Géomatique collaborative : mise en œuvre d'un Système d'information pour la gestion responsable des pêches en Mauritanie

Ely Beibou

▶ **To cite this version:**

Ely Beibou. Géomatique collaborative : mise en œuvre d'un Système d'information pour la gestion responsable des pêches en Mauritanie. Autre [cs.OH]. Université Montpellier, 2015. Français. NNT : 2015MONTS286 . tel-03210443v2

HAL Id: tel-03210443

https://theses.hal.science/tel-03210443v2

Submitted on 28 Apr 2021

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.

Collège Doctoral du Languedoc-Roussillon

THÈSE

Pour obtenir le grade de

Docteur

Délivré par l'**UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER**

Préparée au sein de l'école doctorale **I2S**
INFORMATION STRUCTURES SYSTÈMES

Et de l'unité de recherche **UMR Espace-Dev**

Spécialité: **Informatique**

Présentée par **Ely BEIBOU**

Géomatique Collaborative : mise en œuvre d'un Système d'information pour la gestion responsable des pêches en Mauritanie

Espace Dev

ED I2S ECOLE DOCTORALE

UNIVERSITÉ MONTPELLIER

Soutenue le 11 décembre 2015 devant le jury composé de

M. Christophe CLARAMUNT	Professeur	Directeur d'IRENAV Brest	Rapporteur
M. Franck RAVAT	Professeur	IRIT-Université Toulouse	Rapporteur
Mme Anne LAURENT	Professeur	LIRMM UM	Examinatrice
M. Pierre LABROSSE	DRRT	HC. en Nouvelle-Calédonie	Examinateur
Mme Thérèse LIBOUREL	Professeur	Espace-Dev UM	Directrice
M. Julien BARDE	IR	IRD, Marbec-Sète	co-encadrant
M. Jérôme GUITTON	Ingénieur	Agrocampus Ouest	Invité

Remerciements

Je souhaite exprimer sincèrement ma gratitude et ma reconnaissance à ma Directrice de Thèse, Thérèse LIBOUREL, Professeur émérite qui m'a accordé sa confiance en acceptant de diriger ce sujet de recherche sur la géomatique collaborative. Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour son encadrement inappréciable et la qualité de sa contribution inestimable à la réalisation de ce travail dans les délais impartis et les conditions toutes particulières.

Je remercie particulièrement Christophe CLARAMUNT, Professeur des Universités, Directeur de L'Institut de Recherche de l'École Navale, Brest, et Franck RAVAT, Professeur des Universités, Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) et Université de Toulouse, qui ont accepté de rapporter sur mon travail de recherche et d'encourir la lassitude du voyage de Brest et de Toulouse pour venir participer à la soutenance de celui-ci.

Je remercie très respectueusement Anne LAURENT, Professeur des Universités à l'Université de Montpellier et au Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier (LIRMM) qui a accepté d'examiner mon travail malgré ses multiples occupations. Qu'elle accepte l'expression de ma gratitude et de ma très haute considération. Je remercie également Mr Pierre LABROSSE, Chargé de mission pour la recherche et la technologie en Nouvelle Calédonie, qui malgré ses occupations et le décalage horaire important a accepté d'enchaîner la nuit au jour pour examiner ce travail depuis Nouméa à des heures si tardives. Qu'il trouve ici l'expression de mes profonds sentiments et mes sincères remerciements.

Mes remerciements s'adressent également à Julien BARDE, qui a co-encadré cette thèse. Je le remercie pour ses conseils toujours utiles, remarques pertinentes et orientations perspicaces.

Je remercie infiniment Jérôme GUITTON qui s'est pleinement investi dans ce travail depuis le début jusqu'à la fin et dont l'apport et l'appui étaient inlassablement pertinents aussi bien au niveau scientifique que pour l'appui technique durant toutes les phases de réalisation de ce travail et pour l'accueil et l'accompagnement qu'il m'a toujours réservés au sein de son unité de recherche. Je ne trouve pas les mots pour exprimer ma parfaite reconnaissance et ma profonde gratitude à M. Jacques ILTIS dont le dynamisme, l'accueil chaleureux, l'accompagnement, l'hospitalité et la très grande compétence dans le domaine de la géomatique, m'ont été d'un apport

primordial. Je le remercie aussi pour l'hospitalité dont, lui et son épouse Josiane ont toujours fait montre à mon égard, en m'accueillant chez eux et en m'accompagnant dans les cités universitaires, les gares et les aéroports. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde et loyale reconnaissance.

Ce travail n'aurait pu être réalisé ni même commencé sans la confiance et l'appui de l'Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêche (IMROP). Que ses directeurs, MM. Mohamed M'Bareck Ould Soueilim et Mahfoudh Ould Taleb Sidi, trouvent ici l'expression de ma haute considération.

Je profite de cette occasion pour remercier toute l'équipe Espace-Dev pour l'accueil et le confort dont j'ai bénéficié durant mes séjours à Montpellier. Que tous les membres de cette unité trouvent l'expression de mes remerciements et de ma reconnaissance. Qu'il me soit permis de spécifier, après la Directrice de l'unité Frédérique Seyler, Gilbert David et son épouse Espérance Cillauren, Maud Loireau, Mireille Fargette, Olivier Barrière, Morgan Mangeas, Jean-Christophe Desconnets, Christian Depraetere, et bien sûr Sylvie Laleu, Agnès Clémente et toute l'équipe Espace-DEV.

Je saisis cette occasion pour remercier Philippe CURY ex. Directeur de l'unité EME ainsi que l'actuel Directeur de l'unité MARBEC Mr Laurent DAGORN qui ont accepté de m'accueillir et m'ont fourni le soutien nécessaire lors de mes séjours de travail avec Julien BARDE.

J'en profite pour remercier toute l'équipe du Pôle halieutique (UMR985 Ecologie et Santé des Ecosystèmes) de l'Agrocampus-ouest de Rennes et en particulier Didier Gascuel et Catherine Le Penven pour l'accueil et l'appui sans faille durant tous mes séjours à Rennes.
Cette thèse a bénéficié du soutien financier du Service de la Coopération et de l'Action Culturelle de l'Ambassade de France en Mauritanie (SCAC) et l'appui logistique de Campus-France de Montpellier. Que tous les employés de ces services soient assurés de ma reconnaissance. Je voudrais ici mentionner particulièrement Mr Farid SAADOUN Conseiller à Campus-France de Montpellier ayant suivi mon dossier et Madame Fatimata DEME responsable pédagogique du SCAC de Nouakchott.

Je voudrais aussi remercier toute ma famille qui m'a soutenu, ce qui m'a permis d'entreprendre ce projet et poursuivre mes études en France, en particulier mon frère Tayeb Ould Sidi Ould Beibou. Je remercie très tendrement mon épouse aimée et mes chers enfants et toute ma famille pour les sacrifices consentis pour me permettre de me lancer dans cette aventure émouvante et

réaliser cette importante entreprise.

Je remercie enfin tous mes amis et collègues de travail à l'IMROP comme dans les laboratoires d'accueil (Espace-Dev, ESE et MARBEC) et tous ceux, qui m'ont de près ou de loin apporté un quelconque concours.

Table des matières

1 Introduction **3**

1.1 Contexte général 3
1.2 Zone de l'étude 9
1.3 Institut Mauritanien de Recherche Océanographiques et des Pêches (IMROP) 12
1.4 Objectif 17

2 Etat des lieux sur les systèmes d'information et les sources de données de la zone d'étude **19**

2.1 Introduction 20
2.2 Les systèmes d'observation et de suivi et existants 20
2.3 Analyse des besoins - vision globale 30
2.4 Analyse des besoins de gestion de la pêche et de son environnement en Mauritanie 32
2.5 La gestion de l'information dans la zone de l'étude - un aperçu historique 45
2.6 Synthèse des apports des différentes contributions réalisées durant les 30 dernières années, dans la zones de l'étude 49

3 Problématique **53**

3.1 Introduction 53
3.2 Notion de gestion des pêches et de l'environnement 54
3.3 Les formes actuelles de collaboration et leurs limites 56
3.4 Les faiblesses majeures des systèmes existants sur la zone . . . 58
3.5 Vision collaboration 60
3.6 Synthèse des verrous relatifs à la collaboration 62
3.7 Vision virtualisation 63
3.8 Synthèse des verrous relatifs à la virtualisation 64

4 Etat de l'art **67**

4.1 Interopérabilité entre systèmes partenaires 67
4.2 Géomatique collaborative 70
4.3 Proposition existantes répondant aux défis fixés 80
4.4 Synthèse des approches existantes 84

5 Proposition **87**
5.1 Introduction . . . 87
5.2 Vision du système d'information visé . . . 88
5.3 Modèles . . . 94
5.4 Architecture . . . 99

6 Prototype d'outil opérationnel **101**
6.1 Introduction . . . 101
6.2 Présentation de l'outil opérationnel . . . 102
6.3 Améliorations apportées . . . 110
6.4 Limitations des améliorations apportées en matière de normalisation et de collaboration . . . 116
6.5 Manuel d'utilisation du prototype . . . 117

7 Conclusion et perspectives **123**
7.1 Conclusions . . . 123
7.2 Perspectives . . . 127

A Annexes **129**
A.1 Liste [1] des indicateurs . . . 129
A.2 Complément sur les tables de l'entrepôt . . . 133

Bibliographie **139**

1. Selon le Comité Technique des Statistiques des Pêches en Mauritanie (CST)

Table des figures

1.1 Triangle du développement durable d'après [Wat01] 7
1.2 Enjeux écologiques des usages de l'espace maritime mauritanien [MvVVDC11] 12
1.3 Carte et positionnement du PNBA sur le littoral Mauritanien 13
1.4 Carte et distribution des récifs coralliens dans les eaux mauritaniennes 14
1.5 Programmes de recherche à l'IMROP et leurs objectifs 16
1.6 Processus de planification de la recherche à l'IMROP sur la base des objectifs publics 16

2.1 Vue schématisée de l'écosociosystème marin et l'interaction de ses différentes composantes y compris celle de la gestion. . . . 21
2.2 Vue globale sur les divers systèmes d'observation des pêches en Mauritanie, modifié d'après [Mau97] 22
2.3 Schéma organisationnel actuel du système de suivi de la Pêche Artisanale et Côtière 27
2.4 Schéma de l'approche actuelle du calcul des indicateurs d'exploitations au sein du système de suivi de la Pêche Artisanale et Côtière [MI05] 30
2.5 Classification des besoins d'après ([PE09], cité par [BE10]) . . 31
2.6 Illustration des indicateurs d'exploitation (effort de pêche et captures réalisées par les pêcheries autorisées en Mauritanie). . 45

3.1 Vue globale du système-pêche en Mauritanie, prise ici comme cas d'étude (contexte statistique) 57
3.2 Vue globale du système-pêche en Mauritanie, prise ici comme cas d'étude (contexte dynamique) 58

4.1 Approches LAV et GAV [SL90] 69
4.2 Taxonomies des architectures [SL90] 69
4.3 Approche centralisée (entreposage) 70
4.4 Echelle de participation à 8 échelons, d'après [Arn69] 72
4.5 Historique de l'évolution des cartes participatives ([Lau98] ; [Sie06] ; [LST01] ; [Rin01] ; [BRBC12]) 72
4.6 Modèle général pour une architecture web service, exemple de combinaison (SOAP+WSDL+UDDI) [BGL14] 75
4.7 Structure de données du registre UDDI [SHRR04] 79
4.8 Relation entre UDDI et WSDL, (cf. IBM Knowledge Center) . 80

5.1 principales sources d'information des pêches en Mauritanie . . 91
5.2 Modèle conceptuel des cas d'utilisation (formalisme UML) . . 92
5.3 Vision globale 95
5.4 Modèle conceptuel de la notion de fiche scientifique (formalisme UML) 96
5.5 Modèle conceptuel fonctionnel de notre plate-forme (formalisme UML). 97
5.6 Collaboration par commentaires 98
5.7 Vision générale de l'architecture 99
5.8 Architecture 100

6.1 Architecture de la plate-forme 102
6.2 Structure de l'entrepôt support de l'observatoire 104
6.3 Partie de la fiche présentant les avis des experts sur le thème : (connaissances expertes) 110
6.4 Schéma de l'intégration du catalogue au sein de l'observatoire 112
6.5 Les indicateurs spatialisés sont accessibles et manipulables . . 114
6.6 Implication de nouveaux services Web développés et du serveur *WMS* 114
6.7 Superposition de couches sur serveur WMS. 115
6.8 Exemple de fil de discussion (ici sur le poulpe mauritanien) . . 116
6.9 Page d'accueil de l'outil opérationnel développé 118
6.10 Description d'une fiche de type espèce ici le poulpe 120
6.11 Fiche générale de description de flottilles opérantes dans les eaux mauritaniennes. 121

Liste des tableaux

2.1 Données mensuelles en provenance de la Garde-Cotes Mauritanienne (GCM). 35
2.2 Données mensuelles en provenance de l'Institut Mauritanien de recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP). Données des bateaux « **glaciers** », débarquant à Nouadhibou et de la « **pêche artisanale et côtière (PAC)** ». 36
2.3 Données mensuelles en provenance de la Société Mauritanienne de Commercialisation des poissons (SMCP). Données de **Débarquements**, **Exportation**, et **Droits d'accès** 38
2.4 Données mensuelles fournies par la Direction de la Pêche Industrielle du Ministère des Pêches (DPI). Données de **Effort de pêche et Fiscalité** 39
2.5 Données mensuelles fournies par la Direction de la Pêche Artisanale et Côtière (DPAC). Données de **Effort de pêche et Droits d'accès** 40
2.6 Récapitulatif des caractéristiques des différentes approches de mise en place d'un système d'information des pêches, réalisées dans la zone de l'étude durant les trois dernières décennies, à la lumière des objectifs, notamment relatifs à la dimension **collaboratives** assignée au système d'information recherché. . 51
2.7 Récapitulatif des caractéristiques des différentes approches de mise en place d'un système d'information des pêches, réalisées dans la zone de l'étude durant les trois dernières décennies, à la lumière des exigences, notamment **d'indépendance, d'ouverture et d'autonomie** assignés aux composants du système d'information global recherché. 52

A.1 Indicateurs de suivi relatif à l'intégration du secteur des pêches à l'économie nationale 129
A.1 Indicateurs de suivi relatif à l'intégration du secteur des pêches à l'économie nationale 130
A.2 Indicateurs de suivi de la bonne gouvernance du secteur des pêches 131
A.3 Indicateurs de suivi de la Durabilité de la ressource du secteur 132
A.4 Indicateurs de suivi relatif au développement maîtrisé du secteur des pêches en Mauritanie 133
A.5 Structure de la table « fiche » 133

A.6 Structure de la table « misenpage » 134
A.7 Structure de la table « source » 134
A.8 Structure de la table « tab_couleur » 134
A.9 Structure de la table « codage » 135
A.10 Structure de la table « record » 136

Préambule

Nous souhaitons, en guise de préambule présenter l'ossature de ce manuel.

Une introduction générale effectue l'analyse et l'exposé du contexte dans lequel les recherches se sont déroulées et définit les objectifs fixés dans le cadre de ce contexte.
Par la suite, nous nous sommes efforcés de présenter nos travaux dans un mémoire structuré comportant plusieurs chapitres :

Etat des lieux sur les Systèmes d'Information de la zone de l'étude Compte tenu de la spécificité de la zone d'étude, nous détaillons dans ce chapitre les systèmes d'information existants, les besoins recensés ainsi qu'un historique des initiatives lancées pour la mise en place d'un système d'information sous-régional plus global.

Problématique Ce chapitre, à partir des objectifs que nous nous sommes fixés et des faiblesses relevées dans le chapitre précédent précise les verrous auquel le système idéal recherché doit faire face.

Etat de l'art Ce chapitre analyse et synthétise les propositions actuelles en accord avec la problématique.

Proposition Ce chapitre expose nos propositions pour un observatoire global virtuel et collaboratif.

Opérationnel Ce chapitre décline les premières validations de nos propositions à travers la réalisation d'un prototype et la méthodologie d'usage.

Conclusion et perspectives Ce chapitre est dédié à la conclusion de nos travaux et aux diverses perspectives ouvertes.

Annexe Ce chapitre termine le manuel avec une annexe technique.

Chapitre 1

Introduction

Sommaire

1.1 Contexte général 3
1.2 Zone de l'étude 9
Caractérisation écologique et économique de la zone de l'étude 9
Zone de la Commission Sous-Régionale des Pêches (CSRP) . . 10
Cas d'étude - La Mauritanie : intérêt écologique et économique 11
1.3 Institut Mauritanien de Recherche Océanographiques et des Pêches (IMROP) 12
1.4 Objectif 17

1.1 Contexte général

Nos préoccupations s'inscrivent dans un contexte pluridisciplinaire qui fait appel à la synergie des sciences de l'environnement, de l'halieutique, de l'informatique et de la géomatique.

Dans cette introduction nous allons nous efforcer de caractériser l'importance et le rôle indispensable de cette synergie pour la gestion responsable de l'environnement et des ressources halieutiques dans la zone ouest-africaine et en particulier en Mauritanie. Pour ce faire, nous mettons en exergue le rôle que doit jouer le système d'information et les conséquences et préoccupations qui peuvent découler de son absence sur la gestion de ces secteurs de grande importance économique et écologique. Cette analyse sera faite en mettant l'accent sur l'importance des diverses données, information et connaissances disponibles, sur celle de leur communication (ou diffusion) et sur les rôles de ces facteurs dans le processus de prise de décision.

Sur le plan halieutique, les océans doivent être protégés à tout prix, vue leur importance économique et écologique. Ils sont en effet le refuge naturel des ressources renouvelables et le lieu où se déroulent les activités extractives ciblant celles-ci (pêche industrielle et artisanale, exploration et extraction *offshore* des mines naturelles de pétrole, de gaz, etc.). D'autre part, ils sont

aussi l'espace qui supporte des activités aussi importantes comme le transport maritime (95 pour cent du commerce mondial) et le tourisme maritime et côtier. S'ajoute à cela la part considérablement importante qu'ils représentent aussi bien du globe terrestre (72 pour cent) que de la biosphère (95 pour cent), sans compter les volumes importants qu'ils apportent en oxygène, nécessaire pour la vie, corrélés à ceux qu'ils absorbent en dioxyde de carbone, gaz à effet de serre [FAO15].

Selon [FDK+12], cité par [DL12], le volume de carbone [1] qu'emmagasinent les eaux maritimes est deux à trois fois plus important que celui stocké dans les forêts tropicales.

Par ailleurs, selon [FAO15], l'apport des océans est considérable, aussi bien pour la sécurité alimentaire que pour la lutte contre la pauvreté car, la pêche et l'aquaculture constituent une source importante de protéine animale et offrent des milliers d'emplois pour les populations riveraines.
Ceci dénote de l'importance des océans, et de la nécessité de les protéger, à tout prix et pour que cette protection soit efficace et pérenne, la synergie et la collaboration entre, d'une part, les différentes disciplines scientifiques, et d'autre part, l'ensemble des acteurs concernés, est résolument la voie que nous devons emprunter. Nous sommes persuadés, que la mise en place d'un *système d'information global et collaboratif* adéquat constitue une contribution pertinente pour l'atteinte de cet objectif.

Dans le même temps, selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (connue sous les sigles ONUAA ou, plus couramment, FAO soit en anglais *Food and Agriculture Organization of the United Nations*), « les pertes économiques occasionnées par la surexploitation des ressources halieutiques à haute valeur commerciale, représentant 29 pour cent (environs le tiers) de la production totale, sont estimées à 50 milliards d'USD par an » [FAO15].
S'ajoute à cela, le fléau de la pêche illicite, non déclarée et non réglementée (INDNR), qui selon [Foo14], « représente chaque année, d'après les estimations, 20 pour cent de la pêche de capture » [FAO15] et constitue, de fait, « une menace majeure sur les écosystèmes marins ».

Les dégâts entraînés par les activités extractives ne se limitent pas à la seule surexploitation des ressources halieutiques, mais se manifestent, également, dans la pollution. En effet, celle-ci résulte, entre autres, des rejets en mer de produits issus des activités extractives, comme par exemple, certains déversements qui peuvent surgir lors des accidents survenant pendant l'extrac-

1. le terme désignant le carbone piégé dans les eaux marines est le carbone bleu

tion ou le transport d'hydrocarbures. Elle provoque des changements au sein de l'environnement biophysique des ressources halieutiques, et entraîne de ce fait leur migration voire même leur extinction [Jou02]. Aussi, selon [ANS15] « on recense aujourd'hui plus de 400 zones marines mortes, couvrant une superficie de plus de 240.000 km2 qui comprennent certaines zones d'estuaire et de plateau continental autrefois très riches ».

En résumé, les activités extractives contribuent, à l'érosion de la biodiversité et au changement climatique, ce qui incite les décideurs et les usagers du patrimoine halieutique à redoubler de vigilance, en développant des connaissances approfondies et actualisées et en renforçant l'observation et le suivi de ces activités, choses pour lesquelles, la mise en place d'un système d'information collaboratif constitue une nécessité de premier ordre. Déjà, la convention sur la biodiversité biologique [GBGS+96] constate, d'une part, le manque crucial de connaissances appropriées et nécessaires à la conservation de la biodiversité et, d'autre part, le besoin urgent et la nécessité de développer celles-ci, sur tous les plans scientifique, technique et institutionnel pour anticiper, prévenir la réduction voire la perte et préserver la biodiversité.

La surexploitation, la pollution et la pêche illicite sont naturellement des conséquences des processus de prise de décision peu éclairés et / ou mal guidés. En effet, une étude récente réalisée par des chercheurs américains [COH+12] a analysé 1793 pêcheries maritimes non évaluées, à travers le monde, et trouvé que la biomasse de 64 pour cent des stocks exploités par ces pêcheries est inférieure à celle du rendement équilibré maximal [2] (REM) ou en anglais (*Maximum Sustainable Yield (MSY)*) et que 18 pour cent de ces stocks étaient déjà dans l'état d'effondrement. Par conséquent, nous considérons notamment, que l'une des causes de ces phénomènes qui préoccupent aujourd'hui la communauté mondiale et en particulier les pays côtiers, est l'*inconsistance voire l'absence d'un système d'information collaboratif suffisamment efficace*, nécessaire pour éclairer en temps utile la prise de décision et permettre de conduire une gestion responsable assurant la durabilité de l'exploitation des ressources halieutiques et garantissant la préservation de l'environnement des pays côtiers. Nous pensons que la mise en place d'un système d'observation et d'information efficace et actualisé peut contribuer aux efforts des communautés concernées visant à réduire voire stopper ces phénomènes ou, en tout cas, permettra, sans aucune doute, de minimiser l'impact de leurs conséquences néfastes.

2. Le rendement équilibré maximal se définit par la capture maximum, exprimée en nombre ou en masse, pouvant être soustraite de la population d'une espèce donnée durant une période illimitée sans épuiser la ressource. Source. https ://fr.wikipedia.org/

Pour ce qui est de la gestion des activités halieutiques, [CO05] définit l'aménagement des pêcheries comme étant, « une discipline complexe et qui évolue, car les connaissances sur ce qu'elle implique et sur ce qui fonctionne, ou ne fonctionne pas, ne cessent de s'améliorer. Le problème est compliqué par le fait que l'aménagement des pêcheries en tant que discipline cohérente est encore mal défini et, bien souvent aussi, mal compris ». Ce dont nous sommes sûrs, c'est qu'en Afrique de l'Ouest, la pêche est l'un des principaux piliers de l'économie des pays côtiers, d'où la nécessité de mettre en œuvre une gestion responsable des ressources halieutiques, source de devises pour l'économie et de protéine animale pour les populations de ces pays ([UA12], [MPE15]). Pour que cette gestion donne les résultats escomptés, elle doit nécessairement faire intervenir plusieurs acteurs poursuivant des objectifs généralement divergents et parfois conflictuels et s'appuyer sur des connaissances solides et actualisées, issues de sources diverses et hétérogènes. A cet effet, l'apport d'un *système d'information collaboratif* est primordiale.

La gestion durable renvoie à la notion de développement durable, qui comme le montre la figure 1.1 obéit à un modèle tridimensionnel portant sur les composants environnementaux, sociaux et économiques définissant la structure de chaque communauté [Wat01].

Dans cette figure : « les sommets du triangle représentent les trois grandes dimensions ou domaines du développement durable : économique, social et environnemental. Le domaine économique est axé principalement sur l'amélioration du bien-être humain, essentiellement par l'augmentation de la consommation de biens et de services. Le domaine environnemental est axé sur la protection de l'intégrité et de la tolérance des écosystèmes. Le domaine social est axé sur le renforcement des rapports humains et la réalisation des aspirations individuelles et collectives. Des exemples de liens entre ces domaines sont indiqués le long des côtés du triangle. Des questions importantes, telles que les changements climatiques, la pauvreté, l'équité et la durabilité, sont situées dans le triangle et sont en interaction avec les trois domaines. Des mesures d'intervention climatiques peuvent générer des bénéfices accessoires au niveau du bien-être, des mesures d'intervention socio-économiques sans rapport avec le climat peuvent elles aussi générer des bénéfices d'ordre climatique. Ces bénéfices accessoires pourraient contribuer à la réalisation des objectifs du développement durable. »

Il existe des interactions complexes entre les problèmes environnementaux, sociaux et économiques, et par conséquent, aucun de ces problèmes ne peut être résolu isolément. Ce qui fait appel encore une fois à la *synergie des sciences et des disciplines sous-jacentes* à ces axes structuraux et qui ne peut être assurée que par le biais d'un *système d'information collaboratif* permettant

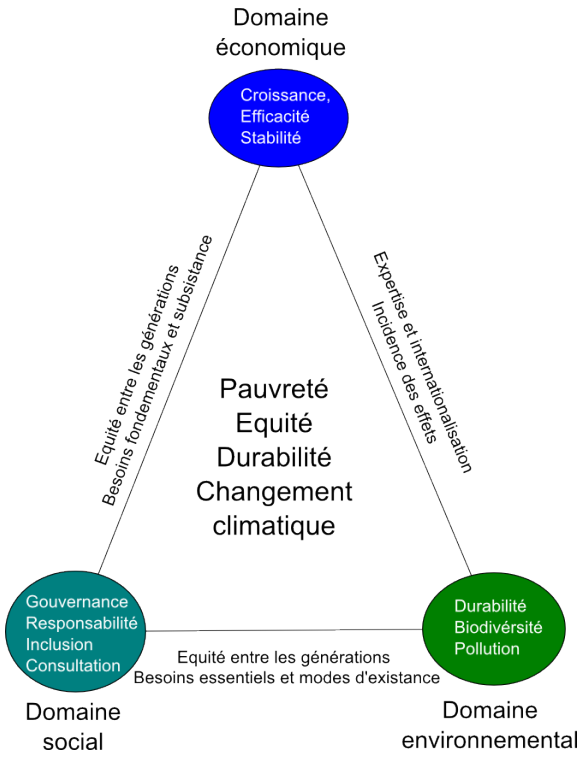


FIGURE 1.1 – Triangle du développement durable d'après [Wat01]

l'intégration de connaissances issues des différents domaines et des expériences développées au fil du temps par l'ensemble des acteurs concernés.

Or, en l'absence de cette synergie, la situation actuelle soumise encore aux modèles économiques traditionnels évoluant isolément, les activités humaines, selon [ANS15], ont sérieusement entamé les capacités des ressources marines et côtières. En effet, « les données de la FAO indiquent que 75 pour cent des stocks mondiaux de poissons sont exploités sans réserve, ou surexploités. L'augmentation de la pollution et le développement côtier anarchique contribuent en outre à la perte de la biodiversité, de la fonction écologique et à la baisse de la prestation des services liés à l'environnement. Entre-temps, le changement climatique menace de saper le fondement même des écosystèmes marins, alors que l'augmentation du niveau de carbone dans l'atmosphère entraîne le processus d'acidification des océans, changeant ainsi la chimie de l'océan à une vitesse et à un niveau jamais atteints depuis au moins 60 millions d'années ».

Les activités extractives, en particulier la pêche et l'exploitation pétrolière *offshore* constituent aujourd'hui des sources de préoccupations majeures

pour les gestionnaires des ressources halieutiques dans cette zone convoitée. L'entrée en ligne de l'exploitation pétrolière et gazière *offshore*, vient augmenter les préoccupations des gestionnaires, bénéficiaires et usagers de l'espace maritime, liées non seulement à l'impact éventuel de ces nouveaux usages mais également, aux conflits et concurrences sur cet espace déjà convoité. En plus, il est déjà admis, que les activités de pêche peuvent entre autres, occasionner la surexploitation des stocks peuplés d'espèces à grande valeur commerciale [GLM+07]. Ainsi, elles conduisent à des bouleversements perpétuels des écosystèmes exploités, en induisant des modifications dans la chaîne trophique et par conséquent un déséquilibre de l'écosystème dans son ensemble. *Ce qui incite la mise en œuvre d'une politique conduisant à rendre durable l'exploitation des ressources naturelles.* Une telle politique dépend nécessairement des possibilités offertes à ces pays côtiers d'accéder aux données spatiales, aux services (ou traitements) et aux indicateurs pertinents pour la prise de décision. Elle dépend surtout de leur capacité à intégrer et à réutiliser les données, les informations et les connaissances expertes et autochtones, notamment géographiques, provenant de sources diverses. Elle est aussi tributaire de leur capacité à prendre collectivement des décisions concertées et éclairées à tous les niveaux. Un *système d'information collaboratif* constitue, à notre avis, une réponse pertinente à tous ces besoins.

Le contexte de ce travail est de plus, marqué à l'heure actuelle, par l'émergence de nouveaux paradigmes tels que « **l'économie verte** », « **l'économie bleue** ».

D'après [ANS15], le modèle de l'économie verte est celui qui, par définition : « Améliore le bien-être de l'homme et l'équité sociale, tout en réduisant considérablement les risques environnementaux et les insuffisances écologiques. L'économie verte se fonde sur les principes de faibles émissions de carbone, d'efficacité des ressources, et d'inclusion sociale. » Le modèle de l'économie bleue a été intégré à celui de l'économie verte lors du sommet de la terre dit « congrès de Rio + 20 », étant donné qu'ils partagent les même principes.

En effet, le développement de l'économie, bleue mobilisant la coopération internationale, repose sur une démarche scientifique dont la recherche-évaluation constitue la pierre angulaire. Ceci est indispensable pour assurer une gestion responsable et adaptative basée sur un processus astucieux de prise de décision, tenant en compte de la nature à la fois changeante des conditions et évolutive des technologies. Notre approche vise donc, à créer un environnement informatique permettant aux personnels relevant des secteurs de la pêche et de l'aquaculture de partager au mieux leurs connaissances

et par suite d'agir et interagir non seulement en tant qu'utilisateurs de ressources, mais également en tant que gestionnaires rationnels de ces ressources. Le partage des connaissances repose sur l'interaction des acteurs du domaine, impliquant l'échange de connaissances, des expériences et des compétences au sein de l'organisation [Lin07]. Il est offre la possibilité de générer les solutions idoines aux questions, préoccupations et défis posés à la gestion du secteur et permet de maximiser l'efficacité du processus de prise de décision.

1.2 Zone de l'étude

Notre travail n'a pas la prétention d'aborder le problème global, évoqué ci-dessus, mais de se consacrer à la zone d'étude Ouest Africaine. Il s'inscrit également dans l'esprit de la stratégie africaine intégrée de développement des mers et des océans à l'horizon 2050 (Stratégie AIM-2050) dont le principe repose sur « **le partage de l'information, la communication, la collaboration, la coopération, le renforcement des capacités et la coordination** » [UA12].

Caractérisation écologique et économique de la zone de l'étude

Située entre les latitudes 23 N - 5 S et les longitudes 18 W-23 E (figure 1), la région ouest-africaine compte 16 pays côtiers couvrant un littoral de 7000 km [CCD91]. Les eaux maritimes de cette région constituent un milieu favorable à la productivité halieutique, grâce notamment, à l'existence, en face des côtes mauritano-sénégalaises, de l'*Upwelling*[3] et du *dôme de Guinée*[4]. Sous l'action de ces deux phénomènes, les eaux profondes soumises à la lumière du soleil entraînent le développement de la production primaire (phytoplancton), qui est à l'origine de toute activité de vie.

3. Phénomène océanographique qui se produit lorsque de forts vents marins (généralement des vents saisonniers) poussent l'eau de surface des océans laissant ainsi un vide où peuvent remonter les eaux profondes et avec elles une quantité importante de nutriments.

4. crête thermique, occasionnés par la « chasse » des eaux superficielles pauvres en sels nutritifs et la remontée des eaux profondes riches en sels nutritifs, sous l'action du vent

Zone de la Commission Sous-Régionale des Pêches (CSRP)

Dans cette vaste zone, on distingue la Commission Sous-Régionale des Pêches (CSRP) qui est un organisme intergouvernemental créé le 29 mars 1985 par voie de Convention. Elle regroupe sept États membres : le Cap Vert, la Gambie, la Guinée, la Guinée Bissau, la Mauritanie, le Sénégal et la Sierra Leone. Elle couvre plus de 3500 Km de côte. Parmi les caractéristiques remarquables de cette zone, citons les zones humides côtières, et le puissant *Upwelling*, précédemment évoqué, qui en font l'une des zones de pêche parmi les plus variées et économiquement la plus importante au niveau mondial. Le fait que beaucoup d'espèces passent différentes phases de leur vie dans les eaux de ces sept pays, souligne la nécessité de comprendre et de gérer l'écorégion comme un ensemble indissociable [KW05]. Les pays de cette région exploitent ensemble un certain nombre de ressources halieutiques se produisant dans les eaux nationales ou internationales de l'Afrique de l'Ouest. Le suivi et la gestion de la pêche dans cette région sont principalement basés sur les avis scientifiques élaborés par les chercheurs des centres et instituts de recherche nationaux ou par des experts reconnus. Ces conseils sont élaborés sur la base des observations, données, informations et documents disponibles. L'accès, dans la forme et en temps utile, à ces diverses sources d'information constitue un facteur important de la qualité de ces conseils et est lié à l'efficacité des systèmes d'information en place.
La pêche, dans cet écosystème, génère quelque 500 millions d'euros chaque année, ce qui en fait aujourd'hui une source importante de devises dans la région et une source essentielle de revenus pour le développement économique et social. Environ 10 millions de personnes vivent le long de cette côte et plus de 600.000 hommes et femmes dépendent directement de la pêche et des industries connexes. Le tourisme côtier est également en train de devenir une importante activité économique [KW05].
Une étude récente [NM04] montre que l'implication des pêcheurs, au processus de prise de décision, reste, en Afrique de l'Ouest, très informelle et que si, elle est officialisée, elle ne dépasse pas généralement la phase de consultation au moment de l'écriture des lois et des réglementations sur la pêche. Cette étude a identifié un certain nombre de tendances qui conduisent à une augmentation de la collaboration entre pêcheurs et gouvernements pour une meilleure gestion des pêches et de l'environnement. Chez les pêcheurs, bien que cela ne soit qu'embryonnaire, une prise de conscience accrue de ces communautés du besoin de protection des stocks et de préservation de l'environnement a lieu et des comités et règles se mettent en place. Côté gouvernemental, l'intérêt croît autour de la pêche artisanale. De plus, des mécanismes de décentralisation

se mettent en place : ils encouragent le partage des responsabilités avec les institutions locales pour la gestion des ressources naturelles et les mécanismes associés tels que les conseils locaux et les comités de gestion communautaires pour la gestion des pêches. Parmi **les facteurs limitants**, en dehors de la divergence des intérêts des différents groupes de pêcheurs et les relations relativement tendues entre ces derniers et les gouvernements, l'étude relève **le manque et la qualité précaire de communication entre les acteurs, en particuliers les pêcheurs et les gouvernements**.

Cas d'étude - La Mauritanie : intérêt écologique et économique

La Zone Economique Exclusive Mauritanienne (ZEEM), réputée par l'abondance, la diversité et l'importance commerciale de ses ressources halieutiques, dénombre à elle seule, près de 600 espèces de poissons inventoriées, dont plus de 200 peuvent faire l'objet d'une exploitation commerciale [MPE15].
Autour des enjeux de conservation et de pêche, l'Etat mauritanien a progressivement renforcé ses capacités. La récente exploitation pétrolière *offshore*, au-delà de ses enjeux spécifiques, a souligné l'importance d'améliorer la gouvernance maritime d'ensemble, qui inclut les relations entre conservation, pêche, transport et activités pétrolières et gazières (Cf. Figure 1.2). Cette activité pose en des termes nouveaux la question de l'appropriation et de la gestion de l'espace et de ses ressources par un état indépendant, dont le territoire suscite l'intérêt de nombreux acteurs internationaux [MvVVDC11].
La partie nord de la ZEEM dénommée *Baie du Lévrier* est caractérisée par la présence de deux sites remarquables du point de vue écologique, qui sont la *réserve satellite* du cap Blanc et la *baie de l'Etoile* [Lem12]. Ceux-ci confèrent à la ZEEM Mauritanienne un rôle essentiel dans la préservation de la biodiversité et le renouvellement des stocks halieutiques. La baie de l'Etoile est à l'origine du développement de la ville de Nouadhibou, capitale économique et deuxième grande ville de la Mauritanie. Celle-ci abrite quatre ports autour desquels sont concentrées les activités des principales ressources économiques du pays : la pêche, le minerai de fer et plus de 60 entreprises industrielles qui travaillent principalement dans le secteur des pêches.
Tout juste en dessous de cette Baie (Cf. Figure 1.3), s'étale l'une des plus grandes Aires Marines Protégées d'Afrique, créée en 1976 par le Gouvernement mauritanien sur une vaste superficie de 12000 km^2, le Parc National du Banc d'Arguin (PNBA). Cette Aire Marine Protégée joue le rôle de nourricerie avec ses hauts fonds, où les espèces marines trouvent les conditions privilégiées de reproduction et de développement dans une zone quasi-vierge de toute pollution [MAB10].

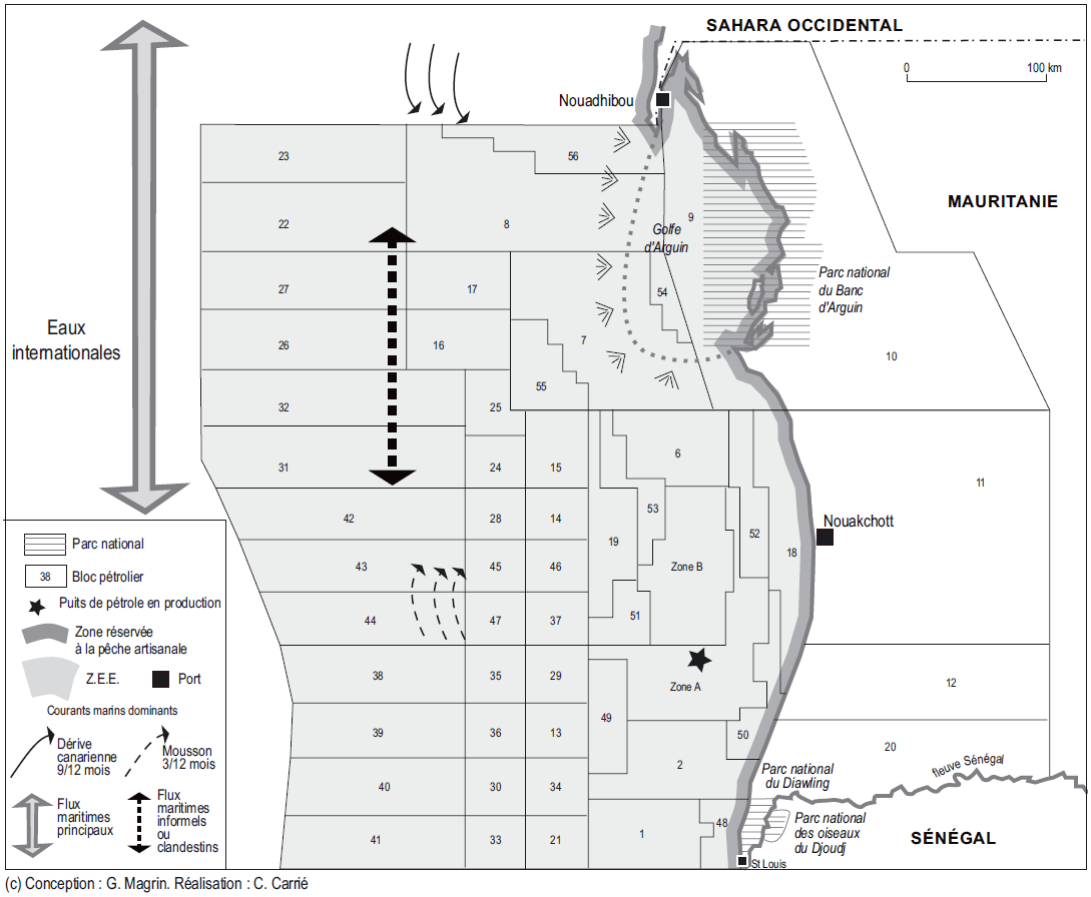


FIGURE 1.2 – Enjeux écologiques des usages de l'espace maritime mauritanien [MvVVDC11]

La ZEE mauritanienne abrite également des bancs de coraux profonds qui s'étendent sur 450 km de distance, une largeur et une hauteur de 100 m, formant ainsi la plus longue barrière de coraux au monde (Cf. Figure 1.4). Cette barrière est composée de coraux vivants, mais aussi de nombreux coraux morts et constitue un écosystème unique qui doit impérativement être préservé et protégé de toute activité de pêche (chalut et filets) [IMR14].

1.3 Institut Mauritanien de Recherche Océanographiques et des Pêches (IMROP)

Étant directement impliqué en tant que coordinateur de programmes de recherche auprès de l'IMROP, il me parait essentiel de décrire son organisation,

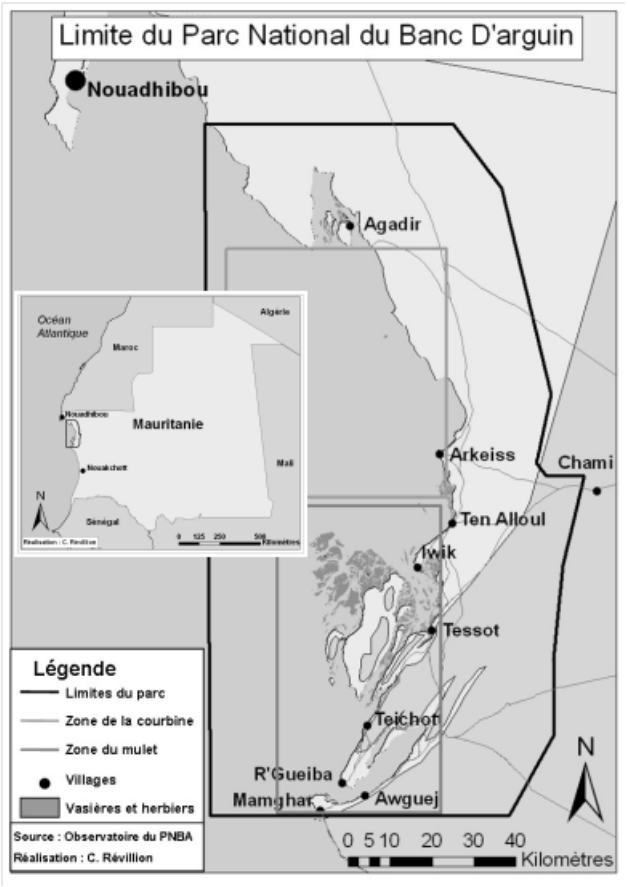


FIGURE 1.3 – Carte et positionnement du PNBA sur le littoral Mauritanien

son rôle et les objectifs poursuivis par les projets mis en place. Le Centre National de recherches Océanographiques et des pêches est un établissement public à caractère administratif (EPA) créé aux termes du décret n° 164-78 du 23 novembre 1978. Il prend la dénomination d'Institut Mauritanien des recherches Océanographiques et des pêches (IMROP) selon l'article premier du décret 2002-036 du 3 avril 2002.

L'objet principal des travaux de l'IMROP consiste à analyser les contraintes et les déterminants biologiques, physiques, socio-économiques et techniques du secteur de la pêche afin d'évaluer les différentes stratégies d'aménagement et de développement envisageables permettant l'exploitation durable des ressources maritimes. A cet effet, selon l'article 2 du décret de 2002 [Jou02], l'IMROP doit « mettre en œuvre les moyens techniques et scientifiques en vue de l'acquisition, de la diffusion et le cas échéant, de la vulgarisation des connaissances approfondies sur :

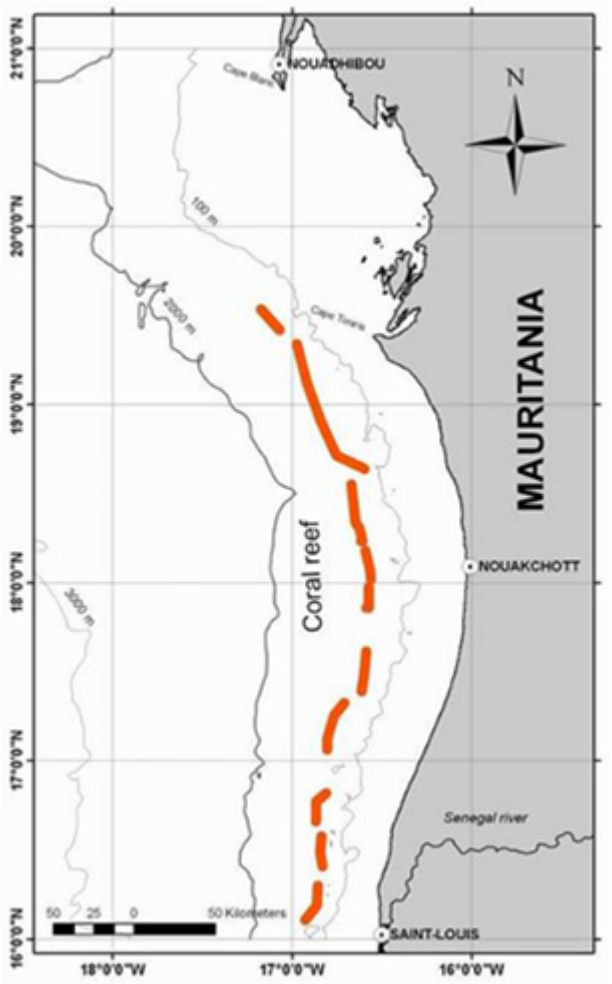


FIGURE 1.4 – Carte et distribution des récifs coralliens dans les eaux mauritaniennes

- la nature, l'écologie, l'évolution et la dynamique des stocks exploités ;
- l'importance de l'effort de pêche des diverses flottilles ;
- les facteurs et mécanismes socio-économiques régissant les diverses filières et leur impact sur l'économie nationale ;
- le concept et les pratiques de *pêche responsable*. »

Sur le plan organisationnel, l'IMROP jouit de l'autonomie financière et est administré par un organe délibérant, qui est le conseil d'administration, assisté d'un conseil scientifique (article 4 du décret 2002-036). Tout au long de ce demi-siècle d'existence, l'appui constant et la prise de conscience de l'état mauritanien ont permis de développer une expertise scientifique natio-

nale pour une gestion durable de nos ressources et environnements aquatiques. L'institut, à travers une politique rationnelle de recrutement et de formation de cadres, a su imprimer ses marques dans l'échiquier des organismes de recherches océanographiques, acquérant ainsi le respect de ses pairs et une expérience qui se consolide de jour en jour. Cette notoriété se manifeste de plus en plus à travers le recours à l'expertise de l'IMROP dans la sous-région (missions d'évaluation des stocks des Zones économiques Exclusives de la Guinée et de la Guinée Bissau) et les fréquents accords de coopération scientifique signés avec des organismes de recherche ou universitaires et les nombreux programmes scientifiques multipartites, auxquels, il participe ou qu'il coordonne.

Les activités de recherches à l'IMROP sont organisées en programmes fédérateurs (Cf. Figure 1.5) : (i) Ecosystèmes aquatiques et usagers, (ii) Ressources Halieutiques et Environnement et (iii) Système d'Exploitation et Aménagement des Pêcheries, domaine où l'IMROP a développé une importante expertise et qui couvre des thématiques aussi variées que l'évaluation des stocks, la biologie et l'écologie des espèces, l'aménagement des pêcheries ou encore la socio-économie et les technologies des pêches. Ces programmes de recherche s'orientent vers des approches plus intégrées, qui prennent également en compte les préoccupations d'ordre environnemental sans cesse grandissantes. Dans le cadre de sa politique de coopération, l'IMROP mène plusieurs activités de recherche en partenariat avec des institutions nationales ou étrangères.

En conclusion, on peut considérer que l'IMROP est une institution d'avis et de conseils pour les politiques de développement du secteur des pêches. En effet, la planification de la recherche à l'IMROP est basée sur les objectifs et besoins identifiés à partir d'orientations et politiques des pouvoir publics, elle est ensuite déclinée en plans quinquennaux, accompagnant les stratégies des pêches (Cf. Figure 1.6). L'IMROP joue pleinement son rôle à travers l'élaboration et l'accompagnement des plans d'aménagement et des mesures techniques (arrêts de pêche, zonage, maillage, taille de première capture, etc.). Les résultats obtenus sont à la base des politiques de gestion adoptées par les gouvernements ; ils ont permis à la Mauritanie d'éviter l'effondrement des stocks qui a touché certains pays de la sous-région. Ces résultats ont également permis d'appuyer la position du Département dans les négociations des accords des pêches avec les différents partenaires (UE, Russie, Sénégal, etc.).

En matière de système d'information, l'IMROP conduit tout un ensemble de systèmes informatisés de suivi, couvrant les thématiques d'intérêt

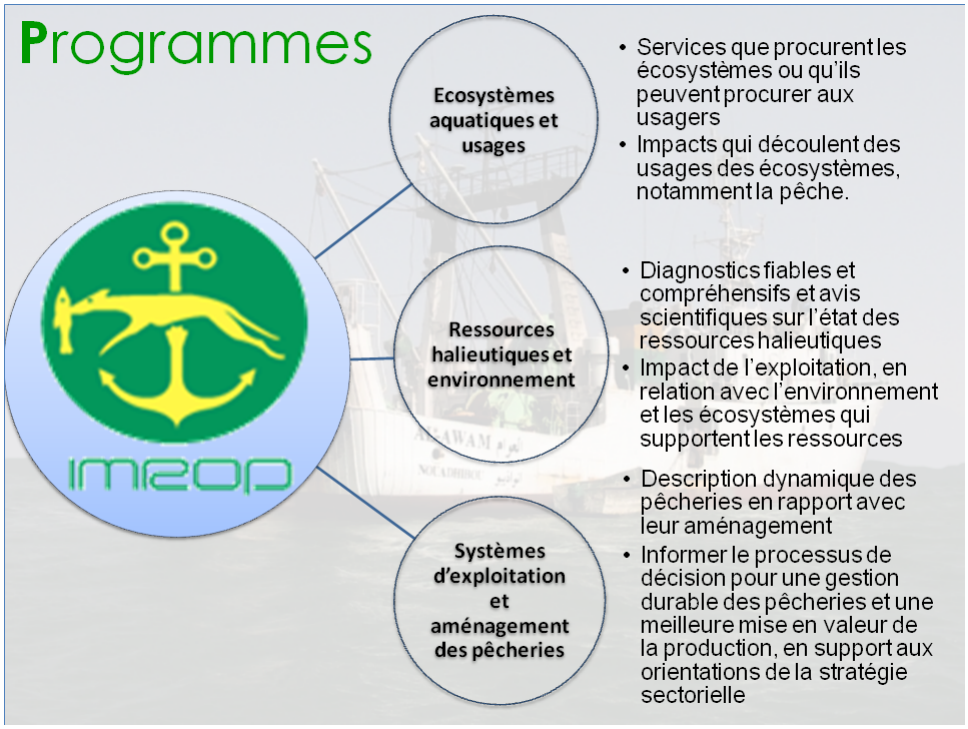


FIGURE 1.5 – Programmes de recherche à l'IMROP et leurs objectifs

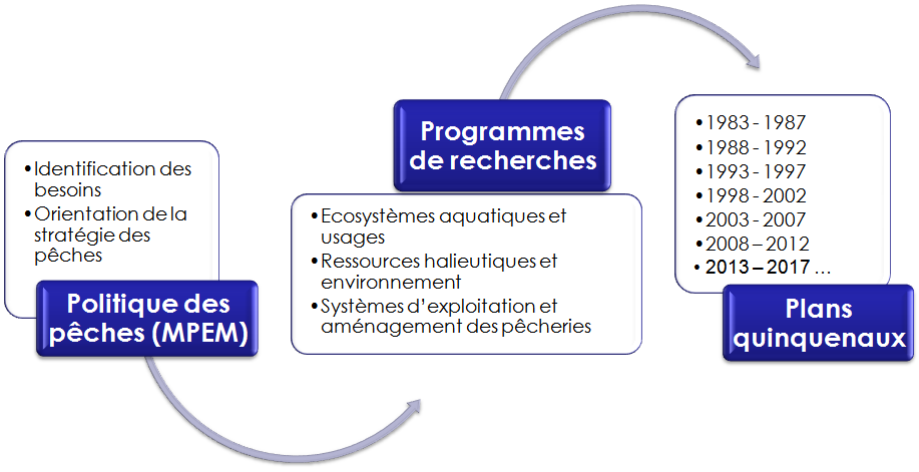


FIGURE 1.6 – Processus de planification de la recherche à l'IMROP sur la base des objectifs publics

pour assurer sa mission. Ces systèmes portent sur l'environnement, la ressource, l'exploitation et les aspects socio-économiques en lien avec les activités de pêche.

1.4 Objectif

L'objectif global que nous poursuivons est de relever le défi de la mise en place (au sein de l'IMROP) d'un système d'information « global virtuel » et « collaboratif » connectant l'ensemble des sources d'information disponibles et l'ensemble des acteurs concernés. Sachant qu'il n'est pas possible et sûrement même pas souhaitable [GR01] d'intégrer l'ensemble des tâches dans un outil d'aide à la décision, ce système doit servir d'appui à celle-ci et de base de **médiation et de communication** auprès des parties prenantes et/ou du grand public dans le cadre de politiques publiques établies de façon *participative* et afin d'améliorer la *transparence et la lisibilité* d'un système de gestion et de décisions collectives. Dans cette optique, nous sommes guidés par les considérations suivantes :

Premièrement, le contexte de ce travail est caractérisé par la présence de multiples sources de données qui sont gérées au sein de plusieurs institutions et organisations relevant de différents secteurs (pêche, environnement, finance, commerce, etc.). Ces institutions productrices de données et connaissances poursuivent des objectifs différents et sont éparpillées dans l'espace. Les données, quant à elles, restent **toutes nécessaires et complémentaires** pour répondre à une question scientifique et aider, par ricochet, les acteurs à satisfaire leur objectif d'aménagement durable des ressources halieutiques et de préservation de l'environnement marin.

Deuxièmement, nous supposons que pour assurer la gestion durable des ressources halieutiques, la **collaboration** recherchée passe obligatoirement par des connaissances solides, actualisées et **accessibles à la totalité** des acteurs du domaine. Il en découle le rôle primordial d'un système d'information adéquat. Par conséquent, nous supposons que la mise en place d'un système d'information **collaboratif**, constitue un support pertinent pour la gestion durable des ressources halieutiques, à travers notamment la **collaboration** entre l'ensemble les acteurs concernés de la sous-région. Cette collaboration se doit d'être réactive (afin de saisir les opportunités qui se présentent) et flexible (pour s'adapter aux changements) [BD12]

Troisièmement, la spatialisation de l'information et son rendu cartographique étant reconnus en tant que moyen de communication privilégié entre acteurs, le système « virtuel » recherché doit s'inscrire dans la mouvance des applications géomatiques. Il doit fournir à ses utilisateurs les fonctions de recherche, d'extraction et de traitement pour permettre par des représentations adaptées une meilleure interprétation des données collectées (notamment les

données spatio-temporelles) ainsi qu'une meilleure interaction et collaboration entre acteurs autour de l'information et des connaissances produites.

Chapitre 2

Etat des lieux sur les systèmes d'information et les sources de données de la zone d'étude

Sommaire

2.1 Introduction 20
2.2 Les systèmes d'observation et de suivi et existants . 20
Introduction 20
Les objectifs des systèmes de suivi 23
Environnement 23
La ressource 25
Exploitation 26
2.3 Analyse des besoins - vision globale 30
Le cas dit « **Usine de décisions** » 31
Le cas nommé « **Buffet d'information** » 31
Le cas nommé « **Hypothèse explorée** » 32
Le cas nommé « **Nouveau monde** » 32
2.4 Analyse des besoins de gestion de la pêche et de son environnement en Mauritanie 32
Flux de données échangées au sein des structures sous tutelle du Ministère des Pêches et de l'Economie Maritime en Mauritanie 34
Tableau de Bord 41
Les objectifs du Tableau de Bord pour la Pêche (TBP) [Cat10] 42
2.5 La gestion de l'information dans la zone de l'étude - un aperçu historique 45
Le projet **S**ystème d'**I**nformation et d'**A**nalyse des **P**êches (**SIAP**, 2000 à 2002) 46
Le projet *Improve Scientific and Technical Advices* (ISTAM, 2006 à 2008) 47
Le projet Aménagement de la Pêche Artisanale en Mauritanie (APAM) 48

2.6 Synthèse des apports des différentes contributions réalisées durant les 30 dernières années, dans la zones de l'étude 49

2.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons tout d'abord en section 2.2 donner une brève introduction de l'écosystème exploité en mettant en avant le lien entre ses différentes composantes et en explorant les différentes approches proposées en termes de systèmes de suivi venant répondre au besoin du suivi-évaluation de celles-ci. S'agissant pour nous d'innover en matière de gestion relativement à l'exploitation, nous effectuons en section 2.3 une analyse générale des besoins du processus de prise de décision en matière d'information et de données, et en section 2.4 une analyse approfondie des besoins exprimés par les différents plans d'aménagement des pêches en Mauritanie et par les différentes parties prenantes. Ensuite, La section 2.5 relatera l'historique des systèmes de gestion de données ayant accompagné ces systèmes de suivi dans la sous-région durant les trois dernière décennies et la section 2.6, nous permettra de faire la synthèse et tirer les conclusions du chapitre, en mettant en avant les contraintes majeures et les défis posés pour la mise en place du système visé.

2.2 Les systèmes d'observation et de suivi et existants

Introduction

La figure 2.1 montre les différentes composantes de l'écosociosystème et met en exergue les liens et la réciprocité des interactions entre elles. Elle fait ressortir le fait que la gestion responsable des pêches exige, non seulement de tenir compte de cette relation entre les différentes composantes du système mais implique également la nécessité de considérer la multiplicité des acteurs impliqués ou intéressés (conflits d'intérêts) par cette zone convoitée (concurrence d'usages). Elle met la lumière sur la multiplicité et la nature distribuée et hétérogène des sources d'information issues des systèmes d'information partenaires, ce qui fait que chaque acteur détient une part de la réalité, et que pour constituer l'image complète et avoir une vision intégrée de celle-ci, il faut, résolument mettre ensemble toutes les contributions de tous les acteurs.

Nous sommes donc, face à un écosociosystème (Cf. Figure 2.1) où, la ressource (espèces aquatiques) constitue l'objet principal de gestion [MPE15] du fait qu'elle est la cible des systèmes d'exploitations anthropiques déployés. Mais, il se trouve que celle-ci évolue dans un environnement social et un milieu aquatique avec lesquels elle interagit étroitement. De ce fait, toute action sur elle, que ce soit d'exploitation ou de gestion, aura un impact sur l'environnement social et le milieu marin.

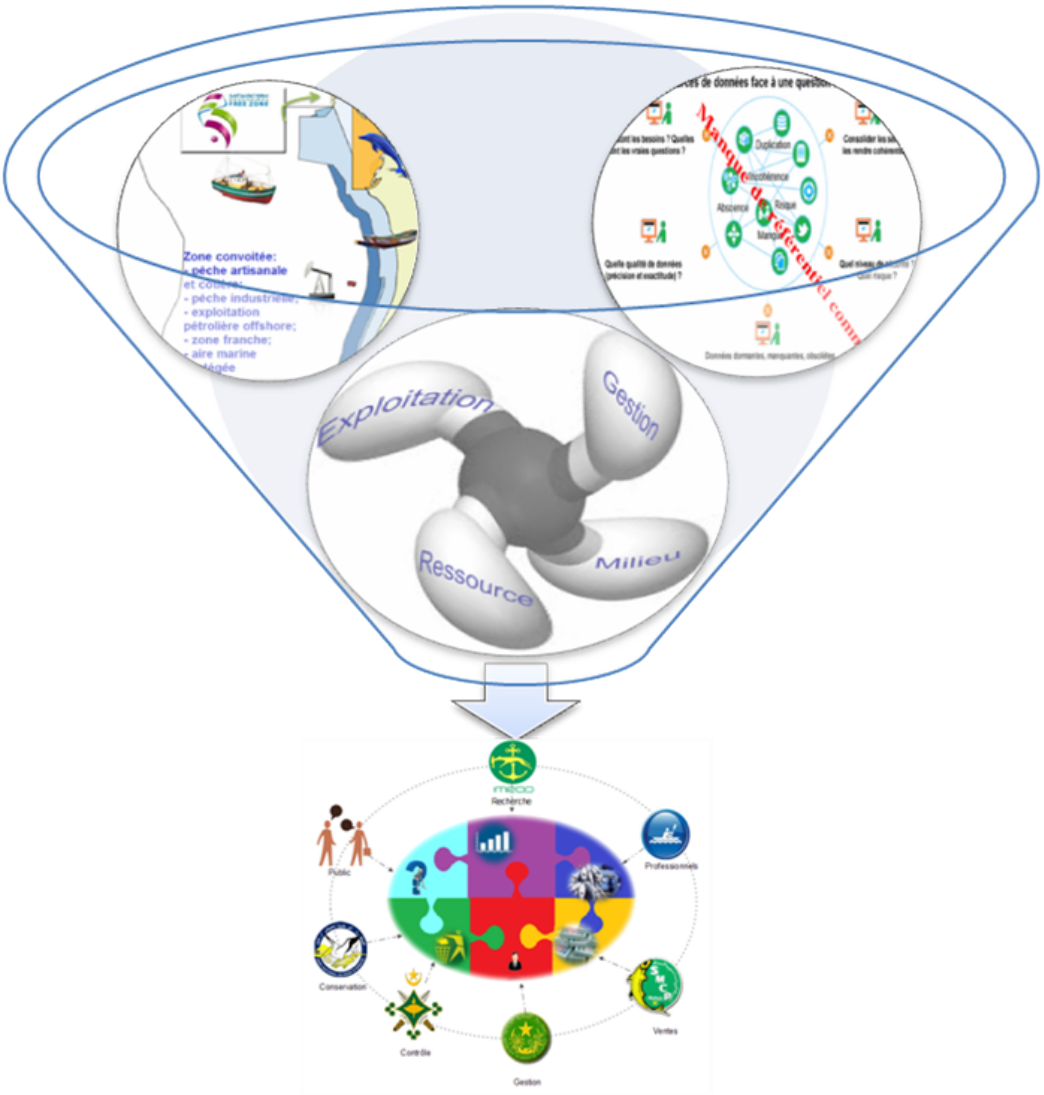


FIGURE 2.1 – Vue schématisée de l'écosociosystème marin et l'interaction de ses différentes composantes y compris celle de la gestion.

Nous ne nous apprêtons pas ici à analyser les différentes relations entre les

composantes de l'écosystème marin du point de vue halieutique mais, pour analyser les systèmes de suivi et d'observation existants, nous devons identifier tout d'abord, les composantes de l'écosciosystème sur lesquelles portent ces systèmes de suivi et d'observation et ensuite examiner ces derniers à la lumières de notre objectif, tel que défini dans la section 1.4.

Cette analyse, nous permet de dégager les trois composantes principales suivantes : **environnement**, **ressource** et **exploitation**, et nous allons dans la suite analyser les systèmes de suivi les concernant.

Au sein de l'IMROP, plusieurs **systèmes d'observation et de suivi** portant sur les différentes parties de l'écosociosystème citées plus haut (environnement, ressource, exploitation) sont mis en l'œuvre. Une vue d'ensemble de ces différents systèmes et les liens institutionnels les régissant sont schématisés dans la figure 2.2. Notons que la multitude et la complexité des liens institutionnels rend difficile les communications entre ces systèmes hétérogènes et éparpillés [Mau97].

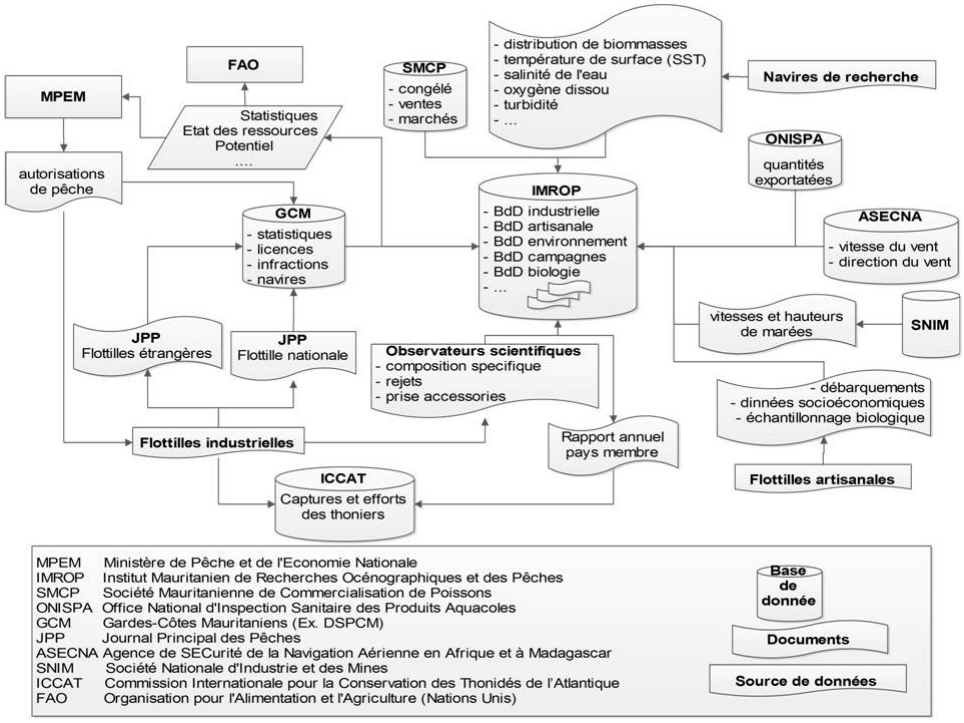


FIGURE 2.2 – Vue globale sur les divers systèmes d'observation des pêches en Mauritanie, modifié d'après [Mau97]

Les objectifs des systèmes de suivi

Pour une meilleure mise en contexte, il serait utile, avant de présenter les objectifs spécifiques assignés aux différents systèmes de suivis existants, de rappeler les objectifs globaux poursuivis par la stratégie du département des pêches, et auxquels concourent ces systèmes de suivi. En effet, les objectifs globaux de la stratégie des pêches sont :

- d'assurer la durabilité de la pêche ;
- de préserver les ressources ;
- de protéger l'environnement ;
- d'augmenter la rente économique tirée du secteur des pêches.

Pour l'atteinte de ces objectifs globaux, les différents systèmes de suivis existants poursuivent les objectifs spécifiques suivants :

- contribuer à la mise en œuvre d'une stratégie d'aménagement cohérente du secteur des pêches ;
- constituer un instrument de suivi de la politique sectorielle ;
- fournir une perception des directions des tendances du secteur ;
- effectuer le suivi-évaluation des projets de développement ou des mesures restrictives ;
- aider à la prise en compte des besoins de tous les acteurs impliqués ;
- face aux problèmes rencontrés, permettre d'être capable d'identifier les causes possibles ;
- permettre d'évaluer et de maîtriser les capacités de pêche ;
- aider à la prise de décision ;
- permettre de situer la pêcherie [1], objet de suivi, par rapport aux objectifs de sécurité alimentaire et de lutte contre la pauvreté.

Notre analyse portera ensuite sur la contribution des systèmes de suivi relativement aux différentes parties de l'écosociosystème (environnement, ressource, exploitation).

Environnement

Les données portant sur l'observation de l'environnement sont recueillies dans la base de données **environnement**, qui sur la figure 2.2 apparaît sous le nom « BdD environnement », au sein de l'IMROP. Ces données correspondent aux valeurs observées des divers paramètres physiques afférents

1. Une pêcherie peut être constituée d'une ou plusieurs unités de pêche ciblant une espèce cible ou un stock, dans une zone géographique et utilisant un engin de pêche

aux phénomènes océanographiques (courants marins et remontées d'eau, température, salinité, vents etc.). Elles proviennent de plusieurs sources.
En ce qui concerne **la vitesse et la direction du vent**, deux sources différentes et complémentaires sont sollicitées :

- L'Agence de SECurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA) qui, depuis 1980, fournit la vitesse et la direction du vent observées (toutes les 3 heures) à Nouadhibou, à Nouakchott (aéroport) et tout récemment au PNBA (Parc National du Banc d'Arguin).

- et, *National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA)* dont les données satellitaires sont disponibles pour toute la Zone Économique Exclusive Mauritanienne (ZEEM) depuis 2003.

Pour **les autres paramètres** : la température de surface (SST), la salinité de l'eau, la turbidité, la teneur en chlorophylle, l'oxygène dissous, phosphate et nitrates, etc., plusieurs sources sont sollicitées :

- les campagnes de recherches nationales réalisées par les navires de recherche de l'IMROP (AL-AWAM et AMRIGUE) de manière routinière (une par trimestre) ;

- les campagnes de recherches internationales réalisées par des organismes internationaux et couvrant la zone d'étude (bateaux pélagique russes, programme NANSEN de l'Institut de Bergen en Norvège (actuellement géré par la FAO) qui à opère dans la sous région depuis 1992, etc.) ;

- prélèvement *in situ* à la station d'observation journalière de CANSADO (siège de l'IMROP) des données de température et de salinité portant sur la Baie du Lévrier ;

- les données satellitales hebdomadaire et mensuelle de température de surface de la mer extraites à partir de *National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA)* et portant sur toute la ZEEM depuis 1982.

Les traitements Plusieurs traitements peuvent renseigner le suivi spatio-temporel des paramètres physiques cités ci-dessus. Par exemple, l'un des traitements essentiels est le calcul de l'indice d'*upwelling* effectué à partir de la

direction et de la vitesse du vent et de son suivi. Cet indice est, en effet, un des déterminants importants [RCFB89] de l'abondance des ressources halieutiques mauritaniennes.

La ressource

Le système de suivi mis en œuvre comporte la base de données « *Trawel-Base ou campagnes* » et renseigne sur l'état des stocks halieutiques sur la base de l'observation directe par prospection des eaux maritimes pour détecter les bancs de poissons et le chalutage pour les échantillonner directement et déterminer la composition spécifique et les structures de tailles des populations détectées. Les échantillons prélevés servent aussi pour les études biologiques conduites dans les laboratoires à terre, pour déterminer l'âge et le stade de maturité sexuelle de ces poissons.

Les données sont obtenues à partir d'un échantillonnage aléatoire stratifié réalisé par deux types de campagnes scientifiques, qui sont conduites deux fois par ans, en saison chaude et froide :

- Campagnes démersales (espèces de fond). L'objectif de ces campagnes est l'évaluation directe des stocks de poissons de fond. Pour la collecte de données, le plateau continental est subdivisé en carrés de 3 minutes sur 3 minutes (latitude, longitude). Les carrés à échantillonner sont identifiés par tirage aléatoire. Dans chaque carré retenu, 6 à 10 opérations de chalutage, qui dure 30 minutes, sont effectuées. Les espèces sont triées, pesées et dénombrées. Les mensurations des tailles sont effectuées et les principaux paramètres biologiques sont prélevés.

- Campagnes pélagiques (espèces de surface). L'objectif de ces campagnes est l'estimation de la biomasse des populations de poissons pélagiques, par la méthode d'échointégration (détection des bancs de poissons par acoustique). Les données de détection collectées sont accompagnées de données de pêche issues du chalutage utilisées pour identifier la composition spécifique des bancs détectés et la structure de taille des individus le composant.

- Campagnes de suivi mensuel du poulpe. L'objectif principal de ces campagnes est le suivi de l'abondance et la collecte de paramètres biologiques du poulpe. La méthode de collecte consiste à inspecter, à chaque sortie, 19 stations localisées sur 5 radiales (lignes perpendiculaires à la côte, direction Est-Ouest) distantes de 5 miles. Ces stations sont choisies de manière à couvrir les profondeurs d'abondance du poulpe (entre

15 et 100 mètres). Les données collectées lors de ces campagnes portent sur la capture, la biologie et la mensuration des espèces.

Les traitements A partir de ces données sont calculés, entre autres, les biomasses et les potentiels permissibles de capture des espèces. Le poulpe étant une espèce à vie courte (un an) et de valeur commerciale importante, le suivi de cette ressource est réalisé sur un pas de temps court par rapport aux autres espèces.
Les indicateurs qui sont systématiquement calculés suite à chaque campagne réalisée sont :

- Les rendements moyens des espèces ventilés par an, par zone de distribution de l'espèce et par saison, après standardisation des *inputs* (les données d'entrée des modèles, c'est-à-dire des paramètres de chalutage (durée,vitesse et ouverture du chalut).
- Les densités ou biomasses des espèces calculées par la méthode de l'aire balayée et ventilées par an, par saison et par zone de distribution.
- Les tailles moyennes des espèces d'intérêt particulier.
- Le taux de juvéniles et de l'état de la maturité sexuelle des espèces.

Exploitation

Les systèmes de suivi mis en œuvre renseignent sur les modes d'exploitation des ressources en procédant à la collecte de données commerciales (capture et effort de pêche nominal ou effectif) issues des débarquements. Ils s'attachent à décrire dynamiquement les pêcheries (industrielle, artisanale, côtière et même sportive) pour éclairer le processus de prise de décision.

On distingue trois systèmes de suivi : celui des journaux de bord, celui lié au protocole d'observation scientifique et celui dédié à la pêche artisanale et côtière. En ce qui concerne ce dernier, bien qu'étant un domaine informel, très fluctuant dont les activités sont difficilement cernables, il est cependant un sous secteur clé dans les plans d'aménagement du secteur de la pêche. L'IMROP lui a toujours accordé une importance particulière, en assurant un suivi dont l'objectif est, non seulement, d'éclairer la vision des décideurs avant toute prise de décision relative à son aménagement, mais aussi de permettre l'élaboration de plans de recherche visant à la préservation et à la bonne gestion de la ressource halieutique en général. Sur le plan fonctionnel, le Système de Suivi de la Pêche Artisanale et Côtière (SSPAC) est le seul qui est organisé de manière collaborative entre différents acteurs dont les tâches et les actions sont clairement définies (Cf. Figure 2.3). Ce système mis en place au début des années 1980, avec l'appui technique et financier de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), a fait l'objet de refonte entre 2003 et 2005

pour s'adapter à la nature dynamique et informelle du de la pêche artisanale en Mauritanie ([MI05], [DM03]).

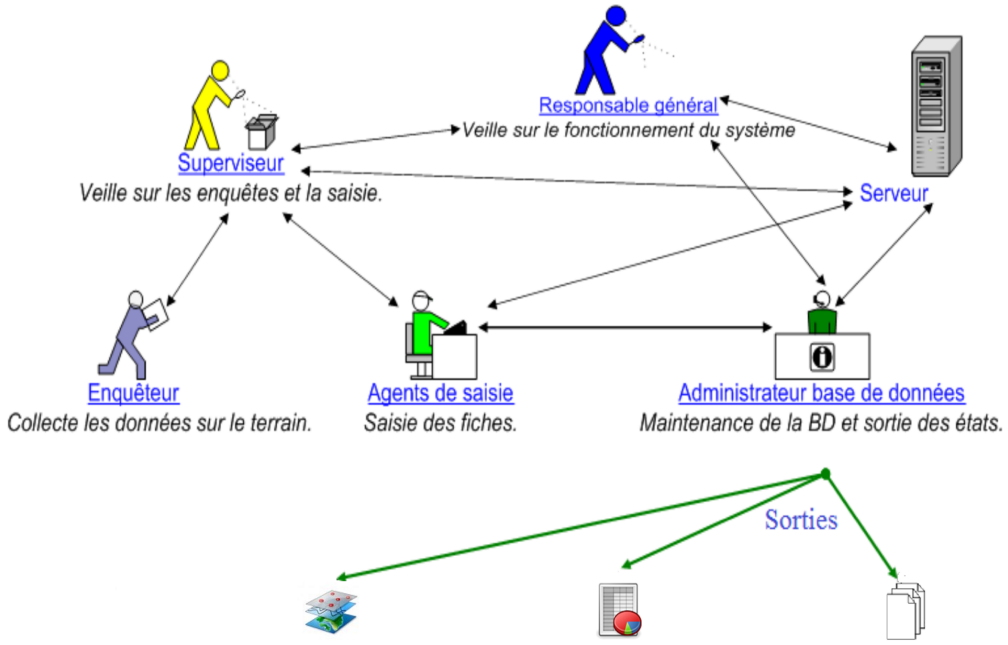


FIGURE 2.3 – Schéma organisationnel actuel du système de suivi de la Pêche Artisanale et Côtière

Les données sont issues des enquêtes systématiques réalisées dans les points de débarquements (ports, sites de débarquement sur le littoral, usines de traitement et de stockage, point de transbordement, etc.).

- Pour le **système des journaux de pêche**. Les capitaines des navires de pêche industrielle, autorisés à opérer dans les eaux sous juridiction mauritanienne, sont tenus de maintenir à jour un journal de bord de pêche. Ce journal est transmis, à l'issue de chaque marée, à l'autorité mauritanienne compétente : Garde Côtes Mauritaniennes (GCM). Les renseignements à fournir portent, notamment, sur les quantités de poissons, les espèces pêchées, transbordées ou transportées, les dates et les zones de pêche et de prises ou de transbordement, les caractéristiques des navires, les engins de pêche et les méthodes de pêche utilisées ou tout autre renseignement utile. Le journal de pêche constitue un outil fondamental pour la mise en œuvre de la politique

d'aménagement des pêches dans notre pays.

- Pour le **système d'Observation scientifique**. La loi des pêches stipule que tout capitaine de navire de pêche industrielle autorisé à opérer dans les eaux sous juridiction mauritanienne devra, lorsqu'il en est requis par l'autorité compétente, permettre l'embarquement d'observateur scientifique mauritanien à bord de son navire pour la durée de son séjour à l'intérieur des dites eaux. Ces observateurs effectuent des missions à bord d'une grande variété de bateaux : chalutiers pélagiques (russes, ukrainien, hollandais etc.), céphalopodiers, crevettiers, merlutiers, et des chalutiers côtiers. Chaque type de bateau demande un protocole d'échantillonnage adapté [DCH+12]. Les observateurs ont pour mission de collecter des données complémentaires aux systèmes de suivi classiques des pêcheries comme la localisation des activités, les compositions spécifiques précises, les rejets, les structures de taille, la biologie ... indispensables aux besoins de la recherche, mais que les capitaines n'enregistrent pas dans les journaux de bord. Elles sont néanmoins nécessaires à la quantification des rejets et donc à la mesure des effets de la pêche sur les écosystèmes.

- Pour le **système de Suivi de la Pêche Artisanale et Côtière (SSPAC)**.
  La collecte des données est faite par principalement quatre grandes enquêtes à savoir [MI05] :
  — Enquête retour de mer (ERM) Les enquêtes retour de mer sont effectuées dans les points de débarquement des sites/bases de pêche. L'échantillonnage est fait de façon aléatoire au fur et à mesure que les pirogues reviennent de la mer. Une fiche session d'enquêtes dans laquelle sont contenues les retours de mer et qui marque l'heure de début et de fin de l'échantillonnage est remplie par le binôme d'enquêteurs prévu pour couvrir le point de débarquement.

  — Enquête Recensement Mensuel du Parc actif Catégorisé (ERMPC) L'enquête est faite systématiquement dans tous les sites/bases de pêche du littoral mauritanien de façon synchronisée du 15 au 21 de chaque mois. Le principe est de se rendre auprès des points focaux (personnes ressources en mesure de renseigner sur l'activité d'une fraction du parc piroguier) pour leur demander l'activité de la fraction du parc piroguier dont ils ont la responsabilité du suivi.

— Enquête Lot Auprès des Unités de Traitement (ELUAT) Il s'agit d'un travail d'échantillonnage et de collecte de données sur les tailles des principales espèces traitées dans les unités de traitement de la pêche artisanale. Le principe consiste à se rendre dans une unité de traitement et à faire des mensurations (longueur totale) des taxons et espèces entrés dans l'usine. Cela se fait suivant un planning qui couvre toutes les sociétés. Le travail est réalisé par un binôme d'enquêteurs.

— Enquête Récupération des registres d'Achat auprès des Usines (ERRAU) Cette enquête vise à récupérer la production des sociétés de la pêche artisanale par espèce ou taxon et selon la catégorie commerciale. Des binômes d'enquêteurs se redent mensuellement dans toutes les sociétés pour récupérer à partir des registres de production les données et les reporter dans une fiche conçue à cet effet. Cette enquête permet également de comparer les déclarations des sociétés avec les résultats des traitements de données issus de l'échantillonnage au débarquement.

Les traitements Les traitements des trois systèmes servent essentiellement au calcul de l'effort de pêche (nombre de bateaux de pêche ayant exercé l'activité, nombre d'heures de pêche, nombre de jours de pêche) et de la capture ou la prise par unité d'effort (CPUE). Tous deux fournissent des indices relatifs à deux quantités importantes : mortalité par pêche et densité du stock exploité. Si l'on connaît la prise totale (ce qui est généralement le cas), on peut calculer immédiatement l'effort à partir de la (CPUE) et réciproquement.

Pour le système SSPAC, plus particulièrement, le traitement de données est fait suivant l'hypothèse que les observations d'enquête Retour de Mer (ERM) réalisées pour un mois donné sont relativement bien réparties dans la zone et dans le temps et peuvent être traitées en « *pool* » de manière à conduire à des estimations valables de taux d'activité moyen (par type de pêche) et de Capture Par Unité d'Effort (CPUE) moyenne (par type de pêche). Cela suppose qu'il n'y ait pas d'hétérogénéité très forte à l'intérieur d'une zone ou bien que le binôme d'enquêteurs réalise un échantillonnage très bien réparti (proportionnel) entre les différents sites et jours. La figure 2.4 schématise les différentes étapes et variables intervenant dans le calcul ainsi que les formules de calcul de l'effort de la capture totale.

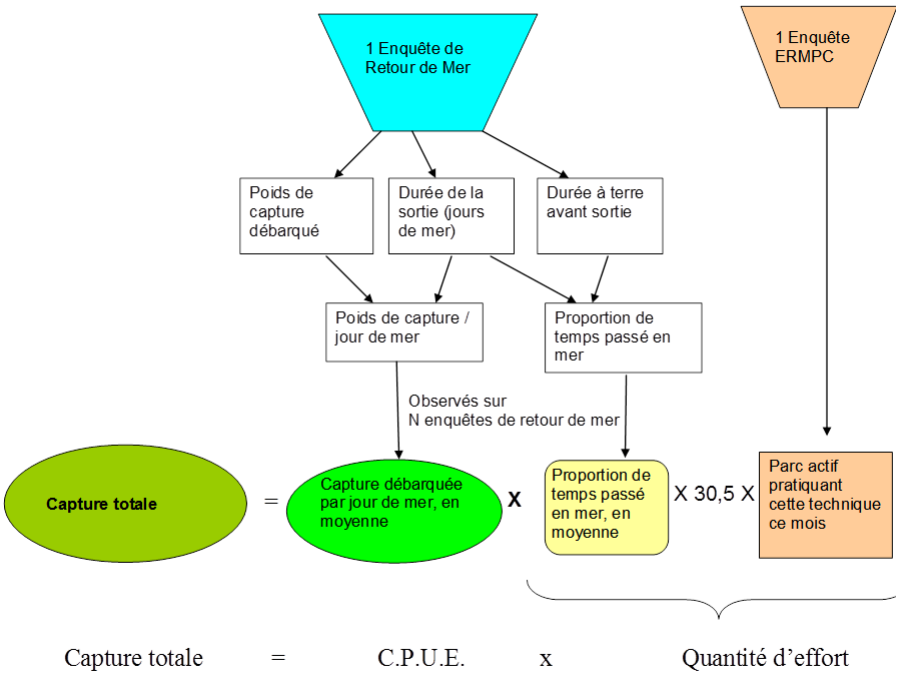


FIGURE 2.4 – Schéma de l'approche actuelle du calcul des indicateurs d'exploitations au sein du système de suivi de la Pêche Artisanale et Côtière [MI05]

2.3 Analyse des besoins - vision globale

D'après Proulx [PE09], cité par Bédard [BE10], l'objectif que nous poursuivons, de développer un système d'information global, virtuel, collaboratif, intégrant une vision géodécisionnelle, relève « beaucoup moins d'un défi technique que d'un défi analytique, c'est-à-dire qu'il faut :

- Répondre adéquatement aux besoins adressés,
- Mettre en valeur les données et systèmes existants,
- Être en mesure d'ajouter une plus-value aux données existantes,
- Présenter les analyses de manière efficace,
- Assurer la collaboration des divers acteurs,
- Assurer la validité des résultats,
- Assurer un usage approprié des données décisionnelles. »

Il nous parait donc judicieux de commencer par classifier les besoins afin de déterminer les spécifications nécessaires.

La figure 2.5 montre que les besoins peuvent être classés en quatre catégories selon deux échelles bidirectionnelles que sont le niveau exigé de structuration des processus décisionnels et celui du contrôle et de la qualité des accès et analyses des informations.

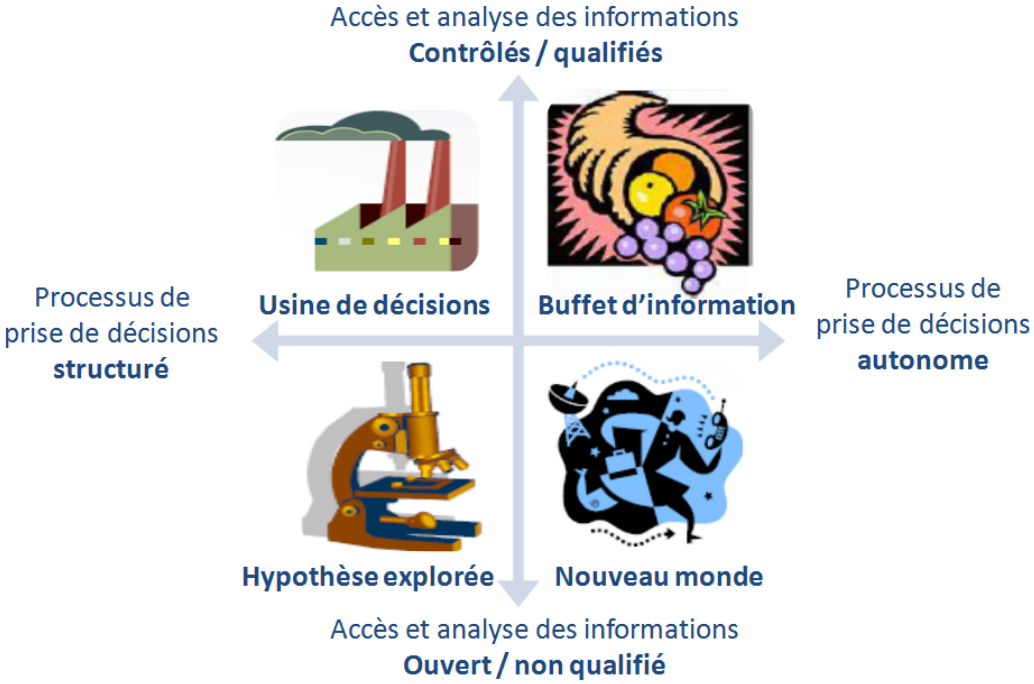


FIGURE 2.5 – Classification des besoins d'après ([PE09], cité par [BE10])

Le cas dit « Usine de décisions »

Dans ce cas, le processus de prise de décision s'appuie obligatoirement sur un **tableau de bord structuré**, et implique que l'accès et la qualité des informations soient contrôlés. Ce type de processus correspond à des situations où la prise de décision doit se faire rapidement et respecter des règles internes, avec l'implication d'un nombre important d'usagers décideurs. Cette disposition ne tolère pas les requêtes *adhoc* et toutes les demandes sont prédéfinies au préalable.

Le cas nommé « Buffet d'information »

Dans ce cas, le processus de prise de décision s'articule autour de la production de **rapports et traitements *On Line Analysis Process (OLAP)***.

Il repose sur un portail faisant intervenir d'importants volumes de données structurés en entrepôt multidimensionnel. Celui-ci est donc configuré sur différentes couches sémantiques et croise différentes informations. Dans ce cas de figure, le processus de décision est autonome mais l'accès et l'analyse aux informations reste contrôlé.

Le cas nommé « Hypothèse explorée »

Ce cas fait appel à un processus de décision bien défini à l'aide d'applications verticales et reproduit, en quelque sorte, le modèle de **l'« Usine de décision »**, mais avec un nombre d'usagers plus réduit (restreint aux scientifiques). Le canevas utilisé dans ce cas est un mélange de ceux définis dans les deux cas précédents, à savoir **Tableau de bord et OLAP**. Ce qui revient à dire que ce modèle conserve le caractère structuré à travers les tableaux de bord mais reste ouvert sur le plans des accès et du contrôle des informations d'où l'utilisation des systèmes OLAP.

Le cas nommé « Nouveau monde »

Ce cas représente le modèle du monde d'aujourd'hui. La tendance est orientée vers la liberté d'exploration des données, la liberté des analyses, l'accès aux données externes et l'utilisation de formats de données non forcément structurés pour répondre aux différents contextes décisionnels. Ce modèle marie l'autonomie du processus de décision et l'ouverture des analyses des données, en utilisant toutes les formes possibles de restitution de celles-ci (**OLAP**, **Rapports adhoc** et **Datamining**).

2.4 Analyse des besoins de gestion de la pêche et de son environnement en Mauritanie

Cette analyse a été faite suivant la vision du Ministère mauritanien des Pêches et de l'Économie Maritime (MPEM), pris ici comme cas typique de ceux de la sous-région (CSRP) tel que convenu dans la section 1.2.

Le système d'information des pêches figure depuis 2005 dans les axes stratégiques du Ministère des pêche comme un besoin et un outil pour le renforcement général et l'appui à l'aménagement durable du secteur des pêches. A ce titre, il doit, entre autres, maintenir et alimenter un modèle bio-économique afin de fournir les informations nécessaires à la prise de décision. D'ores et déjà,

promouvoir la conception, la mise en place et l'entretien d'un système d'information a été identifiée comme action prioritaire du plan d'aménagement du poulpe (principale pêcherie en Mauritanie). En effet, le PAP considère le développement d'un système d'information, dans l'optique de nourrir en données le modèle bio-économique, mais également pour couvrir des objectifs plus larges en fournissant de l'information socio-économique aux décideurs et autres intervenants, en temps voulu, et ce, notamment pour des besoins de gestion. C'est également un besoin exprimé dans les autres plans d'aménagement en projet et de manière générale pour une *gestion transparente* du secteur et la fourniture de données à l'Office National des Statistiques. [CC12].

Le plan d'aménagement des pêcheries crevettières mauritaniennes met en avant le caractère urgent de la nécessité de mise en place d'un système d'information dont l'absence occasionne des manques d'information qui handicapent la prise décision [CI10].

Si on se réfère à la plus récente des études [Yan10], réalisée pour la mise en place d'un système d'information sectoriel de pêche en Mauritanie, le besoin du dit Ministère se résume à : « Créer un système d'information centralisé, concentrant les données statistiques et indicateurs venant d'institutions partenaires, permettant aux acteurs de la filière et autorisés de sélectionner et consulter des données, et enfin de renvoyer des données choisies vers les institutions partenaires intéressées et inscrites ».

Si maintenant, nous revenons sur cette définition et la confrontons avec la classification des besoins décrite dans la section 2.3, on se rend compte que pour la Mauritanie (cas typique de de la zone d'Afrique de l'Ouest), la gestion des pêches s'inscrit, dans un premier temps[2], dans la logique du cas « Usine de décisions » présenté en sous-section 2.3 où, le processus de prise de décision s'appuie sur un « **tableau de bord structuré** » et qui doit servir à la programmation, à la mise en œuvre et au suivi des actions initiées par le MPEM pour le développement, l'exploitation et l'aménagement des pêches.

Le cas **Usine de décisions** s'appuie obligatoirement sur un ensemble de données recueillies auprès des partenaires et d'un **tableau de bord structuré**.

Cependant, l'analyse que nous avons conduite en section 2.3, montre clairement que les besoins ont évolué et que nous devons nous orienter vers le cas **Nouveau monde** pour assurer une large participation des acteurs au processus de prise de décision et une meilleure collaboration entre les systèmes

2. avec l'espoir d'ouvrir vers le cas Nouveau monde.

d'information partenaires.

Flux de données échangées au sein des structures sous tutelle du Ministère des Pêches et de l'Economie Maritime en Mauritanie

Le Comité Technique des Statistiques (CTS), réuni en avril 2010 dans les locaux du Ministère de pêche et de l'Economie Maritime, s'est penché sur l'analyse des besoins nécessaires à la construction d'un « Tableau de Bord » (Cf. section 2.4) pour la gestion durable des pêches et la préservation de l'environnement, en matières d'échange de données entre les différentes structures sous tutelles du-dit Ministère, et a défini et validé les flux de collectes et d'échanges ci-après.

- Données en provenance de la Garde-Côtes mauritanienne (GCM).
  Les données que la Garde-Côtes mauritanienne (GCM) doit fournir au Ministère et leur périodicité (Cf. Tableau 2.1), portent sur les navires, l'emploi, l'effort de pêche, les captures, les transbordements.

- Données en provenance de l'Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP).
  Les données que l'Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP) doit fournir au Ministère et leur périodicité (Cf. tableau 2.2), portent sur le potentiel permissible, l'effort équivalent, les captures courantes par espèce, mais aussi sur les navires, l'emploi, l'effort de pêche, les captures pour la pêche artisanale et les navires industriels qui débarquent en Mauritanie.

- Données en provenance de la Société Mauritanienne de Commercialisation du Poisson (SMCP).
  Les données que la Société Mauritanienne de Commercialisation du Poisson (SMCP) doit fournir au Ministère, pour les besoins de constitution d'un tableau de bord Pêche (TBP), portent sur les débarquements effectués en Mauritanie, l'exportation (quantité, valeur, destination, marché, espèce) et les montants acquis en contre partie des droits d'accès exprimés en unité monétaire mauritanienne (UM), ventilés par régime d'exploitation, nationalité du pavillon, type de pêche exercée, type de navire autorisé (Cf. tableau 2.3). Elles portent également sur le nombre de navires, les espèces débarquées, les prix et les valeurs des ventes et les clients ou acquéreurs.

TABLE 2.1 – Données mensuelles en provenance de la Garde-Cotes Mauritanienne (GCM).

	Régime[1] d'exploitation (AQ, AF, LL)	Type de conservation	Nationalité (pavillon)	Type de pêche (licence)	Type d'engin de pêche	Nombre total navires	Total TJB GT	Nombre marins nationaux	Nombre marins étranger
Navire	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emploi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temps	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capture[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[1] AQ : Régime d'acquisition
AF : Régime d'affrètement
LL : Licence Libre

[2] Les captures sont aussi ventilées par carrés statistiques et par groupes d'espèces. Elles peuvent être objets de transbordements.

TABLE 2.2 – Données mensuelles en provenance de l'Institut Mauritanien de recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP). Données des bateaux « **glaciers** », débarquant à Nouadhibou et de la « **pêche artisanale et côtière (PAC)** ».

A - Débarquements des glaciers

	Régime[1] (AQ, AF, LL)	Nationalité (pavillon[4])	Type de pêche	Nombre navires	Nombre débarquements	Espèces Catégories	Total débaruqé
Navires	-	-	-	-	-		
Débarquements	-	-	-	-	-	-	-

B - Débarquements de la PAC -
-

	Zone[2] statistique	Nationalité (pavillon)	Type de[5] barques	Nombre barques	Nombre débarquements	Espèces Catégories	Total débaruqé
Embarcations	-	-	-	-	-		
Débarquements	-	-	-	-		-	-

C - Économiques -

	Zone[2] statistique	Espèces Catégories	Prix moyen	Nombre barques	prix carburant	Prix glace	
Économiques	-	-	-	-	-		
Sociales[3]	-	-	-	-	-	-	-

[1] AQ : Régime d'acquisition ; AF : Régime d'affrètement ; LL : Licence Libre

[2] **Nord** : Nouadhibou et Legouera ; **PNBA** : Zone du Parc National du Banc d'Arguin ; **Centre** : Zone située entre le PNBA et Nouakchott ; **Nouakchott** : Le marché de poissons de Nouakchott ; **Sud Nouakchott** : La zone allant du PK28 jusqu'au Ndiago.

[3] Enquête-cadre réalisée 2 fois par an (saison chaude et saison froide, correspondant aux périodes de haute et faible activité de pêche.

[4] National ou étranger (Sénégalais).

[5] Pirogue, Lanche, Vedette, Petits Bateaux Artisanaux, en bois, en plastique, en aluminium, etc.

- Données en provenance de la Direction de la Pêche Industrielle du Ministère des Pêches (DPI).
  Les données que la Direction de la Pêche Industrielle s'est engagée à rendre disponibles, pour la construction des indicateurs de suivi du secteur des pêche, portent sur l'effort nominal de pêche et la fiscalité (droits d'accès et redevances), appliqués aux navires industriels. ces données sont fournies selon une périodicité mensuelle suivant le formulaire donné dans le tableau 2.4.

- Données en provenance de la Direction de la Pêche Artisanale et Côtière (DPAC).
  Les données que la Direction de la Pêche Artisanale et Côtière (DPAC) est chargée de fournir pour alimenter le Tableau de Bord Pêche (TBP) portent : i) sur l'effort nominal de la pêche artisanale et côtière en termes de nombre d'embarcations et d'emplois et, ii) sur le total des redevances (en UM), tous ventilés par site de débarquement, régime d'acquisition, nationalité du pavillon, type de pêche pratiquée, type d'engin déployé. Elles sont mises à disposition du Ministère suivant le tableau 2.5.

TABLE 2.3 – Données mensuelles en provenance de la Société Mauritanienne de Commercialisation des poissons (SMCP). Données de **Débarquements**, **Exportation**, et **Droits d'accès**

A - Débarquements

	Régime[1] (AQ, AF, LL)	Nationalité (pavillon)	Type de pêche	Nombre navires	Nombre débarquements	Espèces Catégories	Total débarqué
Navires	-	-	-	-	-	-	-
Débarquements	-	-	-	-	-		

B - Exportation

	Marché	Pays de destination	Espèces Catégories	Quantité (T)	Prix moyen	Valeur (USD)	Client
Congelé à terre	-	-	-	-	-	-	-
Congelé à Bord	-	-	-	-	-	-	-
Frais[2]	-	-	-	-	-	-	-

C - Droits d'accès

	Régime[1] (AQ, AF, LL)	Nationalité (pavillon)	Type de pêche	Nombre navires	Type de navire	Montant (MRO)
Drois d'accès	-	-	-	-	-	-

[1] AQ : Régime d'acquisition, AF : Régime d'affrètement, LL : Licence Libre
[2] Les produits frais proviennent de la Pêche Artisanale et Côtière (PAC)

TABLE 2.4 – Données mensuelles fournies par la Direction de la Pêche Industrielle du Ministère des Pêches (DPI). Données de **Effort de pêche et Fiscalité**

A - Effort :

	Licences émises	Total TJB/GT	Régime[1] exploitation	Nationalité (Pavillon)	Type[2] conservation	Catégorie[3] de pêche	Type[4] engin	Nombre marins	Consign-ataire
Navires	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emplois	-	-	-	-	-	-	-	-	-

B - Fiscalité :

	Licences émises	Total TJB/GT	Régime[1] exploitation	Nationalité (Pavillon)	Type[2] conservation	Catégorie[3] de pêche	Type[4] engin	Droit d'accès	redev-ances
Droits d'accès	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Redevances	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[1] NL : National, AFF : Affrété, UE : Union européenne, LL : Licence Libre
[2] Glacier ou Congélateur
[3] Céphalopodière, Crustacés, Démérsale, Pélagique, Autre
[4] Chalut pélagique, Chalut de fond, Senne, Palangre

TABLE 2.5 – Données mensuelles fournies par la Direction de la Pêche Artisanale et Côtière (DPAC). Données de **Effort de pêche et Droits d'accès**

A - Effort :

	Sites débarquement	Régime[1] (AQ, AF, LL)	Nationalité (Pavillon)	Type[2] conservation	Type de pêche	Type[4] engin
Embarcations	-	-	-	-	-	-
Licences	-	-	-	-	-	-
Puissances	-	-	-	-	-	-
Emplois	-	-	-	-	-	-

B - redevance :

	Sites débarquement	Régime[1] (AQ, AF, LL)	Nationalité (Pavillon)	Type[2] conservation	Type de pêche	Type[4] engin
Embarcations	-	-	-	-	-	-
Puissances	-	-	-	-	-	-
redevance	-	-	-	-	-	-

[1] AQ : Régime d'acquisition, AF : Régime d'affrètement, LL : Licence Libre

Tableau de Bord

Dans la zone de l'étude et en particulier en Mauritanie, la gestion des pêches s'appuie sur des plans d'aménagement par pêcherie (PAP) [MPE15]. Ces plans d'aménagement définissent, entre autres, les règles d'accès aux ressources et les conditions de leur exploitation [KL05]. Même, si ces règles et conditions sont scrupuleusement édictées, les choses peuvent toujours se dérouler de manière imprévue, par exemple, parce que l'effet des fluctuations de l'état de l'environnement sont difficiles à cerner ou que des valeurs humaines, difficilement maîtrisables, doivent être prises en compte [MPE15]. C'est entre autres, la raison pour laquelle, le décideur du secteur des pêches doit toujours anticiper pour mieux gérer. Pour ce faire, il doit utiliser des outils fiables délivrant régulièrement des indicateurs pertinents et actualisés. Ces indicateurs, portant sur l'état de l'environnement et des écosystèmes exploités et présentant, sous des formes digestes, les tendances des évolutions de l'activité de pêche et celles de l'état des ressources notamment exploitées, sont nécessaires pour guider la prise de décision en permettant au gestionnaire d'anticiper et de corriger les éventuelles anomalies constatées.
Pour éviter les impacts indésirables des activités humaines notamment la surexploitation des ressources, l'effondrement des stocks, la détérioration de l'environnement ou la destruction des habitats, le décideur du secteur des pêches doit, en cherchant à maximiser la rente économique tirée du secteur, veiller à conserver les équilibres écosystèmiques préalablement établis avant les activités anthropiques. Par conséquent, il doit réaliser les prévisions nécessaires tenant compte des données réelles et actualisées du terrain, obtenues à l'aide des systèmes d'information et d'observation de l'activité de pêche et du suivi des états de l'environnement et des écosystèmes supportant les ressources exploités.

Selon Catanzano en 2010, [Cat10], « un tableau de bord peut être considéré comme un ensemble de « voyants » (indicateurs) destinés à informer les décideurs à la fois du suivi de leur politique, stratégie ou plan d'action (cohérence, capacité), mais aussi des résultats de leurs actions (confrontation objectifs/conséquences selon les conditions prévues, autorisées ou acceptables (principes : cohérence, capacité, participation, transparence, précaution...)). Il doit également faciliter l'anticipation et la prévention des écueils ou contraintes qui se dressent sur la route des objectifs. Il doit servir d'alarme pour l'ajustement des actions ou la mobilisation de moyens spécifiques adaptés à des conditions nouvelles (flexibilité et approche processus). Il peut aller jusqu'à indiquer le besoin de mettre en œuvre des actions correctrices de dysfonctionnements afin d'avancer des solutions durables ou temporaires (standardisées ou négociées) ;

ceci en référence à un domaine précis (fiscalité, législation et réglementation), en rapport avec un accord particulier ou dans un domaine précis comme par exemple le secteur commercial ou sanitaire... et à travers des plate-formes prédéfinies ou des procédures prédéterminées.

Le tableau de bord doit :

- être adapté à l'utilisateur et au cadre institutionnel dans lequel il va servir ;
- présenter des informations synthétiques sur l'état du secteur, les effets des politiques et les paramètres d'interaction avec l'environnement global dans lequel se développent les actions du Ministère. »

Les objectifs du Tableau de Bord pour la Pêche (TBP) [Cat10]

« L'objectif de la mise en œuvre d'un tableau de bord pour la gestion des pêches est d'aider à :

- **Évaluer et suivre l'état** d'un système (ressource, pêcherie, secteur, etc.) ;
- **Identifier les mesures adéquates** pour atteindre les objectifs visés ;
- Évaluer les résultats et l'impact des mesures, l'**efficacité** de l'intervention publique ;
- Servir de **base de *médiation et de communication*** (auprès des parties prenantes et/ou du grand public) particulièrement utile dans le cadre de politiques publiques établies de *façon participative* et afin d'améliorer la *transparence et la lisibilité* d'un système de gestion et de décisions collectives. »

Le tableau de bord doit présenter un ensemble d'indicateurs issus de divers traitements opérés sur les données recueillies. Pour ce qui est des indicateurs ciblés, le Comité Technique des Statistiques (CTS) les a inventoriés et classifiés selon les différents axes stratégiques du secteur des pêches et par thématique [Did09]. Ces indicateurs ont été validés par ce même comité (CTS) lors de sa réunion ordinaire en décembre 2009 [MBS09]. La liste complète de ces indicateurs est donnée dans les tableaux correspondants en annexe : A.3 pour les indicateurs de durabilité, A.2 pour ceux de la bonne gouvernance, A.1 pour les indicateurs liés à l'intégration à l'économie nationale et A.4 pour les indicateurs du développement maîtrisé du secteur des pêches. Nous en reproduisons ici quelques uns qui nous intéressent dans le cadre de notre travail.

Notre choix porte sur le thème de l'**exploitation** et ce, pour les raisons suivantes :

- « l'exploitation » est le thème le plus transversal parce qu'il intéresse absolument tous les acteurs (gestionnaires et aménagistes de pêche et l'environnement, professionnels de pêche, recherche scientifiques, société civiles, ONG, élus). Ceci nous garantit une large utilisation de la plate-forme collaborative que nous proposons en impliquant le maximum d'acteurs intéressés par la pêche et l'environnement.

- il est également le thème qui fait objet direct des mesures de gestion (arrêts de pêche, fermetures de zones, interdiction d'utilisation des engins, restriction sur l'accès et le ciblage des espèces, etc.) prises dans le cadre des plans d'aménagement par pêcherie (PAP). Parfois, ces mesures ne font pas l'objet de consensus partagé entre l'ensemble des acteurs et du coup sont souvent contestées en particulier par les pêcheurs et professionnels de pêche qui n'y adhèrent pas. Par exemple, les pêcheurs artisanaux contestent la fermeture du Parc National du Banc d'Arguin (PNBA) à la pêche motorisée. Ce type de cas constitue l'occasion d'utiliser notre plate-forme à travers le cadre qu'elle propose de discussions et de débats permettant aux acteurs de se mettre « *virtuellement* » ensemble pour analyser les données, informations et connaissances disponibles et partager leurs propres expériences en vue de trouver des solutions consensuelles relatives aux points relevés dans les débats de discordes ou mésententes.

- sur ce thème nous disposons suffisamment de données à caractère spatial pour construire, présenter, superposer et confronter une large gamme de couches issues de Systèmes d'Information Géographiques (SIG) pertinentes pour la prise de décision. En effet, ces données sont de bonne qualité et couvrent toute la zone économique exclusive mauritanienne (notre cas d'étude) avec des séries temporelles importantes portant sur toutes les unités de gestion (bateaux, engins de pêche, espèces de poissons, zone de pêche, nationalités de pavillon, etc.). Ceci nous offre la possibilité de proposer des indicateurs spatialisés compréhensibles et facilement utilisables par l'ensemble des acteurs concernés. Ces indicateurs sont nécessaires pour rapprocher les perceptions des acteurs impliqués dans les débats et co-construire des connaissances communes, en vue d'aiguiller le processus de prise de décision.
- l'exploitation est encore le thème considéré généralement source de problèmes qui planent aujourd'hui sur les secteurs de pêche et de l'environnement et préoccupent les usagers au même titre que les décideurs.

Parmi ces problèmes on peut citer notamment, la surexploitation des espèces à haute valeur commerciale, la pêche illicite non déclarée et non réglementée, mais aussi la pollution et le réchauffement climatique, qui sont associés généralement à l'activité de pêche. Pour trouver des voies de solution à tous ces problèmes, le système d'information que nous proposons permet aux acteurs concernés de communiquer à travers sa plate-forme et de collaborer autour de ces questions en vue de trouver des solutions concertées ou consensuelles.

- l'exploitation est aussi le thème sur lequel porte le programme de recherche « Exploitation et Aménagement des Pêcheries » de l'IMROP. Ce programme, que *je coordonne personnellement depuis 2010* a pour objectif de fournir aux autorités et aux différents usagers une description dynamique des pêcheries mauritaniennes en rapport avec leur aménagement et informer le processus de décision pour une gestion durable des pêcheries et une meilleure mise en valeur de la production, en support aux orientations de la stratégie sectorielle (cf. section 1.3). Ce travail va certainement apporter une contribution importante pour l'atteinte de l'objectif de mon programme, à travers notamment la mise en place d'un système d'information collaboratif. Ceci est de nature à renforcer la capacité de l'ensemble des acteurs (décideur et usagers) en matière de gestion des pêches et de l'environnement, en leur permettant de prendre des décisions concertées décision.

Pour ce qui est des indicateurs relevant de ce thème d'**exploitation**, nous allons nous appesantir sur ceux appelés, dans le parler propre (« jargon ») halieutique, **indicateurs d'exploitation**. Ces indicateurs nous semblent indiqués pour illustrer notre propos. Il s'agit de l'**effort de pêche** déployé et des **captures** réalisées par les différentes pêcheries actives dans la zone de l'étude et en particulier en Mauritanie, prise ici comme cas d'étude de la zone ouest-africaine (cf. Figure 2.6). Ces indicateurs seront ventilés par les différentes unités de gestion (zone de pêche ou d'abondance des espèces, engin utilisé, bateaux de pêche, licence de pêche, espèce, pavillon des bateaux, etc.) et selon les dimensions spatiales et temporelles (année, mois ou même jour de pêche) pour offrir aux décideurs et acteurs du domaine la possibilité de disposer des différentes tendances d'évolution de ces indicateurs.

A l'heure actuelle, force est de constater que les données comme les traitements sont dispersés au sein de divers systèmes d'observation et de suivi que nous allons rapidement présenter.

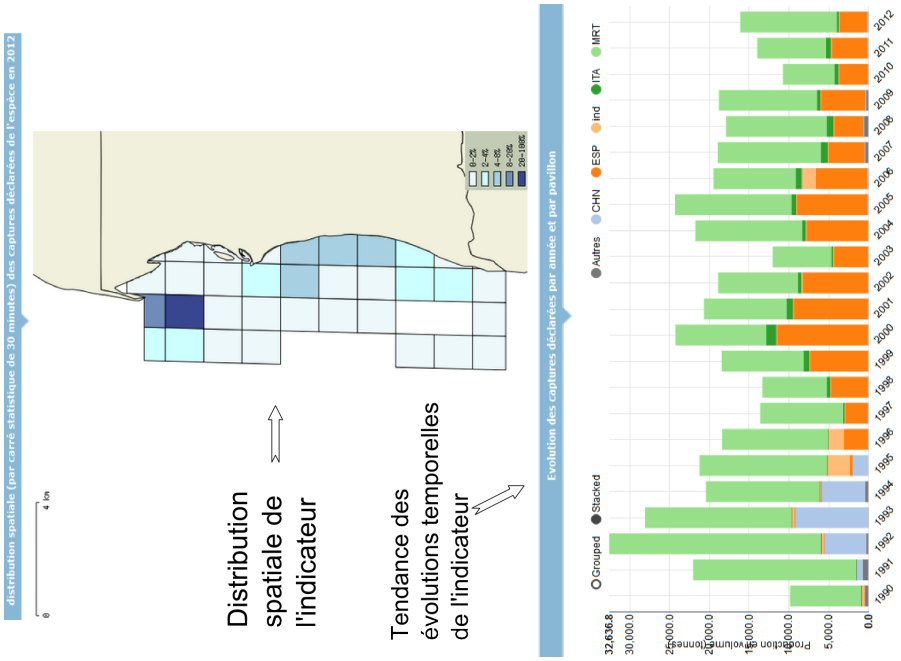


FIGURE 2.6 – Illustration des indicateurs d'exploitation (effort de pêche et captures réalisées par les pêcheries autorisées en Mauritanie).

2.5 La gestion de l'information dans la zone de l'étude - un aperçu historique

Dans la zone d'étude, l'idée de mise en place de système d'information régional, remonte à 1990. Cette année là, la conférence des ministres des pays africains longeant l'océan atlantique tenue à Rabat, a proposé de créer une Base de Données Régionale Maritime (BDRM) [Mau97].
La première vraie tentative de mise en place d'un système d'information régional, dans la zone de la Commission Sous Régionale des Pêches (CSRP), a vu le jour avec le projet **S**ystème d'**I**nformation et d'**A**nalyse des **P**êches (**SIAP**, 2000 à 2002). Ce projet a abordé la question sous plusieurs angles d'attaque (Évaluation des stocks, Statistiques commerciales et Information Spatiale). Ainsi, le système visé a été composé de modules spécialisés dans l'une ou l'autre thématique et l'ensemble des ces modules constituait le système d'information global. La démarche du projet consistait à réaliser les étapes suivantes :

- Récupération des données
- Homogénéisation des données

- Accessibilité des données
- Pérennisation des données
- Valorisation des données

Le projet Système d'Information et d'Analyse des Pêches (SIAP, 2000 à 2002)

Ce projet est venu en réponse aux besoins en matière de recherche halieutique et de renforcement des capacités en matière de système d'information et de gestion de données de pays de la sous-région, identifiés et validés en 1993 à Dakar par un comité des pêches [FAO93].

Le module « *TrawlBase* »

du projet (**SIAP)** Ce module se fixait un double objectif [GG02]. Le premier est de créer une base de données pérenne, homogène et aussi exhaustive que possible, regroupant l'ensemble des données issues des campagnes scientifiques d'évaluation de l'état des ressources ; le second consiste à développer un logiciel de gestion et d'extraction convivial de ces données afin de favoriser leur valorisation. Le logiciel développé fut dénommé *First-Siap*. Le regroupement du logiciel et de la base de données constitue le produit « *TrawlBase-Siap* ». Lors de cette opération 480 campagnes scientifiques regroupant 14000 stations d'échantillonnage ont été répertoriées et intégrées à la base de données « *TrawlBase* ».

Le module « *StatBase* »

du projet (**SIAP**) Selon [TC02], malgré le volume important de données statistiques produites dans les pays de la sous région adhérents à la Commission Sous-Régionale des Pêches, les avis d'un nombre important des services techniques et scientifiques dans ces pays, concordent sur le fait que ces statistiques ne sont ni suffisamment accessibles ni véritablement utilisées. Une étude en plusieurs étapes a été conduite dans le but de concevoir et de construire une plate-forme informatique permettant un meilleur accès et une utilisation plus aisée de ces statistiques de pêche. La démarche adoptée, qui s'inspire des technologies d'entreposage, s'appuie sur une abstraction générique des données de statistiques de pêche.

Par conséquent, ce module répond à quatre grandes fonctions :

- permettre l'accès aux statistiques de pêche sous-régionales et leur sauvegarde ;
- faciliter l'utilisation des données disponibles ;
- permettre l'intégration de données d'origines diverses et garantir leur traçabilité ;
- offrir des formes de restitution adaptées, flexibles et évoluées.

Le module « SIG »

du projet (**SIAP**) Ce module a pu au travers de divers outils géomatiques [BDM+02], mettre en évidence, via une restitution cartographique, la distribution spatiale des ressources halieutiques, celle des zones de pêche des différentes pêcheries, ainsi que celle de diverses caractéristiques environnementales comme l'hydrologie, la bathymétrie, la sédimentologie. La superposition de ces cartes facilite l'étude des relations entre les ressources et leur habitat. Ces relations sont fondamentales car à la base des approches écosystémiques. Dans la mise en œuvre de ces outils, les auteurs insistent sur la nécessaire disponibilité de données géoréférencées et sur leur qualité. De même, ils soulignent la nécessité de conserver, un regard critique, face à ces représentations toujours attrayantes et relativement aisées à construire grâce au « *SIG* ». Les précautions concernent à la fois l'origine et la qualité des données initiales et la pertinence des méthodes de construction des synthèses cartographiques.

Ce projet a permis de mettre en lumière plusieurs conclusions :

- Difficulté de maintenir des entrepôts, notamment dans perspective individualiste (mono-poste) ;
- Prise en compte de l'importance du spatial dans les analyses ;
- Sur les bases de données telles (TrawBase), disposer de formats commun pour i) développer une gestion collégiale de données ; ii) faciliter les échanges.

Le projet *Improve Scientific and Technical Advices* (ISTAM, 2006 à 2008)

Ce projet fut la suite logique de la tentative de mise en place du système d'information sous-régional dans la zone de l'étude, entamée par le projet « SIAP » (2000- 2002). Dans l'objectif de consolider les acquis de ce dernier, les activités de recherche du projet « ISTAM » étaient orientées sur des questions méthodologiques comme :

- L'amélioration de la qualité et la quantité de données qui seront utilisées pour l'évaluation et le diagnostic ;

- L'amélioration des évaluations et des diagnostics, dans une perspective générale de gestion, avec l'objectif particulier de favoriser l'usage des méthodes adéquates aux échelles spatiales appropriées ;
- L'amélioration de la disponibilité en jeux de données validés et documentés ;
- Le dialogue pour l'identification de besoins en recherches futures afin d'améliorer la qualité et la quantité d'informations disponibles pour l'aménagement des pêches.

En analysant l'organisation des systèmes d'information dans la zone de l'Afrique de l'Ouest, le projet « ISTAM » a relevé un certain nombre de problèmes [IST08] :

- l'information, quand elle est disponible, reste souvent difficile d'accès ;
- la sauvegarde et la sécurité des données et de l'information ne sont pas toujours garanties ;
- la diversité des moyens mis en œuvre pour la gestion de l'information dans chaque pays de la sous région constitue un frein au niveau de la collecte des données (protocoles et traitements de l'information différents et en outre, structures et formats de données différents) ;
- l'hétérogénéité des systèmes d'information locaux et leur faible capacité de **communication** constituent des obstacles aux **échanges** de données relatives aux flottilles et ressources partagées au niveau régional.

En réponse à ces manquements, le projet « ISTAM » propose de concevoir et développer un prototype régional basé sur une idée de fédération des systèmes nationaux. L'objectif de ce prototype, les bénéficiaires cibles, les types d'informations prises en charge, les fonctionnalités du prototype et de ses contraintes, tels que définis par le projet, sont donnés dans [IST08].
Ce prototype repose sur une base de données locale qui pilote l'accès à diverses sources de données. Les données extraites sont traitées par des traitements prédéfinis afin de produire des indicateurs présentés au sein de cartes de synthèse.

Le projet Aménagement de la Pêche Artisanale en Mauritanie (APAM)

Le document du projet « **APAM** [3] » [FAO08], dans son paragraphe 2.1, portant sur les problèmes à résoudre et la justification du projet, a souligné le fait que le secteur est toujours mal connu, peu documenté et analysé.

3. Projet *(GCP/MAU/032/SPA)* de la FAO, a opéré de 2009 à 2012, en Mauritanie pour l'appui à la mise en œuvre de la politique sectorielle et des plans d'aménagement concernant les pêches artisanales et côtières.

Il s'est appuyé sur les diagnostics et bilans réalisés dans le cadre du plan d'aménagement et du développement de la pêche artisanale et côtière, qui ont jugé insuffisantes les informations existantes (statistiques, études et revues) pour appuyer adéquatement la prise de décision en matière de gestion de la pêche artisanale – ni même dans la plupart des cas pour appuyer son développement maîtrisé. De ce fait, l'objectif de la réalisation du projet était de contribuer au renforcement du système d'information sur la pêche artisanale et côtière [FAO08], ce qui correspond à l'une des actions prioritaires de la stratégie sectorielle de développement durable du secteur des pêches et de l'économie maritime, qui est celle du **développement de systèmes d'informations pour une meilleure gouvernance dans les pêches**.

Par conséquent, l'intervention du projet (APAM) cherchait à permettre de :

- évaluer les ressources halieutiques ciblées par la Pêche Artisanale et Côtière (PAC) ;
- effectuer un bilan des connaissances économiques et sociales des la Pêche Artisanale et Côtière (PAC) et mettre en place un système de suivi d'indicateurs socio-économiques ;
- **renforcer et développer le système d'information** sur la Pêche Artisanale et Côtière (PAC) ;
- contribuer à la mise en œuvre et au suivi des plans d'aménagement des pêcheries Artisanales et Côtières.

Les études menées dans le cadre de ce projet [May09], ont relevé le besoin, à des fins d'échanges de données et surtout de sécurité des données, de disposer d'un schéma directeur pour un système d'information scientifique adéquat et sécurisé au service de la recherche halieutique. Ce système, devra assurer l'accessibilité des données aux chercheurs tout en réservant leur modification/saisie exclusivement au seul gestionnaire.

2.6 Synthèse des apports des différentes contributions réalisées durant les 30 dernières années, dans la zones de l'étude

Au vue des différentes expériences passées dans la zone de l'étude, nous pouvons synthétiser les différentes contributions rélaisées, en termes de fonctionnalités proposées, pour appréhender les problèmes posés initialement (hé-

térogénéité et l'éparpillement des sources de données, enclavement des systèmes partenaires, absence de communication entre ces systèmes, impossibilité d'échange de données, non prise en charge des connaissances expertes et impossibilité de communication entre acteurs) dans les tableaux (2.6) pour ce qui est des contraintes liées à la **collaboration** et (2.7) pour ce qui est des exigences, notamment relatives à **l'indépendance, l'ouverture et l'autonomie** assignés aux composants du système d'information global recherché.

TABLE 2.6 – Récapitulatif des caractéristiques des différentes approches de mise en place d'un système d'information des pêches, réalisées dans la zone de l'étude durant les trois dernières décennies, à la lumière des objectifs[1], notamment relatifs à la dimension **collaboratives** assignée au système d'information recherché.

	Libre	Méta-données	Convivialité	Restitution	Collaboration						Historique
					partage données		partage carte		confronter perception	interopérabilité	
					consulter	agir	pointer	dessiner	dessins	annotations	logiciel	données	
BDRM	-	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
SIAP	-	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
ISTAM[3]	-	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
SSPI	-	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
SSPAC	-	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
SIP	-	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

[1] ✓ : fonctionnalité vérifiée ; ✗ : fonctionnalité non vérifiée ;
[2] B : en version Basique uniquement ; L : Libre entièrement ; M : Propriétaire ; - : Indéfini
[3] les fonctionnalités vérifiées sont accessibles en interne uniquement et sont les mêmes qui ont été reproduites dans SSPI et SSPAC.

TABLE 2.7 – Récapitulatif des caractéristiques des différentes approches de mise en place d'un système d'information des pêches, réalisées dans la zone de l'étude durant les trois dernières décennies, à la lumière des exigences[1], notamment **d'indépendance, d'ouverture et d'autonomie** assignés aux composants du système d'information global recherché.

	Système					Restitution - TBP		
	Normalisé	Indépendant[2]	Autonomie[3]	Dynamique	Interopérable	Unique	Virtuel	Cartographique
BDRM	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
SIAP	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
ISTAM[4]	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗
SSPI	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗
SSPAC	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗
SIP	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗

[1] ✓ : fonctionnalité vérifiée ; ✗ : fonctionnalité non vérifiée

[2] Indépendant des plate-formes techniques et conceptuelles (Système d'exploitation et outils de développement)

[3] Respecte l'autonomie des systèmes partenaires.

[4] les fonctionnalités vérifiées sont les mêmes qui ont été reproduites dans SSPI et SSPAC.

Chapitre 3

Problématique

Sommaire

3.1 Introduction 53
3.2 Notion de gestion des pêches et de l'environnement . 54
Gouvernance 54
Cadre réglementaire de la gouvernance des pêches dans la zone de l'étude 55
3.3 Les formes actuelles de collaboration et leurs limites 56
3.4 Les faiblesses majeures des systèmes existants sur la zone 58
Faiblesses liées à l'absence de **méta-données** 59
Les faiblesses liées à **l'accès** transparent aux données de base 59
Les faiblesses liées aux **traitements** et aux analyses 59
3.5 Vision collaboration 60
3.6 Synthèse des verrous relatifs à la collaboration 62
3.7 Vision virtualisation 63
3.8 Synthèse des verrous relatifs à la virtualisation . . . 64

3.1 Introduction

Étant dans le domaine de la recherche en systèmes d'information appliqués à la gestion des pêches et de l'environnement, notre problématique générale comporte plusieurs sujets et soulève plusieurs questions. Comme le définit [Guy06] « il s'agit donc de poser les questions pertinentes, c'est-à-dire faire surgir une série de problèmes articulés entre eux afin de choisir un angle d'attaque pertinent et fécond. »

Notre objectif étant la mise en œuvre d'un système global intégrant des données, des connaissances à des fins d'aide à la décision, les problèmes essentiels tournent autour de la *gouvernance dans une visée de gestion collaborative* et de *l'intégration* de sources d'information dispersées.

Nous commençons par définir en section 3.2 la notion de gestion des pêches et de l'environnement et donner un aperçu du cadre réglementaire les régissant.

Ensuite, nous analysons les formes actuelles de collaboration et leurs limites en section 3.3. Ce qui nous permet, partant des faiblesses et manques que nous synthétisons dans la section 3.4, de poursuivre en section 3.5 par donner une définition de la notion de **collaboration** telle que nous la percevons et son articulation avec celle de **virtualisation** liée à l'**interopérabilité** des systèmes d'information partenaires, qui, elle sera traitée ultérieurement, dans la section 3.7.

A partir de ces définitions et généralités, nous dégagerons en section 3.6 les principaux défis auxquels nous devons faire face pour assurer la *collaboration* et la *virtualisation* au sein d'un système global.

3.2 Notion de gestion des pêches et de l'environnement

Gouvernance

La notion de gestion durable des ressources et de l'environnement renvoie à la notion de bonne gouvernance qui est la manière de gouverner et signifie « Bien gouverner » [Bre12]. On distingue trois grandes conceptions de la « bonne gouvernance » qui renvoient au clivage « traditionnel » des systèmes de planification mis en œuvre par les États.
La première est celle du « Tout-État » ou (l'État-providence) basée sur la recherche de l'intérêt général à travers des systèmes de planification centralisés à outrance. La seconde est celle d'une vision minimaliste du rôle de l'État dans l'organisation politique et économique des sociétés et du recentrage de l'action de l'état sur ses missions régaliennes (vision ultra-libérale). La troisième, située entre les deux, est celle du « Mieux-État » qui vise à mettre en place des modes de pilotage et de régulation plus souples, répondant mieux aux besoins des sociétés actuelles et fondés sur un réel *partenariat* entre les différents acteurs (administration, politiques, société civile) et aux différents niveaux (local, national et international).
Cette dernière conception, véhicule un ensemble de valeurs et de principes sociétaux comme l'accès à l'information, le dialogue entre les différents acteurs pour asseoir ensemble la décision. [Bre12]. Cette conception a été incarnée par les stratégies et cadres réglementaires afférents à le gestion durable des ressources halieutiques et de l'environnement.

Cadre réglementaire de la gouvernance des pêches dans la zone de l'étude

Les cadres réglementaires de la participation des citoyens dans la vie politique locale de la sous-région d'Afrique de l'Ouest sont régis par la déclaration de Rio sur l'environnement et le développement durable en 1992 et notamment les principes 10 et 20 [Uni92b]. On déplore, tout de même, qu'aucun pays de la CSRP n'a adhéré ou ratifié la convention d'Aarhus qui a été adoptée le 25 juin 1998 et est entrée en vigueur le 30 octobre 2001 [Uni98a]. Cette convention qui dénombre 42 parties essentiellement occidentales, porte sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement. De ce fait, elle pourrait renforcer l'implication des citoyens dans le processus de prise de décision concernant la gestion et la planification de leurs territoires. Avec les problématiques environnementales croissantes, et l'émergence de la notion du développement durable, l'implication des citoyens dans la prise de décision collective aussi appelée **approche participative** est mise en avant comme base politique visant une la bonne gouvernance. On peut aussi regretter le fait que les lois initialisant le droit de l'environnement n'ont pas été constitutionnalisés dans les pays de la sous-région. Par exemple, pour la Mauritanie qui a ratifié toute une panoplie de conventions, aucune cependant n'a été constitutionnalisé. Nous pouvons citer : CDB [1] [GBGS+96], CCNUCC [2] [Uni92a], Protocole de Kyoto, CCD [Uni98b], Convention de Ramsar [3] [Uni71], Convention sur la conservation du patrimoine [Uni72].
L'absence de cette institutionnalisation de la participation publique dans le cadre de la gestion et planification territoriale, comme à l'égard des pays de l'ouest, ne permet pas de propulser l'implication effective des collectivités dans le processus de décision.

Les cadres réglementaires perçoivent la gestion durable comme question de *collaboration* de l'ensemble des acteurs impliqués et de capacité de conduite d'une démarche de concertation et de participation. En effet, la convention des Nations Unies sur le droit de la mer, dite Convention de Montego bay (1982), instaure l'obligation de *coopérer* à la répression de la piraterie, à la conservation et à la gestion des ressources biologiques et à la sécurité de navigation [Nat94]. De même, le code de conduite pour une pêche responsable

1. Convention sur la diversité biologique (CDB)
2. Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC)
3. Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971), traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources.

[FAO95] (£ 7.1.2) précise que, dans les zones relevant de leur juridiction nationale, les États doivent s'efforcer d'identifier les parties intéressées qui ont un intérêt légitime dans l'utilisation et la gestion des ressources halieutiques et doivent instituer des arrangements permettant de les consulter pour s'assurer de leur *collaboration* dans la conduite d'une pêche responsable. Il précise également (£ 7.3.1) que l'aménagement des pêcheries doit concerner le stock dans la totalité de sa zone de distribution et donc que les États doivent *collaborer* en vue d'assurer l'aménagement des stocks transfrontaliers, des stocks chevauchant, des stocks de poissons grands migrateurs et des stocks de la haute mer lorsque ceux-ci sont exploités par deux ou plusieurs États. En fin, le guide du gestionnaire des pêcheries met l'accent sur les groupes d'utilisateurs ou les parties intéressées et sur l'importance de faire *participer* ces parties, en tant que *partenaires*, à la gestion des pêcheries [KL05].

3.3 Les formes actuelles de collaboration et leurs limites

Actuellement, la collaboration dans le domaine de la gestion des pêches et de l'environnement en est à ses premiers pas. Pourquoi ? Pour répondre à cette question, dans un premier temps, il suffit d'analyser la situation actuelle du système-pêche mauritanien qui est présentée sous forme d'un diagramme de « contexte statistique » [Lar05] dans la figure 3.1. Ce schéma montre clairement que dans le système-pêche interviennent plusieurs acteurs et un ensemble de systèmes d'information partenaires. Ces acteurs peuvent être des institutions publiques ou privées, relevant du secteur des pêches ou non, comme ils peuvent être issus du grand public ou de la société civile. Ce qui permet de se poser la question pertinente sur les formes de collaboration existantes et sur la pertinence de celles-ci vis-à-vis des objectifs de la gestion responsable et du développement durable du secteur de pêche et de l'environnement.

Analysons maintenant le contexte dynamique représenté dans la figure 3.2 et qui illustre les échanges entre acteurs.

A partir de ce schéma, nous découvrons que le gestionnaire en charge de l'aménagement des pêches, conformément à l'esprit de la démarche participative adoptée [MPE15], quand il constate, généralement *a posteriori*, une situation alarmante (crise commerciale, un conflit d'intérêt, etc.) ou tout simplement quand il envisage, pour d'autres raisons notamment politiques, de prendre une mesure quelconque, corrective ou stratégique, consulte les acteurs du secteur. Se pose maintenant les questions suivantes : Comment cette consultation se déroule-t-elle ? Qui est consulté ? Quelles sont les modalités

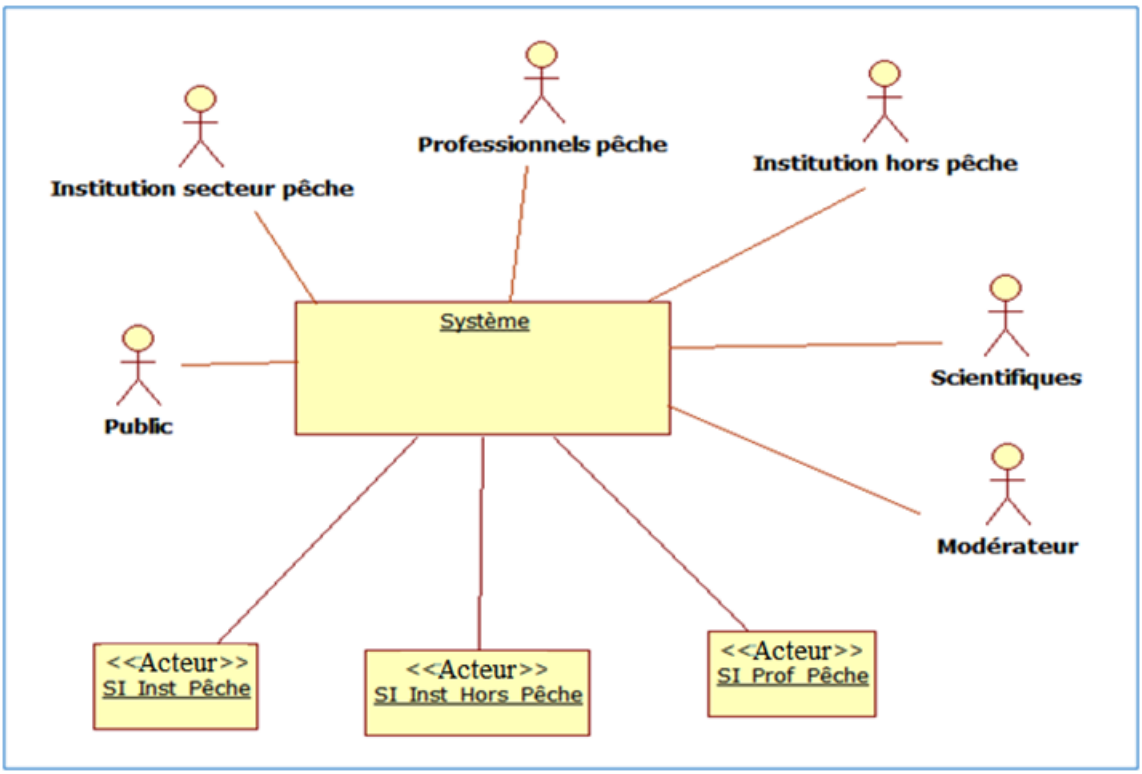


FIGURE 3.1 – Vue globale du système-pêche en Mauritanie, prise ici comme cas d'étude (contexte statistique)

de concertation ? Quelles sont les données, informations, connaissances et expertises engagées ? Est-ce que ces éléments sont confrontés ? Est-ce que l'avis final est commun ou consensuel ? Dans ce travail, nous ne pouvons avoir la présomption de répondre à toutes ces questions et nous allons nous contenter d'analyser celles qui relèvent du système d'information et dégager quel est leur apport dans la collaboration recherchée. En approfondissant l'analyse de ce schéma, nous nous apercevons que les acteurs, disposant de leurs propres systèmes, explorent les connaissances dont ils disposent sur le sujet, mais de manière éclatée, et produisent chacun leur avis sur la question posée. Le décideur reçoit alors les avis produits par tous les acteurs qui ont traité la question, il en fait la synthèse pour en retirer les conclusions.

Il devient évident que dans ce cas, nous pouvons dire que la collaboration est quasi inexistante. C'est pourquoi, nous proposons que le système d'information des pêches, pour qu'il puisse constituer la base sur laquelle repose toute la démarche de gestion des pêches, doit impérativement fournir un cadre

adéquat de collaboration. Ce cadre doit permettre aux différents acteurs impliqués de pouvoir disposer de toutes les données, informations, connaissances et expertises, où qu'elles soient. Il doit également leur permettre de communiquer entre eux pour s'échanger sur les question posées en termes de gestion et d'aménagement. En vue de construire des connaissances communes et des avis et diagnostic partagés et validés par tous. Dans ce cadre, le système d'information des pêches doit permettre d'organiser l'ensemble des ressources (matériels, logiciels, personnel, données et procédures), les regrouper, les classifier, pour ensuite traiter et diffuser les informations sur les pêches et l'environnement marin et côtier.

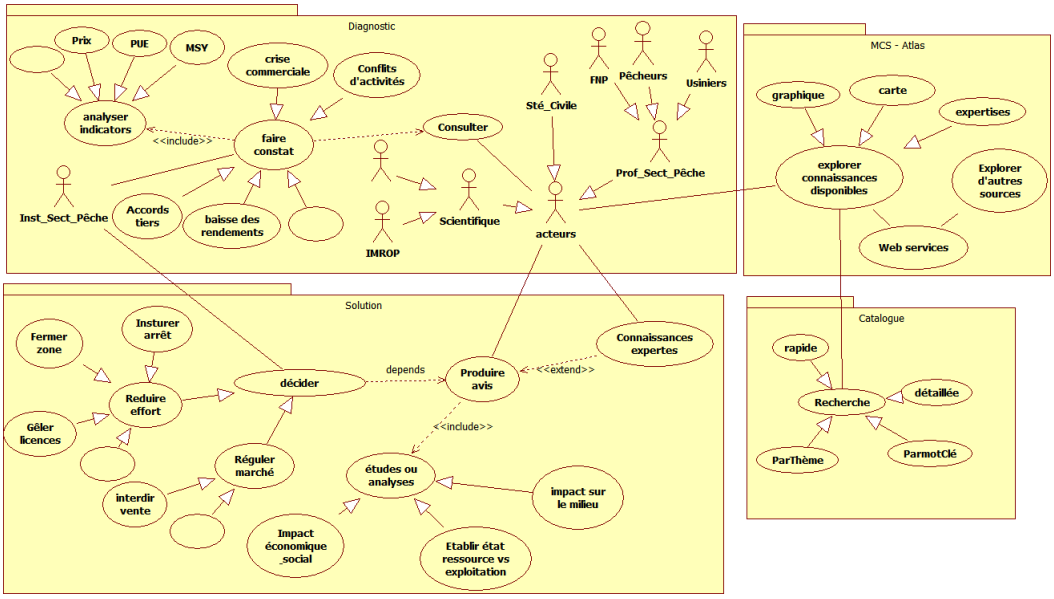


FIGURE 3.2 – Vue globale du système-pêche en Mauritanie, prise ici comme cas d'étude (contexte dynamique)

3.4 Les faiblesses majeures des systèmes existants sur la zone

L'analyse approfondie de l'existant en termes de systèmes sur la zone permet d'établir des constats qui semblent, à notre avis, constituer la plupart des faiblesses et manques principaux vis à vis de l'objectif visé (système global virtuel et collaboratif).

Faiblesses liées à l'absence de méta-données

Les méta-données doivent permettre, à tout utilisateur, la **découverte des données** existantes et répondant à ses besoins précis. Nous avons constaté, sur la zone, que malgré la diversité et le volume des données disponibles dans la sous région, au niveau institutionnel, national et sous-régional, un utilisateur lambda est dépourvu de moyens lui permettant de savoir le simple fait que ces données existent quelques part. Et s'il arrive à le savoir, il ne peut en déterminer le fournisseur, ni les informations essentielles pour son besoin, comme la portée temporelle ou spatiale, la possibilité et la nature de leur accès, etc. Nous sommes donc dans une configuration, où la communication, l'échange de données, et a fortiori la *collaboration*, sont difficiles voire impossibles.

Par conséquent, une fonctionnalité de recherche et de consultation des jeux de données existants, constitue un premier palier à franchir pour avancer vers la *collaboration* entre systèmes et acteurs.

Les faiblesses liées à l'accès transparent aux données de base

A l'heure actuelle, chaque système autonome gère en interne l'accès à ses données. L'objectif de système global nécessite l'accès transparents à l'ensemble des données, des systèmes composants, en vue d'en faciliter le partage et l'utilisation commune. Une fois la question de méta-données résolue, l'utilisateur peut localiser les jeux de données qui répondent à son besoin, et peut se pose la question pertinente de la possibilité et de la nature de l'accès à ces données (ouvert, restreint, fermé, etc.). La fonctionnalité d'accès recherchée via le système global doit offrir aux différents utilisateurs de celui-ci, la possibilité d'exploiter les jeux de donnée disponibles, les visualiser, les superposer, les combiner et en extraire divers types de données spatialement explicites.

Les faiblesses liées aux traitements et aux analyses

Actuellement, suite à notre analyse, les indicateurs sont construits par des chaînes de traitements spécifiques dans chaque système autonome. Seuls, les experts qui les ont produits connaissent leur fondement, et nous avons constaté que ceux-ci ne sont décrits nulle part.

Si l'on souhaite faciliter la compréhension, l'évaluation et la réutilisation des traitements et des analyses permettant l'obtention des indicateurs perti-

nents, il faut offrir une fonctionnalité de partage élaborée.

Celle-ci doit, d'une part, offrir la possibilité de prendre connaissance de la description des chaînes de traitements sous-jacentes aux indicateurs. Il s'agit de découvrir et de comparer les sorties de différents traitements applicables aux données (modèles numériques d'origines diverses). Il faut, d'autre part, offrir la possibilité de tester ces indicateurs afin d'apprécier leur pertinence. Par exemple, en autorisant l'utilisateur, à réexécuter le code (accessible) sur sa propre machine (en récupérant les données initiales, sous différentes formes, ou en utilisant d'autres données). Enfin, l'idéal serait de proposer, au niveau du système global, une fonctionnalité complémentaire offrant la possibilité, à tout utilisateur, de construire et partager ses propres modèles ou traitements et indicateurs.
L'ensemble de ces fonctionnalités serait particulièrement utile pour les scientifiques qui développent, en continu, des modèles qui appréhendent le fonctionnement des écosystèmes. La fonctionnalité de partage va permettre i) aux développeurs de ces modèles de les stabiliser en effectuant les simulations nécessaires à partir des données offertes au sein du système global ; ii) elle permettra aux autres scientifiques d'utiliser ces modèles pour subvenir à leurs besoins particuliers.

3.5 Vision collaboration

Tout d'abord, nous nous efforçons de déterminer une définition du terme **collaboration** et de caractériser les formes et les niveaux que celle-ci nécessite, en particulier pour notre domaine d'application qui est la gestion de l'environnement et de l'halieutique.

Nous aborderons ensuite l'articulation entre la collaboration des acteurs du domaines et l'interopérabilité des systèmes d'information partenaires supportant celui-ci.

La notion de **collaboration**, nous renvoie en ligne directe chez Adam Smith [4], qui, il y a de cela plus de deux siècles, soulignait le rôle du **partage du travail et de la collaboration** dans un son texte sur la « manufacture d'épingles » : dix ouvriers travaillant chacun de leur côté ne parviennent pas à produire plus de 20 épingles par jour et par ouvrier. S'ils se spécialisent

4. Adam Smith (5 juin 1723 - 17 juillet 1790) philosophe et économiste britannique des Lumières. Il reste dans l'histoire comme le père des sciences économiques modernes, dont l'œuvre principale, *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations* (est un des textes fondateurs du libéralisme économique. Source : https ://fr.wikipedia.org/wiki/Adam_Smith

chacun dans une étape de la fabrication, les cadences montent à 4 800 épingles par ouvrier et par jour.

Dans le cadre de processus collaboratifs de prise de décision, les acteurs du domaine, pour asseoir une décision partagée, ont besoin de communiquer entre eux, de coordonner les différentes tâches devant intervenir dans le processus de prise de décision, de coopérer pour atteindre les objectifs communs visés et enfin, de s'organiser au sein d'une même entité, qui à notre avis doit, nécessairement, être « virtuelle ». Par conséquent, pour caractériser les niveaux de la collaboration, nous adoptons la catégorisation suivante, proposée en 2007 par [Tou07] sur la base des travaux de [Bou06].

- **La communication** : échange de données. Les acteurs et organisations communiquent, échangent et partagent des informations pour se compléter et optimiser leur fonctionnement individuel. Ce niveau de collaboration consiste en un échange simple des données les acteurs impliqués dans le processus de prise de décision.

- **La coordination** : partage et synchronisation de tâches. Les acteurs et organisations réalisent des tâches dans lesquelles leurs partenaires sont impliqués. Cette coordination a pour but l'amélioration de leurs performances individuelles. Ce niveau de collaboration, s'il semble faire apparaître un embryon de processus collaboratif (tâches partagées et synchronisées) correspond en fait à un stade individuel : l'absence d'objectif commun traduit l'impossibilité de concevoir un processus collaboratif en tant que tel. Ce sont uniquement leurs compétences (applications, fonctions, services) que les acteurs partagent ou mettent à disposition.

- **La coopération** : poursuite d'un objectif commun. Les différents partenaires poursuivent un objectif collectif qui est la raison d'être du réseau d'acteurs. La poursuite de cet objectif nécessite la mise en place d'un processus collectif que les partenaires doivent définir et au sein duquel ils doivent s'intégrer.

- **L'intégration** : appartenance transparente à une même entité. A ce niveau de collaboration, l'échange de données, le partage des tâches et la poursuite d'un objectif commun sont inhérents au fait que les acteurs et organisations se trouvent intégrées au sein d'une même entité.

La collaboration entre acteurs exige nécessairement l'interopérabilité entre les systèmes d'information partenaires déployés au sein de leurs organisation respectives. En effet, déjà en 1999 [HM99], cité par [Tou07], reconnaissent que l'interopérabilité des entreprises (et des organisations) passe par l'interopérabilité de leurs systèmes d'information afin d'améliorer l'efficacité globale d'un réseau collaboratif.

3.6 Synthèse des verrous relatifs à la collaboration

A la lumière des analyses précédentes, nous pouvons résumer les verrous principaux, auxquels nous devons tenter de répondre, comme suit :

- **Ceux relatifs aux données et observations.** En effet, les systèmes de suivi et d'observation, portant sur l'ensemble des composantes de l'écososiosystème (ressources, environnement et milieu aquatiques, exploitation, gestion et gouvernance), produisent des données issues de champs divers et collectées à l'aide de protocoles variés. Les problèmes soulevés portent sur plusieurs points :
  - la dispersion spatiale : due à la répartition géographique des acteurs propriétaires des systèmes d'information eux-mêmes distribués ;
  - l'hétérogénéité : la spécificité de chaque observation, tant au niveau technique qu'au niveau conceptuel ;
  - l'autonomie : les systèmes d'information de chaque acteur sont autosuffisants, et chaque acteur préfère garder sa particularité au lieu de jouer un rôle restreint en tant que composant dans un système plus vaste ;
  - la volatilité (qualité) et l'échelle de l'information conservée.
- **Ceux relatifs aux traitements et à leur restitution**. Les problèmes soulevés portent sur plusieurs points :
  - l'hétérogénéité des langages de programmation qui entraîne des difficultés lors de la mise en œuvre de chaînes de traitements ;
  - le choix des indicateurs pertinents ;
  - la restitution graphique synthétique de l'information (schématique, statistique cartographique..) pour mieux fédérer les acteurs.
- **Ceux relatif à la mise en place de la collaboration**. Les problèmes portent sur :
  - quelle mise en œuvre et à quel niveau ;
  - le choix du ou des langages d'échanges ;
  - l'inertie technique pour faire évoluer les systèmes en place et la résistance humaine au changement.

- **Ceux relatifs à l'accès et au partage par des services Web**. Les écueils relevés sont relatifs :
  — à la recherche des normes pertinentes en cours pour répondre aux besoins : recherche, l'extraction, la représentation, l'interprétation de l'information.
  — au recours à des outils reconnus, si possible gratuits et maintenus par une communauté active.

3.7 Vision virtualisation

La virtualisation, revêt à l'heure actuelle, diverses acceptions et usages. Le concept de virtualisation repose sur la notion d'abstraction. Les vues dans les bases de données constituaient une première illustration de ce concept. Depuis, dans une acception plus générale, la virtualisation [5] consiste en « un processus qui consiste à créer une version virtuelle d'une entité physique (systèmes d'exploitation, ordinateurs, des périphériques de stockage, applications, réseaux, etc.) »

La virtualisation donne ainsi la possibilité de présenter aux utilisateurs les données d'un système intégré comme si elles étaient stockées en un même lieu toutes ensemble même si les données de base sont en réalité stockées sur plusieurs machines à plusieurs endroits géographiques. Selon Wikipedia [6], le concept d'observatoire virtuel (OV) peut sur cette idée être perçu comme une collection de données et d'outils logiciels qui utilisent par exemple Internet pour bâtir un environnement de recherche scientifique dans lequel les programmes de recherche peuvent être conduits.

Les premiers projets d'Observatoire Virtuel (OV) ont été mis en place dans les domaines de l'Astronomie et de l'Astrophysique et reposent sur la mise en commun et l'interconnexion, à l'échelle internationale, de toutes les banques de données numériques et d'outils d'analyse développés. Les objectifs [7] sont d'optimiser l'exploitation de données déjà acquises en facilitant l'accès, de permettre des comparaisons entre données d'origine et de nature différentes, et d'accélérer les traitements en utilisant des méthodes standardisées et des grilles de calcul.

Nous sommes bien dans cet esprit, l'avantage de tels observatoires, est d'offrir aux utilisateurs l'accès unique à des données et traitements d'analyse qui seront ainsi partagés et réutilisables et ce, de manière transparente sans se soucier de leur localisation. Notre vision repose alors sur les éléments suivants :

5. http ://www.vmware.com/fr
6. https ://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire_virtuel
7. https ://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire_virtuel

- Partant du fait que les bases de données dans les domaines des pêches et de l'environnement sont généralement thématiques et comme nous l'avons vérifié, les données sont de ce fait complémentaires pour couvrir l'ensemble des aspects d'une question scientifique particulière, nous devons être **capable d'interroger plusieurs bases de données à partir d'une seule requête et produire un résultat intégré**. Celui-ci fera l'objet de traitements appropriés pour produire l'indicateur pertinent recherché.

- Pour pouvoir croiser plusieurs bases de données notre outils doit **supporter tout type de pilote *JDBC* pour permettre la jointure de celles-ci**. Le croisement des ces bases de données **permet de détecter les inconsistances, les erreurs et profiter de la richesse de données** pour compléter les informations et produire des vue intégrée.

- Il doit aussi **supporter les fonctions personnalisées définies par les utilisateurs** afin de permettre à ces derniers d'extraire les données dont ils ont besoin pour produire leurs propres indicateurs à la volée et éventuellement les intégrer au tableau de bord proposé.

- Il serait bien souhaitable que le système soit doté d'un **processeur de requêtage disposant d'une fonction d'optimisation avancée et d'un traducteur de « dialectes SQL »** pour assurer l'exécution de la demande au cas où, le pilote sollicité ne supporte celle-ci.

3.8 Synthèse des verrous relatifs à la virtualisation

Nous pouvons résumer les verrous principaux, auxquels nous devons tenter de répondre, comme suit :

- l'abstraction des données. Celle-ci doit passer par les réponses apportées par la médiation des systèmes d'information partenaires ; il s'agit de donner accès à des données issues de systèmes d'information distribués via des calculs ;
- l'abstraction des traitements : chaque traitement doit pouvoir être exécutable à partir du point d'accès unique et doit aussi pouvoir donner accès aux données manipulées ;
- l'abstraction de l'expérimentation : les acteurs doivent disposer d'un

environnement permettant de faire leur analyse de manière personnalisée.

Ces verrous sont étroitement liés à ceux relevés précédemment.

Chapitre 4

Etat de l'art

Sommaire

4.1 Interopérabilité entre systèmes partenaires 67
Approche médiation 68
Approche « entrepôt » 69
4.2 Géomatique collaborative 70
Aperçu sur l'évolution de la participation sociétale 70
Géomatique collaborative et les outils informatiques disponibles 74
4.3 Proposition existantes répondant aux défis fixés . . . 80
Atlas 81
Observatoire virtuel 83
4.4 Synthèse des approches existantes 84

Les questions soulevées dans le chapitre 3 précédent, nous permettent de réaliser un panorama des travaux qui vont guider notre proposition. Nous allons donc explorer tout d'abord dans la section 4.1 les initiatives relatives à l'interopérabilite et à l'intégration de données, puis dans la section 4.2 celles relevant de la géomatique collaborative. Enfin nous retiendrons dans la section 4.2, plus particulièrement, les propositions existantes les plus proches des défis fixés.

4.1 Interopérabilité entre systèmes partenaires

Dans cette section, du fait de la diversité des données et connaissances concernées par ce travail et afin de proposer une infrastructure à même de répondre à notre objectif, nous analyserons les propositions existantes en terme d'interopérabilité de différents systèmes d'information. Celle-ci est donc axée sur l'intégration et le partage d'information (méta-données, données, traitements, indicateurs). Depuis le début des années 1990, la communauté de systèmes d'information et bases de données (recherche et industrie) ont proposé deux approches complémentaires pour concevoir l'intégration des données issues des systèmes hétérogènes à savoir, l'approche distribuée à base de mé-

diateur [Wie92] et l'approche centralisée par la construction d'entrepôt de données [RKZ00].

Approche médiation

Le terme médiateur est défini de manière consensuelle et générale comme un composant logiciel assurant la médiation entre un utilisateur et un ensemble de ressources hétérogènes et distribuées. Une ressource peut être indifféremment un fichier ou un ensemble de fichiers de données ou de codes de programme, une base de données, une métadonnée ou un ensemble de métadonnées. Dans un contexte de médiation, les ressources préexistent, avec leurs données mais aussi leurs propres métadonnées, et le but d'un médiateur est de réconcilier certaines de ces métadonnées de façon à donner l'illusion à un utilisateur qu'il interroge (ou navigue dans) un système d'informations homogène. La médiation consistant donc à rendre le plus transparent possible l'échange requête-résultat avec le système médiateur. L'utilisateur n'a plus qu'à se préoccuper de formuler la requête de son choix (navigation ou interrogation), le système doit lui retourner un résultat intelligible.
Diverses approches de médiation ont été abordées :

Les approches de médiation centralisées (*GAV Global As View, LAV Local As View*)

Dans un contexte de médiation centralisée (Cf. Figure 4.1), on doit définir un schéma médiateur (appelé aussi parfois le schéma global) qui sert de support pour l'expression des requêtes des utilisateurs, ainsi que les correspondances (*mappings* existant entre ce schéma et les schémas propres aux sources. Selon qu'on adopte une approche *« Global-as-Views »* ou *Local-as-Views »*, ces correspondances définissent les relations du schéma médiateur comme des vues sur les schémas des sources, ou définissent les relations des schémas des sources comme des vues sur le schéma médiateur.

Les approches de médiation distribuées (cf. Figure 4.2)

Dans un contexte de médiation distribuée, il n'y a pas de schéma médiateur à ajouter, mais on doit définir des correspondances entre les schémas des différentes sources.

Ces correspondances, selon les besoins, peuvent être plus moins complexes : cela peut aller de simples relations *one-to-one* de synonymie entre noms de relations de différents schémas, à des relations *one-to-many* qui peuvent se traduire par des vues d'un schéma sur d'autres, ou encore à des relations *many-to-many* nécessitant de combiner les approches *« Global-as-Views »* ou

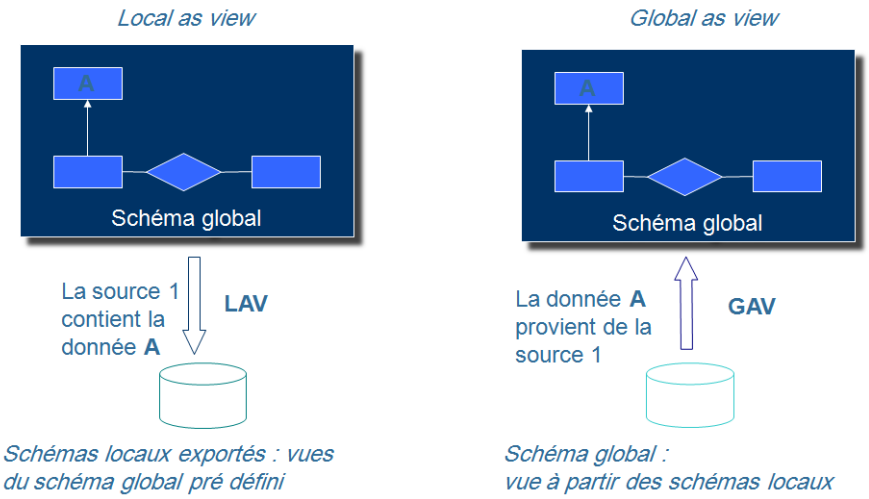


FIGURE 4.1 – Approches LAV et GAV [SL90]

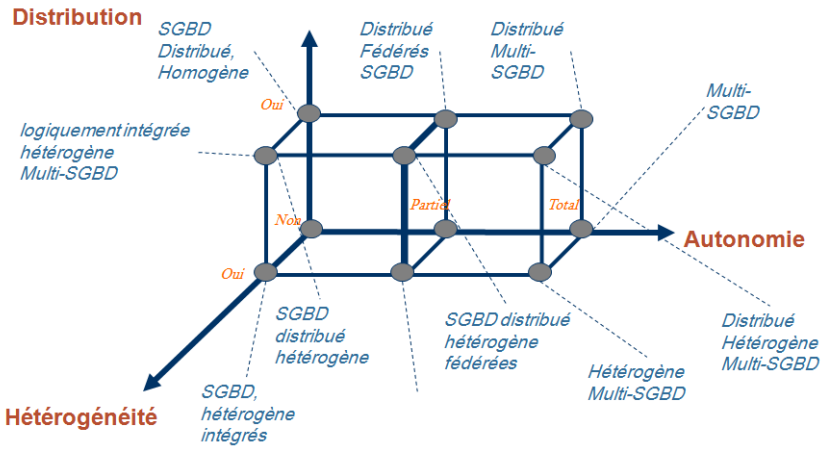


FIGURE 4.2 – Taxonomies des architectures [SL90]

Local-as-Views » (GLAV) pour permettre l'assertion d'inclusions de requêtes combinant des relations provenant de différentes sources.

Divers types d'architecture sous-jacents ont été aussi évoqués depuis les réseaux de distribution classique jusqu'aux architectures *Peer to Peer* (P2P).

Approche « entrepôt »

L'alternative aux approches distribuées est l'intégration de données dite a priori par construction d'entrepôts et magasins de données (Cf. Figure 4.3). Le schéma de l'entrepôt est conçu à partir d'une réflexion autour de l'exploi-

tation future de données et traditionnellement on articule le schéma autour de faits et de hiérarchies de dimension (avec recours à l'usage de métadonnées). Les informations pertinentes sont extraites des sources de données (qui elles peuvent être distribuées) puis transformées et filtrées avant d'être chargées dans l'entrepôt (Extraction, Traitement et Chargement : ETL). L'utilisateur accède directement à l'entrepôt par l'intermédiaire de requêtes utilisant des opérateurs spécifiques et selon les besoins applicatifs, l'entrepôt peut être décliné en magasins distribués.

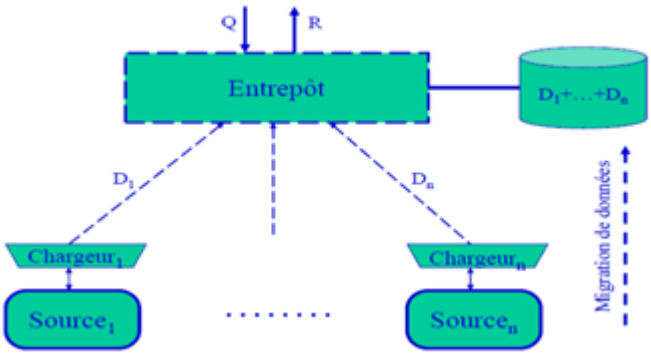


FIGURE 4.3 – Approche centralisée (entreposage)

4.2 Géomatique collaborative

Nous présenterons tout d'abord un aperçu sur l'évolution de la participation sociétale avant de citer les outils disponibles pour l'opérationnalisation de cette collaboration.

Aperçu sur l'évolution de la participation sociétale

Selon Fiorino (1966) cité par [All01], la participation fait référence à toute forme d'implication, dans le processus de gestion d'un système donné, d'acteurs n'appartenant pas au dispositif formel en charge du pouvoir de décision sur ce système. En 1983 Goudbout [God83] désigne par participation des citoyens « les différents rôles que sont amenés à remplir, au sein d'une organisation, ceux qui sont reliés à elle par leur statut d'usager, de « client », de bénéficiaire ou, de façon plus générale, par le fait d'être touchés par les décisions prises par cette organisation ». Il ([God83]) la définit plus nettement comme étant « le processus d'échange volontaire entre une organisation qui accorde un certain degré de pouvoir aux personnes touchées par elle et ces

personnes, qui acceptent en retour un certain degré de mobilisation en faveur de l'organisation ». Certaine définitions vont dans le sens de la participation publique qui implique les citoyens sans aucune exigence sur la qualité de leur participation. Les auteurs de ces définitions désignent la participation comme le processus décisionnel intégrant des participants d'origines différentes et de statuts variés. Par exemple [VdH00] la désigne comme un « arrangement par lequel différents acteurs sont réunis pour participer **plus ou moins directement**, et **plus ou moins formellement**, au processus de prise de décision ». Dans le cadre de ce travail, nous adoptons la définition qui qualifie le processus de participation en lui conférant une dimension collaborative de manière à ce que le **processus de prise de décision** intègre à côté ou parmi les participants officiellement en charge de la décision (par hiérarchie, par délégation ou par représentation) d'autre participants qui ne sont en charge d'aucun pouvoir formel dans le processus de prise de décision.

Sur le plan sociétal, les thématiques **« SIG et Société »** ont intéressé la recherche et suscité des débats interdisciplinaires houleux (notamment entre chercheurs en sciences sociales et praticiens des SIG) sur les volets historiques, épistémologiques, sociétaux, et ontologiques de la technologie [Gre11].
Les questions de pertinence théorique, du statut épistémologique de l'acteur en géographie, des cadres déterminants et/ou contraignants de son action, et du caractère opératoire de « l'acteur territorialisé » sont abordées dans [GGLR03]. Ces derniers [GGLR03] trouvent que le rôle du citoyen dans la gestion du territoriale dépasse largement le cadre du simple usager. Il est désormais un vrai acteur, du moment qu'il vote, paye les impôts ou encore participe aux débats publics.
Cependant, la controverse qui régnait en fin des années 1960, sur la « participation des citoyens », le « contrôle citoyen », et « l'implication maximale possible des pauvres », a été menée essentiellement en termes de rhétorique exacerbée et euphémismes trompeurs [Arn69]. Afin de booster le dialogue, [Arn69] propose une typologie de la participation citoyenne en utilisant des exemples de trois programmes fédéraux sociaux : la rénovation urbaine, la lutte contre la pauvreté, et la conception de villes modèles. Cette typologie consiste en un modèle d'échelle relative au degré de participation dans lequel chaque échelon correspond à l'étendue du pouvoir des citoyens dans la détermination du plan et / ou programme (cf. figure **??**).

Les cartes étant depuis la nuit des temps un support permettant l'appropriation des phénomènes spatiaux. En effet, déjà en 1854, une carte de la propagation de l'épidémie de choléra permet au médecin britannique John Snow [Sno54], cité par [Joh06], de mettre en évidence la dissémination de la maladie par l'intermédiaire des points de distribution d'eau. Cette découverte illustre la puissance de l'information géographique et c'est tout naturellement

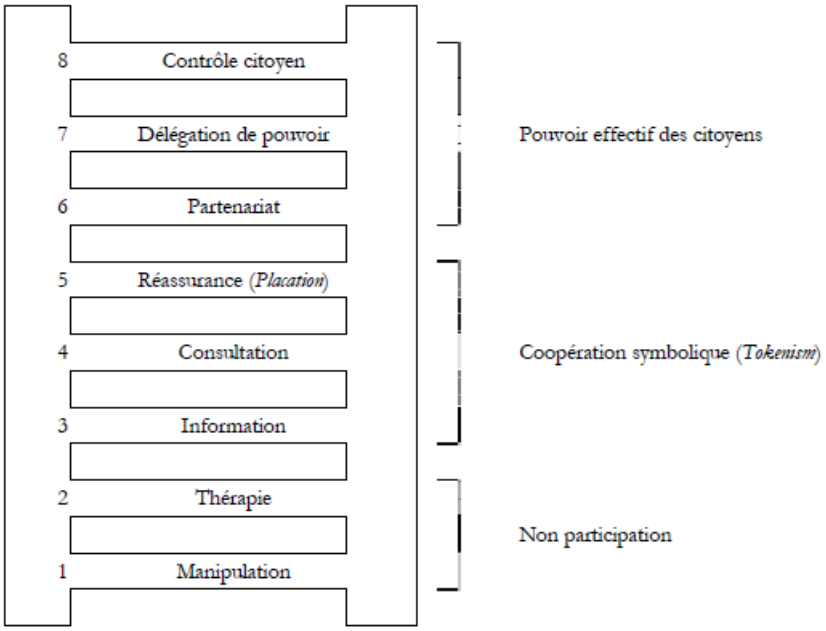


FIGURE 4.4 – Echelle de participation à 8 échelons, d'après [Arn69]

ce support qui va « médier » les interactions entre humains.

Le concept et la création des **cartes participatives** a débuté en fin des années 1980, (Cf. Figure 4.5) .

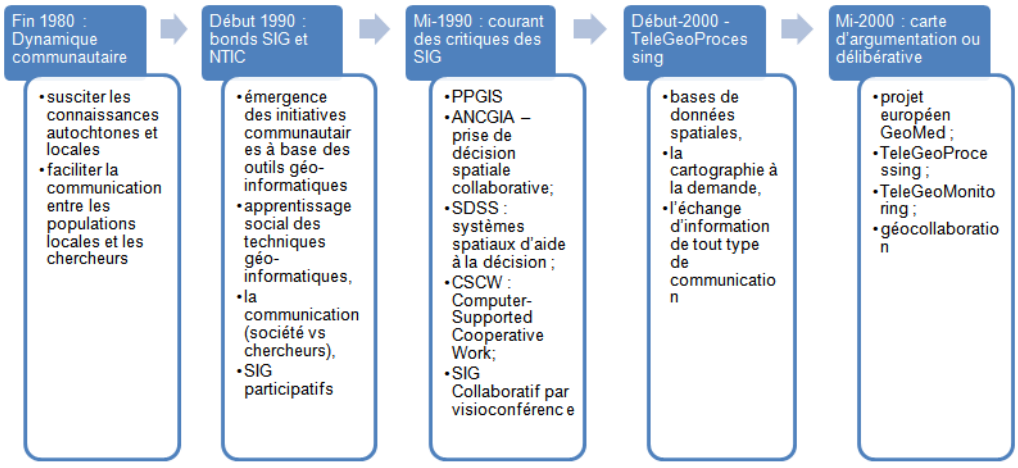


FIGURE 4.5 – Historique de l'évolution des cartes participatives ([Lau98] ; [Sie06] ; [LST01] ; [Rin01] ; [BRBC12])

Au milieu des année 1990, le courant des critiques des SIG est monté

d'un cran avec le lancement par l'ANCGIA (American National Center for Geographic Information and Analysis) de ses 16ème et 17ème initiatives portant sur la prise de décision spatiale collaborative. Ces initiatives visaient à étendre les cadres conceptuels des systèmes spatiaux d'aide à la décision (SDSS) pour supporter des groupes de décideurs dans la recherche de solutions propices aux problèmes spatiaux complexes. Les standards SIG ont été jugé insatisfaisants sur plusieurs plans (objectivité, impartialité, accès, propriété, représentation démocratique, contrôle, confidentialité, vie privée, étique et valeurs des services publics). Cette mouvance critique des SIG a légitimé les appels au développement d'une version alternative des SIG supportant la participation du public. Une grande variété de systèmes et d'outils géo-informatiques ont été proposés aux personnes défavorisées pour encourager l'apprentissage social et soutenir la communication dans les deux sens et élargir la participation du public à travers les contextes socio-économiques. Ce contexte a favorisé le développement rapide de la gestion communautaire de l'information spatiale à travers ce que l'on appelle généralement SIG participatifs (SIGP) [Sie06]. C'est dans ce contexte qu'en 1998 Laurini introduisit la notion de Computer-Supported Cooperative Work (CSCW) [Lau98]. Dans la même période un nouveau système d'information géographique collaboratif, mais cette fois-ci, par vidéoconférence fut proposé par Cowen [CSJ98].

La période qui suit a été marquée par un nouveau tournant dans l'histoire de l'évolution des outils géoinformatiques qui s'est concrétisé par l'émergence d'une nouvelle discipline (**TeleGeoProcessing**) caractérisée par les bases de données spatiales, la cartographie à la demande, l'échange d'information entre sites distants à l'aide de tout type et système de communication et d'analyse de données spatiales en ligne [LST01]. Dans cette mouvance, ([JN01]) proposent un cadre conceptuel permettant d'intégrer les situations de participation publique et des décisions collaboratives. Cette discipline a vite évolué, faisant intervenir l'usage des outils de positionnement (Global Positioning System GPS), les bases de données spatiales et les groupes de prise de décisions dynamiques, vers ce qu'ils [LST01] appellent le **Telegeo-monitoring**.

L'action citoyenne, c'est-à-dire la participation du citoyen lambda à l'élaboration des décisions qui le concernent, a su tirer parti de la co-évolution des SIG et du Web, grâce à l'émergence du **SIG 2.0**, rencontre du Web 2.0 avec les SIG, ce qui représente une certaine forme d'autorégulation entre technologie et société [Gre11].

Géomatique collaborative et les outils informatiques disponibles

Conformément aux objectifs que nous nous sommes fixés, notamment celui de développer les aspects géomatiques, nous devons passer en revue les différents outils et standards utilisés dans ce domaine. Nous commencerons par un état de l'art relatif à la « cartographie en ligne » ou *webmapping* et aux outils permettant la communication et l'échange de données entre applications et systèmes hétérogènes dans des environnements distribués.
Notre analyse portera sur les services web géographiques, notamment en les positionnant dans le cadre plus général des services web « informatiques ». Nous aborderons, ensuite la question épineuse de l'aménagement des écosystèmes marins exploités à l'heure de la démocratisation des nouvelles technologies, vue sous l'angle de participation publique au processus de prise de décision.

Géomatique collaborative et Services web géographiques

Selon [Rox09], « les services représentent un concept très « *en vogue* » dans l'informatique d'aujourd'hui [1], mais peu de personnes peuvent en donner une définition claire et exacte. Non seulement les définitions varient en fonction du domaine d'application, mais même pour un même domaine d'application, plusieurs définitions similaires existent ».

Le consortium W3C donne la définition suivante : « Un service Web est une application logicielle identifiée par un URI, dont les interfaces et les liaisons sont susceptibles d'être définies, décrites et découvertes par des artefacts « *XML* » et supportent les interactions directes avec d'autres applications logicielles utilisant des messages basés sur « *XML* » via des protocoles basés sur Internet ».

Dans le contexte de la mise en œuvre d'Architectures Orientées Services (SOA : Service Oriented Architecture), les Web Services reposent sur les normes ou spécifications *XML* suivantes :

- SOAP : pour les besoins de transport des données et l'infrastructure de communication ;
- WSDL : pour les besoins de description des services offerts ;
- UDDI : catalogue ou annuaire pour le référencement des services par les fournisseurs et leur découverte par les utilisateurs.

1. Selon [PYP08], les services web (on utilise souvent le sigle WS-*) émergent au début des années 2000 dans le monde des systèmes d'information

L'architecture orientée service (Cf. Figure 4.6) nous est fondamentale pour assurer l'interopérabilité envisagée des données et des traitements et ce quelle que soit le type de technologies utilisées. Dans ce cadre, de nombreuses initiatives ont vu le jour notamment autour de la normalisation et standardisation. Dans le domaine de l'information spatialisée nous pouvons citer les normes de méta-données ISO 19115/15-2/19 ainsi que les standards de l'OGC relatifs aux Web services : i) Web Map Service (WMS)/Web Feature Service (WFS) pour afficher une carte comportant une ou plusieurs couches thématiques / pour accéder aux entités vecteur de la couche ; ii) Catalog Service pour le Web (CS-W) pour interagir avec des catalogues de méta-données (relatives à des données ou des services) et rechercher parmi les entrées de ceux-ci ; iii) Web Processing Service (WPS) qui décrit les règles de normalisation des entrées/sorties (demandes et réponses) pour les services de traitement de données cartographiques.

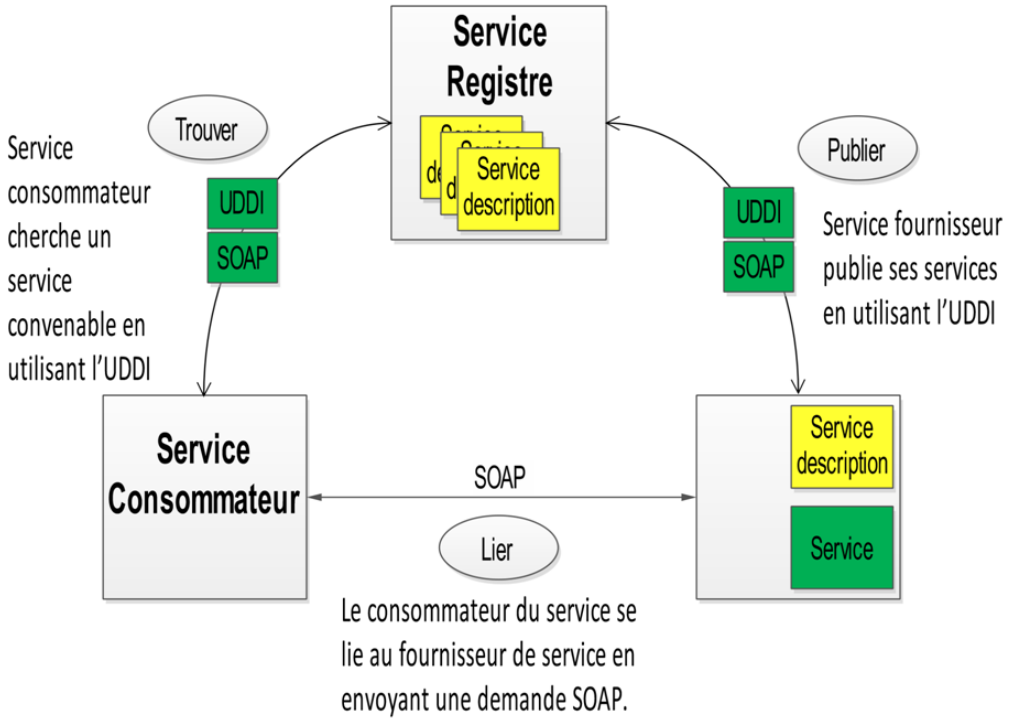


FIGURE 4.6 – Modèle général pour une architecture web service, exemple de combinaison (SOAP+WSDL+UDDI) [BGL14]

Géomatique collaborative et outils de catalogage

Tout utilisateur de ressources (donnée et actuellement logiciels ou services), de quelque nature qu'elles soient, est confronté aux problèmes suivants : comment localiser la ressource la plus pertinente pour l'usage envisagé d'une part et comment faire savoir à des communautés diverses le fait qu'il produit ou détient celle-ci. Pour cela, le moyen le plus répandu depuis des siècles est celui de la **méta-donnée**. Par définition, les méta-données sont des informations de niveau supérieur (souvent appelées descripteurs) à celui des ressources concernées.

Plus près de nous, les utilisateurs de l'information géographique sont depuis de longues années habitués à renseigner et manipuler des méta-données car les données produites ou collectées sont souvent onéreuses, volumineuses et de qualité dépendante de la technique d'acquisition ou de production.

L'usage de la méta-donnée c'est aussi étendu lors de l'avènement du Web. les premiers outils et travaux utilisant les méta-données, ont été les **annuaires** (*Yahoo fut un des premiers annuaires*) puis les moteurs de recherche (*AltaVista, Google, Inktomi, Northern Light*, etc.). Initialement, les premiers annuaires accessibles sur Internet demandaient au gestionnaire de l'annuaire de définir les méta-données qui restaient à l'état de mots-clés, voire de description textuelle plus ou moins structurée et conforme à des modèles propriétaires.

Nous allons donc faire un rapide tour d'horizon autour des initiatives de catalogage dédiées aux données et aux composants logiciels, basées sur des normes descriptives.

Catalogues de méta-données afférents aux données .

Dans le contexte particulier de l'information géographique, le catalogage s'appuie sur l'adoption de normes descriptives standardisées définies par divers organismes ou groupes de travail qui ont analysé et répondu aux besoins métiers de différentes communautés d'utilisateurs. Pour tout type de ressources : *Dublin Core* [WB02] (http ://dublincore.org), et pour l'information spatiale : CEN Comité Européen de Normalisation TC 287 (http ://centc287.eu/), *Federal Geographic Data Commitee (FGDC)* (https ://www.fgdc.gov/), *ISO International Organisation for Standardisation* TC 211 (www.isotc211.org/), *ANZLIC* (www.anzlic.gov.au) the Spatial Information Council : Home, l'OpenGIS Consortium : OPenGIS, (www.opengeospatial.org), EML / Darwin Core pour la biodiversité ...

Indépendamment de leurs différences, l'objectif affiché de ces normes est de structurer et de donner un sens aux éléments de métadonnées ainsi qu'à leurs valeurs pour permettre ainsi une interopérabilité syntaxique et sémantique. Il s'agit d'uniformiser la manière d'effectuer la description/indexation des res-

sources et par voie de conséquence d'améliorer les échanges et le partage *a posteriori* en dehors du contexte de production. De manière générale, les normes proposent un guide de structuration des métadonnées nécessaires à la description d'une ressource. Les métadonnées sont présentées sous forme d'éléments (sections ou rubriques) lesquels peuvent, selon leur sémantique, être regroupés en catégories. Par exemple, la norme *Dublin Core*, dans sa version la plus légère, propose 15 éléments de description relatifs au contenu d'une ressource classifiés en trois catégories concernant :

- Le contenu de la ressource : titre, sujet ou codes de classement, description, source, langue, lien vers une autre ressource, couverture spatiale et temporelle ;
- La propriété intellectuelle : créateur, éditeur, collaborateur, droits d'utilisation ;
- La matérialisation de la ressource : cycle de vie, type, format, identificateur.

Ce noyau d'éléments génériques peut être appliqué à n'importe quelle ressource et se retrouve donc dans les normes métiers qui le complètent par des éléments plus spécifiques au domaine d'application. Par exemple, la norme ISO19115/19139 dédiée aux méta-données pour l'information géographique, tout comme le standard FGDC, complète la proposition du *Dublin Core* pour prendre en compte les spécificités des ressources concernées dans des *packages* de méta-données plus spécifiques : système de référence spatial, étendue spatiale et temporelle de la ressource, modalités de distribution (résolution, mode raster ou vecteur...).

La norme ISO 19115 incite explicitement à produire des méta-données de qualité (mise à jour et traçabilité / généalogie / historique) et révèle plusieurs problèmes d'adaptation au contexte d'implémentation qui sont :

- la connexion avec la sémantique du domaine concerné. Comment aider le producteur de méta-données à décrire la thématique de la ressource. Pour éviter les difficultés d'interprétation des valeurs saisies pour renseigner ces divers éléments, les guides associés aux normes recommandent l'utilisation de formats prédéfinis. Ces formats relèvent de notations, contraintes ou de structures plus ou moins élaborées comme les Code Listes ou autres vocabulaires contrôlés (pour les mots clés en particulier). En effet, une recherche de ressource sera d'autant plus pertinente et complète pour l'utilisateur s'il s'appuie sur des vocabulaires contrôlés (des glossaires voire des thésaurus ou des ontologies).
- l'extensibilité. De nombreux travaux actuels tendent à définir, au-delà du guide préconisé, des ensembles personnalisés d'éléments de métadonnées (il s'agit de définir des sous-ensembles judicieux d'éléments regroupés en ce que l'on dénomme « profils »). Cette démarche est

adoptée au niveau européen dans le cadre de la directive INSPIRE Infrastructure for Spatial Information in Europe pour profiler la norme ISO 19115 (http ://www.ec-gis.org/inspire/) et l'adapter aux besoins des états membres et de l'UE.

Au-delà du choix des normes, le producteur de méta-données doit décider de la forme qu'il souhaite donner à son catalogue. Les méta-données peuvent être directement décrites et intégrées dans la ressource (par exemple dans un fichier de séquence génomique ou dans un fichier netCDF, où méta-donnée et donnée sont regroupées), ou elles peuvent être dissociées des ressources et simplement les référencer depuis un système extérieur. La frontière reste souvent complexe à définir. Dans le cas où méta-données et ressources sont disjointes la localisation de la ressource devient plus rapide (indexation) et assure, de plus, un niveau de protection exigé par les communautés scientifiques. Mais on court alors le risque, d'une part, de dissocier les cycles de vie de la ressource et de ses méta-données (problème de maintenance des mises à jour) et, d'autre part, de complexifier l'accès direct à la ressource elle-même. Si les méta-données et les ressources décrites sont entreposées dans un système de gestion de base de données, le service de catalogage bénéficie alors de la puissance d'interrogation du SGBD sous-jacent. Cette solution est retenue par de nombreux services de catalogage constituant l'ossature essentielle de portails dédiés.

Catalogues de méta-données afférents aux logiciels .
L'ère des services Web a aussi introduit un nouveau type d'annuaire (UDDI Universal Description Discovery and Integration) ou catalogue relatif aux services, mais celui-ci comme tout catalogue nécessite en préalable l'opération de publication du service concerné, c'est-à-dire une description de ce que l'on peut considérer comme des méta-données conformes au modèle défini par l'UDDI.

UDDI - Universal Description de Discovery and Integration Les services Web ne peuvent être utiles que si les utilisateurs potentiels peuvent trouver des informations suffisantes pour permettre leur exécution. L'objectif de « *Universal Description de Discovery and Integration (UDDI)* » est la définition d'un ensemble de services de soutien pour la description et la découverte de (1) les entreprises, les organisations et les autres fournisseurs de services Web ; (2) les services Web qu'ils mettent à disposition ; et (3) les interfaces techniques qui peuvent être utilisés pour accéder à ces services. Le modèle de représentation de la structure des métadonnées d'un registre UDDI est présenté Figure 4.7.

Il est composé des types suivants :

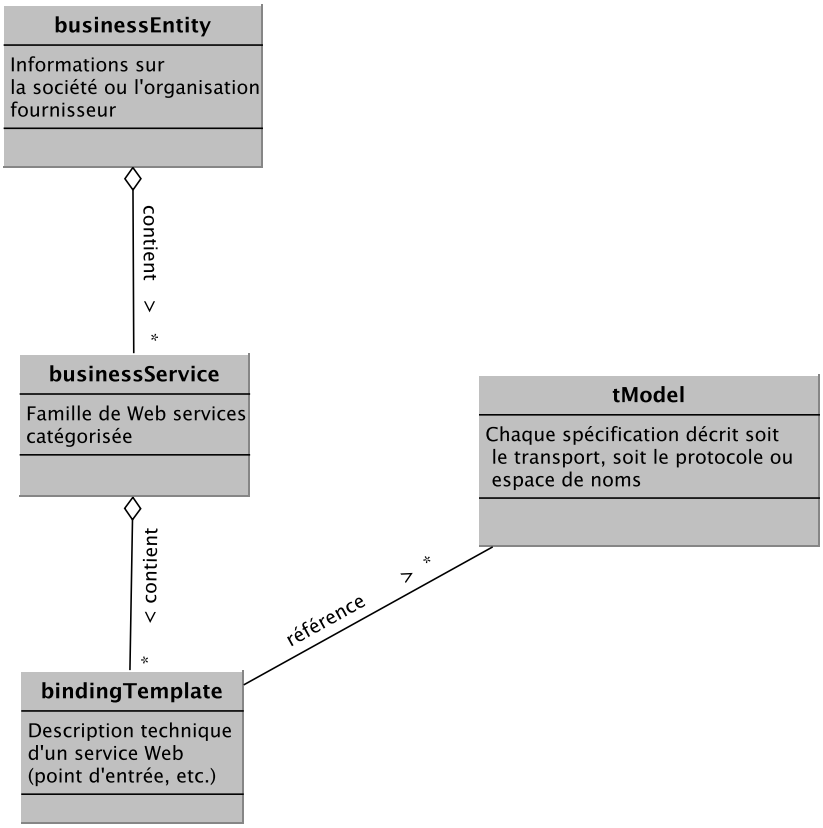


FIGURE 4.7 – Structure de données du registre UDDI [SHRR04]

- *businessEntity* : qui décrit une société ou organisation qui fournit des services Web,
- *businessService* : qui décrit un ensemble de services Web connexes (famille) offert,
- *bindingTemplate* : qui décrit les informations techniques nécessaires pour l'utilisation d'un service Web particulier, notamment celles utiles pour déterminer le point d'entrée et les spécifications de construction pour appeler le service,
- *tModel* : qui fournit un système de références pour aider à la reconnaissance des services Web et servir de spécification technique au service Web concerné.

Le catalogue UDDI est, quant à lui, composé d'instances de ces structures de données appelées entités persistantes.

Les registres UDDI sont en relation avec des documents WSDL.

WSDL (Web Service Description Language) WSDL (Web Service Description Language) pour les Web Services est l'équivalent de IDL (Interface Definition Language) pour la programmation distribuée (CORBA, DCOM). Ce langage permet de décrire de façon précise les Web Services, en incluant des détails tels que les protocoles, les serveurs, les ports utilisés, les opérations pouvant être effectuées, les formats des messages d'entrée et de sortie, et les exceptions pouvant être renvoyées. La figure 4.8 illustre les relations entre UDDI et WSDL. L'élément de service *WSDL* référence l'élément de liaison *WSDL*. L'URL du document contenant l'élément de liaison *WSDL* est publiée dans le registre métier *UDDI* en tant que *tModel*. L'URL du document contenant l'élément de service WSDL est publiée dans le registre métier UDDI en tant que *businessService* et contient des informations sur l'élément *bindingTemplate*.

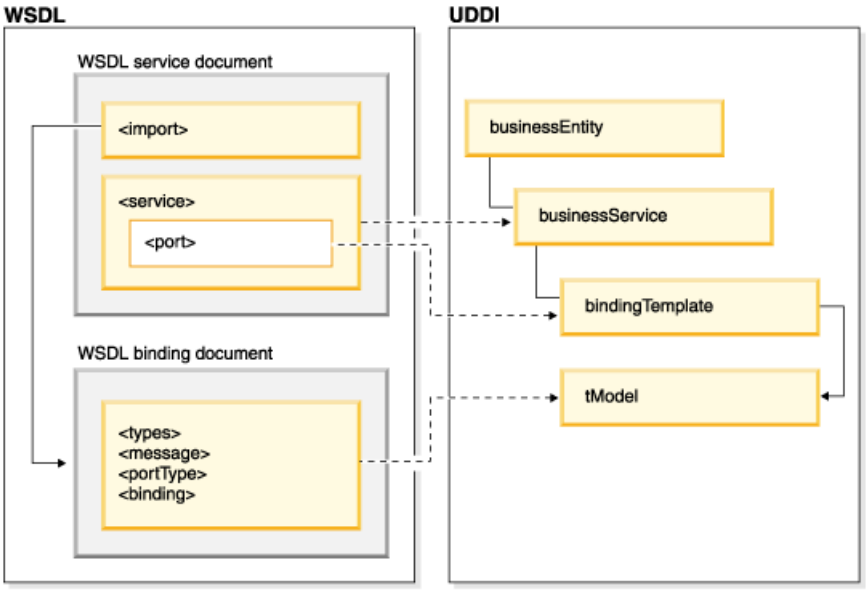


FIGURE 4.8 – Relation entre UDDI et WSDL, (cf. IBM Knowledge Center)

4.3 Proposition existantes répondant aux défis fixés

L'analyse que nous avons voulue assez large et approfondie de la littérature disponible, nous a permis de découvrir un ensemble de propositions qui répondent, plus ou moins, aux caractéristiques et fonctionnalités du système

recherché telles que nous les avions identifiées et inventoriées dans la section 5.2, précédente.

Atlas

La notion d'atlas est initialement liée à des recueils de cartes géographiques. Aujourd'hui, les atlas sont des produits éditoriaux extrêmement différenciés (selon le public visé, leurs objets, leur spécificité) et de plus en plus accessibles sur le Web.

Atlas des pêcheries de la Manche / Channel Fisheries Atlas (CHARM III) Cet atlas a été réalisé dans le cadre du programme CHARM III[2], sélectionné dans le cadre du programme européen de coopération transfrontalière INTERREG IV A France (Manche) – Angleterre, cofinancé par le FEDER. Dans le secteur de la pêche et de l'aquaculture, en France, par exemple, la Direction des pêches maritimes et de l'aquaculture (DPMA) est maître d'ouvrage d'un Portail Halieutique[3]. Celui-ci est un « outil de connaissance, de gestion et d'information sur l'activité halieutique française. Il est également un outil d'aide à la décision sur la conduite de cette activité ». Cet outil donne accès à diverses informations mais nécessite une identification. Il permet aussi via des liens de redirection l'accès à des informations plus générales de l'union européenne.

Atlas de la pêche palangrière réunionnaise de l'océan Indien Dans le cadre du projet IOSSS-ESPADON, un atlas[4] de la pêcherie palangrière de l'océan Indien a été réalisé. Il synthétise l'historique depuis les années 1950 de la pêche palangrière de l'océan Indien en termes d'effort de pêche et de captures d'espadon ainsi que l'évolution annuelle depuis 1994 de l'activité de la flottille réunionnaise (effort de pêche, captures et rendements pour les principales espèces ciblées).

Atlas des pêches en Afrique de l'Ouest l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) a adopté un programme régional de renforcement de la collecte de données statistiques des pêches dans les Etats membres et la création d'une base de données régionale, avec le double objectif de renforcer les systèmes statistiques nationaux et de développer leur capacité à échanger et communiquer entre eux. S'appuyant sur une assistance technique de l'IRD, d'Agrocampus Ouest et d'Océanic Développement,

2. http ://sirs.agrocampus-ouest.fr/CHARM_V2
3. (http ://projets.ifremer.fr/sigdpma/Complements/Partenaires)
4. http ://wwz.ifremer.fr/lareunion/Les-outils/Atlas/Peche-palangriere

ce programme vise la production d'indicateurs fiables sur la production et la commercialisation ainsi que sur les exploitants et les méthodes d'exploitation des ressources halieutiques Une première enquête, focalisée sur la seule pêche artisanale continentale et lagunaire, a été conduite simultanément dans les 8 états membres en 2012. Les données collectées ont été rassemblées dans une base de donnés commune et les résultats analysés conjointement dans une démarche par pays. Ces analyses ont conduit à l'élaboration de 8 rapports nationaux et d'un rapport régional ainsi qu'à la publication d'un Atlas numérique en ligne : www.http ://atlas.statpeche-uemoa.org [5]

En Mauritanie, un atlas océanographique a été mis en place en 2002 Tout en étant statique, depuis lors, cet atlas [6] n'a pas été entretenu ou mis à jour et par conséquent, son contenu est devenu obsolète. Il a été réalisé dans le cadre du projet « Ocean Data and Information Network for Africa (ODINAFRICA) », qui rassemble plus de 40 institutions appartenant à vingt-cinq pays d'Afrique (Algérie, Angola, Bénin, Cameroun, Comores, Congo, Côte d'Ivoire, Egypte, Gabon, Ghana, Guinée, le Kenya, Madagascar, Mauritanie, Maroc, Maurice, Mozambique, Namibie, Nigeria, Sénégal, Seychelles, Afrique du Sud, République-Unie de Tanzanie, Togo et Tunisie). Avec le soutien de la Commission Océanographique Intergouvernementale (COI) de l'UNESCO et le Gouvernement des Flandres (Royaume de Belgique), le réseau vise à relever les défis auxquels ses membres font face pour assurer que les données côtières et les informations océanographiques générées dans les programmes nationaux, régionaux et mondiaux soient facilement disponibles pour un large éventail d'utilisateurs et dans un format facilement compréhensible [DGPAC+14].

Coastal and Marine Atlases Dans le cadre du projet « **Regional Cooperation in Scientific Information Exchange in the Western Indian Ocean region (RECOSCIX-WIO)** », le projet « **The International Oceanographic Data and Information Exchange (IODE)** », a mis l'accent sur le développement de la capacité et l'infrastructure pour la collecte, le traitement, l'archivage, l'analyse, l'interprétation et la diffusion de données et d'informations produites, ce qui a donné naissance à cet atlas [7].

5. Il concerne les pays de l'Union Économique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) : Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée-Bissau, Mali, Niger, Sénégal, Togo. Source. https ://www.ird.fr/toute-l-actualite/actualites/dossiers/atlas-des-peches-en-afrique-de-l-ouest

6. http ://www.nodc-mauritania.org/en/getting-started/using-joomla/86-news-artilces/35-professionals

7. www.africanmarineatlas.org

Ocean Biogeographic Information System – (OBIS) OBIS [8] est une base de données en libre accès qui permet aux utilisateurs de rechercher des jeux de données d'espèces marines dans les océans du monde et des mers bordières. OBIS site permet l'accès à :

- des données taxonomiques et géographiques dévolues à la vie marine et à l'environnement de l'océan,
- des bases de données similaires interopérables,
- des outils logiciels pour l'exploration et l'analyse des données.

Observatoire virtuel

La notion d'observatoire virtuel, comme vue dans le précédent chapitre, renvoie au concept d'**environnement ou laboratoire virtuel de recherche** visant à faciliter ou promouvoir la **collaboration** au sein de la communauté scientifique. Ce concept connu sous l'acronyme « *VRE* » de son nom en anglais « *virtual research environment* » fut étudié au sein de l'agence britanique JISC [9] [CR10].

Pour [CCP13], il s'agit d'un environnement de travail innovant, basé sur le web, orienté communauté, flexible mais sécurisé, conçu pour répondre aux besoins de la science moderne.

Selon [CR10], le but d'un environnement de recherche virtuel (ERV) est d'aider les chercheurs de différentes disciplines de travailler en collaboration par la gestion de gammes de plus en plus complexes de tâches impliquées dans la réalisation de recherches aussi bien sur la petite que sur la grande échelle.

Un premier exemple qui concrétise cette conception est bien celui de « *(**G**lobal **E**arth **O**bservation **S**ystem of **S**ystems (**GEOSS**)* [10]. Fondé en 2005, le groupe *GEO* est un partenariat volontaire des gouvernements et des organisations qui envisage « un avenir dans lequel les décisions et les actions pour le bénéfice de l'humanité sont informés par des observations et des informations du globe coordonnées, globales et soutenues ». Le groupe *GEO* compte 96 pays et Gouvernements membres comprenant la Commission européenne en plus de 87 organisations participantes composées d'organismes internationaux dont le mandat est l'observation de la Terre. Ensemble, la communauté du groupe *GEO* crée un système de systèmes pour l'observation globale de la Terre (*GEOSS*) qui permettra de relier les ressources d'observation de la Terre à travers le monde entier et les différentes prestations sociétales - l'agri-

8. http ://www.iobis.org

9. *Joint Information Systems Committee*, créée en 1993 pour soutenir l'enseignement supérieur et la recherche et assurer un *leadership* dans l'utilisation des technologies de l'information et de la communication

10. http ://www.earthobservations.org/index.php

culture, la biodiversité, le climat, les catastrophes, les écosystèmes, l'énergie, la santé, l'eau et la météo - et rendre ces ressources disponibles pour prendre des décisions mieux informées. L'union européenne a mis en place un groupe spécifique à elle qui est « *EuroGEOSS* ». Il s'agit d'un projet intégré à grande échelle dans le septième programme-cadre de la Commission européenne. Il fait partie du domaine thématique : « ENV.2008.4.1.1.1 : système européen d'observation de l'environnement du globe terrestre, soutenu par *INSPIRE* et compatible avec le *GEOSS* ».

Dans le domaine des sciences marines, selon [CCC+14], cité par [BGB15] le projet **D4Science** et son point d'accès *iMarineGateway*[11] offre aux scientifiques du projet *iMarine*[12] un environnement assisté par ordinateur intégré et flexible, construit sur des bases de données existantes et des systèmes d'information pour faciliter l'accès et la réutilisation de celles-ci. Il propose des services pour soutenir deux phases clés de la pratique de la réutilisation, à savoir, l'acquisition de données et la préparation des données. L'expression « acquisition de données » recouvre les fonctionnalités de découverte, sélection et accès aux données recherchées dans les bases de données diverses et dispersées de façon homogène. Par « préparation des données », on entend l'action qui précède la réutilisation effective des données, c'est-à-dire, la classification et la fusion des données découvertes pertinentes pour le but de l'activité de recherche.

4.4 Synthèse des approches existantes

Comme nous l'avons vu dans la section 4.1, pour aborder la question de l'interopérabilité recherchée, deux voies de solution (l'entreposage et la médiation) se présentent actuellement. Dans le cas de l'entreposage [RKZ00], les données sont extraites, mises en forme et stockées dans un entrepôt centralisé. Ensuite, les requêtes sont adressées à cette nouvelle base de données localisée au sein du système central dit *Entrepôt*, qui se déconnecte des sources initiales (du moins entre deux mises à jour). Cette approche a le mérite d'être performante en termes de rapidité d'exécution des traitements et de production des indicateurs. Par contre, l'actualisation des données de l'entrepôt central demande un rechargement régulier à partir des sources initiales (ce qui peut s'avérer coûteux) et peut même nécessiter une évolution du schéma de l'entrepôt. Les résultats des traitements sont donc dépendants de l'état de l'entrepôt. Si cette mise à jour n'est pas assurée régulièrement les indicateurs proposés deviennent obsolètes et perdent du coup leur intérêt pour

11. https ://i-marine.d4science.org/
12. http ://www.i-marine.eu/Pages/Home.aspx

la prise de décision qui doit s'appuyer sur des données et des connaissances actuelles.

La seconde voie est celle de la médiation [Wie92]. Les données sont extraites directement par requêtes à partir leurs sources originales et les traitements leur sont appliqués en temps réel, ce qui fait que les résultats sont mis à jour dynamiquement en fonction de l'état des sources qui normalement bénéficient d'un suivi rapproché localement au sein du système partenaire. Par contre, la performance globale du système central, dans ce cas, peut chuter car les sources sont sollicitées à chaque requête.

Comme nous l'avons vu dans la section 4.2, l'évolution de la géomatique collaborative, sur les trente dernières années, a été marquée par trois tournants historiques que nous synthétisons comme suit [BGL14] :

La première période est une période d'adaptation à divers profils utilisateurs dans un contexte de système fermé, s'est produite en plein milieu des années 1990. A cette époque, les SIG ont évolué d'une perspective d'expertise purement technique vers des SIG plus participatifs donnant naissance au terme du PPGIS (Public Participatory GIS). On note que pendant cette période, l'approche traditionnelle « top-down » a commencé à céder petit à petit la place à l'approche horizontale [en anglais : bottom-up], ce qui va de pair avec les objectifs participatifs [Sie06] et [BRBC12].

La seconde période est une période d'appel à contribution, dans un contexte de système ouvert, permettant l'interaction utilisateur/système, est caractérisée par l'évolution des SIG de l'approche PPGIS vers une approche VGI (Volunteered Geographic Information). Il s'agit de systèmes [13] utilisant le web pour créer, assembler et disséminer l'information géographique provenant volontairement des individus. Cette évolution a concrétisé l'ancrage de l'approche ascendante au sein des SIG. Ainsi, on assiste à une transformation radicale dans le comportement et l'usage que font les citoyens qui sont maintenant capables de produire et introduire, sans assistance, l'information, et d'observer et décrire le monde, à l'aide des nouvelles technologies géoinformatiques. L'exemple du projet OpenStreetMap marque le tournant de l'évolution des outils SIG du participatif encadré vers une approche contributive volontaire ou spontané.

13. (http ://www.ncgia.ucsb.edu/projects/vgi)

La troisième période est une période d'interaction, dans un contexte de système ouvert, permettant l'interaction utilisateur/utilisateur, médiée par le système (interactions internes), c'est celle de la fin des années 2000 à nos jours où, les SIG évoluent vers les WikiGIS ou WikiSIG. Ce dernier, conçu pour supporter efficacement le travail collaboratif spatialisé et produire de l'information géographique tout en documentant et visualisant cartographiquement l'ensemble des contributions des acteurs impliqués, s'appuie sur un système de gestion des contenus (CMS) de type wiki [BRBC12].

Notre idée centrale est que le système global recherché doit se situer sur un point équidistant des deux approches de l'interopérabilité (entreposage et médiation) permettant à la fois, de **centraliser les traitements** pour produire et proposer des indicateurs pertinents à la prise de décision et en même temps garantir que les **indicateurs ainsi produits soient dynamiquement actualisés**, sans que cela nuise à la **performance du système global**.

D'autre part, notre approche se situe résolument au cœur de la troisième période d'évolution des outils géomatiques collaboratifs, celle de d'*interaction, dans un contexte de système ouvert*. Nous devons donc, nous appuyer sur l'architecture orientée services et les services web notamment géographiques présentés en section 4.2, pour proposer une plate-forme géomatique permettant la collaboration et l'intégration des systèmes d'information partenaires.

Chapitre 5

Proposition

Sommaire

5.1 Introduction 87
5.2 Vision du système d'information visé 88
Choix des données 90
Les usages 91
Les utilisateurs 93
5.3 Modèles 94
5.4 Architecture 99

5.1 Introduction

Nous sommes persuadés que la mise en place d'un observatoire global virtuel et collaboratif est la piste qui doit nous amener à l'exploitation efficiente de données à caractère spatial issues des champs de l'environnement et des sciences marines et ce, à des fins de prise de décision. En effet, ce système doit mobiliser de grandes quantités et de large variétés de données provenant de sources différentes et hétérogènes. Il est, de ce fait, tributaire de la capacité de collaboration des système d'information des partenaires et des acteurs impliqués.

L'intégration des ressources distribuées dans ces systèmes d'information est nécessaire pour disposer d'une vision intégrée de la réalité au vue de l'incapacité des visions parcellaires obtenues à l'aide des des systèmes séparés de satisfaire adéquatement les besoins de gestion intégrée des mers et des océans.

Dans les chapitres précédents, nous avons fait l'état des lieux de l'existant en termes de données et de systèmes d'information dans la zone de l'étude. Cette analyse approfondie nous a permis de décrire toutes les sources de données existantes, d'identifier celles qui sont nécessaires à la création d'indicateurs pertinents, d'identifier et catégoriser les utilisateurs potentiels

et d'analyser leurs besoins respectifs en matière d'accès aux données, de partage de ressources et enfin de définir leurs rôles dans la collaboration autour de notre problématique.

Nous avons aussi réalisé un panorama des travaux portant sur la médiation entre systèmes d'information partenaires et sur la collaboration entre acteurs et avons dégagé les diverses caractéristiques des solutions proposées.

Cette analyse nous a permis de comparer les fonctionnalités assurées par ces différentes propositions avec celles que nous nous sommes fixées. Nous pouvons alors constater qu'aucune de ces solutions ne propose, ou en tout cas pas dans sa globalité, ni la médiation entre systèmes d'information partenaires, ni la collaboration entre acteurs, et encore moins l'ensemble de ces caractéristiques, nécessaires pour que le système d'information soit collaboratif. Il s'agit en effet de permettre l'intégration, par médiation, de l'ensemble des sources de données et l'interaction entre acteurs du domaine autour d'un même système, en vue de produire des connaissances communes et asseoir des décisions concertées et consensuelles.

Dans ce chapitre, nous allons d'abord, en section 5.2 expliciter notre vision du système d'information collaboratif idéal recherché et en section 5.2, préciser et argumenter le choix des données que nous allons utiliser pour démontrer l'intérêt et la pertinence de celle-ci. Ensuite, en section 5.2 nous déterminons et caractérisons les différents usages et fonctionnalités de ce système et en section 5.2 nous en identifions les utilisateurs et décrivons les relations entre ceux-ci. Ce qui nous permet de présenter notre vision conceptuelle du système en section 5.3 et l'architecture sur laquelle il celui-ci reposera en section 5.8.

5.2 Vision du système d'information visé

Comme nous l'avons expliqué dans la section 1.4, notre approche vise à créer un environnement informatique permettant aux acteurs relevant des secteurs de la pêche et de l'environnement, pour des fins de prise de décisions concertées dans l'optique d'un développement et d'une gestion durables des ressources halieutiques, de partager au mieux leurs connaissances et par suite d'agir et interagir non seulement en tant qu'utilisateur de ressources, mais également en tant que gestionnaire rationnel de ces ressources.

Heureusement, le contexte actuel est marqué par l'importante évolution des technologies de l'information et de la communication (Web Sémantique,

Geoweb 2.0, etc.) qui favorise i) la représentation des données collectées et de l'expertise afférente (protocoles, connaissances) ; ii) l'accessibilité des données et informations issues de systèmes d'observation spatialement distribués ; cette évolution accroît également la réactivité de ces derniers ainsi que l'intensité des communications (Touzi, 2007).

Il s'agit pour nous dans ce contexte de concevoir et proposer un système d'information virtuel, collaboratif et décisionnel. Ce système idéal recherché se doit de :

- Proposer un **tableau de bord *unique et virtuel***, basé sur le calcul et la représentation graphique d'indicateurs (« Unique » pour permettre de fédérer tous les acteurs autour d'un même espace de travail et « virtuel », pour surmonter les difficultés inhérentes à l'intégration physique des sources de données hétérogènes et aux calculs des indicateurs intégrés.
  Cette caractéristique répond à la contrainte occasionnée par la *divergence voire le caractère conflictuel des objectifs* assignés à chacun de ces systèmes d'information (publics : aménagement et développement du secteur, privés : recherche de bénéfices, société civile : protection de l'environnement, etc.). Pour cela, il doit également proposer une **restitution graphique synthétique et harmonisée** (schématique, statistique, cartographique..).
- **Intégrer** les diverses sources de données issues des différents systèmes d'informations partenaires. Cette caractéristique vient en réponse à la contrainte imposée par la **dispersion spatiale** des systèmes partenaires et des acteurs liée à leur répartition géographique naturellement distribuée. Pour que cette intégration soit utile, le système visé doit, en plus :
- **Être indépendant** des plate-formes *techniques* comme *conceptuelles*. cette caractéristique répond à la contrainte liée à *l'hétérogénéité* des systèmes d'information partenaires, tant au niveau technique (par exemple, la plate-forme matérielle, système d'exploitation, etc.) qu'au niveau conceptuel (par exemple, modèle de données, langage de requête, etc.). Elle lève en fait, le handicap lié à l'inertie technique pour faire évoluer les systèmes en place et la résistance humaine au changement.
- **Respecter l'*autonomie*** des systèmes d'information partenaires qui sont distribués et hétérogènes. Cette caractéristique est nécessaire parce que les acteurs sont généralement *auto-suffisants*, comme par exemple les professionnels de pêche, qui préfèrent garder leurs particularités, au lieu de jouer uniquement un rôle dans un système plus vaste. En

effet, l'information revêt souvent un caractère confidentiel (stratégie de pêche, etc.).

- **Intégrer** à la fois, *les données et les méta-données* afférentes. Celles-ci doivent porter sur tous les composants du tableau de bord ainsi construit (sources de données, traitements, indicateurs, fiches, expertises). Cette fonctionnalité apporte une réponse aux questions i) comment localiser la donnée la plus pertinente pour l'usage envisagé d'une part, et ii) comment faire savoir à des communautés diverses la disponibilité de celle-ci. Ce qui répond au besoin de *l'accès par la découverte* et du *partage par l'échange* des données entre les acteurs, dans un contexte distribué et hétérogène mais avec des sources de données complémentaires.
- **Construire à la demande** l'indicateur voulu et permettre de **remonter** aux données initiales et aux traitements qui sont à l'origine de la construction de l'indicateur. Cette caractéristique répond au besoin de disposer de la possibilité de sélectionner les indicateurs pertinents face à une question scientifique que l'utilisateur cherche à résoudre.
- **Être dynamique** en permettant i) de mettre à jour, automatiquement, l'indicateur, une fois les données initiales modifiées dans la base de données source, et ii) de mettre à jour les méta-données associées à cet indicateur. Cette caractéristique répond au besoin de garder un *cycle de vie* pertinent de l'information, au vue de la dynamique mouvante du domaine d'application qui rend *volatile* la connaissance.
- **Être normalisé** pour assurer *l'interopérabilité* syntaxique comme sémantique entre l'ensemble des systèmes d'information partenaires et permettre par suite l'échange et le partage des données et connaissances.
- Permettre la **collaboration** entre les acteurs par l'intermédiaire de l'*interaction* entre les utilisateurs sur tous les niveaux (sources de données, traitements, indicateurs).

Choix des données

Dans le cadre de cet exercice, nous n'avons pas la prétention de traiter toutes les sources de données évoquées dans la figure 2.2, ce qui serait l'idéal, mais au vue de la multitude et la complexité des liens institutionnels rendant difficile les communications entre ces systèmes hétérogènes et éparpillés [Mau97], notre choix s'est limité à un ensemble de sources de données jugées pertinentes pour illustrer notre propos.

Les sources de données retenues dans la figure 5.1 sont celles qui permettent de renseigner les indicateurs identifiés dans la section 2.4. Il s'agit de bases

de données détenues essentiellement par l'IMROP et ou partagées avec des institutions avec lesquelles, il existe un cadre formel d'échange et de partage de données. Ce qui aura pour conséquence d'assurer l'accès facile à ces données. Nous avons également pris en compte les sources géoréférencées pour garantir la faisabilité de notre fonction principale de géomatique collaborative.

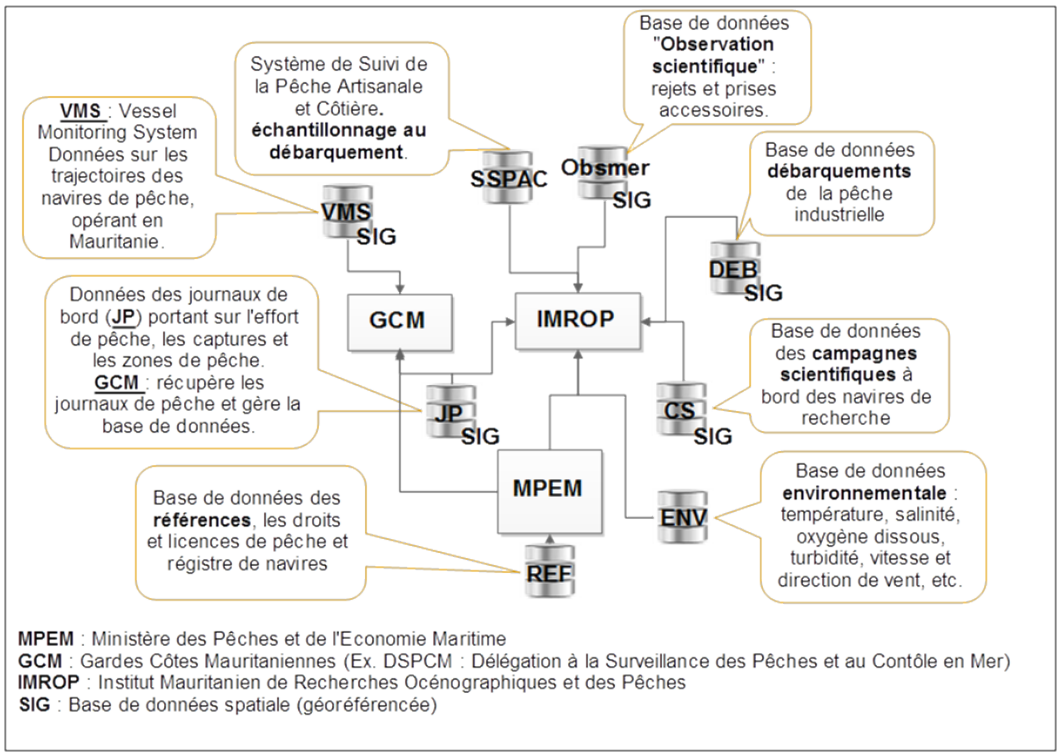


FIGURE 5.1 – principales sources d'information des pêches en Mauritanie

Les usages

Nous avons, dans la figure 2.1, schématisé l'écosociosystème marin et l'interaction de ses composantes avec celles de la gestion. Cette vision nous conduit à la perception schématisée dans la figure 3.2, suivant laquelle, le gestionnaire en charge de l'aménagement des pêches en consultant son tableau de bord peut se rendre compte d'une situation alarmante (crise commerciale, un conflit d'intérêt, etc.) et décider de proposer une mesure d'aménagement. En conformité avec l'esprit de la démarche participative adoptée [MPE15], il consulte les acteurs du secteur. Ces derniers, explorent les connaissances disponibles sur le sujet et produisent un avis fondé sur des analyses scienti-

fiques de la situation et le transmettent au gestionnaire qui prend la décision et l'applique.

Dans ce cadre, le système d'information des pêches constitue la base sur laquelle repose toute la démarche participative, en permettant aux différents acteurs impliqués dans le processus de décision, d'une part, de disposer en temps voulu, de toutes les données mais aussi des connaissances disponibles et, d'autre part, de pouvoir collaborer en échangeant et communicant entre eux, autour de sujets et situations liées à la prise de décision.

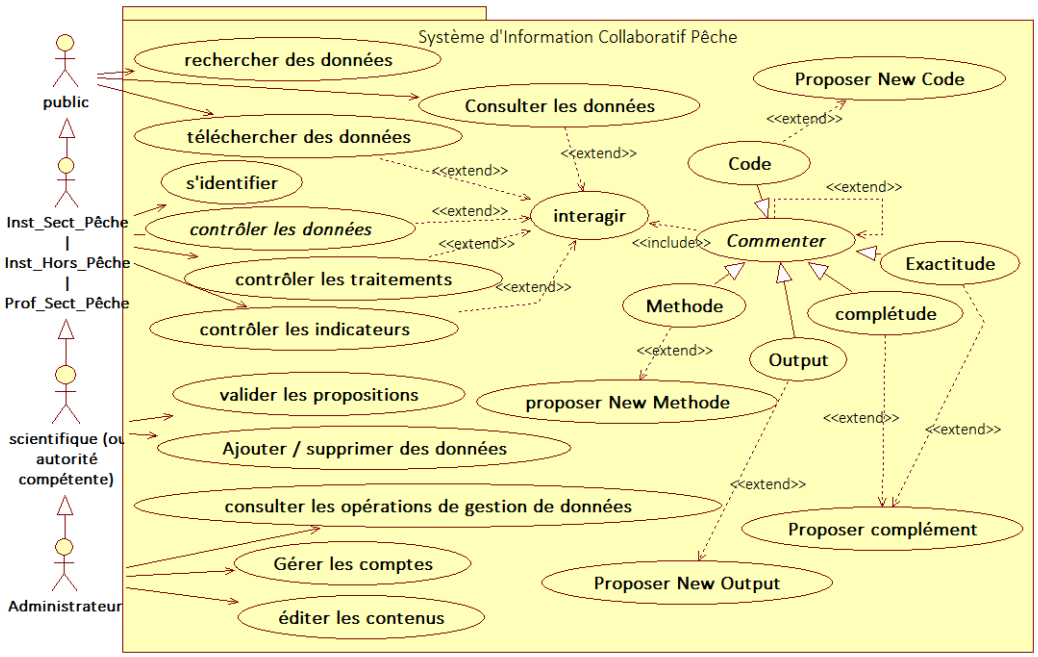


FIGURE 5.2 – Modèle conceptuel des cas d'utilisation (formalisme UML)

A partir de cette conception, nous pouvons distinguer les catégories d'usage suivantes, cf. figure 5.2 qui vont déterminer les fonctionnalités essentielles du système :

- *Fourniture de données.* Les fournisseurs de données, composés de partenaires du système. On distingue les fournisseurs principaux qui sont les institutions placées sous la tutelle du département des pêches (IMROP, GCM, ONISPA, SMCP, etc.) et les fournisseurs externes (Fédération Nationale des Pêches FNP, Banque Central BCM, l'Office National des Statistiques ONS, Douanes ; etc.). Dans les deux cas, pour intégrer une nouvelle source de données, le fournisseur doit renseigner en détail toutes les informations permettant de décrire celle-ci (méta-données)

et donner la façon par laquelle on peut y accéder (type et paramètre de connexion). Il doit également fournir une description détaillée du contenu permettant de savoir quels sont les indicateurs qui peuvent être construits à partir de cette source et les traitements associés. Il doit en même temps préciser la périodicité de mise à jour et les règles et contraintes d'accès et d'utilisation des données et des traitement.

- *Recherche et consultation des données.* Tous les utilisateurs peuvent effectuer des recherches et consulter les informations proposées
- *Extraction des données.* Tous les fournisseurs mais, parmi les autres utilisateurs, seuls ceux qui sont autorisés, peuvent extraire les données.
- *Discussion.* Tous les utilisateurs peuvent participer aux discussions.

Les utilisateurs

Les utilisateurs visés par ce système relèvent des catégories suivantes.

- *Les gestionnaires.* Ce groupe comporte les administrateurs du secteur des pêches poursuivant les objectifs[1] fixés par les pouvoirs publics. Ils sont souvent intéressés par des informations synthétiques et des tendances globales sous des formes simples et utilisables sans effort. Ils se contentent d'une vision synthétique et unifiée des problématiques.

- *Les professionnels.* Ce groupe compte les administrateurs privés et leurs collaborateurs (pêcheurs, mareyeurs, etc.) poursuivant des objectifs d'augmentation des bénéfices tirés de leurs activités extractives. Il détient des connaissances et une expertise acquises au fil des années, à travers la pratique de l'activité sur le terrain. Ce groupe, dans le cadre de la concertation, pourra apporter son expertise pour commenter, enrichir, expertiser et valider les contenus.

- *Les scientifiques.* Ce groupe est composé des chercheurs et scientifiques, public ou privés, intéressés par le secteur. Ils ont souvent des compétences avérées dans l'utilisation des technologies de l'information. Ce groupe ne se contente pas donc des informations synthétisées et préfère souvent disposer des données sous différentes formes (y compris celle d'origine) afin de pouvoir potentiellement leur appliquer d'autres traitements pour répondre à leurs besoins particuliers.

1. Gestion durable des ressources, développement harmonieux du secteur, préservation de l'environnement, intégration du secteur à l'économie du pays et lutte contre la pauvreté.

- *Le public.* Ce groupe, en dehors des catégories précédentes, pourra accéder à l'information synthétisée et/ou de participer aux débats à l'aide de système de commentaires.

La relation entre ces groupes peut être caractérisée via les points de vue différents relatifs aux objectifs des différents groupes et les systèmes d'information sous-jacents à leurs activités. Pour ce qui est des objectifs, on peut dire que les gestionnaires, étant traditionnellement considérés premiers responsables de la gouvernance du secteur, sont à l'origine des politiques et fixent les orientations générales qui cadrent l'action des autres groupes, notamment celle des scientifiques, qui jouent le rôle d'outil d'aide à la décision, mais aussi celle des professionnels, qui, eux, constituent l'objet de la gestion. Ce qui fait que les groupes gestionnaires et scientifiques sont en relation tout naturellement complémentaire. L'un produit les avis scientifiques qui fondent les mesures de gestion prises par les décideurs dans le cadre des plans d'aménagement et de développement du secteur. Entre scientifiques et professionnels, la relation peut varier selon qu'elle soit perçue par les professionnels comme appui technique au développement de l'activité de pêche et à sa durabilité, auquel cas, la relation est plutôt complémentaire ; ou comme outil de répression dans les mains des gestionnaires et dans ce cas, la relation devient lâche voire conflictuelle. Entre gestionnaires et professionnels, la relation est souvent hostile, voire tendue, au vue notamment de la divergence des objectifs et des intérêts (conservation et rente) poursuivis respectivement par les deux groupes. Sur le plan des systèmes d'information, chaque groupe détient une partie de la réalité, qui, prise à part donne une image parcellaire et incomplète du terrain et leur mise en commun peut donner une vision intégrée de la réalité. Le système visé ici, est de nature à permettre cette mise ensemble des différents systèmes partenaires et assurer l'interaction nécessaire entre les différents acteurs, pour réconcilier les différents points de vue.

5.3 Modèles

A partir de ces divers apports, et de l'analyse des besoins identifiés, nous sommes à même de proposer une vision conceptuelle du système (Cf. Figure 5.3) ainsi que les fonctionnalités visées.

Les utilisateurs accèdent au tableau de bord et par son intermédiaire accèdent à des synthèses d'analyses qui se réalisent à la volée à partir d'un entrepôt global virtuel qui ne stocke pas les données effectives (qui elles sont stockées dans des systèmes distants) mais accède à celles-ci grâce à des références et méta-données permettant d'exécuter les traitements adéquats.

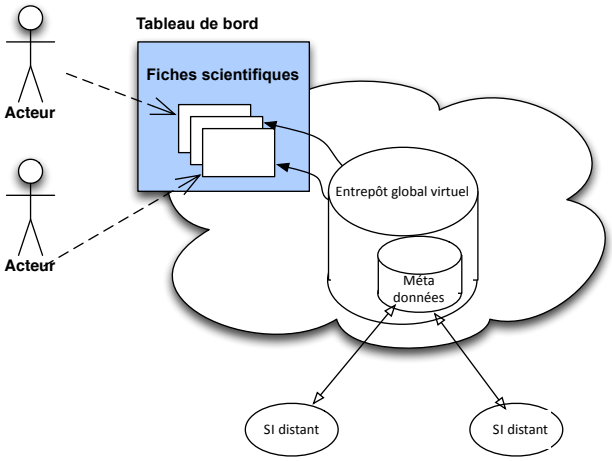


FIGURE 5.3 – Vision globale

A partir de cette vision globale, la réflexion que nous avons menée et qui nous a amené à proposer une vision que nous pensons novatrice par rapport à l'approche traditionnelle des systèmes d'aide à la décision conçus à partir d'entrepôts de données multidimensionnels, consiste à nous focaliser sur la description et la réalisation de ce que nous désignerons par **Fiche Scientifique** et qui constitue l'élément essentiel et synthétique du tableau de bord.

L'approche traditionnelle des systèmes d'aide à la décision conçus à partir d'entrepôts de données multidimensionnels consiste tout d'abord à concevoir le schéma multidimensionnel de l'entrepôt en dégageant les sources de données initiales et en spécifiant les dimensions des futures analyses, dans notre contexte essentiellement des dimensions spatiales, temporelles et thématiques. L'analyse est ensuite menée à partir d'opérateurs spécifiques mis en œuvre sur le cube de données déduit du schéma de l'entrepôt.

En ce qui nous concerne, l'objectif majeur est de mettre à la disposition des utilisateurs un tableau de bord le plus pertinent. Nous privilégions donc l'idée que celui-ci soit réalisé à partir de thèmes (ou dimensions d'intérêt) et de fiches scientifiques synthétisant une analyse menée sur le thème.
Le thème comme la fiche et ses indicateurs seront calculés à la volée à partir des informations de type métadonnées les structurant (ce que nous traduisons sur le modèle 5.4 par les classes dérivées Thème, Fiche, Indicateur et Représentation).

Une fiche scientifique, dans notre cas, s'inscrit dans une vision thématique précise en accord avec les composantes : environnement, ressource, exploitation de l'écosystème mais le concept serait généralisable à tout thème.

Dans notre esprit, cette fiche conçue par des experts comporte un ou plu-

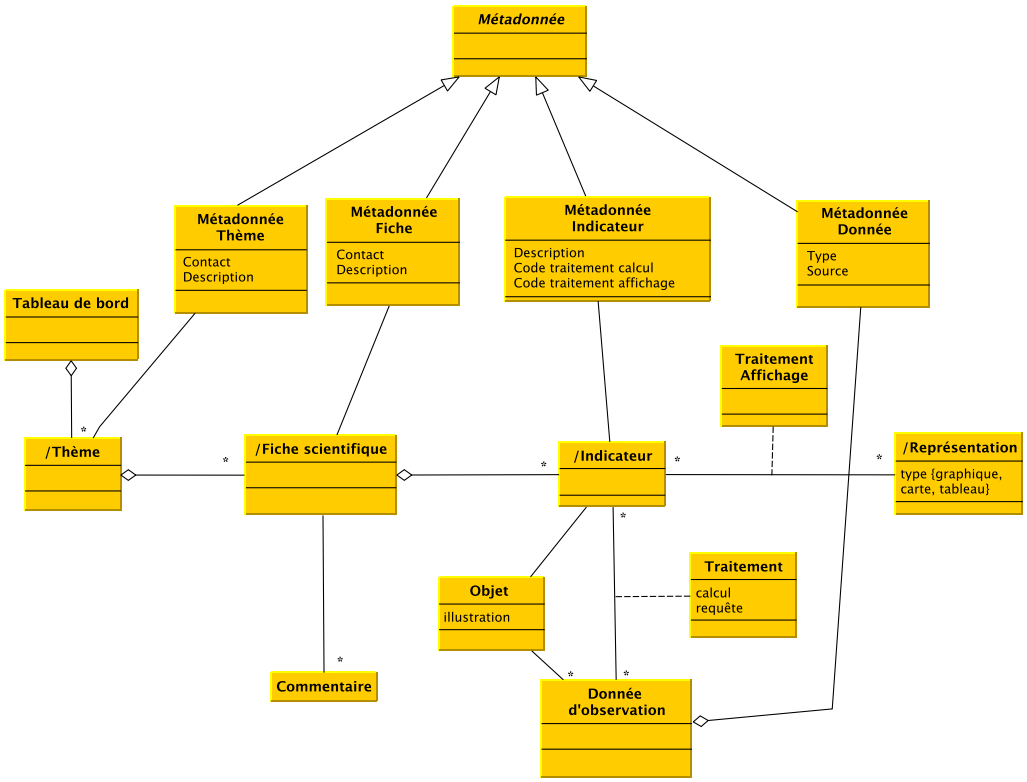


FIGURE 5.4 – Modèle conceptuel de la notion de fiche scientifique (formalisme UML)

sieurs indicateurs liés à un objet d'intérêt et qui, suite à diverses observations (réalisées selon divers protocoles), est décrit par un ensemble de données diverses. L'expert complète la fiche par des commentaires liés aux indicateurs. Tout indicateur est alors obtenu par des traitements divers effectués sur ces données : calcul, requêtes, voire traitements élaborés. La présentation de ces indicateurs dépend aussi des traitements d'affichage appliqués sur ceux-ci et peut même être personnalisée au gré de l'utilisateur. Les autres utilisateurs qui accèdent au système, peuvent dans une phase de collaboration plus large commenter la fiche diffusée notamment ses indicateurs. Ces commentaires portent sur plusieurs niveaux de granularité de l'indicateur (sémantique de l'information véhiculée, les sources ou jeux de données utilisés, les traitements ou calculs implémentés, forme de présentation, etc.). Une fiche c'est donc des indicateurs et des commentaires sur ces indicateurs et sur leur généalogie : les traitements et les données utilisés pour les produire.

Le modèle conceptuel fonctionnel de la plate-forme envisagée peut être alors décliné (cf. Figure 5.5).

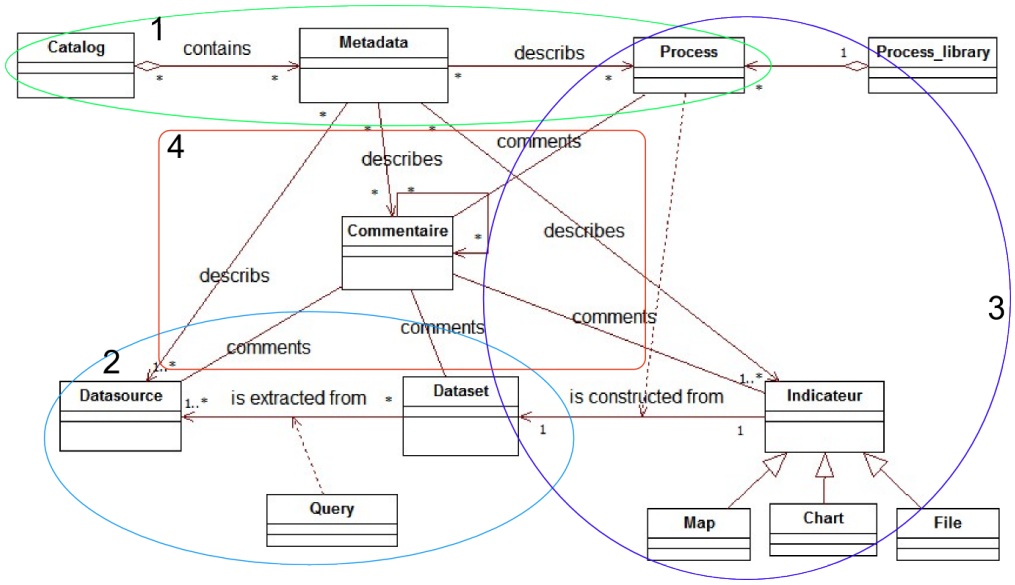


FIGURE 5.5 – Modèle conceptuel fonctionnel de notre plate-forme (formalisme UML).

Les fonctionnalités du système se font alors jour :

- *Description, recherche et localisation*
  Ces fonctionnalités reposent sur un composant catalogue (1) qui recueille un ensemble de méta-données normées décrivant les données, les indicateurs et leurs traitements, les commentaires. Ce composant doit reposer sur des normes en cours afin de permettre l'exportation de ces métadonnées vers des clients externes.
- *Extraction et exploration*
  Ces fonctionnalités sont assurées par un composant de requêtage (2) permettant d'extraire et explorer les jeux de données pertinents sur lesquels reposera la fonctionnalité de production des indicateurs alimentant les fiches.
- *Production et présentation des indicateurs*
  Ces fonctionnalités sont assurées par un module (3) de construction et d'affichage des indicateurs. Il doit assurer via les traitements appropriés le calcul de l'indicateur à partir des jeux de données et l'affichage sous diverses formes.
- *Collaboration*
  Cette fonctionnalité est assurée par le module (4) qui permet une

interaction constructive entre les acteurs en leur permettant de s'exprimer, sous forme de commentaires, sur les indicateurs proposés, en termes de pertinence, de validité, d'exactitude ou de précision de ces derniers. Elle permet aussi aux utilisateurs de proposer leurs propres connaissances sur les sujets sur lesquels portent ces indicateurs, notamment spatiaux.

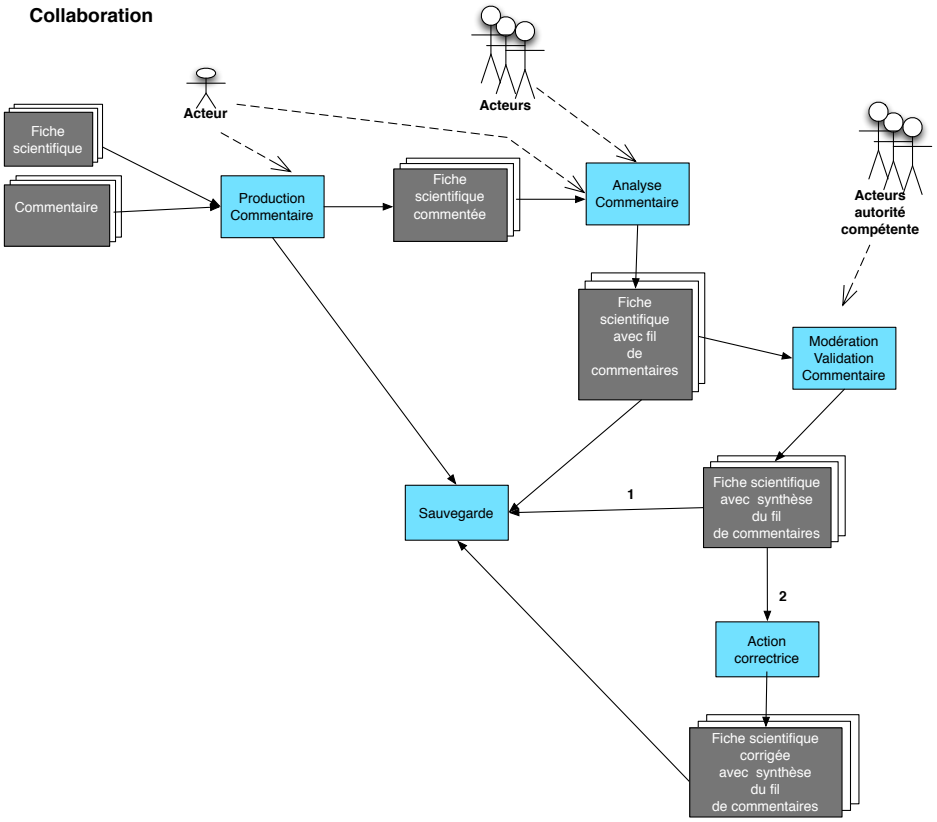


FIGURE 5.6 – Collaboration par commentaires

Comme illustré par la figure 5.6, notre proposition, prévoit que tout acteur quelconque puisse insérer un commentaire, sur une fiche, se rapportant à un sujet particulier, par exemple un indicateur donné. La fiche commentée est sauvegardée. Elle peut alors faire l'objet d'analyses effectuées par les autres acteurs qui réagissent sur les commentaires existants. La fiche s'enrichit ainsi progressivement d'un fil de commentaires. Un groupe d'acteurs *autorité compétente* peut alors statuer sur la validité de cette fiche et de ces commentaires. Le groupe synthétise les analyses et produit un commentaire global à partir du fil de commentaires. Dans le cas (1) ce commentaire global ne demande au-

cune correction ou insertion de nouvelles données ou connaissances, il est tout simplement enregistré pour qu'il puisse toujours accompagner l'indicateur auquel il se rapporte. Dans le cas (2) le commentaire global produit invoque une action à effectuer, par exemple modifier un aspect particulier d'un indicateur (forme de présentation, corriger les données de base, ou corriger le traitement ou l'expertise associée à l'indicateur, ou même proposer de nouvelles connaissances à intégrer). Cette action est alors réalisée la fiche actualisée est sauvegardée et peut à nouveau faire l'objet de nouvelles appréciations de la globalité des acteurs.

5.4 Architecture

Le système que nous proposons s'appuie sur une architecture qui repose sur le principe de médiation « contrôlée » par des services entre les acteurs et les sources de données (cf. figure 5.7).

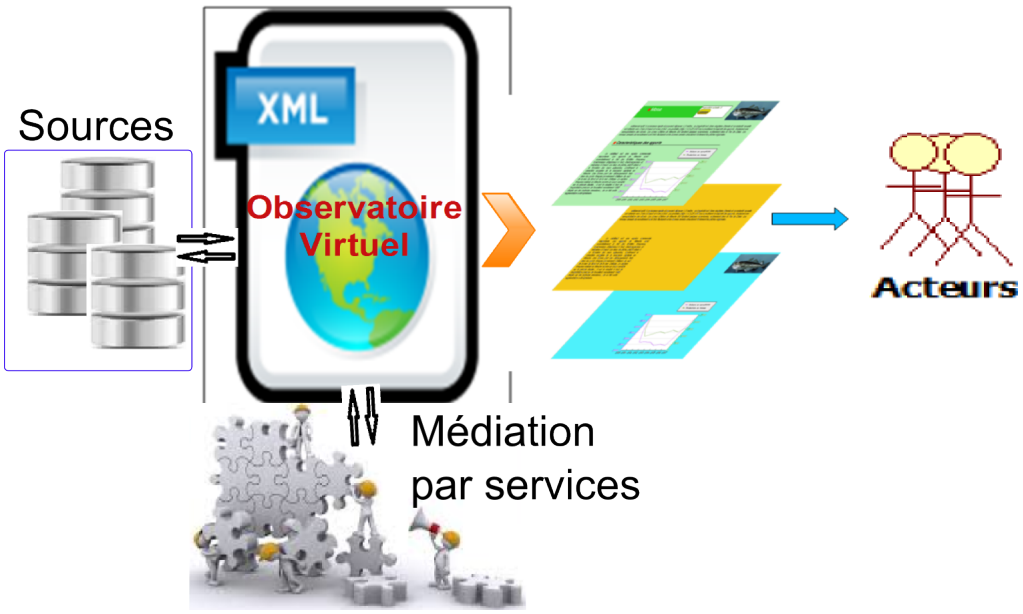


FIGURE 5.7 – Vision générale de l'architecture

A partir de ce principe, nous pouvons proposer une architecture générique (cf. figure 5.8) conçue à partir d'une couche applicative englobant les composants responsables des fonctionnalités précédemment définies.

La couche **applicative** comporte une application dédiée à la gestion du tableau de bord (extraction de données et production d'indicateurs), une dédiée à la gestion des métadonnées (catalogue) et une dédiée à la gestion de

la collaboration (commentaires).
La couche **services** comporte le service de gestion de commentaires déclenché par les applications forum et catalogue, les services d'accès aux données déclenchés par les applications tableau de bord et catalogue, les services cartographiques déclenchés par le tableau de bord et d'éventuelles applications externes.
La couche **sources** qui correspond aux systèmes sources de données externes accédées par la plateforme. Les applications externes peuvent interagir avec les applications catalogue (moissonnage) et tableau de bord.

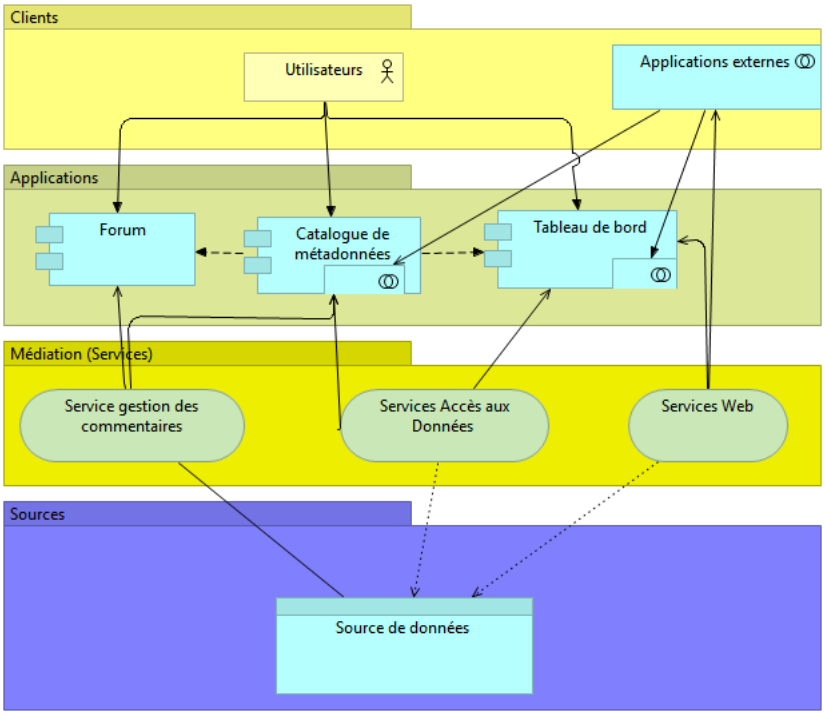


FIGURE 5.8 – Architecture

Sur la base de cette proposition, nous avons réalisé un prototype opérationnel à partir du prototype développé dans le cadre du projet (*ISTAM*), précédemment décrit en section 2.5. En effet, comme nous l'avons synthétisé en section 2.6, ce prototype répond sur plusieurs points aux idées que nous avons conceptualisées précédemment (c'est-à-dire à notre vision d'observatoire virtuel et collaboratif).

Chapitre 6

Prototype d'outil opérationnel

Sommaire

6.1 Introduction 101
6.2 Présentation de l'outil opérationnel 102
Construction du tableau de bord 104
Les méta-données 108
L'expertise 109
6.3 Améliorations apportées 110
Normalisation des méta-données 110
Normalisation des protocoles d'accès aux données 112
Ajout de fonctionnalité pour capter les commentaires et *feed-bak* des utilisateurs à l'aide d'un système de gestion de commentaires (Disqus) 115
6.4 Limitations des améliorations apportées en matière de normalisation et de collaboration 116
6.5 Manuel d'utilisation du prototype 117

6.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons montrer comment nous avons conçu le prototype pour opérationnaliser et mettre en œuvre les concepts et fonctionnalités des propositions du chapitre 5. La section 6.2 présentera en détail l'architecture de la plate-forme utilisée, l'ensemble de ses fonctionnalités et un aperçu de son fonctionnement. Dans la section, nous relatons également le processus de construction du tableau de bord et de génération de son menu et ses entrées permettant l'accès aux fiches scientifiques.

Les sections suivantes 6.3 et 6.4 s'attacheront, pour la première, à préciser les améliorations apportées au prototype ISTAM, développé initialement par Jérome Guitton, suite à nos diverses réflexions et pour la seconde, à relever les points qui restent à améliorer, notamment les fonctions qui n'ont pas encore

été développées, en nous efforçant de donner des pistes pour leur mise en place. Enfin, la section 6.5 explique comment utiliser l'outil afin de guider l'utilisateur non initié pour accéder aux indicateurs, données, traitements et commentaires associés au sein des différentes fiches de synthèse proposées.

6.2 Présentation de l'outil opérationnel

L'outil réalisé met en œuvre l'architecture dérivée de l'architecture générique proposée 5.8 illustrée par la figure 6.1, ci-dessous. En effet, il permet l'interrogation de bases de données hétérogènes et le traitement des résultats pour produire des indicateurs (graphiques) intégrés au sein d'un entrepôt « *virtuel* » de données dans des fiches scientifiques en *XML*, construites à la volée, organisées et assemblées à l'aide de transformations *XSL*.

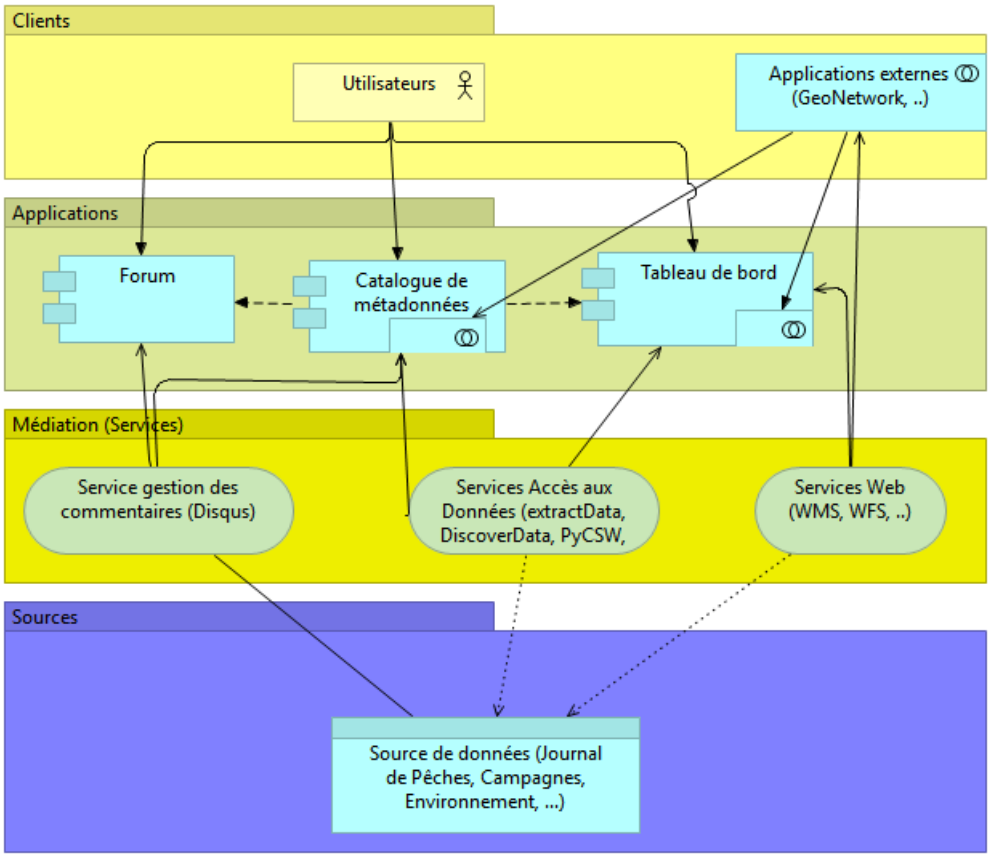


FIGURE 6.1 – Architecture de la plate-forme

Cette plate-forme comporte les composants suivants :

- un forum de discussion pour la collaboration entre acteurs, basé sur le service web *Disqus* ;
- un catalogue de méta-données qui décrit les ressources utilisées dans les thèmes, les fiches et leurs indicateurs qui elles, peuvent être des sources des données, des traitements, des commentaires ;
- un tableau de bord comportant un système de calcul des indicateurs et un système de visualisation de ceux-ci. Le premier repose sur des services d'accès aux données qui effectuent l'extraction, des jeux de données pertinents à partir des différentes sources, via des requêtes *SQL*. Le second repose sur des services de traitements en *PHP*, *HTML* et *JavaScript* pour effectuer l'accès à la visualisation et à la présentation des indicateurs.

La plateforme, grâce aux divers services mis en œuvre, offre à l'utilisateur un tableau de bord ainsi qu'un accès au catalogue global de l'observatoire donnant accès aux descriptions aussi bien des fiches proposées, que des indicateurs, données, traitements et l'expertise associés à ceux-ci.

Via celui-ci, on accède à une diffusion structurée, harmonisée et graphique des informations issues d'un « entrepôt global ». Cet entrepôt enregistre les informations liées aux diverses méta-données utiles pour le référencement et la construction du tableau de bord (thème, fiches, indicateurs). Les acteurs impliqués, ont la possibilité d'échanger avis et expertises autour des connaissances associées aux fiches, afin d'appuyer le processus de prise de décision en matière de gestion durable de l'environnement et des pêches en Afrique de l'Ouest, et en particulier, en Mauritanie.

L'entrepôt est une base de données (implantée sous le SGBD Postgres/Postgis) (cf. figure 6.2). Il comporte sept tables dont quatre (codage, tab_couleur, source) sont utilisées pour stocker toutes les informations de références des entités manipulées par la plate-forme. Dans la table « codage » sont enregistrées tous les codes utilisés pour les différents objets, par exemple les codes des espèces, des quartiers maritimes, etc. Dans la table « tab_couleur » pour des raisons de cohérence de mise en forme, sont sauvegardées les couleurs utilisées et leurs codes. Dans la table « source » sont stockées les information relatives aux sources de données utilisées. La table « objet_geographiques » est spécialement dédiée aux objets géographiques manipulés par l'observatoire. Deux tables « fiches » et « misenpage » servent à stocker les fiches *XML* utilisées par les mécanismes d'extraction des données, de production des indicateurs et des leurs mises en forme et présentations. La

dernière table « record » est utilisée par le serveur de catalogage pour stocker les fiches « *XML* » permettant de publier les méta-données portant sur l'ensemble des entités traitées par l'observatoire.

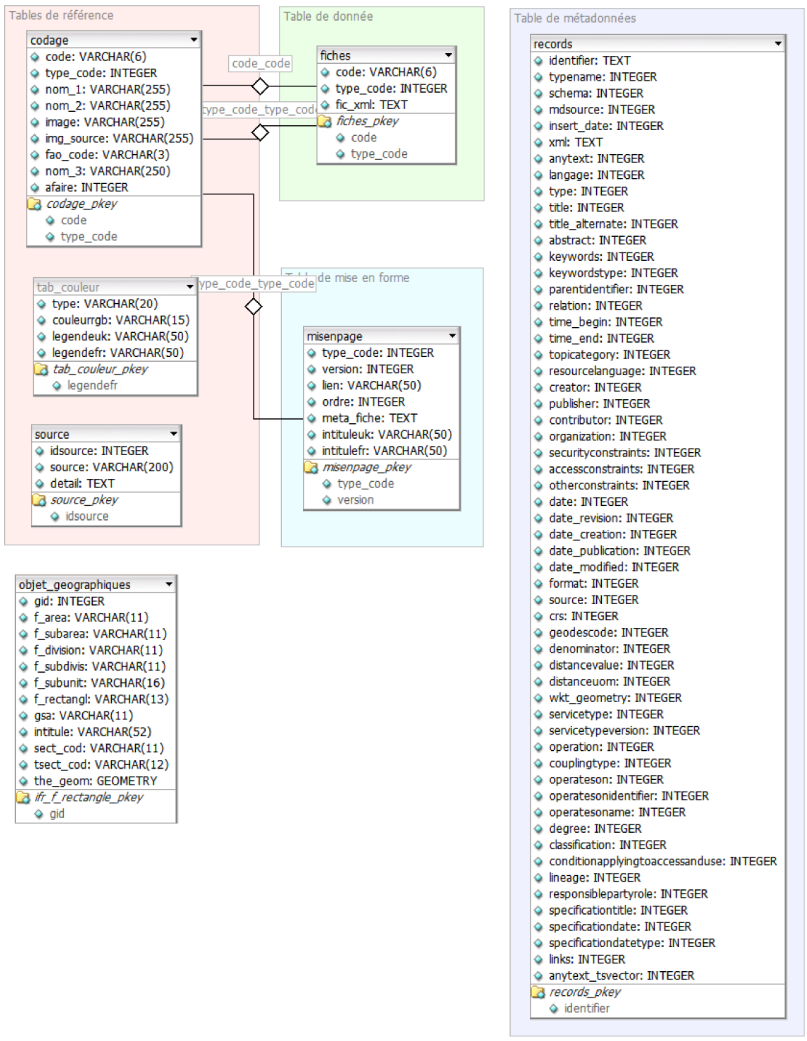


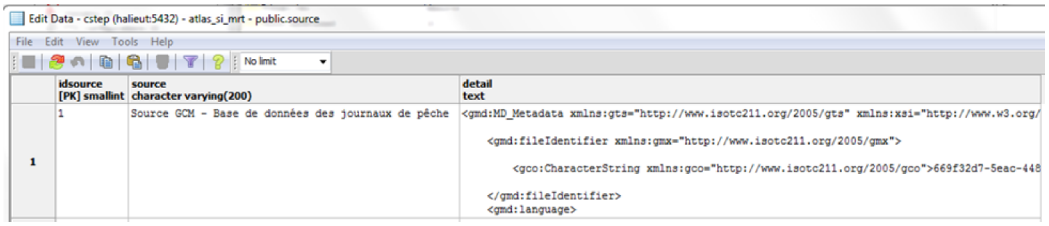
FIGURE 6.2 – Structure de l'entrepôt support de l'observatoire

Nous allons détailler leur rôle dans la construction du tableau de bord.

Construction du tableau de bord

La création des thèmes (entrées du menu d'accueil) et des fiches du tableau de bord commence par une concertation avec l'expert qui débouche

sur l'inventaire des sources de données disponibles pour la production des indicateurs, ce qui permet en premier lieu d'alimenter la table « source » de l'entrepôt.



Ensuite l'expert définit les thématiques et les indicateurs à renseigner. A chaque thème, correspond un code unique (type_code) qui l'identifie. Si celui-ci est composée d'une collection de fiches, la valeur du champ « lien » sera *liste*, sinon (une seule fiche) *menu*, comme pour l'*entrée générale*.

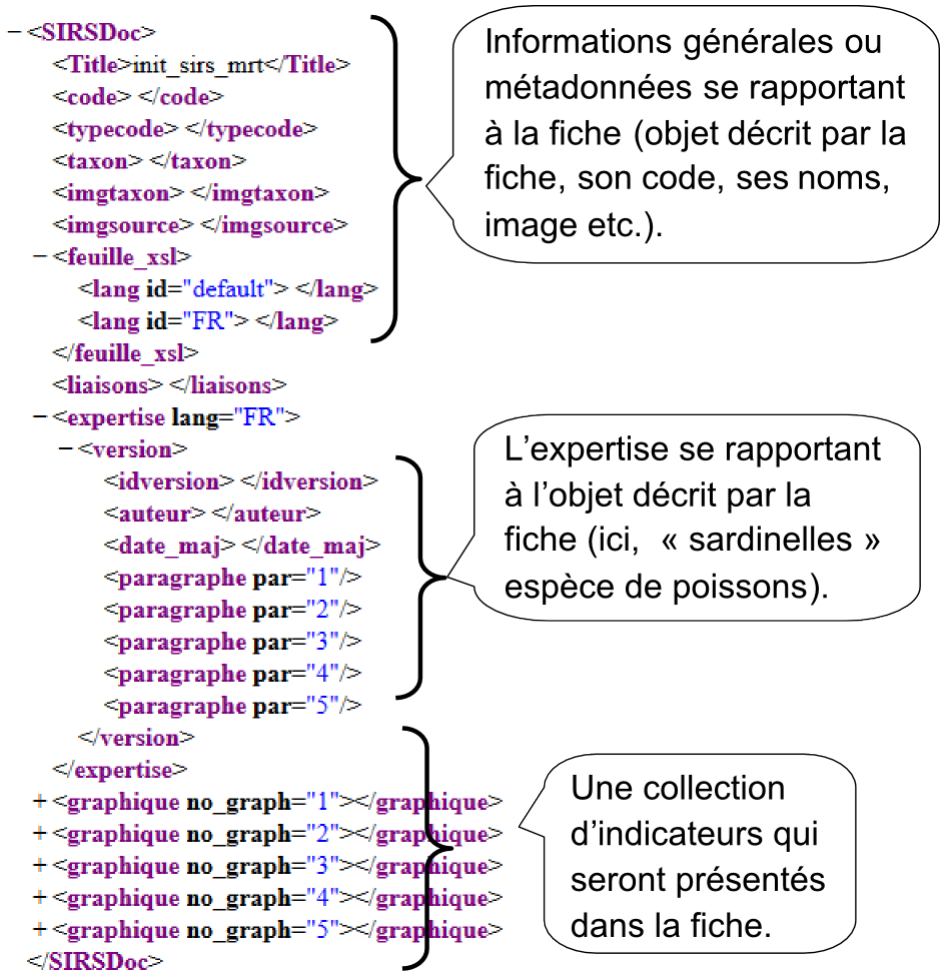
Les informations issues de cette réflexion alimentent la table « mise en page » et permettent de déterminer les noms et l'organisation des entrées du menu. La position de l'entrée correspondante au sein du menu est définie dans le champ « ordre » et son nom dans le champ « intitulefr ».

type_code [PK] characte	version [PK] smallint	lien character varying(50)	ordre smallint	meta_fiche text	intituleuk character var	intitulefr character varying(50)
EN	1	liste	3	<?xml version="1.0" en	''	Entrée Engin
ES	0	liste.php?	5	<?xml version="1.0" en		Entrée exploitation - Espèce
ME	0	menu_fiche.php	1	<?xml version="1.0" en		Entrée Générale
MT	0	metadonnees	7			Centre de métadonnées
PA	0	liste.php?	6	<?xml version="1.0" en	''	Entrée exploitation - Pavillo
RC	0	liste	2	<?xml version="1.0" en		Entrée ressources - Campagnes
RE	0	liste	3	<?xml version="1.0" en		Entrée ressources - Espèces

Ensuite, on utilise une routine (menu.php) qui permet, à l'aide de ces informations d'engendrer le menu et les entrées du tableau de bord.

Préparation des fiches Pour chaque fiche une structure type est définie en concertation avec l'expert du domaine. Par exemple, la fiche « espèce » de la thématique « Exploitation » est partitionnée en trois rubriques qui couvrent la caractérisation (1) temporelle (2) spatiale et (3) la répartition saisonnière de l'indicateur choisi ici les captures de l'espèce. Pour peupler ce « template »,

l'expert définit les paramètres de connexion (type de connexion, serveur, login, mot de passe) et pour chaque indicateur une fiche modèle déterminant (1) les paramètres d'affichage (type de graphique, hauteur, largeur, etc.), (2) les données à utiliser (source et requête SQL). Le code de la fiche ($code) est intégrée à la requête (comme variable) pour répondre dynamiquement à toutes les demandes. Ces trois parties sont mises en évidence dans la figure ci-dessous.



Ce modèle est mis en forme par des transformations *XSL*.

```
<P class='titrepara'>
Caracterisation temporelle des captures de l'espèce
</P>
<div class='cellule'>
<p class='titrecellule'>Evolution des captures déclarées par année et par pavillon </p>
<xsl:call-template name="affiche_graphique">
    <xsl:with-param name="no_graph" select="1" />
</xsl:call-template>
</div>
```

Pour valuer cette structure, on définit avec l'expert du domaine les différents paramètres nécessaires pour le calcul des indicateurs identifiés, à savoir :

- La connexion vers la base de données à utiliser (type de connexion, serveur, login, mot de passe). Ces paramètres seront enregistrés dans le fichier de configuration du tableau de bord et appelés au besoin.
  Et pour chaque indicateur, on détermine :
- Les paramètres d'affichage (type de graphique, hauteur,largeur, etc.) ;
- Les données utilisées et les paramètres d'accès à celles-ci (nom connexion et requête SQL).

```
<graphique no_graph="1">
   <version>
      <idversion> </idversion>
        <parametres>
          <idgraph> </idgraph>
          <hauteur> </hauteur>
          <largeur> </largeur>
        </parametres>
      <dataxml>
        <connection> </connection>
        <requete>
            <![CDATA[ ]]>
              </requete>
      </dataxml>
  </version>
</graphique>
```

Paramères du graphique (type, hauteur, largeur, etc.)

nom de la connexion

Requête en SQL. Le code de l'objet décrit est passé en variable ($code), ce qui rend la requête générique.

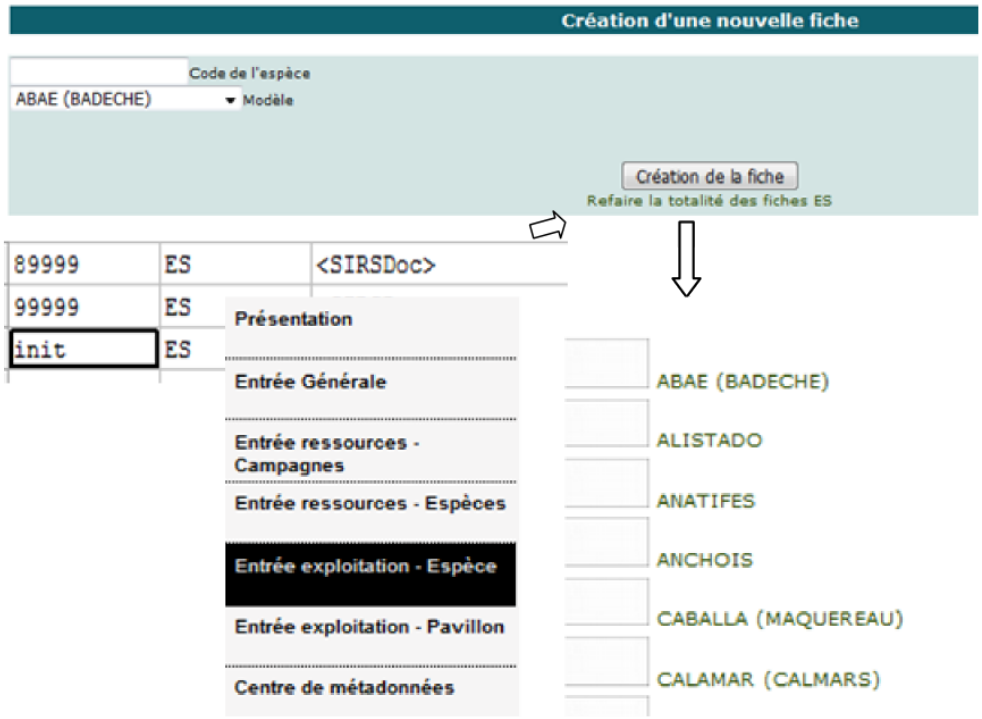
Une fois toutes étapes passées et l'ensemble des indicateurs ainsi renseigné, la fiche modèle est insérée dans la table « fiche ».

code [PK] characte	type_code [PK] characte	fic_xml text
init	EN	<SIRSDoc>
init	ES	<SIRSDoc>
init	ME	<SIRSDoc>
init	PA	<SIRSDoc>
init	RC	<SIRSDoc>
init	RE	<SIRSDoc>

Il faut maintenant établir la liste ainsi formalisée des fiches à produire comme par exemple, les fiches sur des espèces d'importance commerciales en Mauritanie. Celle-ci est insérée dans la table « codage », comme illustré dans la figure ci-dessous.

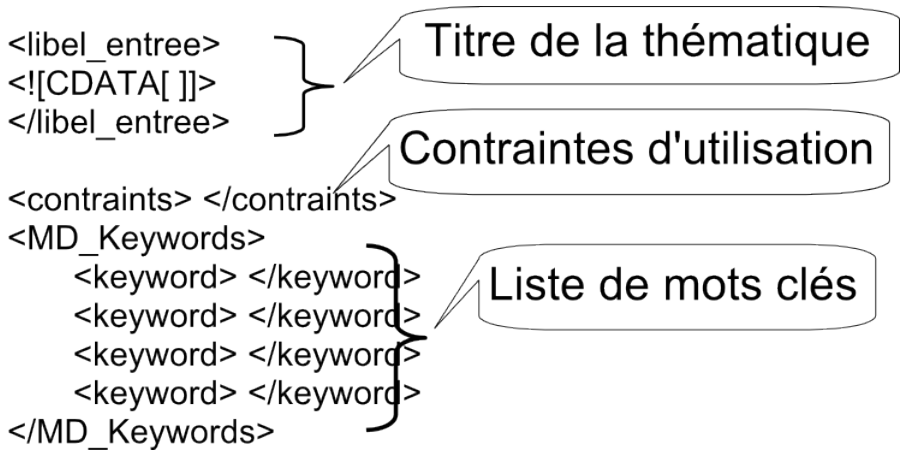
code [PK] character va	type_code [PK] character(2)	nom_1 character varying(255)	nc ch	image character var	in ch	fa ch	nc ch	afaire integer
10119	ES	SARDINELLES		10119.png				1
10120	ES	SARDINE		10120.png				1
10219	ES	JUREL (CHINCHARDS)		10219.png				1
10339	ES	TACHIO (SABRES)		10339.png				1
10400	ES	ANCHOIS		10400.png				1
20010	ES	CABALLA (MAQUEREAU)		20010.png				1
21140	ES	THONINE		21140.png				1
21230	ES	THON OBESE		21230.png				1

Production des fiches Pour la production des fiches, on utilise un back-office (routine en *PHP*, qui va générer automatiquement celles-ci à partir du modèle (init), défini dans l'étape précédente et de la liste des fiches à produire (tirée de la table « codage »). Cette opération va alimenter la table « fiche » et créer automatiquement les entrées du menu assurant l'accès aux fiches ainsi rendues accessibles, comme le montre la figure ci-dessous.

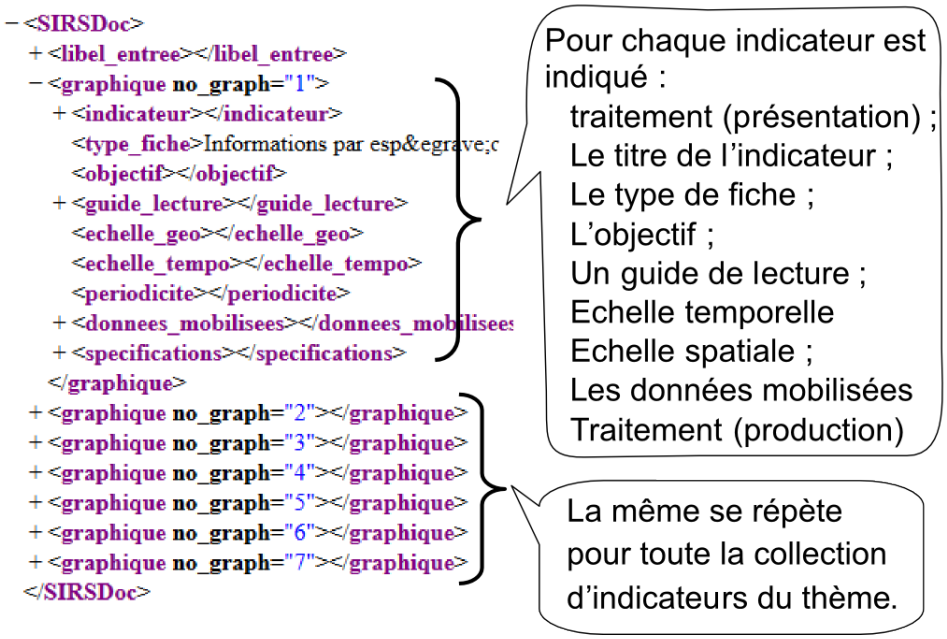


Les méta-données

Les méta-données sur une fiche se rapportent à deux niveaux, le premier porte sur le niveau général relevant d'une thématique donnée (description du thème, mots clés, contraintes générales de réutilisation), comme dans la figure ci-dessous.



Le second niveau décrit en détail chaque indicateur en précisant le titre, l'objectif, le guide de lecture, les spécifications, l'échelle géographique, l'échelle temporelle, la périodicité de mise à jour, la spécification de celui-ci.



L'expertise

L'expertise est intégrée sous la forme de texte libre placé à différents endroits prédéfinis au sein des fiches (et ayant donc rapport avec les indicateurs inclus). L'organisation des indicateurs et de l'expertise au sein des fiches est définie dans des fichiers XSL. Les expertises sont définies dans la figure 6.3.

Cette balise expertise inclut à la fois les méta données liées à celle-ci (contact avec l'auteur) et les données d'expertises elles mêmes. L'expertise doit être préalablement discutée pour s'inscrire dans un plan général de fiches

```
<expertise lang="FR">
      <version>
        <idversion>1</idversion>
        <auteur>Beibou Ely</auteur>
        <organisationName>IMROP</organisationName>
        <auteur>Beibou Ely</auteur>
        <date_maj>28-11-2013</date_maj>
        <organisationName>IMROP</organisationName>
        <organisationcity>Nouadhibou</organisationcity>
        <organisationpostalcode>BP 22 </organisationpostalcode>
        <organisationcountry>Mauritania</organisationcountry>
       <auteuremail>esb@imrop.mr</auteuremail>
      <MD_Keywords>
        <keyword>GERYON</keyword>
      </MD_Keywords>
        <date_maj>28-11-2013</date_maj>
      <paragraphe par="1">
       <![CDATA[Les règles de gestion actuelles de l'espèce ne limitent
pas les quantités de prises de bar (pas de TAC ni quotas) ;
il existe cependant une taille minimale de capture, fixée à 36 cm
en Atlantique-Nord-Ouest. En France, les apports sont limités à 5 tonnes
hebdomadaires par navire, mais cette limitation a davantage pour
objectif d'éviter l'engorgement des marchés que la gestion de
la ressource.]]>
      </paragraphe>
    </version>
</expertise>
```

FIGURE 6.3 – Partie de la fiche présentant les avis des experts sur le thème : (connaissances expertes)

homogènes autour d'indicateurs pertinents. Lors de la présentation de l'exercice de captation de l'expertise, le commentaire vient mettre l'indicateur en perspective, faire la liaison entre les différents indicateurs, apporter une plus value d'analyse par rapports aux données et informations proposées et présentées dans les graphiques.

6.3 Améliorations apportées

Dans cette section nous donnons une synthèse des améliorations réalisées dans le cadre du prototype proposé eu égard aux fonctionnalités que nous recherchons.

Normalisation des méta-données

Initialement le prototype « ISTAM » mettait en œuvre une méthode spécifique, non standardisée, de gestion de méta-données. Il s'agissait de définir

des méta-données qui devaient, au cœur de l'application mère, décrire les ressources mais aussi permettre de construire des services dynamiques d'accès et de traitements des données afin de produire des indicateurs. Cependant, ces méta-données étaient accessibles uniquement à partir des fiches et indicateurs proposés au sein du prototype, ce qui ne permettait pas à un utilisateurs lambda d'obtenir de l'extérieur de l'application une description des données, indicateurs ou fiches proposés. Il fallait que l'utilisateur connaisse et entre dans l'application, affiche les éléments concernés pour découvrir les méta-données associées, ce qui ne permettait pas de profiter des services de découverte des ressources décrites, en dehors de « ISTAM ». Dans le cadre de ce travail, conformément aux objectifs que nous poursuivons de renforcer la collaboration entre acteurs et systèmes d'information partenaires (cf. section 5.2), nous avons intégré une solution normalisée, respectant les standards de génération de méta-données directement au sein de l'application mère et du coup assurant l'interopérabilité avec les agents logiciels qui voudront venir les moissonner par le biais d'un service Web.

Pour ce faire, nous avons commencé par mettre en correspondance les méta-données nativement produites au sein de l'observatoire avec celles qui sont recherchées par les outils génériques de catalogage, ce qui nous a permis de déterminer et renseigner les éléments manquants de méta-données pour se conformer à une fiche normalisée. Nativement, les méta-données de l'observatoire en ligne sont stockées à différents endroits :

- Au sein des fiches *XML* stockées dans la table « **fiche** » et qui permettent leur génération et contiennent une collection d'indicateurs, d'expertises et de commentaires.
- Au sein de la table « **mise en page** » de description des entrées thématiques où, sont stockées des informations transversales, valables pour toutes les fiches du même thème.
- Au sein de la table « **source** » de description des bases de données qui sont les principales ressources utilisées pour créer les indicateurs.

L'amélioration que nous avons mise en place consiste à créer pour les trois entités (Source, Fiche et Indicateurs) des méta-données (correspondant à un profil ISO 19115), générées à partir des trois tables d'information décrites ci-dessus (et ce, grâce au moteur de catalogage qui les extrait des sources) et stockées dans la table « Record » utilisée par le service de catalogage (Cf. Figure 6.4). Pour l'implémentation de ce service au sein de l'observatoire, notre choix s'est arrêté sur *PyCSW* (www.pycsw.org), basé sur Python et qui ne prétend pas être un logiciel tout-en-un mais qui correspond plutôt à une bibliothèque sur laquelle on peut s'appuyer pour exécuter des opérations de recherche, de production, de visualisation et d'interrogation de méta-données. Ce choix est motivé par les raisons suivantes :

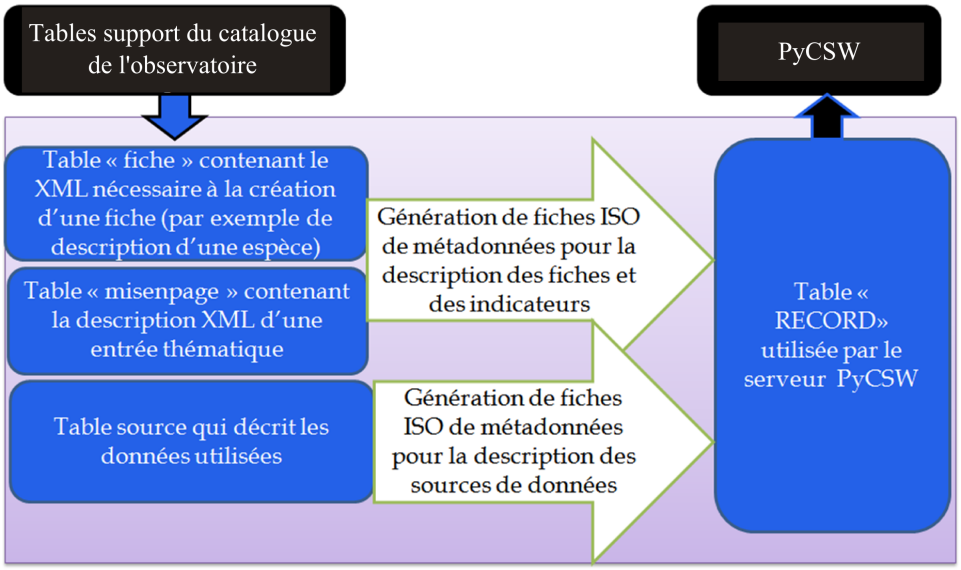


FIGURE 6.4 – Schéma de l'intégration du catalogue au sein de l'observatoire

- *Interopérabilité* et normalisation. *PyCSW* est une implantation du serveur *OGC CSW* en Python, qui met en œuvre la clause 10 (liaison protocole HTTP, Catalogue Services pour le Web, CSW) de la spécification d'implémentation *OpenGIS* catalogue de services, la version 2.0.2.
- *Possibilité d'intégration* du service à l'observatoire en ligne. *PyCSW* permet de publier des méta-données soit à partir de son propre modèle intégré de méta-données, ou à travers la configuration d'une liaison à un modèle existant de méta-données.
- *Indépendance* par rapport aux plate-formes systèmes. *PyCSW* est Open Source, publié sous licence MIT, et fonctionne sur toutes les grandes plates-formes (Windows, Linux, Mac OS X).
- *Compatibilité* des environnements de développement. En effet, *PyCSW* fonctionne grâce à une simple table « Record » au sein d'une base *Postgres* et l'entrepôt de notre prototype est lui-même développé sur ce *SGBD*. Cette table « Record » peut alors être intégrée directement à l'entrepôt et alimentée par ses méta-données.

Normalisation des protocoles d'accès aux données

Initialement, au sein du prototype « ISTAM », la création des indicateurs spatialisés se réalisait en liant l'objet géographique, extrait à partir de la base de données source (spatiale), à un objet unique de la table « ob-

jet_géographiques » (de la base *Postgis*). Cette table contient l'ensemble des objets utilisés par « ISTAM » et une valeur de mise en forme pour construire les éléments d'habillage (chloroplète, rond proportionnels ou camemberts). Ainsi, l'outil produit une image (*PNG*) (cf. figure 6.5) en utilisant un *Mapfile*[1] temporaire, créé à la volée à l'aide de la librairie *Mapserver*.

Comme pour les métadonnées, ces images restaient accessibles uniquement au sein de l'application.

De plus, même au sein de l'application, les utilisateurs ne pouvaient pas manipuler ces images (redimensionner, superposer, ajouter, supprimer, changer de fond, etc.).

Cette situation ne permettait pas la **collaboration** recherchée entre les acteurs qui sont dispersés sur divers sites et qui, de ce fait, ne pouvaient pas accéder aux indicateurs produits et les réutiliser.
Pour répondre aux besoins exprimés de collaboration et notamment pour permettre aux utilisateurs de réutiliser ces couches, nous avons activé le service Web *WMS* de *Mapserver* pour donner accès, en dehors de l'observatoire, aux images des cartes produites et nous avons mis en place des services Web permettant l'accès, par des agents extérieurs, aux indicateurs proposés et en particulier aux indicateurs spatialisés mais également aux données, traitements et commentaires.

Pour permettre à l'utilisateur de créer ses propres fonds de carte nous avons ajouté un client léger *OpenLayers* qui permet de manipuler les couches ainsi proposées 6.5. Pour une utilisation experte le service *WMS* est aussi utilisable depuis n'importe quel client *WMS*.

En effet, s'inscrivant dans l'esprit de l'« open-data » et afin de répondre aux besoins de partage et d'accès aux données et aux informations produites au sein des systèmes partenaires, nous nous sommes appuyés sur deux services Web que nous avons développé en *PHP*. Il s'agit des services que nous avons dénommés : « *discover_data* » pour le premier qui permet d'avoir accès à la description des indicateurs disponibles et, « *extract_data* » pour le second qui assure l'accès aux données associées aux indicateurs proposés au sein des fiches de synthèse (cf. figure 6.6). Ce qui facilite non seulement l'accès aux données disponibles aux niveaux de différentes sources mais aussi permet la réutilisation de celles-ci par d'autres utilisateurs et clients logiciels au sein d'autres systèmes partenaires, pourvu qu'ils y accèdent de manière normalisée.

Grâce à cette approche que nous avons implémentée, les cartes créées au sein de l'observatoire sont maintenant accessibles via le serveur *WMS* et

1. fichier de définition de l'assemblage des couches géographiques utilisé par Mapserver

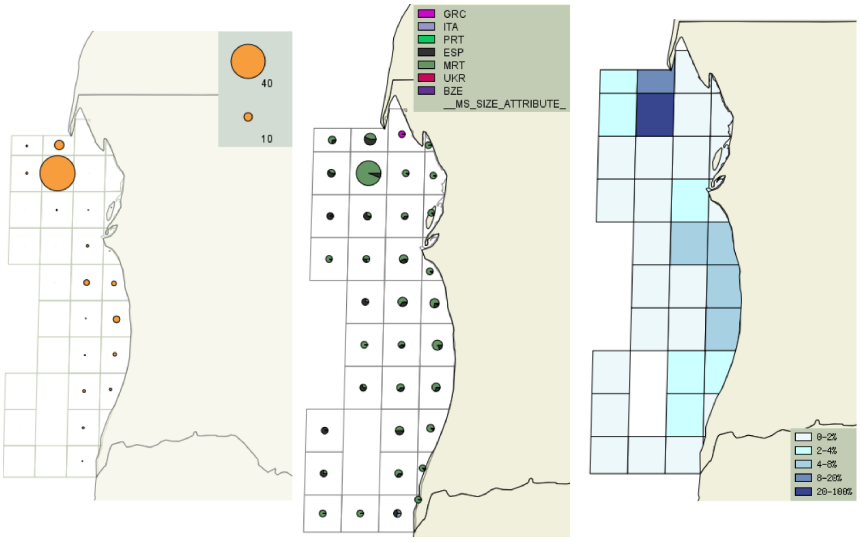


FIGURE 6.5 – Les indicateurs spatialisés sont accessibles et manipulables

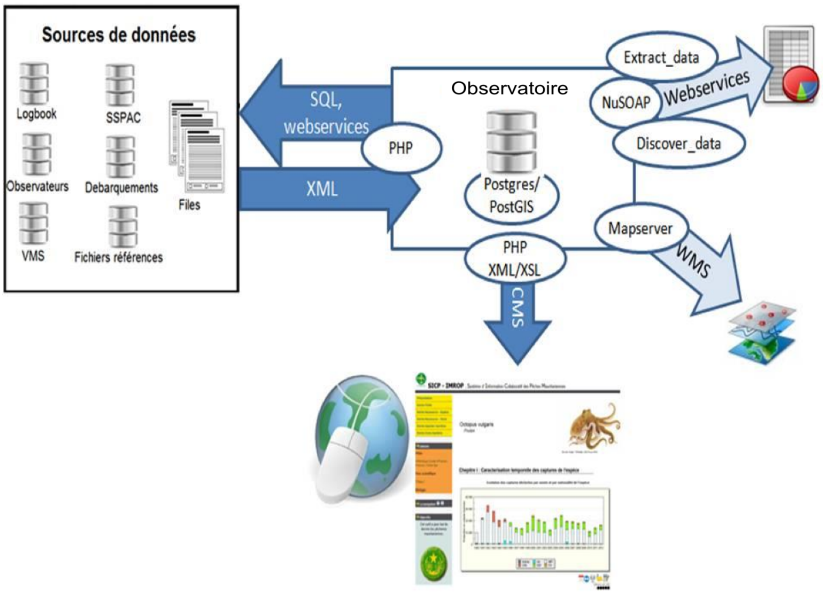


FIGURE 6.6 – Implication de nouveaux services Web développés et du serveur *WMS*

peuvent être par exemple, redimensionnées à diverses échelles, repositionnées ou superposées par les utilisateurs. Ce qui permet d'exploiter pleinement les connaissances spatiales apportées par ces couches géographiques (cf. figure 6.7).

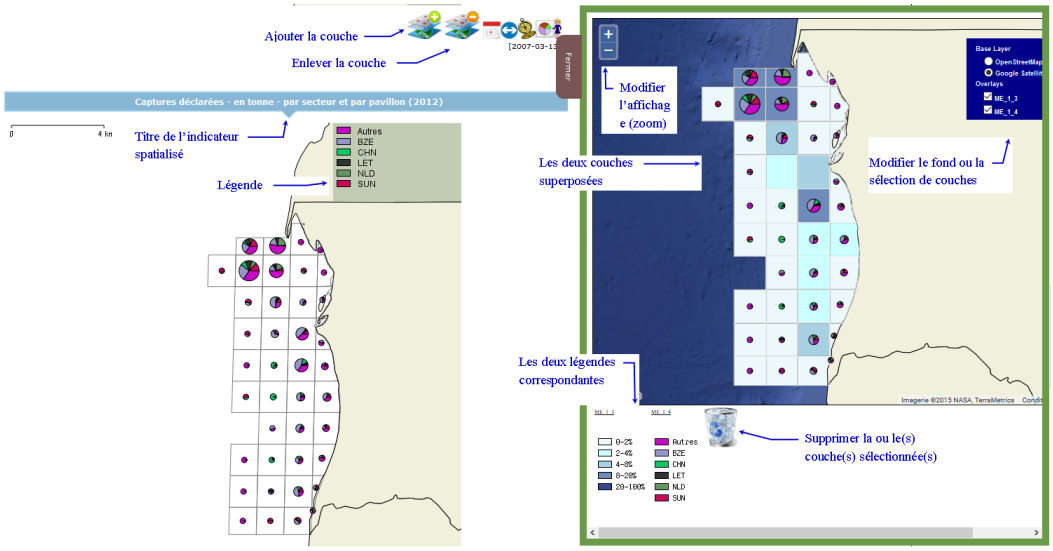


FIGURE 6.7 – Superposition de couches sur serveur WMS.

Ajout de fonctionnalité pour capter les commentaires et *feedbak* des utilisateurs à l'aide d'un système de gestion de commentaires (Disqus)

.

Dans l'optique de capter l'avis des utilisateurs notamment grand public sur le contenu proposé (indicateurs, expertises, savoir véhiculé, etc.), nous avons ajouté un fil de discussion sous chaque indicateur. Ce qui leur donne la possibilité d'exprimer leurs propres perceptions des informations véhiculées et d'interagir sur les questions relatives à la gestion des pêches et de l'environnement dans la zone de l'étude, tout en disposant de l'ensemble des connaissances disponibles. Ceci est de nature à offrir un nouveau canal de participation « grand public » qui, lui, peut être composé d'individus issus de toutes les sphères (administrative, recherche, professionnelle, société civile, etc.) et du coup renforcer la **collaboration** entre les acteurs impliqués et les publics intéressés par la gestion des ressources et de l'environnement.
Les premiers résultats permettent aux utilisateurs authentifiés sur « disqus [2] » d'interagir autour des indicateurs et d'échanger des points de vue. Ce qui contribue à améliorer le contenu proposé (données, indicateurs, traitements), à l'expertiser et à le valider (Cf. Figure 6.8).

2. www.disqus.com

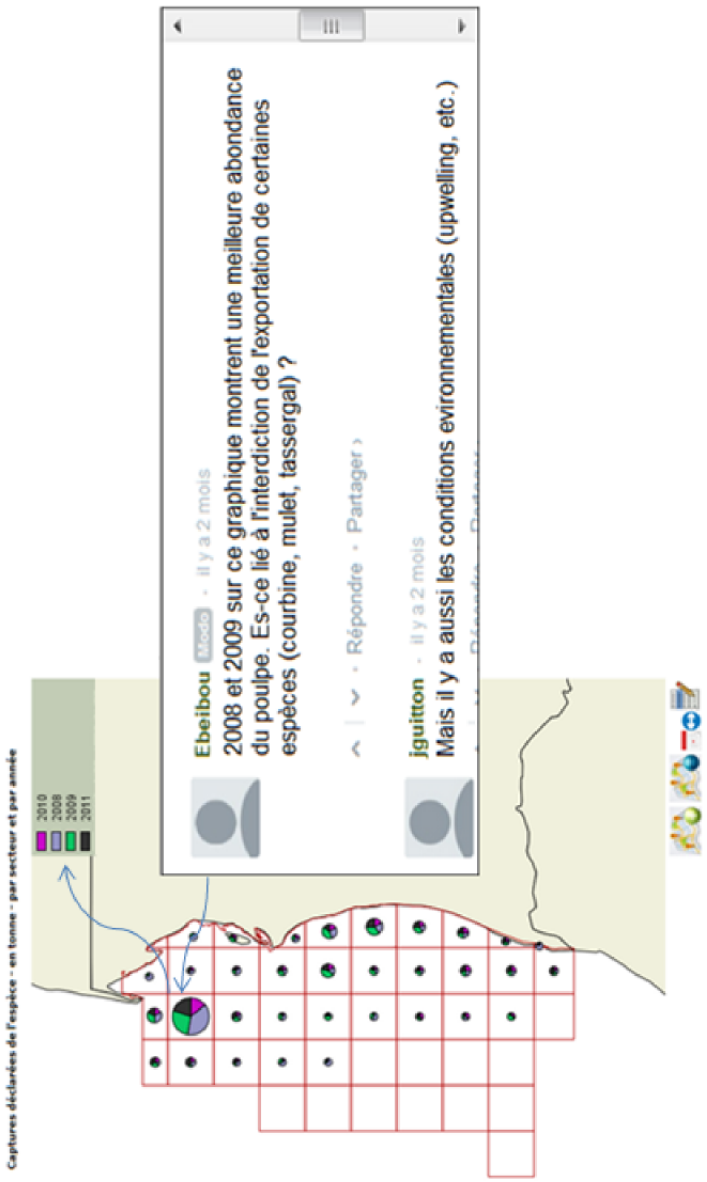


FIGURE 6.8 – Exemple de fil de discussion (ici sur le poulpe mauritanien)

6.4 Limitations des améliorations apportées en matière de normalisation et de collaboration

Actuellement seul le WMS est proposé, il serait envisageable et souhaitable de proposer une version *Web Feature Service (WFS)* de ces services

pour l'accès aux données géographiques au format *Geography Markup Language (GML)* ou *Web Processing Service (WPS)* pour décrire et exécuter des traitements via un Web Service.
Pour ce qui est de l'interaction, nous ne sommes pas totalement arrivés à assurer les fonctionnalités que nous recherchions. Pour rappel nous souhaitions une réelle collaboration entre acteurs autour de la connaissance partagée. Dans le prototype actuel, ceci est globalement enfoui dans les échanges de commentaires. En effet au sein de l'application il existe, en filigrane, une logique de raisonnement et une hiérarchie entre les données produites, les indicateurs créés et les commentaires d'experts associés. C'est le fil rouge de cette logique qu'il est complexe de restituer par faute de hiérarchie et de liens de suivi entre les commentaires. Par exemple, si un commentaire est émis sur la fiche d'entrée de la thématique exploitation et concerne une source de données, ce commentaire devrait diffuser (pour capitalisation) sur tous les indicateurs qui utilisent la source de donnée en question. Nous devons approfondir les réflexions afin de capitaliser l'expertise des acteurs du secteur des pêches (scientifiques, administrations, ONG, pêcheurs, etc.) pour co-produire des connaissances globales et permettre de prendre des décisions consensuelles.

6.5 Manuel d'utilisation du prototype

L'outil développé donne accès à une page d'accueil comme illustré dans la figure 6.9. Une fois sur cette page d'accueil, l'utilisateur fait d'abord connaissance avec l'outil à travers une brève description qui lui est proposée directement sur la première partie de la page, juste en dessus du titre du site. Cette description est accompagnée des informations et indications nécessaires pour la navigation sur le site. Sur la partie droite de la page, un lien permettant d'ouvrir une fenêtre réservée à l'accès aux client *WMS* (*OpenLayers*) et au serveur *WMS* de l'outil. Le menu placé sur la partie de cette page est composée d'une collection d'entrées thématiques portant sur les différentes composantes de l'écosciosystèmes (environnement, ressource, exploitation) que nous avons identifiées dans le chapitre 2. Il permet à l'utilisateur d'accéder à plusieurs services et fonctionnalités lui permettant de découvrir non seulement les données disponibles dans les différentes sources d'information portant sur la pêche et l'environnement marin dans la zone de l'étude, mais aussi les indicateurs et les traitements sous-jacents et ce de manière tout à fait conviviale et interactive.

Dans la collection des entrées proposées, l'entrée « centre de méta-données » donne accès aux serveur de méta-données qui permet d'obtenir une description normalisée des fiches thématiques proposées et de découvrir les différentes sources de données, les traitements et les indicateurs produits.

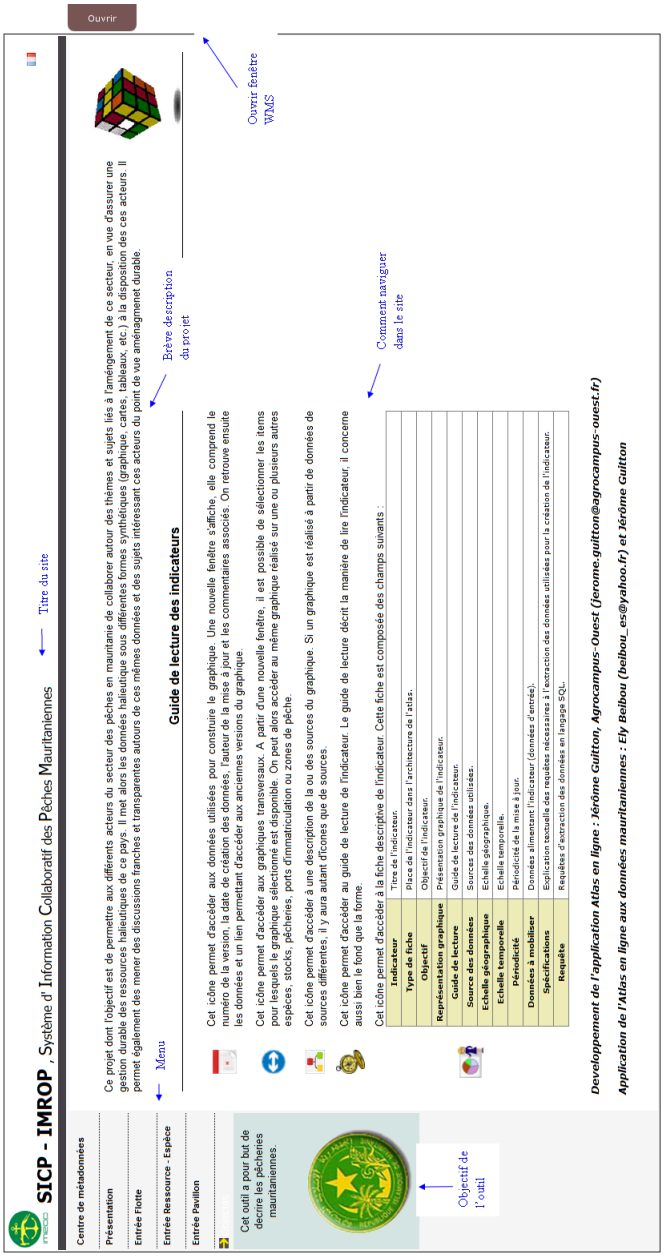


FIGURE 6.9 – Page d'accueil de l'outil opérationnel développé

Dans la figure 6.10, nous proposons à titre d'exemple, la description d'une fiche scientifique portant sur le poulpe, en Mauritanie.

L'accès aux indicateurs est donné à travers les entrées thématiques proposées au sein du menu. Par exemple, pour visualiser l'ensemble des indicateurs portant sur les flottilles opérantes en Mauritanie, l'outil propose l'entrée « flottille », comme illustré par la figure 6.11. Les indicateurs sont présentés

soit sous forme graphique montrant l'évolution temporelle caractérisant l'activité (générale ou saisonnière) de pêche réalisée par les bateaux, soit par nationalité du pavillon, soit par présentation cartographique caractérisant la dimension spatiale de l'activité de pêche, ventilée par carré statistique de 30 minutes.

Pour accéder aux différentes catégories d'information afférentes à chaque indicateur, un ensemble de liens est donné sous ce dernier. Ces liens permettent :

- d'accéder aux données ayant permis de construire l'indicateur en question.
- de comparer plusieurs indicateurs en les mettant côte à côte « liens transversaux ».
- d'accéder à un guide de lecture expliquant comment lire et comprendre l'indicateur choisi.
- d'accéder à une fiche descriptive présentant toutes les méta-données sur l'indicateur sélectionné.
- Pour les indicateurs spatialisés, deux autres icônes permettent soit :

  d'ajouter la couche choisie au serveur WMS, pour la visualiser sur la carte de la zone d'étude. On peut ainsi superposer plusieurs couches et analyser le résultat.

  d'enlever une couche donnée du serveur WMS pour voir la couche en dessous ou réaménager la superposition des couches déjà présentes.

Fiches pour TAKO/PULPO (POULPES)

<B>Entrée par espèce : </B>
L'entrée "espèce" permet de synthétiser les informations déclaratives (logbook)
en sélectionnant les données pour l'espèce choisie.

Web address (URL)	Access to knowledge [http://halieut.agrocampus-ouest.fr/atlas_mrt/index.php?action=fiche&type_code=ES&code=70100]

Information about the dataset

Reference date	28-11-2013 (**Publication**: Date identifies when the resource was issued)
Edition	First
Graphic overview	[http://halieut.agrocampus-ouest.fr/atlas_mrt/images/composition/70100.png]
Reference system identifier	4326 - Geographic Coordinate System: GCS_WGS_1984

Contact information

Principal investigator	Individual name Beibou Ely Organisation name IMROP Position name Programm coordinator Delivery point Beibou Ely City Nouadhibou Postal code BP 22 Country Mauritania Electronic mail address esb@imrop.mr

Metadata contact

Point of contact	Individual name Beibou Ely Organisation name IMROP Delivery point IMROP City Nouadhibou Postal code BP 22 Country Mauritania Electronic mail address esb@imrop.mr

Technical information

Access constraint information	**Legal constraints** Other constraints The data remains full property of the owners. It cannot be accessed, reproduced and distributed without explicitly inform the owner and display the copyright information (IMROP). The Authors do not assume any

FIGURE 6.10 – Description d'une fiche de type espèce ici le poulpe

]

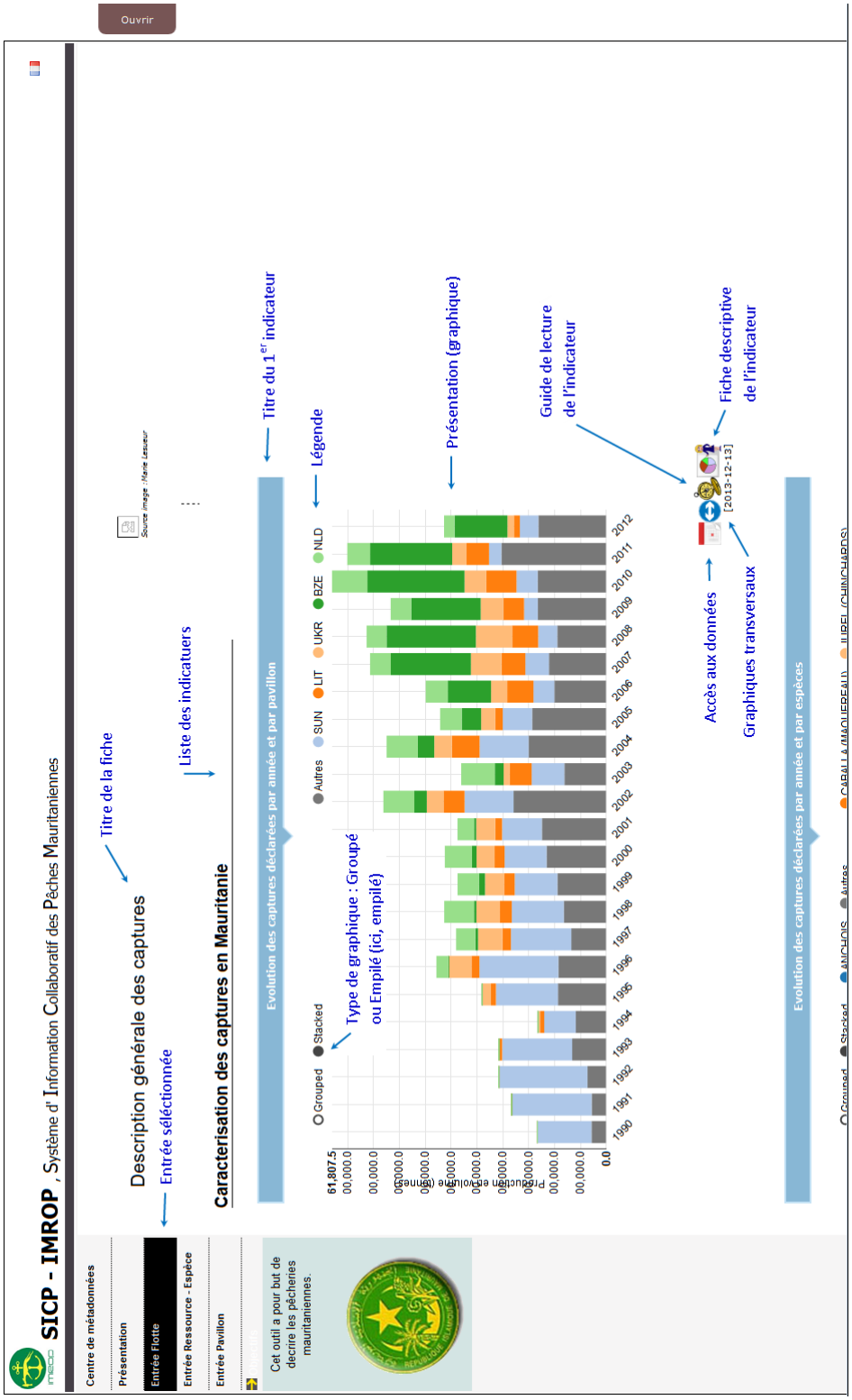


FIGURE 6.11 – Fiche générale de description de flottilles opérantes dans les eaux mauritaniennes.

Chapitre 7

Conclusion et perspectives

Sommaire

7.1 Conclusions 123
Retour sur le contexte général 123
Retour sur la gouvernance des pêches dans la zone de l'étude 125
Pertinence de la proposition 126
7.2 Perspectives 127

7.1 Conclusions

Nous synthétisons tout d'abord, l'ensemble des conclusions que nous pouvons retirer de cette expérience. Celles-ci portent sur le contexte général des recherches effectuées, puis sur le contexte spécifique de la gouvernance des pêches dans la zone d'étude.

Retour sur le contexte général

Ce travail de recherche nous a permis de constater les éléments suivants :

- La recherche dans les domaines de l'environnement et des sciences marines est connue par la diversité et la richesse des sources d'information. Celles-ci sont caractérisées par le fait qu'elles sont éparpillées et qu'elles existent sous des formes multiples et variées (données observées ou paramètres de suivi et indicateurs construits à partir d'expertises). Les spécialistes des ces disciplines utilisent pour la collecte des données des équipements diversifiés implémentant ou non des normes et des standards variables d'un contexte à un autre.

- Les protocoles d'échantillonnage mis en œuvre pour le suivi des indicateurs environnementaux ou paramètres biophysiques, peuvent changer dans le même cadre institutionnel, à des périodes différentes. Cela peut être lié directement aux capteurs ou autres équipements utilisés (échosondeurs, CTD/rosette, sampler, microscope, spectromètre, etc.),

en raison de calibrations différentes ou de l'apparition de nouveaux appareils de collecte plus sophistiqués et performants. Cela peut aussi être lié à l'intégration de nouveaux objectifs ou de contraintes techniques et/ou logistiques qui modifient le choix des zones couvertes, des paramètres suivis, ou de périodicité des prélèvements des échantillons, etc.

- L'exploitation efficiente de données spatiales issues des champs de l'environnement et des sciences marines, qui mobilisent de grandes quantités et de larges variétés de données provenant de sources diverses, est tributaire de la capacité de collaboration des systèmes d'information partenaires et des acteurs impliqués. L'intégration des systèmes d'information est, alors nécessaire pour remédier au fait que les résultats obtenus à l'aide des systèmes séparés sont partiels et donc insuffisants pour faire face aux besoins grandissant des utilisateurs. En effet, les sources sont toujours complémentaires, parce qu'elles couvrent des thématiques différentes ou des aspects différents de la même thématique. Mais, prises isolément, elles donnent souvent une vision parcellaire pour répondre à une question scientifique, d'où l'intérêt de leur intégration.

- Les acteurs qui analysent ces sources d'information ont des points de vue et expertises diverses sur les problèmes posés. L'intégration des données n'est donc plus le seul enjeu, celle des connaissances et expertises des utilisateurs de ces diverses sources et des acteurs du domaine concerné devient obligatoire et doit elle aussi être prise en compte et intégrées dans le système d'information global.

- Nous avons constaté que pour arriver à faire collaborer les acteurs, il faut faire collaborer les systèmes d'information partenaires, mais il faut surtout que ces acteurs puissent se comprendre, une fois la communication établie entre eux. Cette dimension cognitive de la collaboration, c'est-à-dire : « pouvons nous nous comprendre ? », constitue aujourd'hui un véritable défi auquel la science doit faire face. Nous pensons que les efforts doivent être davantage orientés vers les technologies innovantes permettant de rapprocher les disciplines et renforcer la synergie et la fédération des « backgrounds » scientifiques des acteurs du domaine. En effet, grâce aux bonds considérables des technologies des l'information et de la communication, les difficultés d'ordre organisationnel, c'est-à-dire : « pouvons nous communiquer ? », sont maintenant surmontables relativement à celles relevant de la

dimension cognitive.
Par conséquent, nous pensons que les innovations technologiques permettant de confronter les perceptions des acteurs à l'aide, par exemple de partage de cartes communes, d'interaction autour de celles ci (pointer sur un objet, faire des annotations textuelles, etc.) visant à renforcer le rapprochement disciplinaire, nous permettront de mieux nous comprendre, et constitueront de ce fait une contribution pertinente pour la consolidation et l'efficience de la collaboration entre acteurs du domaine.

- L'accès transparent à l'information constitue, à la fois, un défi persistant pour la communauté des informaticiens, et une condition pour que, globalement, la science soit pleinement reproductible (Coles et al., 2013), ce qui constitue un challenge pour la communauté scientifique en général. Si, à l'origine, ce challenge se justifiait par la capacité limitée des moyens de communication (réseaux informatiques et web), aujourd'hui, il s'explique par l'accroissement rapide du nombre de réseaux et d'outils de communication parallèlement à l'explosion du volume de données à échanger (concepts d'Open Data : http ://opendefinition.org/ et Big Data).

Retour sur la gouvernance des pêches dans la zone de l'étude

Nous avons vérifié que dans la zone de l'étude :

- La pêche constitue un pilier important pour l'économie des pays côtiers et une source importante de protéines animales pour l'alimentation des populations. A ce titre, nous avons souligné l'intérêt de gérer de manière responsable les ressources halieutiques et de préserver l'environnement et les écosystèmes qu'il abrite.

- La zone de l'étude est très convoitée par des exploitations diverses et variées. Ces activités extractives relèvent de la pêche artisanale et côtière pratiquées par les populations riveraines et étrangères venues chercher travail et nourriture, mais relèvent aussi de la pêche industrielle pratiquée essentiellement par des flottilles étrangères, opérant notamment dans le cadre des accords de pêche avec l'union européenne et d'autres états pêcheurs. Cet espace est aussi exploité par des activités extractives ciblant les gisements naturels confinés sous les eaux marines, sans compter le transport maritime qui constitue un autre source de concurrence sur les usages de l'espace.

- La gestion responsable des ressources est au cœur de l'approche du développement durable et par conséquent, doit tenir compte de la sauvegarde de l'écosystème des pêche et de toutes ses composantes.

- La gestion du secteur des pêches et de l'économie maritime doit reposer sur des connaissances solides et actualisées. Ces connaissances doivent être accessibles à l'ensemble des acteurs impliqués dans le processus de prise de décision et en temps et lieux utiles.

- La participation de tous les acteurs au processus de prise de décision nécessite de disposer d'un observatoire global (et de ce fait virtuel) proposant des indicateurs pertinents et utilisables facilement par tous les utilisateurs concernés.

Pertinence de la proposition

- La proposition que nous faisons, est issue d'une analyse minutieuse des besoins et de l'état des lieux en terme de systèmes d'information proposés dans la zone de l'étude et ce, sur une assez grande période de temps. Cette étude approfondie a porté sur de nombreux documents se rapportant aux différents aspects de la mise en place d'un système d'information intégrateur dans la sous-région ouest africaine et en particulier en Mauritanie. Elle a dégagé les manques constatés et les propositions existantes. Nous avons pu alors lancer une évaluation issue des besoins identifiés dans les différents documents de référence. Ceci nous a permis de recenser les solutions les plus à même de répondre aux besoins actuels, de les analyser et ce, via le filtre des objectifs fixés. Ceci nous a amené à proposer une vision globale des fonctionnalités à apporter pour arriver à satisfaire les exigences édictées, et planifier le travail permettant à les réaliser.

- Nous avons conçu et mis en place une solution innovante et générique reposant sur le concept observatoire virtuel permettant à tous les acteurs du domaine d'accéder, de manière tout à fait transparente et conviviale, à l'ensemble de données, informations et connaissances disponibles. Il permet également aux utilisateurs de proposer leurs propres expériences et expertises sur les indicateurs présentés au sein l'observatoire. Pour renforcer la collaboration entre acteurs, l'observatoire développé offre à l'ensemble des usagers la possibilité d'interagir et de communiquer via un système de commentaires associant un fil de dis-

cussion à chaque analyse (fiche et indicateurs) proposée et garantissant la traçabilité des échanges et discussions.

7.2 Perspectives

Le prototype actuel constitue, à nos yeux, une étape importante pour aider à la gestion rationnelle. Cependant, malgré le côté volontairement générique de l'architecture, nous avons déjà recensé quelques limitations dans le développement actuel et ceci nous permet d'envisager plusieurs perspectives d'extension.

Afin d'élargir la virtualisation et les difficultés évoquées en section 3.8, les avancées possibles concernent :

- la connexion à plusieurs types de sites sources (bases de données, répertoires, sig).
- la construction des indicateurs. Pour l'instant, celle-ci repose uniquement sur des requêtes *SQL* accédant aux sites sources ; nous pensons que des indicateurs sophistiqués pourraient être construits en faisant, par exemple, appel à des applications externes.
- la formalisation de la connaissance liée notamment à l'expertise des acteurs. Pour l'instant, les acteurs ne disposent pas de référentiel de celle-ci. L'accès aux fiches par le catalogage utilise des mots clés mais laissés libres à la convenance de l'utilisateur. Une première chose serait de greffer un ou plusieurs thesaurus. Une approche plus fouillée pourrait se baser sur une construction collaborative de hiérarchies de concepts relatives aux thématiques.

- l'amélioration du partage et de la reproductibilité. Le référencement et l'accès aux données, aux indicateurs est un premier pas vers le partage et la réutilisation. Une extension possible consisterait à doter l'observatoire d'un environnement de conception de chaînes de traitements adaptés aux besoins des acteurs. Cela permettrait de partager la conception de celles-ci en faisant appel à divers traitements spécifiques aux données environnementales, comme des traitement spatiaux ou des traitements d'images issus de la télédétection.

Annexe A

Annexes

A.1 Liste [1] des indicateurs

Table A.1: Indicateurs de suivi relatif à l'intégration du secteur des pêches à l'économie nationale

	Thématique	Liste des indicateurs	Source
Intégration du secteur des pêches à l'économie nationale	Emploi	Nombre d'emplois directs à terre par sexe et nationalité (usines, mareyage, transformation artisanale...)	IMROP, ONISPA, FNP
		Nombre d'emplois en mer par métier, sexe, âge, nationalité, origine géographique et régime d'exploitation	DPAC
		Nombre d'emplois indirects total et par nationalité	Ports
		Nombre des emplois permanents et occasionnels	
		Nombre total d'emplois	ONISPA
		Nombre des nationaux et leur répartition par origine géographique	IMROP
		Contribution du secteur à l'emploi total	IMROP
	Valeur ajoutée	Captures par espèce (industrielles, artisanales et côtières)	IMROP
		Prix au débarquement par espèce	GCM
		Coûts des intrants	
		Contribution du secteur au PIB	
	Domestication des captures	Flotte par nationalité, type de licence et par régime d'exploitation	MPEM
		Captures débarquées par nationalité, type de licence, par régime d'exploitation	GCM, IMROP
		Captures débarquées sur captures totales flotte nationale sur flotte totale	

1. Selon le Comité Technique des Statistiques des Pêches en Mauritanie (CST)

TABLE A.1: Indicateurs de suivi relatif à l'intégration du secteur des pêches à l'économie nationale

	Thématique	**Liste des indicateurs**	**Source**
	Consommation	Quantité totale consommée par région Quantité consommée pour les principales espèces Consommation par habitant	IMROP, ONS
	Exportation	Exportation par type de produit en quantité et valeur et selon la destination Prix à l'exportation par espèce et par type de produit et destination Contribution du secteur aux recettes d'exportations	Douane, SMCP
	Contribution aux finances publiques	Recettes fiscales par segment et par régime d'exploitation Amendes Recettes liées aux accords de pêche Contribution du secteur aux recettes budgétaires Taux de dépendance du budget de l'état vis-à-vis des accords de pêche	 GCM SMCP MPEM SMCP

TABLE A.2 – Indicateurs de suivi de la bonne gouvernance du secteur des pêches

	Thématique	Liste des indicateur	Source
Bonne gouvernance	Outils	Stratégies et plans Cadre législatif et réglementaire Nombre, nature et taux d'activité d'institutions de gestion et de suivi, (Recherche, Suivi contrôle et surveillance, cadre de concertation, Organisations socioprofessionnelles)	MPEM
	Concertation	Existence d'un cadre officiel de concertation (CCNADP) Nombre de réunions entre acteurs Taux d'application des mesures concertées de gestion Importance de la contribution financière des acteurs à la gestion du secteur	MPEM
	Moyens de gestion	Part du budget alloué à la gestion, à la formation et la surveillance et à la recherche Nombre, qualification adéquation des ressources humaines à la gestion	MPEM
	Formes d'allocation	Nombre d'accords des pêches Contribution des accords de pêche dans le budget de l'état Volume des possibilités des pêches	MPEM

TABLE A.3 – Indicateurs de suivi de la Durabilité de la ressource du secteur

	Thématique	**Liste des indicateur**	**Source**
Durabilité	État des stocks	Potentiel de capture admissible (MSY) Biomasse Taille moyenne des individus capturés Taille de première maturité sexuelle Aire de distribution Niveau trophique	IMROP
	Biodiversité	Nombre d'espèces répertoriées Composition spécifique des captures (rejets/conservée)	IMROP
	Capacité de pêche	Nombre de navires en activité Somme (TJB, GT, Kw) Temps de pêche Mortalité par pêche Quantités capturées PUE	IMROP, GCM, FNP DPI DPAC
	Sélectivité	Captures accessoires Maillage Nombre d'espèces pêchées	IMROP, GCM, FNP
	Pollution marine anthropique et naturelle	Concentration des métaux lourds Mortalité accidentelle des espèces Concentration des hydrocarbures Nombre blooms de phytoplancton toxique	IMROP, DMM, ONISPA

TABLE A.4 – Indicateurs de suivi relatif au développement maîtrisé du secteur des pêches en Mauritanie

	Thématique	Liste des indicateur	Source
Développement maîtrisé	Infrastructures	Nombre d'usines (actives et en arrêt) et par type de traitement Capacité totale de traitement, stockage et de congélation Taux d'utilisation de la capacité Nombre d'infrastructures de débarquement par Km de cote	ONISPA
	Financement du secteur	Le volume total de l'investissement en mer (par segment) et à terre Le nombre de structures de crédit dédié à la pêche Le volume total des dettes du secteur par segment Le taux de recouvrement de dettes	IMROP
	Formation	Nombre total des personnes formées par qualification (matelot, mécanicien Taux de déperdition	Académie navale DFM,DRP
	Développement de l'aquaculture	Superficie aménagée pour l'aquaculture Quantité totale produite	IMROP, MPEM
	Sécurité en mer	Le nombre d'accidents en mer par zone Le nombre de décès par zone Le taux d'utilisation de gilets de sauvetage et de GPS	Académie navale

A.2 Complément sur les tables de l'entrepôt

La table « fiche » est utilisée pour stocker les fiches au format *XML*.

TABLE A.5 – Structure de la table « fiche »

code	Le code de la fiche.
type_code	Le code du type de fiche (thématique).
fic_xml	La fiche XML contenant les indicateurs (données et choix de mise en forme), l'expertise et une partie des méta données.

TABLE A.6 – Structure de la table « misenpage »

type_code	Le code du type de fiche (thématique).
lien	Le lien vers l'objet.
ordre	L'ordre dans lequel la thématique doit apparaître dans le menu.
meta_fiche	La fiche de méta-données communes à toutes les fiches de la même thématique. Cela comprend des informations générales sur le thème (libellé du thème par exemple) mais aussi des méta données sur les indicateurs de la fiche.
intituleuk	Le libellé de la thématique en anglais.
intitulefr	Le libellé de la thématique en français.

La table « source » sert à décrire chaque source d'information utilisée (et contient les méta-données - champ detail- décrivant chaque source) .

TABLE A.7 – Structure de la table « source »

idsource	Identifiant de la source de données.
source	Nom de la source. Il correspond au nom de l'organisme fournissant les données pour alimenter l'indicateur ainsi que le type de données utilisées.
detail	Description de la source. Ce champ comprend un texte de présentation de la source de données.

La table « tab_couleur » qui permet de définir une couleur pour chaque objet, ce qui permet d'être homogène sur l'ensemble des graphiques.

TABLE A.8 – Structure de la table « tab_couleur »

Type	Type d'objet dans la légende. Ce champs permet de distinguer les différents types d'objet : espèce, engins ou autres afin de faciliter la recherche des couleurs déjà définies, c'est un index laissé à l'appréciation des utilisateurs et qui n'a pas d'autres fonctions que de trier les couleurs définies
Legende	Légende du graphique pour lequel on va définir une couleur.
Couleur	couleur définie sous la forme RGB (exemple rouge : 255,0,0)

La table « codage » est utilisée par la routine de création des fiches. Cette routine peut prendre dans cette table la liste des fiches à réaliser par thème. La table codage permet d'associer chaque objet à décrire (espèce,

stock, pêcherie, loi de rattachement administratif ou zone de pêche) à un code qui lui servira d'identifiant dans les autres tables. En effet, la table codage contient le référentiel des fiches à créer au niveau de chaque thématique dans l'atlas, nous aurons ainsi la liste des différents code par fiche thématique et un certains nombres d'informations complémentaires qui seront intégrées à la fiches XML produite (Libellé, sous titre, nom d'une image, source de l'image).

TABLE A.9 – Structure de la table « codage »

code	Identifiant de l'objet. Cet identifiant est généralement celui utilisé dans les autres Systèmes d'Informations (SI) et pourra permettre de faire la liaison avec ces autres SI. Exemple pour les espèces, la langouste est associée au code 4401.
type_code	Groupe d'appartenance de l'objet. • ME : Fiche principale • ES : Fiche thématique : Ressources - Espèce • ST : Fiche thématique : Ressources - Stock • PE : Fiche thématique : Pêcheries • ZD : Fiche thématique : Lieu de rattachement administratif • ZP : Fiche thématique : Zone de pêche
nom_1	Nom littéral utilisé pour présenter l'objet. Ce texte apparaît comme titre dans les fiches thématiques. Il s'agit soit du nom de l'espèce, de la pêcherie, de la zone de pêche...
nom_2	Second nom si nécessaire. Ce texte apparaît comme sous-titre dans la fiche thématique et apporte une information supplémentaire comme par exemple le nom taxonomique pour les espèce.
image	Image ou icône qui sera associée à l'objet. Cette image ou icône devra être présente dans le répertoire "composition". Elle apparaît dans les fiches thématiques comme une illustration de la fiche.

La table « record » est utilisée par le serveur *PyCSW* pour le stockage des méta-données sur les fiches, les indicatuers, le données et les sources associées, à partir des tables « fiche », « misenpage » et « source ».

TABLE A.10: Structure de la table « record »

identifier	Identifiant de l'objet
typename	Type de nom de l'objet.
schema	Le schéma utilisé pour la génération des méta-donnée.
mdsource	La source des méta-données.
insert_date	La date de l'ajout de méta-données.
xml	Le contenu en XML de la fiche de méta-données.
anytext	Mémo libre pour commentaire.
langage	La langue utilisée.
type	Le type des informations ou des objets décrits.
title	Le titre de l'objet décrit.
title_alternate	Second titre, si nécessaire.
abstract	Un résumé décrivant l'objet ou la fiche traitée.
keywords	Liste de mots clés permettant de trouver facilement les informations relatives au sujet traité.
keywordstype	Le type de mots clés introduits.
parentidentifier	L'identificateur du parent.
relation	La relation.
time_begin	temps de début de couverture.
time_end	temps de fin de couverture.
topicategory	La catégorie de l'item.
resourcelanguage	La langue utilisée au sein des ressources.
creator	Le créateur des données.
publisher	Le responsable de la publication de méta-données.
contributor	Les contributeurs s'ils existent.
organization	L'organisation à qui appartiennent les données.
securityconstraints	Les contraintes de sécurité.
accessconstraints	Les contraintes d'accès, si elles existent.
otherconstraints	Les autres contraintes, si elles existent.
date	La date.
date_revision	La date révision.
date_creation	La date de la création.
date_publication	La date de publication.
date_modified	La date de modification.
format	Le format des données.
source	La source des données.
crs	Le crs des données.

geodescode	Le geodescodes.
denominator	Le dénominateur.
distancevalue	La distancevalue.
distanceuom	Le distanceuom.
wkt_geometry	La géométrie.
servicetype	Le type de service.
servicetypeversion	La version du type de service.
operation	L'opération.
couplingtype	Le type de couplage.
operateson	operateson.
operatesonidentifier	operatesonidentifier.
operatesoname	operatesoname.
degree	degree.
classification	La classification.
conditionapplyingto accessanduse	Les conditions applicables sur l'accès et l'usage des données.
lineage	lineage.
responsiblepartyrole	Le rôle du responsable.
specificationtitle	Le titre de spécification.
specificationdate	La date spécification.
specificationdatetype	Le type de date de spécification.
links	Les liens.
anytext_tsvector	Mémo.

Bibliographie

[All01] Sophie Allain. Planification participative de bassin et gouvernement de eau. *Géocarrefour*, 76(76) :199–209, 2001. (Cit en page 70.)

[ANS15] ANSTI. AIMS - document : L'Économie bleue, 2015. (Cit en pages 5, 7 et 8.)

[Arn69] Sherry R Arnstein. A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of planners*, 35(4) :216–224, 1969. (Cit en pages 3, 71 et 72.)

[BD12] Nicolas Boissel-Dallier. *Réconciliation sémantique des données et des services mis en œuvre au sein d'une situation collaborative*. Toulouse, INPT, 2012. (Cit en page 17.)

[BDM+02] Ely Beibou, Mamadou Diallo, Ebou Mbaye, Dennis Berthier, Meret Tandstat, and Anna Caramelo. Sig gestion des pêcheries dans la partie sud de l'écosystème du courant des canaries. *Actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002*, pages 51–58, 2002. (Cit en page 47.)

[BE10] Yvan Bédard and Supérieure Nationale Ecole. Le géodécisionnel : origine, évolution, état de l'art, enjeux, r&d. *Journal du Département des Sciences Géographiques de l'Université de Laval*, page 105, 2010. 00005. (Cit en pages 3, 30 et 31.)

[BGB15] Ely Beibou, Jérôme Guitton, and Julien Barde. SICP : système d'information collaboratif pour l'environnement et la gestion durable des pêches en mauritanie. *RSTI revue ISI*, 20(3) :11–35, 2015. 00000. (Cit en page 84.)

[BGL14] Ely Beibou, Jérôme Guitton, and Thérèse Libourel. Atlas géomatique collaboratif pour l'environnement et la gestion durable des ressources halieutiques, en afrique de l'ouest, cas de la mauritanie. *Congrès INFORSID 2014 Lyon, 20 - 23 mai 2014*, 2014. (Cit en pages 3, 75 et 85.)

[Bou06] Lotfi Bouzguenda. *Coordination multi-agents pour le Workflow Inter-Organisationnel lâche*. PhD thesis, Toulouse 1, 2006. (Cit en page 61.)

[BRBC12] Wided Batita, Stéphane Roche, Yvan Bédard, and Claude Caron. WikiSIG and collaborative GeoDesign. towards a theoretical framework. *Revue internationale de géomatique*, 22(2) :255–285, 2012. (Cit en pages 3, 72, 85 et 86.)

[Bre12] Christophe Breuil. Document de support a la formation sur la gouvernance des pêches maritimes dans la sous[U+2010]région AOA-OI, 2012. (Cit en page 54.)

[Cat10] Joseph Catanzano. Tableau de bord pour le ministère des pêches et de l'economie maritime (MPEM)., 2010. (Cit en pages 19, 41 et 42.)

[CC12] Benoit Caillart and Mahmud Cherif. Evaluation ex-post du plan d'aménagement de la pêcherie du poulpe en mauritanie., 2012. (Cit en page 33.)

[CCC+14] Leonardo Candela, Donatella Castelli, Gianpaolo Coro, Lucio Lelii, Francesco Mangiacrapa, Valentina Marioli, and Pasquale Pagano. An infrastructure-oriented approach for supporting biodiversity research. *Ecological Informatics*, 2014. (Cit en page 84.)

[CCD91] Chaboud Christian and Emmanuel Charles-Dominique. Les pêches artisanales en afrique de l'ouest : état des connaissances et évolution de la recherche. *JR Durand., L. Lemoalle J. & J. Weber, eds. La recherche face à la pêche artisanale, 99-143.*, 1991. (Cit en page 9.)

[CCP13] Leonardo Candela, Donatella Castelli, and Pasquale Pagano. Virtual research environments : An overview and a research agenda. *Data Science Journal*, 12 :GRDI75–GRDI81, 2013. (Cit en page 83.)

[CI10] Joseph Catanzano and Cheikh-Abdellahi Inejih. Plan d'aménagement des pêcheries crevêttires mauritaniennes, 2010. (Cit en page 33.)

[CO05] Kevern Cochrane and Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. *Guide du gestionnaire des pêcheries : les mesures d'aménagement et leur application.* Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2005. 00005. (Cit en page 6.)

[COH+12] C. Costello, D. Ovando, R. Hilborn, S. D. Gaines, O. Deschenes, and S. E. Lester. Status and solutions for the world's unassessed fisheries. *Science*, 338(6106) :517–520, 2012. 00175. (Cit en page 5.)

[CR10] Annamaria Carusi and Torsten Reimer. Virtual research environment collaborative landscape study.JISC., 2010. (Cit en page 83.)

[CSJ98] DJ Cowen, WL Shirley, and J Jensen. Collaborative gis. a video-conferencing gis for decision makers. In *Proceedings of the International Conference on Geographic Information*, 1998. (Cit en page 73.)

[DCH+12] L. Djiméra, A. Corten, A. Harouna, Sidi Taleb, and others. Observations scientifiques à bord des chalutiers pélagiques en 2010. 2012. 00000. (Cit en page 28.)

[DGPAC+14] Itahisa Déniz-González, Pedro J. Pascual-Alayón, Jamal Chioua, M. Teresa García-Santamaría, and Jorge Luis Valdés. Directory of atmospheric, hydrographic and biological datasets for the canary current large marine ecosystem., 2014. (Cit en page 82.)

[Did09] Haye Didi. Atelier sur les indicateurs de suivi du secteur des pêches, 2009. (Cit en page 42.)

[DL12] Geneviève De Lacour. Les herbiers marins stockent plus de carbone que les forêts. *Journal de l'environnement*, 2012. 00000. (Cit en page 4.)

[DM03] G Domalain and P Morand. Analyse et diagnostic du systéme de suivi de la pêche artisanale en mauritanie. 2003. (Cit en page 27.)

[FAO93] FAO. *Rapport. Comite des Pêches. Session 20.* Food & Agriculture Organisation, 1993. (Cit en page 46.)

[FAO95] FAO. Code de conduite pour une pêche responsable, 1995. (Cit en page 56.)

[FAO08] FAO. Système de suivi et d'aménagement de la pêche artisanale et côtière en mauritanie, 2008. (Cit en pages 48 et 49.)

[FAO15] FAO. L'initiative en faveur de la croissance bleue, 2015. (Cit en page 4.)

[FDK+12] James W. Fourqurean, Carlos M. Duarte, Hilary Kennedy, Núria Marbà, Marianne Holmer, Miguel Angel Mateo, Eugenia T. Apostolaki, Gary A. Kendrick, Dorte Krause-Jensen, Karen J. McGlathery, and Oscar Serrano. Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience*, 5(7) :505–509, 2012. 00217. (Cit en page 4.)

[Foo14] Food And Agriculture Organization Of The United States. *State of the world fisheries and aquaculture 2014.* Food & Agriculture Org, 2014. (Cit en page 4.)

[GBGS+96] Lyle Glowka, Francoise Burhenne-Guilmin, Hugh Synge, Jeffrey A. McNeely, and Lothar Gündling. *Guide de la Convention sur la diversité biologique*. Number 30. IUCN, 1996. 00065. (Cit en pages 5 et 55.)

[GG02] Jérôme Guitton and Didier Gascuel. Trawlbase-siap : un outil de gestion des données de campagnes de chalutage scientifique. *Actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002*, pages 37–42, 2002. (Cit en page 46.)

[GGLR03] Hervé Gumuchian, Eric Grasset, Romain Lajarge, and Emmanuel Roux. *Les acteurs, ces oubliés du territoire*. Anthropos, 2003. (Non cit.) :halshs-00277391 :halshs-00277391 :halshs-00277391 :halshs-00277391

[GLM+07] Didier Gascuel, Pierre Labrosse, Beyah Meissa, Mahfoudh Taleb Sidi, and Sylvie Guénette. Decline of demersal resources in north-west africa : an analysis of mauritanian trawl-survey data over the past 25 years. *African Journal of Marine Science*, pages 331–345, 2007. (Cit en page 8.)

[God83] Jacques Godbout. *La participation contre la démocratie*. Éditions coopétatives A. Saint-Martin, 1983. (Cit en page 70.)

[GR01] François Golay and Marc Riedo. Ntic et systèmes d'information territoriale. *NTIC et territoires. Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, pages 11–30, 2001. (Cit en page 17.)

[Gre11] Leclerc Gregoire. Sig 2.0 et participation publique : vers une géographie de l'action citoyenne. *NETCOM*, 25(1-2) :83–97, 2011. (Cit en pages 71 et 73.)

[Guy06] Frécon Guy. *Formuler une problématique : dissertation, mémoire, thèse, rapport de stage.* Number 1272727 in Méthod'o. DUNOD edition, 2006. (Cit en page 53.)

[HM99] A Haurat and J-Ch Monateri. Dynamique des relations durables entre entreprises–architectures industrielles–coordination, pilotage, performance. In *3e Congrès international de génie industriel*, pages 505–518, 1999. (Cit en page 62.)

[IMR14] IMROP. Huitième groupe de travail sur l'evaluation des ressources et l'aménagement des pêcheries mauritaniennes et la gestion de leur environnement, 2014. (Cit en page 12.)

[IST08] ISTAM. Specifications for the prototype of the de regional fisheries information system (RFIS), 2008. (Cit en page 48.)

[JN01] Piotr Jankowski and Timothy Nyerges. *GIS for group decision making*. CRC Press, 2001. (Cit en page 73.)

[Joh06] Steven Johnson. *The ghost map : the story of London's most terrifying epidemic–and how it changed science, cities, and the modern world*. Penguin, 2006. (Cit en page 71.)

[Jou02] Officiel Journal. Journal officiel de la république islamique de mauritanie, 2002. (Cit en pages 5 et 13.)

[KL05] Cochrane Kevern L. Guide du gestionnaire des pêcheries. les mesures d'aménagement et leur application, 2005. (Cit en pages 41 et 56.)

[KW05] Sandra Kloff and Clive Wicks. *Gestion environnementale de l'exploitation de pétrole offshore et du transport maritime pétrolier*. Fondation internationale du Banc d'Arguin, 2005. 00006. (Cit en page 10.)

[Lar05] Craig Larman. UML 2 et les design patterns, 2005. 00000. (Cit en page 56.)

[Lau98] Robert Laurini. Groupware for urban planning : an introduction. *Computers, Environment and Urban Systems*, 22(4) :317–333, 1998. (Cit en pages 3, 72 et 73.)

[Lem12] Sidi Yahya Lemrabott. Diagnostic écologique, usages et analyse des perceptions des acteurs : vers une gestion intégrée de la baie du lévrier, 2012. (Cit en page 11.)

[Lin07] Hsiu[U+2010]Fen Lin. Knowledge sharing and firm innovation capability : an empirical study. *International Journal of Manpower*, 28(3) :315–332, 2007. 00523. (Cit en page 9.)

[LST01] Robert Laurini, Sylvie Servigne, and Tullio Tanzi. A primer on telegeoprocessing and telegeomonitoring. *Computers, Environment and Urban Systems*, 25(3) :249–265, 2001. (Cit en pages 3, 72 et 73.)

[MAB10] Bonnin Marie, Ould Zein Ahmed, and Queffelec Betty. DROIT DE l'ENVIRONNEMENT MARIN ET CÔTIER EN MAURITANIE. 2010. (Cit en page 11.)

[Mau97] Joost Maus. Sustainable fisheries information management in mauritania., 1997. (Cit en pages 3, 22, 45 et 90.)

[May09] Mohamed Ould Abidine Ould Mayif. Inventaire des fournisseurs de données et analyse des base de données du secteur des pêches en mauritanie. *PROJET APAM (GCP/MAU/032/SPA)*, 2009. (Cit en page 49.)

[MBS09] Cheikh-Ahmedou Menira, Ahmed-Salem Bouhada, and Mohamed-M'Bareck Soueilim. Procès verbal de la 3ème réunion ordinaire du comité technique des statistiques (CTS) nouakchott le 02 décembre 2009, 2009. (Cit en page 42.)

[MI05] Pierre Morand and Cheikh-Abdellahi Inejih. La refonte du système de suivi statistique de la pêche artisanale et côtière mauritanienne. In *Atelier National « Plan d'Aménagement et de Développement de la Pêche Artisanale et Côtière » Nouakchott – 26-28 Septembre 2005*, page 8, 2005. 00000. (Cit en pages 3, 27, 28 et 30.)

[MPE15] MPEM. Stratégie nationale de gestion responsable pour un développement durable des pêches et de l'économie maritime 2015-2019, 2015. (Cit en pages 6, 11, 21, 41, 56 et 91.)

[MvVVDC11] Géraud Magrin, Geert van Vliet, Bopp Van Dessel, and Lucien Chabason. La mauritanie et la mer : et si le pétrole aidait à mieux gérer l'insécurité écologique ? *Natures Sciences Sociétés*, Vol. 19(3) :245–255, 2011. (Cit en pages 3, 11 et 12.)

[Nat94] Unis Nations. Convention des nations unies sur le droit de la mer dite de montego bay (1982), 1994. (Cit en page 55.)

[NM04] Lenselink Noeky M. Participation à la gestion des pêches artisanales pour améliorer les moyens d'éxistence des pêcheurs en afrique de l'ouest. une synthèse des entretiens et des études de cas réalisés en mauritanie, au sénégal, en guinée et au ghana., 2004. (Cit en page 10.)

[PE09] Marie-Josée Proulx and Supérieure Nationale Ecole. Veille technologique portant sur le mariage judicieux de l'intelligence d'affaires et l'information géospatiale. In *Colloque Géomatique 2009, Montréal*, page 14, 2009. 00005. (Cit en pages 3, 30 et 31.)

[PYP08] Henri Pornon, Pierrick Yalamas, and Elise Pelegris. Services web géographiques : état de l'art et perspectives. *Géomatique Expert - N° 65*, 2008. (Cit en page 74.)

[RCFB89] Claude Roy, Philippe Cury, André Fontana, and Henri Belvèze. Stratégies spatio-temporelles de la reproduction des clupéidés des zones d'upwelling d'afrique de l'ouest. *Aquatic Living Resources*, 2(1) :21–29, 1989. (Cit en page 25.)

[Rin01] Claus Rinner. Argumentation maps - GIS-based discussion support for online planning. *Geography Publications and Research*, 2001. (Cit en pages 3 et 72.)

[RKZ00] Elke A Rundensteiner, Andreas Koeller, and Xin Zhang. Maintaining data warehouses over changing information sources. *Communications of the ACM*, 43(6) :57–62, 2000. (Cit en pages 68 et 84.)

[Rox09] Ana Roxin. Protocole de découverte sensible au contexte pour les services web sémantiques, 2009. (Cit en page 74.)

[SHRR04] Luc Clement Systinet, Andrew Hately, Claus von Riegen, and Tony Rogers. UDDI version 3.0.2, 2004. (Cit en pages 3 et 79.)

[Sie06] Renee Sieber. Public participation geographic information systems : A literature review and framework. *Annals of the Association of American Geographers*, 96(3) :491–507, 2006. (Cit en pages 3, 72, 73 et 85.)

[SL90] Amit P. Sheth and James A. Larson. Federated database systems for managing distributed, heterogeneous, and autonomous databases. *ACM Comput. Surv.*, 22(3) :183–236, 1990. (Cit en pages 3 et 69.)

[Sno54] John Snow. The cholera near golden-square, and at deptford. *Medical Times and Gazette*, 9 :321–322, 1854. (Cit en page 71.)

[TC02] Thibaut and Pierre Chavance. Statbase : A generic approach for managing multi-sources fisheries statistics. *Actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002*, pages 11–24, 2002. (Cit en page 46.)

[Tou07] Jihed Touzi. Aide à la conception de système d'information collaboratif , support de l'interopérabilité des entreprises, 2007. (Cit en pages 61 et 62.)

[UA12] UA. Stratégie africaine intégrée pour les mers et les océans - horizon 2050 (stratégie AIM 2050), 2012. (Cit en pages 6 et 9.)

[Uni71] Nations Unies. Convention relative aux zones humi des d'importance internationale particulièrement comme ha bitats des oiseaux d'eau. In *Conférence internationale du programme MAR (pour Maris, marshes, marismas)*, 1971. 00000. (Cit en page 55.)

[Uni72] Nations Unies. La convention du patrimoine mondial. In *La Conférence Générale de l'Unesco du 16 novembre 1972*, page 29. Unesco, 1972. 00000. (Cit en page 55.)

[Uni92a] Nations Unies. Convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques. *Recueil des traités*, 1771(30822), 1992. 00020. (Cit en page 55.)

[Uni92b] Nations Unies. Déclaration de rio sur l'environnement et le développement. In *Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement*, 1992. 00033. (Cit en page 55.)

[Uni98a] Nations Unies. Convention sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement. In *Quatrième conférence ministérielle pour l'environnement en Europe*, page 31, 1998. 00000. (Cit en page 55.)

[Uni98b] Nations Unies. Protocole de kyoto la convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques. *Nations Unies*, 21, 1998. 00021. (Cit en page 55.)

[VdH00] Sybille Van den Hove. Participatory approaches to environmental policy-making : the european commission climate policy process as a case study. *Ecological Economics*, 33(3) :457–472, 2000. (Cit en page 71.)

[Wat01] Robert T. Watson. Climate change 2001 : Synthesis report, 2001. (Cit en pages 3, 6 et 7.)

[WB02] Peter Wittenburg and Daan Broeder. Metadata overview and the semantic web. 2002. (Cit en page 76.)

[Wie92] Gio Wiederhold. Mediators in the architecture of future information systems. *Computer*, 25(3) :38–49, 1992. (Cit en pages 68 et 85.)

[Yan10] Laurent Yann. Cahier des charges pour la création d'un système d'information sectorielle pour la pêche en mauritanie, 2010. (Cit en page 33.)

Résumé

Face aux phénomènes globaux (appauvrissement des stocks de poissons, détérioration de l'environnement, réchauffement climatique, etc.) qui préoccupent aujourd'hui la communauté mondiale et plus directement les pays côtiers, les séries de données (environnementales et biologiques) doivent être les plus complètes et cohérentes possibles mais doivent être simples à combiner pour répondre aux questions scientifiques et adapter l'action des gestionnaires.

En effet, l'efficacité de la gestion des sources d'information diverses est tributaire des capacités d'intégration et d'interopérabilité avec les systèmes partenaires. Les sources de données sont toujours complémentaires, parce qu'elles couvrent des thématiques différentes. Mais, prises isolément, elles donnent souvent une vision parcellaire pour répondre à une question scientifique, d'où l'intérêt de leur intégration. Une autre difficulté réside dans le fait que les acteurs qui analysent ces sources d'information ont des points de vue et expertises diverses sur les problèmes posés. L'intégration des données n'est donc plus le seul enjeu, celle des commentaires et des connaissances associées devient obligatoire et les approches collaboratives constituent une piste intéressante, pour ne pas dire incontournable avec l'émergence des réseaux sociaux et des outils qui les accompagnent.

Cette thèse propose une approche permettant la mise en œuvre d'un système d'information global, sorte d'observatoire virtuel et collaboratif.

« Virtuel » car il offre une vision via un tableau de bord d'indicateurs calculés à partir d'un entrepôt décrivant les données à intégrer issues de systèmes d'information divers hétérogènes et distribués, tout en respectant l'autonomie de ces derniers. L'entrepôt de données est « virtuel », son schéma est conçu à partir d'un modèle de fiche scientifique dont le schéma et le contenu sont construits à la volée, en fonction de la demande de l'utilisateur exprimée par des requêtes SQL. L'approche se démarque ainsi de l'approche standard des entrepôts classiques qui repose sur un schéma prédéfini et une intégration régulière des données utilisant le mécanisme de vues matérialisées.

« Collaboratif » car l'approche permet à l'ensemble des acteurs concernés (recherche, administration, professionnels, etc.), de participer à l'exploitation et analyse collectives des données spatio-temporelles, en vue de produire des connaissances communes et éventuellement asseoir des décisions concertées. L'approche s'appuie sur les avancées de la géomatique collaborative, méthode innovante consistant à mettre en réseau des individus ou des organismes désireux de rassembler, de traiter et de diffuser des informations de nature géographique et d'intérêt commun. L'objectif visé consiste à offrir des services normalisés pour permettre l'interopérabilité et l'accès aux données

et traitements (métadonnées, données, codes accessibles) pour aller vers une science reproductible et transparente (que d'autres peuvent s'approprier, ce qui est une forme de collaboration) mais aussi donner la parole à l'expertise dans la capture de commentaires émis sur les fiches (et leurs éléments) du tableau de bord qui permettent d'améliorer la connaissance produite et les échanges entre partenaires et ainsi, a priori, la prise de décision....

La solution retenue aboutit à un prototype offrant différents services aux communautés utilisateurs (recherche, exploitation et administrations du domaine) : des services de recherche et d'accés aux ressources pertinentes (où, qu'elles se trouvent) mais aussi des services de traitements de données (production d'indicateurs par exemple) en explicitant et modélisant leur raisonnement.

Mot-clés : Système d'information, Géomatique collaborative, Environnement, Pêche, Gestion durable

Abstract

Faced with global phenomena (depletion of fish stocks, environmental degradation, global warming, etc.), which today concern to the global community and more directly the coastal countries, the data series (environmental and biological) should be the more complete and consistent but must be possible to combine simple to answer scientific questions and adapt the action managers.

Indeed, the effectiveness of the management of various sources of information is dependent on the integration and interoperability capabilities with partner systems. The data sources are always complementary, because they cover different topics. But, taken in isolation, they often give a fragmented view to answer a scientific question, hence the importance of their integration.

Another difficulty lies in the fact that actors who analyze these sources have various views and expertise on the issues raised. Data integration is no longer the only issue, the comments and associated knowledge becomes mandatory and collaborative approaches are an interesting track, if not inevitable with the emergence of socialnetworks and tools that accompany them.

This thesis proposes an approach to the implementation of a global information system, a sort of virtual andcollaborative observatory.

« Virtual » because it offers a vision via a dashboard of indicators calculated from a warehouse describingdata to be integrated from various information systems heterogeneous and distributed, while respecting the autonomy of the latter. The data warehouse is « virtual », a scheme is designed from a

« scientific sheet » model whose schema and content are built « on-the-fly », depending on the user request expressed by SQL queries. The approach thus differs from the standard approach of the conventional warehouses which is based on a predefined schema and a proper integration of the data using materialized views mechanism.

« Collaborative » because the approach allows all stakeholders (research, administration, business, etc.),participate in the operation and collective analysis of spatio-temporal data, to produce common knowledge and possibly to provide more substantial underpinning for concerted decisions. The approach relies on advanced collaborative geomatics, innovative method of networking individuals or organizations wishing to collect, process and disseminate information and geographical nature of common interest. The objective is to provide standardized services to enable interoperability and access on data and treatments (metadata, data, access codes) to move towards a transparent and reproducible science (others can appropriate, which is a form of collaboration) but also to call on expertise in the capture of comments made on the scientific sheets (and their components) dashboard that improve the knowledge produced and exchanges between partnersand thus a priori decision making.

The chosen solution results in a prototype offering different services to user communities (research, operation and administration of the domain) research services and access to relevant resources (where they are) but also treatment services data (production of indicators, for example) by explaining their reasoning and modeling.

Keywords : Collaborative Geomatics, Information System, Environment, Fisheries, Sustainable Management.