'avantage d'obtenir une vision synthétique, elle dégrade cependant la qualité de l'information brute. En effet, les activités sont appariées dans la matrice. Or, une intersection spatio-temporelle peut concerner de nombreuses activités.

1.5.3 Quand ?

L'objectif est d'identifier les périodes de plus ou moins fortes interactions potentielles entre activités à partir de l'analyse de l'évolution temporelle des variables au cours de l'année 2009.

Pour cela, nous avons eu recours dans un second temps à des statistiques descriptives mensuelles (pas de temps choisi arbitrairement). Compte tenu de leur distribution asymétrique et de la présence de valeurs extrêmes, nous avons choisi de représenter schématiquement la distribution des variables au cours du temps par des boîtes à moustaches (*Box Plot* ou *Box et Whiskers Plot*) (Tukey 1977) plutôt que d'utiliser les moyennes et écarts-types. En effet, les boîtes à moustaches sont basées sur des statistiques descriptives robustes au sens où elles sont plus résistantes à la présence de valeurs extrêmes

que les statistiques basées sur des distributions normales (Massart *et al.* 2005). Cette représentation permet d'obtenir une vue synthétique, globale et en même temps une vue locale sur les données, en particulier sur les séries chronologiques (Le Guen 2002).

La boîte à moustaches est une représentation graphique qui récapitule une variable numérique en six classes : les quartiles et les valeurs extrêmes. Ainsi, la boîte est formée par le 1^{er} quartile (Q_1) et le 3^{ème} quartile (Q_3). La dispersion des données est caractérisée par l'intervalle inter-quartile (ou *IQR* pour *Inter-Quartile Range*) tel que $IQR = Q_3 - Q_1$. La médiane (Q_2) est représentée par le trait épais. Les moustaches indiquent les extrémités de la distribution (moustache inférieure : plus petite valeur supérieure à $Q_1 - 1,5 IQR$; moustache supérieure : plus grande valeur inférieure à $Q_3 + 1,5 IQR$). Les valeurs extrêmes, c'est-à-dire les valeurs au-delà des moustaches (inférieures à $Q_1 - 1,5 IQR$ et supérieures à $Q_3 + 1,5 IQR$) sont représentées individuellement par des cercles.

1.5.4 Où ?

Dans la perspective de caractériser les interactions potentielles entre activités, l'approche retenue pour l'analyse des résultats sur le plan spatial vise à répondre à trois questions :

- *Quelle est la distribution spatiale des différentes variables ?*
- *Existe-t-il des zones de concentration des valeurs fortes et/ou faibles pour ces variables ?*
- *Quelles sont les zones statistiquement significatives de plus et/ou de moins fortes valeurs pour ces variables ? Autrement dit, peut-on identifier et localiser des zones de plus et/ou de moins fortes valeurs pour la variable étudiée qui ne résulte pas d'une distribution aléatoire ?*

Pour cela, nous avons procédé en trois étapes par (i) la représentation cartographique des résultats bruts, puis par (ii) la classification univariée des résultats bruts associée à un indice global d'autocorrélation spatiale, enfin par (iii) la classification univariée de données transformées après analyse spatiale par les indicateurs locaux d'association spatiale.

1.5.4.1 Résultats bruts

Nous procédons dans un premier temps à la visualisation cartographique des résultats bruts par la représentation continue des valeurs des variables. Cette méthode de représentation de la distribution spatiale qui s'apparente à celle utilisée pour la visualisation de données matricielles est particulièrement adaptée aux données possédant une grande gamme de valeurs (De Smith *et al.* 2011).

1.5.4.2 Résultats discrétisés et indice global d'autocorrélation spatiale

Dans une seconde étape, les résultats bruts sont discrétisés. L'opération de discrétisation doit satisfaire aux exigences de la représentation cartographique et à celles des principes statistiques (Zanin 2006). Aussi, nous avons procédé à une classification par la méthode dite « des effectifs égaux » ou « percentiles ». Il s'agit d'une méthode simple qui transmettrait une information maximale compte tenu de la distribution de nos données (Brewer et Pickle 2002). Elle implique cependant la perte de toute information relative à la forme statistique de la distribution. Les résultats bruts sont classés en quatre classes ordonnées (ou quartiles) contenant chacune 25 % des données. Le nombre de classes ($n=4$) est défini arbitrairement. Cette représentation peut permettre de visualiser l'existence de zones de concentration des valeurs fortes et/ou faibles pour ces variables. Il s'agit d'une approche subjective que nous complétons par une approche quantitative.

L'information spatiale possède des spécificités au regard des informations a-spatiales, ce qui implique l'usage de méthodes d'analyses spécifiques (Fotheringham *et al.* 2000). En effet, le traitement statistique de données localisées dans l'espace géographique demande une attention particulière car l'hypothèse classique selon laquelle les observations sont indépendantes et identiquement distribuées est rarement vérifiée (Shekar et Xiong 2008). En analyse spatiale, l'influence de l'espace sur les processus et les propriétés des phénomènes réels est identifiée en tant que dépendance spatiale. L'autocorrélation spatiale est utilisée pour mesurer cette dépendance spatiale. Cressie (1993) a démontré les problèmes induits lorsque l'autocorrélation spatiale n'est pas considérée dans l'analyse de données.

La première loi de Tobler (Tobler 1970, 2004) est souvent employée pour introduire le concept d'autocorrélation spatiale: « *...everything is related to everything else, but near things are more related than distant things* ».

Si des valeurs prises par une même variable en différents lieux présentent une des relations d'interdépendance entre observations proches dans l'espace, on parlera de données autocorrélées spatialement (Cliff et Ord 1970). En d'autres termes, l'autocorrélation spatiale signifie qu'il existe une dépendance entre les valeurs d'une variable qui sont proches dans l'espace, ou qu'il existe un modèle régissant les valeurs d'une variable située dans l'espace en raison des facteurs communs sous-jacents (Griffith 1987).

Ainsi, l'autocorrélation spatiale permet de mettre en évidence des lieux qui présentent des relations par rapport à 2 critères simultanés : (i) la proximité spatiale et (ii) la ressemblance ou l'opposition entre les valeurs d'une même variable en différents endroits (Flahaut 2001).

Nous utiliserons le terme d'agrégats spatiaux (*spatial cluster*) pour qualifier ces lieux.

Parmi les mesures d'autocorrélation spatiale de données géo-référencées, l'indice Global *I* de Moran (Moran 1950) et l'Indice *G* de Geary (Geary 1954) sont les plus couramment employés (Legendre et Fortin 1989).

Afin de déterminer la présence éventuelle d'autocorrélation spatiale, nous utiliserons l'indice global I de Moran qui donne une indication plus globale (Shekar et Xiong 2008).

L'indice global I de Moran mesuré au lieu i est défini par :

$$I = \frac{N}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}$$

Où X_i est la valeur de la variable X au lieu i , X_j est la valeur de la variable X au lieu j , \bar{X} est la moyenne des valeurs de X , N est le nombre de mesures (ou de lieux), w_{ij} sont les pondérations reflétant les relations de proximité.

La valeur I est une statistique inférentielle, ce qui signifie que les résultats de l'analyse sont toujours interprétés dans le contexte de son hypothèse nulle. L'hypothèse nulle suppose que la variable analysée est distribuée aléatoirement parmi les entités de la zone d'étude.

Les résultats de l'analyse donnent donc une valeur de I associée à un indice Z_I et à une valeur p .

L'indice Z_I est défini comme suit :

$$Z_I = \frac{I - E[I]}{\sqrt{V[I]}}$$

$$\text{Où } E[I] = -\frac{1}{N-1}$$

$$V[I] = E[I^2] - E[I]^2$$

La valeur de p est la probabilité de se tromper en rejetant l'hypothèse nulle. En d'autres termes, la valeur p représente la probabilité que la distribution spatiale de la variable observée ait été créée par un processus aléatoire. Une fois la valeur I calculée, elle est comparée à des distributions aléatoires de la variable sur la base de n permutations, ce qui permet le calcul de Z_I puis de p .

Dans le cas où la valeur p n'est pas statistiquement significative, nous ne pouvons rejeter l'hypothèse nulle car il est possible que la distribution spatiale de la variable soit le résultat de processus spatiaux aléatoires.

Dans le cas où la valeur p est statistiquement significative et le score Z est positif, nous rejetons l'hypothèse nulle. La distribution spatiale des valeurs élevées et/ou faibles fait l'objet d'une agrégation spatiale plus importante que si les processus spatiaux sous-jacents étaient aléatoires.

Dans le cas où la valeur p est statistiquement significative et le score Z est négatif, nous rejetons également l'hypothèse nulle. La distribution spatiale des valeurs élevées et de valeurs faibles fait l'objet d'une dispersion spatiale plus importante que si les processus spatiaux sous-jacents étaient aléatoires.

En résumé, l'existence et la force d'interdépendance spatiale entre valeurs d'une variable peuvent être mesurées par l'autocorrélation spatiale. Une autocorrélation spatiale nulle

indique que la variable observée est probablement distribuée de manière aléatoire, une autocorrélation spatiale positive indique que les valeurs similaires ont tendance à être regroupées dans l'espace et une autocorrélation spatiale négative indique que les valeurs dissemblables ont tendance à être proches dans l'espace (Shekar et Xiong 2008).

1.5.4.3 Analyse spatiale par les indices locaux d'autocorrélation spatiale

Dans le cas où l'autocorrélation spatiale non nulle est caractérisée, nous cherchons à identifier les lieux où elle s'exerce (Banos 2001) par l'utilisation d'indicateurs locaux d'association spatiale (*LISA*) (Anselin 1995 ; Getis et Ord 1996). Il s'agit d'indicateurs qui décomposent l'indice global en estimant la dépendance spatiale entre la valeur de la variable prise en chaque lieu et l'ensemble de celles prises dans son voisinage. L'indice local de Moran est utilisé (Anselin 1995).

Mesuré au lieu i , il est défini par :

$$I_i = Z_i \sum_j w_{ij} Z_j$$

Où Z_i l'écart à la moyenne de la valeur de la variable X au lieu i

Une valeur I_i positive et élevée pour un polygone indique que les polygones voisins possèdent des valeurs similaires (valeurs hautes ou faibles) et que ce polygone fait partie d'un agrégat spatial (*spatial cluster*). Les agrégats spatiaux incluent les agrégats de valeurs élevées dans un voisinage de valeurs élevées, soit les agrégats de type HH (*High-High*) et des agrégats de valeurs faibles dans un voisinage de valeurs faibles, soit les agrégats de type LL (*Low-Low*). Les agrégats de type HH sont également nommés « *hot-spots* ». A l'inverse, les agrégats de type LL sont appelés « *cold-spots* ».

Une valeur I_i négative et élevée pour un polygone signifie que ce polygone est un isolat spatial (*spatial outlier*). Les isolats spatiaux sont les valeurs qui sont clairement différentes des valeurs contenues dans leur voisinage. Les isolats spatiaux incluent les agrégats de valeurs élevées dans un voisinage de valeurs faibles, les agrégats de type HL (*High-Low*) et des agrégats de valeurs faibles dans un voisinage de valeurs élevées, les agrégats de type LH (*Low-High*).

L'indice I_i est également comparé à des distributions aléatoires de la variable sur la base de n permutations (pour plus de détails voir Anselin *et al.* (2006) et Zhang *et al.* (2009)).

De plus, le calcul de l'indice local I_i de Moran mobilise des valeurs moyennes et la variance. Ces valeurs peuvent être fortement affectées si la distribution de fréquences de la variable possède un coefficient d'asymétrie positif (*skewness*) associé à de très fortes valeurs. Dans ce cas, il est nécessaire de procéder à la transformation des données (Zhang *et al.* 2008). Nous avons donc transformé les données brutes par la méthode de normalisation de BoxCox

(Box et Cox 1964). Parmi les transformations les plus courantes, la méthode de normalisation de BoxCox n'effectue pas d'hypothèse *a priori* sur la distribution des données brutes (Legendre et Legendre 1998). Elle est définie par :

Si $\lambda \neq 0$,

$$f_{\lambda}(x) = \frac{x^{\lambda} - 1}{\lambda}$$

Pour $\lambda = 0$,

$$f_0(x) = \log(x)$$

Ainsi, après avoir testé la conformité à la loi normale de l'ensemble des variables avec le logiciel TANAGRA (Rakotomalala 2005), nous avons procédé à la transformation de *Box Cox* pour l'ensemble des variables avec le logiciel R¹ et le package *Forecast*² (fonctions *BoxCox* et *Box.Cox.lambda*). Pour obtenir la meilleure transformation possible, le coefficient λ est ajusté par itération. Il est calculé par la fonction *Box.Cox.lambda* de manière à minimiser le coefficient de variation de (x) (Guerrero 1993). Les valeurs du coefficient λ sont calculées pour chaque variable (Tableau 33).

Les calculs des indices univariés d'autocorrélation spatiale globale et locale ont été réalisés avec le logiciel *GeoDa*³ (Anselin 2004 ; Anselin *et al.* 2006). Pour cela, la matrice spatiale de pondération créée utilise un voisinage se reposant sur la distance : la largeur minimale calculée de la bande correspond à 318 m. Il s'agit de la distance minimale pour que chaque maille possède au moins une maille voisine. Toutefois, l'analyse de la connectivité pour l'ensemble des mailles à partir de cette distance montre qu'elle assure une connectivité d'ordre 6 pour 61 % des mailles, et 79 % des mailles possèdent un voisinage de 4 à 6 mailles. Nous avons procédé à 999 permutations pour le calcul des indices d'autocorrélation spatiale et adopté un seuil de signification $p < 0,01$.

Tableau 33. Coefficients λ calculés pour réaliser la transformation de Box Cox

Variables	Coefficients λ de Box Cox
SP_INTER	0.9648295
N3_SUMINT	0.2440532
N3_SUMDEN	0.1484867
IA_SUMINT	0.1389969
IA_SUMCON	0.2180182

¹ <http://www.r-project.org>

² <http://cran.r-project.org/web/packages/forecast/index.html>

³ <http://geodacenter.asu.edu>

2. Résultats

La base de données spatio-temporelles décrite dans la partie précédente est mobilisée pour identifier, spatialiser et quantifier les interactions spatio-temporelles potentielles négatives entre activités sur l'ensemble de l'année 2009. Pour cela, nous émettons l'hypothèse que ces interactions peuvent être approchées par les intersections spatio-temporelles entre activités modulées suivant certaines variables (somme des intersections, densité cumulée, somme des intersections pondérées à dire d'acteurs). L'algorithme élaboré dans ce but par David Brosset dans le cadre du projet Rad2Brest et appliqué à la base de données génère des données inédites et complexes (Brosset *et al. in prep.*).

L'analyse univariée de ces données est menée afin d'identifier quelles sont les activités potentiellement en interaction, quand sont-elles en interaction, et quelles sont les zones où ces interactions ont lieu.

2.1 Qui ?

La concaténation des activités concernées lors de chaque intersection spatio-temporelle nous permet de réaliser une matrice symétrique qui récapitule la somme des intersections spatio-temporelles entre activités sur l'année 2009.

2.1.1 Intersections spatio-temporelles brutes

Les résultats bruts sont illustrés au niveau 2 (Figure 60) et au niveau 3 (Figure 61 et Annexe 13) de la typologie des activités.

Au niveau 2, les activités nautiques encadrées cumulent le maximum d'intersections spatio-temporelles entre elles avec près de 320 000 intersections.

Les cultures marines et les activités militaires (réduites au polygone Rascass) sont les activités qui connaissent le minimum d'intersections spatio-temporelles. Rappelons toutefois que seules les concessions impliquées dans des conflits avérés ont été mobilisées pour le calcul des intersections spatio-temporelles mettant en jeu les cultures marines.

La pêche professionnelle et les activités nautiques encadrées sont en interaction potentielle avec toutes les autres activités sauf une (les cultures marines pour la pêche et le polygone Rascass pour les activités nautiques encadrées).

Sur les six activités considérées, le transport maritime civil est en interaction potentielle avec toutes les activités, sauf les cultures marines. Les intersections spatio-temporelles entre le transport maritime civil et les activités nautiques encadrées représentent les plus fortes intersections (plus de 150 000) après celles des activités nautiques entre elles.

Exploitation des ressources vivantes	Pêche professionnelle	127					
	Cultures marines (1)	0	0				
Transport/Voie de circulation	Civil	15084	0	6833			
	Militaire (1)	113	0	nc	0		
Activités de loisirs et sportives	Activités nautiques encadrées	54626	585	151141	nc	318955	
	Manifestations nautiques	556	0	1541	nc	2950	246
		Pêche professionnelle	Cultures marines (1)	Civil	Militaire (1)	Activités nautiques encadrées	Manifestations nautiques
		Exploitation des ressources vivantes	Transport/Voie de circulation			Activités de loisirs et sportives	

nc : Intersections non calculées
(1): Intersections calculées pour les zones de conflits uniquement

Figure 60. Matrice brute de la somme des intersections spatio-temporelles entre activités au niveau 2 de la typologie.

Exploitation des ressources vivantes	Pêche professionnelle	Drague - Coquille Saint Jacques	0																			
		Drague - Praire	46	0																		
		Drague - Pétoncle noir / Huître creuse	81	0	0																	
		Palangre - Bar (2)	0	0	0	0																
		Mytiliculture (1)	0	0	0	0	0	0														
Transport/Voie de circulation	Civil	Transport de passagers	476	12	11	14242	0	0	78484													
		Transport de charge	0	0	0	343	0	0	6833	0												
		Polygone Rascass (1)	113	nc	nc	nc	0	0	nc	nc	0											
Activités de loisirs et sportives	Activités nautiques encadrées	Voile légère	126	509	17	22285	57	201	56413	1821	nc	91067										
		Voilier	86	363	12	5395	0	14	15781	1888	nc	24213	5656									
		Planche à voile / Fun board	122	209	10	11245	33	0	34319	919	nc	71661	29122	55617								
		Aviron / Yole	0	481	4	10223	0	243	23678	0	nc	41301	17591	34574	19854							
		Kayak	21	84	6	3428	37	0	16285	0	nc	32939	10807	28837	27735	18258						
	Manifestations nautiques	Plongée en bouteille	0	0	0	0	0	0	32	5	nc	17	12	12	0	7	0					
		Voile légère	0	0	0	318	0	0	612	0	nc	724	138	28	216	0	0	348				
		Voilier	0	0	0	165	0	0	665	156	nc	582	397	295	197	56	1	0	0	374		
		Planche à voile / Fun board	0	9	0	64	0	0	100	0	nc	97	0	3	99	20	0	0	0	0		
		Kayak	0	0	0	0	0	0	8	0	nc	10	0	25	35	27	0	0	0	0		

nc : Intersections non calculées
(1): Intersections calculées pour les zones de conflits uniquement
(2): Occurrences de qualité "Très faible"

Figure 61. Matrice brute de la somme des intersections spatio-temporelles entre activités au niveau 3 de la typologie.

En résumé, au niveau 2 de la typologie, toutes les activités (sauf les cas particuliers du polygone Rascass et des cultures marines) génèrent des intersections spatio-temporelles

avec toutes les autres. Les sommes des intersections les plus fortes concernent par ordre décroissant :

- les activités nautiques encadrées entre elles,
- le transport maritime civil et les activités nautiques encadrées,
- la pêche professionnelle et activités nautiques encadrées,
- la pêche professionnelle et le transport civil de passagers.

Ceci étant, il est nécessaire de considérer un niveau plus fin dans la typologie des activités pour expliciter les intersections. La matrice brute de la somme des intersections spatio-temporelles entre activités au niveau 3 de la typologie est simplifiée pour une meilleure lisibilité (Figure 62). Les intersections entre mêmes activités n'ont pas été prises en compte. Cette situation ne correspond en effet à aucun conflit avéré, ni aucune interaction négative potentielle renseignée « à dire d'acteurs ». Les intersections sont exprimées en pourcentage de leur somme totale et les intersections nulles représentées par des cases vides.

Au niveau 3 de la typologie, les deux valeurs maximales concernent la voile légère (13 % des intersections avec la planche à voile et 10 % avec le transport de passagers). Les intersections entre activités nautiques différentes totalisent la majorité des intersections spatio-temporelles (58 %). Puis, les intersections entre le transport maritime de passagers et les activités nautiques représentent plus d'un quart des intersections spatio-temporelles (26 %). Seuls 0,8 % des intersections ont lieu entre le transport maritime de charge et certaines activités nautiques encadrées (voile légère, voilier et planche à voile). Enfin, les intersections entre la palangre au Bar et les activités nautiques cumulent 10 % des intersections spatio-temporelles.

À ce niveau de la typologie, nous constatons que toutes les activités ne subissent pas systématiquement des intersections spatio-temporelles. Par exemple, au cours de l'année 2009, la plongée encadrée ne partage aucune zone de pratique commune avec les métiers de la drague ou de la palangre au bar. Nous constatons également de très faibles intersections (moins de 0,1 %) entre, par exemple, le polygone Rascass et la drague à la Coquille Saint-Jacques, entre l'aviron et les zones mytilicoles et entre les activités nautiques encadrées et les zones conchyliques.

2.1.2 Intersection spatio-temporelles pondérées

Ainsi, un grand nombre d'interactions concernent des activités *a priori* non antagonistes sur les plans spatio-temporels (par exemple, 58 % du total des intersections concernent les activités nautiques entre elles). Afin d'identifier quelles sont les activités potentiellement en interaction négative ou en conflit, la pondération des intersections spatio-temporelles par un indice qualitatif est nécessaire (Figure 63). Nous avons utilisé un indice réalisé « à dire d'acteurs » (Figure 58) qui identifie deux types d'intersections : (i) les intersections spatio-

2.1.2.1 Les intersections spatio-temporelles entre activités en interaction potentielle négative (ISTI)

Les ISTI constituent 20 % des intersections spatio-temporelles. À elles seules, les intersections entre le transport de passagers et les activités nautiques encadrées représentent 88,5 % des ISTI : 34 % de ces intersections ont lieu entre le transport de passagers et la voile légère encadrée et 20 % entre le transport de passagers et la planche à voile.

Les intersections entre le transport de passagers et la palangre au Bar constituent 8,6 % des ISTI.

Les intersections entre le transport de charge et l'ensemble des activités nautiques encadrées ne représentent que 2,8 % des ISTI. Il n'existe aucune intersection spatio-temporelle entre le transport de charge et l'aviron ou le kayak encadré.

Les intersections entre les cultures marines et les activités nautiques encadrées représentent moins de 0,2 % des IST. Une seule intersection (moins de 0,1 % des IST) entre la plongée en bouteille et une manifestation nautique en voiliers est identifiée. Il n'existe aucune intersection spatio-temporelle entre les zones mytilicoles et la planche à voile et le kayak encadré, et entre les zones ostréicoles et le voilier et l'aviron encadré.

Ainsi, l'analyse de la matrice des intersections spatio-temporelles entre activités en interaction potentielle négative montre que :

- parmi les activités mentionnées par les personnes-ressources, certaines ne partagent jamais une même zone de pratique. Cela signifie soit que leurs zones de pratiques ne se superposent pas, soit qu'elles n'ont pas lieu le même jour.
- les plus fortes occurrences d'intersections concernent en premier lieu le transport maritime de passagers et les activités nautiques encadrées (notamment la voile légère et la planche à voile) puis, dans une moindre mesure, le transport maritime de passagers et le métier de la palangre au bar.

2.1.2.2 Les intersections spatio-temporelles entre activités en conflit spatio-temporel (ISTC)

Les ISTC ne représentent que 0,06 % des intersections spatio-temporelles.

L'analyse de la matrice des intersections spatio-temporelles entre activités en conflit spatio-temporel permet de :

- confirmer la présence d'intersections spatio-temporelles entre les activités respectivement concernées par les 3 conflits spatio-temporels identifiés à partir des interviews des personnes-ressources,
- de quantifier les occurrences d'intersections spatio-temporelles. Ainsi, les intersections entre l'aviron et les concessions mytilicoles sur l'Élorn représentent la moitié des ISTC (50,3 %). Les intersections entre les activités nautiques encadrées et les concessions ostréicoles de l'Anse de Penfoul constituent environ un quart (26,3 %) des ISTC (11,8 % pour la voile légère,

7,7 % pour le kayak et 6,8 % pour la planche à voile. L'autre quart des ISTC (23,4 %) concerne les intersections entre le métier de la drague à la Coquille Saint-Jacques et l'activité militaire (polygone Rascass).

Pour notre cas d'étude, la confirmation de la présence d'intersections spatio-temporelles entre activités en conflit n'est certainement pas une surprise. En effet, chaque conflit avéré concerne à la fois une activité « mobile » et une activité « fixe ». Dans la mesure où ces deux activités se superposent spatialement, l'absence de variabilité temporelle pour au moins une activité induit automatiquement une superposition spatio-temporelle à chaque occurrence de l'activité « mobile ». Néanmoins, cette configuration peut être différente dans le futur ou sur un autre site d'étude.

La représentation des intersections spatio-temporelles entre activités sous la forme d'une matrice permet d'identifier, deux à deux, les activités potentiellement en interaction négative ou en conflit. Elle permet également de préciser les occurrences d'intersections et moyennant l'usage d'indicateurs qualitatifs, de quantifier les occurrences des interactions potentielles.

La pondération des intersections spatio-temporelles reste néanmoins nécessaire dans une approche traitant des interactions potentielles ou des conflits (Figure 64). Si toutes les activités présentent des intersections spatio-temporelles, une fois pondérée, l'information est modifiée : par exemple, les intersections concernant le transport de passagers constituent 15,3 % des IST. Cette activité se situe alors au 3^{ème} rang des activités de plus fortes IST. Une fois pondérée par l'indice d'interactions potentielles négatives, elle se place au 1^{er} rang avec près de 50 % des intersections. De même, le polygone Rascass constitue moins de 0,1 % des IST alors qu'une fois pondérée par l'indice de conflits spatio-temporels, cette activité se place avec 11,7 % au 3^{ème} rang des activités de plus fortes intersections.

Activité (N2)	Activité (N3)	Intersections spatio-temporelles (IST)	IST pondérées par l'indice d'interactions négatives potentielles élaborés à dire d'acteurs	IST pondérées par l'indice de conflits élaboré à dire d'acteurs
Pêche professionnelle	Drague - Coquille Saint Jacques	0,1		11,7
	Drague - Praire	0,2		
	Drague - Pétoncle noir / Huître creuse	< 0,1		
	Palangre - Bar (2)	6,1	4,3	
Cultures marines	Ostréiculture (1)	< 0,1	0	13,1
	Mytiliculture (1)	< 0,1	0,1	25,2
Transport civil	Transport de passagers	15,3	48,5	
	Transport de charge	1,1	1,4	
Activité militaire	Polygone Rascass (1)	< 0,1		11,7
Activités nautiques encadrées	Voile légère	22,9	17,6	5,9
	Voilier	9,6	5,3	3,4
	Planche à voile / Fun board	19,1	10,6	25,2
	Aviron / Yole	14,2	7,2	
	Kayak	10,9	4,9	3,8
	Plongée en bouteille	< 0,1	< 0,1	
Manifestations nautiques	Voile légère	0,2		
	Voilier	0,2		
	Planche à voile / Fun board	< 0,1		
	Kayak	< 0,1		

Figure 64. Intersections spatio-temporelles brutes par activité puis pondérées par les indices élaborés « à dire d'acteurs » (résultats exprimés en pourcentage).

2.2 Quand ?

L'évolution temporelle de la somme quotidienne des variables uniformisées spatialement est illustrée pour chaque mois au cours de l'année 2009 (Figure 65).

La densité quotidienne de supports est plus faible en période hivernale, de décembre à février (médiane mensuelle inférieure à la médiane annuelle) avec toutefois une augmentation de la densité en octobre qui correspond à la reprise des activités nautiques. Elle présente également une faible dispersion des valeurs pour la période de décembre à mars (intervalle inter-quartile ou *IQR* faible). La densité de supports est plus forte au printemps et en été, pour les mois de mai à août (médiane mensuelle supérieure à la médiane annuelle) et présente une plus grande variabilité quotidienne (*IQR* élevé). Les valeurs de densités de supports les plus fortes et d'occurrences élevées ont lieu en août. La densité présente uniquement deux valeurs extrêmes avec une valeur maximale atteinte le 24 août.

Les intersections spatio-temporelles (IST) sont faibles de novembre à février et plus élevées de mars à octobre avec de plus fortes valeurs médianes en juillet et août. Toutefois, de nombreuses valeurs quotidiennes extrêmes pour le mois et pour l'année sont identifiées en mars, avril, mai, juin, septembre et octobre.

Les intersections spatio-temporelles entre activités en interaction potentielle négative (ISTI) présentent également une variation saisonnière. Les ISTI sont très faibles d'octobre à mars puis augmentent très nettement en avril. Elles augmentent progressivement pour atteindre une médiane mensuelle maximale en août et diminuent en septembre. Des valeurs quotidiennes extrêmes sont identifiées pour les mois de mars, juin, et septembre à décembre, mais la seule valeur extrême pour l'année est atteinte le 20 juin.

Les intersections spatio-temporelles entre activités en conflit spatio-temporel (ISTC), en revanche, ne permettent pas, à première vue, d'identifier une temporalité particulière. Les médianes mensuelles supérieures à la médiane annuelle sont identifiées en mars, mai et de septembre à novembre. Les valeurs d'IST les plus fortes et d'occurrences élevées ont lieu en novembre et décembre. Les valeurs extrêmes sont atteintes entre janvier et mars.

La difficulté d'interprétation de l'évolution des ISTC est directement liée à l'agrégation des IST entre les 3 types de conflits identifiés et renseignés à dire d'acteurs. Aussi, ceux-ci font l'objet d'une description détaillée conflit par conflit (Figure 66). Une carte de localisation accompagne la description de chaque conflit car les ISTC n'ont été calculées que pour ces sites. L'évolution des ISTC est présentée par mois mais aussi par jour afin d'illustrer leur fréquence.

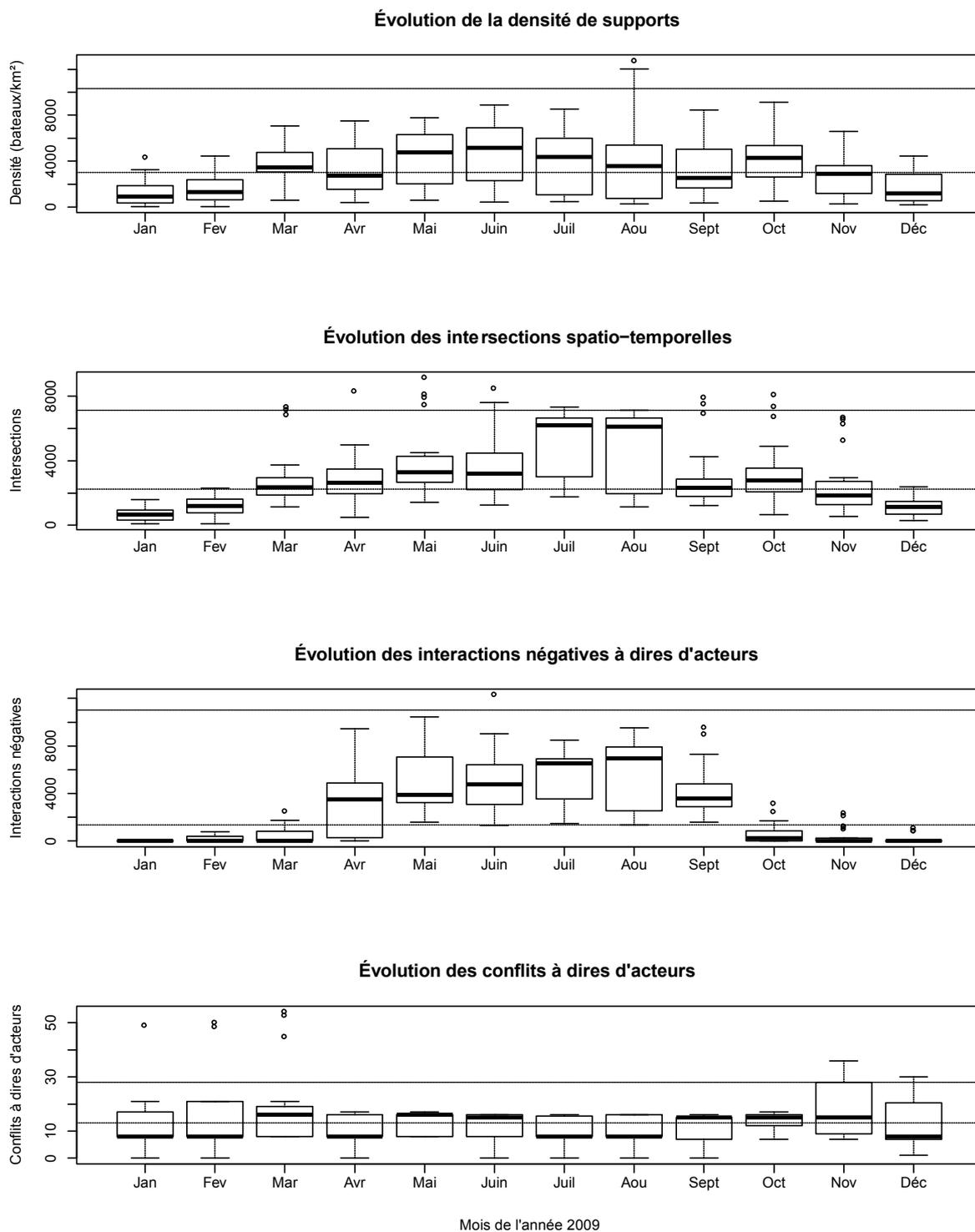


Figure 65. Somme quotidienne des variables au pas de temps mensuel au cours de l'année 2009 (en tiret : médiane calculée sur l'année, en pointillé : valeur extrême (Q3+1,5IQR) sur l'année)

Le conflit entre la pêche à la drague à la Coquille Saint-Jacques et l'activité militaire (Polygone Rascass).

Les ISTC sont nulles pour la période d'avril à septembre, période d'interdiction de pêche.

Les médianes sont quasiment identiques en période de pêche avec une valeur légèrement supérieure en novembre et décembre. Le mois de décembre enregistre les valeurs d'ISTC les plus fortes et d'occurrences élevées. Les ISTC quotidiennes extrêmes pour le mois et l'année sont toutefois identifiées de janvier à mars avec une valeur maximale atteinte les 11, 18 et 25 février.

Le conflit entre l'ostréiculture et les activités nautiques dans l'Anse de Penfoul.

Les ISTC sont nulles pour la période de décembre à février, période d'inactivité du centre nautique de Rostiviec-Loperhet. Les médianes sont ensuite toutes maximales pour les mois de mars à novembre. Les ISTC quotidiennes présentent moins d'occurrences en avril, juin et septembre.

Le conflit entre la mytiliculture et l'aviron encadré sur l'Élorn.

Les ISTC présentent également une saisonnalité mais moins marquée : de janvier à mai où les médianes mensuelles sont supérieures à la médiane annuelle, puis de juin à décembre avec une médiane mensuelle légèrement inférieure à la période précédente. Les ISTC quotidiennes présentent plus d'occurrences (de valeurs égales à la médiane) en mai, septembre et octobre, avec une valeur maximale atteinte 6 jours en mai.

Ainsi, la désagrégation des ISTC par type de conflit permet de mieux rendre compte de leur dynamique temporelle. Nous avons présenté l'évolution des ISTI au cours du temps toutes interactions confondues. Or, nous avons montré dans la section précédente que, parmi les ISTI, les plus fortes occurrences d'intersections concernent deux interactions potentielles : entre le transport maritime de passagers et les activités nautiques encadrées, et entre le transport maritime de passagers et le métier de la palangre au Bar. Aussi, afin d'identifier si ces interactions possèdent une dynamique temporelle similaire, l'évolution des ISTI entre ces activités est illustrée dans la Figure 67.

L'interaction potentielle négative à dire d'acteurs entre le transport de passagers et les activités nautiques encadrées.

Les ISTI présentent une distribution relativement similaire à celles décrites pour les ISTI toutes interactions confondues avec des médianes de faibles valeurs d'octobre à mars et de fortes valeurs d'avril à septembre. Les médianes maximales sont également atteintes en juillet et août. En revanche, les valeurs extrêmes identifiées sont plus nombreuses et réparties sur plusieurs mois, la plus élevée correspond au 2 mai.

L'interaction potentielle négative à dire d'acteurs entre le transport de passagers et la palangre au Bar.

Les ISTI présentent ici une distribution nettement différente car seule la période entre la mi-mai et la mi-septembre est concernée par ces interactions potentielles.

Il s'agit de la période de pratique correspondant à ce métier. Durant cette période, la médiane maximale est atteinte en août. Les ISTI quotidiennes présentent une haute fréquence de valeurs relativement similaires et élevées. La valeur maximale des ISTI entre ces deux activités est identifiée le 2 août.

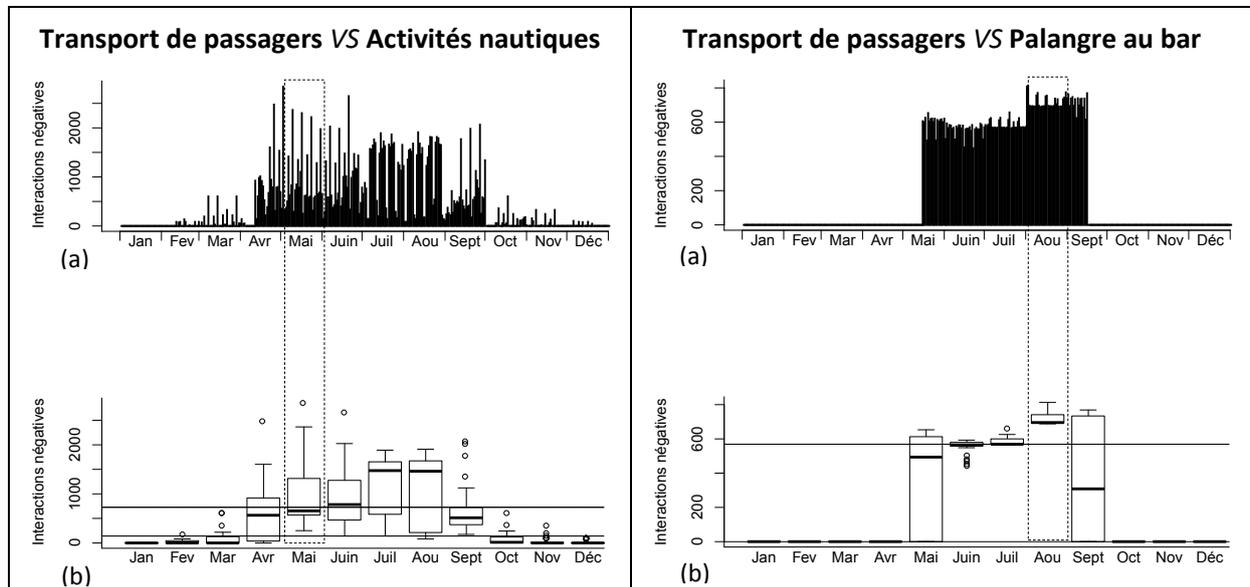


Figure 67. Évolution quotidienne (a) et mensuelle (b) des ISTI entre le transport de passagers et les activités nautiques et entre le transport de passagers et la palangre au bar en 2009.

En résumé, les sommes des densités et des IST quotidiennes, sur l'ensemble de la rade de Brest, au pas de temps mensuel, présentent une distribution temporelle très proche avec une période de faibles valeurs médianes de septembre à avril et de fortes valeurs de mai à août.

Les IST pondérées « à dire d'acteurs », les ISTI et ISTC toutes activités confondues, ne suivent pas de distribution temporelle synchrone. Les ISTI possèdent une distribution proche des IST et des densités avec une valeur maximale atteinte le 20 juin, alors que les ISTC possèdent une distribution plus complexe.

La description des ISTI et des ISTC entre activités deux à deux, permet d'identifier des dynamiques temporelles propres. Aussi, si l'on ne retient que les activités ayant les plus fortes occurrences d'intersections et identifiées en section précédente, la valeur maximale des ISTI entre le transport de passagers et les activités nautiques encadrées est atteinte le 2 mai, et le 2 août entre le transport de passagers et la palangre au Bar.

2.3 Où ?

La représentation et l'analyse des résultats sur le plan spatial sont réalisées en trois étapes par: (i) la représentation cartographique des résultats bruts, puis par (ii) la classification univariée des résultats bruts associée à un indice global d'autocorrélation spatiale, enfin par (iii) la classification univariée de données transformées après analyse spatiale par les indicateurs locaux d'association spatiale.

2.3.1 Résultats bruts : quelle est la distribution spatiale des différentes variables ?

Les résultats bruts concernant la somme des intersections spatiales des zones de pratiques, la somme des intersections spatio-temporelles en 2009 et la densité quotidienne de supports cumulée pour l'année 2009 sont représentés dans la Figure 68. Les mailles contenant des valeurs nulles ne sont pas indiquées.

La superposition des zones de pratiques est quantifiée par la somme de leurs intersections spatiales qui varie de 1 à 13 intersections (pour les valeurs non nulles). Les intersections spatiales sont réparties sur quasiment toute la zone d'étude ce qui témoigne d'une forte occupation spatiale des activités en rade de Brest. La distribution spatiale des intersections semble hétérogène et relativement dispersée.

Les zones correspondant aux intersections spatiales nulles sont localisées au nord, dans la Rade-abri. S'agissant d'un port militaire, les mouvements de navires n'ont pas été spatialisés. Dans la partie nord-ouest, une zone située entre les deux chenaux d'accès et de sortie de la rade constitue une contrainte physique à la navigation pour navires à fort tirant d'eau (entre le Plateau des Fillettes et la Roche Mengan). Dans la partie sud-ouest, une zone allant de la cale de Quélern (Roscanvel) à l'île Longue puis du Fret et la Pointe de Lanvéoc, ne contient pas d'intersections car la zone proximale de l'île Longue est interdite à la navigation. Deux seules activités se déroulent dans le reste de la zone (le filet au Rouget et le kayak) sans que les zones de pratiques ne se superposent. Enfin au sud-est, de l'Anse de Keroullé à la rivière du Faou où aucune activité n'a été spatialisée.

En l'état, il est difficile d'identifier les zones de plus fortes intersections spatiales. Elles se situeraient entre le port de commerce (Brest) et la Pointe du Corbeau (Plougastel) jusque la bouée de Kéraliou près du Moulin Blanc, puis entre la Pointe de l'Armorique et la Pointe de Doubidy (Plougastel).

Résultats bruts

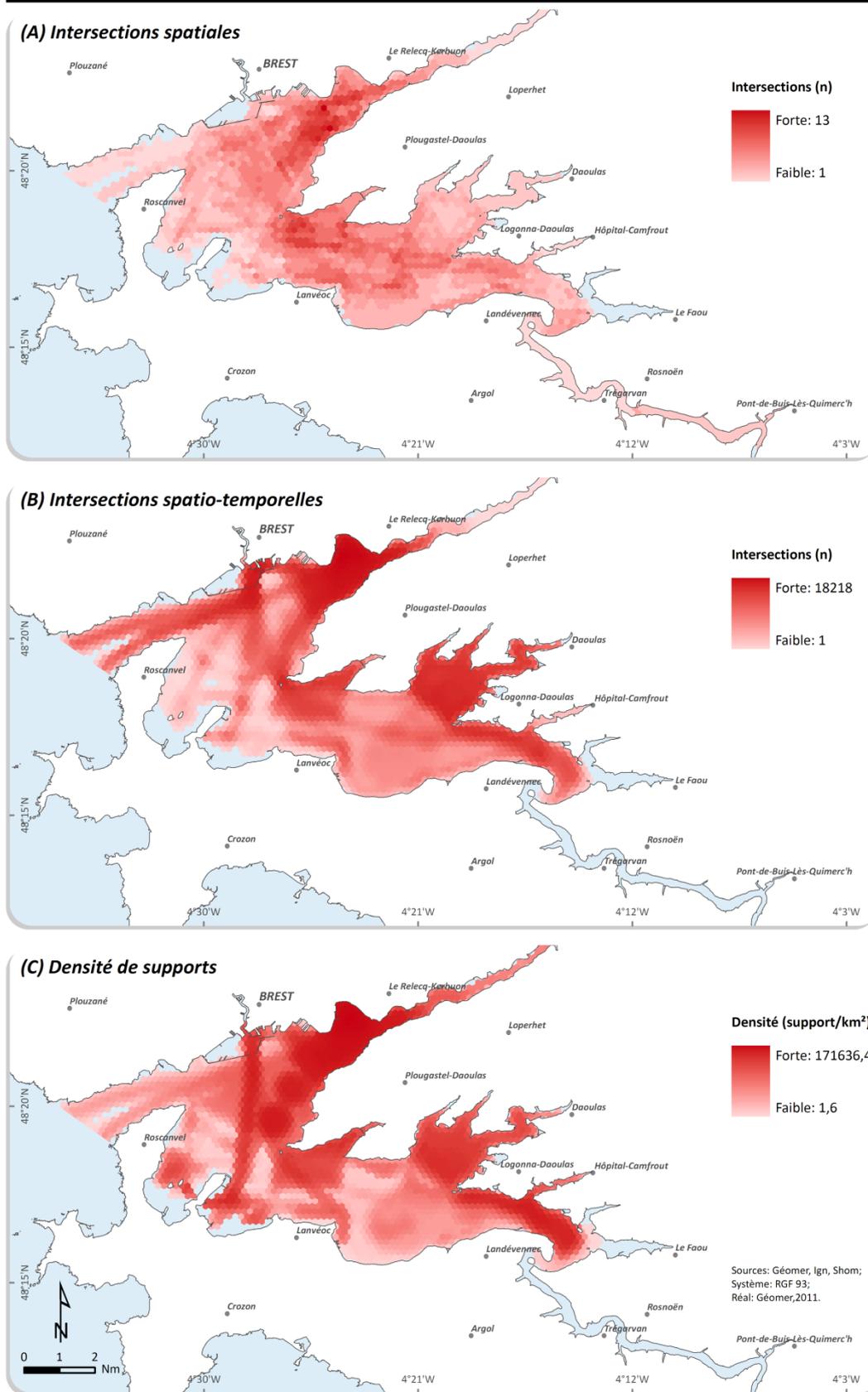


Figure 68. Résultats bruts : (A) somme des intersections spatiales des zones de pratiques, (B) somme des intersections spatio-temporelles en 2009, (C) densité quotidienne de supports cumulée pour l'année 2009.

La somme des intersections spatio-temporelles sur l'année 2009 varie de 1 à plus de 18 000 (pour les valeurs non nulles). La distribution spatiale des valeurs n'est pas homogène, mais l'existence de zones de concentration des fortes valeurs semble visuellement plus évidente. Les zones correspondant aux IST nulles sont globalement identiques à celles des intersections spatiales nulles, sauf dans l'estuaire de l'Aulne. En effet, différentes activités de pêche se superposent spatialement mais n'ont jamais eu lieu le même jour au cours de l'année 2009.

Les zones de plus fortes IST sont situées au nord-est, entre le port de commerce et la Pointe du Corbeau jusque l'Anse de Camfrou (Le Relecq-Kerhuon) en intégrant l'ensemble du Moulin Blanc ; au nord-ouest, au niveau des deux chenaux d'accès à la Rade, dans l'Anse de l'Auberlac'h (Plougastel-Daoulas) ; au sud de Lanvéoc; enfin au sud-est, dans la Baie de Daoulas puis de la Grande Ile du Bindy (Logonna-Daoulas) à l'île de Tibidy jusque Landévennec.

La somme des densités quotidiennes de supports cumulées pour l'année 2009 varie de 1,6 à plus de 170 000 supports/km² (pour les valeurs non nulles). Comme pour la somme des IST, la distribution spatiale des valeurs semble hétérogène et l'existence de zones de concentration de fortes valeurs visuellement plus évidente. Les zones de densité nulle correspondent aux zones d'IST nulles car pour certaines activités comme, par exemple, pour les métiers précédemment cités sur l'estuaire de l'Aulne, la densité n'est pas renseignée (Partie 3 chapitre 1).

Certaines zones de plus fortes densités correspondent aux zones de plus fortes IST. Elles se situent en Baie de Daoulas, puis de la Grande Ile du Bindy à l'île de Tibidy jusque Landévennec, dans l'Anse de l'Auberlac'h, puis de l'Anse de Camfrou à une ligne allant du port de commerce et la Pointe du Corbeau.

En revanche, certaines zones de plus fortes densités ne correspondent pas aux zones de plus fortes IST. Ces zones sont localisées au sud-ouest de la Pointe du Corbeau dans deux zones en forme de cercle correspondant à des manifestations nautiques ; puis sur une ligne allant de la Penfeld (Brest) à l'île Longue correspondant à un trajet du Trans-Rade; enfin au sud-est de la presqu'île de Roscanvel où les plus fortes densités correspondent à la drague au pétoncle noir et à l'huître plate. Nous notons également que les deux chenaux du goulet qui comptabilisent de fortes IST, ne semblent pas posséder de fortes densités.

2.3.2 Résultats discrétisés : Existe-t-il des zones de concentration des valeurs fortes et/ou faibles pour ces variables ?

L'indice global d'autocorrélation spatiale de Moran I est calculé pour chaque variable et les résultats bruts sont discrétisés en quartiles afin de visualiser les zones de fortes et/ou faibles intersections, intersections spatio-temporelles et densité (Figure 69).

Résultats discrétisés par effectifs égaux

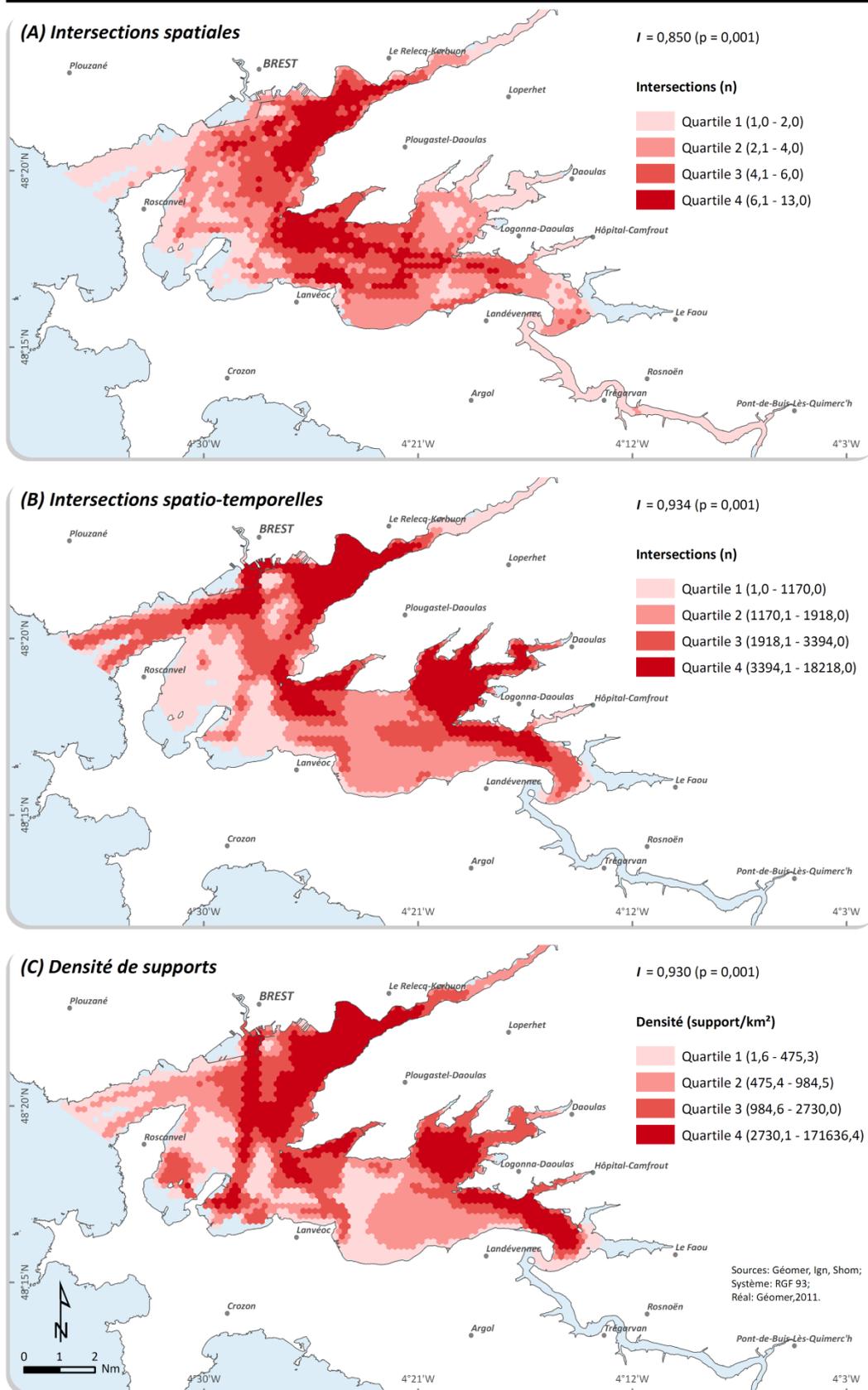


Figure 69. Résultats discrétisés par effectifs égaux : (A) somme des intersections spatiales des zones de pratiques, (B) somme des intersections spatio-temporelles en 2009, (C) densité quotidienne de supports cumulée pour l'année 2009.

Ainsi comme nous pouvions le pressentir à la lecture cartographique des données brutes de la somme des IST et des densités, la distribution spatiale de leurs valeurs élevées et/ou faibles fait l'objet d'une agrégation spatiale plus importante que si les processus spatiaux sous-jacents étaient aléatoires (pour les IST $I \approx 0,93$; $p = 0,001$; $Z > 0$ et pour les densités $I \approx 0,93$; $p = 0,001$; $Z > 0$). Même s'il était difficile de l'augurer à partir de la lecture des résultats bruts non discrétisés, la conclusion est identique en ce qui concerne les intersections spatiales ($I = 0,85$; $p = 0,001$; $Z > 0$). Dans cet objectif, la visualisation des résultats discrétisés par effectifs égaux permet de mieux rendre compte des zones de concentration de fortes valeurs pour les intersections spatiales.

Si l'on retient les valeurs qui correspondent au 4^{ème} quartile de chaque variable (c'est-à-dire 25 % des valeurs les plus fortes) pour identifier les zones de concentration des plus fortes valeurs, les zones identifiées précédemment semblent correspondre.

Toutefois, nous préférons localiser les zones de plus et/ou de moins fortes valeurs pour ces variables ne résultant pas d'une distribution aléatoire.

2.3.3 Analyse spatiale : quelles sont les zones statistiquement significatives de plus et/ou de moins fortes valeurs pour ces variables ?

Des indicateurs locaux d'association spatiale (*LISA*), en particulier l'indice local de Moran I_i , ont été calculés afin d'identifier les agrégats spatiaux ou structures spatiales pour la somme des intersections spatiales, la somme des intersections spatio-temporelles et la densité quotidienne de supports cumulée pour l'année 2009 (Figure 70).

Les valeurs non significatives ne sont pas représentées. Les agrégats sont de deux types :

- HH (*High-High*): valeurs élevées dans un voisinage de valeurs fortes,
- LL (*Low-Low*): valeurs faibles dans un voisinage de valeurs faibles.

L'indice I_i permet également d'identifier les isolats spatiaux qui sont de deux types :

- LH (*Low-High*): valeurs faibles dans un voisinage de valeurs fortes,
- HL (*High-Low*): valeurs élevées dans un voisinage de valeurs faibles.

Les isolats spatiaux identifiés étant peu nombreux, ils ne seront pas décrits (intersections spatiales : 1 maille de type LH et 2 pour le type HL ; intersections spatio-temporelles : 3 mailles de type HL ; densité de supports : 4 mailles de type HL).

Ainsi, les agrégats significatifs ($p < 0,01$) de faibles valeurs pour les trois variables sont globalement identiques et correspondent aux zones de valeurs nulles décrites précédemment pour chaque variable. La différence la plus notable entre variables est l'existence d'un agrégat spatial de faibles valeurs dans l'estuaire de l'Aulne identifié à partir des IST et de la densité. Dans une moindre mesure, des disparités plus ponctuelles sont observées pour les agrégats localisés près de la partie nord-est de la presqu'île de Roscanvel, en amont de l'Elorn puis à la sortie du goulet.

Agrégats identifiés par l'indice LISA de Moran

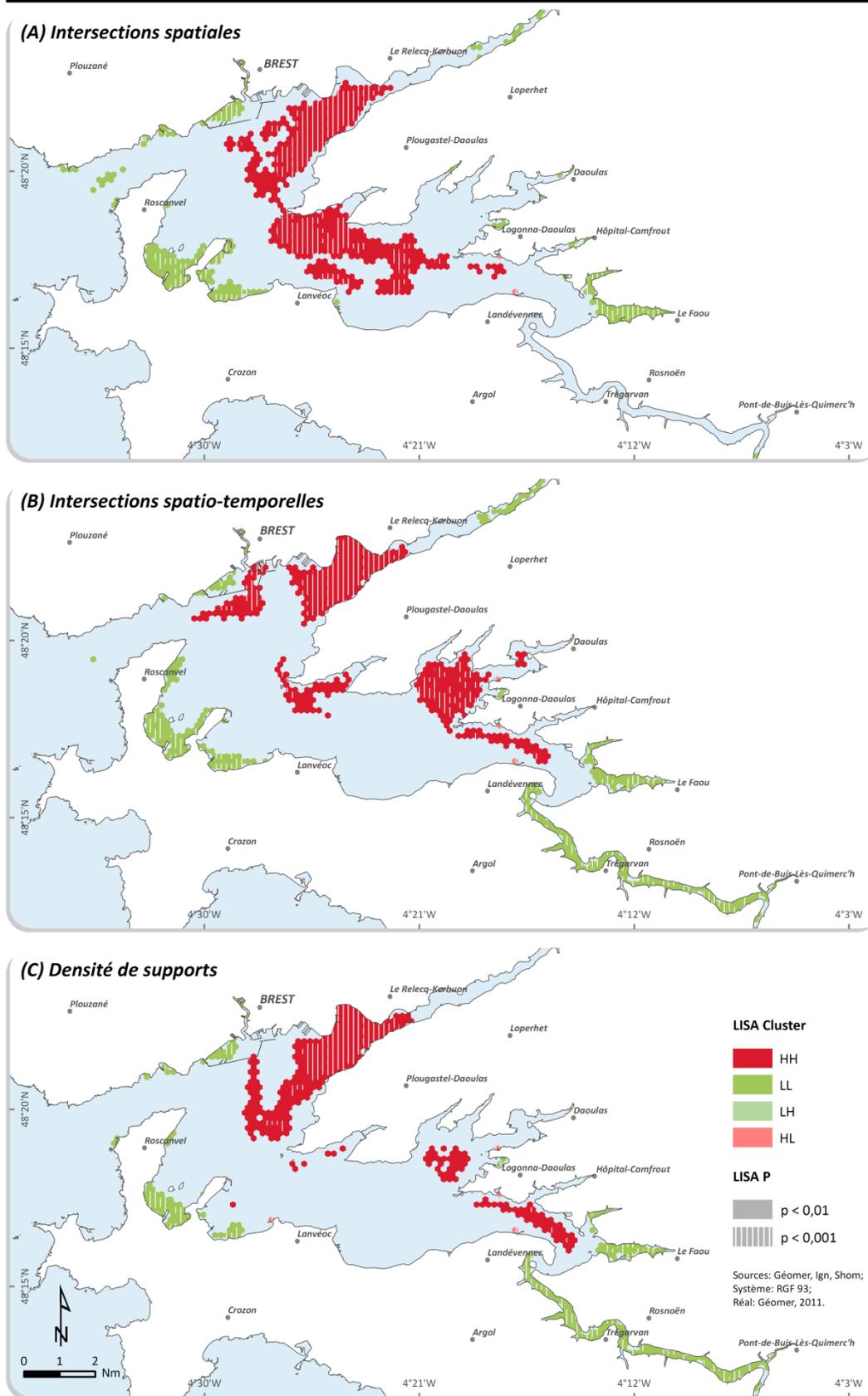


Figure 70. Structures spatiales identifiées pour (A) la somme des intersections spatiales, (B) la somme des intersections spatio-temporelles en 2009, (C) la densité quotidienne de supports cumulée pour l'année 2009 (les valeurs non-significatives ne sont pas représentées).

En ce qui concerne les agrégats spatiaux de fortes valeurs, les intersections spatiales présentent deux agrégats qui ne résultent pas d'une distribution aléatoire ($p < 0,01$). Le premier, au nord se situe dans une zone délimitée par le pont Albert Loupe jusqu'à une ligne allant de la jetée sud de la Rade-Abri jusque la pointe du Caro (Plougastel-Daoulas). Le second part de l'île Ronde (Plougastel-Daoulas) jusque la Pointe du Bindy. Ce dernier agrégat peut être décomposé en trois sous-agrégats ($p < 0,001$) : le premier entre l'île Ronde et la Pointe de Rozégat (Plougastel-Daoulas), le second au sud de ce dernier en face de Lanvéoc et le troisième au sud du de la pointe de Pen-A-Lan (Plougastel-Daoulas).

Les agrégats de fortes valeurs identifiés à partir des intersections spatio-temporelles ne sont pas identiques à ceux identifiés à partir des intersections spatiales.

En effet, l'agrégat de fortes intersections spatiales au sud de la presqu'île de Plougastel, se limite, avec $p < 0,01$, à la zone proximale de l'île Ronde et de l'Anse de l'Auberlac'h pour les intersections spatio-temporelles et est réduite à quelques mailles pour la densité. Avec $p < 0,01$, aucun agrégat n'est identifié dans cette zone.

La seconde différence constatée concerne deux agrégats de fortes IST et densités localisés dans la Baie de Daoulas, puis de la grande île du Bindy jusque Landévennec ($p < 0,01$). L'agrégat en Baie de Daoulas couvre toute la Baie et reste significatif avec $p < 0,01$ pour les fortes valeurs d'IST. En revanche, il est de surface plus restreinte et n'est plus significatif avec $p < 0,001$ pour les fortes densités.

La troisième différence importante est observée dans la zone nord entre la Rade-Abri et le pont Albert Loupe. Les intersections spatiales ne présentent pas de valeurs fortes au niveau de la plage du Moulin-Blanc contrairement aux IST et à la densité. Les valeurs fortes d'IST et de densité sont discontinues sur un axe ouest-est et non significatives au sud de la jetée et de la Rade-Abri. Au sud de la jetée de la Rade-Abri, les fortes IST sont concentrées sur un axe ouest-est tandis que les fortes densités sont distribuées sur un axe nord-sud. Néanmoins, un agrégat constant existe pour les trois variables. Pour $p < 0,001$, les concentrations de fortes valeurs restent pour toutes significatives dans la zone allant de la Pointe du Corbeau au port de commerce jusqu'au pont Albert Loupe (exception faite de la plage du Moulin Blanc).

En somme, la prise en compte des intersections spatio-temporelles met en évidence des agrégats différents. Afin de quantifier la différence apportée par l'analyse des trois variables en termes d'informations spatiales, les agrégats spatiaux significatifs identifiés sont comparés (Tableau 34).

70 % d'agrégats significatifs identifiés à partir de l'analyse spatiale des intersections spatio-temporelles sont différents des agrégats identifiés à partir de l'analyse spatiale des intersections spatiales des zones de pratiques.

Autrement dit, en Rade de Brest, l'intégration de la dynamique spatio-temporelle des activités pour l'analyse spatiale des intersections entre activités apporte une information significative différente de 70 % par rapport à une prise en compte spatiale seule. Cette valeur est similaire pour la densité cumulée, également calculée à partir de la réalisation des

intersections spatio-temporelles (69,7 % d'agrégats significatifs différents). Si l'on compare les agrégats identifiés à partir de la somme des intersections spatio-temporelles à ceux identifiés à partir de la densité cumulée, cette différence est moins prononcée (environ 850 mailles au total contre 1000 à 1150). L'information significative apportée dans ce cas est différente de 45 %.

Tableau 34. Comparaison entre les agrégats significatifs identifiés à partir de l'analyse spatiale des intersections spatiales (par la somme des intersections : SP_INTER) et des intersections spatio-temporelles (par la somme des intersections : N3_SUMINT et la densité cumulée : N3_SUMDENS).

Agrégats significatifs	Identiques	Différents	Total
SP_INTER VS N3_SUMINT	338 (29,5%)	810 (70,5%)	1148 (100%)
SP_INTER VS N3_SUMDENS	310 (30,3%)	712 (69,7%)	1022 (100%)
N3_SUMINT VS N3_SUMDENS	472 (54,5%)	394 (45,5%)	866 (100%)

Nous avons vu précédemment que la majorité des intersections spatio-temporelles calculées concernent des activités *a priori* non antagonistes sur les plans spatio-temporels. Aussi, afin de renseigner des interactions potentielles négatives entre activités par les IST, nous avons pondéré les IST « à dire d'acteurs ». Celles-ci se répartissent en deux catégories :

- les intersections spatio-temporelles entre activités en interaction potentielle négative (ISTI),
- les intersections spatio-temporelles entre activités en conflit spatio-temporel (ISTC).

Les conflits spatio-temporels ont été identifiés et possèdent la particularité d'être tous localisés (Figure 66). En revanche, *quelle est la distribution spatiale des ISTI toutes activités confondues ?*

Possèdent-elles des zones statistiquement significatives de plus et/ou de moins fortes valeurs sur l'ensemble de l'année ? Dans ce cas, ces zones sont-elles identiques à celles identifiées par les IST ?

Les ISTI entre, d'une part, le transport de passagers et les activités nautiques et, d'autre part, le transport de passagers et la palangre au Bar ont-elles une distribution spatiale similaire ?

L'identification d'agrégats spatiaux par l'indice local de Moran I_i est réalisée pour les ISTI toutes activités confondues, puis entre le transport de passagers et les activités nautiques et entre le transport de passagers et la palangre au Bar (Figure 71).

Interactions négatives potentielles

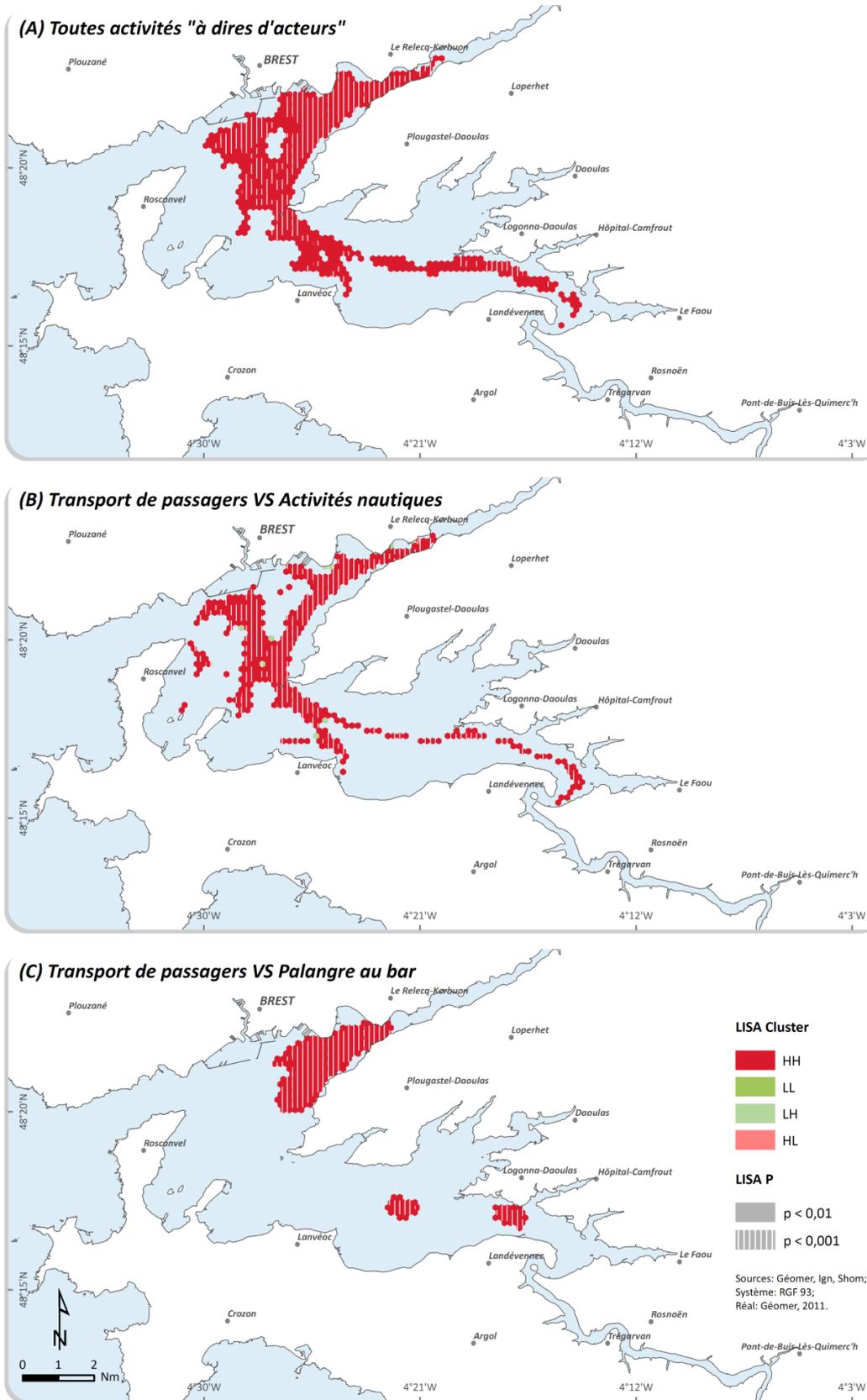


Figure 71. Structures spatiales identifiées pour la somme des ISTI en 2009 (A) toutes activités confondues, entre le transport de passagers et (B) les activités nautiques, et (C) la palangre au bar.

Aucun agrégat de valeurs faibles n'est caractérisé. Les agrégats de fortes valeurs identifiés à partir des ISTI toutes activités confondues ne sont pas identiques à ceux identifiés à partir des IST (Figure 71). Si les zones du Moulin Blanc et le sud de la Rade-Abri correspondent, les ISTI de plus fortes valeurs se répartissent le long de deux axes : l'un en ligne droite allant de la Rade-Abri à Lanvéoc, l'autre semi-circulaire partant de l'Anse Saint-Nicolas sur L'Elorn jusque Landévennec. L'absence d'agrégats de fortes valeurs dans l'Anse de l'Auberlac'h et dans la Baie de Daoulas qui correspondaient en majorité aux IST entre activités nautiques est remarquable.

Les agrégats de fortes valeurs d'ISTI entre le transport de passagers et les activités nautiques se répartissent globalement sur les deux mêmes axes identifiés précédemment mais de manière moins diffuse.

Cette forte similitude est liée à la part prépondérante des intersections des activités nautiques dans la somme annuelle des IST. Une zone située au nord-ouest de Roscanvel présente de fortes valeurs significatives d'ISTI pour $p < 0,01$ et $p < 0,001$.

Les agrégats de fortes valeurs d'ISTI entre le transport de passagers et la palangre au bar présentent une distribution spatiale nettement différente. Trois zones distinctes sont identifiées ($p < 0,001$), la plus importante au nord-est de la rade entre la Pointe du Corbeau et le pont Albert Loupe, la seconde à mi-distance de l'Anse du Poulmic et la Pointe de Pen-A-Lan, la dernière entre Moulin-Mer (Logonna-Daoulas) et le Sillon des Anglais (Landévennec).

Ainsi, sur l'ensemble de l'année, la pondération des IST à partir d'informations collectées auprès des personnes-ressources permet d'identifier des zones de plus fortes valeurs ne résultant pas d'une distribution spatiale aléatoire. Ces zones constituent des structures spatiales de plus fortes interactions négatives potentielles pour les activités considérées.

Il nous semble également pertinent de considérer une échelle d'analyse temporelle plus fine. Pour cela, deux exemples sont retenus : le jour pour lequel la valeur maximale des ISTI toutes activités confondues est atteinte, puis le jour pour lequel la valeur maximale des ISTI entre activités deux à deux est identifiée.

Afin d'illustrer ces interactions négatives potentielles au pas de temps quotidien, nous avons retenu le samedi 20 juin 2009, date pour laquelle la valeur maximale des ISTI toutes activités confondues est atteinte (Figure 65). Parmi les activités présentes en rade de Brest ce jour, seules les activités en interaction négative potentielle d'après les personnes-ressources sont décrites. Les zones d'interactions potentielles sont illustrées par les intersections spatiales de leurs zones de pratiques (Figure 72).

Trois types d'interactions négatives potentielles sont présents ce jour-là (occurrences de qualité « Très bonne ») : les interactions entre (A) le transport maritime et les activités nautiques, entre (B) le transport de passagers et la palangre au Bar, puis entre (C) les activités nautiques représentées ce jour par la voile légère et la mytiliculture sur bouchot sur l'Elorn au niveau de St-Jean.

La Figure 73 représente (B) la somme des ISTI et (C) les résultats de l'analyse spatiale des ISTI à partir de l'indice local de Moran I_i . Les agrégats de fortes valeurs d'ISTI sont localisés entre le port de commerce et le Moulin Blanc, près du port de la Rade-Abri, dans une zone proche de la Pointe de l'Armorique, puis enfin autour de la Basse du Renard. Les densités de supports (A) ne sont pas utilisées pour l'analyse spatiale mais permettent de montrer que la zone où se concentre la plus grande densité se situe au niveau du Moulin Blanc (indice de qualité des effectifs « Très bon »), zone qui correspond à un agrégat spatial de fortes valeurs d'ISTI.

Exemple du 20 juin 2009: les interactions "à dire d'acteurs"

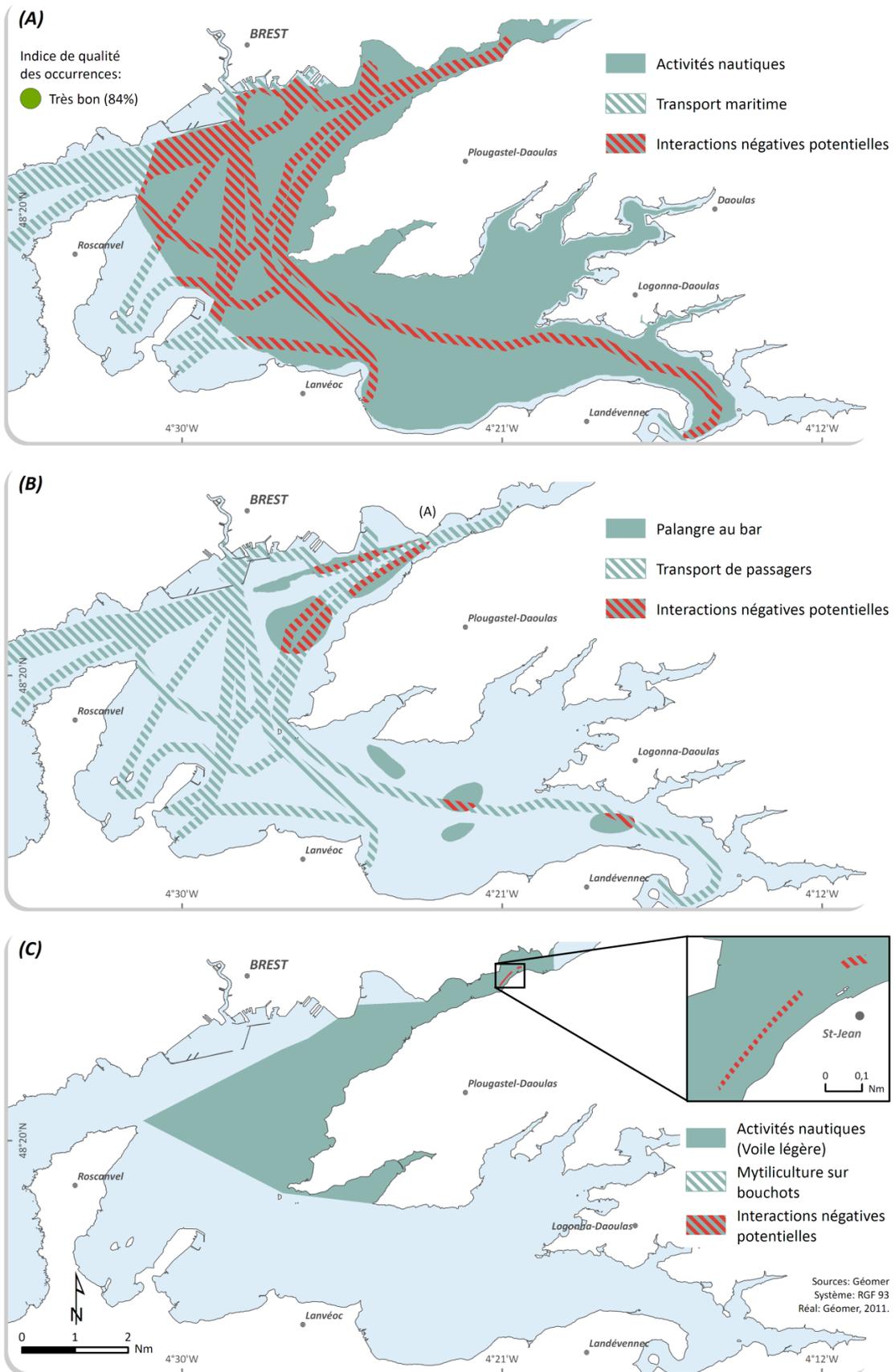


Figure 72. Intersections spatiales entre activités en interaction négative potentielle « à dire d'acteurs » le 20 juin 2009.

Exemple du 20 juin 2009: analyse des interactions "à dire d'acteurs"

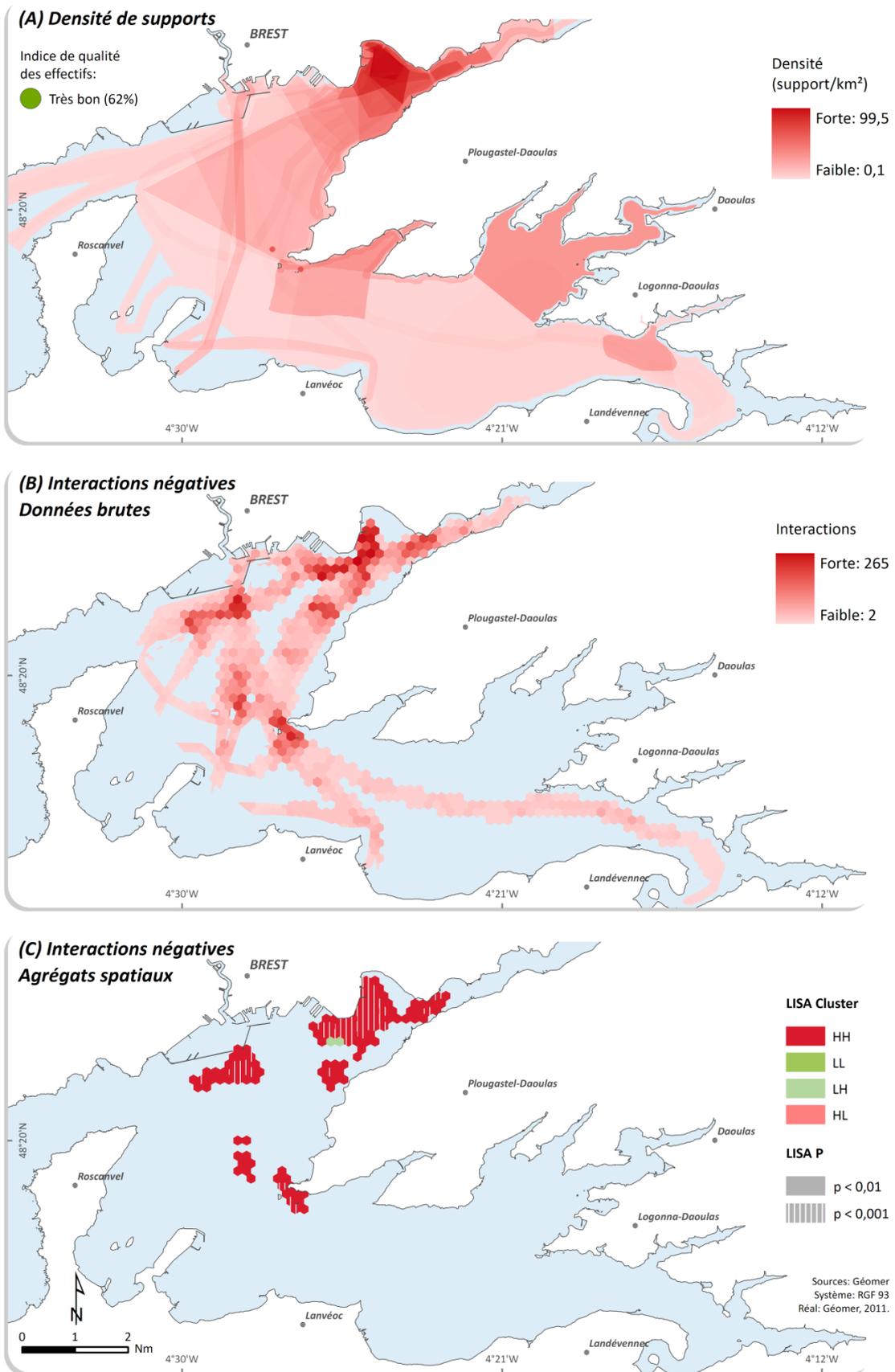


Figure 73. (A) Densité de supports, (B) somme des ISTI et (C) analyse spatiale des ISTI toutes activités confondues le 20 juin 2009.

Le second exemple d'analyse des interactions négatives potentielles au pas de temps quotidien porte sur le transport maritime de passagers et les activités nautiques. Ces activités cumulent le plus d'intersections spatio-temporelles pondérées « à dire d'acteurs » sur l'année (Figure 63). La valeur maximale des ISTI entre ces deux activités est atteinte le samedi 2 Mai (Figure 67).

Ainsi, la Figure 74 présente (A) les intersections spatiales, (B) la densité de supports, et (C) les agrégats spatiaux des ISTI entre le transport de passagers et les activités nautiques le 2 mai 2009.

L'ensemble des zones de pratiques des activités nautiques encadrées ce jour couvre quasiment la totalité de la rade de Brest excepté le goulet et la partie sud-ouest. Les lignes de transport maritime sont multiples, une pour le transport de charge et huit pour le transport de passagers, avec une emprise spatiale différente (indice de qualité des occurrences « Très bon »).

La somme de la densité de supports s'élève à plus de 90 supports/km² sur l'ensemble de la rade. Si cette densité totale reste très inférieure à la médiane quotidienne calculée sur l'année (3004,5 supports/km²), les supports sont néanmoins concentrés dans une zone de faible superficie au niveau du Moulin-Blanc. Plus de 260 supports sont dénombrés sur la journée (indice de qualité des effectifs « Très bon »). L'analyse spatiale par l'indice local de Moran I_i confirme la présence de deux agrégats significatifs de fortes valeurs d'ISTI ($p < 0,001$), l'un au niveau du Moulin-Blanc, le second entre l'île Ronde et la Pointe de l'Armorique.

Les nombreuses intersections spatiales entre les activités nautiques encadrées et le transport maritime de passagers (ligne de la société Azénor) au niveau du Moulin-Blanc pour ce jour traduisent potentiellement des interactions négatives entre elles. Associée à une forte densité de supports, densité susceptible de restreindre l'espace disponible pour les manœuvres, cette situation peut engendrer des perturbations à la navigation allant de la gêne à la création de situations à risques pour la sécurité des navires et des personnes.

Nous avons donc montré que l'analyse spatiale des intersections spatio-temporelles apporte une information différente des intersections spatiales des zones de pratiques en rade de Brest. Afin de caractériser des interactions négatives potentielles entre activités, les intersections spatio-temporelles pondérées « à dire d'acteurs » ont été mobilisées. Elles ont permis d'identifier des zones statistiquement significatives de plus et/ou de moins fortes valeurs à différentes échelles temporelles (année et jour), toutes activités confondues et entre activité deux à deux.

Transport de passagers VS Activités nautiques : samedi 02 mai 2009

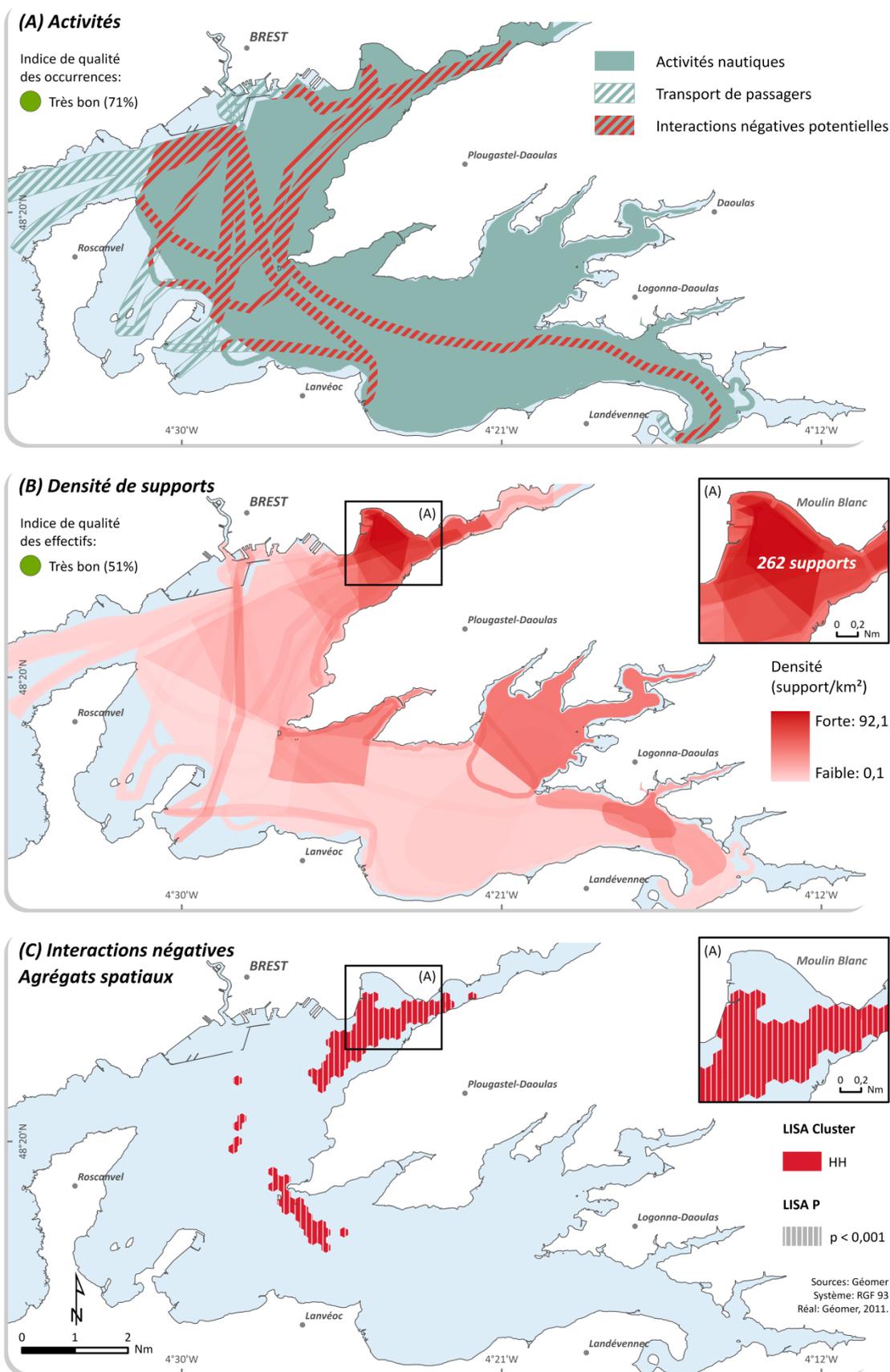


Figure 74. (A) Intersections spatiales, (B) densité de supports, et (C) analyse spatiale des ISTI entre le transport de passagers et les activités nautiques le 2 mai 2009.

Conclusion partielle

La méthode proposée permet de décrire comment, à partir des données de natures diverses présentées dans la deuxième partie (page 91), constituer une base de données spatio-temporelles décrivant les zones de pratiques, les occurrences et les densités de supports des activités humaines en rade de Brest pour l'année 2009.

Ainsi, la base de données spatio-temporelles réalisée contient 149 UST associées à 9346 occurrences quotidiennes et décrit 29 sous-activités au niveau 3 de la typologie.

Les informations temporelles et quantitatives contenues dans la base de données spatio-temporelles sont de natures différentes. Il en résulte une précision variable dont nous rendons compte par le calcul d'un indice de qualité des occurrences et des effectifs allant de « très bon » à « très faible ». Pour 2009, 84 % des jours en termes d'occurrences et 90 % des jours en termes d'effectifs ont un indice de qualité allant de bon à très bon.

La mobilisation de cette base de données au sein d'un SIG, par l'emploi de requêtes spatio-temporelles spécifiques, permet la réalisation d'instantanés temporels au pas de temps quotidien sur l'ensemble de l'année. L'utilisation successive d'instantanés temporels permet ainsi de rendre compte du déroulement des activités qui est illustré pour 3 jours consécutifs en 2009 (du 24 au 26 octobre).

Dans un second temps, nous avons montré comment cette base de données spatio-temporelles peut être mobilisée pour identifier, spatialiser et quantifier les conflits d'usages potentiels et les interactions spatio-temporelles potentielles négatives entre activités intervenant en rade de Brest.

Pour cela, nous avons calculé les intersections spatio-temporelles (IST) entre activités modulées suivant certaines variables (somme des intersections, densité cumulée, somme des intersections pondérées à dire d'acteurs).

Ainsi, nous avons identifié quelles sont les activités possédant les plus fortes occurrences d'IST au cours de l'année 2009, quelles sont les périodes de plus ou moins fortes valeurs d'IST pondérées par les différentes variables, puis où sont localisées les zones de plus et de moins fortes valeurs d'IST pondérées.

Enfin, nous avons montré que la prise en compte de la dynamique spatio-temporelle des activités en rade de Brest pour l'analyse spatiale des intersections entre activités permet d'identifier des agrégats spatiaux significativement différents.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette thèse avait pour objectif de contribuer à l'étude d'un socio-système côtier, et plus précisément à la description du déroulement des activités humaines en mer côtière et à l'analyse de leurs interactions. Les mers côtières, parties marines des zones côtières, par l'apport de ressources, jouent un rôle essentiel pour les sociétés humaines. La concentration et la diversité des activités qui s'y développent, exercent une pression croissante sur cet espace et les milieux associés ce qui génère des interactions parfois conflictuelles entre activités. Dans ce contexte, la compréhension de ces interactions implique au préalable une connaissance du déroulement des activités. Du fait de la complexité du système, nous avons retenu une approche de modélisation des activités humaines en mer côtière visant à caractériser leur déroulement dans le temps et l'espace. La rade de Brest est choisie comme site expérimental. Les principaux apports méthodologiques et thématiques de ce travail sont détaillés dans les paragraphes suivants. Nous en soulignons également les limites puis dégageons plusieurs perspectives de recherche.

1. Synthèse

Méthode

Du point de vue méthodologique, la thèse visait deux objectifs.

Le premier objectif était de décrire différentes activités identifiées en rade de Brest ce qui implique le recours à des données cohérentes et spécifiques en termes de granularités spatiales et temporelles. Nous avons choisi de retenir l'horizon temporel d'une année (année 2009 choisie du fait de la disponibilité des données) à un pas de temps quotidien pour la description des activités encadrées uniquement. Les activités non-encadrées n'ont pas été décrites en raison des contraintes méthodologiques liées à la collecte de données permettant de les caractériser. L'inventaire des informations géographiques existantes puis leur structuration au sein d'un SIG, nous ont permis d'identifier les informations indisponibles. Afin de combler ces lacunes, nous avons développé une méthode permettant la collecte de données spatialisées, temporelles, quantitatives et qualitatives à partir soit de l'analyse de bases de données existantes telles que celles issues du Système d'Identification Automatique ou AIS (Le Guyader *et al.* 2012), soit d'entretiens semi-directifs menés auprès de personnes-ressources. Le post-traitement de ces données de natures différentes permet de cartographier les zones de pratiques et d'élaborer des calendriers de pratiques pour les activités considérées selon la méthode proposée par Le Tixerant (2004).

Le second objectif était de modéliser le déroulement des activités recensées dans l'espace et le temps au sein d'un SIG puis de caractériser les interactions entre elles.

Dans cette perspective, une méthode est élaborée pour constituer une base de données spatio-temporelles décrivant les zones de pratiques, les occurrences et les densités de supports des activités pour l'année 2009. Son exploitation cartographique au sein du SIG permet la réalisation d'instantanés au pas de temps quotidien sur l'ensemble de cette période.

La modélisation des interactions repose sur deux hypothèses initiales :

- (i) les activités potentiellement en interaction sont en interaction spatio-temporelle, c'est-à-dire qu'elles se déroulent simultanément en un même lieu ;
- (ii) ces interactions peuvent être approchées par des intersections spatio-temporelles (IST) entre activités modulées selon certaines variables (somme des intersections, densité cumulée, somme des intersections pondérées à dire d'acteurs).

La base de données spatio-temporelles est ensuite mobilisée pour calculer les IST au pas de temps quotidien sur l'ensemble de l'année 2009 par un algorithme écrit en Java [™] (Brosset *et al. in prep.*). Les IST pondérées par deux indices réalisés à dire d'acteurs distinguent deux types: les IST entre activités potentiellement en interaction négative (ISTI) et les IST entre activités en conflit spatio-temporel (ISTC).

L'analyse des interactions négatives potentielles entre activités est menée par la visualisation et l'exploration univariée des variables renseignées par les IST pour identifier :

- (i) les activités potentiellement en interaction par l'intermédiaire d'une matrice symétrique,
- (ii) les périodes de plus ou moins fortes interactions potentielles entre activités à partir des statistiques descriptives de l'évolution temporelle des variables au cours de l'année 2009,
- (iii) les zones de plus et/ou de moins fortes valeurs pour ces variables par l'analyse spatiale *via* des indicateurs locaux d'association spatiale (LISA), en particulier l'indice local de Moran I_i .

Résultats

Cette méthode a permis la description des activités encadrées se déroulant dans la rade de Brest en 2009, par la réalisation des zones et calendriers de pratiques. Leur déroulement dans l'espace et le temps ainsi que leurs interactions potentielles ont été caractérisés.

Lors de la collecte de données, nous avons été amenés à analyser des données hétérogènes provenant de différentes sources. L'activité de transport maritime a été en majeure partie caractérisée par l'analyse de données AIS ; ce qui a permis d'identifier, de quantifier et de cartographier le trafic maritime journalier de charge et de passagers en rade de Brest en 2009. Pour d'autres activités telles que la pêche professionnelle, les activités nautiques encadrées, les manifestations nautiques sportives et une partie du transport maritime de passagers, nous avons eu recours à des entretiens semi-directifs menés auprès de personnes-ressources. Lors de ces entretiens, nous avons testé une méthode qui mobilise les SIG pour cartographier les zones de pratiques « à dire d'acteurs ». L'utilisation du SIG s'est révélée fonctionnelle et a permis un gain de temps important. Contrairement à la réserve émise par Des Clers (2010), dans le cadre de *Finding Sanctuary* en Angleterre, nous n'avons observé aucun blocage lié au support informatique. Plus de 80 cartes de zones de pratiques

ont été réalisées puis validées par leurs producteurs. Ainsi le recueil de données a permis la description spatiale, temporelle et quantitative de 29 sous-activités (au niveau 3 de la typologie) concernant la pêche professionnelle, le transport maritime, les activités nautiques encadrées et les manifestations sportives. Ces données ont été exploitées pour élaborer les calendriers et les zones de pratiques de ces activités. Les zones de pratiques ont été intégrées dans une Base d'Information Géographique (BIG) puis archivées et cataloguées dans le système d'information en ligne MEnIr¹ (Gourmelon *et al.* 2005).

La caractérisation du déroulement des activités dans l'espace et le temps au cours de l'année 2009 a été réalisée. Ainsi, au pas de temps quotidien, il est possible de produire une cartographie des lieux où les 29 sous-activités considérées sont susceptibles de se dérouler, de préciser les densités de supports, et de renseigner la qualité de l'information temporelle et quantitative puis la nature et la source de l'information spatiale.

Les interactions potentielles entre activités en rade de Brest ont été caractérisées sur les plans qualitatif, temporel et spatial, permettant de répondre à trois questions : *quelles sont les activités potentiellement en interaction ?*, *à quels moments ou périodes ont-elles lieu ?*, et *où se produisent-elles?*

Ainsi, parmi les activités mentionnées par les personnes-ressources comme étant en interaction spatio-temporelle négative, l'analyse des ISTI montre que certaines d'entre elles ne partagent jamais une même zone de pratiques. Les plus fortes occurrences d'ISTI concernent en premier lieu le transport maritime de passagers et les activités nautiques encadrées puis, dans une moindre mesure, le transport maritime de passagers et le métier de la palangre au bar. Les ISTC, qui représentent moins de 0,1 % des IST calculées, permettent de confirmer la présence d'IST entre les activités respectivement concernées par les trois conflits spatio-temporels identifiés lors des entretiens, puis de quantifier les occurrences d'ISTC pour chacun de ces conflits.

L'analyse de l'évolution temporelle des ISTI et ISTC permet d'identifier les périodes pour lesquelles la somme quotidienne de ces variables est plus ou moins forte au cours de l'année, toutes activités confondues ou entre deux activités. Par exemple, la valeur maximale de la somme quotidienne des ISTI, toutes activités confondues, est atteinte le 20 juin 2009, entre le transport de passagers et les activités nautiques encadrées le 2 mai 2009, et entre le transport de passagers et la palangre au bar le 2 août 2009. L'analyse spatiale des IST permet de localiser les zones de plus et/ou de moins fortes valeurs d'ISTI et d'ISTC pour un jour donné ou cumulées sur l'ensemble de l'année, en considérant toutes les activités ou entre deux activités. Prenons l'exemple du 2 Mai 2009, les zones de plus fortes valeurs d'ISTI entre le transport de passagers et les activités nautiques encadrées sont localisées à proximité de la plage du Moulin-Blanc et coïncident avec des zones de forte densité de supports.

¹ <http://menir.univ-brest.fr>

Enfin nous avons montré que, pour la rade de Brest, l'intégration de la dynamique spatio-temporelle des activités pour l'analyse spatiale des intersections entre activités identifie des zones significativement différentes de 70 % par rapport à une prise en compte spatiale seule.

La thèse ayant une forte portée méthodologique, nous devons nous interroger sur ses principaux apports et limites.

2. Les apports et limites méthodologiques

Les apports méthodologiques

La méthode proposée pour la collecte de données permet la construction des zones et des calendriers de pratiques pour les activités encadrées en mer côtière à l'échelle locale. En associant les personnes-ressources, elle permet la co-production de données inédites dont la qualité peut être précisée et qui peuvent compléter un SIG environnemental accessible à divers acteurs, notamment aux représentants des scènes de gestion locales.

La réalisation d'une base de données spatio-temporelles exploitée au sein d'un SIG permet de décrire la dynamique spatio-temporelle des activités humaines en mer côtière au pas de temps quotidien sur l'ensemble d'une année.

Afin de caractériser les conflits d'usages pour l'espace en mer côtière, les IST pondérées « à dire d'acteurs » sont mobilisées sur une année. Le recours aux IST permet d'identifier les activités potentiellement en interaction négative ou en conflit spatio-temporel, de discerner les périodes potentielles où ces conflits et interactions négatives sont plus ou moins élevés, puis d'identifier les zones où ils sont susceptibles de se dérouler à différentes échelles temporelles (année et jour), toutes activités confondues et entre activité deux à deux.

La superposition des zones de pratiques est le plus souvent utilisée d'une part pour caractériser la diversité des activités humaines en mer côtière, et d'autre part pour identifier la répartition spatiale des zones de conflits potentiels entre activités (Brody *et al.* 2004, 2006 ; Schrijvers 2005 ; Maes *et al.* 2005 ; Ban et Alder 2008 ; Beck *et al.* 2009 ; Gimpel *et al.* 2011). Or, le recours aux IST permet de produire deux informations synthétiques :

- la répartition de la densité quotidienne de supports cumulée sur l'ensemble d'une année toutes activités confondues ou par activités permet de compléter et d'affiner la distribution spatiale de la diversité des activités ;
- la répartition des agrégats spatiaux de la somme des IST sur l'ensemble d'une année. Cette information précise la répartition spatiale des zones d'interactions négatives potentielles puisque, du moins sur notre site d'étude, elle est significativement différente de celle apportée par le calcul des intersections spatiales de zones de pratiques.

Les limites méthodologiques

En ce qui concerne la collecte de données, seules les activités encadrées ont été décrites. En effet, la caractérisation des activités non encadrées, possédant *a priori* une plus grande variabilité individuelle dans les pratiques, aurait nécessité un protocole méthodologique spécifique, avec un effort d'observation important en termes de représentativité pour émettre des hypothèses au niveau de l'activité. De plus, les activités ont été volontairement décrites sur une seule année afin de restreindre le temps de collecte et de post-traitement. De ce fait, nous ne pouvons considérer la variabilité interannuelle des occurrences et des effectifs. La réalisation des entretiens introduit également certaines contraintes (détaillées page 127) liées au mode d'échantillonnage (l'identification de personnes-ressources estimées comme représentatives peut aussi être complexe), à leur réalisation (refus d'entretiens), et au mode de validation des zones de pratiques.

Une limite associée à la structuration de la base de données spatio-temporelles porte sur la prise en compte de l'incertitude. Mobilisant des données de natures diverses, nous proposons un indice de qualité des données sur les plans temporel et quantitatif. Il s'agit d'un indice construit de manière empirique et perfectible. Nous n'avons pas pu rendre compte de l'incertitude des données sur le plan spatial. Ayant pris la décision de travailler avec un espace discrétisé, nous convenons cependant de la difficulté de concevoir une limite fixe d'une zone de pratique en particulier en milieu marin. Considérer l'incertitude liée à la détermination de la limite fixe d'une zone de pratique aurait été particulièrement intéressant pour le cas de zones de pratiques réalisées à dire d'acteurs. Elle aurait probablement permis de proposer une solution face à la difficulté rencontrée notamment lors de l'homogénéisation des géométries de zones de pratiques spatialisées par des lignes.

Concernant la méthode de modélisation des interactions entre activités, il existe une limite liée au pas de temps choisi lors de la définition de l'hypothèse initiale. En supposant que les activités potentiellement en interaction se déroulent simultanément en un même lieu, nous avons retenu le pas de temps quotidien pour traduire la concomitance potentielle des activités. Or, elles peuvent posséder des occurrences infra-quotidiennes à la fois différentes entre activités et variables pour une même activité. La seconde limite est d'ordre méthodologique. La période temporelle retenue (une année) pour le calcul des IST constitue aussi une limite car elle ne permet pas de prendre en compte une variabilité interannuelle du déroulement des activités. Autre limite d'ordre analytique, nous avons uniquement procédé à la visualisation et à l'exploration univariée des résultats. Or la coïncidence entre certaines zones de fortes ISTI et de fortes densités souligne la nécessité d'une analyse multivariée des différentes variables pour envisager le calcul d'un indicateur synthétique. Enfin, l'analyse des dimensions temporelles et spatiales a été effectuée de manière disjointe. Il semble pourtant pertinent de ne pas considérer les données spatio-temporelles comme étant statistiquement indépendantes (Cressie et Wikle 2011), en particulier dans le cas de la

modélisation du déroulement des activités humaines où les interactions entre l'espace et le temps sont complexes (Kwan 2004).

Au regard des apports et limites énoncés, la question de la transposabilité potentielle des méthodes développées se pose.

Des méthodes transposables ?

Considérant la méthode de collecte de données, elle nous semble *a priori* reproductible sur d'autres sites d'étude. La méthode d'exploitation de données AIS sera ainsi prochainement testée sur l'ensemble du Parc Naturel Marin d'Iroise dans le cadre du projet « Mobiliser les savoir-faire pour l'analyse spatiale et dynamique des activités et des flux en mer côtière. Application à la Mer d'Iroise » soutenu par la Fondation de France (2011-2013). En ce qui concerne la collecte de données auprès de personnes-ressources, la méthode nous semble suffisamment souple dans l'élaboration de l'échantillonnage et dans la phase de numérisation pour être adaptée, selon le contexte et les besoins de description des zones et calendriers de pratiques d'activités encadrées. Cette méthode, telle qu'elle est présentée ici, est certes consommatrice de temps. Toutefois, la constitution du SIG, support de numérisation, peut être simplifiée ; les zones de pratiques numérisées pouvant être restreintes à des zones de pratiques « en général »...

La constitution de la base de données spatio-temporelles comporte des contraintes plus importantes. Elle nécessite une connaissance experte des données et leur structuration est relativement ardue dans un contexte de multi-activités. Cependant, elle peut être facilement envisageable sur le plan technique dans le cas d'un nombre restreint d'activités.

En dépit de l'intérêt de la réalisation des IST pour caractériser et analyser les conflits d'usages pour l'espace, sa mise en œuvre est relativement complexe. Cette méthode nécessite de décrire les activités avec une granularité temporelle « fine », ce qui est très chronophage. Pour réduire le temps nécessaire à cette phase préliminaire, la collecte et la structuration des données pourraient être limitées aux activités en conflit spatio-temporel. En effet, moins de 1 % des IST calculées pour la rade de Brest concernent des activités en conflit spatio-temporel. La réalisation des IST exige des compétences techniques spécifiques et requiert un équipement informatique adapté compte tenu du temps de calcul (une semaine¹). Pour ces raisons, des efforts de recherche doivent être poursuivis, dans la mesure où la transposition de cette méthode est conditionnée par la conception d'un outil mobilisable dans un SIG par une interface graphique.

¹ Sur une station de travail à huit cœurs.

3. Les perspectives de recherche

Outre ces apports méthodologiques et thématiques, ce travail soulève certaines questions et ouvre des perspectives en termes de recherche.

À court terme, l'enjeu est d'identifier quelle peut être la contribution d'une telle approche à la construction d'un savoir partagé (Ostrom 2009) auprès des acteurs en rade de Brest ? Puis dans quelle mesure peut-elle contribuer à une démarche de prospective par l'élaboration de scénarios de gestion ?

Ce travail vise à s'inscrire dans une démarche de recherche-action (Reason et Bradbury 2008 ; Kindon *et al.* 2009) ou de recherche participative (Cornwall et Jewkes 1995 ; Barreteau *et al.* 2010), dans laquelle l'implication de personnes-ressources est essentielle. À ce stade, elle s'est seulement traduite par la consultation et la mobilisation de personnes-ressources pour la co-construction de données. Dans le cadre du projet « Rad2Brest » (LITEAU III), les résultats issus de cette première étape (zones et calendriers de pratiques) ont été présentés aux personnes-ressources appartenant à deux scènes de gestion (le site Natura 2000 en mer « Rade de Brest, Estuaire de l'Élorn » et le « Contrat de Rade ») et au CLPMEM Nord-Finistère. Les sollicitations informelles des chargés de missions de quelques sites Natura 2000 en Mer¹ (hors rade de Brest), confirment les besoins méthodologiques en termes de gestion pour la description de différentes activités en mer côtière. Dans cette perspective, les résultats de cette thèse seront en particulier présentés et discutés avec les personnes-ressources dans le cadre du projet « Rad2Brest ». L'objectif est de construire, avec les parties prenantes, des scénarios spatialisés en fonction de différentes hypothèses de gestion. Sans vouloir se substituer à l'étape de co-construction avec les personnes-ressources, et uniquement à titre illustratif, un scénario concernant la pêche professionnelle, qui ne reflète en aucun cas une situation actuelle, est proposé dans l'Encadré 7. Il atteste de l'intérêt de la méthode mise en œuvre dans cette thèse pour ce type de démarche.

¹ Site « Roches de Penmarc'h », site « Archipel des Glénans », site « Plateau de Rochebonne »

Encadré 7. Exemple de scénario (non co-construit avec les personnes-ressources).

Contexte : la praire, espèce moins emblématique que la Coquille Saint-Jacques en rade de Brest, est néanmoins l'espèce de la rade la plus importante en chiffres d'affaires pour la pêche professionnelle (Pitel *et al.* 2006). La base de données spatio-temporelles permet de calculer la distribution spatiale de la somme de densité quotidienne de support pour le métier de la drague à la praire sur l'année 2009 (Figure A).

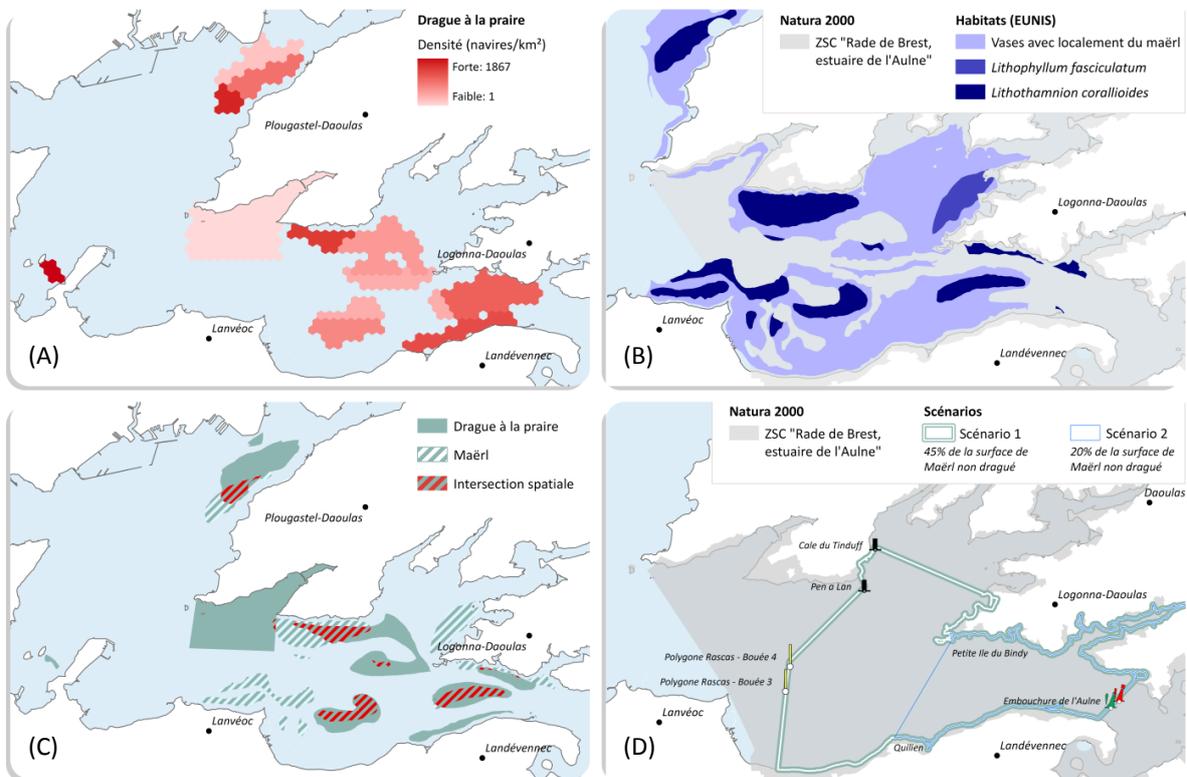
Le sud-est de la rade fait partie du site Natura 2000 en mer : « Rade de Brest, estuaire de l'Aulne » et abrite certains habitats d'intérêt communautaire dont le maërl (*Lithophyllum fasciculatum*, *Lithothamnion corallioides*). 80 % de la surface de cet habitat en rade de Brest est inclus dans le périmètre Natura 2000 (Figure B).

Le référentiel pour la gestion de la pêche professionnelle sur les sites Natura 2000 en mer, spécifie que les dragues remorquées exercent potentiellement une pression physique, biologique et chimique sur cet habitat (Collie

2000 ; Grall et Hall-Spencer 2003). L'intersection spatiale entre les zones de pêches de la drague à la praire et le maërl permet d'identifier que plus du 1/3 de la surface de maërl en rade est potentiellement dragué (Figure C).

Scénarios : un « contrat Natura 2000 » est passé entre le comité local de pêches et l'opérateur Natura 2000 afin de ne plus pêcher à la drague dans certaines zones où le maërl est présent pendant une période de 3 ans afin d'estimer la résilience de cet habitat. Pour cela deux périmètres sont à l'étude (Figure D) : le premier correspond à une zone couvrant 45 % (**scénario 1**) de la surface de maërl compris dans le site Natura 2000 et le second à 25 % (**scénario 2**).

À l'horizon temporel de 3 ans, quelle pourrait être l'incidence de ces deux propositions de zonage sur l'activité de pêche à la drague à la praire ?



L'effort de pêche est approché par le calcul de « l'effort temporel ». Il consiste à sommer le nombre de navires pratiquant ce métier pour chaque jour de pêche sur l'année 2009 en rade de Brest. Cet indice semble vraisemblable car le temps de pêche est très réglementé. Ainsi, l'effort annuel représente 1114 navires. Puis, pour chaque jour, le nombre de navires pêchant en 2009 sur les zones concernées par chaque scénario est calculé pour en déduire la somme annuelle.

Ainsi, le **scénario 1** induit une baisse de 43,5 % de l'effort temporel pour ce métier et le **scénario 2** induit une baisse de 23 %. Cette estimation pourrait par exemple servir de base pour effectuer une demande de mesure aqua-environnementale auprès du FEP (Fond Européen pour la Pêche) afin de dédommager les pêcheurs.

À moyen terme, les perspectives sont d'ordres méthodologique, analytique et thématique.

Ainsi il serait intéressant d'améliorer l'estimation de la qualité de l'information temporelle « à dire d'acteurs ». Une piste de travail concerne le couplage SIG/SMA (Le Tixerant *et al.* 2010) afin d'intégrer des contraintes environnementales (météorologiques et marégraphiques) en tant que filtres opérant sur la présence/absence de zones de pratiques et ainsi préciser les occurrences des activités pour lesquelles la qualité des données est faible ou très faible. Par ailleurs, certaines limites ont soulevé l'importance de la prise en compte de l'incertitude des données et en particulier de l'incertitude spatiale pour la description des zones de pratiques et des IST. Ceci pourrait être envisagé en mobilisant la théorie des ensembles flous (Zadeh 1965), notamment par l'introduction des zones de pratiques en tant qu'objets spatiaux flous (Zhan et Lin 2003).

L'analyse des agrégats spatio-temporels (pour l'identification à la fois des zones et des périodes pour lesquelles les valeurs d'ISTI sont anormalement élevées) pourrait être envisagée par le calcul des statistiques spatio-temporelles de balayage (*scan statistic*) (Kulldorff 1997 ; Kulldorff *et al.* 1998 ; Demattei et Cucala 2010) ou encore les densités spatio-temporelles de Kernel (Nakaya et Yano 2010).

Enfin, la production inédite d'informations synthétiques telles que la répartition spatiale de densité de supports cumulée sur l'ensemble d'une année dans un contexte de multi-activités, ouvre une perspective de recherche portant sur la caractérisation des interactions nature-sociétés en mer côtière. Dans quelle mesure ces informations peuvent contribuer à une approche par les impacts cumulés sur les écosystèmes (*cumulative impacts*) (Selkoe *et al.* 2009 ; Ban *et al.* 2010 ; Stelzenmüller *et al.* 2010b ; Kappel *et al.* 2012) et plus précisément pour le calcul des indices de pression anthropique à fine échelle et intégrant une variabilité spatio-temporelle ?

En définitive, dans ce travail nous avons tenté d'apporter des éléments nouveaux pour collecter des données pertinentes, les intégrer et les analyser pour décrire la distribution spatio-temporelle des activités en mer côtière et leurs interactions potentielles. En cela, nous espérons que cette thèse puisse contribuer à la caractérisation des interactions complexes au sein du socio-système côtier dans une perspective de développement durable des sociétés humaines.

BIBLIOGRAPHIE

- Achterkamp, M.C. & Vos, J.F.J. (2008) Investigating the use of the stakeholder notion in project management literature, a meta-analysis. *International Journal of Project Management*, 26, 749–757.
- ADEUPA de Brest. (2009) *Rapport d'activité 2008*. Brest.
- Aitali, D. & Thiel, E. (1993) Du squelette discret ou continu. pp. 236–244. Strasbourg.
- Allain, S., Guillaumont, B., Le Visage, C., Loubersac, L. & Populus, J. (2002) *Données Géographiques De Référence En Domaine Littoral Marin*. Actes des journées techniques 2000 du CETMEF.
- Amblard, F., Rouchier, J. & Bommel, P. (2006) Évaluation et validation de modèles multi-agents. *Modélisation et simulation multi-agents: Applications pour les sciences de l'homme et de la société* Science informatique et SHS. pp. 50–73. Hermès; Lavoisier, Paris.
- AMP. (2010) Du Grenelle de la Mer au Sommet de la Terre en 2012. *Actes du deuxième colloque national des aires marines protégées* Agence des aires marines protégées, Comité français de l'UICN, La Rochelle.
- Anselin, L. & Getis, A. (1992) Spatial statistical analysis and geographic information systems. *The Annals of Regional Science*, 26, 19–33.
- Anselin, L. (1995) Local Indicators of Spatial Association-LISA. *Geographical Analysis*, 27, 93–115.
- Anselin, L. (2004) Exploring spatial data with GeoDaTM: a workbook. *Urbana*, 51, 61801.
- Anselin, L., Syabri, I. & Kho, Y. (2006) GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. *Geographical Analysis*, 38, 5–22.
- Arciniegas, G. & Janssen, R. (2009) Using a touch table to support participatory land use planning. (eds R. Anderssen, R. Braddock & L. Newham), pp. 2377–2383. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand and International Association for Mathematics and Computers in Simulation.
- Ardron, J., Marchand, A. & Liedtke, M. (2005) *Gathering Spatial Knowledge from Local Experts - A Handbook for Interviewing Fishermen*. Living Oceans Society.
- Ardron, J. (2010) Marine Planning: Tragedy of the Acronyms. *Marine Ecosystems and Management*, 4.
- Armstrong, M. (1988) Temporality in spatial databases. *GIS/LIS'88* pp. 880–889. Antonio, Texas.
- Aswani, S. & Lauer, M. (2006) Incorporating fishermen's local knowledge and behavior into geographical information systems (GIS) for designing marine protected areas in Oceania. *Human Organization*, 65, 81–102.
- Aswani, S. (2011) Socioecological Approaches for Combining Ecosystem-Based and Customary Management in Oceania. *Journal of Marine Biology*, 10, 845385.
- Ban, N.C. & Alder, J. (2008) How wild is the ocean? Assessing the intensity of anthropogenic marine activities in British Columbia, Canada. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18, 55–85.
- Ban, N.C., Picard, C. & Vincent, A.C.J. (2008) Moving Toward Spatial Solutions in Marine Conservation with Indigenous Communities. *Ecology and Society*, 13, 32.
- Ban, N.C., Alidina, H.M. & Ardron, J.A. (2010) Cumulative impact mapping: Advances, relevance and limitations to marine management and conservation, using Canada's Pacific waters as a case study. *Marine Policy*, 34, 876–886.
- Banks, J. (ed). (1998) *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice*. Wiley-Interscience, Hoboken, NJ, USA.
- Banos, A. (2001) *Le Lieu, Le Moment, Le Mouvement: Pour Une Exploration Spatio-temporelle Désagrégée De La Demande De Transport En Commun En Milieu Urbain*.
- Barreteau, O., Bots, P.W.. & Daniell, K.A. (2010) A Framework for Clarifying 'Participation' in Participatory Research to Prevent its Rejection for the Wrong Reasons. *Ecology and Society*, 15, 1.
- Bartlett, D.J. & Smith, J.L. (2005) *GIS for Coastal Zone Management*. CRC Press.

- Barousseau, P., Brigand, L., Denis, J., Gerard, B., Grignon-Logerot, C., Henocque, Y. & Lointier, M. (1997) *Methodological Guide to Integrated Coastal Zone Management*. Manuals and Guides, Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere - UNESCO.
- Beaud, S. & Weber, F. (1997) *Guide De L'enquête De Terrain*. La Découverte, Paris.
- Beaud, S. & Weber, F. (2003) *Guide De L'enquête De Terrain: Produire Et Analyser Des Données Ethnographiques*. La Découverte.
- Beck, M., Ferdania, J., Kachmar, K., Morrison, P. & Taylor, P. (2009) Best Practices for Marine Spatial Planning. *The Nature Conservancy, Arlington, Va. USA*.
- Belfiore, S., Barbière, J., Bowen, R., Cicin-Sain, B., Ehler, C., Mageau, C., McDougall, D. & Siron, R. (2006) *A Handbook for Measuring the Progress and Outcomes of Integrated Coastal and Ocean Management*, ICAM Dossier, 2. Paris.
- Bennett, E., Neiland, A., Anang, E., Bannerman, P., Atiq Rahman, A., Huq, S., Bhuiya, S., Day, M., Fulford-Gardiner, M. & Clerveaux, W. (2001) Towards a better understanding of conflict management in tropical fisheries: evidence from Ghana, Bangladesh and the Caribbean. *Marine Policy*, 25, 365–376.
- Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. (2000a) Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological applications*, 10, 1251–1262.
- Berkes, F., Folke, C. & Colding, J. (2000b) *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press.
- Berkes, F., Mahon, R., McConney, P., Pollnac, R.B. & Pomeroy, R.. (2001) *Managing Small - Scale Fisheries: Alternative Directions and Methods*. IDRC, Ottawa, ON, CA.
- Berkes, F. & Folke, C. (2002) Back to the future: ecosystem dynamics and local knowledge. *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems* pp. 121–146. Island Press, Washington, D.C.
- Bersani, C. (2006) *Rapport D'inspection 'Schéma D'organisation Des Dispositifs De Recueil De Données Et D'observation Sur Le Littoral' CGPC / IGA / IGE*.
- Berthou, P., Daures, F., Biseau, A., Bertignac, M., Fifas, S., Guyader, O. & Forest, A. (2008a) *Scénarios D'aménagement Des Activités De Pêche Dans La Bande Côtière Bretonne, Rapport Final: Première Partie*.
- Berthou, P., Bertignac, M., Biseau, A., Daures, F., Fifas, S., Guyader, O. & Forest, A. (2008b) *Scénarios D'aménagement Des Activités De Pêche Dans La Bande Côtière Bretonne, Rapport Final: Seconde Partie*.
- Bertrand, F., Bouju, A., Claramunt, C., Devogele, T. & Ray, C. (2007) Web architecture for monitoring and visualizing mobile objects in maritime contexts. *Proceedings of the 7th international conference on Web and wireless geographical information systems* pp. 94–105. Springer-Verlag, Cardiff, UK.
- Beuret, J.-E. (2006) *La conduite de la concertation: Pour la gestion de l'environnement et le partage des ressources*. Editions L'Harmattan.
- Beuret, J.E., Dufourmantelle, N. & Beltrando, V. (2006) *L'évaluation des processus de concertation: RELIEF, une démarche, des outils* (ed Ministère de l'écologie et du développement durable). la Documentation française, Paris.
- Billé, R. (2006) Gestion intégrée des zones côtières: quatre illusions bien ancrées. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*.
- Bjorndal, A. (2002) The use of technical measures in responsible fisheries: regulation of fishing gear. *A fishery manager's guidebook Management Measures and Their Application* Fisheries Technical Paper. (ed K.L. Cochrane), pp. 21–48. FAO, Fisheries and Aquaculture Department, Rome.
- Blanchet, A. & Gotman, A. (2007) *L'entretien: L'enquête Et Ses Méthodes*, 2e édition refondue. A. Colin, Paris.
- Blasco, F. (1997) *Tendances Nouvelles En Modélisation Pour L'environnement*. Elsevier.
- Blum, H. (1967) A transformation for extracting new descriptors of shape. *Models for the perception of speech and visual form*, 19, 362–380.

- Bolopion, J., Forest, A. & Sourd, J. (2000) Rapport sur l'exercice de la pêche dans la bande côtière de la France, Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.
- Boncoeur, J. (2005) *Activités Halieutiques Et Activités Récréatives Dans Le Cadre D'un Espace à Protéger: Le Cas Du Parc National De La Mer d'Iroise*. Rapport final, GdR AMURE.
- Bosser, K. (2001) A coastal GIS for assessing conflicts due to nautical activities – Case study in Golfe du Morbihan. CoastGis., <http://www.coastgis.org/01pdfs/bosser.pdf>
- Bourdieu, P. (1980) Le sens pratique.
- Bourdoulous, J. (2010) *Document D'objectifs - Natura 2000 FR5300024 Rivière Elorn*. Syndicat de Bassin de l'Elorn.
- Box, G.E.P. & Cox, D.R. (1964) An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 211–252.
- Brewer, C.A. & Pickle, L. (2002) Evaluation of Methods for Classifying Epidemiological Data on Choropleth Maps in Series. *Annals of the Association of American Geographers*, 92, 662–681.
- Brigand, L. (2003) Le littoral: définitions, acteurs, usages et enjeux. *Activités halieutiques, aménagement et gestion en zone côtière: actes des 5e Rencontres halieutiques de Rennes, 16-17 mars 2001* (eds D. Gascuel & G. Fontenelle), Editions Quae.
- Brigand, L., Le Berre, S., Le Corre, N. & Pieuzat, I. (2006) Connaitre et suivre la fréquentation touristique: une clé pour mieux gérer les espaces naturels insulaires? Lille, France.
- Brigand, L. & Le Berre, S. (2007) Joint construction and appropriation of indicators by users, managers and scientists: the case study of Port-Cros and Porquerolles tourist frequentation observatory. *International journal of sustainable development*, 10, 139–160.
- Brody, S.D., Highfield, W., Arlikatti, S., Bierling, D.H., Ismailova, R.M., Lee, L. & Butzler, R. (2004) Conflict on the Coast: Using Geographic Information Systems to Map Potential Environmental Disputes in Matagorda Bay, Texas. *Environmental Management*, 34.
- Brody, S.D., Grover, H., Bernhardt, S., Tang, Z., Whitaker, B. & Spence, C. (2006) Identifying Potential Conflict Associated with Oil and Gas Exploration in Texas State Coastal Waters: A Multicriteria Spatial Analysis. *Environmental Management*, 38, 597–617.
- Brosset, D., Le Guyader, D., Gourmelon, F., Claramunt, C. & Tissot, C. (*in prep.*) Analyse multidimensionnelle des interactions entre activités.
- Bruckmeier, K. & Høj Larsen, C. (2008) Swedish coastal fisheries—from conflict mitigation to participatory management. *Marine Policy*, 32, 201.
- Brunet, R., Ferras, R. & Théry, H. (2005) *Les mots de la géographie: Dictionnaire critique*, 3ème ed. Reclus; La Documentation Française, Paris.
- Buliung, R.N. & Morency, C. (2010) 'Seeing Is Believing': Exploring Opportunities for the Visualization of Activity–Travel and Land Use Processes in Space–Time. *Progress in Spatial Analysis: Methods and Applications Advances in Spatial Science*. (eds A. Páez, J.L. Gallo, R.N. Buliung & S. Dall'erba), pp. 119–147. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Burrough, P. (2001) GIS and geostatistics: Essential partners for spatial analysis. *Environmental and Ecological Statistics*.
- Cadoret, A. (2006) Conflits d'usage liés à l'environnement et réseaux sociaux: Enjeux d'une gestion intégrée? Le cas du littoral du Languedoc-Roussillon, <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00176681/en/>
- Cadoret, A. (2009) Conflict dynamics in coastal zones: a perspective using the example of Languedoc-Roussillon (France). *Journal of Coastal Conservation*, 13, 151–163.
- Calame, P., Freyss, J. & Garandeau, V. (2003) *La démocratie en miettes: pour une révolution de la gouvernance*. Descartes & Cie, Paris.
- Calamia, M.A. (1999) A methodology for incorporating traditional ecological knowledge with geographic information systems for marine resource management in the Pacific. *SPC Traditional Marine Resource Management and Knowledge Information Bulletin*, 10, 2–12.

- Câmara, G., Vinhas, L., Ferreira, K.R., Queiroz, G.R.D., Souza, R.C.M., Monteiro, A.M.V., Carvalho, M.T., Casanova, M.A. & Freitas, U.M.D. (2008) TerraLib: An open source GIS library for large-scale environmental and socio-economic applications. *Open Source Approaches in Spatial Data Handling Series: Advances in Geographic Information Science*. (eds B.G. Hall & M.G. Leahy), pp. 247–270. Springer Berlin Heidelberg, Berlin.
- Caron, P. (2001) Zonage à dire d'acteurs: des représentations spatiales pour comprendre, formaliser et décider. Le cas de Juazeiro, au Brésil. *Représentations spatiales et développement territorial* (eds S. Lardon, P. Maurel & V. Piveteau), pp. 343–357. Hermès Science Publications, Paris.
- Caron, A. & Torre, A. (2006) Vers une analyse des dimensions négatives de la proximité Les conflits d'usage et de voisinage dans les espaces naturels et ruraux.
- Carpenter, R. & Maragos, J. (1989) *How to Assess Environmental Impacts on Tropical Islands and Coastal Areas*. Environment and Policy Institute, Honolulu, HI, USA.
- Carr, D.B., Olsen, A.R. & White, D. (1992) Hexagon mosaic maps for display of univariate and bivariate geographical data. *Cartography and Geographic Information Science*, 19, 228–236.
- Carter, R.W.G. (1990) *Coastal Environments: An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines*. Academic Press.
- Castel, M. (2007) Le service du nautisme est sur le pont toute l'année. *Sillage, le magazine de Brest métropole océane et de la ville de Brest*, 14–15.
- Center for Ocean Solutions. (2011) *Decision Guide: Selecting Decision Support Tools for Marine Spatial Planning*. The Woods Institute for the Environment, Stanford University, California.
- Chambers, R. (1994) The origins and practice of participatory rural appraisal. *World Development*, 22, 953–969.
- Chaniotis, P. & Stead, S. (2007) Interviewing people about the coast on the coast: Appraising the wider adoption of ICZM in North East England. *Marine Policy*, 31, 517–526.
- Chapin, M., Lamb, Z. & Threlkeld, B. (2005) Mapping indigenous lands. *Annu. Rev. Anthropol.*, 34, 619–638.
- Chauvin, X., Herpes, F., Colas, S., Henocque, Y., Bresson, D. & Gouedranche, L. (2010) *Rapport Complémentaire Sur La Mise En Œuvre De La Gestion Intégrée Des Zones Côtières*. DATAR, SG de la Mer, MEDDTL.
- Cicin-Sain, B. & Knecht, R.W. (1998) *Integrated Coastal and Ocean Management: Concepts and Practices*. Island Press, Washington DC, ETATS-UNIS.
- Cicin-Sain, B. & Belfiore, S. (2005) Linking marine protected areas to integrated coastal and ocean management: A review of theory and practice. *Ocean & Coastal Management*, 48, 847–868.
- Claasen, D.B. (1989) Map Analysis Techniques. *How to assess environmental impacts on tropical islands and coastal areas*. South Pacific regional environment program training manual. pp. 105–110. Environment and Policy Institute, Honolulu, HI, USA.
- Claramunt, C. & Thériault, M. (1995a) Managing Time in GIS: An Event-Oriented Approach. *Proceedings of the International Workshop on Temporal Databases: Recent Advances in Temporal Databases* pp. 23–42. Springer-Verlag, London, UK.
- Claramunt, C. & Thériault, M. (1995b) Managing time in GIS: an event-oriented approach. *Proceedings of the International Workshop on Temporal Databases: Recent Advances in Temporal Databases* pp. 23–42. Springer-Verlag, London.
- Claramunt, C., Parent, C. & Thériault, M. (1997) Design patterns for spatio-temporal processes. *Searching for Semantics: Data Mining, Reverse Engineering*, 415–428.
- Claramunt, C. & Lardon, S. (2000) SIG et simulations. *Revue internationale de géomatique, Numéro spécial.*, 10.
- Claramunt, C. & Jiang, B. (2001) An integrated representation of spatial and temporal relationships between evolving regions. *Journal of Geographical Systems*, 3, 411–428.
- Clark, T.W. (2002) *The Policy Process: a Practical Guide for Natural Resource Professionals*. Yale University Press, London.
- De Smith, M.J., Goodchild, M.F. & Longley, P.A. (2011) *Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools*, 3rd ed. Web Version.

- Des Clers, S. (2004) Connecting with fisheries: Coastal Fishermen's maps and ecosystem description, Littoral 2004, Delivering sustainable coasts: connecting science and policy, proceeding volume 1, 424p.
- Des Clers, S., Lewin, S., Edwards, D., Searle, S., Lieberknecht, L. & Murphy, D. (2008) *FisherMap. Mapping the Grounds: Recording Fishermen's Use of the Seas. Final Report. A Report Published for the Finding Sanctuary Project.*
- Des Clers, S. (2010) *Development of the FisherMap Methodology to Map Commercial Fishing Grounds and Fishermen's Knowledge.* Seafish.
- Cliff, A.D. & Ord, K. (1970) Spatial Autocorrelation: A Review of Existing and New Measures with Applications. *Economic Geography*, 46, 269–292.
- CNIG. (1998) *L'information Géographique Française Dans La Société De L'information. État Des Lieux Et Propositions D'action.* Conseil National de l'Information Géographique; Association Française pour l'Information Géographique.
- CNIG. (2002) *Rapport Du Groupe De Travail «Littoral».* Conseil national de l'information géographique.
- CNIG. (2004) *Résolution Du CNIG Concernant Le Rapport Final Du Groupe De Travail Littoral.* Fiche technique du CNIG n°72, Conseil national de l'information géographique.
- Cole, D.N. (2005) *Computer Simulation Modeling of Recreation Use: Current Status, Case Studies, and Future Directions.* U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Collie, J.S. (2000) A quantitative analysis of fishing impacts on shelf-sea benthos. *Journal of animal ecology*, 69, 785.
- Conseil Général du Finistère. (2003) *SAGE De L'Aulne. État Des Lieux Des Connaissances Et Pré-diagnostic.*
- Conseil Général du Finistère. (2007) *Mise En Œuvre Du Protocole Départementale De Numérisation Du Plan Cadastral: Catalogage Des Données Numériques Des Partenaires Associés.*
- Corlay, J.-P. (1984) Le conflit des pêches françaises en 1980: essai de socio-géographie halieutique. *Norois*, 121, 155–169.
- Corlay, J.P. (1995) Géographie sociale, géographie du littoral. *Norois*, 165, 247–265.
- Corlay, J.-P. (2001) Interactions fonctionnelles et spatiales en zone côtière: réflexions pour l'analyse et la gestion. pp. 69–86. ENSAR/Ifremer, Rennes.
- Cornwall, A. & Jewkes, R. (1995) What is participatory research? *Social Science & Medicine*, 41, 1667–1676.
- Costanza, R., d' Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J. & others. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253–260.
- Couper, A.D. (1983) *The Times Atlas of the Oceans.* Van Nostrand Reinhold, New York.
- Craig, W.J., Harris, T.M. & Weiner, D. (2002) *Community Participation and Geographic Information Systems.* Taylor & Francis.
- Cressie, N. (1993) Statistics for spatial data. *Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. Applied Probability and Statistics Section (EUA).*
- Cressie, N.A.C. & Wikle, C.K. (2011) *Statistics for Spatio-temporal Data.* Wiley.
- Cronne, L. (2006) *Spatialisation D'une Activité De Pêche Professionnelle Et Évaluation Des Perturbations Potentielles Engendrées Sur Les Fonds Benthiques: Application à La Pêche à La Dague En Rade De Brest, Mémoire De Deuxième Année De Master De Sciences De La Mer Et Du Littoral, Institut Universitaire Européen De La Mer - Université De Bretagne Occidentale.*
- Cuq, F. (2001) Analyse des interactions entre les actions humaines et le milieu littoral: une approche discrète de l'impact des activités anthropiques. Halifax, Canada.
- Day, V., Paxinos, R., Emmett, J., Wright, A. & Goecker, M. (2008) The Marine Planning Framework for South Australia: A new ecosystem-based zoning policy for marine management. *Marine Policy*, 32, 535–543.
- Demattei, C. & Cuccala, L. (2010) Multiple spatio-temporal cluster detection for case event data: an ordering-based approach. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 40, 358–372.

- Deng, R., Dichmont, C., Milton, D., Haywood, M., Vance, D., Hall, N. & Die, D. (2005) Can vessel monitoring system data also be used to study trawling intensity and population depletion? The example of Australia's northern prawn fishery. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62, 611–622.
- Denis, J. & Henocque, Y. (2001) *Des Outils Et Des Hommes Pour Une Gestion Intégrée Des Zones Côtières*. Guide méthodologique, UNESCO.
- Di Méo, G. (2000) Que voulons-nous dire quand nous parlons d'espace? *Logiques de l'espace: Esprit des lieux. Géographies a Cerisy*. Belin Paris., 37–48.
- Douve, F. (2008) The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem-based sea use management. *Marine Policy*, 32, 762–771.
- Douve, F. (2010) *Marine Spatial Planning: Concepts. Current Practice and Linkages to Other Management Approaches*. Ghent University, Belgium.
- Dumas, C. (2006) *La Plaisance Dans Le Pays De Brest*. Adeupa de Brest.
- Dungan, J.L., Perry, J.N., Dale, M.R.T., Legendre, P., Citron-Pousty, S., Fortin, M.-J., Jakomulska, A., Miriti, M. & Rosenberg, M.S. (2002) A balanced view of scale in spatial statistical analysis. *Ecography*, 25, 626–640.
- Dunn, C.E. (2007) Participatory GIS - a people's GIS? *Progress in Human Geography*, 31, 616–637.
- Dupilet, D. (2001) *Le Règlement Des Conflits D'usage Dans La Zone Côtière Entre Pêche Professionnelle Et Autres Activités*. Rapport officiel commandé par le MAAPAR, Assemblée nationale, Paris.
- Durand-Dastès, F. (2001) Les concepts de la modélisation en analyse spatiale. *Modèles en analyse spatiale* Hermes-Lavoisier, Paris.
- Eastern Research Group. (2010) *Marine Spatial Planning Stakeholder Analysis*. NOAA Coastal Services Center, Lexington, Massachusetts.
- Egenhofer, M.J. & Golledge, R.G. (eds). (1998) *Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems*. Oxford University Press.
- Ehler, C.N. & Douve, F. (2007) Visions for a Sea Change. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. IOC Manual and Guides, 46: ICAM Dossier, 3. Paris: UNESCO.
- Ehler, C. & Douve, F. (2009) *Marine Spatial Planning: A Step-by-Step Approach Toward EBM Ecosystem-based Management*. IOC Manual and Guides, Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere - UNESCO, Paris.
- Ellen, R.F. & Bicker, A. (2000) *Indigenous Environmental Knowledge and Its Transformations: Critical Anthropological Perspectives*. Routledge.
- ESRI. (2000) *ModelBuilder for ArcView Spatial Analyst 2*. An ESRI White Paper, ESRI.
- Euzenes, P. & Le Foll, F. (2004) *Pour Une Gestion Concertée Du Littoral En Bretagne, Conseil Économique Et Social De La Région Bretagne*.
- Faucher, C., Tissot, C., Lafaye, J.Y. & Bertrand, F. (2010) Benefits of a periodic temporal model for the simulation of human activities. *GeoVA(t) (Geospatial Visual Analytics: Focus on Time) Workshop at AGILE 2010* Guimaraes, Portugal.
- Fernández-Vidal, S. & Malandain, G. (1996) *Squelettes Euclidiens D'objets Discrets N-dimensionnels*. Rapport de recherche, INRIA.
- Fischer, F. (2000) *Citizens, experts, and the environment: the politics of local knowledge*. Duke University Press Durham, NC.
- Fishwick, P.A. (1995) *Simulation Model Design and Execution: Building Digital Worlds*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Flahaut, B. (2001) L'autocorrélation spatiale comme outil géostatistique d'identification des concentrations spatiales des accidents de la route. *Cybergeo: European Journal of Geography*.
- Fleury, P.G., Carval, J.P., Muzellec, M.L., Gérard, A., Barret, J., Cochard, J.C. & Dao, J.C. (2005) Histoire d'une complémentarité entre l'aquaculture et la pêche: 20 ans de production de coquilles Saint-Jacques d'écloserie pour semis sur zones de pêche: rade de Brest, 1983-2002.

- Foley, M.M., Halpern, B.S., Micheli, F., Armsby, M.H., Caldwell, M.R., Crain, C.M., Prahler, E., Rohr, N., Sivas, D., Beck, M.W. & others. (2010) Guiding ecological principles for marine spatial planning. *Marine Policy*, 34, 955–966.
- Fontenelle, G., Do Chi, T. & Prigent, M. (2007) *Gestion Intégrée De La Zone Côtière*. Ressource pédagogique, Université Rennes 1, ENVAM, Rennes.
- Forst, M.F. (2009) The convergence of Integrated Coastal Zone Management and the ecosystems approach. *Ocean & Coastal Management*, 52, 294–306.
- Fotheringham, A.S., Brunsdon, C. & Charlton, M. (2000) *Quantitative Geography: Perspectives on Spatial Data Analysis*. SAGE.
- Fox, E., Burt, C., Ferdana, Z., Odell, J. & Crichton, G. (2010) *Information Flow in Coastal and Marine Spatial Planning: A Conceptual Framework to Inform Technological Choices to Meet Planning Needs*. California Marine Life Protection Act Initiative and the MarineMap Consortium.
- France AgriMer. (2011) *Bilan France Agrimer 2011 - Filière Pêche Et Aquaculture*. Direction des Pêches maritimes et de l'Aquaculture - Bureau des statistiques de la pêche et de l'aquaculture.
- Freeman, R.E. (1984) Strategic management: A stakeholder approach. *Analysis*, 38.
- De Freitas, D.M. & Tagliani, P.R.A. (2009) The use of GIS for the integration of traditional and scientific knowledge in supporting artisanal fisheries management in southern Brazil. *Journal of Environmental Management*, 90, 2071–2080.
- Gaignon, J.L. & Gouedranche, L. (2005) *Suivi-accompagnement Des Projets De GIZC – DIACT/SG Mer: Résultats De La Première Enquête*.
- Gaignon, J.L. & Gouedranche, L. (2007) *Suivi-accompagnement Des Projets De GIZC – DIACT/SG Mer: Résultats De La Seconde Enquête*.
- Geary, R.C. (1954) The contiguity ratio and statistical mapping. *The incorporated statistician*, 5, 115–146.
- George, P. & Verger, F. (2006) *Dictionnaire De La Géographie*, 9th ed. PUF.
- Getis, A. & Ord, J.K. (1996) Local spatial statistics: an overview. *Spatial Analysis: Modelling in a GIS Environment* (eds P. Longley & M. Batty), pp. 261–277. John Wiley & Sons, New York.
- Gimpel, A., Stelzenmueller, V., Cormier, R., Floeter, J. & Temming, A. (2011) Spatial explicit tools to support an ecosystem-based marine spatial planning in the German EEZ. Oostende, Belgique.
- Goodchild, M.F. & Gopal, S. (1989) *The accuracy of spatial databases*.
- Goodchild, M.F. (2011) Twenty years of progress: GIScience in 2010. *Journal of Spatial Information Science*, 3–20.
- Gourmelon, F., Lafaye, J.-Y., Rouan, M. & Faucher, C. (2005) MENIR: mémoire environnementale Iroise.
- Gourmelon, F. & Robin, M. (2005) *SIG Et Littoral*, Hermès. Paris.
- Gourmelon, F., Robin, M., Creuseveau, J.G., Pennober, G., Silva, A.S. da, Affian, K., Hauhouot, C. & Pottier, P. (2006) Contraintes d'utilisation des technologies de l'information géographique pour la gestion intégrée des zones côtières en Afrique. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 7.
- Gourmelon, F., Robin, M., Maanan, M., Georis-Creuseveau, J., Pennober, G., Simao Da Silva, A., Fattal, P., Zourarah, B., Affian, K., Hauhouot, C. & Pottier, P. (2010) Geographic Information System for Integrated Coastal Zone Management in Developing countries: cases studies in Mauritania, Côte d'Ivoire, Guinea-Bissau and Morocco. *Geomatic Solutions for Coastal Environments* Environmental Science, Engineering and Technology. pp. 347–359. M. Maanan, M. Robin.
- Gourmelon, F. (2011) *Modélisation Et Scénarisation Des Activités Humaines En Rade De Brest (Rad2Brest)*. Programme LITEAU, rapport intermédiaire.
- Grall, J. & Hall-Spencer, J.M. (2003) Problems facing maerl conservation in Brittany. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13, S55–S64.

- Grantham, H.S., Petersen, S.L. & Possingham, H.P. (2008) Reducing bycatch in the South African pelagic longline fishery: the utility of different approaches to fisheries closures. *Endangered Species Research*, 5, 291–299.
- Green, D.R. (2010) The role of Public Participatory Geographical Information Systems (PPGIS) in coastal decision-making processes: An example from Scotland, UK. *Ocean & Coastal Management*, 53, 816–821.
- Griffith, D.A. (1987) *Spatial autocorrelation*.
- Grumbine, R.E. (1994) What is ecosystem management? *Conservation biology*, 8, 27–38.
- Guérif, C. (2005) *L'enseignement De La Sécurité En Plongée*. Mémoire du cursus d'Instructeur Fédéral Régional, FFESSM - CTR Bretagne-Pays de Loire.
- Guerrero, V.M. (1993) Time-series analysis supported by power transformations. *Journal of Forecasting*, 12, 37–48.
- Guineberteau, T., Meur-Férec, C. & Trouillet, B. (2007) La GIZC en France: mirage ou mutation stratégique fondamentale?, http://www.vertigo.uqam.ca/vol7no3/art11vol7no3/vertigovol7no3_guineberteau_et_coll.pdf
- Gumuchian, H., Marois, C. & Fèvre, V. (2000) *Initiation à La Recherche En Géographie: Aménagement, Développement Territorial, Environnement*. PUM.
- Hägerstrand, T. (1970) What about people in regional science? *Papers in Regional Science*, 24, 6–21.
- Haggan, N., Brignall, C. & Woods, L. (eds). (2003) Putting Fishers' Knowledge to Work. p. 510. Fisheries Centre Research Reports, University of British Columbia.
- Haggett, P. (1965) Locational analysis in modern geography. *Arnold, Londres*.
- Hall, G.B., Moore, A., Knight, P. & Hankey, N. (2009) The extraction and utilization of local and scientific geospatial knowledge within the Bluff oyster fishery, New Zealand. *Journal of Environmental Management*, 90, 2055–2070.
- Halpern, B.S., Selkoe, K.A., Micheli, F. & Kappel, C.V. (2007) Evaluating and ranking the vulnerability of global marine ecosystems to anthropogenic threats. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*, 21, 1301–1315.
- Halpern, B.S., McLeod, K.L., Rosenberg, A.A. & Crowder, L.B. (2008) Managing for cumulative impacts in ecosystem-based management through ocean zoning. *Ocean & Coastal Management*, 51, 203–211.
- Hatch, L., Clark, C., Merrick, R., Van Parijs, S., Ponirakis, D., Schwehr, K., Thompson, M. & Wiley, D. (2008) Characterizing the relative contributions of large vessels to total ocean noise fields: a case study using the Gerry E. Studds Stellwagen Bank National Marine Sanctuary. *Environmental Management*, 42, 735–752.
- Henocque, Y. (2010) Vers une gouvernance renouvelée pour la gestion intégrée des mers et des littoraux. *Global Oceans Conference 2010. May 3-7, 2010, UNESCO, Paris*
- Heuvelink, G. (1998) *Error Propagation in Environmental Modelling with GIS*. Taylor & Francis (London and Bristol, PA).
- Holling, C.S. (2001) Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems*, 4, 390–405.
- Hooper, T. (2010) Participation and decision making for Marine Conservation Zones. SOAS, London.
- IALA. (2004) *Automatic Identification System (AIS): Part I. Operational Issues. 1*. IALA Guideline, International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA), Saint Germain en Laye, France.
- IDEA Recherche. (2003) *SAGE De l'Aulne. Phase D'état Des Lieux: Pré-diagnostic. Un Territoire, Des Milieux, Des Acteurs: Un Partage De L'eau Pour Quels Usages?* Rapport final.
- Ifremer. (2010) *La Synthèse Des Flottes De Pêche 2008- Flotte Mer Du Nord - Manche - Atlantique - Méditerranée*.
- IHO. (2000) *S-57 Appendix B.1 Annex D – INT1 to S-57/52*. International Hydrographic Bureau, Monaco.

- Jelinski, D.E. & Wu, J. (1996) The modifiable areal unit problem and implications for landscape ecology. *Landscape ecology*, 11, 129–140.
- Johnson, M.C. (1992) *Lore: Capturing Traditional Environmental Knowledge*. Idrac.
- Johnson, J.C. & Pollnac, R.B. (1989) Introduction to managing marine conflicts. *Ocean Shoreline Management*, 12, 191–198.
- Jollit, I. (2010) *Spatialisation Des Activités Humaines Et Aide à La Décision Pour Une Gestion Durable Des Écosystèmes Coralliens: La Pêche Plaisancière Dans Le Lagon Sud-ouest De La Nouvelle- Calédonie*. Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa.
- Jollit, I., Léopold, M., Guillemot, N., David, G., Chabanet, P., Lebigre, J.M. & Ferraris, J. (2010) Geographical aspects of informal reef fishery systems in New Caledonia. *Marine Pollution Bulletin*, 61, 585–597.
- Kappel, C.V., Halpern, B.S. & Napoli, N. (2012) *Mapping Cumulative Impacts of Human Activities on Marine Ecosystems*. Sea Plan, Boston, Massachusetts.
- Katsanevakis, S., Stelzenmüller, V., South, A., Sørensen, T., Jones, P., Kerr, S., Badalamenti, F., Anagnostou, C., Breen, P., Chust, G., D’Anna, G., Duijn, M., Filatova, T., Fiorentino, F., Hulsman, H., Johnson, K., Karageorgis, A., Kröncke, I., Mirto, S., Pipitone, C., Portelli, S., Qiu, W., Reiss, H., Sakellariou, D., Salomidi, M., van Hoof, L., Vassilopoulou, V., Vega Fernández, T., Vöge, S., Weber, A., Zenetos, A. & Hofstede, R. (2011) Ecosystem-based marine spatial management: Review of concepts, policies, tools, and critical issues. *Ocean & Coastal Management*, 54, 807–820.
- Kindon, S., Pain, R. & Kesby, M. (2009) Participatory Action Research. *International Encyclopedia of Human Geography* pp. 90–95. Elsevier, Oxford.
- King, G. (1997) *A Solution to the Ecological Inference Problem: Reconstructing Individual Behavior from Aggregate Data*. Princeton University Press.
- Krebs, C.J. (1999) *Ecological Methodology*. Benjamin-Cummings Pub Co.
- Kulldorff, M. (1997) A spatial scan statistic. *Communications in statistics-theory and methods*, 26, 1481–1496.
- Kulldorff, M., Athas, W., Feurer, E., Miller, B. & Key, C. (1998) Evaluating cluster alarms: a space-time scan statistic and brain cancer in Los Alamos, New Mexico. *American Journal of Public Health*, 88, 1377.
- Kwan, M.P. (2004) GIS Methods in Time-Geographic Research: Geocomputation and Geovisualization of Human Activity Patterns. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 86, 267–280.
- Langran, G. & Chrisman, N.R. (1988) A framework for temporal geographic information. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 25, 1–14.
- Langran, G. (1992) *Time in Geographic Information Systems*. CRC.
- Lardon, S., Libourel, T. & Cheylan, J.P. (1999) Concevoir la dynamique des entités spatio-temporelles. *Revue internationale de géomatique*, 1, 45–65.
- Le Berre, I. (1999) *Mise Au Point De Méthodes D’analyse Et De Représentation Des Interactions Complexes En Milieu Littoral*. Thèse de géographie, Université de Bretagne Occidentale, Brest.
- Le Berre, I., Metzler, N. & Gourmelon, F. (2001) Mise en œuvre de SIG opérationnels sur le littoral: la démarche des Services Maritimes du Ministère de l’Équipement en France. Halifax.
- Le Berre, I. & Nogues, L. (2010) *L’information Géographique De Référence Sur Le Littoral*. Fiche technique n° 3a, MIMEL – DREAL de Basse-Normandie.
- Le Berre, I., Le Tixerant, M. & Nogues, L. (2010) *Information Géographique Et GIZC Analyse Et Expérimentation D’un SIG Inter-services Mer Et Littoral*.
- Le Berre, I., Le Tixerant, M. & David, L. (2011) Spatial Data Infrastructure and ICZM: MIMEL Case study, France. Oostende, Belgique.
- Le Berre, S. (2010) *Bouffées Nautisme En Finistère, Observatoire De La Fréquentation Des Mouillages De Plaisance Des Côtes Du Finistère, Résultats De La Campagne Aérienne Du 25 Juillet 2009*. Laboratoire Géomer LETG - UMR 6554 CNRS, Université de Bretagne Occidentale, Nautisme en Finistère.
- Le Guen, M. (2002) La boîte à moustaches pour sensibiliser à la statistique. *Bulletin de méthodologie sociologique*, 73, 43–64.

- Le Guyader, D., Brosset, D. & Gourmelon, F. (2012) Exploitation de données AIS (Automatic Identification System) pour la cartographie du transport maritime. *Mappemonde*, 15.
- Le Moigne, J.-L. (2004) Vers une épistémologie de la modélisation. *Expériences de la modélisation, modélisation de l'expérience* p. 176. Editions L'Harmattan.
- Le Quesne, W., Frid, C., Paramor, O., Piet, G., Rogers, S. & Velasco, F. (2010) *Assessing the Impact of Fishing on the Marine Strategy Framework Directive Objectives for Good Environmental Status. Developing and Testing the Process Across Selected RAC Regions: The North Sea*. Technical report, Making European Fisheries Ecosystem Plans Operational Report, EC FP7 project.
- Le Tixerant, M. (2004) *Dynamique Des Activités Humaines En Mer Côtière. Application à La Mer d'Iroise*. EDSM (IUEM-UBO).
- Le Tixerant, M. & Gourmelon, F. (2006) Approche dynamique du déroulement d'activités humaines en mer côtière, <http://www.cybergeographie.eu/index2938.html>
- Le Tixerant, M., Gourmelon, F., Tissot, C. & Brosset, D. (2010) Modelling of human activity development in coastal sea areas. *Journal of Coastal Conservation*.
- Le Tixerant, M., Gourmelon, F. & Véron, G. (2008) Modélisation du déroulement d'activités humaines en mer côtière. Scénarios appliqués à la mer d'Iroise. *Revue Internationale de Géomatique* Vol 18/3. , 397–414.
- Le Tixerant, M., Rouan, M., Gourmelon, F. & Cuq, F. (2003) Simulation of human activities dynamics (DAHU) applied to the marine environment. *Actes of the Fifth international symposium on GIS and computer cartography for coastal zone management (coastgis)* Genova, Italy.
- Le Visage, C. (2008) Gestion intégrée de la mer et du littoral: perspectives et enjeux géomatiques. Institut Universitaire Européen de la Mer, Brest.
- LeBlanc, K. (2007) Regard environnemental: entre savoir traditionnel et science. *Le Panoptique*.
- Leblond, E., Merrien, C., Caroff, N. & Barone, H. (2011) *Activité 2009 Des Navires De Pêche Du Quartier Maritime Brest*. IFREMER, Système d'Informations Halieutiques.
- Legendre, P. & Fortin, M.J. (1989) Spatial pattern and ecological analysis. *Plant Ecology*, 80, 107–138.
- Legendre, P. & Legendre, L. (1998) *Numerical Ecology*. Elsevier Science.
- Leslie, H.M. & McLeod, K.L. (2007) Confronting the challenges of implementing marine ecosystem-based management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5, 540–548.
- Levin, P.S., Fogarty, M.J., Murawski, S.A. & Fluharty, D. (2009) Integrated ecosystem assessments: developing the scientific basis for ecosystem-based management of the ocean. *PLoS Biology*, 7.
- Lévy, J. & Lussault, M. (2003) *Dictionnaire De La Géographie Et De L'espace Des Sociétés*. Belin, Paris.
- Longdill, P.C., Healy, T.R. & Black, K.P. (2008) An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management area site selection. *Ocean & Coastal Management*, 51, 612–624.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D. & Rhind, D. (2005) *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley & Sons.
- Lotze, H.K., Lenihan, H.S., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R.G., Kay, M.C., Kidwell, S.M., Kirby, M.X., Peterson, C.H. & Jackson, J.B.. (2006) Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science*, 312, 1806–1809.
- Lumb, C.M., Webster, M., Golding, N., Atkins, S. & Vincent, M.A. (2004) *The Irish Sea Pilot Report on Collation and Mapping Data*. Joint Nature Conservation Committee.
- Maes, F., Schrijvers, J., Van Lancker, V., Verfaillie, E., Degraer, S., Deros, S., De Wachter, B., Volckaert, A., Vanhulle, A., Vandenabeele, P., Cliquet, A. & Douvère, F. (2005) *SPSD II: Towards a Spatial Structure Plan for Sustainable Management of the Sea*. SPSP-II/mixed research actions, Belgian Science Policy, Brussels, Belgium.
- Manegold, J. (2003) Using the ModelBuilder of ArcGIS 9 for Landscape Modeling. *Trends in Landscape Modeling. Proceedings at Anhalt University of Applied Sciences*, 240–245.
- Marshall, M. (1996) The key informant technique. *Family Practice*, 13, 92–97.

- Massart, D.L., Smeyers-Verbeke, J., Capron, X. & Schlesier, K. (2005) Visual presentation of data by means of box plots. *LC- GC Europe*, 18, 215–218.
- Mather, R.A. (2000) Using photomaps to support participatory processes of community forestry in the middle hills of Nepal. *Mountain Research and Development*, 20, 154–161.
- Mathevet, R., Antona, M., Barnaud, C., Fourage, C., Trébuil, G. & Aubert, S. (2010) Contexte et dépendances des processus d'accompagnement. *La modélisation d'accompagnement: Une démarche participative en appui au développement durable* pp. 103–123. Editions Quae.
- McCall, M.K. (2003) Seeking good governance in participatory-GIS: a review of processes and governance dimensions in applying GIS to participatory spatial planning. *Habitat International*, 27, 549–573.
- McHarg, I.L. (1969) *Design with Nature*. The Natural History Press, Garden City, New York.
- McLeod, K. & Leslie, H. (2009) *Ecosystem-based Management for the Oceans*. Island Press.
- MEDDTL. (2011) *Bilan Annuel Des Ports Maritimes Et Voies Navigables: Résultats 2010*. Ministère de l'Écologie, du Développement durable des Transports et du Logement.
- Mercelle, M. & Le Moigne, M. (2010) *Ra2Brest: Caractérisation Spatiale Et Quantitative Des Activités En Rade De Brest Et Synthèse Bibliographique Des Conflits D'usage*. Master SML (EGEL), IUEM-UBO, sous la direction d'I. Le Berre (UMR LETG), Plouzané, France.
- Meredith, T., Yetman, G. & Frias, G. (2002) Mexican and Canadian case studies of community-based spatial information management for biodiversity conservation. *Community participation and geographic information systems* (eds W.J. Craig, T.M. Harris & D. Weiner), pp. 205–17. Taylor and Francis, London.
- Mermet, L., Billé, R., Leroy, M., Narcy, J.-B. & Poux, X. (2005) L'analyse stratégique de la gestion environnementale : un cadre théorique pour penser l'efficacité en matière d'environnement. *Natures Sciences Sociétés*, 13, 11.
- Meur-Férec, C. (2006) *De La Dynamique Naturelle à La Gestion Intégrée De L'espace Littoral Un Itinéraire De Géographe*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Nantes.
- Middleton, L. & Sivaswamy, J. (2005) *Hexagonal Image Processing: a Practical Approach*. Springer.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005) *Ecosystems and Human Well-being*. Island Press, Washington, DC.
- Minsky, M. (1965) Matter, mind and models. *Proceedings of IFIP Congress* pp. 45–49.
- Mitchell, R.K., Agle, B.R. & Wood, D.J. (1997) Toward a theory of stakeholder identification and salience: Defining the principle of who and what really counts. *Academy of management review*, 853–886.
- Moine, A. (2006) Le territoire comme un système complexe : un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie. *L'Espace géographique*, 2, 115–132.
- Moksness, E., Dahl, E. & Stottrup, J. (2009) *Integrated Coastal Zone Management*, Wiley-Blackwell. Wiley Online Library.
- Moran, P.A.P. (1950) Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37, 17–23.
- MRAG Americas. (2009) *Science Tools to Implement Ecosystem Based Management in Massachusetts*. MRAG Americas, The Massachusetts Ocean Partnership, The Woods Hole Oceanographic Institute, Boston.
- Müller, D. & Wode, B. (2002) Manual on Participatory Village Mapping Using Photomaps. *Song Da, Vietnam: Soc. For. Dev. Proj. GTZ/GFA*.
- Nakaya, T. & Yano, K. (2010) Visualising Crime Clusters in a Space-time Cube: An Exploratory Data-analysis Approach Using Space-time Kernel Density Estimation and Scan Statistics. *Transactions in GIS*, 14, 223–239.
- Ogden, J.C. (2010) A Review of 'Ecosystem-Based Management for the Oceans'. *Coastal Management*, 38, 186–188.
- Olsson, P., Folke, C. & Berkes, F. (2004) Adaptive comanagement for building resilience in social-ecological systems. *Environmental management*, 34, 75–90.
- Openshaw, S. (1984) *The Modifiable Areal Unit Problem*, GeoBooks. Norwich, England.

- ORTB. (2011) *Les Ports De Commerces En Bretagne: Activité 2010*. Observatoire régional des transports de Bretagne (ORTB).
- OSPAR. (2010) *The Quality Status Report 2010*. Commission OSPAR, Londres.
- Ostrom, E. (2009) A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325, 419–422.
- Ould Yarba, L., Sidi Cheikh, M.A. & Ould Senhoury, C. (2009) Spatialisation des activités de pêche au Parc National du Banc d'Arguin. Alger.
- Palmer, M.C. & Wigley, S.E. (2009) Using Positional Data from Vessel Monitoring Systems to Validate the Logbook-Reported Area Fished and the Stock Allocation of Commercial Fisheries Landings. *North American Journal of Fisheries Management*, 29, 928–942.
- Parravicini, V., Rovere, A., Vassallo, P., Micheli, F., Montefalcone, M., Morri, C., Paoli, C., Albertelli, G., Fabiano, M. & Bianchi, C.N. (2011) Understanding relationships between conflicting human uses and coastal ecosystems status: A geospatial modeling approach. *Ecological Indicators*, 11.
- Patton, M.Q. (1990) *Qualitative Evaluation and Research Methods*. Sage Publications, Newbury Park, CA.
- Pedersen, S.A., Fock, H., Krause, J., Pusch, C., Sell, A.L., Böttcher, U., Rogers, S.I., Sköld, M., Skov, H., Podolska, M., Piet, G.J. & Rice, J.C. (2009) Natura 2000 sites and fisheries in German offshore waters. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 66, 155–169.
- Pegler, K.H., Coleman, D.J., Zhang, Y. & Pelot, R.P. (2003) The potential for using very high spatial resolution imagery for marine search and rescue surveillance. *Geocarto International*, 18, 35–39.
- Pelekis, N., Theodoulidis, B., Kopanakis, I. & Theodoridis, Y. (2005) Literature review of spatio-temporal database models. *The Knowledge Engineering Review*, 19.
- Pelot, R. & Wu, Y. (2007) Classification of recreational boat types based on trajectory patterns. *Pattern Recognition Letters*, 28, 1987–1994.
- Pelot, R. & Plummer, L. (2008) Spatial analysis of traffic and risks in the coastal zone. *Journal of Coastal Conservation*, 11, 201–207.
- Pennanguer, S. (2005) *Incertitude Et Concertation Dans La Gestion De La Zone Côtière. Thèse De Doctorat Halieutique, Ensa-Rennes*.
- Peuquet, D.J. (1994) It's about Time: A Conceptual Framework for the Representation of Temporal Dynamics in Geographic Information Systems. *Annals of the Association of American Geographers*, 84, 441–461.
- Peuquet, D.J. & Duan, N. (1995) An event-based spatiotemporal data model (ESTDM) for temporal analysis of geographical data. *International journal of geographical information science*, 9, 7–24.
- Peuquet, D.J. (2001) Making space for time: Issues in space-time data representation. *GeoInformatica*, 5, 11–32.
- Pitel, M., Martin, S., Fifas, S., Huet, J. & Berthou, P. (2006) *Évaluation Du Stock De Praires En Rade De Brest*. IFREMER, Brest.
- Pittman, S.J., Connor, D.W., Radke, L. & Wright, D.J. (2012) Application of estuarine and coastal classifications in marine spatial management. *Treatise on Estuarine and Coastal Science Features/Classification of Estuaries and Coastal Waters*. (eds C. Simestad & T. Yanagi), Elsevier, Amsterdam.
- Plewe, B. (2002) The Nature of Uncertainty in Historical Geographic Information. *Transactions in GIS*, 6, 431–456.
- Poignonec, D., Fontenelle, G. & Agrocampus Rennes. (2006) *Apport De La Combinaison Cartographie Cognitive/ontologie Dans La Compréhension De La Perception Du Fonctionnement D'un Écosystème Récifo-lagonaire De Nouvelle Calédonie Par Les Acteurs Locaux*.
- Pomeroy, R. & Rivera-Guieb, R. (2006) *Fishery Co-management: a Practical Handbook*. IDRC, Ottawa, ON, CA.
- Prigent, M., Fontenelle, G., Rochet, M.-J. & Trenkel, V.M. (2008) Using cognitive maps to investigate fishers' ecosystem objectives and knowledge. *Ocean & Coastal Management*, 51, 450–462.
- Rakotomalala, R. (2005) TANAGRA: une plate-forme d'expérimentation pour la fouille de données. *Revue MODULAD*, 32, 70–85.

- Ramat, E. (2006) Introduction à la modélisation et à la simulation à événements discrets. *Modélisation et simulation multi-agents: Applications pour les sciences de l'homme et de la société* Science informatique et SHS. pp. 50–73. Hermès; Lavoisier, Paris.
- Rantanen, H. & Kahila, M. (2009) The SoftGIS approach to local knowledge. *Journal of Environmental Management*, 90, 1981–1990.
- Reason, P. & Bradbury, H. (2008) *Handbook of Action Research*. Sage, London.
- Région Bretagne. (2011) *Port De Brest: Bilan D'activité 2010 Du Port De Commerce*. Direction Déléguée des Ports, Aéroports et Voies Navigables.
- Reis Ferreira, K. (2011) How to Represent Spatio-Temporal Data? Institute for Geoinformatics, Muenster, Germany.
- Relph, E. (1976) *Pace and placelessness*, Pion. Allen J. Scott, London.
- Rey-Valette, H. & Antona, M. (2009) Gouvernance et gestion intégrée du littoral : l'exemple des recherches françaises. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*.
- Rice, J.C. (2010) *Science Dimensions of an Ecosystem Approach to Management of Biotic Ocean Resources (SEAMBOR)*. Marine Board-ESF/ICES/EFARO Position Paper 14.
- Riolo, F. (2006) A geographic information system for fisheries management in American Samoa. *Environmental Modelling & Software*, 21, 1025–1041.
- Robin, M. & Gourmelon, F. (2005) La télédétection et les SIG dans les espaces côtiers: éléments de synthèse à travers le parcours de François Cuq, <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00071035/fr/>
- Rockloff, S.F. & Lockie, S. (2004) Participatory tools for coastal zone management: Use of stakeholder analysis and social mapping in Australia. *Journal of Coastal Conservation*, 10, 81–92.
- Rubin, A. & Babbie, E.R. (2005) *Research Methods for Social Work*. Wadsworth Pub Co, Belmont.
- Rupprecht Consult & International Ocean Institute. (2006) *Evaluation of Integrated Coastal Zone Management (ICZM) in Europe – Final Report*. European Commission, Cologne, Germany.
- Salm, R.V., Clark, J.R. & Siirila, E. (2000) *Marine and Coastal Protected Areas: a Guide for Planners and Managers*, 3rd ed. IUCN, Washington, D.C.
- Sanders, L. (2001) *Modèles En Analyse Spatiale*. Hermes-Lavoisier, Paris.
- SAUM. (1980) *Schéma d'Aptitude Et d'Utilisation De La Mer: Rade De Brest*. Direction Départementale De l'Équipement; Ministère Des Transports.
- Schelling, T.C. (1958) The Strategy of Conflict Prospectus for a Reorientation of Game Theory. *The Journal of Conflict Resolution*, 2, 203–264.
- Schmidt-Lainé, C. & Pave, A. (2002) Environnement: modélisation et modèles pour comprendre, agir ou décider dans un contexte interdisciplinaire. *Natures Sciences Sociétés*, 10, 5–25.
- Scholz, A., Bonzon, K., Fujita, R., Benjamin, N., Woodling, N., Black, P. & Steinback, C. (2004) Participatory socioeconomic analysis: drawing on fishermen's knowledge for marine protected area planning in California. *Marine Policy*, 28, 335–349.
- Scholz, A., Steinback, C., Kruse, S., Bonkoski, J., Hetrick, S., Lyman, N., Lloyd, S. & Weiss, L. (2010) Commercial and recreational fishing grounds and their relative importance of the South Coast of California. *Report to the California Marine Life Protection Action Initiative*.
- Schrijvers, J. (2005) *Interaction Among Users*. SPSP-II/mixed research actions, Belgian Science Policy, Brussels, Belgium.
- Schulman, A. (2007) *Bridging the Divide: Incorporating Local Ecological Knowledge into U.S. Natural Resource Management*. Thesis, Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Urban Studies and Planning.
- Schwartz, M.L. (2005) *Encyclopedia of Coastal Science*.
- Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique. (2004) *Approche Par Écosystème (Lignes Directrices De La CDB)*. Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal.

- Selkoe, K.A., Halpern, B.S., Ebert, C.M., Franklin, E.C., Selig, E.R., Casey, K.S., Bruno, J. & Toonen, R.J. (2009) A map of human impacts to a 'pristine' coral reef ecosystem, the Papahānaumokuākea Marine National Monument. *Coral Reefs*, 28, 635–650.
- Seppelt, R. & Voinov, A. (2002) Optimization methodology for land use patterns using spatially explicit landscape models. *Ecological Modelling*, 151, 125–142.
- Seppelt, R. (2007) *Computer-Based Environmental Management*. John Wiley & Sons.
- Serra-Sogas, N., O'Hara, P.D., Canessa, R., Keller, P. & Pelot, R. (2008) Visualization of spatial patterns and temporal trends for aerial surveillance of illegal oil discharges in western Canadian marine waters. *Marine Pollution Bulletin*, 56, 825–833.
- Shaw, S.-L. & Yu, H. (2009) A GIS-based time-geographic approach of studying individual activities and interactions in a hybrid physical–virtual space. *Journal of Transport Geography*, 17, 141–149.
- Shekar, S. & Xiong, H. (eds). (2008) *Encyclopedia of GIS*. Springer, New York.
- SHOM. (2006) *Ouvrage 1D - Symboles Et Abréviations Des Cartes Marines*. SHOM.
- SHOM. (2009) *Ouvrage 3C - Signalisation Maritime*. SHOM.
- Sieber, R. (2006) Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review and Framework. *Annals of the Association of American Geographers*, 96, 491–507.
- Simon, H.A. (1990) Prediction and Prescription in Systems Modeling. *Operations Research*, 38, 7–14.
- Sletto, B.I. (2009) We Drew What We Imagined. *Current Anthropology*, 50, 443–476.
- Smith, H.D. (2002) The role of the social sciences in capacity building in ocean and coastal management. *Ocean & coastal management*, 45, 573–582.
- Snickars, M. & Pitkanen, T. (2007) *GIS Tools for Marine Spatial Planning and Management*. BALANCE Interim Report, Metsähallitus Natural Heritage Services, Finland.
- Sokolowski, J.A. & Banks, C.M. (2009) *Principles of Modeling and Simulation: A Multidisciplinary Approach*. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, USA.
- Sonnig, E. (2006) *La navigation de plaisance: territoires de pratiques et territoires de gestion: entre dualité et nécessité de fusion pour une évolution progressiste de l'activité*. Thèse de géographie, Université de Rennes 2, Rennes.
- Sorensen, J. (2002) Baseline 2000 background report: The status of integrated coastal management as an international practice. *Second iteration*, 26.
- Sorensen, J.C., McCreary, S.T. & Hershman, M. (1990) *Institutional Arrangements for Management of Coastal Resources*. Research Planning Institute, Columbia.
- St. Martin, K. & Hall-Arber, M. (2008) The missing layer: Geo-technologies, communities, and implications for marine spatial planning. *Marine Policy*, 32, 779–786.
- Steinback, C., Kruse, S., Bonkoski, J., Mertens, M. & Scholz, A. (2009) The role of socioeconomic data in designing and evaluating MPA networks - California's Marine Life Protection Act process. *Proceedings of Coastal Zone 09* Boston, Massachusetts.
- Stelzenmüller, V., Rogers, S.I. & Mills, C.M. (2008) Spatio-temporal patterns of fishing pressure on UK marine landscapes, and their implications for spatial planning and management. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 65, 1081.
- Stelzenmüller, V., Lee, J., South, A. & Rogers, S. (2009) *Development of Practical Tools to Support the New Marine Planning System*. Reasearch Project Final Report, Department for Environment Food and Rural Affairs, CEFAS Pakefield Road, Lowestoft, NR33 0HT, UK.
- Stelzenmüller, V., Lee, J., Garnacho, E. & Rogers, S.I. (2010a) Assessment of a Bayesian Belief Network–GIS framework as a practical tool to support marine planning. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 1743–1754.
- Stelzenmüller, V., Lee, J., South, A. & Rogers, S. (2010b) Quantifying cumulative impacts of human pressures on the marine environment: a geospatial modelling framework. *Marine Ecology Progress Series*, 398, 19–32.

- Suman, D. (2001) Case studies of coastal conflicts: comparative US/European experiences. *Ocean & Coastal Management*, 44, 1–13.
- Syndicat de Bassin de l'Elorn. (2007) *SAGE De l'Elorn: Séquences D'élaboration Des Tendances Et Scénarios – Choix Stratégiques Et Objectifs*. Version finale validée.
- Syndicat de Bassin de l'Elorn. (2009) *SAGE De l'Elorn: Plan d'Aménagement Et De Gestion Durable (PAGD)*. Version approuvée par la CLE du 08/07/2009.
- Talidec, C., Boncoeur, J., Alban, F., Curtil, O., Le Floc'h, P., Le Gallic, B., Pennanguer, S., Berthou, P., Fifas, S. & Latrouite, D. (2001) *Scénarios D'aménagement Des Activités De Pêche Dans La Bande Côtière Bretonne: Rapport 2001*.
- The Nature Conservancy. (2009) Best Practices for Marine Spatial Planning. The Nature Conservancy's Global Marine Team, Center for Ocean Health, University of California, Santa Cruz.
- Thériault, M. & Claramunt, C. (1999) La modélisation du temps et des processus dans les SIG: une nécessité pour la recherche interdisciplinaire. *Revue internationale de géomatique, Numéro spécial sur les SIG spatio-temporels*, 9, 67–99.
- Thériault, M., Claramunt, C. & Villeneuve, P.Y. (1999) A Spatio-Temporal Taxonomy for the Representation of Spatial Set Behaviours. *Spatio-Temporal Database Management* (eds M.H. Böhlen, C.S. Jensen & M.O. Scholl), pp. 1–18. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Tillier, I., Tissot, C. & Robin, M. (2010) Modelling Nature-Society interactions and spatial use conflicts in coastal areas coupling MAS with GIS. *Geomatic Solutions for Coastal Environments Environmental Science, Engineering and Technology*. pp. 328–346. M. Maanan, M. Robin.
- Tissot, C. (2003) *Modélisation spatio-temporelle d'activités humaines à fort impact environnemental: Application à l'étude des pratiques agricoles intensives dans le département du Finistère*. Thèse de géographie, Université de Bretagne Occidentale, Brest.
- Tissot, C. & Cuq, F. (2004) Apport des SIG pour la modélisation spatio-temporelle d'activités humaines. *Revue internationale de géomatique*, 14, 83–96.
- Tissot, C., Le Tixerant, M., Gourmelon, F. & Le Berre, I. (2004) Modeling interaction between human activities and coastal zone environment. *Littoral 2004* pp. 425–431. Cambridge Publications, Aberdeen.
- Tobias, T.N. (ed). (2000) *Chief Kerry's Moose: a Guidebook to Land Use and Occupancy Mapping, Research Design, and Data Collection*. Union of British Columbia Indian Chiefs and Ecotrust Canada, Vancouver, Canada.
- Tobler, W.R. (1970) A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic geography*, 46, 234–240.
- Tobler, W.R. (2004) On the First Law of Geography: A Reply. *Annals of the Association of American Geographers*, 94, 304–310.
- Torre, A. & Caron, A. (2005) Conflits d'usage et de voisinage dans les espaces ruraux. *Proximités et Changements Socio-économiques dans les Mondes Ruraux*, INRA éditions (eds A. Torre & M. Filippi), p. 322. Paris.
- Torre, A., Aznar, O., Bonin, M., Caron, A., Chia, E., Galman, M., Lefranc, C., Melot, R., Guérin, M., Jeanneaux, P., Kirat, T., Paoli, J.-C., Salazar, M.I. & Thinon, P. (2006) Conflits et tensions autour des usages de l'espace dans les territoires ruraux et périurbains. Le cas de six zones géographiques françaises. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, août, 415.
- Torre, A., Melot, R., Bossuet, L., Cadoret, A., Caron, A., Darly, S., Jeanneaux, P., Kirat, T. & Pham, H.V. (2010) Comment évaluer et mesurer la conflictualité liée aux usages de l'espace ? Eléments de méthode et de repérage. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 10.
- Tremblay, M.-A. (1957) The Key Informant Technique: A Nonethnographic Application. *American Anthropologist*, 59, 688–701.
- Troadec, P. & Le Goff, J. (1997) *État Des Lieux Et Des Milieux De La Rade De Brest Et De Son Bassin Versant. Phase Préliminaire Du Contrat De Baie De La Rade De Brest. Édition Communauté Urbaine De Brest, 335 Pages, 88 Cartes*.

- Trouillet, B. (2004) *La 'Mer Côtière' d'Iroise à Finistère. Étude Géographique D'ensembles Territoriaux En Construction*. Thèse de géographie, Université de Nantes, Nantes.
- Tukey, J.W. (1977) *Exploratory data analysis*. Reading, MA.
- Turner, A. (2006) *Introduction to Neogeography*. O'Reilly Media, Inc.
- UNEP. (2011) Taking steps toward Marine and Coastal Ecosystem–Based Management. An introductory guide. *UNEP Regional Seas Reports and Studies*, 68.
- Vallega, A. (1992) *Sea Management: A Theoretical Approach*. Spon E & FN (UK).
- Vallega, A. (1993) A conceptual approach to integrated coastal management. *Ocean & Coastal Management*, 21, 149–162.
- Vallega, A. (1995) Towards the sustainable management of the Mediterranean Sea. *Marine Policy*, 19, 47–64.
- Vallega, A. (1996) *The Agenda 21 of Ocean Geography: The Epistemological Challenge: a Contribution to the 28th IGU International Geographical Congress, Land, Sea and Human Effort*. The University of Genoa, Department Polis.
- Vallega, A. (1999) *Fundamentals of Integrated Coastal Management*. Springer.
- Vallega, A. (2005) From Rio to Johannesburg: The role of coastal GIS. *Ocean & Coastal Management*, 48, 588–618.
- Vermersch, P. (1991) L'entretien d'explicitation. *Les Cahiers de Beaumont*, 52 bis-53, 63–70.
- Viala, G. & Guillemot, B. (2006) *Pour Une Stratégie Portuaire Dans Une Région Maritime*. Rapport du Conseil Economique et Social Régional, Région Bretagne - Section Mer et Littoral.
- Wainwright, J. & Mulligan, M. (eds). (2004) *Environmental modelling: finding simplicity in complexity*. J. Wiley.
- Walker, E. & Bez, N. (2010) A pioneer validation of a state-space model of vessel trajectories (VMS) with observers' data. *Ecological Modelling*, 221, 2008–2017.
- Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G., Janssen, M., Lebel, L., Norberg, J., Peterson, G.D. & Pritchard, R. (2002) Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology*, 6, 14.
- Weiner, D., Warner, T.A., Harris, T.M. & Levin, R.M. (1995) Apartheid representations in a digital landscape: GIS, remote sensing and local knowledge in Kiepersol, South Africa. *Cartography and Geographic Information Science*, 22, 30–44.
- Wiggin, J., Uiterwyk, K., Bliven, S., Hellin, D., Courtney, F., Delaney, R., Hughes, P., Dalton, T., Moura, S., Napoli, N. & Starbuck, K. (2009) *Compatibility Determination: Considerations for Siting Coastal and Ocean Uses (DRAFT)*.
- Williams, T.R. (1967) *Field methods in the study of culture*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Witt, M.J. & Godley, B.J. (2007) A Step Towards Seascape Scale Conservation: Using Vessel Monitoring Systems (VMS) to Map Fishing Activity. *PLoS ONE*, 2, e1111.
- Worboys, M.F. (1992) A model for spatio-temporal information. *Proceedings: the 5th International Symposium on Spatial Data Handling* pp. 602–611. Charleston, South Carolina, USA,.
- Worboys, M. (1995) *GIS A Computing Perspective*.
- Worboys, M. (2005) Event-oriented approaches to geographic phenomena. *International Journal of Geographical Information Science*, 19, 1–28.
- Wright, J.K. (1955) 'Crossbreeding' Geographical Quantities. *Geographical Review*, 45, 52–65.
- Wright, D.J. & Goodchild, M.F. (1997) Data from the deep: implications for the GIS community. *International Journal of Geographical Information Science*, 11, 523–528.
- Wright, D.J. & Bartlett, D.J. (2000) *Marine and Coastal Geographical Information Systems*. Taylor & Francis.
- Wright, D. & Halpin, P.N. (2005) Spatial reasoning for Terra Incognita: Progress and grand challenges of marine GIS. *Geospatial Tools for Marine Science, Conservation and Management in the Pacific Northwest* pp. 273 – 287. Oregon State University Press, Corvallis, OR.

- Yattaw, N.J. (1999) Conceptualizing space and time: a classification of geographic movement. *Cartography and Geographic Information Science*, 26, 85–98.
- Young, O.R., Osherenko, G., Ekstrom, J., Crowder, L.B., Ogden, J., Wilson, J.A., Day, J.C., Douvère, F., Ehler, C.N., McLeod, K.L., Halpren, B.S. & Peach, R. (2007) Solving the Crisis in Ocean Governance: Place-Based Management of Marine Ecosystems. *Environment*, 49, 20–32.
- Yuan, M. (1996) Temporal GIS and spatio-temporal modeling. *Proceedings of Third International Conference Workshop on Integrating GIS and Environment Modeling, Santa Fe, NM*
- Yuan, M. (2008) Temporal GIS and Applications. *Encyclopedia of GIS* (eds S. Shekar & H. Xiong), pp. 1147–1150. Springer, New York.
- Zadeh, L.A. (1965) Fuzzy sets. *Information and control*, 8, 338–353.
- Zanin, C. (2006) Discrétisation. *Hypergéó*.
- Zhan, F.B. & Lin, H. (2003) Overlay of two simple polygons with indeterminate boundaries. *Transactions in GIS*, 7, 67–81.
- Zhang, J. & Goodchild, M.F. (2002) *Uncertainty in Geographical Information*. Taylor & Francis.
- Zhang, C., Luo, L., Xu, W. & Ledwith, V. (2008) Use of local Moran's I and GIS to identify pollution hotspots of Pb in urban soils of Galway, Ireland. *Science of the Total Environment*, 398, 212–221.
- Zhang, C., Tang, Y., Luo, L. & Xu, W. (2009) Outlier identification and visualization for Pb concentrations in urban soils and its implications for identification of potential contaminated land. *Environmental Pollution*, 157, 3083–3090.

LISTE DES FIGURES, TABLEAUX, PHOTOGRAPHIES ET ENCADRÉS

Figures

Figure 1. Schéma d'organisation général du document.....	14
Figure 2. Mise en œuvre de la gestion écosystémique en milieu marin (UNEP 2011)	19
Figure 3. Éléments d'un processus de GIZC	21
Figure 4. Éléments de définition des conflits.	27
Figure 5. Structuration hiérarchique: usage / activités / sous-activités.	28
Figure 6. Interactions entre activités en mer	30
Figure 7. Représentation schématique des intersections spatiales et des intersections spatio-temporelles en fonction de la dynamique temporelle des activités.	36
Figure 8. Localisation du site d'étude.....	40
Figure 9. Extraits d'articles traitant du conflit entre le centre nautique de Rostiviec et activités conchylicoles dans l'anse de Penfoul.	46
Figure 10. Synthèse des conflits d'usage en rade de Brest identifiés à partir du dépouillement de la presse	47
Figure 11. Extraits d'articles traitant du conflit entre la marine nationale et des pêcheurs à la drague à la Coquille Saint-Jacques.	48
Figure 12. Scènes de gestion identifiées en rade de Brest: synthèse chronologique.....	51
Figure 13. Structuration et contenu (extraits) de la Base d'Information Géographique.	58
Figure 14. Principe de répartition de l'effort d'échantillonnage des entretiens semi-directifs.	66
Figure 15. Typologie des entretiens en fonction du statut informatif des enquêtés.	71
Figure 16. Préparation des entretiens selon le type d'entretien et le statut des enquêtés.	72
Figure 17. Structure thématique des couches d'informations mobilisées dans le SIG.....	79
Figure 18. Exemples d'adaptation de la sémiologie graphique pour (a) la bathymétrie et (b) les bouées et balises.	81
Figure 19. Affichage multi-scalaire des données vectorielles	82
Figure 20. Collecte de l'information spatiale auprès de personnes-ressources par la mobilisation d'un SIG exploité par une tablette PC	83
Figure 21. Exemples d'utilisation d'ArcSketch pour (a) créer un nouveau jeu de données, (b) réaliser une symbologie spécifique avant les entretiens, (c) renseigner automatiquement le champ spécifié dans la table attributaire.....	84
Figure 22. Traitement des données spatiales à dire d'acteurs.....	86
Figure 23. Conversion des zones de pratiques en entités	87
Figure 24. Illustration schématique de la réalisation des zones potentielles de pêche	94
Figure 25. Représentation schématique des modalités de description des zones de pratiques selon une personne-ressource en fonction des conditions environnementales	96
Figure 26. Zone de navigation du CNRL	97
Figure 27. Variables environnementales explicitées en tant que contraintes sur les zones de pratiques pour les activités nautiques encadrées.....	98
Figure 28. Zones de pratiques pour les métiers de la drague.....	100
Figure 29. Zones de pratiques pour les métiers du filet.	100
Figure 30. Zones de pratiques pour les métiers du casier.	101
Figure 31. Zones de pratiques pour les métiers estuariens.	101
Figure 32. Zones de pratiques utilisées en général par le CNA.....	103
Figure 33. Sites de plongée en bouteille	104
Figure 34. Parcours de navigation lors de la régates des Tas de Pois du 11/08/2009.	105
Figure 35. Zones de navigation pour les navires de passagers réalisées à partir de l'analyse de données AIS,.....	106
Figure 36. Zones de navigation pour les navires de charge réalisées à partir de l'analyse de données AIS.....	106

Figure 37. Lignes de transport maritime de passagers de la société Azénor.....	107
Figure 38. Échelles de numérisation des entités spatialisées à dire d'acteurs	109
Figure 39. Échelles de numérisation des entités spatialisées à dire d'acteurs par activité	109
Figure 40. Supports en informations géographiques utilisés pour la réalisation des zones de pratiques à dire d'acteurs.	111
Figure 41. Informations géographiques du SIG utilisées pour la numérisation des zones de pratiques à dire d'acteurs en fonction du type d'activité.	113
Figure 42. Les deux sources de données temporelles et quantitatives « réelles » obtenues pour les activités nautiques encadrées.....	115
Figure 43. Grille d'incompatibilités spatio-temporelles entre les activités de la rade de Brest à dire d'acteurs.....	123
Figure 44. Représentation schématisée d'une Unité Spatiale - Temporelle (UST).	139
Figure 45. Constitution schématisée des UST en fonction de la cohérence entre l'information spatiale temporelle et quantitative.....	140
Figure 46. Illustration schématisée de la répartition spatiale des navires à la drague pour un jour donné.	141
Figure 47. Structuration de l'information spatiale temporelle et quantitative.	149
Figure 48. Organigramme de classification de la qualité des occurrences par jour	153
Figure 49. Boîte à outils « Activités ».....	154
Figure 50. Outil « ActivitéQuotidienne »	155
Figure 51. Capture d'écran du fichier de formes généré et affiché dans <i>ArcMap</i> par l'outil « ActivitéQuotidienne » pour le 24/10/2009.....	156
Figure 52. Outil « DensitéQuotidienne ».....	157
Figure 53. Fréquence et pourcentages cumulés de la qualité de chaque jour	161
Figure 54. Zones de pratiques des activités encadrées (A) et densité de supports (B) le 24/10/2009.	163
Figure 55. Zones de pratiques des activités encadrées (A) et densité de supports (B) le 25/10/2009.	164
Figure 56. Zones de pratiques des activités encadrées (A) et densité de supports (B) le 26/10/2009.	165
Figure 57. Conditions de pratiques improbables, (A) occurrence des variables et (B) association des variables.	168
Figure 58. Matrice d'incompatibilité sur les plans spatiaux et temporels entre activités de la rade de Brest à dire d'acteurs.....	173
Figure 59. Outil « Maille »	177
Figure 60. Matrice brute de la somme des intersections spatio-temporelles entre activités au niveau 2 de la typologie.	187
Figure 61. Matrice brute de la somme des intersections spatio-temporelles entre activités au niveau 3 de la typologie.	187
Figure 62. Matrice simplifiée de la somme des intersections spatio-temporelles entre activités	189
Figure 63. Matrice de la somme des intersections spatio-temporelles entre activités pondérées « à dire d'acteurs »	189
Figure 64. Intersections spatio-temporelles brutes par activité puis pondérées par les indices élaborés « à dire d'acteurs »	191
Figure 65. Somme quotidienne des variables au pas de temps mensuel au cours de l'année 2009..	193
Figure 66. Évolution des ISTC pour chaque conflit par jours (a) et par mois (b) en 2009.....	195
Figure 67. Évolution quotidienne (a) et mensuelle (b) des ISTI entre le transport de passagers et les activités nautiques et entre le transport de passagers et la palangre au bar en 2009.....	196
Figure 68. Résultats bruts : (A) somme des intersections spatiales des zones de pratiques, (B) somme des intersections spatio-temporelles en 2009, (C) densité quotidienne de supports cumulée pour l'année 2009.....	198

Figure 69. Résultats discrétisés par effectifs égaux : (A) somme des intersections spatiales des zones de pratiques, (B) somme des intersections spatio-temporelles en 2009, (C) densité quotidienne de supports cumulée pour l'année 2009.	200
Figure 70. Structures spatiales identifiées pour (A) la somme des intersections spatiales, (B) la somme des intersections spatio-temporelles en 2009, (C) la densité quotidienne de supports cumulée pour l'année 2009.....	202
Figure 71. Structures spatiales identifiées pour la somme des ISTI en 2009 (A) toutes activités confondues, entre le transport de passagers et (B) les activités nautiques, et (C) la palangre au bar.	205
Figure 72. Intersections spatiales entre activités en interaction négative potentielle « à dire d'acteurs » le 20 juin 2009.	208
Figure 73. (A) Densité de supports, (B) somme des ISTI et (C) analyse spatiale des ISTI toutes activités confondues le 20 juin 2009.	209
Figure 74. (A) Intersections spatiales, (B) densité de supports, et (C) analyse spatiale des ISTI entre le transport de passagers et les activités nautiques le 2 mai 2009.	211

Tableaux

Tableau 1. Typologie des activités humaines en mer utilisée par la convention OSPAR.....	28
Tableau 2. Activités principales en zone côtière	29
Tableau 3. Objectifs principaux visés par les scènes de gestion.	53
Tableau 4. Typologie des activités identifiées en rade de Brest	54
Tableau 5. Première phase de l'inventaire de l'IG	56
Tableau 6. Seconde phase de l'inventaire de l'IG	56
Tableau 7. Rubriques du dictionnaire de l'information géographique contenue dans la BIG.....	56
Tableau 8. Organismes sollicités.	57
Tableau 9. Échantillonnage des entretiens semi-directifs en fonction des strates.	66
Tableau 11. Table attributaire du <i>shapefile</i> par acteurs.	88
Tableau 12. Table attributaire du <i>shapefile</i> par activité.	89
Tableau 13. Entretiens réalisés pour décrire les activités.....	92
Tableau 14. Durée moyenne des entretiens réalisés par activité.....	92
Tableau 15. Nature des zones de pratiques de pêche professionnelle.	99
Tableau 16. Nature des zones de pratiques du transport maritime.	107
Tableau 17. Niveaux de précision des données temporelles et quantitatives collectées à dire d'acteurs.	117
Tableau 18. Calendrier de pratiques pour la pêche professionnelle.	118
Tableau 19. Identification d'interactions négatives entre activités lors des entretiens.	119
Tableau 20. Interactions négatives entre activités selon les personnes-ressources.	120
Tableau 21. Chronologie des faits recensés concernant le conflit entre l'aviron encadré et mytiliculture sur bouchot (Plougastel).....	124
Tableau 22. Nature des données spatiales par activité.	131
Tableau 23. Nature des données temporelles et quantitatives par activité.....	131
Tableau 24. Largeur moyenne des couloirs de navigation pour le transport régulier de passagers ..	144
Tableau 25. Largeur moyenne de la zone de navigation pour l'aviron encadré.....	144
Tableau 26. Modalités de constitution de l'information temporelle et quantitative par source de données.....	147
Tableau 27. Indice de qualité des données temporelles et quantitatives constituées pour chaque occurrence.....	151
Tableau 28. Exemples du calcul de la qualité des occurrences par jour.....	153
Tableau 29. Données spatio-temporelles et quantitatives post-traitées pour l'année 2009.....	158
Tableau 30. Synthèse de la qualité de l'information temporelle (occurrences) et quantitative (effectifs) mobilisée sur l'ensemble de l'année 2009.....	159
Tableau 31. Qualité de l'information temporelle (occurrences) et quantitative (effectifs) mobilisée sur l'ensemble de l'année 2009 par activité	160
Tableau 32. Statistiques descriptives des surfaces d'intersection spatio-temporelles.	176
Tableau 33. Récapitulatif des variables.....	180
Tableau 34. Coefficients λ calculés pour réaliser la transformation de Box Cox.....	185
Tableau 34. Comparaison entre les agrégats significatifs identifiés à partir de l'analyse spatiale des intersections spatiales et des intersections spatio-temporelles.....	204

Photographies

Photographie 1. Activités maritimes en rade de Brest	42
Photographie 2. Tablette PC	83
Photographie 3. Numérisation des zones de pratiques par les personnes-ressources	85

Encadrés

Encadré 1. Étapes du projet Rad2Brest (Gourmelon, 2011).....	12
Encadré 2. Questions thématiques posées lors des entretiens avec les représentants des scènes de gestion.....	50
Encadré 3. Liste complète des thèmes potentiellement abordés lors des entretiens.....	68
Encadré 4. Consigne type énoncée au début de chaque entretien.....	74
Encadré 5. Navires dans l'obligation de disposer de système AIS.....	95
Encadré 6. Calcul du pas (D) de la maille hexagonale	176
Encadré 7. Exemple de scénario (non co-construit avec les personnes-ressources).....	222

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	3
SOMMAIRE	5
INTRODUCTION GÉNÉRALE	9

Partie I. CADRE DE RECHERCHE	15
------------------------------------	----

Chapitre 1. Pourquoi et comment décrire le déroulement spatio-temporel des activités humaines en mer côtière?.....17

1. Le contexte.....	17
1.1 Gestion écosystémique en milieu marin	17
1.1.1 Aspects conceptuels	17
1.1.2 Institutionnalisation et mise en œuvre	18
1.2 Gestion Intégrée de la Zone Côtière.....	20
1.2.1 Aspects conceptuels	20
1.2.2 Institutionnalisation et mise en œuvre	21
1.3 Des cadres de gestion et des besoins parfois convergents.....	22
2. Le socio-système côtier	23
2.1 Éléments de définition	23
2.1.1 La mer côtière.....	24
2.1.2 Usages, activités et pratiques.....	24
2.1.3 Espace, territoire, zone	25
2.1.4 Conflits d'usages et interactions entre activités	25
2.2 Typologies.....	27
2.2.1 Les activités humaines en mer côtière.....	27
2.2.2 Conflits d'usages et interactions entre activités	30
3. La modélisation spatio-temporelle des activités humaines	31
3.1 Ancrage théorique.....	31
3.1.1 Modèle, modélisation et simulation	31
3.1.2 Modélisation spatio-temporelle par les SIG.....	32
3.2 Application aux activités en mer côtière et aux conflits d'usages pour l'espace.....	33
3.2.1 Comment décrire le déroulement de plusieurs activités en mer côtière ?	33
3.2.2 Comment caractériser les conflits d'usages pour l'espace ?	35

Chapitre 2. La rade de Brest : un modèle d'étude adapté.....39

1. Contexte géographique	39
1.1 Délimitation du site d'étude.....	39
1.2 De multiples activités maritimes	41
1.2.1 Le transport maritime	41

1.2.1.1 Le transport maritime de charge.....	41
1.2.1.2 Le transport maritime de passagers.....	41
1.2.2 La pêche professionnelle.....	43
1.2.3 Les cultures marines (mytiliculture, ostréiculture et pisciculture)	43
1.2.4 L'extraction de ressources minérales.....	44
1.2.5 Les activités militaires	44
1.2.6 Les activités de loisirs	44
2. Des conflits d'usages en rade de Brest ?	45
2.1 Méthode	45
2.2 Résultats	45
3. La dynamique de gestion actuelle et passée	49
3.1 Méthode	49
3.2 Résultats	50
4. Typologie des activités humaines en rade de Brest et Base d'Information Géographique (BIG) ..	53
4.1 Typologie des activités humaines en rade de Brest	53
4.2 Base d'Information Géographique (BIG)	55
4.2.1 Méthode.....	55
4.2.2 Résultats	57
4.2.3 Identification des données manquantes.....	59
Conclusion partielle	59
Partie II. COLLECTER DES DONNÉES SPATIO-TEMPORELLES	61
Chapitre 1. Collecter des données spatio-temporelles à dire d'acteurs : méthodologie	63
1. Démarche générale.....	63
2. Enquête par entretiens semi-directifs	64
2.1 Préparation de l'enquête	65
2.1.1 L'opportunité du recours à l'enquête par entretien	65
2.1.2 Définition de la population et taille de l'échantillon.....	65
2.1.3 Choix du mode d'accès aux enquêtés	67
2.1.4 Élaboration du plan d'entretien	67
2.1.5 Des grilles d'entretiens ciblées sur 3 catégories d'enquêtés	70
2.2 Réalisation et analyse des entretiens.....	73
3. Spatialisation des zones de pratiques à dire d'acteurs par l'intermédiaire d'un SIG	75
3.1 Ancrage théorique.....	75
3.2 Méthode générale.....	76
3.3 Constitution d'un SIG (préparation d'un document générique et adaptable pour chaque entretien).....	78
3.3.1 Structure thématique et données mobilisées.....	78
3.3.2 Sémiologie graphique.....	80
3.3.3 Numérisation de données géographiques sur une tablette PC	83
3.4 Conduite de la spatialisation pendant l'entretien.....	84

3.5 Traitement post-entretien et validation des données	86
Chapitre 2. Construire des territoires et des calendriers de pratiques : résultats	91
1. Entretiens réalisés.....	91
2. Données spatiales.....	93
2.1 Zones de pratiques potentielles.....	93
2.2 Zones de pratiques issues de l'observation instrumentée.....	95
2.3 Zones de pratiques à dire d'acteurs.....	96
2.4 Synthèse par activité	99
2.4.1 Pêche professionnelle	99
2.4.2 Activités nautiques encadrées et manifestations nautiques sportives.....	102
2.4.2.1 Voile Légère, Voilier, Aviron, et Kayak	102
2.4.2.2 Plongée en bouteille.....	104
2.4.2.3 Manifestations nautiques sportives	104
2.4.2.4 Transport maritime	105
2.5 Validation des zones de pratiques potentielles et à dire d'acteurs.....	108
2.6 Supports de l'information utilisés par les acteurs et échelles de numérisation	108
3. Données temporelles et quantitatives	114
3.1 Données réelles	114
3.2 Données à dire d'acteurs.	115
4. Données qualitatives	118
4.1 Résultats bruts.....	119
4.2 La grille d'incompatibilité	122
4.2.1 Conflits spatio-temporels	122
4.2.2 Interactions négatives potentielles	125
4.2.2.1 Interactions potentiellement négatives pour la pêche professionnelle	125
4.2.2.2 Interactions potentiellement négatives pour le transport maritime.....	125
4.2.2.3 Interactions potentiellement négatives pour les activités nautiques encadrées	125
4.2.2.4 Interactions potentiellement négatives pour les manifestations nautiques sportives	126
4.2.2.5 Interactions potentiellement négatives pour les activités nautiques libres	126
4.2.2.6 Interactions potentiellement négatives pour la pêche de loisir embarquée.....	126
5. Limites de la méthode et discussion sur la nature des données collectées	127
5.1 Le mode d'échantillonnage	127
5.2 L'approche par entretien.....	129
5.3 Technique de numérisation.....	129
5.4 Validation des données	130
5.5 Nature des données collectées	130
Conclusion partielle	132

Partie III. MODÉLISER LES ACTIVITÉS EN MER CÔTIÈRE : MÉTHODES ET RÉSULTATS135

Chapitre 1. Modéliser le déroulement des activités : méthodologie et résultats.....137

1. Méthode	137
1.1 Constitution et structuration de l'information.....	138
1.1.1 Identification des Unités Spatiales-Temporelles (UST)	138
1.1.2 Homogénéisation des géométries de l'information spatiale	142
1.1.2.1 Plongée sous-marine encadrée	142
1.1.2.2 Transport maritime de passagers.....	143
1.1.2.3 Activités nautiques	144
1.1.2.4 Pêche maritime professionnelle.....	145
1.1.3 Constitution de l'information temporelle et quantitative	145
1.1.4 Structuration de l'information spatiale, temporelle et quantitative	148
1.2 Élaboration d'indices de qualité des occurrences.....	150
1.2.1 Qualité des occurrences sur l'ensemble de l'année.....	150
1.2.2 Qualité des occurrences par jour	152
1.3 Développement d'outils de requêtes spécifiques.....	154
1.3.1 L'outil « ActivitéQuotidienne ».....	154
2. Résultats	158
2.1 La base de données spatio-temporelles.....	158
2.2 Qualité des informations temporelles et quantitatives	159
2.2.1 Qualité des occurrences sur l'ensemble de l'année.....	159
2.2.2 Qualité des occurrences par jour	161
2.3 Instantanés temporels : exemples des 24, 25 et 26 octobre 2009	161
2.3.1 La qualité des informations mobilisées.....	162
2.3.2 Samedi 24 octobre 2009	162
2.3.3 Dimanche 25 octobre 2009	166
2.3.4 Lundi 26 Octobre.....	166
3. Limites de la méthode	167

Chapitre 2. Analyse des interactions potentielles: méthodologie et résultats.....171

1. Méthode	171
1.1 Réalisation des intersections spatio-temporelles.	171
1.2 Calcul de variables « à dire d'acteurs »	172
1.3 Uniformisation spatiale	174
1.3.1 Création du maillage	174
1.3.1.1 Choix de la forme des mailles.....	175
1.3.1.2 Choix de la taille des mailles.....	175
1.3.2 Création d'une couche d'informations géographiques maillée contenant les intersections pour chaque jour	176
1.3.3 Création d'une couche d'informations géographiques maillée contenant une synthèse des intersections quotidiennes sur l'année	178

1.4 Réalisation des intersections spatiales.....	178
1.5 Représentation et analyse des résultats	178
1.5.1 Les variables analysées.....	179
1.5.2 Qui ?	180
1.5.3 Quand ?	180
1.5.4 Ou ?	181
1.5.4.1 Résultats bruts.....	181
1.5.4.2 Résultats discrétisés et indice global d'autocorrélation spatiale.....	182
1.5.4.3 Analyse spatiale par les indices locaux d'autocorrélation spatiale.....	184
2. Résultats	186
2.1 Qui ?.....	186
2.1.1 Intersections spatio-temporelles brutes	186
2.1.2 Intersection spatio-temporelles pondérées.....	188
2.1.2.1 Les intersections spatio-temporelles entre activités en interaction potentielle négative (ISTI).....	190
2.1.2.2 Les intersections spatio-temporelles entre activités en conflit spatio-temporel (ISTC).....	190
2.2 Quand ?	192
2.3 Où ?	197
2.3.1 Résultats bruts : quelle est la distribution spatiale des différentes variables ?.....	197
2.3.2 Résultats discrétisés : Existe-t-il des zones de concentration des valeurs fortes et/ou faibles pour ces variables ?	199
2.3.3 Analyse spatiale : quelles sont les zones statistiquement significatives de plus et/ou de moins fortes valeurs pour ces variables ?	201
3. Conclusion partielle	212
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	213
BIBLIOGRAPHIE	225
LISTE DES FIGURES, TABLEAUX, PHOTOGRAPHIES ET ENCADRÉS	243
TABLE DES MATIÈRES	249
ANNEXES	255

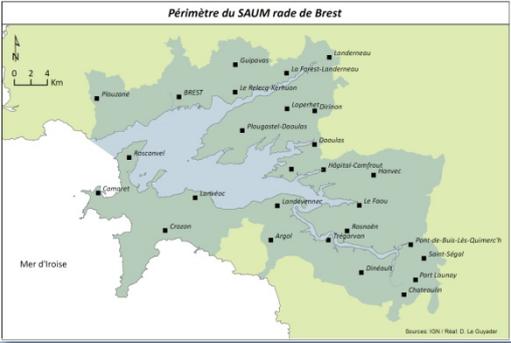
ANNEXES

Liste des annexes

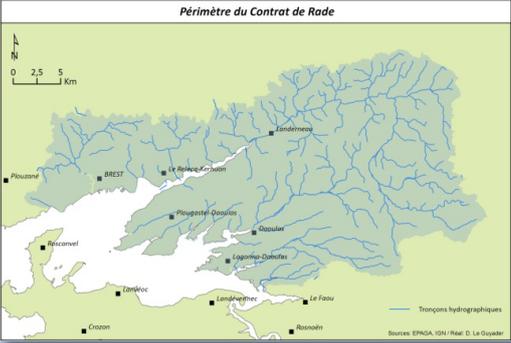
Annexe 1. Fiches de synthèse des scènes de gestion	257
Annexe 2. Dictionnaire de l'information géographique contenue dans la BIG	267
Annexe 3. Fiches de métadonnées: exemple.....	269
Annexe 4. Typologie des activités identifiées en rade de Brest.....	271
Annexe 5. Liste des structures contactées lors des entretiens.....	273
Annexe 6. Grille d'entretien pour la pêche professionnelle (Type 3)	275
Annexe 7. Grille d'entretien pour les activités nautiques encadrées (Type 2 ou 3)	277
Annexe 8. Grille d'entretien pour la plongée encadrée (Type 3).....	279
Annexe 9. Grille d'entretien pour le transport de passagers.....	281
Annexe 10. Grille d'entretien pour l'extraction de ressources minérales	283
Annexe 11. Exploitation de données AIS pour la cartographie du transport maritime.....	285
Annexe 12. Cartes des zones de pratiques à dire d'acteurs pour validation (exemples).....	303
Annexe 13. Matrice brute de la somme des intersections spatio-temporelles entre activités.....	307
Annexe 14. Site d'étude (« Annexe volante »).....	309

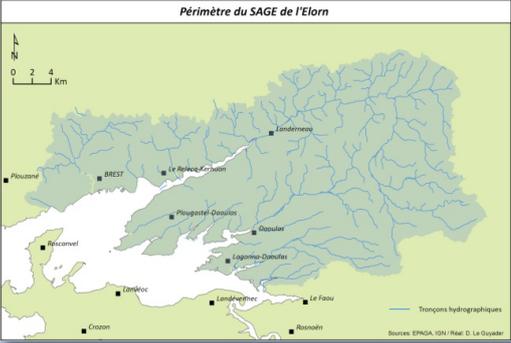
Annexe 1. Fiches de synthèse des scènes de gestion

Fiche n°1 : SAUM de la rade de Brest	p. 258
Fiche n°2 : Contrat de baie	p. 259
Fiche n°3 : Contrat de rade	p. 260
Fiche n°4 : SAGE Elorn	p. 261
Fiche n°5 : SAGE Aulne	p. 262
Fiche n°6 : Natura 2000 « Rade de Brest, Estuaire de l’Aulne »	p. 263
Fiche n°7 : Natura 2000 « Rivière de l’Elorn »	p. 264
Fiche n°8 : Gestion intégrée du Littoral, Pays de Brest, Pays maritime	p. 265

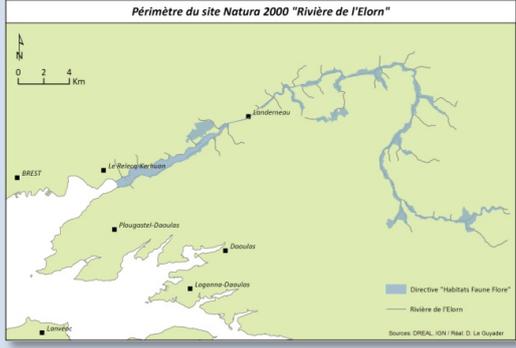
Fiche n° 1	SCHÉMA D'APTITUDE ET D'UTILISATION DE LA MER (SAUM) RADE DE BREST
Territoire	<p>Le territoire inclut la rade de Brest et 27 communes littorales, soit une superficie de 880 km² pour 248 000 habitants.</p> 
Dispositif	<p>Dispositif expérimental de « planification des activités de l'espace maritime et du littoral » encadré par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la décision du 26 octobre 1972 du Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire (CIAT) de la mise à l'étude des schémas d'aptitude et d'utilisation de la mer (SAUM) sur les sites de la rade de Brest, du golfe du Morbihan, du Pertuis d'Antioche et de la rade d'Hyères, - les directives du ministère de l'équipement, du 24 décembre 1974 demandant la constitution d'une commission locale chargée de l'étude du schéma d'aptitude et d'utilisation de la mer.
Objet	<p>Planifier les activités qui s'exercent en mer et sur la frange littorale Organiser la concertation</p>
Dates	<p>Prescription du SAUM en 1974 Approbation du SAUM en 1980</p>
Initiateur	<p>Suite à la décision du CIAT du 26 octobre 1972 qui préconise l'établissement de « plans d'utilisation de la mer », et du rapport Piquard (1973) qui préconisait entre autre la préparation de SAUM sur certains sites expérimentaux, dont celui de la rade de Brest (compte tenu du conflit militaire/civil que l'on y rencontrait avec la présence de la marine nationale), le CIAT confiait alors au Ministère de l'Équipement le soin de mettre en œuvre quelques plans expérimentaux de SAUM.</p>
Porteur	<p>La Direction Départementale de l'Équipement sous l'autorité du Préfet du Finistère</p>
Acteurs	<p>Les structures de concertation mises en place (une Assemblée plénière, un Comité directeur et des sous-commissions spécialisées et thématiques) réunissent plus de 120 membres représentants de l'État, des élus, de la marine, des catégories socio-professionnelles, des administrations et des scientifiques.</p>
Étapes	<p>1974 : Arrêté préfectoral du 17/12 prescrivant le SAUM de la rade de Brest 1974-1976: Phase analytique préparatoire 1976-1978: Phase de concertation (mise en place de la première réunion de la Commission locale plénière, réunion des sous-commissions spécialisées et soumission du document au comité directeur en 1978) 1979-1980: Phase de décision (validation du SAUM par la Commission locale plénière le 14 juin 1979, approbation du SAUM par un arrêté conjoint des Préfets maritime et de la Région Bretagne le 11 août 1980)</p>
Points de blocage	<p>Les points de blocage concernent la mise en œuvre de la concertation liée à différents facteurs tels que le blocage de la politique régionale d'aménagement du littoral exprimée dans le SALBI (Schéma d'Aménagement du Littoral Breton et des Îles), le changement d'élus lors des élections cantonales, municipales et législatives et dans le personnel administratif, la mobilisation des administrations lors des accidents de l'Amoco Cadiz.</p>
Résultats	<p>Production du document "SAUM rade de Brest" qui émet de multiples « options », dont la définition de zones d'utilisation privilégiées pour chaque activité. Toutefois ces options sont limitées compte tenu de la faible portée juridique des SAUM. N'étant pas opposables aux tiers, ils n'avaient valeur que de simples « directives particulières d'aménagement national » pour les administrations. Ce pourquoi d'autres documents de planification à l'échelle locale ont vu le jour, comme les Schémas de Mise en Valeur de la Mer (SMVM) instaurés par la loi du 7 janvier 1983 (même objectifs que les SAUM mais plus de force juridique car opposables aux tiers).</p>

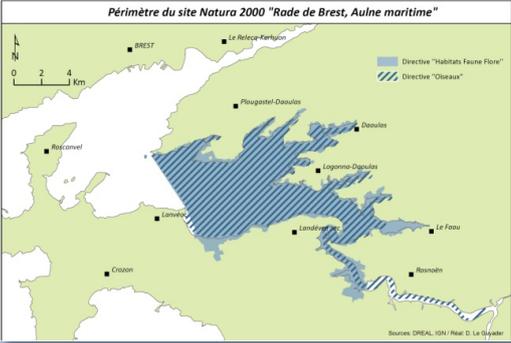
Fiche n° 2	CONTRAT DE BAIE	
Territoire	<p>Le territoire inclut la rade de Brest et son bassin versant qui s'étend sur 2800 km² et 137 communes du Finistère, des Côtes d'Armor et du nord du Morbihan.</p>	
Dispositif	<p>Programme territorial et contractualisé, d'actions environnementales concernant l'échelle d'une Baie. Il est cadré par deux circulaires qui ont réorienté les anciens contrats de vallée et de rivière :</p> <ul style="list-style-type: none"> - circulaire du 13 mai 1991, instituant les contrats de baie - circulaire du 22 mars 1993, définissant la procédure relative aux contrats de baie et aux contrats de rivière. 	
Objet	<p>Restaurer, gérer et préserver la qualité des eaux et des milieux de la rade de Brest et du bassin versant en y associant tous les partenaires concernés. Il s'agit d'une démarche volontariste, dont le rôle d'animation et de fédération est essentiel.</p>	
Dates	<p>Début de la phase de diagnostic préliminaire en 1992 Contractualisation en 1998</p>	
Initiateur	<p>Communauté Urbaine de Brest (CUB)</p>	
Porteur	<p>L'Etat, la Région, le Département, l'Agence de l'Eau et la Communauté Urbaine de Brest. Le maître d'ouvrage est la Communauté Urbaine de Brest</p>	
Acteurs	<p>Le Contrat de Baie était piloté par un Comité de Baie, présidé par le Président de la Communauté Urbaine de Brest. Ses 180 membres sont des représentants des partenaires institutionnels, professionnels et associatifs.</p>	
Étapes	<p>1992-1997 : Phase d'étude préalable intitulée le "Programme Rade" 1998 : Signature du contrat de baie par les porteurs 1998-2003 : 1ère Phase opérationnelle comportant deux volets (1) Protéger et préserver les richesses naturelles (7 programmes) et (2) Restaurer la qualité des eaux (11 programmes) 2003-2006 : 2^{nde} Phase opérationnelle Le contrat de Baie à été suivi en 2007 par un programme de transition puis par le contrat de rade Brest/Elorn 2008-2010</p>	
Points de blocage	<p>Difficultés à impulser de nouvelles pratiques en particulier dans le secteur agricole Non identification de certains acteurs Remise en question de la légitimité d'intervention de la CUB en tant que maître d'ouvrage notamment par les communes du haut bassin</p>	
Résultats	<p>Rédaction de l'état des lieux et des milieux de la rade de Brest et de son bassin versant : phase préliminaire du contrat de Baie de la rade de Brest (Troadec et Le Goff 1997) Lors de la phase préparatoire, l'écloserie du Tinduff a vu le jour en tant qu'expérience pilote. Mise en place en 1999 un réseau de surveillance de la qualité des eaux de la rade et de son bassin versant découpé en 3 secteurs : bassin versant, rade et littoral (le réseau Rade).</p>	

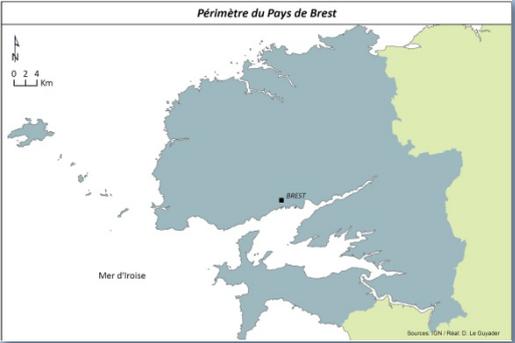
Fiche n° 3	CONTRAT DE RADE
Territoire	<p>Le territoire du contrat de Rade correspond à celui du SAGE de l'Elorn</p> 
Dispositif	<p>Programme triennal d'accompagnement de la fin de la démarche d'élaboration du SAGE de l'Elorn</p>
Objet	<p>Promouvoir et agir pour l'amélioration de la qualité des eaux. Il s'organise autour de trois thématiques:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'eutrophisation des eaux de la rade au travers d'actions principalement orientées vers le monde agricole, - la contamination bactériologique des zones de baignade, de pêche à pied ou de conchyliculture, avec des actions ciblées vers l'élevage, l'assainissement collectif et l'assainissement non collectif, - la limitation de l'utilisation des pesticides par les différentes catégories d'acteurs du territoire. <p>Ces trois principaux enjeux sont complétés par des actions liées aux pollutions portuaires, à la préservation des zones humides et du bocage, à l'animation scolaire et grand public</p>
Dates	<p>2008-2010</p>
Initiateur	<p>Brest Métropole Océane (BMO)/ Syndicat de bassin de l'Elorn</p>
Porteur	<p>Pilotage et maîtrise d'ouvrage de Brest métropole océane (direction de l'écologie urbaine) avec un co-pilotage et une partie de maîtrise d'ouvrage assurée par le Syndicat de l'Elorn Co-financement de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, le Conseil régional et le Conseil Général du Finistère</p>
Acteurs	<p>-</p>
Étapes	<p>Programme qui fait suite au contrat de Baie de la rade de Brest et au programme Bretagne Eau Pure Elorn dans une optique d'accompagnement de la phase d'élaboration du SAGE de l'Elorn</p>
Points de blocage	<p>-</p>
Résultats	<p>Suivi de la qualité de l'eau Actions d'accompagnement des communes sur l'objectif de réduction de l'utilisation des pesticides ; Communication grand public et charte jardinerie, Animations scolaires et éducation à l'environnement</p>

Fiche n° 4	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) ELORN	
Territoire	<p>Le bassin-versant de l'Elorn s'étend sur 42 communes, réparties sur Brest métropole océane (Communauté Urbaine), et les communautés de communes du Pays de Landivisiau et du Pays de Landerneau-Daoulas. Situé sur un secteur bordant le Nord et l'Est de la rade de Brest, il concerne les bassins versants de l'Elorn, de la Penfeld, de la Mignonne, du Camfrout, représentant une surface de 726 km².</p> 	
Dispositif	<p>La loi n°92-3 du 3 janvier 1992 dite « loi sur l'eau » institue le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) qui fixe pour chacun des bassins hydrographiques les orientations pour une gestion de l'eau. Le SDAGE doit déterminer les périmètres qui peuvent faire l'objet d'un Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) s'appuyant sur une cohérence hydrographique.</p> <p>Le SAGE est un outil de planification élaboré de manière collective sur une unité hydrographique cohérente. Il fixe des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur, de protection quantitative et qualitative de la ressource en eau. Il est établi par une Commission locale de l'eau (CLE) représentant les acteurs du territoire, et il est doté d'une portée juridique.</p> <p>La procédure d'élaboration d'un SAGE est la suivante : émergence - pré-élaboration - élaboration - mise en œuvre. Chacune des trois premières étapes est validée par un arrêté préfectoral : arrêté définissant le périmètre, arrêté constituant la CLE, arrêté approuvant le SAGE.</p>	
Objet	Protection des milieux aquatiques	
Dates	2003-2011	
Initiateur	Syndicat de bassin de l'Elorn (Jean-Paul Glemarec)	
Porteur	<p>Syndicat de Bassin de l'Elorn assure depuis début 2005, à la demande de la CLE, la maîtrise d'ouvrage de l'élaboration du SAGE.</p> <p>Depuis janvier 2009, ce syndicat s'est transformé en Établissement Public Territorial de Bassin (EPTB)</p>	
Acteurs	<p>La CLE présidée par Thierry FAYRET, compte 48 membres et est composée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour 50% par des représentants des collectivités territoriales et des établissements publics locaux - pour 25% par des représentants d'usagers, riverains, organisations socioprofessionnelles et associatives - pour 25% par des représentants de l'État et de ses établissements publics 	
Étapes	<p>2003 : Arrêté préfectoral de périmètre du SAGE 2004 : Arrêté préfectoral de constitution de la CLE 2006 : Validation du diagnostic 2007 : Validation du Choix de la stratégie 2010 : Validation du projet de SAGE par la CLE 2011 : Approbation du document du SAGE par le Préfet du Finistère</p>	
Points de blocage	<p>Divergence avec les représentants du secteur agricole dans les objectifs à atteindre en matière de concentration de nitrates dans l'eau.</p>	
Résultats	<p>Le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD), document opposable aux administrations et collectivités, qui définit les recommandations et prescriptions à mettre en place sur le territoire du SAGE</p> <p>Le règlement du SAGE, document opposable à toute personne publique ou privée, qui décline par enjeu, des articles destinés à être appliqués dans le périmètre du SAGE.</p>	

Fiche n° 5	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) AULNE	
Territoire	<p>Le territoire du SAGE de l'Aulne est constitué de 89 communes réparties sur le Finistère (60 communes), les Côtes d'Armor (26 communes) et le Morbihan (3 communes). Sa superficie totale est de 1 985 km². Situé sur un secteur bordant le sud-est de la rade, le périmètre du SAGE couvre un bassin versant dont les principaux cours d'eau sont l'Aulne sauvage et canalisé, Hyères, Ellez, Ster Goanez, Douffine).</p>	
Dispositif	Identique au SAGE ELORN (voir fiche précédente)	
Objet	Protection des milieux aquatiques	
Dates	2000 -	
Initiateur	Conseil général du Finistère (CG)	
Porteur	<p>De 2002 à 2008 : le Conseil général du Finistère (CG) a assuré la maîtrise d'ouvrage Depuis 2008 : L'Établissement Public d'Aménagement et de Gestion du bassin versant de l'Aulne (EPAGA) assure, à la demande de la CLE, la maîtrise d'ouvrage de l'élaboration du SAGE</p>	
Acteurs	<p>La CLE présidée par Chantal Simon-Guillou, compte 66 membres qui se répartissent comme suit dans trois collèges : 34 représentants des collectivités territoriales, de leurs groupements et des établissements publics locaux, 17 représentants des usagers, des propriétaires fonciers, des organisations professionnelles et des associations et 15 représentants de l'État et de ses établissements publics.</p>	
Étapes	<p>2000 : Arrêté préfectoral de périmètre du SAGE 2001 : Arrêté préfectoral de constitution de la CLE 2003 : Validation de l'état des lieux et des usages et du diagnostic 2005 : Validation du scénario tendanciel 2006 : L'Assemblée départementale du CG, décide, dans l'attente de l'obtention de consensus sur la création d'un établissement public territorial de bassin (EPTB), de surseoir à la poursuite de l'élaboration du SAGE 2008 : Création de l'EPAGA et reconnaissance de l'EPAGA en tant qu'EPTB 2009 : Désignation de l'EPAGA comme maître d'ouvrage lors de l'Assemblée générale de la CLE et prise de fonction de la chargée de mission de l'EPAGA 2010 : Réactivation des 3 commissions thématiques</p>	
Points de blocage	<p>Suite à la validation du scénario tendanciel, des scénarios alternatifs ont été proposés afin de servir d'élément de réflexion pour décider des actions à mener. Parmi ces derniers, un scénario consistant au débarrage total de l'Aulne canalisé n'a permis aucun compromis et a bloqué l'élaboration du SAGE.</p> <p>La création d'une structure où représentant les 89 communes s'est avérée trop complexe. Le choix effectué a été de retenir l'adhésion des 4 communes principales (communes les plus volontaires et victimes d'inondation) et des syndicats de producteurs d'eau (Syndicat du Poher, Syndicat du Stanger, Syndicat mixte de l'Aulne et Syndicat de Châteauneuf-Du-Faou).</p>	
Résultats	<p>Réactivation des commissions thématiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - «Aulne de qualité, qualité de l'Aulne» (qualité de l'eau pour l'alimentation en eau potable, zones humides, migration des poissons) - «Culture et gestion du risque» (inondations, sécheresse et pollutions accidentelles) - «Développement durable et valorisation économique» (industries, agriculture, usages domestiques liés à l'eau, conchyliculture, pêche professionnelle) <p>Lancement de 3 études: Aménagement et ralentissement de la dynamique des crues : étude de faisabilité/ Caractérisation des flux et des sources d'azote sur le bassin versant de l'Aulne / Définition des axes stratégiques du SAGE</p>	

Fiche n° 6	NATURA 2000 « RIVIERE DE L'ELORN »
Territoire	<p>Le périmètre du site Natura 2000 Rivière Elorn (site FR5300024) démarre au barrage du Drennec jusqu'à l'estuaire de la rade de Brest, et totalise environ 2 300 hectares et concerne 21 communes. Trois regroupements intercommunaux sont concernés, la Communauté de Communes du pays de Landivisiau puis celle de Landerneau-Daoulas et Brest Métropole Océane pour la partie estuarienne.</p> 
Dispositif	<p>Réseau européen institué par deux directives européennes et qui est constitué de deux types de sites : Les Zones de Protection Spéciale (ZPS), consacrées à la préservation des oiseaux, en application de la Directive "Oiseaux" (Directive n°74-409/CEE du Conseil du 2 avril 1979). Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) consacrées à la protection des habitats et des espèces (faune, flore) dits d'intérêt communautaire, en application de la "Directive Habitat Faune Flore" (Directive n°92-43/CEE du Conseil du 21 mai 1992).</p>
Objet	<p>Maintenir et restaurer dans un état de conservation favorable, les habitats et espèces remarquables et en danger. Le choix de transcription des directives au niveau national est de préserver le patrimoine naturel tout en intégrant les usages socio-économiques par une gestion basée sur la concertation et des actions par contractualisation.</p>
Date	2007-2011
Initiateur	Commission européenne / MEDDTL / DREAL Bretagne
Porteur	Opérateur : Syndicat de Bassin de l'Elorn
Acteurs	<p>Le Comité de pilotage (président, Thierry Fayret) est composé de 68 membres dont des représentants de l'état, structures associatives, collectivités territoriales, propriétaires, exploitants, usagers. Quatre groupes de travail ont été créés : « activités socio-économiques » avec 40 inscrits, « activités de loisirs » avec 35 inscrits, « habitats, faune, flore » avec 39 inscrits, et enfin un groupe spécifique au site de la « Pyrotechnie Saint-Nicolas ».</p>
Étapes	2007 : Désignation en Zone Spéciale de Conservation 2008 : Création du Comité de Pilotage et désignation du Syndicat de Bassin de l'Elorn comme opérateur 2009 : présentation de la partie diagnostic aux groupes de travail 2011 : Approbation du DOCUMENT d'OBJECTIFS par arrêté préfectoral
Points de blocage	<p>Pas de réels points de blocage mais des difficultés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - certains agriculteurs reprochent de ne pas être associés à la démarche. Ils portent la responsabilité sur l'opérateur plutôt que sur la chambre d'agriculture ou l'Association des agriculteurs du bassin-versant de l'Elorn qui sont présents dans les groupes de travail. - les Ostréiculteurs représentés par la SRCBN se sentent impuissants face au reste des acteurs terrestres qui contribuent à dégrader la qualité de l'eau, qualité dont ils sont tributaires. - existence de conflits potentiels liés à un projet de modification du périmètre actuel.
Résultats	<p>Démarche en cours, cependant les premiers résultats sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - synthèse de données naturaliste et réalisation d'une base d'informations géographique - réalisation d'un diagnostic - opération de sensibilisation/éducation auprès des acteurs impliqués qui renvoient à une meilleure perception de la démarche Natura 2000.

Fiche n° 7	NATURA 200 « RADE DE BREST, AULNE MARITIME »
Territoire	<p>Deux sites Natura 2000, qui se recouvrent partiellement, sont localisés dans la partie sud-est de la rade. Une Zone de Protection Spéciale de 8 076 ha à 98 % marine, dénommée «Rade de Brest, Baie de Daoulas, Anse de Poulmic» a été désignée par arrêté au titre de la directive «Oiseaux». Une Zone Spéciale de Conservation de 9 239 ha dont 78 % en mer, dénommée «Rade de Brest, estuaire de l'Aulne» est en cours de désignation au titre de la Directive Habitat Faune Flore.</p> 
Dispositif	<p>Réseau européen institué par deux directives européennes et qui est constitué de deux types de sites : Les Zones de Protection Spéciale (ZPS), consacrées à la préservation des oiseaux, en application de la Directive "Oiseaux" (Directive n°74-409/CEE du Conseil du 2 avril 1979). Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) consacrées à la protection des habitats et des espèces (faune, flore) dits d'intérêt communautaire, en application de la "Directive Habitat Faune Flore" (Directive n°92-43/CEE du Conseil du 21 mai 1992).</p>
Objet	<p>Maintenir et restaurer dans un état de conservation favorable, les habitats et espèces remarquables et en danger. Le choix de transcription des directives au niveau national est de préserver le patrimoine naturel tout en intégrant les usages socio-économiques par une gestion basée sur la concertation et des actions par contractualisation.</p>
Date	<p>2004 -</p>
Initiateur	<p>Commission européenne / MEDDTL / DREAL Bretagne</p>
Porteur	<p>Opérateur : le Parc naturel régional d'Armorique en collaboration (convention de partenariat) avec Brest Métropole Océane en appui technique sur la partie marine.</p>
Acteurs	<p>Le comité de pilotage (COFIL) dont la présidence est assurée par le préfet maritime et le sous-préfet de Châteaulin est composée de 70 membres dont des représentants de l'état, collectivités territoriales, chambres consulaires, structures associatives, représentants de propriétaires, d'exploitants, et d'usagers et de scientifiques. Quatre commissions thématiques ont été créées, « Usages et milieu marin », « Usages et milieu terrestre », « Comité scientifique » et le « Comité ZPS ».</p>
Étapes	<p>2004 : arrêté de désignation de ZPS 2009: désignation du Parc naturel régional d'Armorique comme opérateur 2010 : présentation de l'état des lieux des connaissances et engagement de l'élaboration du Docob lors du second COFIL</p>
Points de blocage	<p>Pas de réels points de blocage mais des difficultés : - difficulté à mobiliser les données (données payantes) - difficulté à mobiliser les scientifiques pour participer au COFIL, à la commission thématique « Comité scientifique », pour définir des cahiers des charges pour différentes études.</p>
Résultats	<p>Démarche en cours, cependant les premiers résultats sont les suivants : - mise en place d'un dialogue avec les élus qui partagent les enjeux de Natura 2000 - engagement d'une démarche opérationnelle concernant les espèces invasives - constitution d'une base de connaissance sur l'avifaune</p>

Fiche n° 8	Gestion Intégrée du Littoral, Pays de Brest, Pays Maritime	
Territoire	<p>Le territoire est le Pays de Brest. Il est composé de six communautés de communes et de la Communauté Urbaine - Brest Métropole Océane. Il regroupe 89 communes avec plus de 370 000 habitants pour une surface de 1 590 km² avec une densité de population de 222 habitants par km². Avec 350 km de linéaire côtier, la dimension maritime est l'une des caractéristiques fondamentales de ce pays.</p>	
Dispositif	<p>Réponse à l'appel à projet "Pour un développement équilibré des territoires littoraux par une GIZC", lancé en 2005 par la DIACT et le Secrétariat général de la Mer.</p>	
Objet	<p>Établir une proposition de cadre commun pour la gestion intégrée des zones côtières du Pays de Brest et, à cette fin, de renforcer la coopération entre les acteurs par une charte d'objectifs à dix ans comportant des orientations politiques précises, un plan d'actions coordonnées entre les maîtres d'ouvrage compétents, un protocole de coopération renforcée (un protocole juridique organisant l'exercice coordonné des compétences et des initiatives)</p>	
Date	<p>2005-2007</p>	
Initiateur	<p>Le Pays de Brest dans le cadre de l'élaboration de son schéma de cohérence territorial (SCOT)</p>	
Porteur	<p>Pilotage par l'agence d'urbanisme du pays brestois (ADEUPA) (maître d'œuvre des actions de l'association du Pays de Brest)</p>	
Acteurs	<p>Services de l'État, Conseil régional, Conseil général, Université de Bretagne Occidentale, IFREMER, Conseil de Développement, Communauté de communes du Pays de Brest.</p>	
Étapes	<p>2005 : Acceptation du dossier 2006 : Réduction thématique à la plaisance et réalisation d'un état des lieux sur la plaisance en Pays de Brest 2007 : Réunions publiques d'information sur l'état des lieux réalisés</p>	
Points de blocage	<p>Adhésion réservée au projet de l'ensemble des Communautés de Communes Structure porteuse de la maîtrise d'œuvre peu adaptée à ce type de projet Désintérêt du projet des élus principaux, initiateurs de la démarche</p>	
Résultats	<p>- État des lieux la plaisance en Pays de Brest</p>	

Annexe 2. Dictionnaire de l'information géographique contenue dans la BIG

Thème	Sous-thème	Description	Organisme producteur	Contact	Format	Entité	Validité	Traitement effectué
Référentiel		Fond topographique (Scan100_Scan25)	IGN		Raster		2009	1
		Orthophotoplan (BD Ortholittorale)	CETE Normandie-Centre		Raster		2005	1
		Cartes marines	SHOM	Guy Marzin	Raster		2009	1
		Trait de côte histolitt	SHOM-IGN		Vecteur	polygone		1
	Amers et balisages	Localisation des amers situés en rade de Brest	SHOM - GEOMER	Guy Marzin, Damien Le Guyader	Vecteur	point	2009	3
		Localisation des établissements de signalisation maritime	SHOM - GEOMER	Guy Marzin, Damien Le Guyader	Vecteur	point	2009	3
	Cultures marines	Cadastre conchylicole	DDAM	Myriam El Ayadi, Yves Coent	Vecteur	polygone		1
	Dragages	Localisation des zones de dépôt de dragage et d'explosif en rade de Brest	SHOM-GEOMER	Guy Marzin, Damien Le Guyader	Vecteur	polygone	2009	3
	Extraction de ressources minérales	Sites d'extraction de granulats	DDEA	Valérie Soret, Alain Félaire, Laurent Bouris	Vecteur	polygone	2009	1
	Objets sous-marins	Localisation des câbles sous-marin situés en rade de Brest	SHOM-GEOMER	Guy Marzin, Damien Le Guyader	Vecteur	polygones	2009	3
		Localisation des épaves en rade de Brest	SHOM-GEOMER	Guy Marzin, Damien Le Guyader	Vecteur	point	2009	3
	Pêche professionnelle	Délimitation des strates pour l'évaluation des stocks de praire en rade de Brest	IFREMER	Mathilde Pitel	Vecteur	polygone	2005	1
	Ports et mouillages	Zones de mouillage organisés en rade de Brest	DDEA	Valérie Soret, Alain Félaire, Laurent Bouris	Vecteur	polygone	2008	1
		Autorisation d'Occupation Temporaire du Domaine Public Maritime	DDEA	Valérie Soret, Alain Félaire, Laurent Bouris	Vecteur	point	2009	1
		Délimitation des ports	DDEA	Valérie Soret, Alain Félaire, Laurent Bouris	Vecteur	polygone	2009	1
		Artificialisation du trait de côte du Finistère en 2008	GEOMER		Vecteur	polygones	2008	1
		Occupation du sol du Finistère - Inventaire permanent du littoral	CETE		Vecteur	polygone	1977	1
	Utilisation du sol	Occupation du sol - CORINE Land Cover 2006 (France)	IFEN		Vecteur	polygone	2006	1
		Réseau routier du Finistère	IGN		Vecteur	polygones		1
		Localisation des hameaux distants de moins de 3 km du trait de côte en rade de Brest	IGN		Vecteur	polygone	2009	3
	Habitats et espèces	Habitats de l'estran du site Natura2000 Rade de Brest - Estuaire de l'Aulne	LEMAR	Christian Hilly	Vecteur	polygone	2008	1
		Habitats benthiques	LEMAR	Christian Hilly	Vecteur	polygone	1976-2007	1
		Herbiers	LEMAR	Christian Hilly	Vecteur	polygone	2009	1

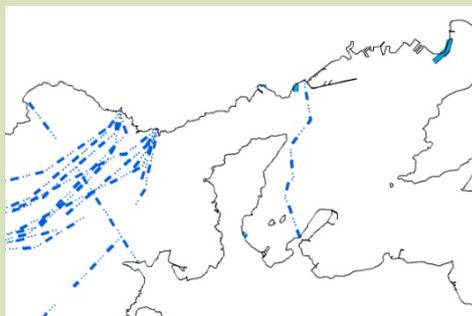
NB : Traitement effectué ; 1 : import et/ou modification du système de projection ; 2 : modification de la table attributaire ; 3 : modification des géométries et de la table attributaire.

Thème	Sous-thème	Description	Organisme producteur	Contact	Format	Entité	Validité	Traitement effectué
Géographie physique	Bathymétrie	Bathymétrie en rade de Brest	GEOMER-DOMAINE OCEANOLOGUE		Vecteur	polygone	1816-1996	1
	Géologie - sédimentologie	Bionomie des fonds meubles de la rade de Brest	GEOMER		Vecteur	polygone	1976-1989	1
	Hydrodynamique et hydrologie	Réseau hydrographique du Finistère	IGN		Vecteur	polygones	2009	1
	Limites physiographiques	Laises de basse mer et de haute mer	DDEA-IGN		Vecteur	polygones	2009	1
	Points remarquables	Localisation des points remarquables en rade de Brest	IGN		Vecteur	point	2009	1
	Limites réglementaire administrative	Limites de salure des eaux	DDAM	Myriam El Ayadi, Yves Coent	Vecteur	polygones	2009	1
	Limites réglementaires liées à la navigation	Limites transversales de la mer	DDAM	Myriam El Ayadi, Yves Coent	Vecteur	polygones	2009	1
		Limites réglementaires liées à la navigation	SHOM - GEOMER	Guy Marzin, Damien Le Guyader	Vecteur	polygone	2009	3
		Limites administratives des arrondissements du Finistère	IGN		Vecteur	polygone	2009	1
		Limites administratives des cantons du Finistère	IGN		Vecteur	polygone	2009	1
Réglementation	Zonages administratifs	Limites administratives du département du Finistère	IGN		Vecteur	polygone	2009	1
		Limites administratives de la région Bretagne	IGN		Vecteur	polygone	2009	1
		Localisation des chefs-lieux du Finistère	IGN		Vecteur	point	2009	1
		Délimitation des ZICO en Bretagne	DIREN		Vecteur	polygone	2005	1
		Délimitations des ZNIEFF marines en Bretagne	DIREN		Vecteur	polygone	2005	1
		Délimitations des ZNIEFF de type 1 en Bretagne	DIREN		Vecteur	polygone	2005	1
		Délimitations des ZNIEFF de type 2 en Bretagne	DIREN		Vecteur	polygone	2005	1
		Délimitation des ZSC en Bretagne	DIREN		Vecteur	polygone	2009	1
		Délimitation des ZPS en Bretagne	DIREN		Vecteur	polygone	2006	1
		Délimitation du Parc Naturel Régional d'Armorique (PNRA)	DIREN		Vecteur	polygone	2004	1
		Périmètre du SAGE Aulne	DIREN-BMO	Eugène Corgne	Vecteur	polygone	2008	1
		Périmètre du SAGE Elorn	DIREN-BMO	Eugène Corgne	Vecteur	polygone	2008	1
		Réserve de chasse maritime	DDEA	Valérie Soret, Alain Félaire, Laurent Bouris	Vecteur	polygone	2009	1
		Localisation des arrêtés de protection de biotope	DIREN		Vecteur	polygone	2004	1
		Sites classés de Bretagne	DIREN		Vecteur	point	2004	1
		Sites inscrits en Bretagne	DIREN		Vecteur	point	2004	1
		Zones de pêche réglementées par le CLPMEM	CLPMEM		Vecteur	polygone	2005-2009	1
		Classement sanitaire des zones de production de coquillages fouisseurs	DDAM	Myriam El Ayadi, Yves Coent	Vecteur	polygone	2009	1
		Classement sanitaire des zones de production de coquillages non-fouisseurs	DDAM	Myriam El Ayadi, Yves Coent	Vecteur	polygone	2009	1
	Réserve de chasse maritime	DDEA	Valérie Soret, Alain Félaire, Laurent Bouris	Vecteur	polygone	2009	1	

NB : Traitement effectué ; 1 : import et/ou modification du système de projection ; 2 : modification de la table attributaire ; 3 : modification des géométries et de la table attributaire.

Annexe 3. Fiches de métadonnées: exemple

Câbles et pipelines sous-marins

**Nom du fichier:**

SHOM- GEOMER_CablePipeline_L93

Système de référence spatiale: RGF93**Mots clés:** Activités, Usages, Objets sous-marins.**Résumé:** Localisation des câbles sous-marins et pipelines en rade de Brest.**Emprise géographique et temporelle**

Zone couverte par le lot de données : Rade de Brest et sortie du goulet

État d'avancement du travail : Achievé

Extension temporelle : 2009

Qualité du lot de données

Généalogie : les données ont été extraites de la carte électronique de navigation (ENC) FR574010.000 du SHOM (fichier au format S57), puis la table attributaire a été simplifiée.

Échelle de réalisation : 1 : 22 499

Échelle d'utilisation : 1 : 25 000

Définition des données

Attribut n°1

Libellé : OBJET_ID

Type : numérique

Définition : Identifiant de l'objet

Attribut n°2

Libellé : UTIL_TYP

Type : numérique

Définition : code identifiant du type de câbles sous-marin selon la typologie S-57 (2 codes)

Attribut n°3

Libellé : NOM_TYP

Type : caractères

Définition : Nom de type de câbles sous-marin selon la typologie S-57 (2 types)

Identification

Format des données: Shapefile

Type d'entités spatiales : Polygones

Système de référence spatial :

RGF93 / IAG GRS80 / Lambert 93

Organisme de diffusion :

Laboratoire Géomer, UMR 6554 LETG CNRS - IUEM - UBO - Institut Universitaire Européen de la Mer (Contact : Damien LE GUYADER ; Françoise Gourmelon), Technopôle Brest Iroise Place Nicolas Copernic 29280 Plouzané, Tél.:02 98 49 86 91

Condition d'utilisation : sous convention

Annexe 4. Typologie des activités identifiées en rade de Brest

Usages		Activités N1		Sous Activités N2		Sous Activités N3	
A	Exploitation des ressources vivantes	A1	Pêche professionnelle	A11	Arts Trainants	A111	Drague - Coquille Saint Jacques
						A112	Drague - Praire
						A113	Drague - Pétoncle noir / Huître creuse
						A114	Ligne - Calmar
				A12	Arts Dormants	A121	Filet - Raie bouclée
						A122	Filet - Bar
						A123	Filet - Rouget
						A124	Filet - Émissole
						A125	Palangre - Bar
						A126	Palangre - Dorade grise
						A127	Casier - Crevette
						A128	Casier - Étrille
		A13	Pêche en estuaire	A129	Casier - Araignée		
				A12A	Casier - Seiche		
A131	Bosselle - Anguille						
A132	Verveux - Anguille						
A133	Tamis - Civelle						
A2	Cultures marines	A21	Conchyliculture				
		A22	Pisciculture				
A21	Ostréiculture	A211	Ostréiculture				
		A212	Mytiliculture				
A221	Salmoniculture	A221	Salmoniculture				
B	Exploitation des ressources non vivantes	B1	Extraction de matériaux	B11	Ressources minérales	B111	Extraction -Sable coquillier
C	Voie de circulation / Transport	C1	Civil	C11	Navires de passagers	C111	Lignes régulières, lignes occasionnelles
				C12	Navires de charge	C121	Pétrolier, gazier, minéralier, chimiquiers, porte conteneur
		C2	Militaire	C21	Transit et manœuvre de bâtiments militaires	C211	SNLE, Bâtiments de surface
E	Usages de loisirs et sportifs	E1	Activités nautiques	E11	Activités nautiques encadrées	E111	Voile légère
						E112	Voilier
						E113	Planche à voile / Fun board
						E114	Aviron / Yole
						E115	Kayak
						E116	Plongée en bouteille
				E12	Manifestation nautiques sportives	E121	Voile légère
						E122	Voilier
						E123	Planche à voile / Fun board
						E124	Aviron / Yole
						E125	Kayak
				E13	Activités nautiques libres	E131	Voile légère
						E132	Voilier
						E133	Planche à voile / Fun board
						E134	Aviron / Yole
						E135	Kayak
		E136	Canots pneumatiques				
		E137	Vedettes à moteur				
		E138	Motomarine (Jet ski)				
		E139	Apnée				
		E13A	Nage avec et sans palme				
		E13B	Plongée en bouteille				
		E13C	Kite surf				
E13D	Surf / bodyboard						
E13E	Ski nautique						
E2	Pêche de loisir	E21	Chasse sous-marine	E211	Pêche en apnée avec palme		
		E22	Pêche embarquée	E221	Pêche embarquée sur tous supports		

Annexe 5. Liste des structures contactées lors des entretiens

Structure	Activité-Niv1
Canoë Kayak Brestois	Activités nautiques
Homme Bateau Kayak	Activités nautiques
KO-B Windsurfing	Activités nautiques
Centre nautique de Moulin Mer	Activités nautiques
BMO- Centre nautique de Brest	Activités nautiques
FFESSM 29	Activités nautiques
Les Crocodiles de l'Elorn	Activités nautiques
USAM Voile de Brest	Activités nautiques
BMO- Centre nautique de Brest	Activités nautiques
Société des Régates de Brest	Activités nautiques
Ar Rederien Mor	Activités nautiques
Nautisme En Finistère	Activités nautiques
Centre Nautique de Roscanvel	Activités nautiques
Centre Nautique du Relecq-Kerhuon	Activités nautiques
Yole Club Brestois	Activités nautiques
Centre Nautique de Rostiviec	Activités nautiques
Centre Nautique Armorique	Activités nautiques
Les crocos de l'Elorn	Activités nautiques
Association Minou Surf Club	Activités nautiques
Yatch Club de la rade de Brest	Activités nautiques
FFESSM 29	Activités nautiques
Kite des Sables	Activités nautiques
Groupement Manche Atlantique Plongée	Activités nautiques
Yatch Club de la rade de Brest	Activités nautiques
Société des régates de Brest	Activités nautiques
Aviron Brestois	Activités nautiques
Finist'Kite Attitude	Activités nautiques
Les Alligators	Activités nautiques
SARL Quémeneur	Extraction de matériaux
CLPMEM NF	Pêche professionnelle
Azénor	Transport maritime
Port de Brest	Transport maritime
Penn Ar Bed	Transport maritime

Annexe 6. Grille d'entretien pour la pêche professionnelle (Type 3)

Pêche professionnelle : Fiche Pêcheur

Code entretien	Code	Date entretien	J	J	M	M	A	A
----------------	------	----------------	---	---	---	---	---	---

Les informations collectées resteront anonymes et seront restituées de manière agrégée

Tableau 1- Informations personnelles

1- Nom :	2-Prénom :
3- Parcours :	
4- Statut (marin, patron...):	6- Temps : Temps partiel /Temps Complet
5- Nombre d'années de pêche :	7- Mail :

Tableau 2- Bateau de pêche

1- Nom :	5- Longueur totale (m) :
2- Année de construction :	6- Puissance (KW) :
3- Port d'attache principal :	7- Jauge totale (U.M.S) :
4- Nombre de marins :	

Tableau 3- Métiers pratiqués

Métier 1 :
Métier 2 :
Métier 3 :
Métier 4 :
Métier 5 :
Métier ... :

Tableau 4- Zones de pêche

1- Subdivisions ICES dans lesquelles vous travaillez (Carte en annexe)	
2- Distance minimale de la côte (NM) :	3- Distance maximale de la côte (NM) :
4- Rayon d'action	<input type="checkbox"/> + de 75 % du temps dans la bande des 12 milles <input type="checkbox"/> Entre 25 et 75 % dans la bande des 12 milles <input type="checkbox"/> + de 75 % en dehors la bande des 12 milles
4- Rayon d'action en rade	<input type="checkbox"/> + de 75 % du temps dans la rade <input type="checkbox"/> Entre 25 et 75 % dans la rade <input type="checkbox"/> + de 75 % en dehors la rade

Tableau 5- Interactions / Perspectives

1- Interactions :
2- Perspectives :

Pêche professionnelle : Fiche Métier

Code entretien	Code
----------------	------

Date entretien	J	J	M	M	A	A
----------------	---	---	---	---	---	---

Les informations collectées resteront anonymes et seront restituées de manière agrégée

Tableau 1- Technique

1- Engin de pêche :	2- Dimension :	3- Nombre :
4- Espèces cibles :		
5- Prises accessoires :		
6- Descriptif :		
Ex : pour les métiers de la drague (nombre de traits par marée, durée d'un trait, vitesse moyenne du bateau lors du trait)		

Tableau 2- Milieu

1- Type de fond :
2- Profondeur :
3- Contraintes associées :
4- Autres :

Tableau 3- Météorologie (Conditions de pratique improbable)

1- État de la mer :	4- Température :
2- Force du vent :	5- Autres :
3- Orientation du vent :	

Tableau 4- Zones de pêche

Zone N°	Remarques	Échelle	Support en IG

Tableau 5- Périodes de pêche en général sur l'année

Mois Zone N°	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC

Tableau 6- Effort

Période	Nb jours pêche	Nb marées	Durée	Nb heures de pêche	Nombre d'engins ou Quantité de lévées
Annuel					
Mensuel					
Marée					

Annexe 7. Grille d'entretien pour les activités nautiques encadrées (Type 2 ou 3)

Activités nautiques encadrées

Code entretien	Code	Date entretien	J	J	M	M	A	A
----------------	------	----------------	---	---	---	---	---	---

Les informations collectées resteront anonymes et seront restituées de manière agrégée

Tableau 1- Informations personnelles

1- Nom :	2-Prénom :
3- Fonction :	
4- Ancienneté de pratique (+parcours):	5- Mail/Tél :

Tableau 2- Structure

1- Nom :	2- Nb licenciés et de séances(2009) :
3- Statut :	4- Nb salariés :
5- Flottille :	6- Autre (historique...) :

Tableau 3- Activités pratiquées

1- Type Club (loisir et compétition) :
2- Type Stage :
3- Type Scolaire :

Tableau 4- Les zones de pratique

Zone N°	Activité	Remarques	Échelle	Support en IG
1				
2				
3				
4				
5				

Tableau 5- Périodes de pratique en général sur l'année

Mois Zone N°	JAN	FEB	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
	1											
2												
3												
4												

Tableau 6- Jours de sorties en général

	L		M		Me		J		V		S		D	
	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A

Tableau 7- Conditions de pratique improbable

1- État de la mer :	4- Température :
2- Force du vent :	5- Marée :
3- Orientation du vent :	6- Autres :

Tableau 8- Interactions entre activités et perspectives d'évolution

1- Interactions :

2- Perspectives :

Tableau 9- Effectifs 2009 (nombre de supports ou séances / activité / date)

1- Données existantes :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
2- Format :	Numérique <input type="checkbox"/>	Papier <input type="checkbox"/>
3- Données accessibles :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
4- Données homogènes (qualité) :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
5- Données acquises :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>

Annexe 8. Grille d'entretien pour la plongée encadrée (Type 3)

Activités nautiques encadrées : Plongée

Code entretien	Code	Date entretien	J	J	M	M	A	A
----------------	------	----------------	---	---	---	---	---	---

Les informations collectées resteront anonymes et seront restituées de manière agrégée

Tableau 1- Informations personnelles	
1- Nom :	2-Prénom :
3- Fonction :	
4- Ancienneté de pratique (+parcours):	5- Mail/Tél :

Tableau 2- Structure	
1- Nom :	2- Nb licenciés et de séances(2009) :
3- Statut :	4- Nb salariés :
5- Flottille :	6- Autre (historique...) :

Tableau 3- Les sorties en général	
1- Départ des plongées :	du bord <input type="checkbox"/> du bateau <input type="checkbox"/>
2- Rayon d'action en rade	<input type="checkbox"/> + de 75 % du temps dans la rade <input type="checkbox"/> Entre 25 et 75 % dans la rade <input type="checkbox"/> + de 75 % en dehors la rade
3- Nombre moyen de personnes par palanquée :	

Tableau 4- Les sites de plongée (par ordre décroissant de fréquentation)				
Site N°	Nom	Fréquentation en % du total	Localisation GPS	Localisation Carte
1				
2				
3				
...				

Tableau 5- Nombre de plongées en général sur l'année												
Mois \ Site N°	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
	1											
2												
3												
...												

Tableau 6- Jours de sorties en général	L		M		Me		J		V		S		D	
	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A

Tableau 7- Conditions de pratique improbable	
1- État de la mer :	4- Température :
2- Force du vent :	5- Marée :
3- Orientation du vent :	6- Autres :

Tableau 8- Interactions entre activités et perspectives d'évolution	
1- Interactions :	
2- Perspectives :	

Tableau 9- Effectifs 2009 (nombre de supports ou séances / activité / date)		
1- Données existantes :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
2- Format :	Numérique <input type="checkbox"/>	Papier <input type="checkbox"/>
3- Données accessibles :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
4- Données homogènes (qualité) :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
5- Données acquises :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>

Annexe 9. Grille d'entretien pour le transport de passagers

Transport de passagers

Code entretien	Code	Date entretien	J	J	M	M	A	A
----------------	------	----------------	---	---	---	---	---	---

Les informations collectées resteront anonymes et seront restituées de manière agrégée

Tableau 1- Informations personnelles

1- Nom :	2-Prénom :
3- Fonction :	
4- Ancienneté de pratique (+parcours):	5- Mail/Tél :

Tableau 2- Structure

1- Nom :	4- Nb salariés :
2- Statut :	5- Autre (historique...) :
3- Flottille :	

Tableau 3- Les différentes liaisons

Liaison 1 :
Liaison 2 :
Liaison ... :

Tableau 4- Les zones de pratique

Liaison	Description / Remarques	Échelle	Support en IG
1			
2			
...			

Tableau 5- Périodes de pratique en général sur l'année

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
Liaison 1												
Liaison 2												
...												

Tableau 6- Calendrier

hebdomadaire en général

	L		M		Me		J		V		S		D	
	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A
Liaison 1 aller														
Liaison 1 retour														
Liaison 2 aller														
Liaison 2 retour														
....														

Tableau 7- Conditions de pratique improbable	
1- État de la mer :	4- Température :
2- Force du vent :	5- Marée :
3- Orientation du vent :	6- Autres :

Tableau 8- Interactions entre activités et perspectives d'évolution	
1- Interactions :	
2- Perspectives :	

Tableau 9- Calendrier des liaisons en 2009			
1- Données existantes :	Oui	<input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
2- Format :	Numérique	<input type="checkbox"/>	Papier <input type="checkbox"/>
3- Données accessibles :	Oui	<input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
4- Données homogènes (qualité) :	Oui	<input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
5- Données acquises :	Oui	<input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>

Annexe 10. Grille d'entretien pour l'extraction de ressources minérales

Extraction de ressources minérales

Code entretien	Code	Date entretien	J	J	M	M	A	A
----------------	------	----------------	---	---	---	---	---	---

Les informations collectées resteront anonymes et seront restituées de manière agrégée

Tableau 1- Informations personnelles

1- Nom :	2-Prénom :
3- Statut :	
4- Ancienneté de pratique (+parcours):	5- Mail/Tél :

Tableau 2- Structure

1- Nom :	4- Nb salariés :
2- Statut :	5- Autre (historique...) :
3- Flottille :	

Tableau 3- Navire

1- Nom :	5- Longueur totale (m) :
2- Année de construction :	6- Puissance (KW) :
3- Port d'attache principal :	7- Capacité réelle (m ³) :
4- Nombre de marins :	8- Benne preneuse (m ³) :

Tableau 4- Activité en général

1- Description en général :	
2- Rayon d'action en rade :	<input type="checkbox"/> + de 75 % du temps dans la rade <input type="checkbox"/> Entre 25 et 75 % dans la rade <input type="checkbox"/> + de 75 % en dehors la rade

Tableau 5- Les sites d'extraction (par ordre décroissant de fréquentation)

Site N°	Nom / Remarques	Fréquentation (en % du temps annuel de l'activité)
1		
2		
...		

Tableau 6- Périodes de pratique en général sur l'année

Mois Site N°	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
	1											
2												
...												

Tableau 7- Effort en général sur l'année				
Période	Nb jours de mer	Durée	Durée moyenne d'extraction	Nombre de bennes ou quantité prélevée
Annuel				
Hebdomadaire				
Sortie				

Tableau 8- Conditions de pratique improbable	
1- État de la mer :	4- Température :
2- Force du vent :	5- Marée :
3- Orientation du vent :	6- Autres :

Tableau 9- Interactions entre activités et perspectives d'évolution
1- Interactions :
2- Perspectives :

Tableau 10- Calendrier 2009 (sorties / date)		
1- Données existantes :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
2- Format :	Numérique <input type="checkbox"/>	Papier <input type="checkbox"/>
3- Données accessibles :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
4- Données homogènes (qualité) :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
5- Données acquises :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>

Annexe 11. Exploitation de données AIS pour la cartographie du transport maritime

Le Guyader, D., Brosset, D. et Gourmelon, F. (2012) Exploitation de données AIS pour la cartographie du transport maritime. *Mappemonde*, 104 (1-2012), 15.

EXPLOITATION DE DONNES AIS POUR LA CARTOGRAPHIE DU TRANSPORT MARITIME

Damien Le Guyader, David Brosset, Françoise Gourmelon

*UMR 6554 CNRS – LETG, laboratoire Géomer, Institut Universitaire Européen de la Mer,
Université de Bretagne Occidentale.*

Résumé – Cet article présente une méthodologie de caractérisation spatiale, temporelle et quantitative du transport maritime en rade de Brest (Bretagne, France), difficile à appréhender du fait de sa forte variabilité. Par la mobilisation d'une base d'informations spatio-temporelles issues de données AIS (Automatic Identification System) et le recours à des procédures d'analyse spatiale mises en œuvre au sein d'un Système d'Information Géographique (SIG), le trafic maritime quotidien de charge et de passagers est identifié, quantifié et cartographié pour une année.

AIS, Cartographie, Base de données spatio-temporelle, SIG, Transport maritime

Abstract – Use of AIS data to map maritime transport.– This paper presents the methodology of spatial, temporal and quantitative characterization for maritime transportation in the bay of Brest (Brittany, France). Due to its high variability, it is difficult to describe. Using AIS spatiotemporal database combined with GIS spatial analysis, daily sea traffic for maritime transportation of goods and passengers is identified, quantified and mapped for one year.

AIS, GIS, Mapping of Marine Activities, Maritime Transportation, Spatiotemporal database.

Resumen – Explotación de los datos AIS para la cartografía del transporte marítimo.– Este artículo propone una metodología de caracterización espacial, temporal y cuantitativa del transporte marítimo en rade de Brest (Bretaña, Francia). El transporte marítimo es una actividad difícil de describir por su variabilidad. Debido a la movilización de una base de informaciones espacio-temporales elaborada a partir de datos AIS (Automatic Identification System) y el recurso a procedimientos de análisis espaciales dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG), el tráfico marítimo diario de cargas y pasajeros es identificado, cuantificado y cartografiado para un año.

AIS, Base de datos espacio-temporal, Cartografía, transporte marítimo, SIG

Depuis plusieurs décennies, le littoral se maritimise par une concentration croissante des activités en mer côtière (Gourmelon *et al.*, 2005). Consommatrices d'espaces et de ressources, ces activités interagissent non seulement avec le milieu dont elles peuvent perturber le fonctionnement voire la qualité (Lotze *et al.*, 2006 ; Myers, Worm, 2003), mais aussi entre elles, provoquant des concurrences, des tensions et parfois des conflits (Dupilet, 2000 ; Johnson, Pollnac, 1989). La compréhension de ces interactions complexes est décisive pour l'aide au développement durable des sociétés littorales préconisée par la Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) (Cicin-Sain, Knecht, 1998) et mise en œuvre depuis peu

au niveau européen. Néanmoins cet objectif se heurte à de multiples difficultés liées à l'indisponibilité de données structurées ou à leur niveau d'agrégation, aux délimitations « floues » et fugaces de la plupart des activités en mer, à la difficile intégration des dimensions spatiales et temporelles (Claramunt, Thériault, 1995).

Cet article s'inscrit dans le cadre d'une recherche visant à modéliser et scénariser les activités humaines en rade de Brest (Finistère, France)¹ (Gourmelon *et al.*, 2011 ; Le Guyader, à paraître). L'objectif est de simuler différents scénarios d'usage et de gestion auprès de « personnes-ressources »² en utilisant le cadrage théorique de la modélisation des systèmes complexes et le recours aux Technologies de l'Information géographique (TIG).

Dans une première étape, l'inventaire des activités en rade de Brest a été dressé selon la typologie proposée par Le Tixerant (2004) et Le Tixerant et Gourmelon (2006) en fonction de leur mode d'utilisation du milieu (fig.1). Elle a été structurée en 3 niveaux hiérarchiques de manière à décliner les usages en activités puis en sous-activités. Au niveau typologique le plus fin, 51 activités maritimes ont été recensées. A titre d'exemple, le transport maritime (niveau 1) est militaire ou civil (niveau 2). Le transport civil comprend deux sous-activités (niveau 3) : le transport maritime pratiqué soit par les navires de charge soit par les navires de passagers.

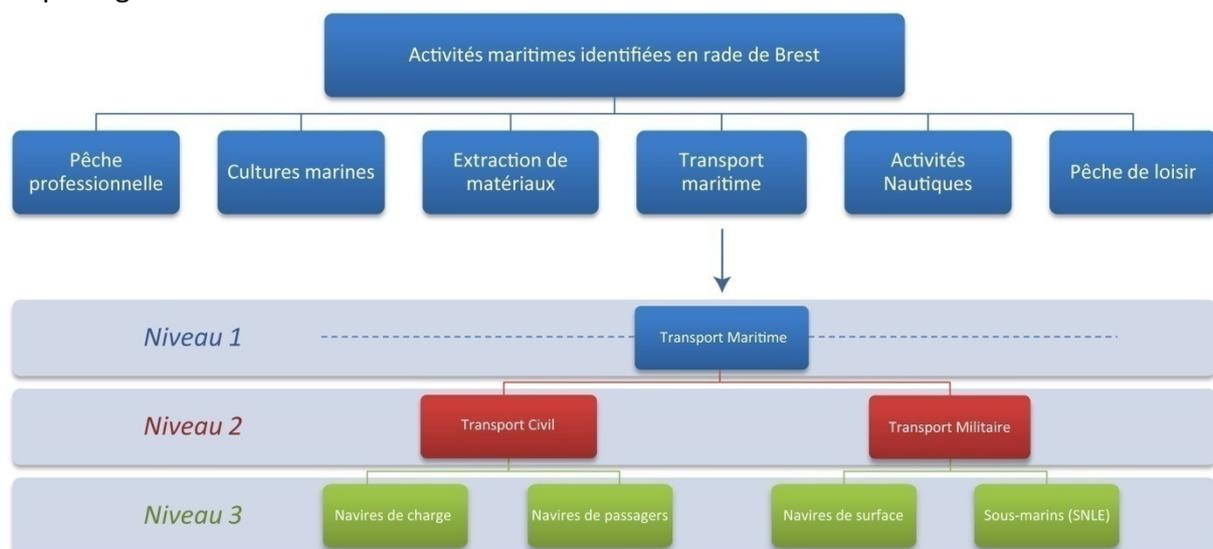


Figure 1 : Extrait de la typologie simplifiée des activités maritimes en rade de Brest

Dans une seconde étape, les territoires et calendriers de pratiques (Le Tixerant *et al.*, 2010) permettent d'identifier les zones où se déroule chaque activité recensée, d'y associer les périodes auxquelles ces activités sont susceptibles de se dérouler et les données quantitatives qui les caractérisent. Il s'agit donc d'affecter à une entité spatiale (*i.e.* pour chaque activité au niveau 3) les occurrences temporelles au cours d'une année avec un pas de temps quotidien et d'y associer les effectifs (nombre de bateaux) et la densité (nombre

¹ Projet « Modélisation et scénarisation des activités humaines en rade de Brest » (Rad2Brest), programme LITEAUIII du MEDDTL, 2010-2012

² « Personnes ressources » ou *key informants* (Tremblay 1957). Il s'agit personnes qui sont présumées avoir des connaissances particulières au sujet d'une population cible (Rubin & Babbie 2005).

de bateaux/km²). Cette méthode implique la collecte et la mise en forme de données spécifiques en termes de granularités spatiales et temporelles.

La dimension spatiale des activités recensées est acquise selon des protocoles méthodologiques variables : par numérisation de données cartographiques (ex : cartographie des zones de pêche à pied récréative), par acquisition de zones de pratiques « à dire d'acteurs », c'est-à-dire auprès de personnes-ressources (ex : zones de pratiques pour la pêche professionnelle, pour les activités nautiques encadrées..), par mise en forme de données numériques (ex : relevés de la position des sites de plongée par GPS, extraction des zones réglementées à partir des cartes électroniques de navigation). Parmi les activités recensées en rade de Brest, le transport maritime est difficile à cerner car extrêmement dynamique. Si dans certains secteurs, des facteurs physiques (bathymétrie en fonction du tirant d'eau) ou réglementaires (dispositif de séparation du trafic) contraignent fortement la navigation, la plupart des espaces maritimes sont « ouverts », c'est-à-dire potentiellement accessibles aux navires.

Jusque récemment, la cartographie du transport maritime était basée :

- pour l'analyse des réseaux et flux maritimes au niveau mondial (Ducruet & Notteboom, 2010), sur les enregistrements des ports de départs et d'arrivées de l'assureur Lloyd's¹,
- pour l'analyse de l'emprise spatiale du transport maritime, sur les positions en mer de navires volontaires par des centres météorologiques tels que le World Meteorological Organization Voluntary Observing Ships Scheme² (Halpern *et al.*, 2008) ou le centre océanique de Météo France (Brocard *et al.*, 1995). En France, cette spatialisation exploitait soit des observations réalisées par bateaux ou moyens aéroportés, soit des détections radars pour les zones équipées (sémaphores de la marine et CROSS) soit des Comptes Rendus Obligatoires³ positionnés sur un carroyage de l'espace maritime considéré (Le Gentil, 2006). En 2010, Pelot et Plummer proposent une synthèse hiérarchisée des données disponibles concernant le trafic maritime et identifient les données AIS (Automatic Identification System) comme étant les plus complètes. En effet depuis 2008, le déploiement d'un réseau de stations de base AIS sur les façades Mer du Nord – Manche – Atlantique et Mer méditerranéenne offre de nouvelles possibilités en termes de cartographie de l'activité de transport.

En raison des problèmes posées par l'immigration clandestine et l'intensification de la menace terroriste anti-occidentale, le projet de développer un système d'information opérationnel de contrôle et de suivi en temps réel du trafic maritime français (SPATIONAV) associé au réseau européen SafeSeaNet a vu le jour en 2001. Ce système est en partie fondé sur le déploiement de l'AIS qui est un système d'identification automatique imposé à certains navires par la convention Solas⁴. Sont concernés par cette disposition, tous les

¹ <http://www.seasearcher.com/lmiu/index.htm>

² http://www.vos.noaa.gov/vos_scheme.shtml

³ Rapports effectués auprès des CROSS par tous les navires entrant et sortant dans une zone de fort trafic (ex : les CROSS Corsen et CROSS Gris Nez pour la Manche)

⁴ Règle V/19 de la Convention SOLAS, résolution Organisation Maritime Internationale A.917 (22) de janvier 2002

navires à passagers et les navires de charge¹ d'une jauge brute égale ou supérieure à 300 tonneaux de jauge brute² (ou tjb) (500 tjb pour les navires réservés au cabotage national). Ce système est destiné à la sécurité et à la surveillance du trafic maritime.

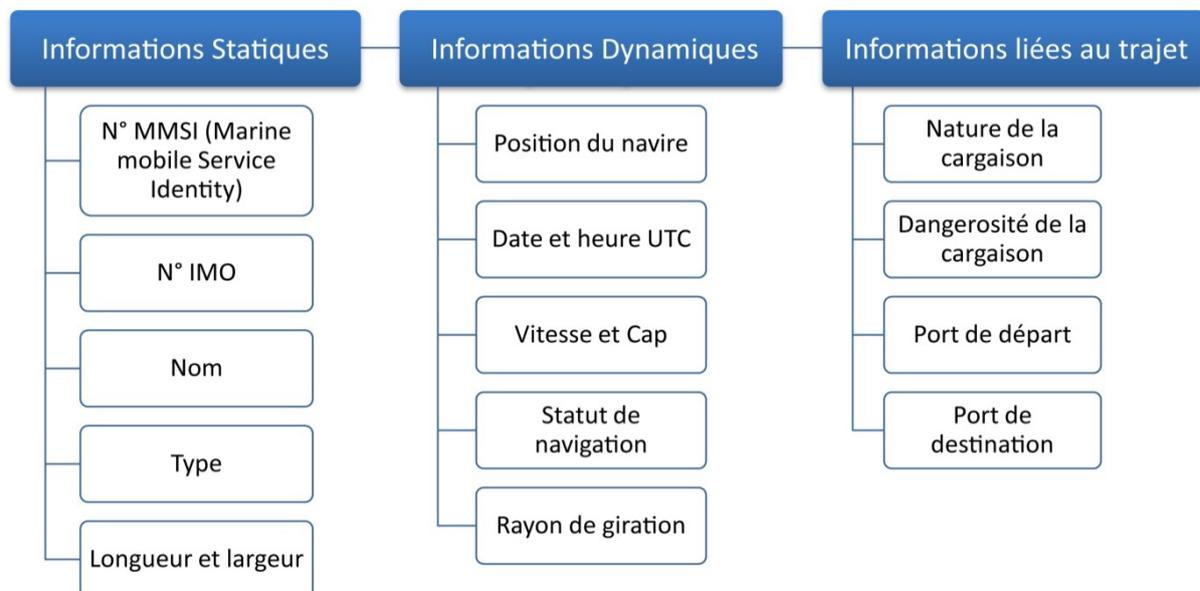


Figure 2 : Nature des données AIS (IALA, 2004)

Fondé sur l'échange automatisé de messages par radio VHF entre navires d'une part et entre navires et centres de surveillance maritimes d'autre part, il permet une identification en temps réel des navires émetteurs. L'AIS génère un flux de données très important qui impose la mise en place de plateformes dédiées et le recours à des protocoles de fouille de données et de simulation pour le suivi des déplacements des navires (Claramunt *et al.*, 2007 ; Ray *et al.*, 2007 ; Servigne *et al.*, 2009). Plusieurs travaux menés à l'Institut de Recherche de l'École Navale (IRENav) sont basés sur l'exploitation de données AIS dans le but de détecter des situations inhabituelles (risques de collision) et de qualifier le comportement des navires en temps réel (Bertrand *et al.*, 2007 ; Ray *et al.*, 2010 ; Etienne *et al.*, 2010). Si l'AIS est très utile pour l'aide à la navigation, les données VMS (Vessel Monitoring System), relativement proches des données AIS, le sont également en gestion des pêches (Deng *et al.*, 2005 ; Mills *et al.*, 2007 ; Palmer *et al.*, 2009). Néanmoins l'utilisation de ces données impose la mobilisation de méthodes d'analyses spécifiques conjointe à l'usage d'une structure matérielle et informatique adaptée (serveur de base de données) car en dépit de l'évolution des SIG vers un modèle dynamique (Peuquet, Duan, 1995), ils peinent toujours à gérer des objets mobiles malgré la multiplication des capteurs permettant leur localisation en temps réel et les capacités croissantes des SGBD (Devogele, 2009).

¹ Navire de commerce transportant des marchandises

² Capacité volumique intérieure totale d'un navire

Pour les besoins de notre étude, nous avons mobilisé des données AIS mises en forme dans une base d'informations spatio-temporelles pour caractériser le transport maritime de charge et de passagers en rade de Brest au cours d'une année. Le trafic maritime journalier est identifié, quantifié et cartographié suivant une méthode d'analyse en 3 étapes. Suite à l'intégration des données ponctuelles brutes dans une base d'informations (1), les trajectoires de chaque navire sont construites (2) de manière à identifier les couloirs de navigation (3) en tant que zones de pratiques.

Des données ponctuelles

Les données AIS contiennent 3 catégories d'informations (fig. 2): des informations statiques qui identifient le navire émetteur, des informations dynamiques qui rendent compte de sa position et de son déplacement et des informations spécifiques au trajet effectué. Les informations statiques et dynamiques sont acquises toutes les 2 à 30 secondes selon la vitesse et le déplacement du navire (la fréquence à laquelle le système AIS transmet l'information augmente avec la vitesse du navire) et complétées toutes les 6 minutes par des informations concernant le trajet.

L'IRENav possédant une station d'acquisition de données AIS, nous a fourni les données enregistrées toutes les 2 à 30 secondes pour chaque navire, au cours de l'année 2009 (année test). Elles concernent 24 types de navires, parmi lesquels 11 correspondent aux catégories intéressant notre étude. Il s'agit particulièrement des navires affectés au transport maritime civil tels que les navires de passagers et les navires de charge (cargos, navires citernes, remorques).

L'exploitation cartographique de ces données brutes est possible sur l'ensemble de l'année, pour chaque type de navire (fig. 3). Mais ce mode de représentation ne permet pas de disposer d'une information synthétique et représentative du transport maritime ni d'une intensité de trafic à l'année. En effet, la fréquence d'émission des données AIS n'étant pas constante, l'analyse du trafic ne peut être réalisée directement, ce qui justifie la reconstitution des trajectoires des navires.

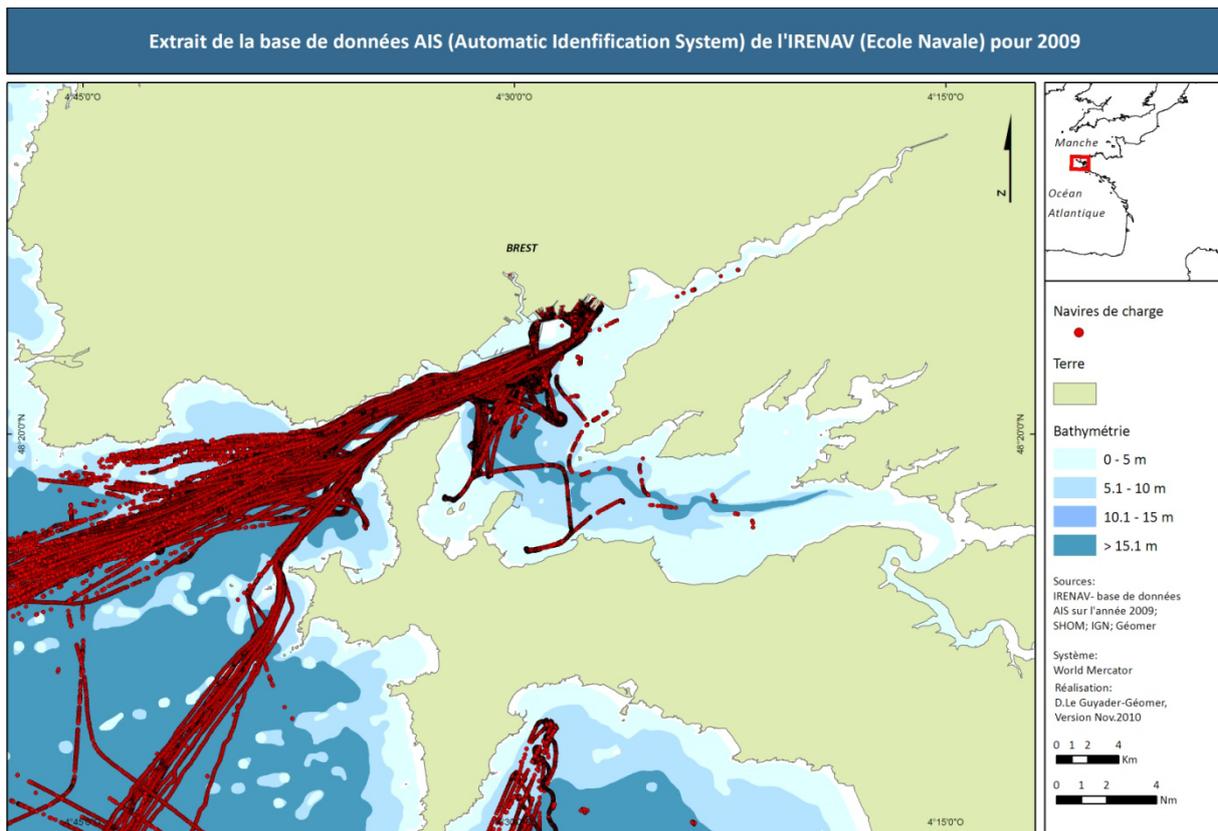


Figure 3 : Extrait de la base AIS de l'École Navale pour la rade de Brest (2009)

Du point à la ligne : de la localisation à la trajectoire

Compte tenu du nombre important de données (environ 5 millions de données ponctuelles pouvant atteindre plusieurs dizaines de milliers par bateau), la reconstruction de la trajectoire de chaque navire par la transformation d'objets ponctuels en objets linéaires implique l'usage d'un système de gestion de base de données associé à une grande capacité de calcul.

Les données brutes ont été intégrées à un serveur de base de données (PostgreSQL) associé à un module lui conférant la capacité de traiter des objets géographiques (PostGis). Afin de réduire les temps de calcul, les données ont été simplifiées par la suppression des positions pour lesquelles la vitesse de déplacement était nulle. En effet, cette information ne nous est pas utile car les interactions potentielles entre le transport maritime et les autres activités présentes en rade de Brest n'ont été spécifiées à dire d'acteurs que pour les navires en mouvement. L'élaboration de requêtes SQL (Structured Query Language) a permis de construire la géométrie des trajectoires quotidiennes pour chaque navire (fig. 4).

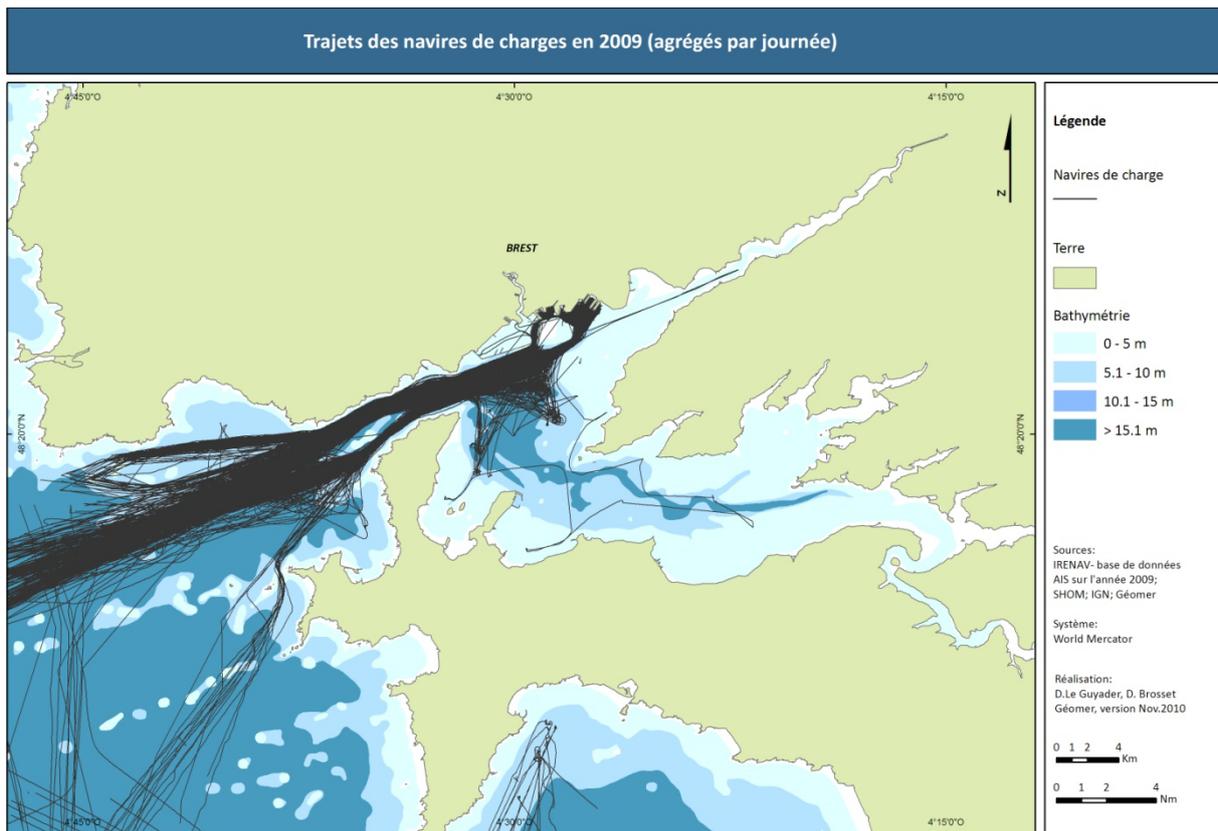


Figure 4 : Les trajectoires des navires de charge en rade de Brest (données AIS cumulées pour 2009)

De la ligne à la surface : de la trajectoire au couloir de navigation

Une fois les trajectoires reconstituées pour les 350 navires pris en compte, le but est d'identifier des zones de navigation qui contiennent une part représentative de la densité des trajets effectués. Cette densité (D) est calculée dans un fichier raster (fig. 5) par la fonction *Line density* (Silverman 1986) d'ArcGis 9.2 Spatial Analyst (ESRI®). Afin de paramétrer la taille de la cellule, nous avons calculé D à différentes résolutions spatiales (10, 20, 40 et 80 m). La maille de 40 m est retenue car elle correspond, pour cette étude, au meilleur compromis entre le temps de calcul, le poids des fichiers en sortie, et l'échelle de restitution des résultats *versus* l'étendue de la zone (180 km²).

De manière à délimiter les couloirs de navigation, deux méthodes ont été testées : une approche analytique à partir de la densité et une approche probabiliste à partir de la densité de Kernel (Bailey, Gatrell 1995 ; Silverman, 1986).

Dans un premier temps, la densité de trajets sur l'ensemble de l'année (D) pour les navires de charge, a été répartie en 256 classes d'égales étendues. Plus la valeur des classes est grande, plus la densité est élevée. Le nombre de classes correspond à la plus grande valeur obtenue à partir du fichier de densité codé en 8 bits. La fréquence de densité présente une distribution plurimodale et asymétrique.

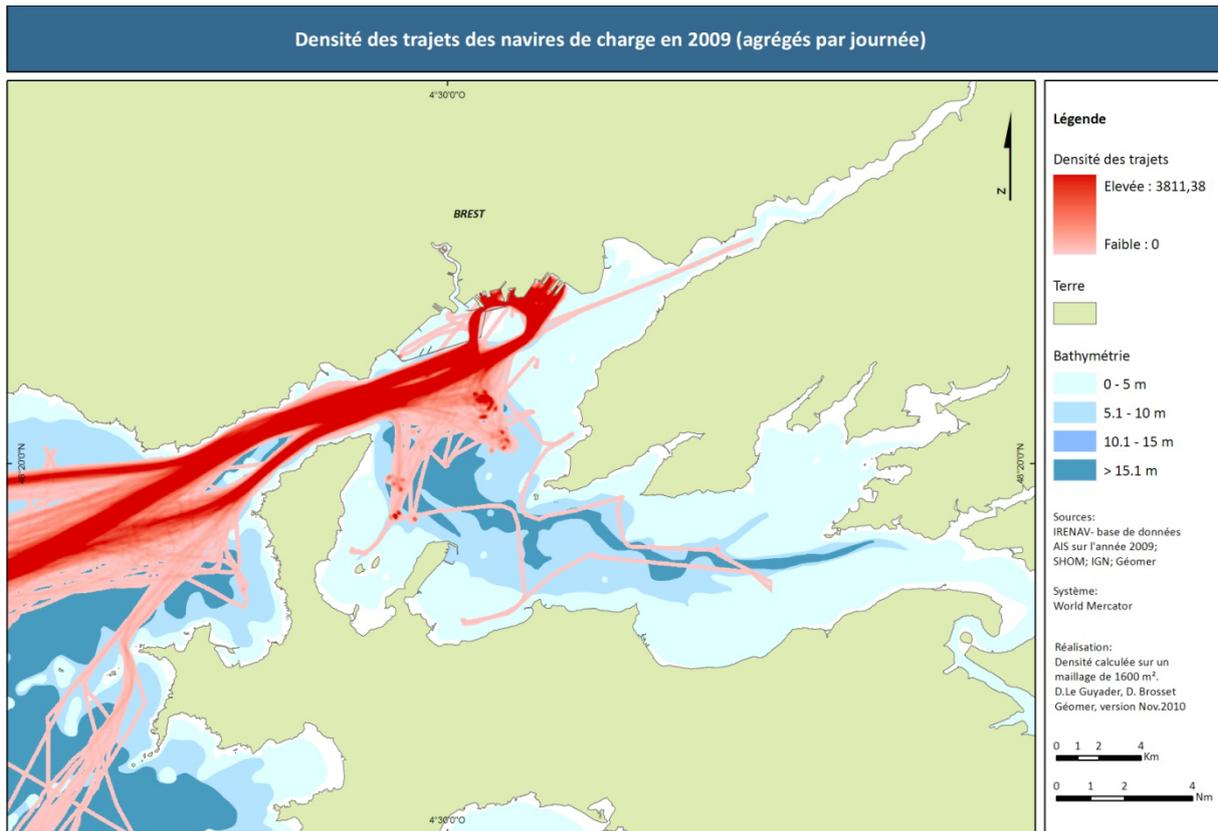


Figure 5 : Densité des trajectoires des navires de charge (2009)

Afin de conserver les classes représentant 90 % de la densité (seuil fixé arbitrairement), nous calculons la densité relative pour chaque classe (dr) telle que :

$$dr_x = \frac{N_i \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n N_i \cdot V_i} \quad (1)$$

Où N : effectif de classe; V : valeur de classe; dr : densité relative

Nous calculons ensuite la fréquence cumulée de cette densité relative pour chaque classe, soit la fonction (Dr).

10 % de la densité relative cumulée étant atteinte pour la classe 29, nous décidons de conserver les classes comprises entre 29 et 256 pour identifier les limites du couloir de navigation.

La seconde méthode est une approche statistique qui fait appel à la densité de Kernel (ou densité de noyau). Il s'agit d'une méthode d'estimation de la densité de probabilité d'une variable aléatoire (ici la densité des trajectoires). Cette méthode est utilisée notamment dans le champ de l'analyse spatiale des risques maritimes telles que l'identification de *hot spots* des incidents en mer (Shahrabi, Pelot, 2009), des pollutions maritimes (Serra-Sogas *et al.*, 2008) à partir de positionnements par GPS ou des trajectoires simulées de navires. L'outil employé ici est Geospatial Modelling Environment (Hawth's Analysis Tools) ou GME (Beyer *et al.*, 2010), module libre et intégrable dans ArcGIS (ESRI®) qui est utilisé pour l'analyse de données spatiales en écologie et biologie des populations.

La densité de Kernel (Dk) est calculée à partir de la densité de trajets sur l'ensemble de l'année (D) non discrétisée et pondérée par la densité de trajectoires (N) (Kernel de type Gaussien (normal bivarié), Facteur d'échelle = 1 000 000; Facteur de lissage (h) = 100, Résolution du raster en sortie = 40 m).

$$Dk_x = \frac{1}{\delta(x)} \sum_{i=1}^n \frac{1}{h^2} k\left(\frac{(x - x_i)}{h}\right) \quad (2)$$

Où

Dk_x : densité de Kernel, k : fonction de densité de Kernel; h : facteur de lissage; $\delta(x)$: facteur de correction

La densité de Kernel des trajets est contenue dans un fichier raster à partir duquel nous avons identifié et isolé les zones ayant une probabilité de densité définie par l'outil "Percent Volume Contour" de GME. Ainsi, nous avons retenu les zones dont la probabilité de densité est supérieure ou égale à 90 % de la densité des trajectoires sur l'ensemble de l'année 2009.

La cartographie des résultats obtenus (fig. 6) présente les couloirs spatialisés à partir des deux méthodes pour les navires de charge. La méthode probabiliste permet ici, pour une même représentativité (90% de la densité), de définir une zone dont la superficie est près de deux fois moindre que celle obtenue à partir de la méthode analytique (Superficie Méthode 1 ($Sm1$) \approx 44,9 km² ; Superficie Méthode 2 ($Sm2$) \approx 22,4 km² ; Ratio ($Sm2/Sm1$) \approx 49,8%).

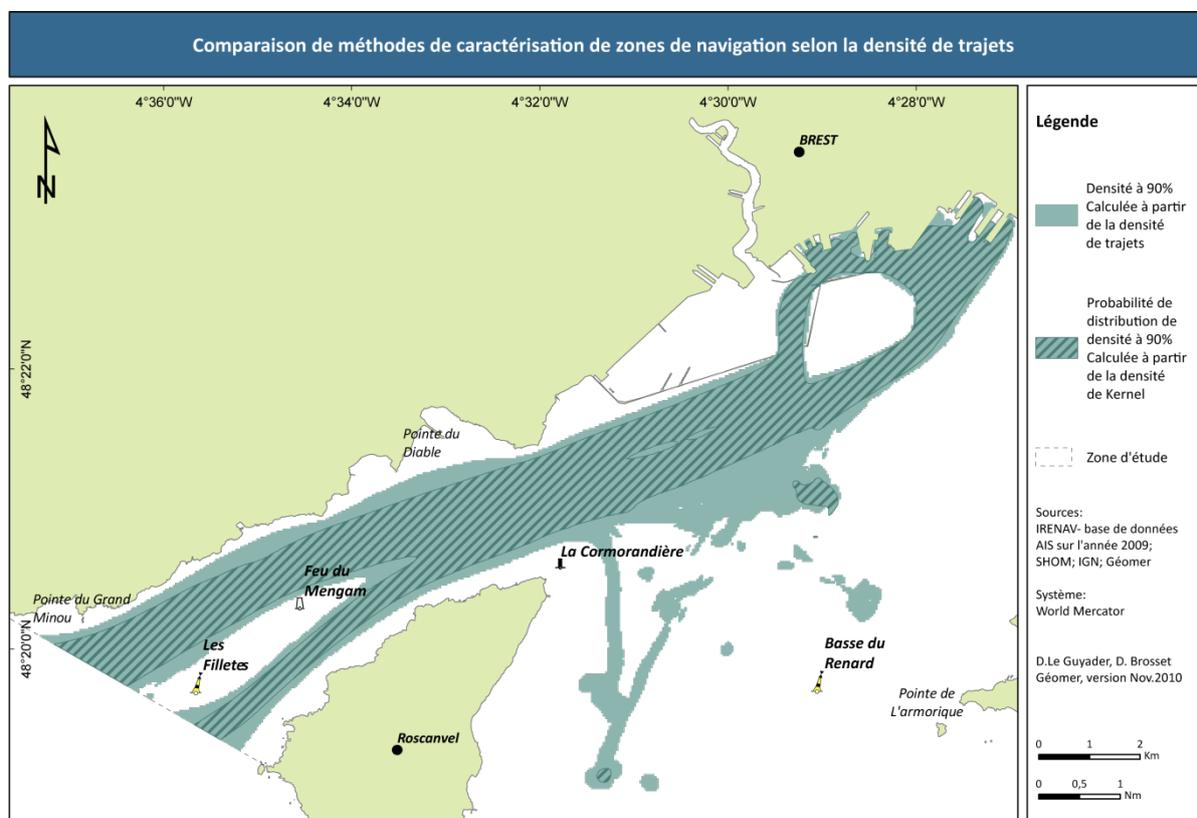


Figure 6 : Comparaison des méthodes de calcul de couloirs de navigation (données AIS 2009, navires de charge)

Nous avons donc retenu l'approche basée sur la densité de Kernel car elle permet de reconstruire les couloirs de navigation à partir des trajectoires des navires avec une meilleure précision sur le plan spatial. Par précision, nous entendons ici, compte tenu de nos objectifs, le rapport entre la représentativité et l'emprise spatiale de l'entité. De plus, elle ne comporte pas de calcul non automatisé (i.e. : calcul de la densité relative et identification de la classe seuil) ce qui minimise d'autant le temps de traitement.

Par cette méthode, les couloirs de navigation ont été calculés pour les navires de charge (fig. 7) et de passagers (fig. 8). Pour les besoins de l'étude, nous avons distingué différents couloirs de navires de passagers du fait de leur hétérogénéité spatio-temporelle (fig. 8). Certaines lignes régulières sont strictement inféodées à la rade comme les liaisons effectuées par les transrades entre Brest, l'île Longue et Lanvéoc ; tandis que d'autres, plus occasionnelles (navires de croisière) empruntent une route pratiquement identique à celle des navires de charge mais avec une fréquence nettement moindre (seuls 9 navires de croisières ont fait escale au port de Brest en 2009 d'après les données AIS). La distinction des trajectoires entre ces deux catégories de transport de passagers (lignes régulières et occasionnelles) a été réalisée par un croisement entre l'identifiant unique de chaque navire ou n° MMSI (fig. 2) contenu dans la base de données AIS et les informations diffusées par des bases de données en ligne telles que "Marine Traffic"¹ ou Ship Spotting"².

¹ www.marinetraffic.com/ais

² www.shipspotting.com

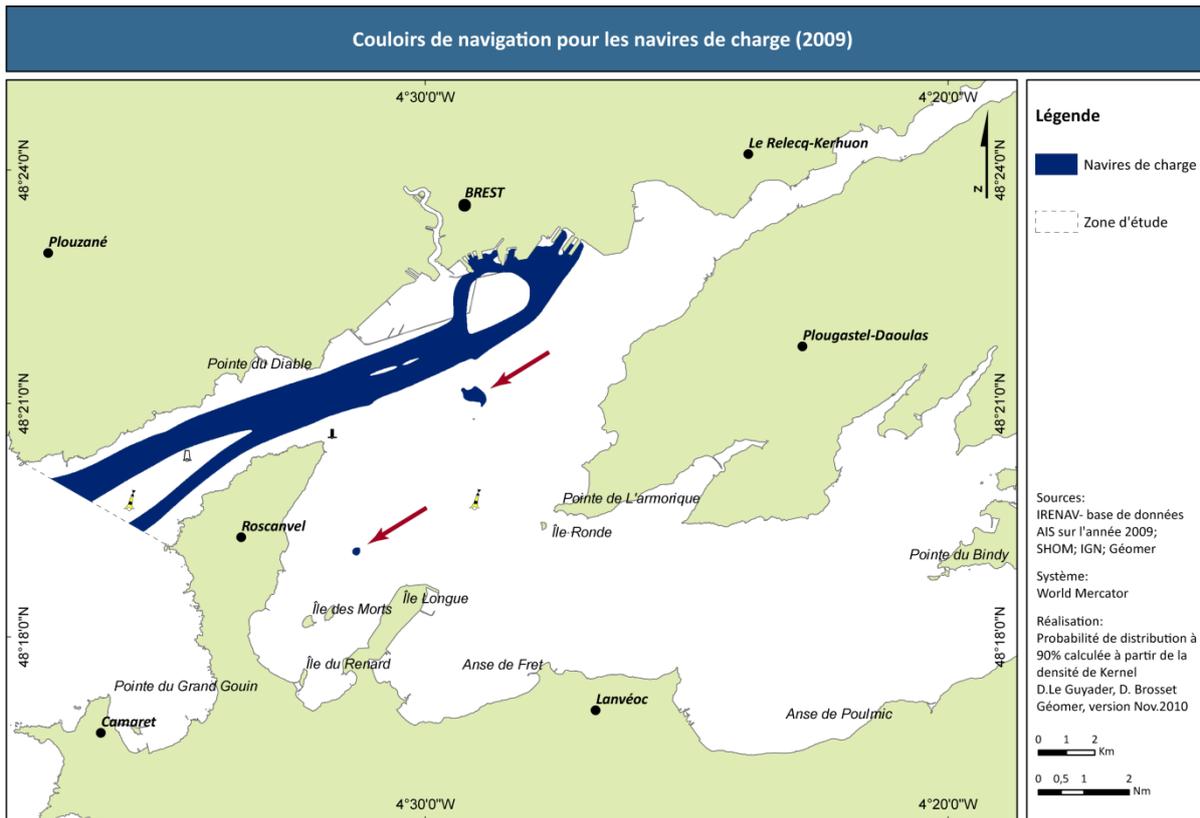


Figure 7 : Couloirs de navigation pour les navires de charge (2009). Les deux petits polygones situés au Sud-Est du couloir principal ne constituent pas des artéfacts liés à la méthode mais correspondent aux zones d'attente à l'entrée au port ou à la sortie du goulet pour ce type de navire.

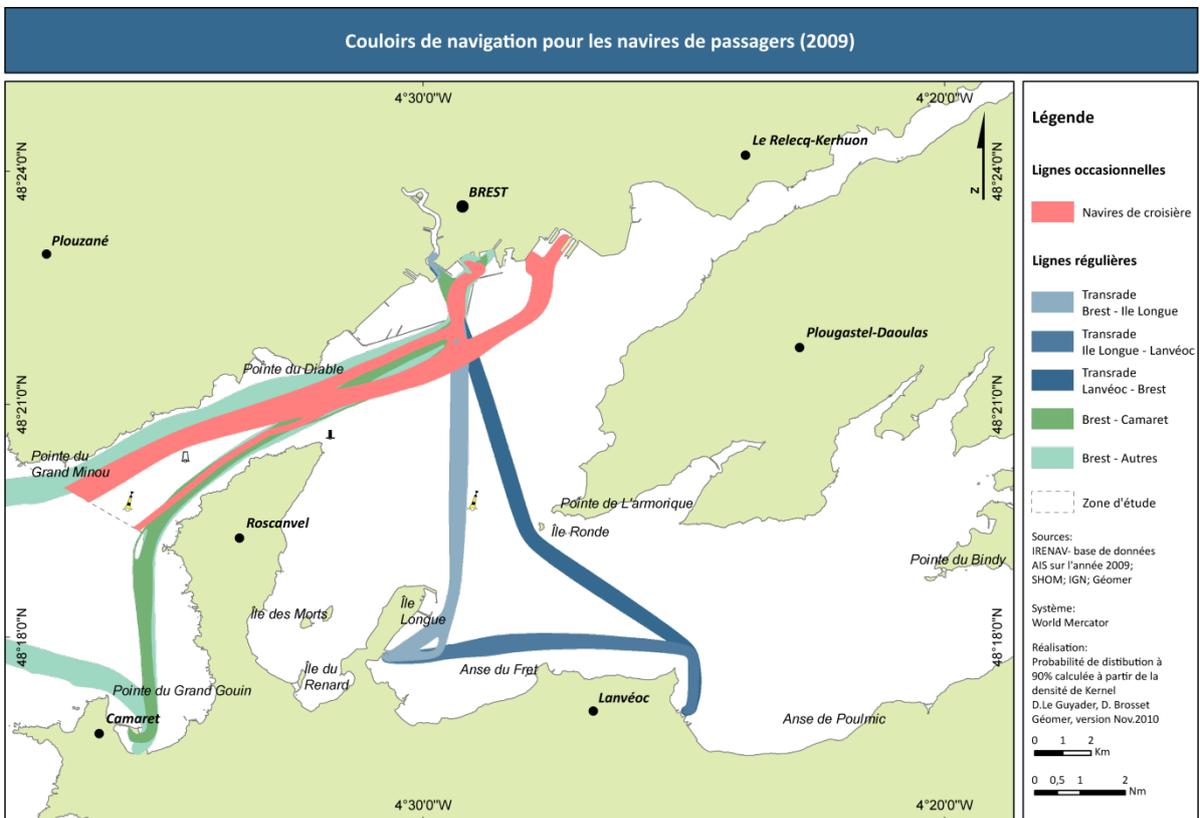


Figure 8 : Couloirs de navigation pour les navires de passagers (2009)

En complément à l'approche spatiale, l'exploitation des données AIS permet aussi de quantifier le trafic journalier présent en 2009 en rade de Brest pour les navires de charge et les navires de passagers (les cinq lignes régulières et la ligne occasionnelle).

La méthode consiste à compter le nombre de trajectoires coupant une ligne de référence perpendiculaire à chaque couloir par requête SQL de la base de données. Le comptage s'effectue en navires par jour.

A titre d'exemple, la figure 9 présente le trafic journalier uniquement pour les mois de juillet et août 2009 en rade de Brest. Les lignes régulières des navires de passagers sont prépondérantes (90,5% ± 0,8%) avec une moyenne quotidienne de navires de 19,6 ± 1,4. Les navires de charge représentent 8,7% ± 2,6% (115 navires ; moyenne quotidienne de navires = 1,9 ± 0,2) et les navires de commerce moins de 1 % (10 navires soit 0,75%).

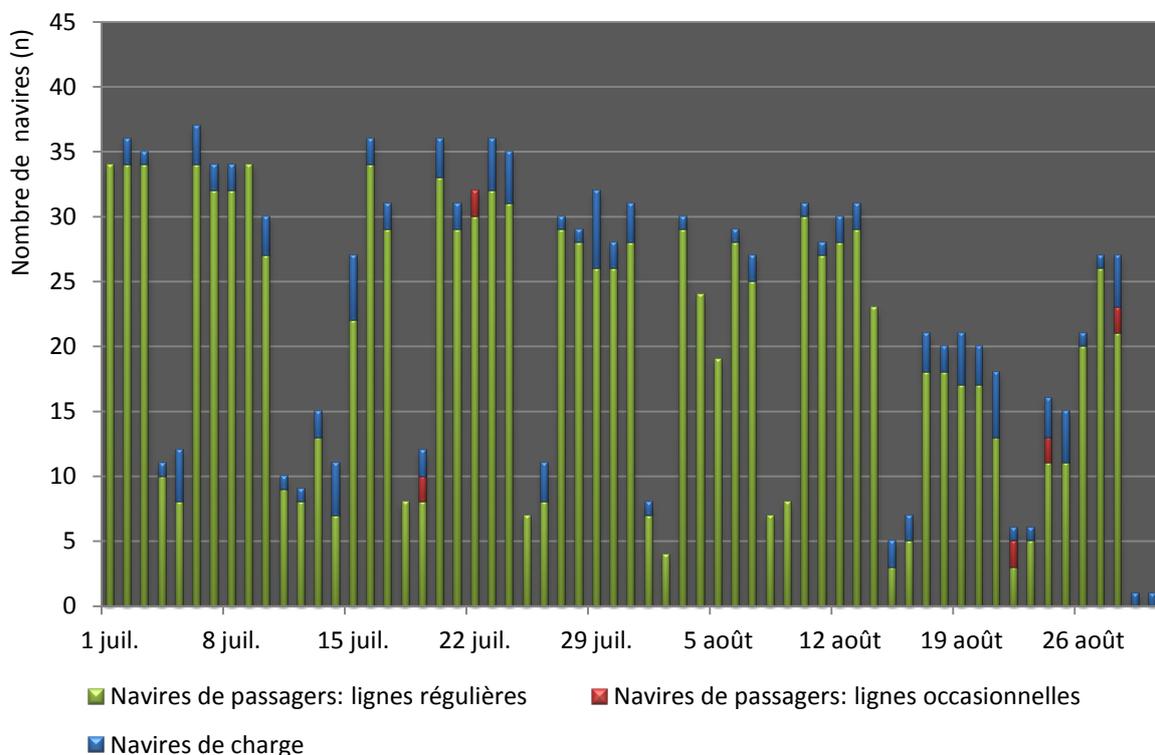


Figure 9 : Trafic journalier des navires de charge et des navires de passagers en rade de Brest (extrait de la base de données 2009 pour les mois de juillet et août)

L'analyse des données AIS nous a donc permis de produire des informations spatiales et temporelles inédites caractérisant le transport maritime en rade de Brest. Elles sont d'ores et déjà mobilisées, en complément des informations décrivant les territoires et calendriers de pratique des autres activités recensées, pour mettre en évidence, sur les plans spatio-temporelles les interactions potentielles entre activités maritimes (fig. 10) (Gourmelon *et al.*, 2011).

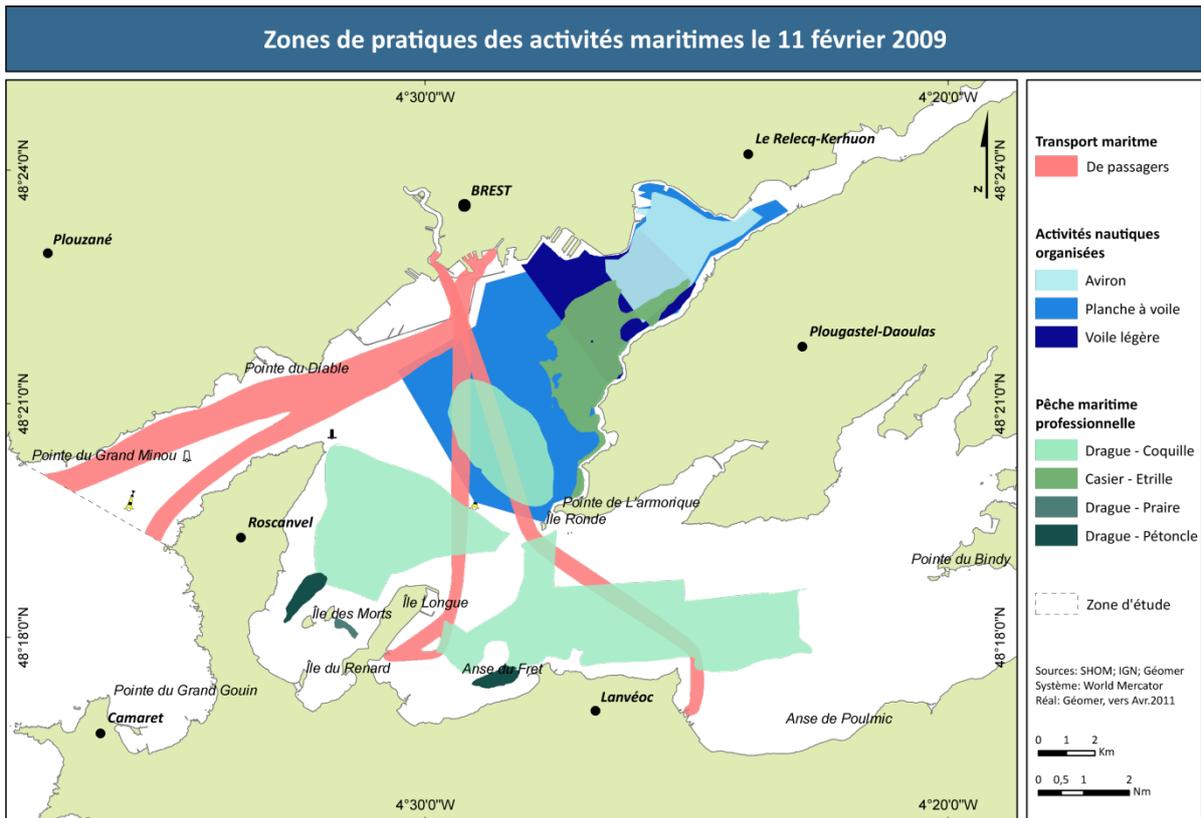


Figure 10 : Zones de pratiques des activités maritimes : exemple du 11 février 2009. Les données collectées permettent de réaliser une modélisation dynamique du déroulement des activités sur l'année 2009. Pour chaque jour, les zones potentiellement occupées par plusieurs activités sont identifiées et les densités de navires renseignées.

Conclusion

Grâce à la récente mise à disposition des données AIS, nous avons identifié, quantifié et cartographié les couloirs de navigation pour deux types de navires présents en rade de Brest. La méthode proposée, fondée sur une analyse spatiale au sein d'un Système d'Information Géographique associé à un serveur de base de données, permet de reconstruire les trajectoires de chaque navire de manière à identifier les couloirs de navigation puis d'y associer le trafic journalier dans ses dimensions temporelles et quantitatives.

A court terme, dans une approche globale du déroulement des activités maritimes en rade de Brest, ces informations vont être analysées avec d'autres décrivant le déroulement des activités nautiques et de pêche, afin de caractériser leurs interactions et mettre en évidence des conflits potentiels.

A moyen terme, l'application des systèmes de suivi du trafic maritime (AIS, VMS...) à l'ensemble des activités impliquant différents types de navires, prévue dans le cadre de l'eNavigation, constituera sans aucun doute une source de données précieuse pour l'aide à la navigation en temps réel, la gestion des pêches et pour contribuer à la gestion intégrée de la mer et du littoral.

Bibliographie

- BAILEY T.C., GATRELL A.C. (1995). *Interactive spatial data analysis*. Essex : Longman Scientific , Technical. 313 p. ISBN: 978-0-582-24493-1
- BERTRAND F., BOUJU A., CLARAMUNT C., DEVOGELE T., RAY C. (2007). *Web architectures for monitoring and visualizing mobile objects in maritime contexts*. Actes du colloque « 7th International Symposium on Web and Wireless Geographical Information Systems (W2GIS 2007) ». Cardiff, novembre 2007, p. 94-105. ISBN: 978-3-540-76923-1
- BEYER H.L., JENNESS J., CUSHMAN S.A. (2010). « Components of Spatial Information Management in Wildlife Ecology: Software for Statistical and Modeling Analysis ». In CUSHMAN S.A., HUETTMANN F., *Spatial Complexity, Informatics, and Wildlife Conservation*, p. 245-253. ISBN: 978-4-431-87771-4
- BROCARD, M., JOLY, O., STECK, B. (1995). « Les réseaux de circulation maritime ». *Mappemonde*, n° 1/95, p. 23-28.
- CICIN-SAIN, B., KNECHT, R.W. (1998). *Integrated coastal and ocean management: concepts and practices*. Washington DC : Island Press, 517p. ISBN: 1-55063-603-3
- CLARAMUNT C., THERIAULT M. (1995). *Managing time in GIS: an event-oriented approach*. In CLIFFORD, TUZHILIN « Recent advances in temporal databases ». Proceedings of the International Workshop on Temporal Databases, Zürich, Switzerland, 17-18 September 1995.
- CLARAMUNT C., DEVOGELE T., FOURNIER S., NOYON V., PETIT M., RAY C. (2007). *Maritime GIS: from monitoring to simulation systems*. Actes du colloque « Information Fusion and Geographical Information Systems (IF&GIS'07) », St Petersburg, 27-29 mai 2007, p 34-44.
- DENG R, DICHMONT C, MILTON D, HAYWOOD M, VANCE D, HALL N. (2005). « Can vessel monitoring system data also be used to study trawling intensity and population depletion? The example of Australia's northern prawn fishery ». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, vol. 62, n°3, p. 611-622.
- DEVOGELE T. (2009). *Système d'information géographique temporelle maritime : des distances linéaires à l'analyse temps réels des trajectoires*. Brest: EDSM (IUEM-UBO), Habilitation à Diriger des Recherches de Géomatique, 99 p.
- DUCRUET, C., NOTTEBOOM, T. (2010). «The worldwide maritime network of container shipping: Spatial structure and regional dynamics». *GaWC Research Bulletin*, n° 364.
- DUPILET, D. (2001). *Le règlement des conflits d'usage dans la zone côtière entre pêche professionnelle et autres activités*. Paris : assemblée nationale, Rapport au Premier ministre. 62 p.
- ETIENNE L., DEVOGELE T. , BOUDU A. (2010). *Spatio-Temporal Trajectory Analysis of Mobile Objects following the same Itinerary*. Actes du colloque « International Symposium on Spatial Data Handling (SDH) », Hong Kong, 26-28 mai 2010.
- GOURMELON F. (2011). *Modélisation et scénarisation des activités humaines en rade de Brest (Rad2Brest)*. Programme LITEAU, rapport intermédiaire, <http://liteau.net>
- GOURMELON F., LE VISAGE C., ROBIN M. (2005). « Des SIG spécifiques pour un espace spécifique ? ». In GOURMELON, ROBIN, *SIG et littoral*, Information Géographique et Aménagement du Territoire, Hermès, Lavoisier, p. 21-47. ISBN 2-7462-1141-6

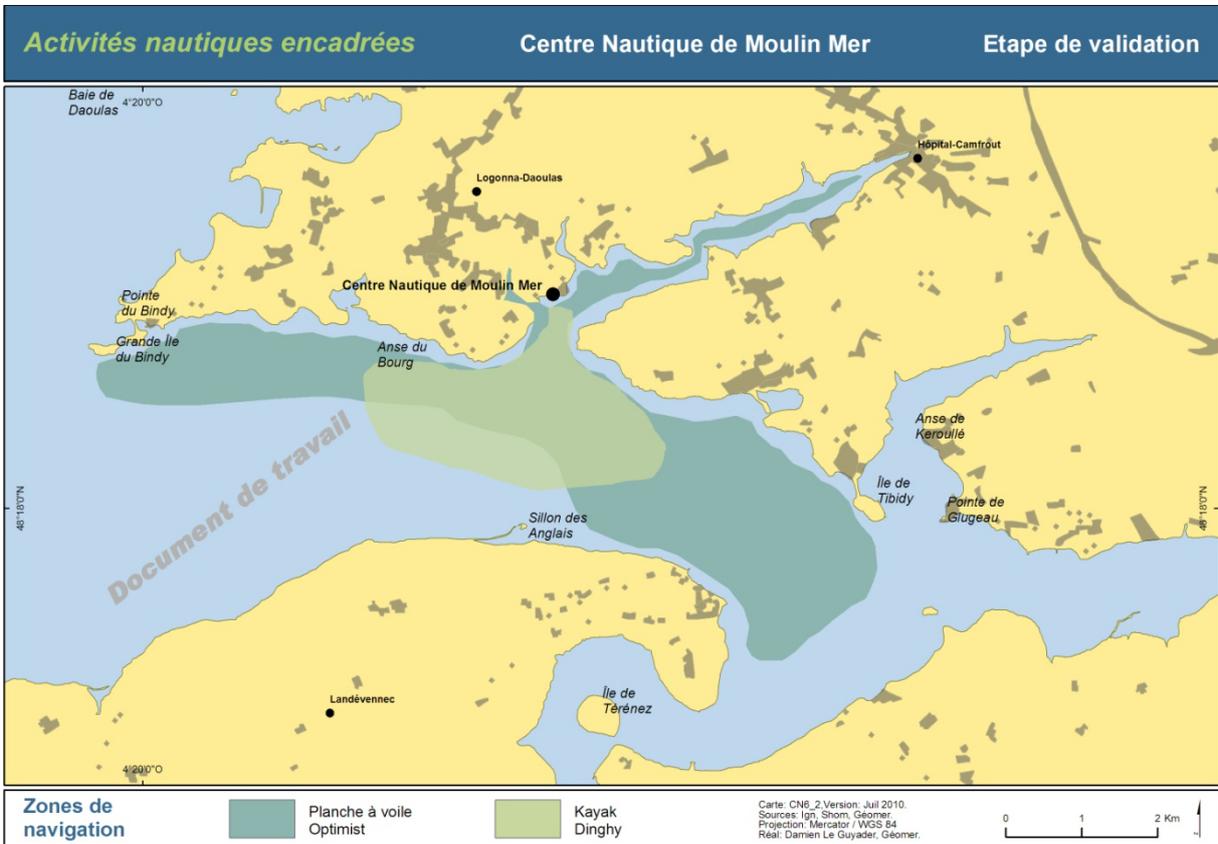
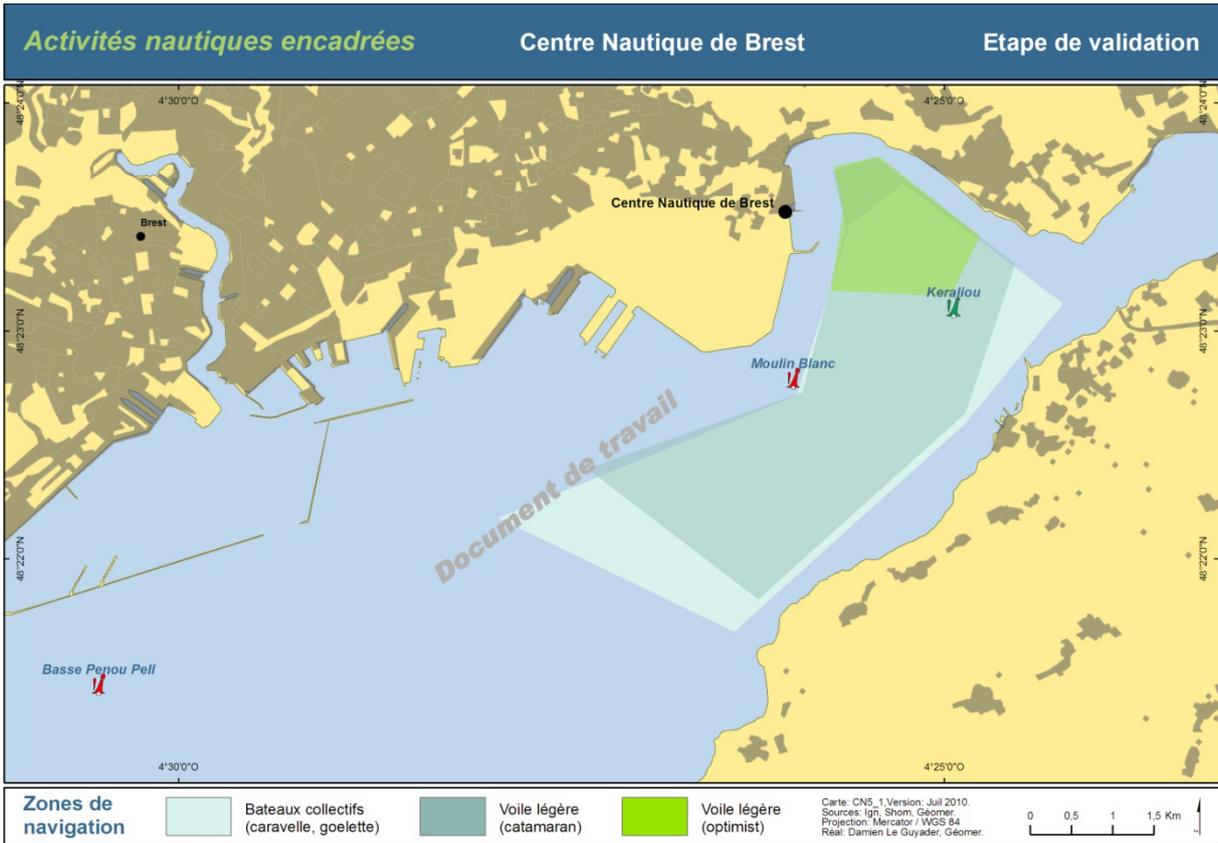
- HALPERN, B.S., WALBRIDGE, S., SELKOE, K.A., KAPPEL, C.V., MICHELI, F., D'AGROSA, C., BRUNO, J.F., CASEY, K.S., EBERT, C., FOX, H.E., FUJITA, R., HEINEMANN, D., LENIHAN, H.S., MADIN, E.M.P., PERRY, M.T., SELIG, E.R., SPALDING, M., STENECK, R., WATSON, R. (2008). « A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems ». *Science*, vol. 319, n° 5865, p. 948-952.
- IALA. (2004). *Automatic Identification System (AIS): Part I. Operational issues. 1*. Saint Germain en Laye, International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, 131 p.
- JOHNSON, J.C., POLLNAC, R.B. (1989). « Introduction to managing marine conflicts ». *Ocean Shoreline Management*, vol.12, n° 3, p.191-198.
- LE GENTIL E. (2006). « Les effets des accidents sur la mise en œuvre de la Convention Marpol 73/78 (annexe 1) et l'évolution des rejets opérationnels d'hydrocarbures des navires au large de la Bretagne ». *Noréis*, n°198, p.49-62.
- LE GUYADER D. (à paraître). *Modélisation des activités humaines en mer côtière*. Brest: EDSM (IUEM-UBO), thèse de doctorat de Géographie.
- LE TIXERANT M. (2004). *Dynamique des activités humaines en mer côtière. Application à la mer d'Iroise*. Brest: EDSM (IUEM-UBO), thèse de doctorat de Géographie, 213 p.
- LE TIXERANT M., GOURMELON F. (2006). « Approche dynamique d'activités humaines en mer côtière ». *Cybergeo : Revue européenne de géographie*, n° 333, janvier 2006.
- LE TIXERANT M., GOURMELON F., TISSOT C., BROSSET D. (2010). « Modelling of human activity development in coastal sea areas ». *Journal of Coastal Conservation: Planning and Management*, DOI 10.1007/s11852-010-0093-4, online : 2 mars 2010
- LOTZE, H.K., LENIHAN, H.S., BOURQUE, B.J., BRADBURY, R.H., COOKE, R.G., KAY, M.C., KIDWELL, S.M., KIRBY, M.X., PETERSON, C.H., JACKSON, J.B.C. (2006). « Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas ». *Science*, vol. 312, n° 5781, p. 1806-1809.
- MILLS C.M, TOWNSEND S.E, JENNINGS S., EASTWOOD P.D., HOUGHTON C.A. (2007). « Estimating high resolution trawl fishing effort from satellite-based vessel monitoring system data ». *ICES Journal of Marine Science*, vol. 64, n°2, p. 248 -255.
- MYERS, R.A., WORM, B. (2003). « Rapid worldwide depletion of predatory fish communities ». *Nature*, vol. 423, n° 6937, p. 280-283.
- PALMER M.C., WIGLEY S.E. (2009). « Using Positional Data from Vessel Monitoring Systems to Validate the Logbook-Reported Area Fished and the Stock Allocation of Commercial Fisheries Landings ». *North Amer. J. of Fisheries Management*, vol. 29, n°4, p. 928-942.
- PELOT, R., PLUMMER, L. (2010). « Spatial Analysis of Traffic and Risks in the Coastal Zone ». In : GREEN, D.R., *Coastal and Marine Geospatial Technologies*. Dordrecht : Springer Netherlands, p. 227-238.
- PEUQUET D., DUAN N. (1995). « An event-based spatiotemporal data model (ESTDM) for temporal analysis of geographical data ». *International Journal of Geographical Information Systems*, vol. 9, n°1, p. 7-24.
- RAY C, DEVOGELE T., NOYON V., PETIT M., FOURNIER S., CLARAMUNT C. (2007). « GIS technology for Maritime Traffic Systems ». In KUNTS P., *European research consortium for informatics and mathematics news: special theme on traffic planning and logistics*, vol. 68, p. 41-42. ISSN: 0926-4981.

- RAY C., COMBLET F., BONNIN J-M, LE ROUX Y-M. (2010). « Wireless and Information Technologies Supporting Intelligent Location-based Services», In ZHOU M., ZHANG Y., YANG L.T., *Wireless Technologies in Intelligent Transportation Systems*, Chap. 9, p.225-265, Nova Science Publishers, August, 2010. ISBN: 978-1-60741-588-6.
- RUBIN, A., BABBIE, E.R. (2005). *Research methods for social work*. Belmont: Wadsworth Pub Co., 121 p. ISBN: 0-534-62109-0.
- SERRA-SOGAS N., O'HARA P.D., CANESSA R., KELLER P., PELOT R. (2008). « Visualization of spatial patterns and temporal trends for aerial surveillance of illegal oil discharges in western Canadian marine waters ». *Marine Pollution Bulletin*, vol. 56, n° 5, p. 825-833.
- SERVIGNE S., RAY C., BOUJU A., DEVOGELE T., BERTRAND F., GUTIERREZ C., NOEL G. (2009). « Gestion des masses de données au sein de bases de données capteurs ». *Revue internationale de Géomatique*, vol. 19, n° 2, p. 133-150.
- SHAHRABI, J., PELOT, R. (2009). « Kernel Density Analysis of Maritime Fishing Traffic and Incidents in Canadian Atlantic Waters ». *J. of Applied Sciences*, vol. 9, n° 3, p. 415-426.
- SILVERMAN, B.W. (1986). « Density estimation for statistics and data analysis ». In COX, D.R., HINKLEY, D.V., REID, N., RUBIN, D.B., SILVERMAN, B.W, *Monographs on Statistics and Applied Probability*. London: CHAPMAN , HALL, p.155.
- TREMBLAY, M.-A. (1957). «The Key Informant Technique: A Nonethnographic Application. » *American Anthropologist*, n° 59, p. 688-701.

Remerciements

Le projet, support de cet article, est financé par le programme Liteau III du MEDDTL, la Région Bretagne et le CNRS. Les auteurs remercient ces institutions pour leur soutien ainsi que l'Institut de Recherche de l'École Navale (IRENav, Lanvéoc Poulmic) pour la fourniture des données AIS relatives à la rade de Brest.

Annexe 12. Cartes des zones de pratiques à dire d'acteurs pour validation (exemples)



Activités nautiques encadrées

Yatch Club de la Rade de Brest

Etape de validation



Manifestation nautique
Régate du 15 Aout 16/07/2009

— Parcours

Carte: REG16_5, Version: Juil 2010.
Sources: Ign, Shom, Géomer.
Projection: Mercator / WGS 84
Réal: Damien Le Guyader, Géomer.



Transport maritime de passagers

Société Azénor

Etape de validation



Croisière restaurant

— Circuit des îles

— Circuit de Landévennec

Carte: TR02_2, Version: Juil 2010.
Sources: Ign, Shom, Géomer.
Projection: Mercator / WGS 84
Réal: Damien Le Guyader, Géomer.



Pêche maritime professionnelle

Drague au Pétoncle noir et Huître plate



Etape de validation



Zones de pêche en général

Carte: PMP4_2, Version: Juil 2010.
Sources: Igm, Shom, Géomer.
Projection: Mercator / WGS 84
Réal: Damien Le Guyader, Géomer.



Pêche maritime professionnelle

Filet de fond droit au Rouget



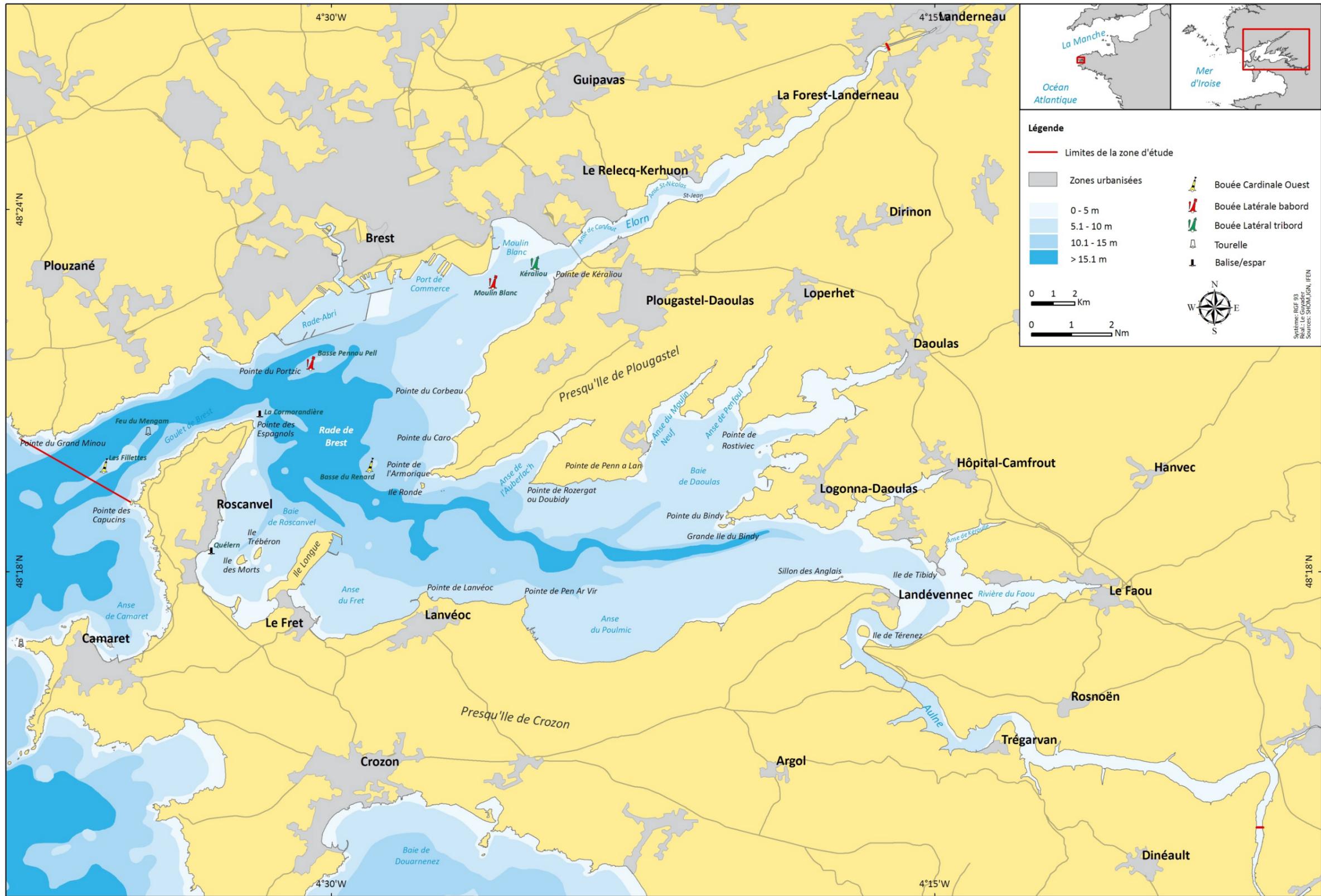
Etape de validation



Zones de pêche en général

Carte: PMP5_2, Version: Juil 2010.
Sources: Igm, Shom, Géomer.
Projection: Mercator / WGS 84
Réal: Damien Le Guyader, Géomer.





Annexe 14. Site d'étude