

Du triptyque halieutique à la Geodatabase : itinéraire méthodologique d'une géographie des systèmes halieutiques. Le golfe de Gabès en exemple.

Hedi ZENATI

King Khalid University, Faculty of Humanities, Department of Geography, Abha 61421 P.O.
Box 1183, Saudi Arabia. Laboratoire SYFACTE, FLSHS, Université de Sfax, Tunisie
hzenati@kku.edu.sa

Résumé :

Dans cet article, nous discutons d'abord l'idée de l'articulation entre Géographie halieutique et Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) appliquée au golfe de Gabès, à partir de ses multiples volets : conceptuel, méthodologique et socio-spatial. Plutôt que l'approche par les SIG, c'est l'approche en SIG, intégrant les SIG dans la recherche qui est appliquée ici au golfe de Gabès (Tunisie) avec son triptyque spatial mis en exergue et renfermant: l'espace de production à l'intérieur duquel s'exercent les activités de pêche proprement dites ; l'interface, base de départ et de repli nécessaire des bateaux qui structure les activités situées en amont et en aval de la pêche ; et l'hinterland halieutique comprenant la zone de distribution et d'absorption des produits débarqués mais aussi la population maritime.

De même les différents découpages spatiaux de pratique de la pêche, de juridiction et de réglementation, se superposant et interagissant de l'autre ainsi que les acteurs, processus d'aménagement, et modalités de fonctionnements lui sont associés et les "territoires de pêche" locaux sont également présentés et rendent compte de la complexité de départ de ce cas d'étude. Pêcherie particulièrement vulnérable spécialisée dans la pêche au chalut, caractérisée par la dominance du port de Sfax sur l'interface, d'une population maritime issue de l'arrière-pays du gouvernorat de Sfax mais aussi d'un espace de production halieutique très étendu, le golfe de Gabès représente tous les signes de complexité fonctionnelle et spatiale d'un espace halieutique. Pour rendre compte des éléments de complexité un long cheminement méthodologique est présenté et critiqué.

Les concepts clés de gestion intégrée (GIZC), de modélisation de la Geodatabase sous Arc Marine, de la Base de Données métier, de la méthodologie hypergraphique (HBDS) et de l'approche MERISE sont présentés, discutés puis implémentés pour aboutir à une tentative de structuration globale de l'espace halieutique du golfe de Gabès et à une cartographie synthétique des éléments clés.

Mots clés : Système halieutique, Géographie, Système d'Information Géographique, Base de Données, Geo-data base, golfe de Gabès.

Abstract:

In this article, we discuss the articulation issue between Geography and GIS applied to the Gulf of Gabes from its multiple dimensions: conceptual, methodological and socio-spatial. Rather than the approach using GIS, it is the approach integrating GIS in research, that is applied here in the Gulf of Gabes (Tunisia) with its spatial "trptych" highlighted and containing: the space of production within which fishing activities per se are carried out; the interface, serving as necessary starting and falling base for vessels that structure activities upstream and downstream of fishing; and the fishing hinterland comprising the zone of distribution and absorption of landed products but also the maritime population.

Similarly, the different spatial divisions of fisheries practice, jurisdiction and regulation, overlapping and interacting with each other, as well as the actors, the management process, and the operating procedures associated with it, and the "fishing territories" are also presented and reflect the initial complexity of the case study.

A particularly vulnerable fishery specializing in trawling, characterized by the dominance of the port of Sfax on the interface, a maritime population originating from the hinterland of the Sfax governorate but also a very extensive fishing production area, the Gulf of Gabes represents all the signs of functional and spatial complexity of a fishing space. To account for the elements of complexity a long methodological path is presented and discussed.

The key concepts of integrated management (GIZC), modeling of the Arc Marine Geodatabase, the BD Métiers database, the Hypergraphic Methodology (HBDS) and the MERISE approach are discussed and implemented to structuring of the fisheries area of the Gulf of Gabes and to a synthetic mapping of the key elements.

Keywords: Fisheries, Geography, GIS, Data Base, Geodatabase, Gulf of Gabes.

Introduction

Aujourd'hui, les SIG sont utilisés dans les recherches géographiques de façon plus ou moins substantielle (Wright et al., 1997). Dans la géographie de la pêche, J.P. Corlay pensait que les nouvelles technologies de l'information géographique pouvaient être d'un apport méthodologique certain quant à la connaissance de l'espace marin et côtier (1999), alors que Joseph Strobl ne trouve qu'une satisfaction relative dans la contribution du logiciel SIG dédié aux études marines (Arc Marine) dans l'amélioration de cette connaissance (2008). Bien avant, Jean Chaussade voyait que le courant de réflexion ayant développé la notion de GIZC (Gestion Intégrée des Zones Côtières) ne prenait pas suffisamment en considération la dimension sociale et socio-économique de la population maritime, ni les spécificités des espaces de production halieutique (1998).

Ainsi, pour ce qui est de l'articulation entre Géographie et SIG et des apports qu'on peut en tirer, nous envisageons d'une part de mettre le point sur les différentes approches préconisées sur la géographie halieutique et d'autre part sur l'utilisation des SIG en relation avec l'espace marin et côtier. Il semble en effet qu'il y a souvent comme un maillon manquant sur le plan méthodologique et conceptuel reliant les deux termes lorsqu'il s'agit de passer d'une géographie halieutique classique à une géographie appliquée utilisant les SIG. Dans la partie appliquée de la recherche, nous posons la question de l'approche : développons-nous une approche *par les SIG* ou une approche *en SIG* ? Le premier terme renvoie à l'utilisation des SIG comme outil alors que le second intègre l'approche dans le champ de recherches lui-même. L'interrogation mérite toutefois une investigation. A ce propos, on peut citer trois Habilitations à Diriger des Recherches (HDR) en géographie : (Saint Gérard, 2002) et (Joliveau, 2004) ou (Paegelow, 2004). La première est intitulée "SIG: Structures conceptuelles pour l'analyse spatiale" développe une démarche de modélisation conceptuelle des SIG en vue d'élaborer des analyses spatiales dans laquelle la pensée géographique est enracinée d'amont en aval, ce qui fait de ces systèmes d'information un vrai itinéraire de recherche pour le géographe, loin du simple empilement de couches d'information géographique. La seconde est intitulée "Géomatique et gestion environnementale du territoire ; Recherche sur un usage géographique des SIG". L'auteur développe la notion de parcours accompli par un SIG, comme par exemple "Le SIG de l'outil technique à la construction sociale." La troisième est intitulée "Géomatique et géographie de l'environnement. De l'analyse spatiale à la modélisation prospective" porte sur l'application de la modélisation prospective appliquée à l'environnement. C'est aussi un débat auquel renvoient notamment les recherches de Wright et al., substituant le vocable Sciences de l'Information Géographique aux Systèmes d'Information Géographique (1997).

Situé sur la façade Sud-est de la Tunisie, le golfe de Gabès est pris comme exemple de notre investigation méthodologique. Par la pêche au chalut, activité de plus en plus dominante, cet espace est défini en tant que pêcherie (Zneti, 2016) particulièrement vulnérable et représentant des déséquilibres majeurs caractérisés par la dominance du port de pêche de Sfax sur l'interface, d'une population maritime majoritairement issue de l'arrière-pays du gouvernorat de Sfax mais aussi d'un espace de production halieutique très étendu atteignant la frontière tuniso-libyenne et chevauchant parfois d'autres territoires de pêche artisanale autours des grandes îles du golfe (Kerkennah et Djerba).

1 Le triptyque halieutique : une association de la nature et de l'homme

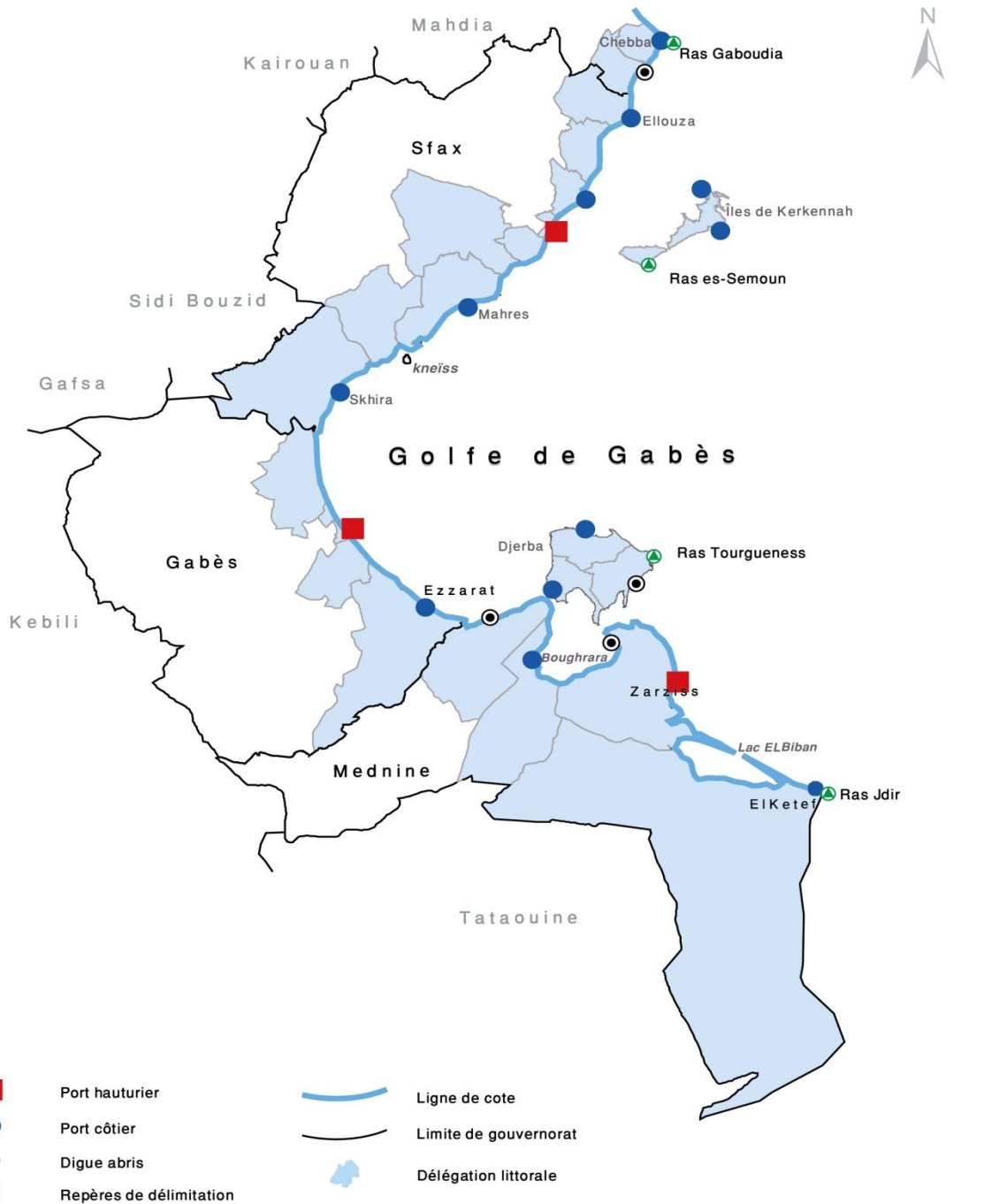
Dans la littérature et depuis la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, plusieurs géographes se sont intéressés à la mer que ce soit dans le cadre des explorations océanographiques ou dans des investigations thématiques comme la morphologie littorale et un peu plus tard les activités humaines (pêche, tourisme, transport maritime, etc.). A ce propos, François Carré résume ce point : "L'océanographie n'a pas pour habitude de prendre en considération la présence de l'homme en mer, sauf en tant que facteur d'altération et de perturbation des processus naturels, alors que la géographie se préoccupe des rapports entre la nature et l'homme." (Carré, F. 2009).

En géographie des pêches, le triptyque halieutique est le concept marquant de l'association nature/homme ; il renferme les deux concepts clés dans la littérature moderne : l'espace halieutique et le système halieutique. Le concept central est celui de l'espace halieutique, notion qui recouvre **la structure spatiale induite** d'un système halieutique. Le géographe étudie **l'organisation de cet espace et sa dynamique**, à toutes les échelles d'espace et de temps. En effet, l'activité halieutique s'inscrit dans un système socio- spatial appréhendant trois volets:

1. **L'espace de production** plus ou moins étendu, à l'intérieur duquel s'exercent les activités de pêche proprement dites. A l'intérieur de cet espace, il est possible d'identifier des territoires de pêche, c'est-à-dire une portion de secteur maritime exploitée par un groupe de pêcheurs liés entre eux par l'appartenance à un même port ou par l'utilisation d'un même engin de capture.
2. **L'interface** : c'est la base de départ et de repli nécessaire des bateaux ; elle structure les activités situées en amont et en aval de la pêche. Sur le littoral du golfe et d'après l'Agence des Ports et des Installations de Pêche (APIP), sont installés **21** ports (carte 1) dont **3** seulement sont des ports hauturiers.
3. **L'hinterland halieutique ou arrière-pays** continental qui comprend la zone de distribution et d'absorption des produits débarqués mais aussi l'origine géographique de la population maritime au moins pour le sous-système chalutage. L'arrière-pays du golfe de Gabès abrite une population de près de 16 millions d'habitants (Institut National des Statistiques (INS) 2014) répartis sur 3 gouvernorats (Sfax, Gabès et Médenine), composés de 35 délégations. Il est à noter que les produits de la mer issus du système chalutage du golfe de Gabès sont majoritairement destinés à l'export vers l'union européenne ce qui explique l'augmentation accrue des unités de chalutage utilisant la congélation à bord. Les autres produits débarqués au port de Sfax sont généralement commercialisés dans le gouvernorat de Sfax.

Carte 1 : Interface et infrastructure portuaire du golfe de Gabès

Infrastructure portuaire du golfe de Gabès



Source: Agence des Ports et des Installations de Pêche, 2012

2 GIZC et Arc Marine : Quelle place à l'homme et à la société ?

Depuis son apparition et bien qu'il n'ait pas été utilisé par les géographes tunisiens, le concept de GIZC n'a cessé de se développer particulièrement dans les recherches francophones. Chaussade (1999) posa la question : "Que signifie l'expression gestion intégrée des littoraux? Comment peut-elle s'accorder avec le développement durable?" Il avait essayé de définir ces expressions à travers l'exemple des pêches maritimes. Il démontra qu'il ne suffit pas de concilier les deux objectifs écologique et économique pour aller dans le sens du développement durable mais qu'il faut y intégrer la dimension humaine dans toutes ses composantes sociale, culturelle et même spirituelle. Un peu plus tard, le concept de GIZC semble, selon Creuseveau (2014), être adapté aux Technologies de l'Information et de la Communication. Ainsi, l'auteur a démontré comment la gestion intégrée des zones côtières représente en France un cadre expérimental pertinent pour mettre en place une Infrastructure de Données Géographiques (IDG) afin de fournir un contexte favorable à la gestion opérationnelle de l'environnement et à la gouvernance territoriale.

En revanche, Arc Marine ou MDM est tout d'abord un modèle, une façon de voir les choses. En effet, le domaine maritime et côtier est un monde complexe par rapport aux espaces continentaux qu'elle que soit l'échelle de représentation. Il convient de prendre en considération les spécificités physiques même du milieu marin avant de réfléchir à des modes de représentation aussi bien sophistiqués et délicats que les SIG et la Géomatique de façon globale. Ainsi, nous trouvons cette déclaration dans l'ouvrage collectif sur Arc Marine de repenser autrement le monde maritime par rapport aux applications SIG du domaine continental : «La nature dynamique des systèmes océaniques et côtiers et la nature tridimensionnelle des volumes d'eau requièrent un remaniement fondamental de la représentation souvent statique et plane des caractéristiques spatiales utilisées dans l'application terrestre. » (Wright et al, 2007, traduit par l'auteur).

En effet, le groupe interdisciplinaire concepteur et développeur de ce projet de SIG a décortiqué la complexité du milieu marin et procédé à une modélisation générique avant d'entamer la mise en système informatique. Leur hypothèse faisait en sorte qu'une large gamme d'utilisateurs pourrait trouver dans Arc Marine des points d'entrée pour développer leurs propres projets de SIG. Cette structure générique peut ainsi être adaptée aux besoins spécifiques de différentes communautés d'utilisateurs de SIG en milieu marin.

Arc Marine était conçu pour être utilisé en tant que *Template* de Geodatabase (Figure 2) pour les utilisateurs de SIG marin. Cette structure, comme toute autre Geodatabase, est une organisation hiérarchique et intégrée. Toutes les composantes et les relations dans ce type spécifique de bases de données géographiques sont définies au préalable par l'utilisateur avant même de charger les données. Ainsi, cette structure devrait toutefois tenir compte des relations et des contraintes d'intégrité déjà définies dans le Modèle Conceptuel de Données.

Figure 1 : Structure hiérarchique de la Geodatabase Arc Marine (Wright et al, 2007)



Les trois termes qui attirent notre attention à partir de cette figure et du modèle de données MDM sont certes "*Marine Points*", "*Marine Lines*" et "*Marine areas*". C'est-à-dire qu'il s'agit en première lecture d'une classification par type d'implantation des objets ou des groupes d'objets constituant l'espace marin et côtier. Dès lors, la logique adoptée dans cette modélisation est primitive, elle correspond à l'implantation. Ce qui fait que les objets géographiques constituant l'espace marin et côtier sont groupés en fonction du type d'implantation cartographique. Nous remarquons ainsi l'absence de signification thématique des grands ensembles (ici regroupés en fonction d'implantation), c'est-à-dire qu'à ce niveau d'abstraction il est difficile de comprendre qu'il s'agit d'un et un seul phénomène géographique bien déterminé. Il est alors un modèle générique et à la portée d'une multitude d'utilisateurs et d'usagers de SIG marins et côtiers. Cependant, et malgré l'aspect

générique du modèle MDM, on note un approfondissement raisonnable dans la compréhension de l'espace marin qui s'explique par la notion de table sur la figure. Une table ou une classe d'objets aspatiaux est une composante intégrante dans la modélisation conceptuelle d'Arc Marine.

Pour expliquer cet aspect, il convient de préciser d'abord que les objets ponctuels dans le modèle MDM sont de deux types : objet ponctuel "*Feature Point*" et mesure ponctuelle "*Measurement Point*". Le premier type est tout objet géographique simple défini par une paire de coordonnées (X, Y) pouvant correspondre à une installation fixe, une bouée, une épave ou encore à un nœud dans un réseau de transport ou de conduite sous-marine, etc. Accorder des attributs ou des informations à l'objet ponctuel est la tâche complexe d'abstraction dans le MDM. En effet, la classe "*Measurement Point*" est désignée être porteuse d'informations thématiques et significatives pour tout objet ponctuel où des mesures ont été effectuées. Cette classe d'objets n'est obligatoire que si des mesures ponctuelles thématiques sont prises et sauvegardées par l'utilisateur (comme le cas pour des échantillons sur la nature des fonds, la salinité des eaux, etc.). La question qui se pose est alors : comment récupérer les informations descriptives ou thématiques d'un objet ponctuel supposé au départ comme "neutre" ?

La réponse à cette question nous amène à rappeler l'environnement informatique ergonomique dans lequel a été conçu et implémenté *Arc Marine*. C'est l'environnement des Bases de Données

Orientées Objet commençant par une logique de modélisation conceptuelle Objet utilisant un formalisme graphique simple et conventionnel appelé UML¹ et finissant par une implémentation physique tenant compte de la dimension géographique spécifique : la Geodatabase. Cependant, il est toujours évident en Base de Données de réfléchir sur les relations fonctionnelles entre les composantes de la BD, ce qu'on appelle en langage informatique les contraintes d'intégrité, voire même les contraintes d'intégrité spatiale si la BD est Géographique. La réponse est alors que la récupération d'information thématique se fait par jointure de la table des mesures à la table attributaire de l'objet géographique ponctuel.

Dans l'introduction de leur ouvrage (Wright et al, 2007), les auteurs ont mentionné d'ailleurs que MDM intègre les composantes naturelles et artificielles de l'espace marin et côtier ce qui veut dire que l'espace marin et côtier n'est pas neutre, et que des activités, des dynamiques et une vie sociale s'y inscrivent. La population maritime, acteur principal de l'activité pêche, les armateurs et les responsables administratifs représentent tous la sphère sociale du domaine halieutique sans oublier l'autre acteur constitué par les consommateurs potentiels des produits de la pêche. Toutefois, la composante spatiale est simplifiée par le seul critère d'implantation ce qui ne prend pas en considération la notion fondamentale de l'espace halieutique de production. De même, il est à noter que la dimension sociale de toute activité maritime et essentiellement la pêche, n'est pas non plus suffisamment prise en compte dans Arc Marine (Figure 1). C'est par rapport à cette contradiction que nous pensons qu'une approche géographique par SIG peut être utile.

3 Approche de modélisation conceptuelle d'un SIG pour l'analyse spatiale du système halieutique du golfe de Gabès

En guise de réponse aux questionnements de Corlay de 1999, nous avons essayé de développer une approche de modélisation conceptuelle d'un Système d'information Géographique halieutique tenant compte du principe du triptyque halieutique et de la complexité territoriale du golfe de Gabès.

Compte tenu du triptyque halieutique présenté ci-dessus et de l'approche ensembliste de la méthodologie HBDS², nous présentons une illustration générique (Figure 2) pour mieux discerner le phénomène de l'activité halieutique dans une vision plus globale, à une échelle géographique synoptique se substituant aux approches sectorielles classiques en vigueur : biologiques, océanographique, ou de morphologie littorale).

¹ UML : *Unified Modeling Language* est un langage de modélisation graphique à base de pictogrammes conçu pour fournir une méthode normalisée pour visualiser la conception d'un système.

² HBDS : *Hypergraph Based Data Structure* est une approche de modélisation conceptuelle des SIG.

Figure 2 : Structure globale d'un espace halieutique



Ainsi, il est indispensable d'associer à la structure spatiale une composante humaine de gestion exprimée par les acteurs et les processus d'aménagement, mais aussi des modalités de fonctionnements d'un espace halieutique exprimées ici par le concept de viabilité entre toutes ces composantes.

3.1 Modèles Conceptuels de Données : de la BD métier à la sémantique des objets géographiques

Avant de commencer la modélisation conceptuelle du phénomène étudié et mettre en œuvre une base de données métier de la pêche au chalut dans le golfe de Gabès, il est important de faire un diagnostic en rappelant la structure des acteurs et l'état des lieux du mode de gestion de la pêche au niveau de ces acteurs. Pour mener à bien cette tâche préliminaire, nous avons établi une série d'entretiens avec les différents arrondissements de pêche, les services des Commissariats Régionaux pour le Développement Agricole (CRDA) ainsi qu'avec quelques représentants du Groupement Interprofessionnel des Produits de la Pêche (GIPP) et avec des pêcheurs. L'approche MERISE³ est retenue pour concevoir la base de données métier.

La connaissance fine, par des entretiens directs et par consultation des règlements et des références bibliographiques, nous oblige à analyser la structure administrative des acteurs

³ MERISE : Méthode d'Étude et de Réalisation Informatique par les Sous-Ensembles ou pour les Systèmes d'Entreprises, est une méthode d'analyse, de conception et de gestion de projet.

publics d'une part et l'ossature de l'équipage inscrit dans les registres des arrondissements de pêche d'autre part. Cela nous aide à mieux comprendre le déroulement et les principes de fonctionnement du métier de chalutage dans le golfe de Gabès. Cette compréhension est pour nous la condition principale de l'élaboration du MCD dit Entités-Associations. L'élaboration du MCD métier est en quelque sorte la traduction de notre compréhension du monde réel du phénomène étudié en schéma conceptuel. Il est donc important de présenter les concepts clés de la méthodologie Entités-Associations ou MERISE avant de passer au "dessin" du MCD. En fait, le modèle Entités-Associations est constitué de deux éléments de base :

- Les entités, qui sont des regroupements d'informations, et possèdent des attributs (caractéristiques) ;
- Les associations qui sont les liens logiques entre les entités et sont quantifiées par des cardinalités.

Dans un premier temps, nous analysons le mode de fonctionnement de la thématique pêche au chalut dans le golfe de Gabès à travers les acteurs publics intervenant directement dans sa gestion et à travers leur répartition géographique. Il s'agit d'un fonctionnement hiérarchique, comme le sont d'ailleurs les représentants des acteurs publics aux différentes échelles du territoire. C'est la Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture (DGPA) qui chapeaute l'administration de la pêche tout au long des côtes tunisiennes. Cette Direction Générale commande les arrondissements de pêche localisés généralement au niveau des grands ports de pêche. Toutefois, il faut noter le chevauchement existant, au niveau des gouvernorats littoraux, entre les CRDA et les arrondissements de pêche ; on peut dire qu'il est en quelque sorte l'image d'une hiérarchie de commandement entre le ministère lui-même et la DGPA à Tunis.

En fait, le GIPP représente potentiellement à notre avis un rôle crucial dans la gestion directe de la filière pêche en Tunisie. Il a été créé théoriquement pour jouer le rôle de coordinateur entre les pêcheurs eux-mêmes et plus globalement entre les professionnels de la pêche (armateurs, pêcheurs, entrepreneurs et exportateurs des produits de la mer, coopératives et associations locales surtout pour la pêche artisanale) et les autorités publiques compétentes. Le GIPP est en effet chargé par décret d'organiser le repos biologique dans le golfe de Gabès. Selon l'article 4, "Le GIPP est chargé de la gestion du fonds de financement du repos biologique dans le secteur de la pêche. Les fonds annuels réservés au repos biologique revêtent un caractère évaluatif et ils sont inscrits annuellement au budget du groupement interprofessionnel précité."

En outre, une association représente une possibilité de "lien" entre deux ou plusieurs occurrences d'entités. Une association n'a pas d'existence propre et doit être définie par les occurrences d'entités auxquelles elle est rattachée. Elle est représentée par une ellipse reliée par des traits aux entités. On peut citer à titre d'exemple l'association "Appartenir" reliant les deux entités "Délégations" et "Secteurs" ou encore l'association "Posséder" joignant les deux entités "Chalutier" et "Armateur". Pour le premier exemple l'association n'as de sens que lorsqu'on se pose des questions sur les occurrences des deux entités concernées ; à quelle délégation appartient un tel secteur (*imada*) ou de combien de secteurs est composée la délégation de Bir Ali par exemple, etc. De même, pour le deuxième exemple, le fait de posséder un chalutier ou plus n'a de sens que si on se pose des questions sur le ou les armateurs de ces unités de pêche.

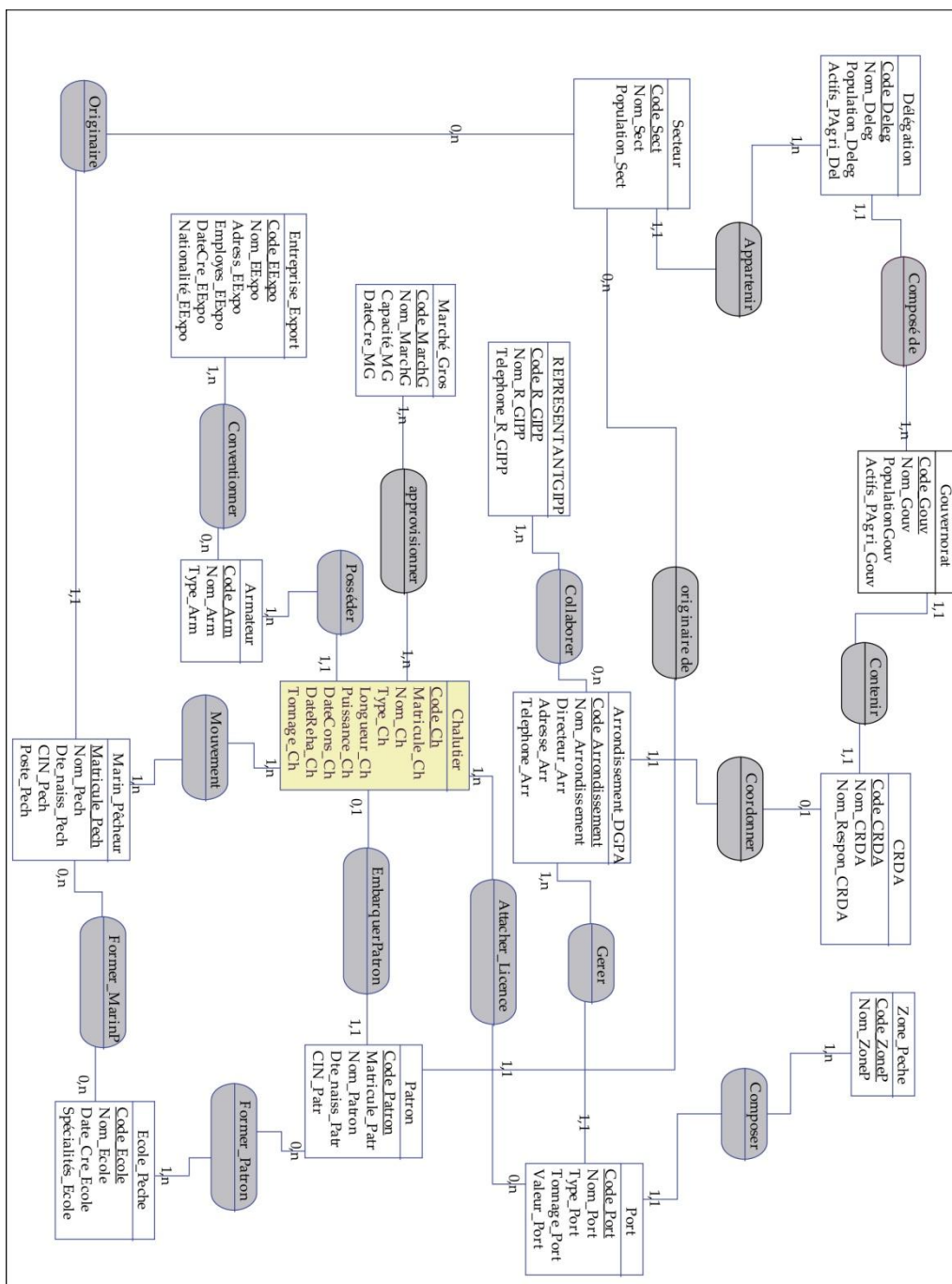
Par ailleurs, L'entité "Chalutiers" (Figure 3) est la principale entité du modèle et de ce bloc central, ce qui est évident par rapport à notre objectif global du travail qui est lié directement à ce type de pêche au chalut dans le golfe de Gabès. Un chalutier est attaché à un port qui lui

affectera, par le biais des services de l'arrondissement de pêche, une licence. Un chalutier est bien évidemment possédé par son armateur qui est généralement une personne physique ou une société. A la fin de chaque marée, un chalutier approvisionne le marché de gros de son port d'attache. Cet approvisionnement est généralement effectué de façon directe sous la responsabilité du patron et de l'armateur et dans ce cas la production est vendue à la criée, ou bien sous forme de convention établie avec des entreprises exportatrices des produits de la mer congelés. Nous parlons alors auprès des chalutiers congélateurs d'agréments d'export vers l'Union Européenne.

L'analyse et l'interprétation du phénomène étudié nous ont permis de dégager un ensemble de relations ou de contraintes d'intégrité fonctionnelle que nous avons déterminées ici sous formes de cardinalités minimales et maximales entre les différentes entités. Certes, la décomposition du MCD en blocs élémentaires, non modifiés, n'est qu'une façon de simplifier le monde réel assez complexe et nous pensons nécessaire d'en décortiquer les composantes selon une logique ensembliste qui correspond à une vision géographique d'un MCD métier !

Ainsi, il est important de noter qu'une grande partie des composantes du phénomène étudié est caractérisée par une étendue spatiale, une empreinte géographique, ce qui nous ramène à réfléchir en deuxième phase de ce travail à un deuxième Modèle Conceptuel Spatial, cette fois-ci, de Données, voire même à des rétro-conceptions de système métier spatial.

Figure 3 : Le Modèle



Conceptuel de Données métier

En deuxième temps, nous abordons le mode de gestion et de gouvernance de la filière pêche au chalut dans le golfe de Gabès par une intégration d’une dimension fonctionnelle et systémique plus synoptique et plus étendue que les simples acteurs locaux des administrations de la pêche. En effet, nous entamons une approche hypothéticodéductive pour comprendre et faire comprendre le système géographique du golfe de Gabès sous l’angle de la pêche au chalut. La

méthodologie HBDS est retenue à ce niveau conceptuel géographique pour déceler le géo-système halieutique et dégager les grands ensembles et sous-ensembles permettant de mieux concevoir notre SIG.

Après avoir réfléchi à une structure de base de données relationnelle métier, le recours à la modélisation spatiale est du premier coup apparu essentiel, à la fois pour répondre aux différentes questions déjà évoquées (conjonction interface, espace de production halieutique et arrière-pays), et pour gérer un volume d'informations important dans le but de fournir une plateforme intégrée d'aide à la prise de décision à composante spatiale.

La démarche consiste de façon schématique, à mettre en place un système permettant de localiser, interroger et planifier les interventions tendanciennes ou volontaristes sur le phénomène de la pêche au chalut dans le golfe de Gabès. Pour répondre à cette problématique, la méthodologie retenue peut-être illustrée selon le canevas suivant :

- Déterminer les hyperclasses, classes et objets qui les composent ;
- Dégager les liens existants entre les différents composants du système chalutage.

Quatre éléments fondamentaux ont été identifiés :

- L'espace de production halieutique ou avant pays ;
- L'arrière-pays halieutique ;
- L'interface ;
- Les acteurs et intervenants (qui expriment, par des processus d'aménagement et de gestion, la viabilité et les modalités de fonctionnement du système chalutage).

Entre ces phénomènes surgissent des relations de plusieurs natures. Le lien peut être de composition lorsqu'il s'agit par exemple d'une relation entre l'espace de production et l'espace des pratiques halieutiques. Un lien fonctionnel décrit le fonctionnement d'un phénomène par rapport à un lien direct avec un autre composant. Ce dernier est composé de deux sous-ensembles :

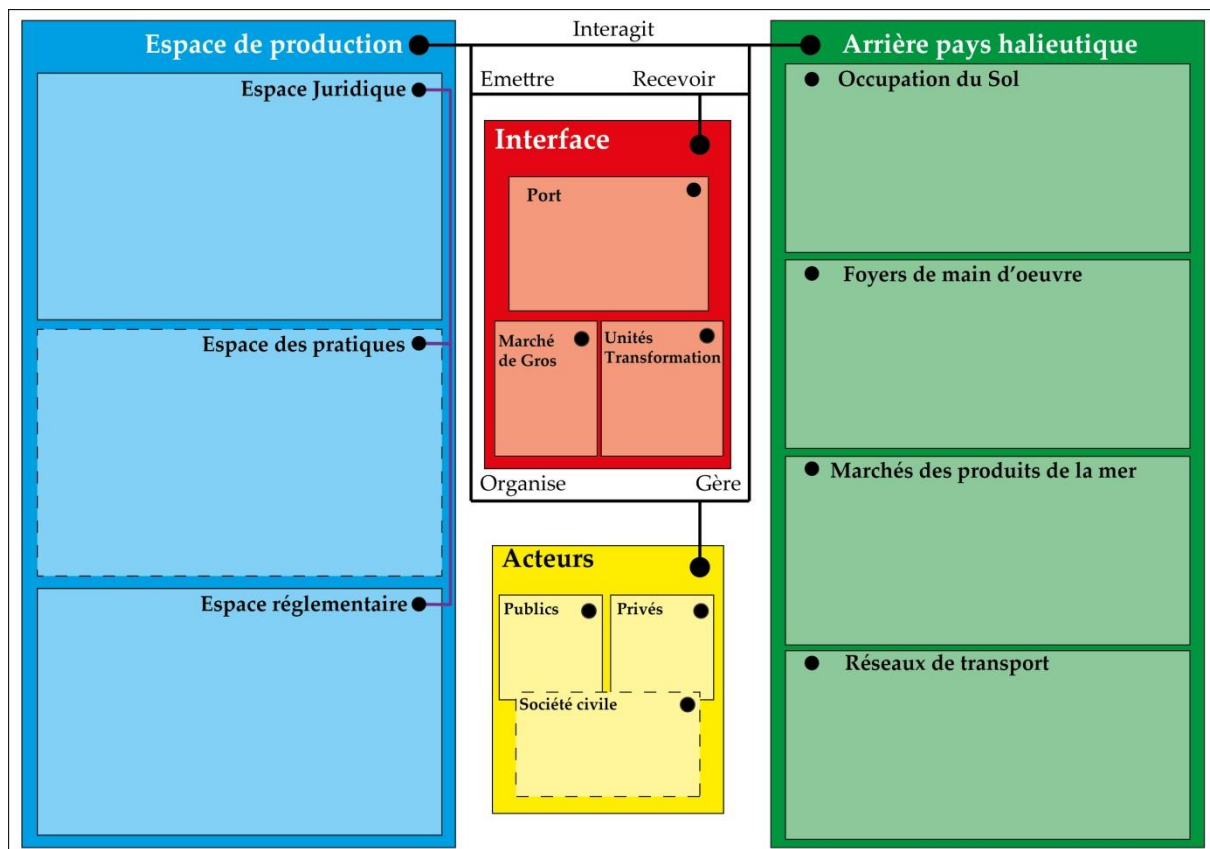
- Lien de composition ;
- Lien fonctionnel (de gestion).

Ce premier niveau de schématisation simplifie les composants du système chalutage ainsi que les différentes relations qui en existent. Afin d'arriver à comprendre le fonctionnement de ce système, il est préférable d'adopter une démarche descendante dans la compréhension du phénomène.

Si nous décortiquons la thématique chalutage en sous-systèmes sous-jacents nous pouvons dégager les trois sous-systèmes décrits auparavant en y ajoutant le système d'acteurs. Entre les hyperclasses de l'hypergraphe « Chalutage » (le phénomène global) surgissent des Hyperliens de plusieurs natures, décrivant le fonctionnement d'une hyperclasse par rapport à un lien avec une autre hyperclasse ou ces composants constitutifs.

Les potentialités de la couleur et des tailles des sommets de classes et d'hyperclasses (Saint Gérard, 2005) sont mobilisés ici pour montrer cette démarche hiérarchique et exploratoire. Le bleu et le vert désignent respectivement mer et terre avec, pour les deux cas, un dégradé exprimant un ordre de composition entre hyperclasses et classes. De même, les sommets expriment une différence de taille montrant celle existante entre hyperclasse et classe (voir les figures des hyperclasses et la figure du MCD final).

Figure 4 : Hyperclasses, liens et hyperliens du MCD géographique selon la méthodologie HBDS



Si on prend par exemple l'hyperclasse "**Espace de production**" (Figure 4), un premier découpage s'opère selon les modalités sociotechniques d'exploitation : c'est *l'espace des pratiques*. Il conduit à différencier d'abord, au bas de l'échelle spatiale, le territoire de pêche, unité de petite dimension engendrée par l'activité d'un patron de chalutier ou d'un petit groupe d'intervenants appartenant au même port ou faisant le même métier ou encore un groupe de patrons appartenant à une communauté selon une logique sociale de relations personnelles et familiales. Suite à des entretiens directs avec des patrons de chalutiers et des armateurs dans le port de Sfax, nous avons remarqué que les petits groupes peuvent se former à la base de relations inter-armateurs. C'est à-dire qu'on trouve parfois un nombre de chalutiers appartenant à une même famille dont les chefs adoptent à bord la même stratégie spatiale, définissant ainsi des petits territoires de pêche et cela garde parfois un niveau de confidentialité biscornu. A un niveau intermédiaire, se situe la pêcherie qui réunit plusieurs territoires de pêche sur une portion d'espace marin exploité, présentant une certaine homogénéité écologique. La configuration spatiale d'un ensemble de territoires de pêche dans le golfe de Gabès qui pourrait se définir à son tour comme étant une pêcherie à part entière (Zneti, 2016).

Un second découpage résulte de l'application du droit de la mer : c'est l'espace juridique, désormais organisé selon les normes universelles définies par la CNUDM⁴. Il différencie la mer territoriale, la zone contiguë, la Zone Economique Exclusive et la Haute Mer, chacun des

⁴ Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer

domaines étant soumis à des règles précises en matière de conservation et d'exploitation des ressources biologiques.

Un troisième découpage se superpose aux deux précédents : c'est l'espace réglementaire. Relatif au lieu et au moment, il partage l'espace de production en secteurs de gestion des ressources ; l'accès et l'exploitation sont alors réglementés par des cantonnements, des réserves, des zones soumises à des plans de pêche, à des campagnes fixées par voie administrative, etc.

A l'échelle de cette hyperclasse de notre MCD Spatial, les trois découpages forment trois trames territoriales, l'espace des pratiques, l'espace juridique et l'espace réglementaire de gestion (voir Figure 4), qui se superposent et interagissent les uns sur les autres. Les sous classes et les objets élémentaires de cette hyperclasse (en l'occurrence avec ses trois classes) seront présentées par la suite dans le schéma conceptuel final. En effet, nous adoptons la même stratégie illustrative, de simplification des modèles de données pour qu'on puisse progresser dans l'investigation de la complexité du monde réel de façon explicite.

Par le volume de poissons qu'elles reçoivent, la densité et l'activité de leurs ports, les façades du golfe de Gabès sont dissemblables selon un axe Nord-Sud (Zneti, 2016) avec notamment le dysfonctionnement du port de Gabès en tant que port hauturier. Au sud, et bien qu'ils soient proches les uns des autres, les ports sont généralement de petite taille sauf exception, alors que le littoral du gouvernorat de Sfax concentre la majeure partie en qualité comme en quantité des arrivages en une série de ports moyens avec le plus important à la fois au niveau régional et même national : Sfax. La primauté du port de pêche de Sfax est une réalité bien que le port hauturier de Zarzis abrite encore quelques chalutiers (le nombre des chalutiers attachés au port de Zarzis n'a jamais atteint 10 unités). Nous remarquons, par ailleurs, que des chalutiers attachés au port de Sfax débarquent souvent au port de Zarzis.

Entre espace de production, arrière-pays halieutique et interface il est important de concevoir une hyperclasse "**Acteurs**" qui se présente comme un ensemble transversal mettant en exergue les autres composantes du géosystème halieutique du golfe de Gabès. La quatrième hyperclasse de notre modèle HBDS est donc celle des **acteurs** ayant un double rôle : un emboîtement et un fonctionnement interne joignant acteurs publics, privés, ONG et un rôle transversal en mettant en exergue les autres composantes du système chalutage (les trois hyperclasses structurantes que nous venons de présenter). Il est à noter que l'acteur public est réellement l'intervenant principal et direct dans le processus de gestion surtout au niveau des arrondissements de pêche. Cela dit, les autorités publiques représentent le premier responsable des tâches d'immatriculation, de l'enrôlement de l'équipage, d'approvisionnement en carburant, du contrôle et de suivi, au port comme au large, des travaux de préparation et d'exécution de la pêche par rapport à la législation en vigueur.

L'étape de la création du MCD est essentielle : elle permet de faire le lien entre la problématique de l'étude et la construction du Système d'Information Géographique (SIG). Le schéma conceptuel est le résultat de notre conception du phénomène chalutage ; il est toutefois le regroupement des hyperclasses avec la mise en valeur des différents liens et des relations fonctionnelles entre les différentes composantes. Graphiquement, l'hypergraphe « chalutage » se présente sous la forme d'un réseau de sommets (nœuds), de liens et d'arêtes. Il résume la description des composantes de la thématique pêche au chalut dans une organisation topologique en hyperclasses et en classes d'objets reliés par un réseau d'hyperliens et de liens.

Dans l'objectif de simplifier les liens pouvant définir le fonctionnement du géosystème halieutique du golfe de Gabès, nous avons élaboré un réseau fermé de liens entre les quatre hyperclasses. La communication entre les quatre hyperclasses est assurée donc via des liens qui joignent les sommets (Figure 4). Pour chaque lien, nous avons réalisé une description sémantique (des verbes décrivant explicitement la nature de relation entre hyperclasses) qui nous rappelle en quelque sorte des associations dans le MCD métier. Au niveau des relations, nous n'avons pas décortiqué de liens possibles entre les classes et les objets. C'est que la représentation graphique emboîtée, de composition entre hyperclasses, classes, sous-classes et objets, est déjà porteuse de liens. C'est à dire que l'emboîtement qu'on peut dégager graphiquement exprime cette composition hiérarchique qui nous rappelle d'ailleurs de la composition de la ressource *Geodatabase* sous ArcGIS.

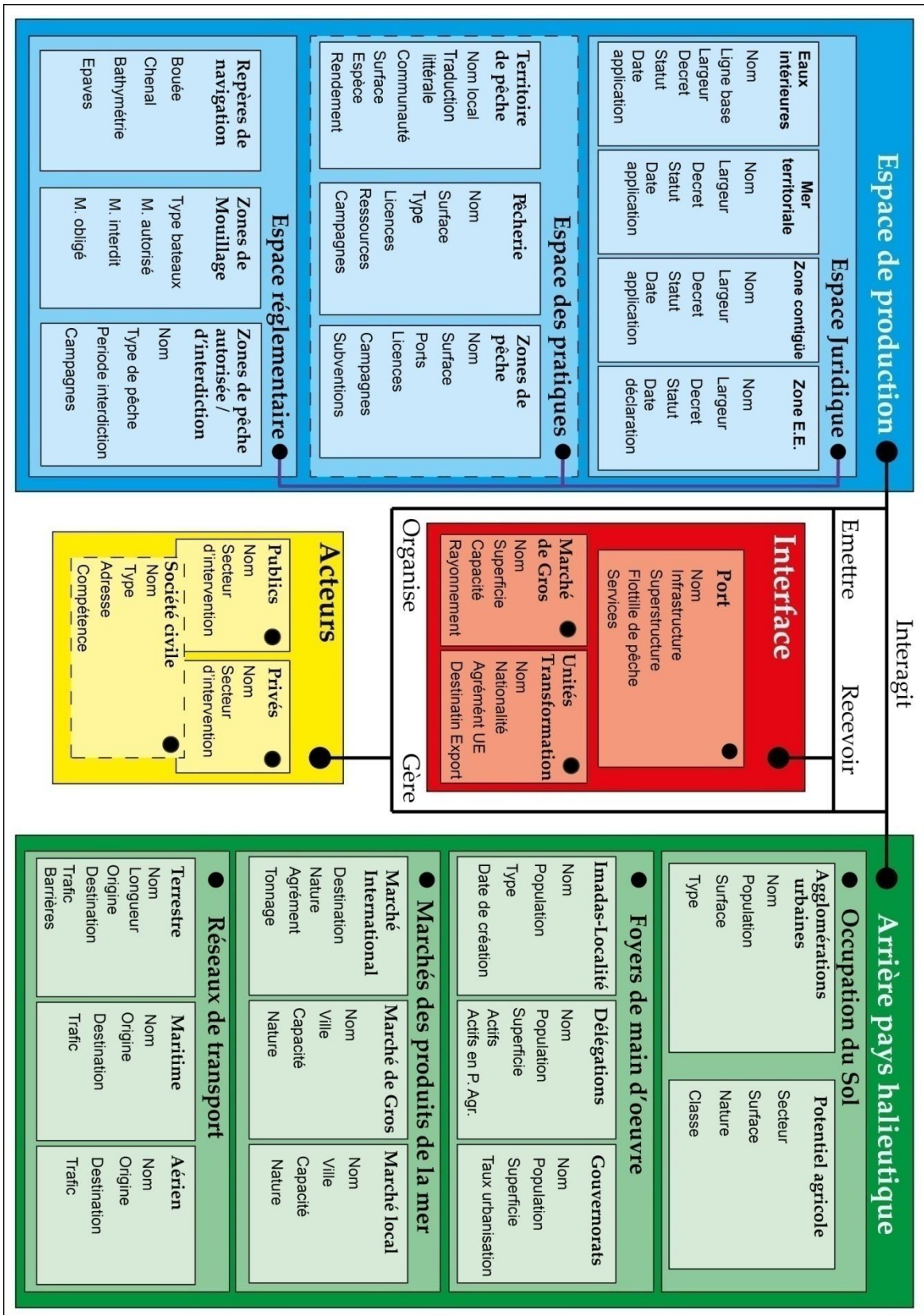
De plus, le principe d'organisation du SIG dans un environnement géoréférencé est lui-même suffisant, surtout si nous traduisons les liens définis en MCD à des règles topologiques, pour garantir cet emboîtement explicitement défini dans le modèle de données. Schématiquement les liens sont représentés par des traits reliant les sommets des hyperclasses. Ici nous avons établi un ensemble de liens de gestion (que nous avons nommé de façon explicite : émet, reçoit, gère, interagit, etc.), contrairement aux liens de composition déjà exprimés par les emboîtements graphiques entre les différents niveaux de chaque hyperclasse. Nous remarquons, par exemple, que l'hyperclasse "**Interface**" définie par son sommet d'ordre 1, et qui émet et reçoit des flux de part et d'autre des hyperclasses "**Espace de production**" et "**Arrière-pays halieutique**", est composée à son tour des trois classes ayant des sommets d'ordre 2. Ces trois classes de l'Interface sont le port, le marché de gros et les unités de transformations des produits de la mer. Il en va de même pour l'hyperclasse "**Acteurs**". Ensuite, le niveau d'emboîtement peut être plus détaillé par rapport aux deux hyperclasses précédentes et arriver à des sous-classes qui est le cas de l'espace de production et de l'arrière-pays halieutiques.

Enfin, nous présentons la version finale du MCD (Figure 5) qui est le regroupement des hyperclasses et des liens d'une part et l'approfondissement dans la décomposition de certaines hyperclasses d'autre part. Cependant, après avoir distingué entre les quatre principales hyperclasses, nous remarquons dans le schéma conceptuel final que le niveau des classes et des objets géographiques perçus constitutifs du phénomène chalutage sont bien illustrés. Si nous prenons par exemple la classe "**Espace des pratiques**", nous observons que les objets territoires de pêche, pêcherie et zone de pêche en sont les composantes élémentaires. Toutefois, les territoires de pêche représentent à notre avis l'objet géographique élémentaire le plus représentatif par rapport aux autres essais de zonage et de subdivision artificielle de l'espace de production halieutique. Il est en effet, la traduction d'un savoir hérité des patrons de pêche au chalut que ce soit sous forme de connaissances individuelles de longue période d'expérience ou des connaissances communautaires d'un groupe de patrons de pêche, premiers responsables de la stratégie spatiale des choix des territoires en fonction des ressources ciblées. Entre autres, il est à noter que l'hyperclasse arrière-pays halieutique lorsqu'elle est décortiquée en classes et en objets géographiques élémentaires nous donne l'idée de croisement et de chevauchement possible avec le MCD métier. Par exemple, ce que nous avons appelé "**foyers de mains d'œuvre**" dans la mesure où c'est la classe qui fournit la population maritime au système chalutage nous rappelle, dans le MCD métier, des entités renfermant en détails aux principaux acteurs de la pêche : les pêcheurs en liaison avec les unités territoriales dont ils sont originaires. Physiquement (d'un

point de vue informatique), il convient d'analyser l'ergonomie de passage et de circulation de l'information entre les deux niveaux d'abstraction que nous venons de développer.

Figure 5 : le Modèle Conceptuel géographique selon la méthodologie HBDS





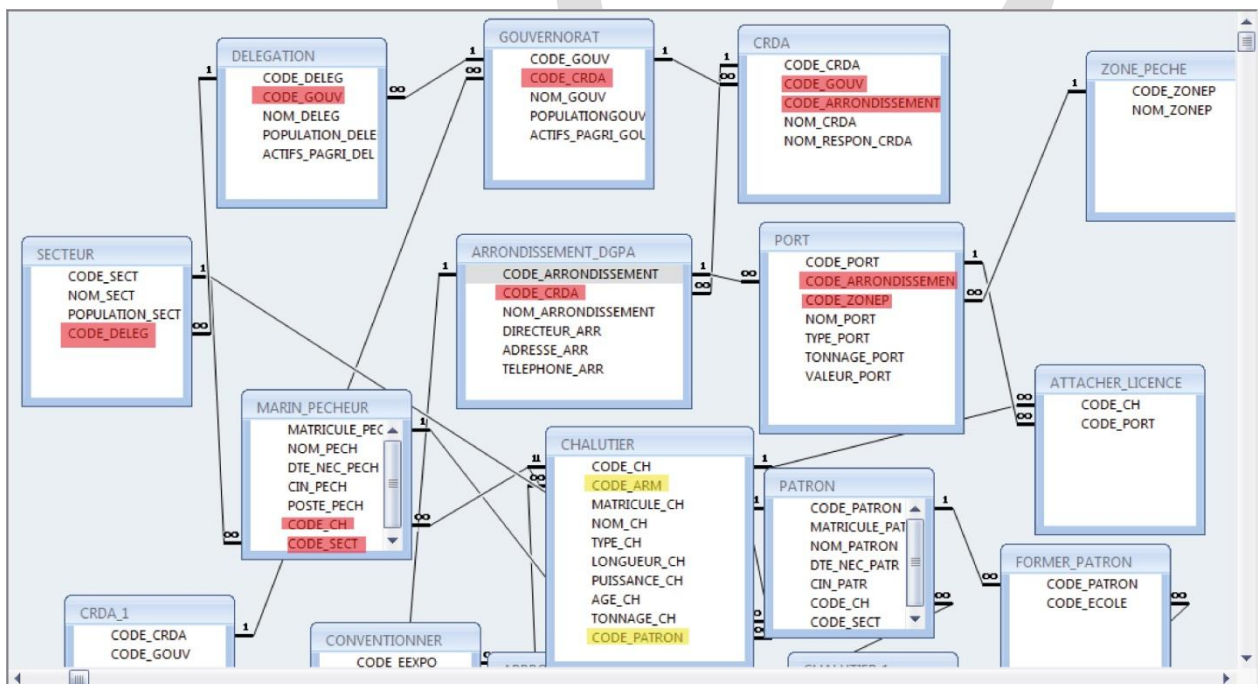
3.2 Implémentation de la Geodatabase halieutique : Image physique des MCD

La mise en œuvre du Système d'Informations Géographiques constitue une étape opérationnelle essentielle portant sur des aspects de valorisation de la démarche conceptuelle mais aussi de la réussite et de la viabilité du SIG. La phase d'implémentation logicielle consiste à faire une représentation des données suivant le modèle de données du SGBD, noyau du SIG, à savoir le modèle relationnel. Il s'agit dans un premier temps de mettre en œuvre la base de données métier sous MS Access en respectant les règles et les contraintes fonctionnelles du MCD (Figure 6). Ensuite un SGBD spatial montrant le système géographique du golfe de Gabès est élaboré, conçu avec la méthodologie HBDS.

Toutefois, les deux MCD que nous avons développés précédemment seront implémentés physiquement dans un environnement informatique ergonomique et permettant des interconnexions et des passages à de multiples échelles d'analyses autant que les composantes du système chalutage du golfe de Gabès sont variables.

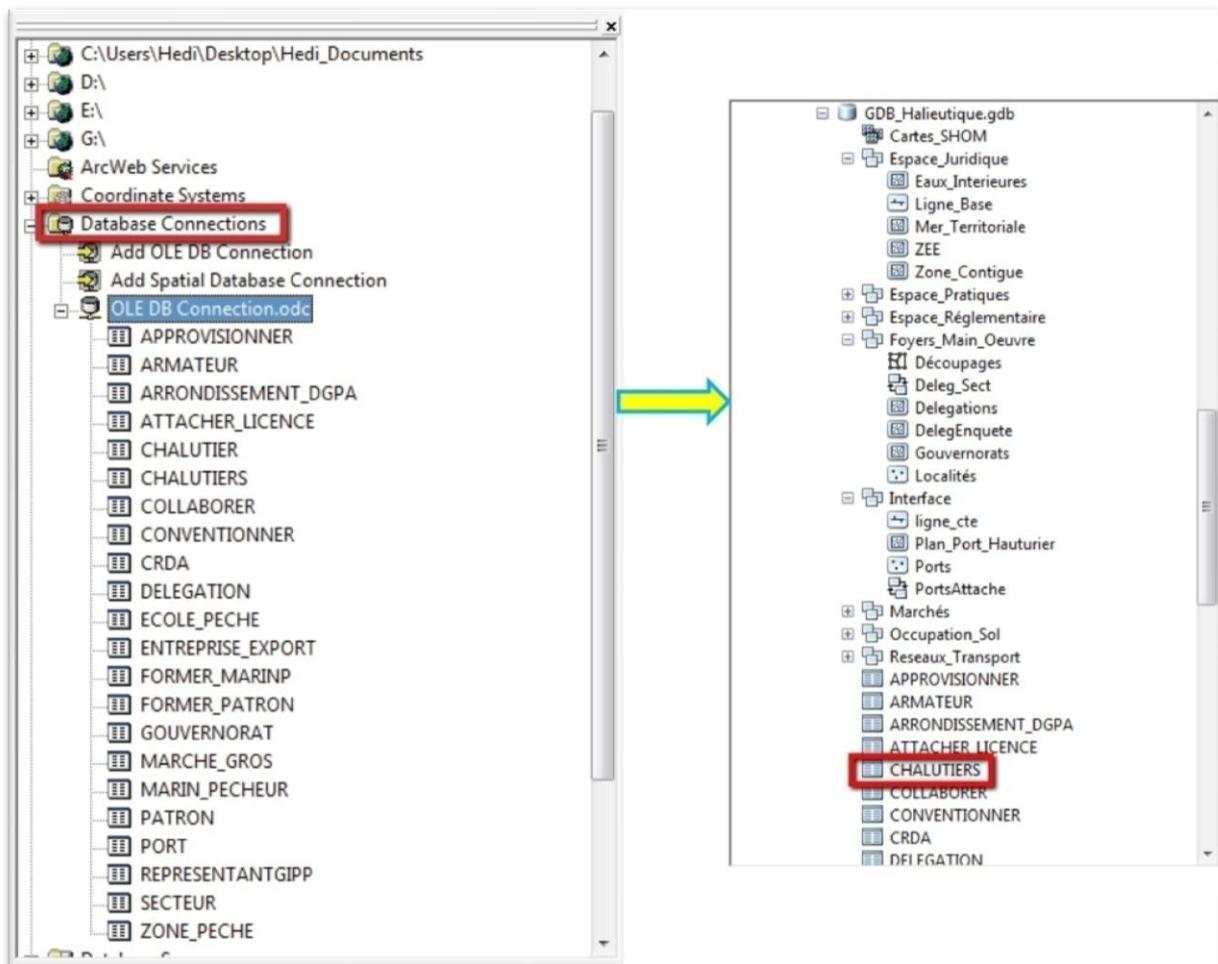
Ainsi, nous parlons de base de données métier et de base de données géographique qui devraient cohabiter un même SGBD, le SIG que nous appelons ici la Geodatabase Halieutique. La mise en pratique et l'organisation cohérente de cet environnement est donc l'objet de cette section.

Figure 6 : Interface des relations sous MS Access (intégrité de la base de données métier)



Par ailleurs, pour créer un modèle physique à partir du MCD géographique de type HBDS, nous devons passer par la mise en place d'une Geodatabase, c'est-à-dire une base de données géographique à moins que l'appellation "Geodatabase" ne soit pas acceptée comme étant strictement la traduction littérale de "Base de Données géographique", "Geographical Database". Sous ArcGIS ArcInfo, dans ArcCatalog, en mode Desktop, nous retrouvons une adéquation entre HBDS et le modèle pensé et configuré de la Geodatabase (Pirrot et Saint Gérard, 2004). Les liens trouvés dans le MCD peuvent être ensuite maintenus entre les champs thématiques qui s'inscrivent dans un référentiel commun.

Figure 7 : La Geodatabase Halieutique : interconnexion entre BD métier et BD géographique



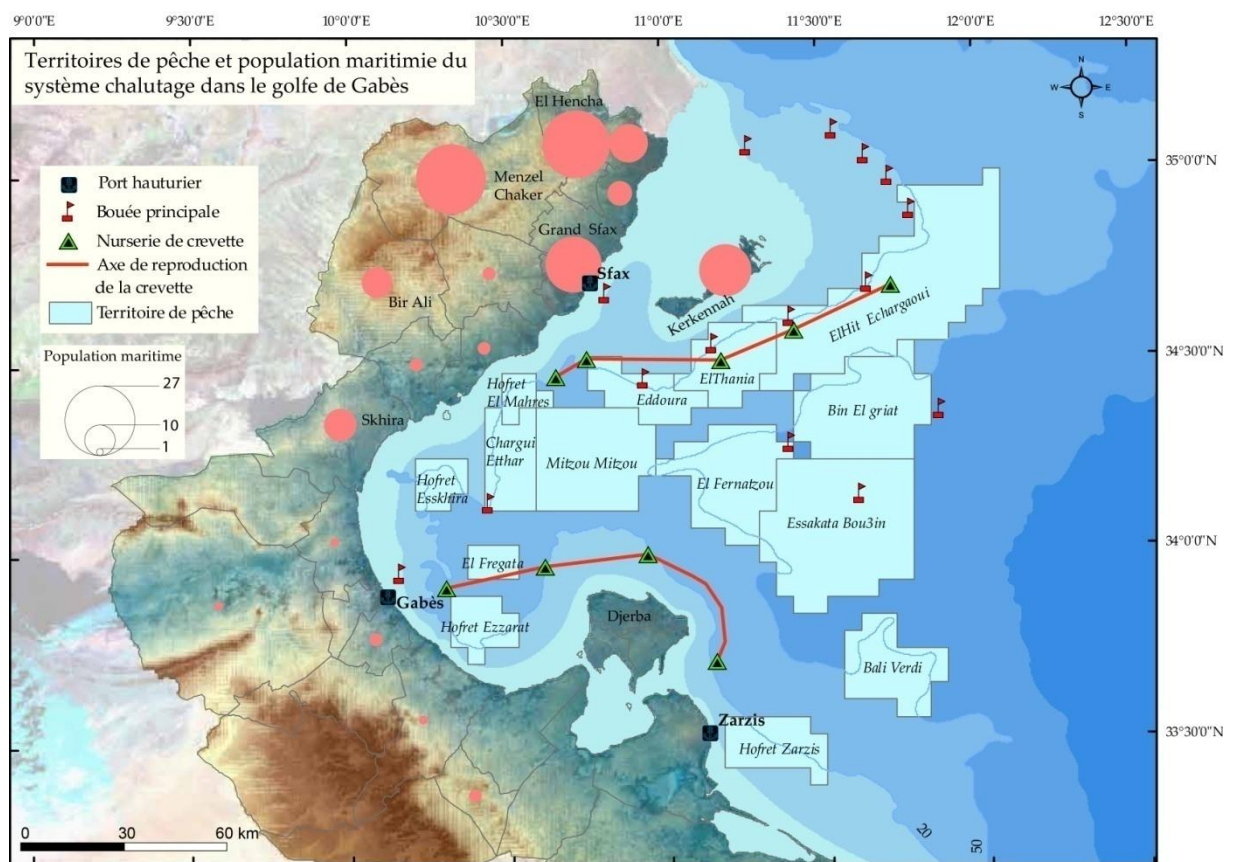
La figure 7 affiche à partir de l'interface *ArcCatalog*, une interopérabilité très importante dans le cadre de notre travail ; celle de la connexion des deux bases de données métier et géographique. En effet, l'environnement de travail que nous adoptons ici nous permet de créer cette passerelle entre les deux BD que nous avons conçues dans une logique de complémentarité ; dans la mesure où la BD métier fournit beaucoup plus de détails professionnels à savoir sur la population maritime, la flotte de pêche, les acteurs, etc. et la BD géographique met en relief l'inscription territoriale du système chalutage du golfe de Gabès de façon globale. Il est donc possible de manipuler les deux bases de données dans un même environnement, la Geodatabase Halieutique. En effet, il s'agit d'un choix stratégique à ce propos qui dépend à la fois des besoins de l'organisation des acteurs publics.

Certes, le grand atout de cet environnement informatique convivial est la possibilité de créer des passerelles pour la circulation fluide de l'information métier/géographique. Des classes de relations ont donc été élaborées entre la table "**Secteur**" provenant de la BD métier et la classe d'entités "**Délégations**" descendante du jeu de classes d'entités "**Foyers de main d'œuvre**" de la Geodatabase.

Par ailleurs, la définition de la topologie permet de garantir le respect des règles d'intégrités spatiales et sémantiques. En effet, les objets spatiaux de notre base de données doivent aboutir à un ensemble de règles qui assurent leur bon fonctionnement. Ces règles ne sont réellement que celles définies et discutées au niveau conceptuel définissant ainsi notre perception du monde réel. A titre d'exemple, et comparativement aux contraintes d'intégrités définies précédemment pour la base de données métiers, on peut citer les contraintes d'intégrité spatiales cette fois ci qui sont appliquées géométriquement sur des objets spatiaux ; la relation spatiale entre Délégations, Secteurs et Gouvernorats reste la même comme pour le SGBD relationnel Access à moins que sous *ArcCatalog*, on peut l'améliorer par des règles topologiques garantissant leur respect au niveau des objets spatiaux. En effet, il est meilleur de définir sous *ArcCatalog* un ensemble de règles topologiques pour toute la Geodatabase avant même de commencer l'acquisition des données (par digitalisation ou par import). Ensuite, nous pouvons contrôler la conformité des objets spatiaux à ces règles sous *ArcMap*.

Carte 2 : Exemple de configuration spatiale des territoires de pêche du golfe de Gabès

Compte tenu de notre démarche méthodologique développée dans ce papier, nous présentons dans la carte 2 un exemple de résultat à l'échelle de l'espace de production halieutique. Il s'agit de la configuration spatiale de l'espace de production halieutique, répondant aux termes définis dans le MCD. Cet espace a été défini en fonction des entretiens et des enquêtes à bord avec les patrons de chalutier. Nous avons constaté l'existence de plus d'une vingtaine d'appellations locales des "territoires de pêche" bien qu'une partie considérable n'ait pas été citée. Ensuite et à



partir de notre observation directe, ces appellations locales constituent le jargon des patrons de chalutier qui est fréquemment utilisé même dans la vie courante sur terre voire même en famille

lorsqu'il s'agit d'un discours de travail. Dans le cadre de notre travail de thèse (Zneti, 2016) nous avons classé ces appellations en trois types selon l'origine et la signification du nom local : des noms décrivant un relief sous marin, des noms décrivant la nature du fond et d'autres appellations issues de l'existence d'épaves (généralement des noms de navires écoulés).

Conclusion

A travers l'exemple du golfe de Gabès, nous pouvons constater que la contribution du présent travail est double :

Une contribution méthodologique mettant en valeur d'une part l'originalité marquante de l'approche HBDS qui déduit la structure des données directement de la structure des phénomènes eux-mêmes et non des seuls problèmes posés en cherchant à modéliser la thématique d'ensemble dont ces problèmes relèvent, l'approche se place au niveau d'une description théorique holistique du monde réel. D'autre part, et d'un point de vue métier, nous avons essayé de mettre en valeur l'apport de MERISE qui recourt davantage aux logiques inductives pour structurer un système d'information plus factuel, attaché à l'existant métier de la pêche au chalut dans le golfe de Gabès. A cet égard, nous considérons le phénomène halieutique comme étant un système géographique hiérarchique et complexe. Cela nous rappelle les mots de Thierry Saint Gérard dans sa thèse de HDR : "En fait, en conjuguant orientation systémique, prévalence de l'aspect thématique et transcription topologique planaire des classes d'objets, cette méthode (HBDS) canalise le cheminement que le chercheur effectue dans le réseau sémantique de son sujet. Ce cheminement est hypothético-déductif et débute certes à un niveau souvent élevé d'abstraction, mais bénéficie de ce fait d'une largeur de vue bénéfique à l'objectif recherché : construire un modèle synoptique." (Saint Gérard, 2002) Cette vision synoptique était à notre avis le maillon faible de la plupart des recherches sectorielles ou pluridisciplinaires menées depuis des dizaines d'années dans le golfe de Gabès. La Geodatabase halieutique du golfe de Gabès étant donc le fruit de cette contribution méthodologique.

Certes, une contribution thématique est à noter dans ce papier mettant en exergue la spécificité du système chalutage du golfe de Gabès relevant une importance majeure de l'arrière pays du gouvernorat de Sfax, fournisseur dominant en population maritime, notant aussi la dominance du port de Sfax voir même sa primatie en matière de commercialisation des produits de la mer par rapport aux deux autres ports de Gabès et de Zarzis⁵. Par ailleurs, nous observons dans la carte 2 une étendue remarquable de l'espace halieutique de production atteignant les frontières tuniso-libyennes et ayant une configuration spatiale spécifique par rapport au maillage de recueil statistique adopté par les acteurs publics (Zneti, 2016). Cette configuration est déduite à travers des enquêtes et entretiens avec les patrons de chalutiers sur leur perception des espaces de pratiques halieutiques. Nous pensons que cette cartographie pourrait jouer le rôle d'un support pertinent de recueil statistique. Il serait important donc d'institutionnaliser le langage des appellations adopté par les patrons de chalutiers dans le golfe de Gabès en termes d'identification des "territoires de pêche" afin que les données statistiques soient fiables et cartographiables.

Remerciement: L'auteur exprime sa gratitude à l'Université *King Khalid*, en Arabie saoudite, pour leur soutien administratif et technique.

⁵ Cette dissymétrie de l'interface du golfe de Gabès fera l'objet d'un article à paraître dans Revue Tunisienne de Géographie (RTG)

Acknowledgements: The author would like to express his gratitude to King Khalid University, Saudi Arabia for providing administrative and technical support.

IJHCS

Bibliographie :

- Carré F., 2009, "Les géographes et la connaissance de la mer", Festival International de Géographie, Saint-Dié-des-Vosges.
- Chaussade J., 1999, "De la gestion intégrée au développement durable : point de vue (*From the coastal management to the sustainable development : a point of view*)", Bulletin de l'Association de géographes français, 76e année, 1999-2. pp. 151- 157.
- Corlay J. P., 1979, "La notion d'espace de production halieutique : proposition méthodologique d'étude à partir de l'exemple danois", *Norois*, Vol. 104, 449–466.
- Corlay J. P., 1999, "La recherche scientifique et la gestion intégrée des zones côtières", Bulletin de l'Association de Géographes Français, Vol. 76, 158–168.
- Creuseveau J. G., 2014, "Les Infrastructures de Données Géographiques (IDG) : développement d'une méthodologie pour l'étude des usages. Le cas des acteurs côtiers et de la GIZC en France", Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale.
- Joliveau T., 2004, "Géomatique et gestion environnementale du territoire. Recherches sur un usage géographique des SIG", Thèse de HDR de géographie, Université de Rouen.
- Paegelow M., 2004, "Géomatique et géographie de l'environnement. De l'analyse spatiale à la modélisation prospective", Thèse de HDR de géographie, Université de Toulouse.
- Pirot F. et Saint Gérard T., 2003, "ArcInfo : un logiciel pour thématiciens. Bilan de 10 ans de formation par la recherche dans le secteur des Sciences de l'homme et de la société", Conférence Francophone ESRI.
- Pirot F. et Saint Gérard T., 2004, "Du concept HBDS à la Geodatabase topologique: 25 ans les séparent", Conférence francophone ESRI.
- Pirot F. et Saint Gérard T., 2005, "La Geodatabase sous ArcGIS : des fondements conceptuels à l'implémentation logicielle", *Géomatique Expert*, vol. 41, 62–66.
- Saint Gérard T., 2002, "SIG : Structures conceptuelles pour l'analyse spatiale", Thèse de HDR de géographie, Université de Rouen.
- Saint Gérard T., 2005, "Comprendre pour mesurer ou mesurer pour comprendre ? HBDS : pour une approche conceptuelle de la modélisation géographique du monde réel", in : "Modélisations en géographie : déterminismes et complexités", Guermond Y. (dir), pages 261–297. Lavoisier, Paris.
- Strobl J., 2008, "Compte rendu du livre "Arc Marine-GIS for a Blue Planet Marine". *Marine Biology Research*, Vol. 4, 318–319.
- Wright D. J., Blongewicz M. J., Halpin P. N. and Breman J., 2007, "Arc Marine - GIS for a Blue Planet", ESRI Press Redlands, California.
- Wright D. J., Goodchild M. F. and Proctor J. D., 1997, "Demystifying the Persistent Ambiguity of GIS as "Tool" Versus "Science", *The Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 87, No.2, 346-362.
- Zneti H., 2016, "La pêche au chalut dans le golfe de Gabès: vers la mise en Système d'Information Géographique. *Modélisation et Implémentation*", Thèse de Doctorat en Sciences Géographiques, Université de Sfax.