



# Développement d'indicateurs HydroMorphoSédimentaires pour les estuaires

**Phase 1 : inventaire des données HMS  
disponibles sur les petits et moyens  
estuaires de la façade Manche-  
Atlantique**

**Rapport intermédiaire**

**Aldo Sottolichio (Université de Bordeaux)**

**Avec la contribution de Valérie Foussard (Université de Rouen),  
Stéphane Kervella et Cécile Curti (Géo-Transfert), Joselyn  
Arriagada et Vincent Hanquiez (Université de Bordeaux)**

**Décembre 2014**



- **AUTEURS**

**Aldo Sottolichio**, Université de Bordeaux, aldo.sottolichio@u-bordeaux.fr

Avec la contribution de :

**Valérie Foussard** (Université de Rouen), **Stéphane Kervella** et **Cécile Curti** (Géo-Transfert), **Joselyn Arriagada** et **Vincent Hanquiez** (Université de Bordeaux)

- **CORRESPONDANTS**

**Onema** : **Marie-Claude XIMÉNÈS**, DAST, marie-claude.ximenes@onema.fr

- **AUTRES CONTRIBUTEURS**

**Droits d'usage** : [par ex. accès libre ou accès réservé à XXX]

**Niveau géographique** : [un seul choix entre : mondial, national, régional, départemental, communal]

**Couverture géographique** : [administrative : indiquer le ou les pays, région, département ou commune ;

citations locales : indiquer les noms de cours d'eau, plan d'eau, masse d'eau, bassin hydrographique]

**Niveau de lecture** : [plusieurs choix possibles entre : scolaires, citoyens, professionnels, experts]

[Les rubriques propres au partenaire (visa par ex.) peuvent être insérer dans cette page ou ajouter sur une page supplémentaire]

## RESUME

Ce rapport décrit les actions menées en 2013 et 2014 pour le développement d'indicateurs hydro-morpho-sédimentaires pour l'application de la Directive Cadre sur l'Eau dans les eaux de transition estuariennes. Ces actions sont complémentaires au travail conceptuel mené en parallèle par l'Ifremer, et visent à se doter de données concrètes sur l'hydromorphologie des estuaires français, dans le but de tester les indicateurs sur la base d'exemples réels.

Après le rappel du contexte de ce travail, l'avancement de l'inventaire des estuaires est décrit. Cet inventaire est réalisé par la cellule Geo-transfert de l'Université de Bordeaux. Après une première analyse de l'existant, il apparaît que l'inventaire exhaustif visant la liste initiale établie par le GT nécessiterait un effort au-delà du temps imparti dans le cadre de ce projet. En revanche, l'acquisition à minima des MNTs des estuaires permettra de disposer, à court terme, d'éléments suffisants pour tester les indicateurs en cours de développement.

L'analyse des changements hydromorphologiques en Gironde sur une période de 40 ans (1953-1994) est présentée. Bien que réalisé en marge de l'inventaire, cette analyse a permis de générer quelques indices hydromorphologiques dans cet estuaire. Ce type de travail doit se poursuivre en étendant la période d'analyse, en ajoutant d'autres grands estuaires (Loire et Seine), et en évaluant les indicateurs HMS qui seront validés effectivement par le GT. Ces indicateurs sont exclusivement issus de la mesure bathymétrique et marégraphique, et peuvent être de très bons compléments aux indicateurs issus de la modélisation numérique.

- **MOTS CLES**

Directive Cadre Eau (DCE), estuaires, indicateurs, hydromorphologie, hydro-morpho-sédimentologie, MNT, bathymétrie.

## SOMMAIRE

---

Sommaire .....	5
Introduction.....	6
1. Rappel du contexte et des objectifs .....	6
1.1. Contexte .....	6
1.2. Description du projet proposé : étapes et calendrier .....	6
1.3. Tâches prévues en phase 1 du projet .....	7
2. Actions menées en 2013-2014 .....	7
2.1 Difficultés rencontrées lors du démarrage de la convention .....	7
2.2 Organisation des réunions du GT HMS .....	8
3. Inventaire des données disponibles sur les caractéristiques HMS des petits estuaires français .....	9
3.1. Contexte .....	9
3.2. Estuaires concernés par l'inventaire .....	9
3.3. Acquisition des données déjà existantes sur les estuaires .....	10
3.4. Architecture de la base de données et état d'avancement dans l'acquisition de l'ensemble des données demandées .....	14
3.4. Acquisition de données cartographiques via des bases de données existantes ou par traitement sous SIG .....	22
4. Travaux complémentaires menés en parallèle sur des données morphologiques dans l'estuaire de la Gironde .....	27
4.1. Contexte et objectif .....	27
4.2. Données exploitées et pré-traitement associé .....	27
4.3. Résultats .....	28
Conclusion .....	32

## INTRODUCTION

---

La DCE prévoit que des indicateurs hydromorphologiques soient renseignés en vue de caractériser l'état écologique des masses d'eau, en particulier les masses d'eau de transition. Un projet porté par l'Université de Bordeaux et l'Ifremer, visant à poursuivre ces travaux en vue d'aboutir à des indicateurs HydroMorphoSédimentaires (HMS) pertinents pour les estuaires a ainsi été lancé en 2013 avec le soutien financier de l'Onema.

Afin d'aboutir à des indicateurs de qualité HMS pertinents, 3 phases sont envisagées dans un premier temps pour ce travail. Chaque phase de ce projet comprend diverses tâches menées conjointement ou réparties entre l'Université de Bordeaux (coordinateur : A. Sottolichio) et l'Ifremer (coordinateur : P. Le Hir) avec le soutien de la coordination inter-estuaire (V. Foussard - Université de Rouen).

Le présent rapport concerne uniquement les travaux menés durant la phase 1 par l'Université de Bordeaux (tâches a et c étalées sur 2013/2014).

### 1. RAPPEL DU CONTEXTE ET DES OBJECTIFS

---

*Ces éléments sont extraits de l'annexe à la convention ONEMA – Université de Bordeaux (2013).*

#### 1.1. Contexte

La DCE prévoit que des indicateurs hydromorphologiques soient renseignés en vue de caractériser l'état écologique des masses d'eau, en particulier les masses d'eau de transition. Dans le cadre du projet Liteau BEEST (2008-2011), un groupe de travail a réfléchi à cette question, appliquée au cas des grands estuaires et a effectué des premières recommandations pour établir des indicateurs « Hydro-Morpho-Sédimentaires » (HMS). Des pistes ont été proposées : maintien d'une continuité longitudinale, maintien d'une diversité des courants et de la nature des fonds sédimentaires dans chaque section, maintien d'une zone intertidale minimaliste... Ce travail a fait l'objet de communications au colloque ECSA/ELET à Bordeaux en octobre 2011 (Sottolichio et al., 2011 ; Le Hir et al., 2011). Il reste à transformer ces pistes en véritables indicateurs, et à proposer des méthodes réalistes pour les évaluer.

Un projet porté par l'Université de Bordeaux et l'Ifremer, visant à poursuivre ces travaux en vue d'aboutir à des indicateurs HydroMorphoSédimentaires (HMS) pertinents pour les estuaires a ainsi été lancé en 2013 avec le soutien financier de l'Onema.

#### 1.2. Description du projet proposé : étapes et calendrier

Afin d'aboutir à des indicateurs de qualité HMS pertinents, 3 phases sont envisagées dans un premier temps pour ce travail :

- **Phase 1** : conceptualisation des indicateurs HMS en estuaires et inventaire des (petits) estuaires français en vue de la phase 2. Cette étape est suivie par un groupe de travail (GT HMS) s'assurant de l'« exploitabilité » des concepts et indicateurs proposés ;
- **Phase 2** : application des concepts de la phase 1 à quelques estuaires « représentatifs », et proposition d'une méthodologie simplifiée pour renseigner les caractéristiques morphologiques nécessaires à une évaluation sommaire des indicateurs ;
- **Phase 3** (qui reste encore à préciser selon la progression des phases 1 et 2) : évaluation des propositions d'indicateurs HMS sur la base des exemples traités au cours de la phase 2, par le GT HMS et par des experts de la qualité biologique des milieux. Le travail se terminera par des préconisations de mise en œuvre à destination des Agences de l'Eau.

Chaque phase de ce projet comprend diverses tâches menées conjointement ou réparties entre l'Université de Bordeaux (coordinateur : A. Sottolichio) et l'Ifremer (coordinateur : P. Le Hir) avec le soutien de la coordination inter-estuaire (V. Foussard - Université de Rouen).

### 1.3. Tâches prévues en phase 1 du projet

La première phase du projet sur le développement d'indicateurs HMS en estuaires comprend les tâches suivantes :

a. Création d'un groupe de travail comprenant l'ONEMA, les Agences de l'eau et les chercheurs HMS (liste des membres en annexe 1) et **co-animation de ce groupe par A. Sottolichio, P. Le Hir et V. Foussard**. Les tâches principales de ce groupe sont de :

- débattre du développement conceptuel d'indicateurs (cf point b ci-dessous réalisé par l'Ifremer)
- suivre l'inventaire des petits estuaires (cf point c réalisé par l'Université de Bordeaux)
- évaluer les expériences à l'étranger
- sélectionner les estuaires où seront faites les applications (Phase 2 du projet)
- plus généralement, de bien cadrer les tâches de la phase 2

b. Confection d'indicateurs HMS (travail conceptuel, proposition de seuils), en distinguant des indicateurs « hydrodynamiques » des indicateurs « hydrologiques (turbidité incluse) » et « morphologiques ». **Cette tâche réalisée par Ifremer**, sous la responsabilité de P. Le Hir, fait l'objet d'une convention ONEMA-Ifremer et d'un rapport spécifique.

c. Inventaire des petits estuaires français : compilation de données disponibles sur les surfaces intertidales, débits fluviaux, courbes de marée, profondeur du chenal et sections à l'embouchure. Constitution d'un « catalogue » des estuaires de métropole. Ce travail sera basé sur l'utilisation privilégiée d'ortho-photos aériennes récentes. Il a été réalisé par Géo-Transfert (cellule de transfert basée à Bordeaux), **sous la supervision d'A. Sottolichio de l'Université de Bordeaux**.

Le présent rapport concerne uniquement les travaux menés durant la phase 1 par l'Université de Bordeaux (tâches a et c étalées sur 2013/2014).

## 2. ACTIONS MENEES EN 2013-2014

---

### 2.1 Difficultés rencontrées lors du démarrage de la convention

Les travaux de la phase 1 du projet ont démarré avec un certain retard. En effet, la convention a été signée en mai 2013, et les crédits ont été mis à disposition au milieu de l'été 2013. En raison de la clôture des exercices comptables de l'Université et le passage de l'Université Bordeaux 1 à l'Université de Bordeaux, aucune dépense n'a pu être engagée entre octobre 2013 et février 2014. Cela a empêché le lancement rapide de certaines tâches, et notamment celle de l'inventaire des estuaires.

En raison du décalage des travaux, nous avons tenté de démarrer en 2014 des actions programmées en année 2, en particulier des stages de Master 2 (sujet en annexe 4 - ce qu'il n'a pu être mené est l'application sur un estuaire réel (Loire ou Seine)). Cependant les stages proposés n'ont pas trouvé de bons candidats. La transformation des stages en un CDD n'a pas abouti non plus, faute de candidats (profil recherché présenté en annexe 5).

En raison de ces difficultés et de la nécessité d'étalement de la prestation de Géo-Transfert pour réaliser l'inventaire des données disponibles sur les caractéristiques des estuaires, la phase 1 de ce projet s'est déroulée en 2013 / 2014.

En parallèle à ce projet, un stage de Master 2 visant à traiter des données bathymétriques de l'estuaire de la Gironde a été lancé en janvier 2013 (stage de 6 mois encadré par A. Sottolichio). Bien que non prévu dans le projet financé par l'Onema, ce stage a permis par la suite, de commencer à évaluer quelques indicateurs HMS préliminaires proposés par le GT HMS. Une synthèse de ce travail a donc été incluse dans le présent rapport.

## 2.2 Organisation des réunions du GT HMS

Courant 2013/2014, deux réunions du GT HMS ont été organisées afin de discuter de la progression de la réflexion et du projet en lui-même.

### Réunion du 30 avril 2013 à l'ONEMA (Vincennes)

Présents : Pierre LE HIR (IFREMER), Aldo SOTTOLICHIO (UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux), Valérie FOUSSARD (UMR 6143 M2C, Université de Rouen), Robert LAFITE (UMR 6143 M2C, Université de Rouen), Sandric LESOURD (UMR 6143 M2C, Université de Caen), Olivier BRIVOIS (BRGM), Marion DELEMARRE (Bio-littoral) - en remplacement d'A-L. Barillé, Mickael CHARBONNEAU (stagiaire - Bio-littoral), Stéphanie PEDRON (Agence de l'Eau Seine-Normandie), Philippe FERA (Agence de l'Eau Loire-Bretagne), Méлина LAMOUREUX (Agence de l'Eau Adour-Garonne)

Étaient excusés : Jean-Marc BAUDOIN (Pôle Onema-Irstea Hydro-écologie des Plans d'eau), Marie-Claude XIMENES (ONEMA), Mario LEPAGE (IRSTEA), Anne-Laure BARILLE (Bio-littoral), Hugues BLANCHET (UMR 5805 EPOC, Station Marine d'Arcachon), Charlotte VINCHON (BRGM)

### Ordre du jour :

- Rappel des missions de la coordination inter-estuaire
- Présentation de l'action 2013-2015 sur les indicateurs HMS en estuaire
- Présentation des méthodologies employées pour la DCE basées sur l'hydromorphologie en eaux fluviales, en eaux côtières (France) et en estuaires (Europe)
- Présentation des indicateurs opérationnels ou en cours de finalisation, dans les masses d'eau de transition : sont-ils intégrateurs des évolutions HMS ?
- Rappel des conclusions tirées du projet LITEAU-BEEST
- Proposition d'approches pour l'action 2013 sur les indicateurs HMS estuariens
- Stratégie adoptée
- Poursuite de l'action/prochaine réunion

### Synthèse sur la stratégie adoptée (extrait du compte-rendu présent en annexe 2)

(1) Il est rappelé que le GT HMS se penche sur la distinction entre le bon état et le mauvais état HMS des estuaires (les travaux menés par le BRGM, par exemple, pour les eaux côtières répondent à la problématique du très bon état).

(2) Une approche par l'état HMS et son évolution au cours du temps (et non des seuils fixes) est jugée plus réaliste. La définition de tendance peut être faite, ainsi les experts proposent d'essayer de déterminer si la qualité HMS du milieu tend vers une situation correcte d'un point de vue écologique ou tend à se dégrader progressivement.

(3) L'une des difficultés sera de faire la distinction entre les évolutions naturelles et les perturbations d'origine anthropique.

(4) L'approche proposée pour évaluer l'état HMS des estuaires consisterait à combiner des modèles hydrodynamiques et bathymétriques.

Pour cela, il faudra à minima une topo-bathymétrie relativement précise et des données de débits fluviaux. Les données récoltées lors de l'inventaire des estuaires (phase 1) seront donc essentielles. Lors de l'application des indicateurs sur quelques estuaires (phase 2), il sera également testé si une morphologie simplifiée peut être utilisée pour certains d'entre eux notamment pour les estuaires courts et non stratifiés. Si cela fonctionne, des modèles simples et des calculs par volumes pourront être utilisés pour quantifier certaines métriques. Par conséquent, une topo-bathymétrie fine ne serait moins primordiale pour ces estuaires.

## Réunion du 22 janvier 2014 à l'ONEMA (Vincennes)

Présents : Pierre LE HIR (IFREMER), Aldo SOTTOLICHIO (Université de Bordeaux), Valérie FOUSSARD (Université de Rouen), Robert LAFITE (Université de Rouen), Sandric LESOURD (Université de Caen), Olivier BRIVOIS (BRGM), Anne-Laure Barillé (Bio-littoral), Stéphanie PEDRON (AESN), Philippe FERA (AELB), Mario LEPAGE (IRSTEA), Hugues BLANCHET (Université de Bordeaux 1)

Etaient excusés : Marie-Claude XIMENES (ONEMA), Mélina LAMOUREUX (AEAG) Charlotte VINCHON (BRGM), Jean PRYGIEL (AEAP)

### Ordre du jour :

- Outils d'évaluation de la qualité hydromorphologie des eaux de surface continentales
- Développement des indicateurs HMS en estuaires
- L'inventaire des estuaires : objectifs et contenu de la prestation

Le compte-rendu de cette réunion est présenté en annexe 3.

## 3. INVENTAIRE DES DONNEES DISPONIBLES SUR LES CARACTERISTIQUES HMS DES PETITS ESTUAIRES FRANÇAIS

---

### 3.1. Contexte

Pour rappel, l'inventaire des caractéristiques HMS mené par le GT HMS a pour objectif de compiler toutes les données disponibles (ou à défaut les métadonnées indiquant la source potentielle de la donnée et son accessibilité) sur les surfaces intertidales, débits fluviaux, courbes de marée, profondeur du chenal, sections à l'embouchure... existantes sur un panel important d'estuaires. Une liste préliminaire de paramètres à considérer a été définie dans le cadre d'un GT HMS (cf annexe 6), liste qu'il a été nécessaire de réduire au cours de la prestation pour orienter les recherches de manière efficace. **L'inventaire cible les petits et moyens estuaires de la façade Manche/Atlantique où la donnée est généralement moins accessible que pour les grands estuaires.**

Pour réaliser cet inventaire, il a été fait appel à Géo-Transfert (cellule de transfert basée à Bordeaux) sous la supervision d'A. Sottolichio de l'Université de Bordeaux. Géo-Transfert disposait d'une prestation équivalente à 36 jours pouvant être étalée dans le temps. En raison de la mise à disposition tardive des crédits par l'Université, cette prestation n'a pu concrètement débuter qu'en mai 2014 pour se terminer en décembre 2014. Elle a consisté à contacter un maximum de personnes clés susceptibles de détenir l'information demandée et à acquérir la donnée lorsque celle-ci était disponible et libre de droit.

Afin de progresser au plus tôt dans ce travail, un stage de License axé sur l'acquisition de données cartographiques sous SIG a été accueilli dès avril 2014 au sein du laboratoire M2C de l'Université de Rouen (stage encadré par la coordination inter-estuaire). Ce travail a ensuite été repris par Géo-Transferts pour le valider, le corriger si nécessaire et le compléter pour les estuaires où des photos aériennes récentes n'étaient pas encore disponibles lors du stage.

### 3.2. Estuaires concernés par l'inventaire

La liste des estuaires ciblés regroupe en premier lieu les masses d'eau de transition (MET) de la façade Manche-Atlantique prises en compte par la DCE, réparties sur les quatre districts hydrographiques. Les MET du bassin Artois-Picardie composées uniquement de zones portuaires n'ont pas été considérées dans cet inventaire du fait de cette forte anthropisation qui modifie complètement le fonctionnement de ces systèmes.

Quelques estuaires non classés en MET ont également été intégrés à cette étude, dans la mesure où il s'agit d'estuaires a priori bien documentés. Leur caractérisation est susceptible d'apporter une meilleure compréhension des indicateurs HMS que dans le cas d'estuaires faiblement documentés. Il s'agit de :

- L'estuaire de l'Authie (District Artois-Picardie)
- La Baie de la Canche (District Artois-Picardie)

- L'estuaire de la Nivelle (District Adour-Garonne)

Les estuaires ainsi retenus pour l'inventaire sont énumérés dans le tableau suivant.

**Tableau 1 : Liste des petits et moyens estuaires concernés par l'inventaire des données HMS**

Bassin Artois-Picardie :	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baie de Somme</li> <li>▪ Estuaire de l'Authie (hors MET)</li> <li>▪ Baie de Canche (hors MET)</li> </ul>
Bassin Seine Normandie :	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estuaire de l'Orne</li> <li>▪ Baie du Mont-Saint-Michel</li> <li>▪ Baie des Veys</li> </ul>
Bassin Loire Bretagne :	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bassin maritime de la Rance</li> <li>▪ Le Trieux</li> <li>▪ Le Jaudy</li> <li>▪ Le Léguer</li> <li>▪ Rivière de Morlaix</li> <li>▪ La Penzé</li> <li>▪ L'Aber Wrac'h</li> <li>▪ L'Aber Benoit</li> <li>▪ L'Elorn</li> <li>▪ Rivière de Daoulas</li> <li>▪ L'Aulne</li> <li>▪ Le Goyen</li> <li>▪ Rivière de Pont-l'Abbé</li> <li>▪ L'Odet</li> <li>▪ L'Aven</li> <li>▪ La Belon</li> <li>▪ La Laita</li> <li>▪ Le Scorff</li> <li>▪ Le Blavet</li> <li>▪ Rivière d'Étel</li> <li>▪ Rivière de Crac'h</li> <li>▪ Rivière d'Auray</li> <li>▪ Rivière de Vannes</li> <li>▪ Rivière de Noyal</li> <li>▪ Rivière de Pénerf</li> <li>▪ La Vilaine</li> <li>▪ La Vie</li> <li>▪ Le Lay</li> <li>▪ La Sèvre Niortaise</li> </ul>
Bassin Adour Garonne :	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estuaire de la Charente</li> <li>▪ Estuaire de la Seudre</li> <li>▪ Estuaire de l'Adour</li> <li>▪ Estuaire de La Nivelle (hors MET)</li> <li>▪ Estuaire de la Bidassoa</li> </ul>

### 3.3. Acquisition des données déjà existantes sur les estuaires

#### 3.3.1. Prise de contact avec des partenaires clés

Pour l'essentiel, l'IRSTEA et les Agences de l'eau (Artois-Picardie, Seine-Normandie, Loire-Bretagne et Adour-Garonne,) ont été contactés dans un premier lieu afin de recenser tous les documents que ces organismes pourraient détenir pour nous permettre de réaliser l'inventaire des estuaires de la façade Manche/Atlantique.

Un recensement des contacts DDTM, EPTB, des Universitaires des zones concernées pouvant fournir des données ou des informations a ensuite été réalisé. Les tableaux 2 à 5 ci-dessous **font état à un instant t des contacts pris par mail ou des contacts potentiels** ainsi que de quelques informations sur les réponses reçues suite à cette sollicitation. Ils sont présentés uniquement pour **illustrer les difficultés rencontrées** pour trouver les personnes clés qui possèdent la donnée. Les tableaux ne tiennent pas compte des échanges téléphoniques ou de visu faits par ailleurs.

**Tableau 2 : Liste des contacts recensés pour le bassin Artois-Picardie et informations sur le résultat de la prise de contact**

Nom	Prénom	Entreprise/structure	email	Fonction	Exemple de retour à la sollicitation
MARION	Claire	Univ. Caen	<a href="mailto:claire.marion@cnam.fr">claire.marion@cnam.fr</a>	Maitre de conférence	Contact sans réponse
PRYGIEL	Jean	AEAP	<a href="mailto:J.Prygiel@eau-artois-picardie.fr">J.Prygiel@eau-artois-picardie.fr</a>	Chef du service Connaissance et Expertise des milieux naturels Aquatiques	
JOURDAN	Stéphane	AEAP	<a href="mailto:s.jourdan@eau-artois-picardie.fr">s.jourdan@eau-artois-picardie.fr</a>	service aménagement et gestion des milieux aquatiques	
LEMAIRE	Ludovic	AEAP	<a href="mailto:l.lemaire@eau-artois-picardie.fr">l.lemaire@eau-artois-picardie.fr</a>	mission littorale de Boulogne sur mer	
AMARA	Rachid	laboratoire d'Océanologie et de Géosciences de Wimereux	<a href="mailto:Rachid.Amara@univ-littoral.fr">Rachid.Amara@univ-littoral.fr</a>	Professeur	Contact positif (envoi de biblio)
		DDTM de la Somme	<a href="mailto:ddtm-sg@somme.gouv.fr">ddtm-sg@somme.gouv.fr</a>	secrétariat général	Contact sans réponse
GERARD	Paul	DDTM de la Somme		Directeur	
LAMOTTE	Damien	DDTM de la Somme		Directeur adjoint	
		DDTM de la Somme	<a href="mailto:ddtm-eml@somme.gouv.fr">ddtm-eml@somme.gouv.fr</a>	Service Environnement, Mer et Littoral	
LEDEIN	Emilie	DDTM de la Somme	<a href="mailto:emilie.ledein@somme.gouv.fr">emilie.ledein@somme.gouv.fr</a>	Responsable du Service Environnement, Mer et Littoral	Citation de rapports + renvoi vers autres contacts
FLORENT-GIARD	Frédéric	DDTM de la Somme	<a href="mailto:frederic.florent-giard@somme.gouv.fr">frederic.florent-giard@somme.gouv.fr</a>		Contact sans réponse
BRYER	Guillaume	DDTM de la Somme	<a href="mailto:guillaume.bryer@somme.gouv.fr">guillaume.bryer@somme.gouv.fr</a>	Chef du pôle SIG. Mission développement Durable. Etudes et Géomatique	Réponse négative/pas dépositaire des données bathy/contacter DIRM
LADON	Jean-Claude	DDTM de la Somme	<a href="mailto:jean-claude.ladon@somme.gouv.fr">jean-claude.ladon@somme.gouv.fr</a>	Responsable DDTM 80/EML/PGL	Réponse avec renvoi au CG de la Somme
LUCAS	Nolwen	DREAL Picardie	<a href="mailto:nolwenn.lucas@developpement-durable.gouv.fr">nolwenn.lucas@developpement-durable.gouv.fr</a>		Contact sans réponse
		DDTM du Pas-de-Calais	<a href="mailto:ddtm-sg@pas-de-calais.gouv.fr">ddtm-sg@pas-de-calais.gouv.fr</a>	secrétariat général	Contact sans réponse
DEWAS	Mathieu	DDTM du Pas-de-Calais	<a href="mailto:ddtm-directeur@pas-de-calais.gouv.fr">ddtm-directeur@pas-de-calais.gouv.fr</a>	Directeur	
FISSE	Éric	DDTM du Pas-de-Calais	<a href="mailto:ddtm-directeur@pas-de-calais.gouv.fr">ddtm-directeur@pas-de-calais.gouv.fr</a>	Directeur adjoint	
BRIMEUX	Stéphane	DDTM du Pas-de-Calais	<a href="mailto:stephane.brimeux@pas-de-calais.gouv.fr">stephane.brimeux@pas-de-calais.gouv.fr</a>	Chef de l'Unité de Gestion du Domaine Public Maritime et du Littoral	Réponse négative/Pas de données en leur possession/renvoi vers autres contacts/organismes
NADAUD	François	DDTM du Pas-de-Calais	<a href="mailto:ddtm-dml@pas-de-calais.gouv.fr">ddtm-dml@pas-de-calais.gouv.fr</a>	Directeur adjoint, Délégué à la Mer et au Littoral	Contact sans réponse
WANECQ UE	Renaud	Syndicat Mixte de la Somme	<a href="mailto:RenaudWANECQUE@baiedesomme.org">RenaudWANECQUE@baiedesomme.org</a>		Contact sans réponse
BIZET	Thierry	Syndicat Mixte de la Somme	<a href="mailto:thierrybizet@baiedesomme.org">thierrybizet@baiedesomme.org</a>		Contact sans réponse
		GEMEL (Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux)	<a href="mailto:contact@gemel.org">contact@gemel.org</a>		Contact sans réponse
CARON	Roland	CG Somme	<a href="mailto:r.caron@somme.fr">r.caron@somme.fr</a>		Renvoi vers M Cavity puis sans réponse
CAVORY	Jérôme	CG Somme	<a href="mailto:j.cavory@somme.fr">j.cavory@somme.fr</a>		Renvoi vers M BAWEDIN
BAWEDIN	Vincent	CG Somme	<a href="mailto:v.bawedin@somme.fr">v.bawedin@somme.fr</a>		Réponse positive pour une mise à disposition de données/renvoi vers M Caron

**Tableau 3 : Liste des contacts recensés pour le bassin Seine-Normandie et informations sur le résultat de la prise de contact**

Nom	Prénom	Entreprise/structure	email	Fonction	Exemple de retour à la sollicitation
LAFITE	Robert	Université de Rouen	<a href="mailto:robert.lafite@univ-rouen.fr">robert.lafite@univ-rouen.fr</a>	Professeur, Directeur M2C	
DELOFFRE	Julien	Université de Rouen	<a href="mailto:julien.deloffre@univ-rouen.fr">julien.deloffre@univ-rouen.fr</a>	Maitre de conférences, M2C	
FOUSSARD	Valérie	Université de Rouen	<a href="mailto:valerie.foussard@univ-rouen.fr">valerie.foussard@univ-rouen.fr</a>	Coordination inter-estuaire	
DE BORTOLI	Julien	AESN	<a href="mailto:DEBORTOLI.Julien@aesn.fr">DEBORTOLI.Julien@aesn.fr</a>	Chargé d'étude. Direction de la Connaissance & de l'Appui Technique	Réponse positive pour aide (contact/site où récupérer la donnée)
PEDRON	Stéphanie	AESN	<a href="mailto:pedron.stephanie@aesn.fr">pedron.stephanie@aesn.fr</a>		Contact sans réponse
LEROY	Barbara	AESN	<a href="mailto:LEROY.barbara@aesn.fr">LEROY.barbara@aesn.fr</a>		Contact sans réponse
		DDTM de la Manche	<a href="mailto:ddtm@manche.gouv.fr">ddtm@manche.gouv.fr</a>		
Mandouze	Dominique	DDTM de la Manche		Directeur départemental	
LE SAOUT	Ronan	DDTM de la Manche	<a href="mailto:ronan.le-saout@manche.gouv.fr">ronan.le-saout@manche.gouv.fr</a>	Directeur adjoint délégué à la mer et au littoral	Contact sans réponse
ABLINE	Pierre	DDTM de la Manche		Chef de Service délégation à la mer et au littoral	
FRELIN	Christophe	DDTM de la Manche	<a href="mailto:christophe.frelin@manche.gouv.fr">christophe.frelin@manche.gouv.fr</a>	SADT/MSM	Réponse positive/envoi de document + autres contacts
RICAUD-SOULAN	Marie	DDTM de la Manche	<a href="mailto:marie.ricaud-soulan@manche.gouv.fr">marie.ricaud-soulan@manche.gouv.fr</a>	Responsable unité SHSV/CPD	Contact sans réponse
MONTERISI	Sylvie	DDTM de la Manche	<a href="mailto:sylvie.monterisi@manche.gouv.fr">sylvie.monterisi@manche.gouv.fr</a>	SADT/MSM	Contact sans réponse
BRETT	Tiphaine	DDTM de la Manche	<a href="mailto:tiphaine.brett@manche.gouv.fr">tiphaine.brett@manche.gouv.fr</a>	Mission coordination des politiques maritimes et littorales (DDTM50/DML/MCPML)	Pas de document en sa possession mais renvoi vers autres contacts
BENOT	Raphael	CEREMA	<a href="mailto:raphael.benot@cerema.fr">raphael.benot@cerema.fr</a>	Catalogue côte ouest	Contact sans réponse
PETRE	Anne	CEREMA	<a href="mailto:anne.petre@cerema.fr">anne.petre@cerema.fr</a>	Catalogue côte ouest	Contact sans réponse
DETOURBE	Stéphanie	CEREMA	<a href="mailto:stephanie.detourbe@cerema.fr">stephanie.detourbe@cerema.fr</a>	Catalogue côte est et nord	Contact sans réponse
VALLET	Florian	CEREMA	<a href="mailto:florian.vallet@cerema.fr">florian.vallet@cerema.fr</a>	Catalogue côte est et nord	Contact sans réponse
DESGUEE	Romain	Syndicat Mixte de la Baie du Mont-Saint-Michel	<a href="mailto:r.desguee@rcm-mtstmichel">r.desguee@rcm-mtstmichel</a>	réfèrent hydro-sed	Contact sans réponse
		DDTM Calvados	<a href="mailto:ddtm@calvados.gouv.fr">ddtm@calvados.gouv.fr</a>		
BARRON	Guillaume	DDTM Calvados	<a href="mailto:guillaume.barron@calvados.gouv.fr">guillaume.barron@calvados.gouv.fr</a>	Directeur adjoint délégué à la mer et au littoral	Réponse positive/mise en contact avec les Ports Normands Associés
BON-GLORO	Pierre-Michel	DDTM Calvados		Chef de Service maritime et Littoral	
BAYLE	Gilles	DDTM Calvados	<a href="mailto:gilles.bayle@calvados.gouv.fr">gilles.bayle@calvados.gouv.fr</a>	DDTM14/SML/PRAN/Capitainerie	Suivi de la démarche (en copie des mails)
RABINEAU	Patrick	Ports Normands Associés	<a href="mailto:p.rabineau@pna-ports.fr">p.rabineau@pna-ports.fr</a>		Contact sans réponse
WALLON	Serge	Ports Normands Associés	<a href="mailto:s.wallon@pna-ports.fr">s.wallon@pna-ports.fr</a>	Directeur des Accès et de la Maintenance	Pas de données transmissibles/renvoi vers F. Levoy
LEVOY	Franck	Univ Caen. UMR 6143 M2C	<a href="mailto:franck.levoy@unicaen.fr">franck.levoy@unicaen.fr</a>	Professeur à l'Université de Caen-Basse-Normandie/Resp. du plateau scientifique. et techn. CIRCLE	Contact sans réponse

**Tableau 4 : Liste des contacts recensés pour le bassin Loire-Bretagne et informations sur le résultat de la prise de contact**

Nom	Prénom	Entreprise/structure	email	Fonction	Exemple de retour à la sollicitation
		DDTM Morbihan	<a href="mailto:ddtm@morbihan.gouv.fr">ddtm@morbihan.gouv.fr</a>		
CHARRETON	Philippe	DDTM Morbihan	<a href="mailto:philippe.charetton@morbihan.gouv.fr">philippe.charetton@morbihan.gouv.fr</a>	Directeur	Pas d'infos à fournir/renvoi vers d'autres contacts
VEILLE	Jean-Luc	DDTM Morbihan	<a href="mailto:jean-luc.veille@morbihan.gouv.fr">jean-luc.veille@morbihan.gouv.fr</a>	Directeur Adjoint-délégué à la Mer et au Littoral	Réponse positive et mise en contact avec M Delage
DELAGE	Philippe	DDTM Morbihan	<a href="mailto:philippe.delage@morbihan.gouv.fr">philippe.delage@morbihan.gouv.fr</a>	Service Aménagement Mer et Littoral	Pas d'info/renvoi vers M Charreton
LE GUERN	Matthieu	DDTM Morbihan	<a href="mailto:matthieu.le-guern@morbihan.gouv.fr">matthieu.le-guern@morbihan.gouv.fr</a>	Service Activité Maritimes	
		Institut d'Aménagement de la Vilaine	<a href="mailto:jav@eptb-vilaine.fr">jav@eptb-vilaine.fr</a>		Rapports en ligne + demande pour accès à MNT et données SIG
		Sagemor	<a href="mailto:accueil@compagniedesportsdu-morbihan.fr">accueil@compagniedesportsdu-morbihan.fr</a>		Contact par P. Charreton sans réponse
		Conseil Régional de Bretagne pour le port de Lorient			Contact par P. Charreton sans réponse
		DDTM Finistère	<a href="mailto:ddtm@finistere.gouv.fr">ddtm@finistere.gouv.fr</a>		Contact sans réponse
VIU	Bernard	DDTM Finistère		Directeur	
THOMAS	Hervé	DDTM Finistère	<a href="mailto:hervé.thomas@finistere.gouv.fr">hervé.thomas@finistere.gouv.fr</a>	Directeur Adjoint-délégué à la Mer et au Littoral	Contact sans réponse
GUILLOU	Jean-Pierre	DDTM Finistère		Service Littoral	
		DDTM Côte d'Armor	<a href="mailto:ddtm@cotes-darmor.gouv.fr">ddtm@cotes-darmor.gouv.fr</a>		Contact sans réponse
FALLON	Gérard	DDTM Côte d'Armor	<a href="mailto:gerard.fallon@cotes-darmor.gouv.fr">gerard.fallon@cotes-darmor.gouv.fr</a>	Directeur	Contact sans réponse/renvoi à M Martineau
MEHNERT	Denis	DDTM Côte d'Armor	<a href="mailto:denis.mehnert@cotes-darmor.gouv.fr">denis.mehnert@cotes-darmor.gouv.fr</a>	Directeur Adjoint-délégué à la Mer et au Littoral	
HERVE	Guillaume	DDTM Côte d'Armor		Service Activité Maritimes et Environnement Littoral	
MARTINEAU	Michel	DDTM Côte d'Armor	<a href="mailto:michel.martineau@cotes-darmor.gouv.fr">michel.martineau@cotes-darmor.gouv.fr</a>	Directeur adjoint	Contact sans réponse
FROUX	Didier	DDTM Côte d'Armor	<a href="mailto:didier.froux@cotes-darmor.gouv.fr">didier.froux@cotes-darmor.gouv.fr</a>	chargé de mission environnement	Réponse positive/échange tél. sur données dispos
OLLIVIER	Gilbert	DDTM Côte d'Armor	<a href="mailto:gilbert.olivier@cotes-darmor.gouv.fr">gilbert.olivier@cotes-darmor.gouv.fr</a>	DML/SAMEL/GDPM Lemesle	Contact sans réponse
SIRET-JOLIVE	Kristell	DDTM Côte d'Armor	<a href="mailto:kristell.siret-jolive@cotes-darmor.gouv.fr">kristell.siret-jolive@cotes-darmor.gouv.fr</a>		Réponse avec mise en copie de M Froux et Ollivier
MAILLEAU	Claude	DDTM de Vendée	<a href="mailto:claudemailleau@vendee.gouv.fr">claudemailleau@vendee.gouv.fr</a>	Directeur	
VINCENT	Hugues	DDTM de Vendée	<a href="mailto:hugues.vincent@vendee.gouv.fr">hugues.vincent@vendee.gouv.fr</a>	Directeur Adjoint-délégué à la Mer et au Littoral	Contact sans réponse
VAUCELLE	Christelle	DDTM de Vendée	<a href="mailto:christelle.vaucelle@vendee.gouv.fr">christelle.vaucelle@vendee.gouv.fr</a>	Secrétaire Générale de la Délégation à la Mer et au Littoral	
RICHARD	Florence	DDTM de Vendée	<a href="mailto:florence.richard@vendee.gouv.fr">florence.richard@vendee.gouv.fr</a>	Gestion durable de la mer et du littoral	

**Tableau 5 : Liste des contacts recensés pour le bassin Adour-Garonne et informations sur le résultat de la prise de contact**

Nom	Prénom	Entreprise/structure	email	Fonction	Exemple de retour à la sollicitation
VASLIN	Jean-Luc	DDTM des Pyrénées Atlantiques	<a href="mailto:jean-luc.vaslin@pyrenees-atlantiques.gouv.fr">jean-luc.vaslin@pyrenees-atlantiques.gouv.fr</a>	Directeur adjoint (Délégation à la Mer et au Littoral)	Contact sans réponse
LALANNE	Anne-Marie	DDTM des Pyrénées Atlantiques	<a href="mailto:anne-marie.lalanne@pyrenees-atlantiques.gouv.fr">anne-marie.lalanne@pyrenees-atlantiques.gouv.fr</a>	Administration de la Mer et du Littoral	
BEN KHEMIS	Patricia	DDTM des Pyrénées Atlantiques	<a href="mailto:patricia.ben.khemis@pyrenees-atlantiques.gouv.fr">patricia.ben.khemis@pyrenees-atlantiques.gouv.fr</a>	Environnement & Activités maritimes	
PAGANI	Philippe	DDTM des Pyrénées Atlantiques	<a href="mailto:philippe.pagani@pyrenees-atlantiques.gouv.fr">philippe.pagani@pyrenees-atlantiques.gouv.fr</a>	Capitainerie du Port de Bayonne	
SARRADE	Caroline	CG64	<a href="mailto:caroline.sarrade@cg64.fr">caroline.sarrade@cg64.fr</a>	Chargée de mission DGAAEE – Direction de l'Environnement – Pôle Eau Littoral	Réponse positive pour envoi de données avec convention pour l'usage + renvoi à d'autres contacts (Région/CCI ...)
GUBERT	Stéphane	Région Aquitaine	<a href="mailto:stephane.gubert@aquitaine.fr">stephane.gubert@aquitaine.fr</a>	Ingénieur responsable des infrastructures portuaires	Contact sans réponse
MUNDUTEGUY	Didier	CCI de Bayonne Pays Basque / Port de Bayonne	<a href="mailto:d.munduteguy@bayonne.cci.fr">d.munduteguy@bayonne.cci.fr</a>	En charge du suivi opérationnel du dragage du port, de la sureté portuaire	Contact sans réponse

### 3.3.2. Exploitation de la bibliographie existante

Divers documents (rapports, tableurs...) transmis par les partenaires du GT HMS ou les personnes contactées dans le cadre de l'inventaire ont pu être consultés afin de compléter la base de données.

La plupart des documents exploités pour renseigner la base de données sont des documents en libre accès (documents publics accessibles en ligne ou transmis par les personnes contactées) à l'exception près de quelques documents nécessitant une autorisation d'utilisation préalable (verbale ou par convention) de l'auteur.

Tous ces documents bibliographiques ont été conservés et archivés par secteur géographique et dans la mesure du possible, par estuaire. Pour toute donnée tirée d'un rapport, il sera renseigné la référence du document dans lequel elle se trouve dans la base de données.

### 3.4. Architecture de la base de données et état d'avancement dans l'acquisition de l'ensemble des données demandées

Dans un premier temps, et après contact avec les partenaires clés, les bases de données (BDD) créées par IRSTEA et l'Agence de l'eau Loire Bretagne ont été utilisées comme référence pour constituer la BDD initiale de l'inventaire, devant être complétée par la suite.

Dans un second temps, pour des raisons pratiques qui sont détaillées plus loin, cette BDD initiale a été simplifiée, avec un nombre de paramètres plus restreint.

#### 3.4.1. Base de données initiale

La base de données d'IRSTEA a été créée dans le cadre de la thèse de Delphine Nicolas (2010). Elle regroupe un grand nombre de variables hydromorpho-sédimentaires des estuaires français (tableau 6), qui correspondent sensiblement à ceux listés par le GT HMS (cf annexe 6). L'Agence de l'Eau Loire Bretagne possède également une compilation de données riche sur les estuaires de leur territoire (notamment grâce au Réseau de Bassin des Données sur l'Eau), qui a alimenté en partie la BDD IRSTEA. C'est donc la combinaison de ces deux sources qui a servi de référence initiale.

**Tableau 6 : Structure de la base de données initiale**

Nom du document excel	Source	Champs	Valeur
liste_des_MET.xlsx	IRSTEA	Nom Agence de l'eau BDD IRSTE largeur Embouchure Zone intertidale Masse eau transition N°Masse Eau Département Affluent compris	nom de l'estuaire agence concernée oui/non oui/non oui/non oui/non code DCE N° département nom des affluents
Classement_MET_LB_Rapport.xls	AELB	ME Type de pression Pression Description pression Description perturbation Etendue Intensité fiabilité commentaire	code DCE - - - - 1 → 3 1 → 3 A → D commentaire
Centroid_masse_deau_Jan07.xls	IRSTEA	EU_CD FIRST_NOM_ LONG LAT	code DCE nom estuaire longitude (WGS) latitude (WGS)
Estuaires tri final.xls  tableau p67-69 - Mise en place d'un diagnostic de surveillance du milieu littoral conforme à la directive cadre Agence de l'eau Loire Bretagne	IRSTEA	N° Nord-sud Département Classement Fortement modifié Surface BV Débit moyen Q30 5 Surface estuaire moyen Surface Basse Mer Surface Pleine Mer Longueur Largeur Aval BM Largeur Aval PM Marnage coeff 80 Marnage maxi Marnage coeff 70 Intrusion haline Vidange Turbidité	1 → 35 N° département 4,5,2a,2b,3a,3b,NC oui/non km² m³/s m³/s km² km² km² km m m m m m faible,moyen,fort, très fort faible,moyen,fort, très fort faible,moyen,fort, très fort
Typologie données de base 020304.xls	IRSTEA	tableau p200-201 thèse de NICOLAS D.	

Cette BDD nouvellement créée a l'avantage, a priori, d'être immédiatement utilisable pour l'inventaire. Un examen attentif de celle-ci a été réalisé, notamment en regard des critères et des paramètres définis par le GT HMS. Il s'est avéré que trois situations différentes ont été identifiées :

- soit un paramètre est renseigné sans ambiguïté ; dans ce cas on considère que l'information est « complète »,
- soit il est renseigné de manière ambiguë, ou pas quantifié, ou selon plusieurs sources contradictoires ; dans ce cas on considère que l'information est « existante mais incomplète »,
- soit le paramètre n'est pas renseigné, et dans ce cas on considère qu'il n'y a « pas d'information ».

#### 3.4.2. État d'avancement de la collecte des données pour chaque estuaire

Le tableau 7 donne un exemple du format de la base de données appliqué à l'estuaire du Lay, en distinguant les 3 situations décrites plus haut. Selon le paramètre, il peut exister une unique source A de la donnée, ou bien plusieurs sources A, B et/ou C. Parfois, comme c'est le cas pour la profondeur à l'embouchure, la source est unique mais l'information est considérée comme ambiguë du fait que la position de la mesure n'est pas renseignée avec précision. La colonne « code DATA » indique si l'information est « complète » (code 2), si elle est « existante mais incomplète » (code 1) ou si elle est inexistante (code 0).

**Tableau 7 : Extrait de la base de données pour l'estuaire du Lay**

	Paramètres	source A	valeur A	source B	valeur B	source C	valeur C	commentaire	code DATA		
	Latitude	BDD Irstea	46,310929						2		
	Longitude	BDD Irstea	-1,294424						2		
	Provinces terrestres								0		
Littoral	Nature principale du substrat	BDD Irstea	vase						2		
	Nature sédimentologique								0		
	Largeur du plateau continental	BDD Irstea	184						2		
Bassin versant	Surface	BDD Irstea	1984 km²	RBDE	1965 km²	rapport DDTM - Géotransfert (p45)	1750 km²	limites utilisées ?	1	définir la source à conserver	
	Débit annuel moyen	BDD Irstea	18,4 m³/s	RBDE	18,4 (0,36 etiage)	rapport DDTM - Géotransfert (p46)	moyen 8,7m³/s crue : 170m³ etiage : 0,05m³ max : 400m³		1	Station Hydro existante - cf Banque HYDRO pour disposer de données actualisées	
	Débit fluvial moyen, min, max, par classe et année type par es. ?								0		
	Moyenne mensuelle ?								0		
	Apports solides (sables et/ou vases)							ordre de grandeur ?	0	voir agence pour références	
Estuaire	Surface	BDD Irstea	7,152888 km²	RBDE	3,6	digitalisation sur ortho (km2)	8,74	limites utilisées ?	1	Mario pour shape original	
	Surface en eau à PM				6,11	digitalisation sur ortho (km2)	8,74	limites utilisées ?	2	Données tirées de la digitalisation privilégiées	
	Surface en eau à BM				1,09	digitalisation sur ortho (km2)	0,73	limites utilisées ?	2	Données tirées de la digitalisation privilégiées	
	Carto géoréférence avec limites DPM et BM	digitalisation sur ortho	à déterminer quand digit validée						digitalisation à valider	1	à déterminer à partir des orthos
	Localisation (phi, G) de l'embouchure					digitalisation sur ortho	tracé défini sous SIG			2	Données tirées de la digitalisation privilégiées
	Largeur à l'embouchure	BDD Irstea	1,4km	RBDE	BM : 230 m PM: 1600 m	digitalisation sur ortho (m)	1557			2	
	Profondeur à l'embouchure	BDD Irstea	2,5 m	MNT disponible - cf Géotransfert					localisation de l'embouchure ?	1	Contacteur M. Lepage (IRSTEA) pour shape original
	Section de l'embouchure	rapport DDTM - Géotransfert	section 2013 format png	MNT disponible - cf Géotransfert					utilisation possible des figures du rapport final ?	1	
	Bathymétrie	rapport DDTM - Géotransfert	bathy 2013 format png	MNT disponible - cf Géotransfert					utilisation possible des figures du rapport final ?	1	
	Profil le long du thalweg			MNT disponible - cf Géotransfert						0	
	Surface zone intertidale					digitalisation sur ortho (km2)	8,01			2	Données tirées de la digitalisation privilégiées
	Surface des zones intertidales totales dans l'estuaire ou par ZI ?	digitalisation sur ortho	cf données SIG							0	à déterminer à partir des orthos, intégrer les pk et calculer les surfaces pour chaque section (rechercher les pk par estuaire)
	Répartition des ZI le long du gradient (avec modèle bathy?)	digitalisation sur ortho	cf données SIG							0	MNT nécessaire (surface par classe de profondeur et surface cumulée)
	Volumétrie calculés sur laisse de PMVE ou limite de DPM									0	
	Nature principal substrat	BDD Irstea	mud/silt		rapport DDTM - Géotransfert (p105)	amont : silt fin puis taille augmente vers l'aval				2	
	Nature de la couverture sédimentaire	digitalisation sur ortho	à déterminer quand digit validée	Carto NATURA 2000						2	flux wms Ifremer
	Nature du substrat sur zone édifiée adjacente	Carto NATURA 2000					rapport DDTM - Géotransfert (p105)	pointe d'Arcay : sable		2	flux wms Ifremer
	Marnage	BDD Irstea	7	RBDE	7					2	
	Marnage à l'embouchure									0	voir Refmar ou autre source
	Marnage en amont									0	voir Refmar ou autre source
	Courbes de marée type	rapport DDTM - Géotransfert	courbe ME-VE						utilisation possible des figures du rapport final ?	1	
	Composition harmonique									0	
	Exposition aux vagues (rose des vagues)									0	
	Exposition aux vagues	BDD Irstea	abrité		rapport DDTM - Géotransfert (p73)	pointe d'Arcay : hauteur : 0,48m				2	
	Distance lin amont propagation marée	rapport phase 5 - BRGM Classement TBE	barrage du Braud							1	calculer la distance du barrage par rapport à l'embouchure sur orthos
	Distance lin amont de remontée de la salinité	rapport phase 5 - BRGM Classement TBE	barrage du Braud		rapport DDTM Stef (p45)	barrage du Braud (10km de l'embouchure)				1	calculer la distance du barrage par rapport à l'embouchure sur orthos
	Gradient de salinité à l'embouchure : min max	BDD Irstea	18-20 à ≤ 30						typologie suffisante ?	1	carto salinité nécessaire
Longueur d'introduction max des eaux marines	rapport phase 5 - BRGM Classement TBE	barrage du Braud							1	calculer la distance du barrage par rapport à l'embouchure sur orthos	
Indice de stratification											
Eendue de la zone haline ?	tableau "estuaire tri final"	intrusion haline : fort							1	carto salinité nécessaire	
Vitesse du courant ?	rapport DDTM - Géotransfert (p48)	image png							1		
Viscosité du courant	BDD Irstea	1 à 3 kn							2		
Volumes oscillants ME VE ?	rapport DDTM - Géotransfert (p45)	coeff 45 : 3,5 millions de m3 coeff 115 : 9,85 millions de m3							1		
Temps de résidence des eaux	BDD Irstea	jour	tableau "estuaire tri final"	renouvellement : 1,91 semaines vidange : fort					1	sources à vérifier	
Stratification des eaux	BDD Irstea	permanently fully mixed							2		
Turbidité	BDD Irstea	moyenne (201 à 800 NTU)	RBDE	très fort					1	définir la source à conserver	
Gamme de turbidité "supposée"									0		
Concentration en MES	rapport DDTM - Géotransfert	image png ME-VE						utilisation possible des figures du rapport final ?	1		
Extension min-max du bouchon vaseux									0		

Ces mêmes catégories de paramètres (colonne « code DATA ») ont été reprises pour réaliser la figure 1 qui fait un point sur la collecte des données pour chaque estuaire. Une 4<sup>ème</sup> catégorie a été ajoutée au terme de l'inventaire (« Obtention possible avec un MNT existant ou des données SIG acquises ») dans laquelle sont considérées les données qui peuvent être obtenues à partir :

- d'un MNT par extraction de la section à l'embouchure, la profondeur à l'embouchure et le profil en long du chenal ;
- des données SIG digitalisées sur les zones intertidales ou à partir d'un MNT pour la répartition des ZI le long du gradient amont/aval.

Il apparaît que l'information est « complète » pour, au mieux 25 % de la liste de paramètres indiquée par le GT HMS pour les estuaires retenus pour la DCE. Environ 20 à 30% de l'information est

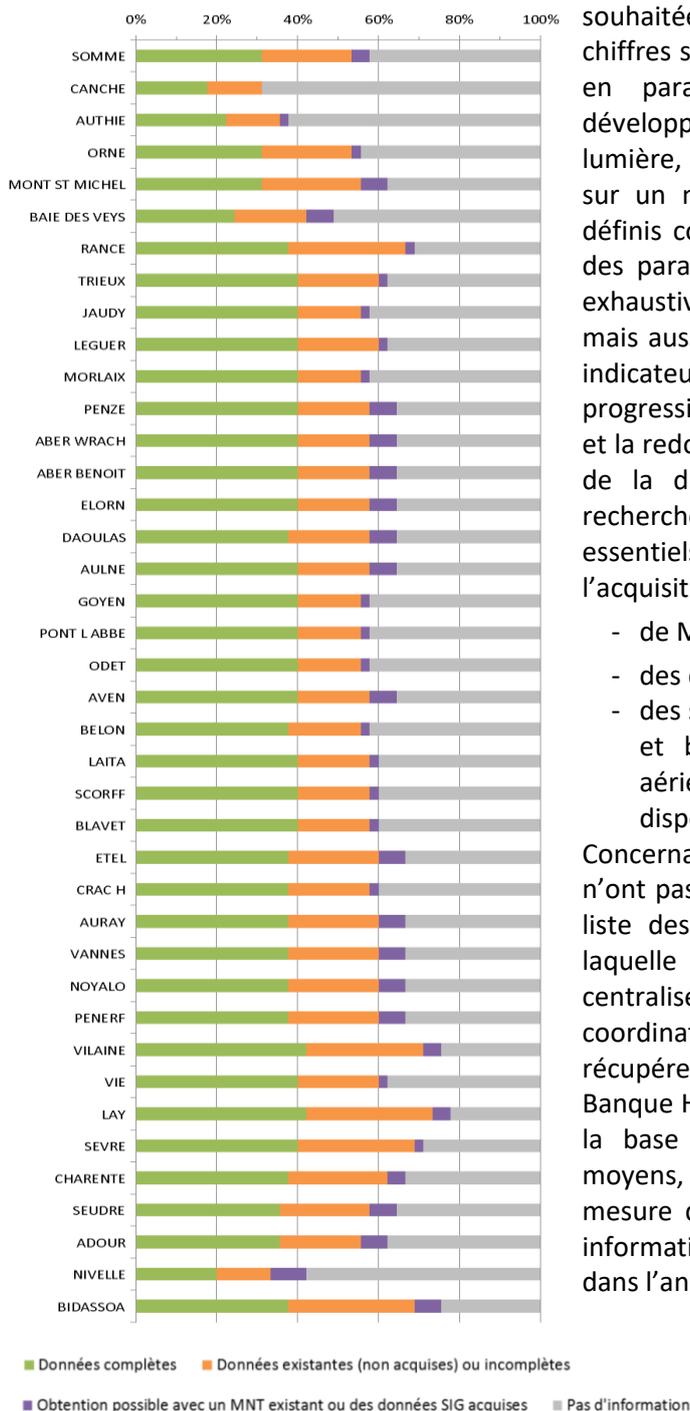


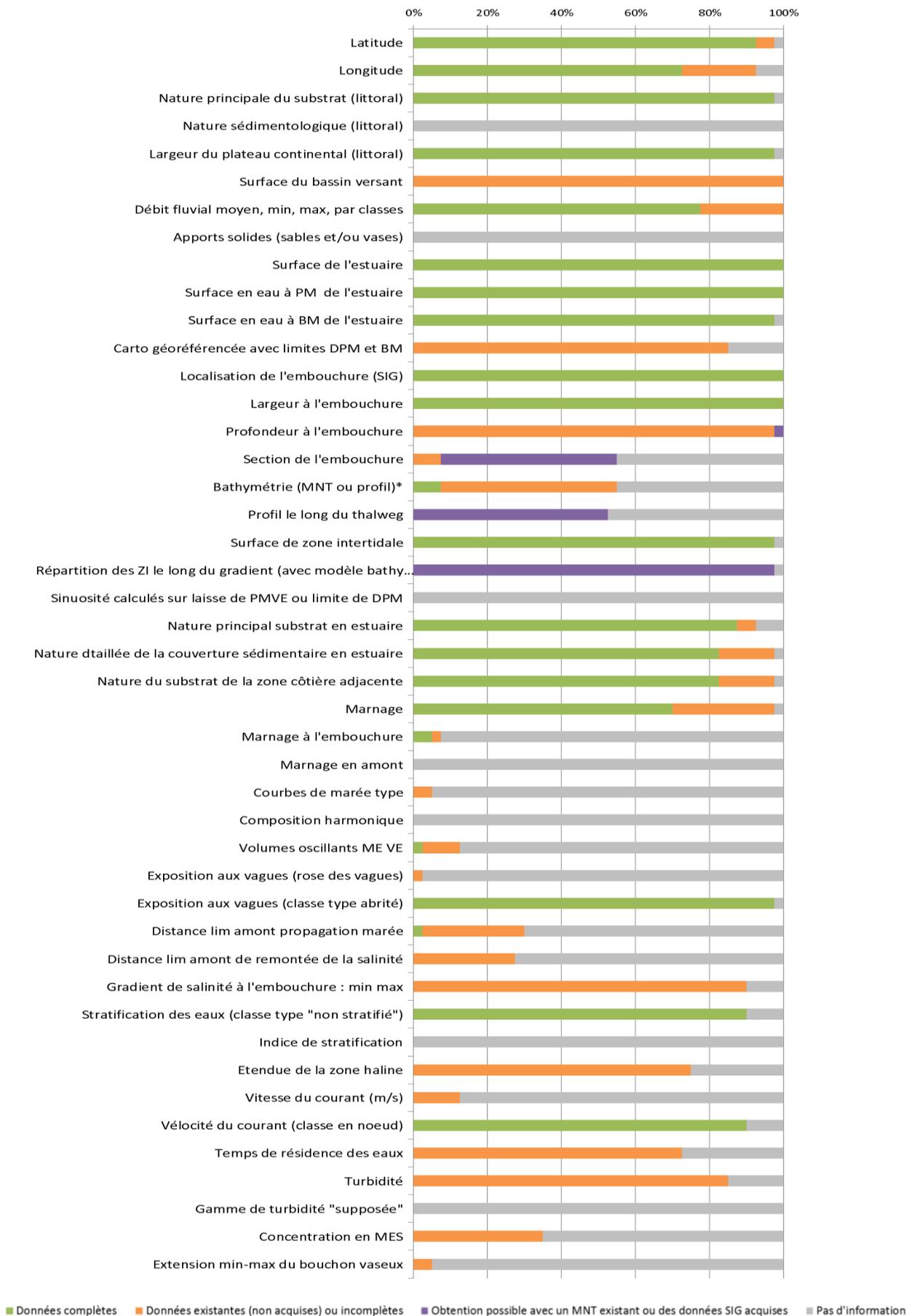
Figure 1 : Bilan sur la collecte des données par estuaire

La figure 2 reprend également les mêmes catégories, mais en considérant chaque paramètre de la liste du GT HMS.

« incomplète » et au minimum 40 % de l'information souhaitée pour l'inventaire est manquante. Ces chiffres sont à tempérer par le fait que le travail mené en parallèle par P. Le Hir (Ifremer) sur le développement conceptuel des indicateurs a mis en lumière, à l'automne 2014, le besoin de se concentrer sur un nombre plus restreints de paramètres mais définis comme prioritaires. En effet, la première liste des paramètres fournis à Géo-Transfert était la plus exhaustive possible, indiquant des besoins affirmés mais aussi potentiels de données pour développer les indicateurs de qualité. Ainsi, compte tenu (1) de la progression des travaux de l'Ifremer sur la pertinence et la redondance des indicateurs présélectionnés et (2) de la durée de la mission de Géo-Transfert, les recherches ont été recentrées sur certains éléments essentiels pour la suite du projet notamment sur l'acquisition :

- de MNT, utiles à la modélisation ;
- des débits entrants ;
- des surfaces et largeurs des estuaires à pleine mer et basse mer, déterminées à partir d'images aériennes lorsque la bathymétrie n'est pas disponible.

Concernant les débits, les données en tant que telles n'ont pas été extraites de la Banque HYDRO, seules la liste des stations opérationnelles et la période sur laquelle les données sont accessibles ont été centralisés (tiré de recherches faites en parallèle par la coordination inter-estuaires). Il a semblé préférable de récupérer les données de débits au besoin via la Banque HYDRO plutôt que de « figer une valeur » dans la base de données étant donné que les débits moyens, minimum, maximum... peuvent varier à mesure que les stations acquièrent les données. Les informations sur les stations HYDRO sont présentées dans l'annexe 7.



**Figure 2 Bilan sur la collecte des données la collecte des données pour chaque critère de définition des estuaires**

### 3.4.3. Bilan sur la disponibilité et accessibilité de Modèles Numériques de Terrain sur les estuaires considérés

Pour les raisons explicitées plus haut, une attention toute particulière a été portée à l'acquisition (ou à minima à la détermination de l'existence) de MNT sur les différents estuaires. En effet, ce type de données bathymétriques sert de base pour la mise en place des modèles hydrodynamiques, outil privilégié dans le cadre de ce projet. En plus des MNT, les données de débits entrant et des conditions de marées sont nécessaires pour forcer les modèles. Par ailleurs, il est prévu dans le projet, de déterminer la quantité minimale de données nécessaires pour calculer les indicateurs et de comparer la précision des évaluations faites avec des données conséquentes (type MNT) et des données plus ponctuelles.

Une synthèse précisant l'existence des MNT, l'année, leur disponibilité, leur accessibilité, les structures contactées ou à contacter, a été réalisée. Un extrait de cette synthèse est présenté dans le Tableau 8.

Suite aux diverses demandes faites pour accéder à des MNT, 5 MNT ont pu être acquis et traités au cours du 1<sup>er</sup> semestre 2016 dans le cadre de la phase 2 du GT HMS. Ces MNT concernent les estuaires de la Vilaine, du Lay, de la Charente, de la Loire et de la Gironde.

**Tableau 8 : Synthèse sur la disponibilité et/ou accessibilité des MNT sur les petits et moyens estuaires de la façade Manche-Atlantique**

	estuaire	organisme	Remarques	année	Disponibilité du MNT	
Artois-Picardie	Estuaire de l'Authie					
	Baie de Canche					
	La baie de Somme		MNT cité dans un rapport de stage Angst, 2012			
Seine-Normandie	L'Orne	Syndicat mixte Calvados Littoral Espaces Naturels				
		Conservatoire du Littoral	Projet LiCCo - projet de MNT, doit avoir des bathy		contact : G. Deniaud	
	Baie des Veys	Conservatoire du Littoral	Projet LiCCo - projet de MNT, doit avoir des bathy		contact : G. Deniaud	
		Agence de l'eau Seine-Normandie	Etude hydrosédimentaire et de salubrité de la baie. Etude commandée par le parc naturel régional des marais du cotentin et du bassin, réalisée par SOGREAH-GRESARC-Ifremer, résumé de l'étude N°99 LITT 22			
		Ifremer (LER Normandie) - Sextant	MNT d'un secteur à l'Est	2007	Contacteur Claude Etourneau de l'Ifremer	
	Baie du Mont Saint-Michel	Ifremer	MNT Lidar + sondeur mono-faisceau +cartes SHOM (sans le Couesnon)	2003	Contacteur Cayocca Florence de l'Ifremer	
Syndicat mixte Baie du Mont-Saint-Michel		suivi bathy régulier intégrant le Couesnon (lidar, etc)				
Loire-Bretagne	La Rance	Association Cœur Emeraude				
	Trioux					
	Jaudy					
	Léguer					
	Rivière de Morlaix					
	Penzé	Ifremer (Dyneco Pélagos)	Utilisation d'un MNT couvrant la totalité de l'estuaire dans un rapport	?	Contacteur l'Ifremer Brest (Dyneco Pélagos)	
	Aber Wrac'h	Ifremer	partie aval + externe (MNT lidar bathy 2005 + sondeur multifaisceaux + sondes Histolitt + levé historique Ifremer dans Aber Benoit). Existence de profils		2005	Contacteur auteurs : Rollet Claire, Loarer Ronan, Bonnot-Courtois Chantal (UMR 8586 PRODIG - CNRS)
		Mesuris Bathymétrie/Ifremer	Partie aval de l'Aber Wrac'h			
	Aber Benoit	Ifremer	tout l'aber + externe (MNT lidar bathy 2005 + sondeur multifaisceaux + sondes Histolitt + levé historique Ifremer dans Aber Benoit). Existence de profils	2005 + années antérieures		
	Elorn	Ifremer	Modèle de la rade de Brest existant avec bathy - La zone d'emprise intègre-t-elle l'intégralité des estuaires ?		Voir avec Pierre Le Hir	
	Rivière de Daoulas					
	Aulne					
	Goyen	DDTM				
	Rivière de Pont l'Abbé	Syndicat Intercommunautaire Ouest Cornouaille Aménagement				
Odet	Litto3D					
Aven	Terre-mer-rivière.Com Jean Charles Nied/ IN Vivo	Existant - Présenté dans un document		Existant - Présenté dans un document		
Belon	Communauté de Communes du Pays de Quimperlé (COCOPAQ) / IN Vivo					

	estuaire	organisme	Remarques	année	Disponibilité du MNT	
Loire-Bretagne	La Laita	BRGM				
	La Laita Scorff	Syndicat mixte Ellé Isole Laïta (SMEIL)				
		Syndicat mixte du bassin du Scorff				
	Blavet	Conseil Général du Morbihan	levé bathymétrique multifaisceaux réalisé par HOCER			
	Rivière d'Etel	Syndicat mixte de la Ria d'Etel (SMRE)	acquisition d'une bathy en 2010 ou 2011? Lidar + sondeur multifaisceaux		Existant - Présenté dans un document	
	Rivière d'Etel Rivière de Crac'h	Litto3D / Ingeo				
		Mesuris Bathymétrie / PNR du Golfe du Morbihan	sur leur site, une carte bathy de la rivière est présentée			
	Rivière d'Auray	Litto3D / PNR du Golfe du Morbihan	la partie aval est couverte par du lidar bathy			
	Rivière de Vannes	Litto3D / PNR du Golfe du Morbihan	lidar bathy			
	Rivière de Noyal	Litto3D / PNR du Golfe du Morbihan	la partie aval est couverte par du lidar bathy			
	Rivière de Noyal Rivière de Pénerf	SHOM	carte n°7034, édition N°3 2002			
		DDTM du Morbihan / Ifremer	MNT réalisé par la DDTM 56 à partir d'un levé lidar fait en 2010 pour les zones découvertes complété par un relevé bathy classique au sondeur dans les zones submergées en juillet, septembre et octobre 2010 par la société Mesuris.	2010	Contacteur Tréguier Cathy et Hitier Benoist de l'Ifremer	
	Vilaine	EPTB Vilaine		2007 puis 2013	MNT acquis et autorisation pour exploitation	
Vilaine Vie	Comité d'estuaire	bathymétries ponctuelles du chenal de l'embouchure jusqu'à vieille roche, totalité de l'embouchure, chenal de Scal et de Tréhiguier, transversale à Trehudal, totalité de la section à Broël et chenal à Vieille Roche	mars 2009 et avril 2010	Non accessible ?		
	Univ. Bretagne Sud (UBS)	Différentes données bathymétriques - Etude sur fonctionnement HMS	entre 1866 et 2007	Contacteur E. Gouber et E. Frenod (UBS)		
Lay	DDTM85	Etude morphologique faite par Géo-Transfert	?	MNT acquis et autorisation pour exploitation		
Sèvre niortaise	DDTM85					
Adour-Garonne	Charente	IFREMER - LERPC	SHOM (embouchure côté Pertuis), la DDE, et l'EPTB Charente ; l'IFREMER a fait le nécessaire pour combler les vides entre ces différentes campagnes	compilation de bathymétries réalisées entre 2003 et 2010	MNT acquis et autorisation pour exploitation	
	Seudre	IFREMER - LERPC	MNT existant d'après le GT HMS		Contacteur Christian Bechemin de l'Ifremer	
	Adour	LASAGEC et CASAGEC	36 relevés bathymétriques	déc 2001 - sept 2003	Contacteur Philippe Maron (univ. Pau) et M Rihouey (Casagec)	
	Nivelle	CASAGEC	tous les 3 mois	oct 2007 à avril 2010, plateforme PIGMA	Contacteur M Rihouey (Casagec)	
		CG64	sous formes de cartes, fichiers DXF ou de nuages de points xyz en .txt	1991, 1993, 1995, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	Contacteur Caroline Sarrade (CG64)	
	Bidassoa	BRGM	Carte bathymétrique du Pays Basque réalisée par krigeage des données ponctuelles de Camille Clavier avec le logiciel ISATIS par Mariane Peter	2008?	Contacteur Cyril Mallet (BRGM)	
		CASAGEC et CG64	suivi topo-bathy dans sa partie aval, Plateforme PIGMA	fev 2008, Avril et déc 2010, avril et septembre 2011	Contacteur M Rihouey (Casagec) et Caroline Sarrade (CG64)	

### 3.4. Acquisition de données cartographiques via des bases de données existantes ou par traitement sous SIG

Pour la majorité des paramètres ciblés par le GT HMS, il n'existe pas de base de données nationale qui permettent d'accéder directement aux informations souhaitées. Toutefois, certaines données spatiales ont pu être acquises sur l'ensemble de la façade Manche/Atlantique par le biais du SIG, plus particulièrement par photo-interprétation de photographies aériennes du littoral en libre accès (données MEDDE). Divers paramètres ont ainsi été renseignés sur tout ou partie des estuaires considérés :

- La surface des zones intertidales, au niveau desquelles la nature du substrat a été identifiée à partir de données SIG tirées de SEXTANT (Ifremer) sur la nature sédimentaire des fonds ou à défaut par photo-interprétation si cela était possible ;
- La largeur à l'embouchure ;
- La surface de l'estuaire jugée équivalente dans le cas présent à la surface en eau à Pleine Mer (PM) ;
- La surface en eau à Basse Mer (BM).

Compte tenu du démarrage tardif de l'inventaire et le fait que la digitalisation des zones intertidales est chronophage, un premier travail de cartographie sous SIG a été réalisé dans le cadre d'un stage de Licence d'une durée de 6 semaines effectué au sein du laboratoire M2C de l'Université de Rouen (Marion Randriamihaingo - encadré par la coordination inter-estuaire). Ce stage avait pour but de constituer une première base de données dans laquelle seraient collectées la superficie des zones intertidales par MET et la largeur à l'embouchure.

Ce premier travail de digitalisation réalisé sous SIG a ensuite été repris (erreur d'interprétation, limites de digitalisation à affiner...) et complété selon les données disponibles, par Géo-transfert.

#### 3.4.1. Données exploitées pour la digitalisation sous SIG

##### Les surfaces intertidales

Pour constituer une base de données sur la superficie des zones intertidales, une analyse par photo-interprétation a été effectuée à partir de l'Ortho Littoral V2 (OLV2), accessible librement sur le site « Géolittoral » du MEDDE. Ces photographies aériennes ont été privilégiées dans ce travail (contrairement à l'Ortho-littoral 2000) car elles ont été acquises dans des conditions bien précises permettant de visualiser la quasi-totalité des zones intertidales présentes dans les estuaires ciblés (seuls quelques secteurs situés dans la partie amont des estuaires moyens n'ont pas été couverts). Ces photographies aériennes sont datées mais il n'y a **pas d'information sur l'heure** de prise du cliché ne permettant pas de déterminer avec exactitude les conditions de marée et de débit au moment des clichés. Nous disposons toutefois d'informations génériques sur les conditions d'acquisition qui sont les suivantes (MEDDE, 2011) :

- des conditions météorologiques adéquates (ciel dégagé, en évitant les zones d'ombre en pied de falaise...) ;
- des conditions de marées particulières permettant d'avoir une hauteur d'eau inférieure ou égale à 1 m soit un coefficient de marée plus ou moins égal à 97 ;
- des conditions hydrologiques favorables (de préférence en période d'étiage soit entre avril et septembre).

Compte tenu de ces contraintes de prises de vue, l'acquisition de l'OLV2 sur l'ensemble du littoral s'est déroulée sur plusieurs années et n'était pas encore achevée en mai 2014 (date de fin du stage). Les OLV2 manquantes au terme du stage - soit la partie Nord de la Bretagne et la façade Manche - ont été exploitées ultérieurement par Géo-Transfert.

Le tableau 9 présente les estuaires pour lesquels les OLV2 ont fait l'objet d'un traitement complet (vert), un traitement partiel (orange) ou une absence de traitement (rouge). Les deux derniers cas de figure sont justifiés par l'absence d'OLV2 exploitable (ex zone amont d'estuaires longs), par des difficultés d'interprétation de ces photographies ou par manque de temps durant la prestation.

**Tableau 9 : Traitement des ortho-littorales V2 au cours de l'inventaire**

ESTUAIRE	OLV2	ESTUAIRE	OLV2
Somme	✓	Aven	✓
Authie	✓	Belon	✓
Canche	✓ (PM et largeur uniquement)	Laita	✓
Orne	✓	Scorff	✓
Mont St Michel	✓	Blavet	✓
Baie des Veys	✓	Etel	✓
Rance	✗	Crac'h	✓
Trieux	✓	Auray	✓
Jaudy	✓	Vannes	✓
Léguer	✓	Noyal	✓
Morlaix	✓	Pénerf	✓
Penzé	✓	Vilaine	✓
Aber Wrac'h	✓	Vie	✓
Aber Benoit	✓	Lay	✓
Elorn	✓	Sèvre	✓
Daoulas	✓	Charente	✓
Aulne	✓	Seudre	✓
Goyen	✓	Adour	✓ (zone aval uniquement)
Pont l'Abbé	✓	Bidassoa	✓
Odet	✓	Nivelle	✓

Dans un souci d'homogénéité de la donnée source, il a été choisi de ne pas exploiter d'autres types de photographies aériennes pour combler les manques, telles que l'Ortho Littorale 2000 (OL2000) pour lesquelles aucune contrainte de marée ou de débit n'a été imposée lors de leur acquisition. Les conditions de marée n'ont pas été prises en compte pour l'OL2000 ce qui implique que certaines images ont été acquises à marée haute dans certaines zones occultant complètement les zones intertidales ou bien, des discontinuités dans les niveaux d'eau sont constatées entre photographies d'un même site.

#### La largeur à l'embouchure

Pour déterminer la largeur à l'embouchure d'un estuaire, il n'est pas nécessaire de disposer de photographies aériennes prises dans des conditions de marée et de débit particulières. Ainsi, pour les secteurs non couverts par l'OLV2, l'OL2000 a été exploitée.

Déterminer une largeur à l'embouchure peut être arbitraire sans critère spécifique de localisation de la mesure comme par exemple, un critère morphologique ou la limite transversale de la mer (limite administrative séparant le domaine public maritime du domaine public fluvial). En l'absence de consensus sur la pertinence d'utiliser tel ou tel critère de mesure, le GT HMS a choisi de laisser le choix à l'opérateur de déterminer le lieu où il serait le plus pertinent de mesurer cette largeur dès lors que cette mesure est géolocalisée sous forme de transect.

#### 3.4.2. Echelle et contraintes de digitalisation des zones intertidales

Compte tenu de la résolution de l'OLV2 ainsi que de la taille des estuaires étudiés et des éléments à cartographier, la digitalisation a été réalisée à une échelle au 1/1000<sup>ème</sup>.

La cartographie des zones intertidales a été réalisée autant que possible, selon les limites des MET définies pour la DCE. Dans les faits, elle a été ponctuellement faite au-delà de ces limites pour plus de pertinence :

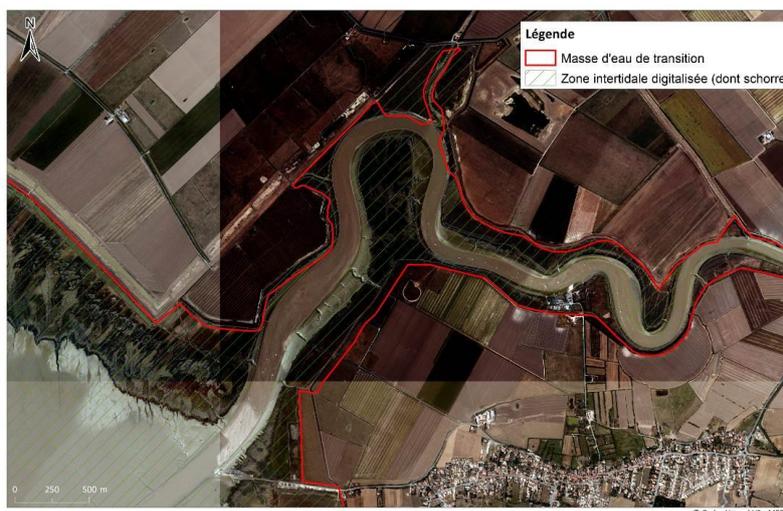
- en raison d'une précision des contours des MET plutôt grossière dans certains estuaires non endigués, par rapport à l'échelle de digitalisation choisie (ex de la limite du schorre dans l'estuaire du Lay - Figure 3) ;
- si l'opérateur estime que la limite aval d'une MET « coupe prématurément » une zone intertidale (Figure 3).



**Figure 3: Exemple de digitalisation des zones intertidales dans la partie aval de l'estuaire du Lay**

Dans la mesure du possible, le schorre a été distingué des zones intertidales vaseuses ou sableuses immergées plus régulièrement. A l'aide de données SIG sur la nature des fonds sédimentaires (acquises via SEXTANT) ou par photo-interprétation si cela est possible, le type de substrat de la zone intertidale a également été précisé de manière plus ou moins approximative selon la source de la donnée (p ex classification en graviers, sable, vase ou roche par photo-interprétation vu qu'il est impossible d'être plus précis à partir de photographies aériennes).

Malgré les contraintes imposées dans le CCTP (MEDDE, 2011), certains secteurs se sont avérés difficilement interprétable (Figure 4) ce qui a nécessité de valider ponctuellement, l'extension des zones intertidales par des données complémentaires.



**Figure 4 : Exemple de digitalisation des zones intertidales dans la Sèvre Niortaise, au-delà des limites latérales de la MET et exemple de photographies difficilement interprétable**

### 3.4.3. Synthèse des résultats sur l'étendue des zones intertidales et la largeur à l'embouchure

Les résultats obtenus par digitalisation sous SIG sont accessibles sous divers formats :

- Une synthèse par estuaire produite par Géo-Transfert (annexe 8) dans laquelle se trouve les données de surface et largeur extraites, une illustration des surfaces digitalisées et divers commentaires.
- 3 couches ArcGIS : « nom » pour les différentes superficies et « nom » pour la localisation de la mesure de la largeur à l'embouchure et « nom » pour la nature du substrat.

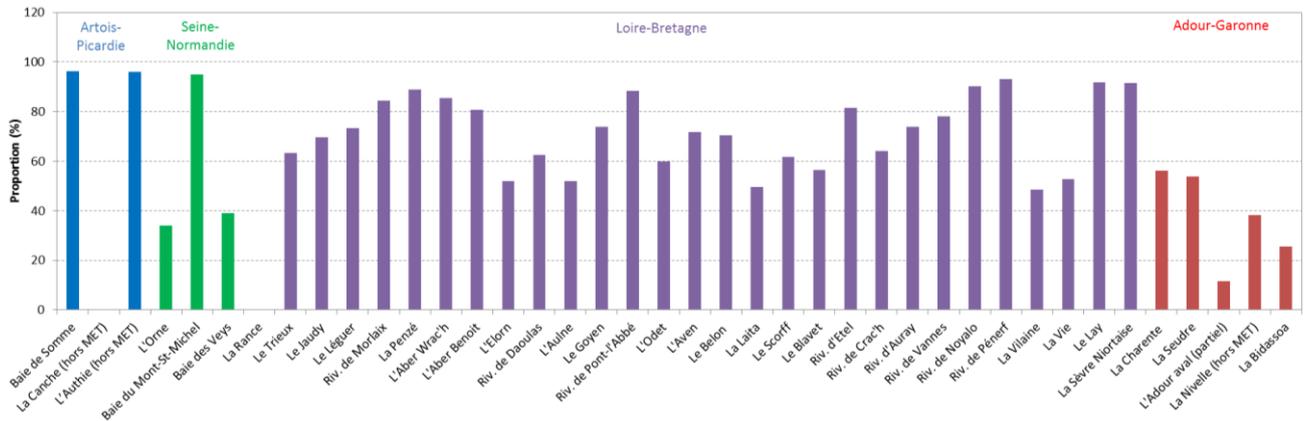
Le tableau 10 compile l'ensemble des données chiffrées. Enfin, la proportion de zones intertidales par rapport à la superficie de l'estuaire à PM a été calculée pour permettre une comparaison inter-estuaire (Figure 5). Il est à noter que les limites utilisées peuvent différer des limites des MET.

**Tableau 10 : Synthèse des données acquises sur la largeur à l'embouchure des différents estuaires étudiés et la proportion de zones intertidales en fonction de la superficie des MET**

Estuaire	Largeur à l'embouchure (m)*	Surface intertidale (S <sub>ZI</sub> en km <sup>2</sup> )	Surface à Basse-Mer (S <sub>BM</sub> en km <sup>2</sup> )	Surface à Pleine-Mer (S <sub>PM</sub> en km <sup>2</sup> )	Proportion (%) S <sub>ZI</sub> /S <sub>PM</sub>
Baie de Somme	4615	39,14	1,56	40,7	96,17
Baie de Canche (hors MET)	4629			13,57	
Estuaire de l'Authie (hors MET)	4262	16,19	0,66	16,85	96,08
Estuaire de l'Orne	2395	1,67	3,23	4,9	34,08
Baie du Mont-Saint-Michel	13353	40,21	2,11	42,32	95,01
Baie des Veys	4631	12,7	19,87	32,57	38,99
Bassin maritime de la Rance					
Le Trieux	952	5,03	2,92	7,95	63,27
Le Jaudy	970	2,98	1,3	4,28	69,63
Le Léguer	858	1,38	0,5	1,88	73,40
Rivière de Morlaix	2014	11,61	2,13	13,74	84,50
La Penzé	2082	4,85	0,61	5,46	88,83
L'Aber Wrac'h	2098	6,03	1,03	7,06	85,41
L'Aber Benoit	1912	4,08	0,98	5,06	80,63
L'Elorn	796	3,33	3,07	6,4	52,03
Rivière de Daoulas	886	2,73	1,64	4,37	62,47
L'Aulne	1561	9,93	9,19	19,12	51,94
Le Goyen	378	1,16	0,41	1,57	73,89
Rivière de Pont-l'Abbé	409	6,77	0,89	7,66	88,38
L'Odet	1099	5,52	3,71	9,23	59,80
L'Aven	543	1,25	0,49	1,74	71,84
Le Belon	780	1,34	0,56	1,9	70,53
La Laita	1161	1,35	1,37	2,72	49,63
Le Scorff	658*	1,82	1,13	2,95	61,69
Le Blavet	919	7,13	5,52	12,65	56,36
Rivière d'Etel	484	17,73	4,06	21,79	81,37
Rivière de Crac'h	1016	2,67	1,49	4,16	64,18
Rivière d'Auray	357	3,5	1,24	4,74	73,84
Rivière de Vannes	768	3,23	0,91	4,14	78,02
Rivière de Noyal	377	8,16	0,88	9,04	90,27
Rivière de Pénerf	1669	14,51	1,09	15,6	93,01
La Vilaine	4354	10,69	11,37	22,06	48,46
La Vie	85	0,5	0,45	0,95	52,63
Le Lay	1557	8,01	0,73	8,74	91,65
La Sèvre Niortaise	4999	40,83	3,75	44,58	91,59
Estuaire de la Charente	4622	12,64	9,88	22,52	56,13
Estuaire de la Sèvre	730	4,49	3,85	8,34	53,84
Estuaire de l'Adour (aval)	156	0,62**	4,74**	5,36**	11,57**
Estuaire de La Nivelle (hors MET)	118	0,18	0,29	0,47	38,30
Estuaire de la Bidassoa	317	0,87	2,53	3,4	25,59

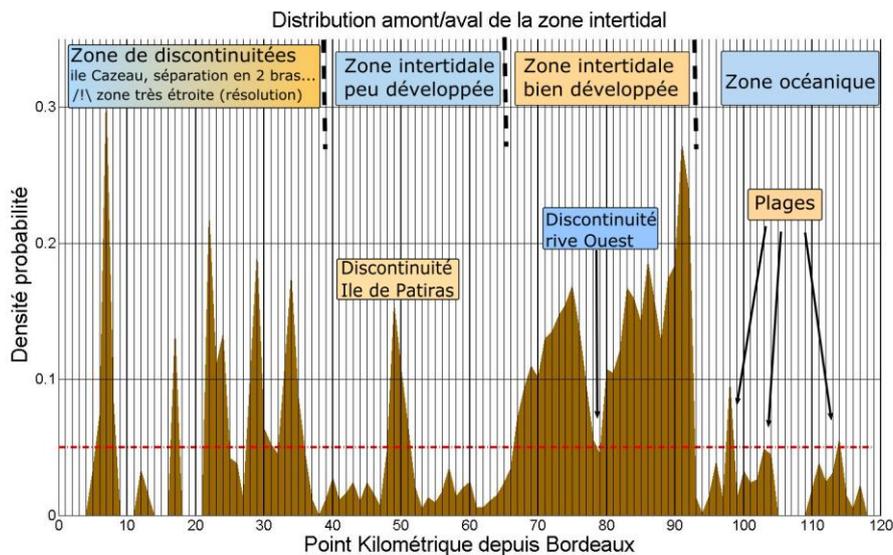
\*La position de la mesure est disponible sous format de transect sous SIG

\*\*Les valeurs indiquées ne tiennent compte que de la partie aval de l'estuaire de l'Adour



**Figure 5 : Proportion de zones intertidales (schorre compris) en fonction de la superficie à pleine mer des estuaires de la Façade Manche-Atlantique**

La majorité des estuaires se composent au minimum de 30 à 40 % de zones intertidales au sens large du terme (vasière et schorre confondus) jusqu'à un maximum proche de 95 % pour les baies. Pour aller plus loin, il est nécessaire de faire une analyse spatiale de ces zones intertidales afin de visualiser leur répartition selon le gradient amont/aval et ainsi déterminer si une continuité existe le long de l'estuaire ou si les zones intertidales sont concentrées dans un secteur particulier de l'estuaire (figure 6 - application à la Gironde à partir d'un MNT). En l'absence de modèle bathymétrique, cet exercice est réalisable à partir des données SIG acquises lors de cet inventaire. Cela nécessite un important travail sous SIG, de découpage, à minima par point kilométrique, de l'estuaire et de ses zones intertidales.



**Figure 6 : Répartition amont/aval des zones intertidales par section, de l'estuaire de la Gironde de Bordeaux à l'embouchure, déterminée à partir d'un MNT (Bouvier, 2015 en préparation)**

## 4. TRAVAUX COMPLEMENTAIRES MENES EN PARALLELE SUR DES DONNEES MORPHOLOGIQUES DANS L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE

---

L'analyse des données morphologiques dans l'estuaire de la Gironde est un travail qui ne figure pas dans la demande initiale indiquée dans la convention Onema/Université de Bordeaux 2013. Toutefois, les résultats obtenus et synthétisés ci-après viennent enrichir les travaux réalisés par le GT HMS. Ils permettent notamment **de commencer à tester sur cet estuaire quelques indicateurs préliminaires en lien avec la bathymétrie, et définis par le GT HMS**, tels que la distribution des surfaces en fonction de la profondeur et l'indice  $\gamma$  de Dronkers traduisant « l'état d'équilibre » d'un estuaire.

### 4.1. Contexte et objectif

En 2013, un travail a débuté par l'analyse de quelques données bathymétriques dans l'estuaire de la Gironde, obtenues dans le cadre du projet Liteau-TRAJEST. Ce projet, piloté par J. Lobry (IRSTEA Bordeaux), comporte un volet visant à décrire et retracer l'évolution morphologique récente (50 dernières années) de l'estuaire. C'était donc une opportunité pour obtenir des bathymétries et pour initier l'exploration d'indicateurs.

Le travail a été réalisé dans le cadre d'un stage de Master 2 (Joselyn Arriagada, Master STEE Océanographie - Université de Bordeaux) de janvier à juin 2013, puis il s'est poursuivi au cours du premier semestre 2014. Les objectifs spécifiques étaient i) d'évaluer des évolutions bathymétriques depuis 1953, pas encore documentées dans cet estuaire, et ii) de dégager quelques indicateurs HMS préliminaires proposés par le GT HMS.

### 4.2. Données exploitées et pré-traitement associé

#### 4.2.1. Bathymétries utilisées

Nous avons utilisé les feuilles (5 x 12) du Grand Port Maritime de Bordeaux (GPMB), pour les périodes correspondantes à 1953, 1962, 1970, 1980 et 1994. Ces années ont été retenues car ce sont les seules pour lesquelles une couverture complète et synchrone de l'estuaire existe. Les années postérieures à 1994 ne sont pas encore disponibles tant qu'elles ne seront pas entièrement validées par le GPMB. Le traitement numérique de la bathymétrie a été réalisé pour toutes les cartes, sauf pour 1994 dont le Modèle Numérique de Terrain (MNT) a été fourni directement pour le Port. La bathymétrie globale de l'estuaire est divisée en 12 feuilles à l'échelle 1/10000. Pour chacune des 5 années considérées, 12 feuilles ont été digitalisées et géoréférencées avec le logiciel ArcGIS 10. Les isobathes ont été numérisées selon une équidistance de 1 mètre. Elles ont été converties en points avec une résolution horizontale équidistante de 50 mètres. Cela a permis la génération du MNT par interpolation avec la méthode du Voisin Naturel. L'interpolation est effectuée selon une grille de 50 mètres, ce qui équivaut aux points préalablement numérisés. Le MNT est limité par un masque correspondant au trait de côte, qui est différent pour chaque année. Les valeurs de profondeur pour chaque MNT ont pu être extraites et les erreurs moyennes de l'interpolation ont également été calculées.

#### 4.2.2. Morphologie de l'estuaire

A partir des MNT, quelques variables morphosédimentaires ont été extraites, en particulier la surface intertidale (ZI) et la section mouillée. Les méthodes de calcul sont décrites ci-après.

Surface intertidale : elle est définie par l'espace entre l'isobathe 0 m et le trait de côte (limite inférieure de la zone émergée). Le calcul s'obtient en définissant des polygones entre deux points kilométriques (PK) dont les surfaces sont calculées sur ArcGis.

Section mouillée : on utilise comme base chaque MNT et les PK (positionnés tous les km). Pour avoir plus de détails sur la zone intertidale et la surface mouillée, une interpolation a été effectuée tous les 50 mètres de distance longitudinale (fraction des PK). Cette interpolation a permis d'extraire des valeurs de bathymétrie des zones intertidales, tous les 50 mètres (et non plus tous les kilomètres) pour disposer de données plus fines pour calculer les indicateurs.

Différentiel volume sédimentaire : pour chaque pixel du MNT, nous effectuons la soustraction des valeurs de bathymétrie entre deux années. Cette différence correspond à un volume de sédiment perdu ou gagné, intégré sur un pixel de 50m de côté. Puis nous additionnons les différences de volume entre tous les pixels compris entre 2 PK consécutifs.

#### 4.2.3. Débit fluvial

Le Grand Port Maritime de Bordeaux (GPMB) a fourni les débits liquides quotidiens pour la Garonne et la Dordogne. Le débit de la Gironde est la somme des deux systèmes fluviaux. La période considérée s'étend de 1952 à 1996, encadrant les périodes pour lesquelles les bathymétries sont disponibles.

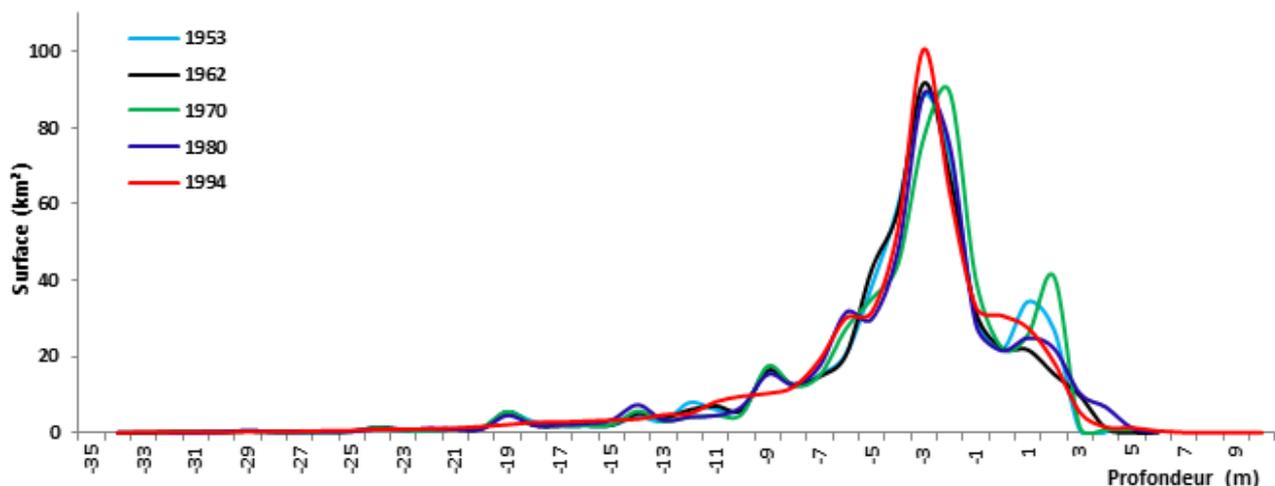
#### 4.2.4. Marée

Les enregistrements de la marée doivent être contemporains des situations morphologiques observées par les bathymétries. Cependant, au moment de réaliser ce travail, les enregistrements disponibles et exploitables ne sont pas forcément ceux des années des MNT. Les données de marées effectivement exploitables et fournies par le GPMB correspondent aux années 1981, 1996 et 2008. Les enregistrements antérieurs à 1981 n'étant pas disponibles sous format numérique, les « courbes de marée type » ont été extraites des annuaires de marée de 1968, 1973 et 1980. Pour chaque année, les courbes de marées des coefficients 100, 70 et 40 ont été numérisées. Ces dernières ont permis de calculer l'asymétrie de marée et l'indice  $\gamma$ , qui représente l'interaction entre la géométrie de l'estuaire et l'asymétrie de la marée (Dronkers 1998, Thomas, 2002; Hibma, 2004; Savenije et al., 2008), proposé par P. Le Hir (Ifremer) comme un indicateur préliminaire dans le GT HMS.

### 4.3. Résultats

#### 4.3.1. Distribution de surface selon les catégories de profondeur (de 1953 à 1994)

La répartition des classes de profondeur montre une tendance à se concentrer sur les valeurs 1 et -7 m, la catégorie maximale correspondant à l'intervalle entre -2 m et -4 m (cette dernière représentant 90 km<sup>2</sup> pour les années 1953-1980 et 100 km<sup>2</sup> en 1994) (Figure 7).

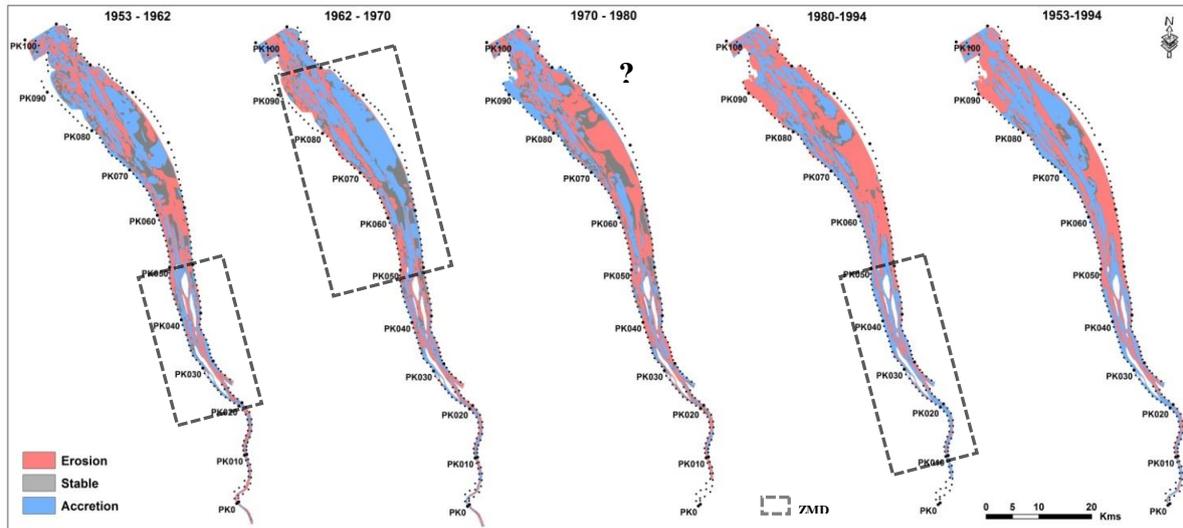


**Figure 7 : Distribution de surface dans l'estuaire de la Gironde selon les catégories de profondeur (de 1953 à 1994). D'après Arriagada, 2013**

Alors que la tendance de la courbe est similaire pour les cinq périodes considérées, il y a des légères variations qui sont visibles par l'apparition de pics différents. Pour les années 1953 et 1970, les superficies les plus importantes se situent à 0 et 3 m de profondeur (40 km<sup>2</sup> et 35 km<sup>2</sup> respectivement). Après 1970, ces mêmes surfaces situées à 0 et 3 m de profondeur se trouvent réduites à 25 km<sup>2</sup> et 20 km<sup>2</sup>. On observe également un pic au niveau des grandes profondeurs où les courbes pour les années 1953-1980 sont les mêmes (-9, -14 et -19 m). L'exception est constatée pour l'année 1994, qui montre une baisse constante vers les valeurs de profondeur supérieure.

#### 4.3.2. Evolution bathymétrique de l'estuaire de la Gironde (1953-1994)

Les informations bathymétriques peuvent être traduites en termes de variations de l'apport sédimentaire, c'est-à-dire en termes d'érosion/accrétion et de zones stables. Nous pouvons voir les changements dans l'estuaire de la Gironde en cinq intervalles de temps différents, le dernier correspondant à la période totale 1953-1994 (Figure 8).



**Figure 8 : Evolution bathymétrique de l'estuaire de la Gironde (1953-1994). Le rectangle indique à chaque fois la « zone de dépôt maximum », où l'accrétion a été maximale**

Dans l'intervalle 1953-1962, il y a une tendance à l'accrétion dans la zone des PK 30 au PK 50, une situation qui s'est inversée durant la période 1970-1980, où domine l'érosion. Vers l'aval, l'accrétion entre le PK 50 et le PK 90 est particulièrement claire (surtout dans la période de 1962 à 1970), une situation qui est réduite entre 1953 et 1962, alors que pour les autres périodes, cette situation est inversée et montre une tendance à l'érosion. Le différentiel total (1953-1994) montre une tendance à l'accrétion.

A partir de cette information, il est possible de déterminer la zone maximale de dépôt (ZMD). Pour la période 1953-1962, le ZMD est située entre le PK 20 et le PK 50 ; entre 1962 à 1970, du PK 50 à 90. Pour la période 1970-1980, la ZMD n'est pas complètement identifiée car les zones de plus grande accumulation sont réparties de façon plus ou moins homogène. Ces oscillations sont en fait directement liées au régime fluvial et à la position moyenne du bouchon vaseux dans l'estuaire au cours des années.

#### 4.3.3. Variations des surfaces intertidales

Début 2014 nous avons étendu le calcul des zones intertidales aux années 2000 et 2005. Jusqu'en 1970 ces zones semblaient s'étendre (cf figure 9), mais à partir de 1980 et surtout 1994, les surfaces semblent stables ou en diminution. Ces résultats sont toujours en cours d'analyse. Les données 1994 en particulier sont en cours de vérification car la différence par rapport aux autres années semble trop importante.

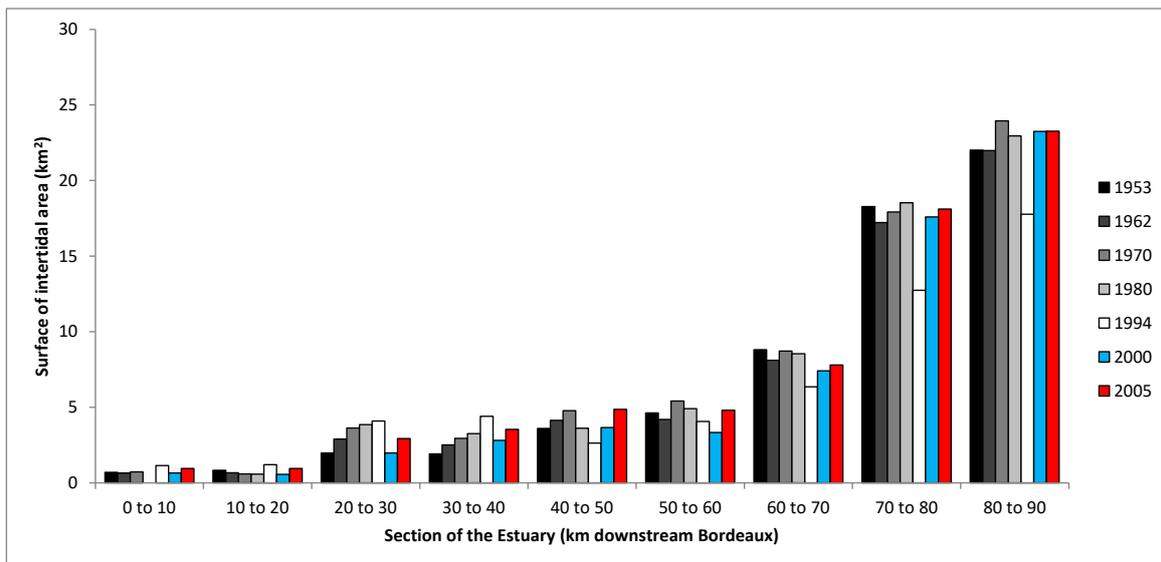


Figure 9 : Evolution des sections de l'estuaire de la Gironde (1953-1994). D'après Arriagada, 2013

#### 4.3.4. Relation asymétrie de la marée et bathymétrie

Nous avons calculé l'indicateur  $\gamma$  développé par Dronkers (1998). Cet indice est utilisé pour expliquer l'état de «équilibre morphodynamique» des systèmes estuariens.

Dans le cas de la Gironde, l'indicateur  $\gamma$  a été appliqué pour 1981 et 1996, années pour lesquelles l'information sur la marée haute et des données bathymétriques existent. Dans la figure 10, nous pouvons voir une différence dans les valeurs de l'indice gamma pour les années 1981 et 1996. Nous pouvons en déduire qu'il y a eu un changement dans la morphologie de l'estuaire, qui a modifié les caractéristiques de la marée. La différence principale peut être observée dans l'inversion des valeurs de  $\gamma$  de 1981 et 1996, à partir de Lamena (PK 50). L'indice augmente à mesure que le marnage diminue (coeff 40 et 70). Malgré cela, il a presque la même distribution le long de l'estuaire.

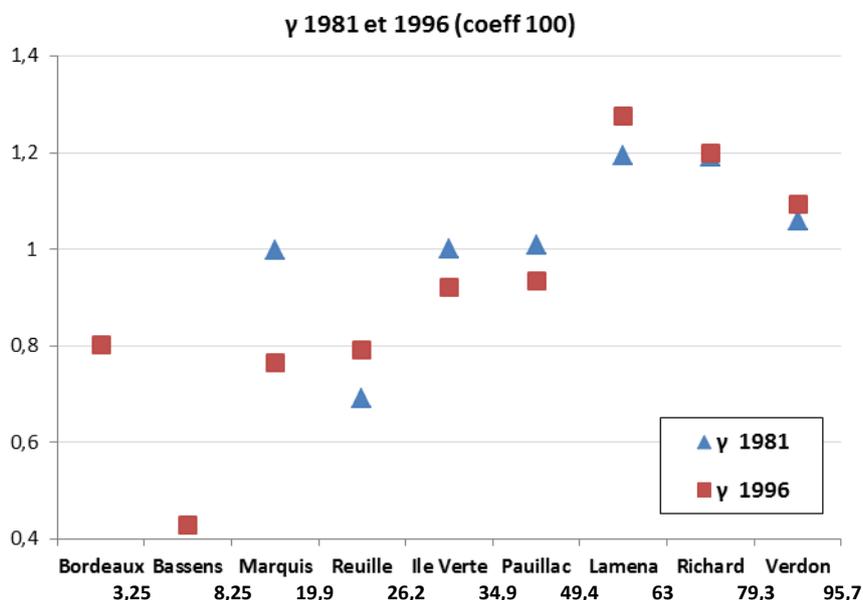


Figure 10 : Calcul de l'indice  $\gamma$  pour chaque marégraphe de l'estuaire de la Gironde (Arriagada, 2013)

Les périodes analysées sont proches et couvrent une période de temps limitée, il est donc difficile de faire des comparaisons plus poussées. Cependant, ils peuvent être comparés aux résultats réalisés par Thomas et al., (2002) dans l'estuaire de la Mersey où les valeurs  $\gamma$  varient de 1,31 à 1,58. Les valeurs faibles indiquent une diminution de la capacité du régime hydrodynamique à transporter des sédiments, tandis que les valeurs plus élevées indiquent une forte capacité à transporter les sédiments. Nous pouvons localiser l'estuaire de la Gironde dans le modèle de Dronkers (1998), figure 11 ci-dessous. La courbe  $Y=VX$

signifie l'« état d'équilibre ». Ainsi, l'estuaire de la Gironde est dans une situation très proche de l'équilibre, ce qui est similaire aux résultats obtenus par Thomas et al., (2002) et Hibma et al., (2004) pour les autres estuaires analysés. Il sera intéressant de comparer ces chiffres à ceux obtenus par P. Le Hir pour la Seine, et présentés en GT HMS.

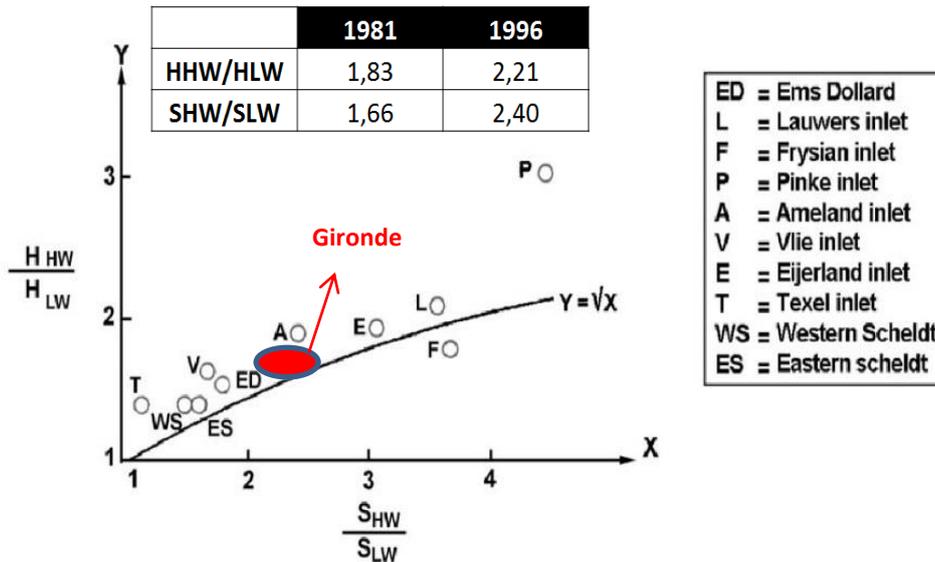


Figure 11 : Localisation de l'estuaire de la Gironde, selon le modèle de Dronkers, 1998

Sur la figure 12, on peut constater l'évolution de la section mouillée de l'estuaire pour deux périodes. On peut voir deux situations inverses. Lors de la période 1962-1970 la section mouillée en amont du PK 45 augmente (tendance à l'érosion), tandis qu'elle diminue en aval. Cette situation est totalement inverse pour la période 1980-1994. Le PK 45 est toujours la limite à partir de laquelle la tendance s'inverse. Cette observation reste préliminaire, mais il ouvre des perspectives intéressantes sur la vérification de ce phénomène et la recherche des causes de ces changements.

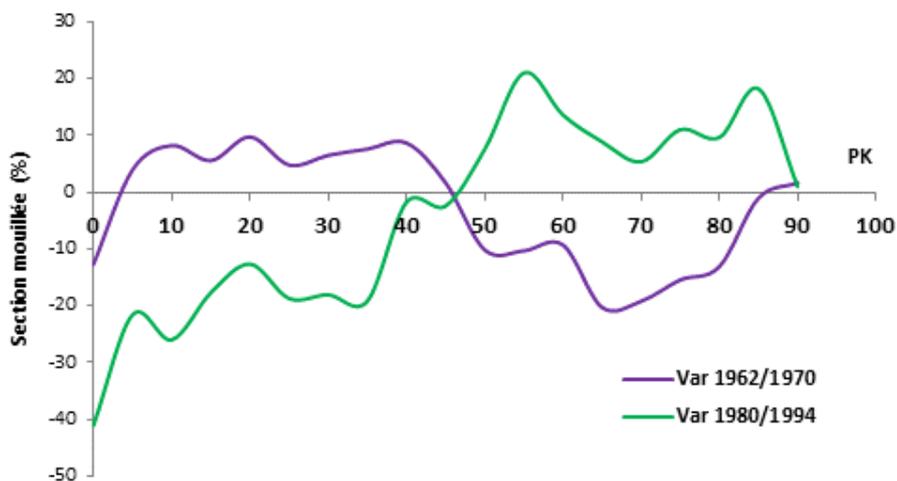


Figure 12 : évolution des sections mouillées dans l'estuaire de la Gironde, entre 1962 et 1970 et entre 1980 et 1994 (d'après Arriagada, 2013)

## CONCLUSION

---

Ce travail constitue une première étape dans la confection de l'inventaire des estuaires. L'inventaire exhaustif nécessiterait un effort au-delà du temps imparti dans le cadre de ce projet. En revanche l'acquisition à minima des MNTs permettra de disposer, à court terme, d'éléments suffisants pour tester les indicateurs en cours de développement.

L'analyse des changements hydromorphologiques en Gironde, bien qu'en marge de l'inventaire, a permis de générer quelques indices hydromorphologiques de cet estuaire emblématique. Ce type de travail doit se poursuivre en étendant la période d'analyse, en ajoutant d'autres grands estuaires (Loire et Seine), et en évaluant les indicateurs HMS qui seront effectivement validés par le GT HMS. Ces indicateurs sont exclusivement issus de la mesure bathymétrique et marégraphique, et peuvent être de bons compléments aux indicateurs issus de la modélisation numérique.

## Bibliographie

Dronkers, J., 1998. Morphodynamics of the Dutch Delta, In: J. Dronkers, M.B.A.M. Scheffers (eds.) Physics of Estuaries and Coastal Seas, Balkema, Rotterdam, pp. 297-304

Foussard V., 2014. Réseaux de Contrôle de Surveillance des masses d'eau de transition de la façade Manche/Atlantique – Bilan sur les programmes de surveillance mis en œuvre au cours du SDAGE 2010-2015. Rapport ONEMA, 124p.

Hibma A., 2004. Morphodynamic modelling of Estuarine channel-shoal systems. PhD Thesis Technical University Delft 2004.

MEDDE, 2011. Cahier des Clauses Techniques Particulières. La réalisation d'une orthophotographie du littoral français métropolitain – Lot n°2 : façades de la mer du Nord, de la Manche, de l'océan Atlantique. CCTP, 16p.

Savenije, H., Toffolon, M., Haas, J., Veling, E., 2008. Analytical description of tidal dynamics in convergent estuaries. J. Geophys. Res., 113, C10023, doi: 10.1029/2007JC004408

Thomas, C., 2002. The application of historical data and computational method for investigating causes of long-term morphological change in estuaries: A case study of the Mersey Estuary, UK, PhD for Oxford Brookes University, 2002

Références web:

<http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/>

## **ANNEXES**



## ANNEXE 1 :

### Liste des membres du Groupe de Travail HydroMorphoSédimentaire (GT HMS)

#### Coordination / animation

Pierre LE HIR - IFREMER

Aldo SOTTOLICHIO - UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux

Valérie FOUSSARD - UMR 6143 M2C, Université de Rouen

#### Scientifiques associés

Robert LAFITE - UMR 6143 M2C, Université de Rouen

Sandric LESOURD - UMR 6143 M2C, Université de Caen

Olivier BRIVOIS / Charlotte VINCHON - BRGM

Mario LEPAGE - IRSTEA

Hugues BLANCHET (UMR 5805 EPOC, Station Marine d'Arcachon/Université de Bordeaux)

Anne-Laure BARILLE - Bio-Littoral

#### Gestionnaires

Marie-Claude XIMENES - ONEMA

Stéphanie PEDRON - Agence de l'Eau Seine-Normandie

Philippe FERA - Agence de l'Eau Loire-Bretagne

Mélina LAMOUREUX - Agence de l'Eau Adour-Garonne

Jean PRYGIEL - Agence de l'Eau Artois-Picardie

## ANNEXE 2

### Compte-rendu du Groupe de Travail HydroMorpho-Sédimentaire (GTHMS)

30 avril 2013 à l'Onema

#### **Participants :**

Pierre LE HIR (IFREMER)  
Aldo SOTTOLICHIO (UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux 1)  
Valérie FOUSSARD (UMR 6143 M2C, Université de Rouen)  
Robert LAFITE (UMR 6143 M2C, Université de Rouen)  
Sandric LESOURD (UMR 6143 M2C, Université de Caen)  
Olivier BRIVOIS (BRGM)  
Marion DELEMARRE (Bio-littoral) - en remplacement d'A-L. Barillé  
Mickael CHARBONNEAU (stagiaire - Bio-littoral)  
Stéphanie PEDRON (Agence de l'Eau Seine-Normandie)  
Philippe FERA (Agence de l'Eau Loire-Bretagne)  
Mélina LAMOUREUX (Agence de l'Eau Adour-Garonne)

#### **Etaient excusés :**

Jean-Marc BAUDOIN (Pôle Onema-Irstea Hydro-écologie des Plans d'eau), Marie-Claude XIMENES (ONEMA), Mario LEPAGE (IRSTEA), Anne-Laure BARILLE (Bio-littoral), Hugues BLANCHET (UMR 5805 EPOC, Station Marine d'Arcachon), Charlotte VINCHON (BRGM)

L'ordre du jour de la réunion correspond au sommaire des discussions présenté ci-dessous.

- I. Rappel des missions de la coordination inter-estuaire***
- II. Présentation de l'action 2013-2015 coordonnée par P. Le Hir et A. Sottolichio sur les indicateurs HMS en estuaires***
- III. Présentation des méthodologies employées pour la DCE basées sur l'hydromorphologie : en eaux fluviales, en eaux côtières (France) et en estuaires (Europe)***
- IV. Présentation des indicateurs opérationnels ou en cours de finalisation, dans les masses d'eau de transition : sont-ils intégrateurs des évolutions HMS ?***
- V. Rappel des conclusions tirées du projet BEEST***
- VI. PROPOSITION D'APPROCHES POUR L'ACTION 2013-2015 SUR LES INDICATEURS HMS ESTUARIENS***  
MORPHOLOGIE \_\_\_\_\_  
HYDRODYNAMIQUE \_\_\_\_\_  
SEDIMENT \_\_\_\_\_  
HYDROLOGIE \_\_\_\_\_
- VII. Stratégie adoptée***
- VIII. Poursuite de l'action/prochaine réunion***

## I. RAPPEL DES MISSIONS DE LA COORDINATION INTER-ESTUAIRE

---

Il a été rappelé les ambitions et les motivations de l'Onema et des Agences de l'eau (AE) relatives aux milieux estuariens dans le cadre de la coordination inter-estuaire ainsi que les moyens mis en œuvre pour atteindre les objectifs (cf ppt coord-interestuaire\_méthodeUE\_ELFI\_GTHMS\_30042013).

- ⇒ Il a été demandé si, lors du lancement officiel du site internet dédié à la coordination inter-estuaire, une diffusion sera faite auprès de l'ensemble des laboratoires universitaires travaillant sur les milieux estuariens afin de permettre à diverses équipes scientifiques (au-delà de celles impliquées directement dans le projet BEEST) de s'impliquer dans la démarche.

Il est prévu de promouvoir le site dédié à large échelle en utilisant la liste de diffusion étendue constituée pour le séminaire final du projet BEEST avec l'aide de plusieurs partenaires. Cette liste est composée d'une centaine de noms comprenant des gestionnaires, des universitaires, des cellules de suivis, des syndicats mixtes... V. Foussard propose de vérifier que tous les laboratoires ou structures travaillant sur les estuaires soient représentés dans cette liste.

## II. PRESENTATION DE L'ACTION 2013-2015 COORDONNEE PAR P. LE HIR ET A. SOTTOLICHIO SUR LES INDICATEURS HMS EN ESTUAIRES

---

Les coordinateurs du GT HMS ont présenté les objectifs de l'action sur les indicateurs hydromorpho-sédimentaires par phase tels qu'ils ont été proposés à l'Onema en 2012 (cf ppt phase\_action2013-2015\_GTHMS\_30avril2013). Les objectifs et tâches associés à chacune de ces phases sont susceptibles d'être modifiés au fur et à mesure de la réflexion, dans la limite des contraintes de calendriers de l'Onema pour soumettre les « fiches actions ».

### 1. Phase 1 (2013)

La phase 1 se compose de (1) la constitution et réunions du GT HMS, (2) la confection d'indicateurs HMS et (3) l'inventaire des petits estuaires français.

- ⇒ De manière globale sur la phase 1, aucune remarque particulière n'a été faite concernant l'ambition des tâches fixées pour 2013. En revanche, l'échéance de rendu pour l'inventaire des estuaires risque d'être courte. En effet, il est envisagé de solliciter pendant 2 mois, un bureau d'étude ou une cellule de transfert pour accomplir l'inventaire des estuaires. Celui-ci n'a pas encore été lancé en raison d'un retard dans la réception de la convention entre l'Université de Bordeaux et l'Onema dans laquelle est compris le budget prévu pour cette étude.

Plusieurs remarques relatives à la démarche d'inventaire ont été faites :

- ⇒ **Un cahier des charges doit être rédigé et validé pour septembre dernier délai** afin que cette tâche puisse être réalisée dans l'année.
- ⇒ Compte tenu des délais nécessaires pour récolter un maximum de données, les 2 mois prévus devront dans l'idéal, être fractionnés d'octobre à décembre 2013.
- ⇒ Il faudrait se rapprocher de Rémi Buchet (Ifremer) qui travaille actuellement sur la constitution d'une base de données sur les eaux littorales (cette BDD n'est pas axée sur l'hydromorphologie).
- ⇒ Quelques travaux en cours ont été mentionnés : la modélisation du devenir en mer des apports hydriques par Alain NOM ? et le projet ACTIMA ? traitant des apports liquides de 20 bassins versants.
- ⇒ Le minimum à acquérir pour réaliser l'évaluation est la topo-bathymétrie et les débits.
- ⇒ Il est demandé aux AE si elles disposent de base de données HMS accessibles sur l'ensemble des estuaires de la façade Manche/Atlantique et le cas échéant, si elles peuvent intervenir auprès des fournisseurs pour faciliter l'accès à leurs données. Les AE disposent de peu de données en interne mais peuvent intervenir. **Pour ce faire, une liste des données souhaitées doit être transmise aux AE dès que possible.**

Parmi les sources potentielles figurent :

- (1) La base de données développée par l'Irstea, intégrant diverses caractéristiques de nombreux estuaires telles que la longueur de l'estuaire, la largeur à l'embouchure, les débits moyens...
  - ⇒ Il est impératif de **se rapprocher de Mario Lepage** pour déterminer les conditions de mises à disposition de cette base de données.

- (2) Des campagnes Lidar ont été réalisées suite à Xynthia sur l'ensemble du littoral français en l'espace d'approximativement 2 ans. Une couverture topo-bathymétrique homogène devrait donc être accessible ou bientôt accessible sur l'ensemble du littoral. Compte tenu de l'objectif de ces campagnes, il est fort probable que les grands et moyens estuaires ne soient pas entièrement couverts mais les petits estuaires comme les abers bretons doivent l'être.

De telles données permettraient (1) d'avoir une couverture de référence acquise avec le même outil et à la même période sur une grande partie des estuaires de la façade Manche/Atlantique, (2) d'alimenter les modèles qui permettront de calculer certaines métriques retenues par le GT HMS et (3) de faire une dégradation de la donnée en vue de déterminer la résolution minimale nécessaire pour réaliser un suivi pertinent sur les estuaires dépourvus de données bathymétriques.

- ⇒ Il faut **se rapprocher des DREAL** pour définir les droits d'accès aux données Lidar.

## 2. Phase 2 (2014)

La phase 2 se compose (1) du suivi des travaux par le GT HMS, (2) de l'application/déclinaison des indicateurs pour quelques estuaires, (3) d'études méthodologiques afin d'aboutir à des recommandations de données minimales à acquérir et à suivre par les Agences.

Les objectifs de la phase 2 sont susceptibles d'évoluer au fur et mesure de l'avancement des travaux menés par l'Ifremer et l'Université de Bordeaux et selon les remarques faites par le GT HMS. Cependant, il a été rappelé que pour renouveler le financement de l'Onema prévu en 2014, les « fiches Actions » définitives récapitulant les objectifs du GT HMS, doivent être remises à l'Onema courant juin. Par conséquent, sauf besoins particuliers relevés au cours de la réunion, les objectifs de la phase 2 doivent être validés rapidement.

- ⇒ Aucune remarque particulière n'a été faite sur les objectifs fixés pour la phase 2. Ils ont été jugés pertinents en l'état actuel de l'avancement de l'action sur les indicateurs HMS.
- ⇒ En revanche, le délai d'un an fixé pour réaliser cette phase semble difficile à tenir. Il est donc à prévoir une prolongation de cette phase en 2015.

## 3. Phase 3 (2015)

La phase 3 se compose de la poursuite du suivi des travaux par le GT HMS et d'une évaluation des propositions d'indicateurs HMS par des experts de la qualité biologique des milieux.

La tâche relative à l'évaluation des propositions par des biologistes n'a pas été totalement approuvée par l'Onema. Elle est donc susceptible de ne pas être réalisée.

- ⇒ Il a été précisé que cette phase de concertation et validation par des biologistes semble nécessaire pour justifier les suivis qui devront être mis en œuvre par la suite. En effet, la DCE demande d'analyser l'hydromorphologie en fonction de la biologie. Si les métriques proposées n'ont pas d'influence sur la biologie ou ne témoignent pas des conditions nécessaires pour être en bon état biologique, comment justifier leur suivi dans le cadre de la surveillance DCE ?
- ⇒ La question qui se pose est : doivent-ils intervenir pendant la définition des métriques ou comme cela est prévu, au terme des travaux pour validation ? Il a été rappelé que quelques biologistes (M. Lepage, H. Blanchet et A-L. Barillé) sont associés au GT HMS mais hormis la présence de représentants de Bio-Littoral en remplacement d'A-L. Barillé, ces derniers n'ont pas pu se libérer pour cette réunion.
- ⇒ Par ailleurs, il a été rappelé que lors des travaux réalisés dans BEEST, divers biologistes (poissons, invertébrés benthiques, végétation et zooplancton) ont d'ores et déjà été associés au groupe de travail. Ces derniers ont retranscrit dans des tableaux, l'influence qu'aurait une modification de divers paramètres HMS sur la biodiversité, la physiologie des individus... sur la base de leurs connaissances.

Les paramètres retenus comme « métriques potentielles » pour l'évaluation HMS des estuaires ont ensuite été choisis en fonction notamment de leur pertinence vis-à-vis de la caractérisation du milieu physique et de leur influence sur la biologie.

**Ces tableaux peuvent servir aux AE pour justifier des liens entre caractéristiques HMS et biologie. Ils doivent toutefois être au préalable synthétisés et simplifiés pour permettre une lecture plus fluide.**

### III. PRESENTATION DES METHODOLOGIES EMPLOYEES POUR LA DCE BASEES SUR L'HYDROMORPHOLOGIE : EN EAUX FLUVIALES, EN EAUX COTIERES (FRANCE) ET EN ESTUAIRES (EUROPE)

---

#### 4. Méthode de caractérisation de l'état hydromorphologique des cours d'eau

La méthode SYRAH-CE n'a pas été présentée lors de la réunion par J-M. Baudoin qui n'a pu être présent. Afin de disposer de toutes les informations nécessaires, des documents (ppt ou rapports) présentant la méthodologie lui ont été demandés a posteriori.

#### 5. Méthode de caractérisation de l'état hydromorphologique des eaux côtières

O. Brivois a présenté la méthodologie développée pour les masses d'eau côtières qui a été validée au niveau national. Il a également fait mention de la démarche lancée pour la surveillance des milieux marins dans le cadre de DCSMM (cf ppt SurveillanceHMcotieres\_DCE\_OBrivois).

Lors de cette présentation, plusieurs questions ou remarques ont été faites :

- ⇒ Pour la métrique « modification des échanges sédimentaires », une comparaison des traits de côte (le plus ancien et le plus récent) est réalisée pour localiser les ouvrages susceptibles de perturber le transit sédimentaire. Le CETMEF est actuellement en train de produire une base de données dans laquelle se trouvera le plus ancien trait de côte connu sur l'ensemble du littoral français qui datera d'environ 1950.
- ⇒ Parmi les étapes de l'évaluation figurent la définition de la longueur du trait de côte sous influence d'ouvrage. Le BRGM a choisi de définir l'influence d'un ouvrage sur les échanges sédimentaires par des règles simples telles que la zone sous influence correspond à 2 fois la longueur d'un épi transversal ou à la longueur d'un ouvrages longitudinal ... tout en étant conscient que cette méthode est perfectible. Cela étant, l'état actuel des connaissances sur l'impact de divers ouvrages sur les flux sédimentaires est insuffisant pour permettre une quantification précise de la zone d'influence de ces ouvrages.
- ⇒ Toutefois, ce que demande la DCE, c'est d'être capable de dire si un épi ou une digue aura une influence négative **sur la biologie à l'échelle de la masse d'eau**. Par exemple dans le bassin Loire-Bretagne, la plupart des masses d'eau côtières (MEC) sont tellement étendues qu'il est peu probable que quelques épis perturbent toute la biologie de l'ensemble de la MEC.
- ⇒ Il a été demandé comment sont considérées les interventions humaines en vue d'une restauration d'un milieu comme le rechargement systématique d'une plage ? La plage ne paraît pas autant perturbée qu'elle ne l'est vraiment mais cet état apparent est uniquement dû à l'intervention humaine. Les évaluations ne distinguent pas ce type de cas particulier.
- ⇒ Pour l'évaluation de la métrique « modifications des apports d'eau douce et de sédiments », il est demandé si les apports de la nappe phréatique sont considérés car ils peuvent être très importants voir même plus importants ponctuellement que les apports des fleuves côtiers jusqu'à entraîner une dessalure des eaux au niveau du littoral. La contribution des nappes phréatiques n'est pas considérée dans l'évaluation faite par le BRGM. Toutefois, il est fait remarquer que les modifications des apports des nappes constatées sont plutôt des variations naturelles à l'échelle décennale, non ponctuelles et brusques.
- ⇒ Pour information, l'AELB précise que des travaux de modélisation des apports d'azote à la mer par la nappe phréatique sont en cours.
- ⇒ Le lien entre pression/impact et la biologie n'est pas directement pris en compte dans la méthode car ce lien est difficile à définir.

- ⇒ Il a été précisé que globalement, **l'impact des activités humaines à grande échelle** (comme celle de la masse d'eau côtière) **s'observe plutôt à une échelle temporelle décennale et non annuelle ou saisonnière**.
- ⇒ L'évaluation finale des eaux côtières n'est pas faite par une agrégation des 4 métriques choisies. Elle est basée sur le principe de la métrique déclassante : si une seule des 4 métriques n'est pas jugée bonne, toute la masse d'eau côtière est déclassée.
- ⇒ Le BRGM souhaite finaliser les évaluations fin 2014. La tenue de cette échéance dépendra de l'accessibilité des bases de données nationales (exemple de celles sur les poldérisations, le trait de côte...) qui sont soit en cours de construction soit ne répondent que partiellement aux besoins.

## 6. Méthode de caractérisation de l'état hydromorphologique des eaux de transition au niveau européen

Deux méthodes européennes de qualification du bon état hydromorphologique des estuaires ont été développées (cf ppt coord-interestuaire\_méthodeUE\_ELFI\_GTHMS\_30042013). Comparé à la synthèse bibliographique réalisée en 2010 dans BEEST, aucune nouvelle méthode n'a été publiée. Cependant, il est possible que d'autres travaux soient en cours mais non finalisés à l'image de ceux envisagés sur les estuaires basques espagnols fin 2010 visant à réaliser une qualification de l'état HMS des masses d'eau transition basée sur de la modélisation. Aucun document diffusé ne permet de dire si ces travaux ont débuté ou non.

- ⇒ Lors de la discussion, il a été fait référence aux travaux menés dans le projet européen WISER dont les résultats sont accessibles sur un site internet dédié. L'un des objectifs de ce projet étaient d'établir une base de données complète synthétisant les méthodes développées à l'échelle européenne pour l'ensemble des masses d'eau considérées par la DCE, y compris les estuaires (<http://www.wiser.eu/results/method-database/>). Toutefois, cette base de données ne concerne que les indices biologiques et non hydromorphologiques. Stéphanie Pédrón a précisé qu'elle était associée à ce projet et qu'en cas de besoin, elle peut avoir accès aux rapports produits.

## IV. PRESENTATION DES INDICATEURS OPERATIONNELS OU EN COURS DE FINALISATION, DANS LES MASSES D'EAU DE TRANSITION : SONT-ILS INTEGRATEURS DES EVOLUTIONS HMS ?

---

Un bref rappel de la **prise en compte de l'hydromorphologie dans la DCE** puis un bilan sur l'état d'avancement des indices biologiques DCE-compatibles ont été réalisés.

- ⇒ Les scientifiques participants à la réunion ont reprécisé quelques non-sens dans le texte de la DCE comme la considération des débits d'eau douce dans un paramètre nommé « régime de marée » et les définitions normatives des états hydromorphologiques « très bon », « bon » et « moyen » selon la DCE.
- ⇒ Il a également été fait mention d'un manque de clarté entre ces trois définitions normatives (cf Directive 2000/60/CE) et l'agrégation des éléments de qualité dans la classification de l'état écologique des eaux de transition où l'hydromorphologie est peu considérée (cf diapo 13 du ppt coord-interestuaire\_méthodeUE\_ELFI\_GTHMS\_30042013).
- ⇒ Si on se cantonne à répondre strictement à la DCE, l'analyse se limiterait, de manière très grossière, à la qualité du fond, des zones intertidales et aux apports en eaux douces et marines. La DCE demande d'être capable de dire, compte tenu de ces paramètres uniquement, **si les conditions physiques permettent à la biologie d'être en bon état et cela sur l'ensemble de la MET**. Par conséquent, dès lors que la biologie s'adapte, les variations fréquentes des caractéristiques HMS connues en estuaires ne sont pas incompatibles avec la définition du bon état HMS. Ceci rend difficile l'évaluation DCE car d'une part, il faut déterminer si une modification de l'hydromorphologie influe sur tel ou tel compartiment biologique et de quelle manière et d'autre part, si cette influence est suffisamment forte pour perturber la qualité biologique globale de toute la MET.
- ⇒ Il est rappelé que l'hydromorphologie vient en soutien à la biologie mais que la définition du bon état HMS ne sert pas uniquement qu'en dernier lieu, pour savoir si la MET est en (très) bon état

écologique. Si une MET est classée en mauvais à moyen état écologique, **l'objectif est aussi de comprendre pourquoi** elle est classée ainsi : si c'est dû à une mauvaise qualité d'un ou plusieurs compartiment(s) biologique(s), de la physico-chimie ou de l'hydromorphologie.

Synthèse :

(1) Le GT HMS peut se permettre de prendre quelques libertés dans la méthode de qualification de l'état HMS des estuaires dès lors qu'il répond à minima à la DCE.

(2) La présence des Agences de l'eau dans le GT HMS est primordiale pour valider les partis pris par les sédimentologues/géomorphologues et pour veiller à ce que les travaux aboutissent bien à des indicateurs HMS DCE-compatible.

(3) Rien n'empêche d'assurer le minimum pour la DCE, sans débordement, tout en réfléchissant à comment faire mieux. Développer un indice pour indiquer si c'est artificiel ou non, ce n'est pas très intéressant contrairement à analyser comment les évolutions HMS peuvent influencer le bon état d'une MET et des MET environnantes.

(4) Les AE ont bien insisté sur le fait que le rendu à faire à l'Europe dans le cadre de la DCE est basé uniquement sur les conséquences néfastes d'une modification de l'état HMS sur tous les compartiments biologiques et cela à l'échelle de la MET. Ce lien ne doit pas être perdu de vue.

### **Cas d'un indice basé sur les invertébrés benthiques : le M-AMBI**

Il a été cité l'exemple de travaux publiés récemment par A. Borja concernant l'analyse du bon potentiel écologique des estuaires basques espagnols classés en MEFM, au travers des invertébrés benthiques (test de 2 métriques du M-AMBI). Le cas présenté dans l'article concerne l'estuaire de l'Oiartzun au niveau duquel les auteurs ont comparé les caractéristiques HMS de 1874 et de 2009 sachant qu'une zone portuaire très étendue et de nombreuses activités industrielles se sont progressivement développées dans l'estuaire. Les caractéristiques HMS de l'estuaire ont été fortement modifiées :

- Augmentation des volumes de l'estuaire à l'origine de modifications du temps de résidence passant d'environ 2 jours en 1874 à 95 jours en 2009, des courants de marée... engendrant une modification de la distribution des salinités (la zone polyhaline s'est fortement étendue au détriment de la zone mésohaline jugée dominante en 1874).
- Perte de la quasi-totalité des zones intertidales estimées à 71% de la surface de l'estuaire en 1874, remplacées principalement par des zones subtidales.

L'estimation de la richesse spécifique et de la diversité des invertébrés benthiques apparaît plus importante en 2009 qu'en 1874. L'analyse des données récoltées sur divers estuaires montrent que ces deux critères ont une valeur plus importante dans les eaux halines que les eaux douces et dans les zones subtidales qu'intertidales. En somme, les perturbations HMS à l'origine du classement de l'Oiartzun en MEFM, ont entraîné un changement des communautés benthiques qui selon la notation par le M-AMBI et les résultats de la modélisation, sont plus riches et diversifiées que celles estimées avant les altérations. Ceci s'explique par le fait que d'une part, les peuplements se sont adaptés au changement de type de masse d'eau et d'autre part, le M-AMBI ne tient pas compte des fonctionnalités du milieu. Les résultats du M-AMBI ne mettent pas en avant la perte d'habitats caractéristiques comme les zones intertidales. Cet exemple montre que l'évaluation par l'indice M-AMBI ne témoigne pas des évolutions HMS.

### **Cas d'un indice basé sur les poissons : ELFI**

Une présentation succincte de l'indice ELFI développé par l'Irstea et du cas de l'estuaire de la Vilaine a été faite. L'objectif de cette dernière est de montrer que malgré de fortes modifications historiques de la morphologie de l'estuaire de la Vilaine liée à l'implantation d'un barrage, l'évaluation du compartiment piscicole via l'indice ELFI indique que cette MET est en très bon état biologique (cf ppt coord-interestuaire\_méthodeUE\_ELFI\_GTHMS\_30042013).

- ⇒ Dans le cas des poissons, il est fait remarquer qu'une diminution des zones intertidales servant de nourricerie **n'aura pas forcément de conséquences sur la qualité de la MET même mais plutôt sur celle des masses d'eau adjacentes.**

- ⇒ Au terme des discussions, les AE ont indiqué que ce n'était gênant si l'évaluation HMS ne va pas dans le même sens que les évaluations biologiques. Ce cas de figure est plus que probable car chaque indice biologique témoigne de perturbations particulières (non exhaustives) qui ne sont pas systématiquement en lien direct avec la morphologie (ex témoins d'un enrichissement en matière organique, de pollution ...).
- ⇒ Dans de nombreux cas, il y a plusieurs facteurs explicatifs d'une qualité biologique moyenne ou mauvaise dont l'eutrophisation des eaux, les hypoxies ... qui certes, peuvent être en partie corrigés en améliorant la morphologie des estuaires mais cet aspect n'apparaîtra pas forcément dans certaines évaluations.

## V. RAPPEL DES CONCLUSIONS TIREES DU PROJET BEEST

---

Il a été fait un rappel de la démarche et des pistes d'indicateurs proposées à l'issue du projet BEEST qui ciblait uniquement les trois grands estuaires Seine, Loire et Gironde. Ces pistes ont été présentées rapidement (cf ppt conclusion\_GTHMS\_BEEST\_mai2011) car elles sont reprises dans la présentation sur l'approche proposée pour l'action 2013-2015. Les quelques remarques faites lors de cette présentation sont associées à celles faites sur l'approche proposée (cf paragraphe ci-dessous).

Il a été précisé que les propositions d'indicateurs HMS pour l'action 2013-2015 étant basées sur ces pistes, il est possible que des ajustements soient faits progressivement pour que la méthodologie s'applique à différents types d'estuaire.

- ⇒ Il a été rappelé qu'une typologie des estuaires a été définie dans le cadre de la DCE. Elle a abouti à la distinction de 9 types de MET sélectionnés selon divers critères (substrat, régime tidal, surface intertidale, surface du bassin versant, turbidité, salinité ...). Un document de classement des MET du bassin Loire-Bretagne a été montré (cf document Test Typo estuaire CEMAGREF final juin04). La répartition des MET par type à l'échelle de la Manche/Atlantique a été demandée et transmise aux participants.

## VI. Proposition d'approches pour l'action 2013-2015 sur les indicateurs HMS estuariens

---

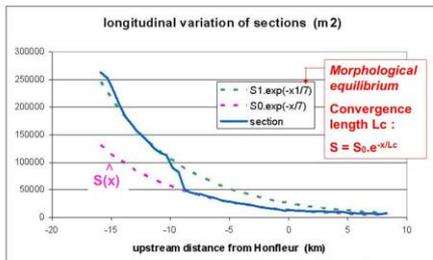
De nombreux indices ou paramètres ont été proposés au GT HMS (cf ppt LeHir\_proposition\_indicateurHMS). L'approche proposée est basée sur 5 postulats déduits de la réflexion faite avec les biologistes dans le projet BEEST. D'après cette réflexion, il serait préférable d'avoir :

- (1) Des gradients physico-chimiques progressifs (ex. la distribution de la salinité doit s'étendre de 0 à 35 progressivement de l'entrée du système jusqu'à l'embouchure. Toutes les classes de salinité doivent être représentées.
- (2) Une continuité longitudinale (des courants, des habitats ...)
- (3) Une diversité des faciès sédimentaires (mélange sable/vase) qui semble biologiquement plus intéressante.
- (4) Une diversité des écoulements
- (5) Des zones d'abri ou de repos réparties le long de l'estuaire (notamment pour les poissons)
- (6) *Postulat non discuté dans BEEST, à valider* : aucune rupture dans l'équilibre morphologique soit à l'échelle spatiale (pas de rupture entre l'amont et l'aval) soit à l'échelle temporelle (dans ce cas, il faut tenir compte du temps de résilience d'un système, temps qu'il lui faut pour retrouver son ancien équilibre ou un nouvel équilibre après perturbation).

*Les propositions ci-dessous ne sont pas toutes sous forme d'indicateurs bien déterminés. Certaines restent à développer.*

**Proposition 1 : Evolution longitudinale des sections en travers (diapo 6)**

= surface en m<sup>2</sup> de chaque section de l'estuaire en fonction de la distance à l'embouchure



Suggested indicator :

$$\sqrt{\frac{1}{L} \int_L \left( \frac{S(x)-\bar{S}(x)}{\bar{S}(x)} \right)^2 dx} < 0.05$$

or

$$\max \frac{S(x) - \bar{S}(x)}{\bar{S}(x)} < 0.1$$

or

$$\text{percentile}_{95} \frac{S(x) - \bar{S}(x)}{\bar{S}(x)} < 0.1$$

⇒ Pour l'évaluation de l'état HMS, il est proposé de calculer l'écart à une courbe de référence (écart max, percentile ? les valeurs seuils ? à définir).

⇒ Cet indice permet d'observer l'équilibre morphologique au travers de l'évolution des sections de l'estuaire, spatialement et temporellement (comparaison possible avec des données historiques).

⇒ Théoriquement, une courbe sans rupture franche devrait être observée. La figure montre le cas de l'estuaire aval de la Seine où on constate une rupture correspondant à l'extrémité ouest des digues submersibles.

⇒ Lorsqu'une rupture est observée, cela implique des perturbations d'autres paramètres HMS (flux, courants...).

⇒ Le but ne serait pas de retourner à un équilibre théorique parfait mais que l'équilibre actuel suive son évolution « normale », qu'il ne soit pas plus modifié qu'il ne l'est déjà (ex dans le cas d'un prolongement de digues submersibles).

⇒ De telle modification ne s'observe pas forcément d'une année sur l'autre mais plutôt à une échelle décennale. Il faut tenir compte du temps nécessaire à l'estuaire pour se stabiliser, pour retrouver son équilibre d'avant la perturbation HMS ou pour atteindre un nouvel équilibre. Son suivi ne serait donc pas annuel.

Commentaires :

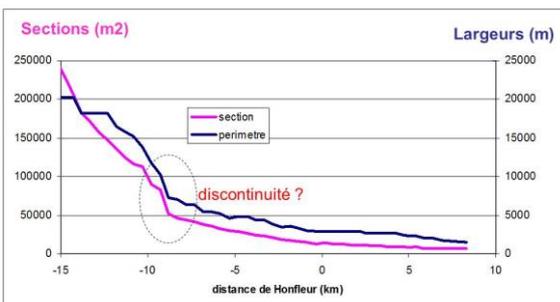
Comment sont considérées les ruptures naturelles ? L'exemple de l'estuaire de la Gironde a été cité où à la pointe du Verdon, la largeur de l'estuaire se réduit fortement sans que ce soit lié à un aménagement.

⇒ L'indice est basé sur les sections donc la profondeur intervient aussi. Dans le cas de la Gironde, la profondeur du chenal augmente fortement vers l'embouchure ce qui implique qu'on n'observe pas de rupture nette à ce niveau sur la courbe d'évolution des sections.

⇒ Cela étant, les ruptures naturelles peuvent être observées notamment dans des estuaires présentant des décrochements rocheux. La distinction entre un phénomène naturel ou d'origine anthropique est réalisable au cas par cas.

**Proposition 2 : Distribution longitudinale des largeurs et sections (diapo 9)**

= surface en m<sup>2</sup> (cf métrique 1) et largeur de chaque section de l'estuaire en fonction de la distance à l'embouchure.



⇒ Elle permet d'observer une rupture dans l'évolution des sections au travers de leur largeur

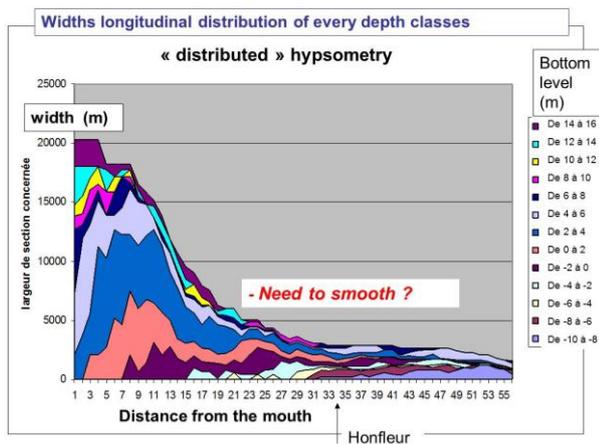
⇒ Même approche que pour la variation longitudinale des sections (métrique 1) mais au travers de la largeur.

⇒ La courbe relative aux largeurs n'a pas été présentée plus en détail car elle n'est pas considérée comme la plus pertinente.

⇒ Pas de commentaire particulier du GT HMS

### Proposition 3 : Distribution des courbes hypsométriques (diapo 8)

= pour chaque section, répartition des classes hypsométriques par largeur de section concernée



⇒ Il est proposé d'observer l'évolution longitudinale de la distribution des courbes hypsométriques

⇒ L'exemple montré présente trop de classes bathymétriques. L'objectif est de les réduire pour ne distinguer que les zones intertidales, les zones subtidales et les zones végétalisées.

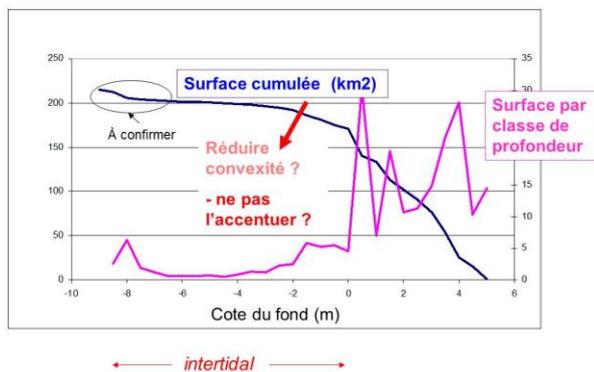
⇒ Ce graphique permet de voir en tout point de l'estuaire, la répartition des zones intertidales et subtidales, s'il y a une continuité d'amont en aval. Par exemple, on pourrait définir la longueur de chenal ne présentant majoritairement que des zones profondes au niveau desquelles les caractéristiques HMS peuvent ne pas être favorables à la biologie.

⇒ L'analyse des courbes hypsométriques peut se faire sous différentes approches (cf proposition 4). Il sera à déterminer celle qui sera la plus pertinente.

⇒ Pas de commentaire particulier du GT HMS

### Proposition 4 : Courbe hypsométrique (diapo 10)

= la surface totale et surface cumulée par classe de profondeur dans l'ensemble de l'estuaire



⇒ La courbe la plus intéressante est celle représentant la surface cumulée. Elle permet de montrer par exemple, la proportion de zones intertidales par rapport aux zones profondes dans l'estuaire.

⇒ Dans le cas de l'estuaire aval de la Seine (figure ci-après), les cotes du fond négatives correspondent aux zones intertidales (ZI) et au schorre et les valeurs positives, aux zones immergées profondes (ZP).

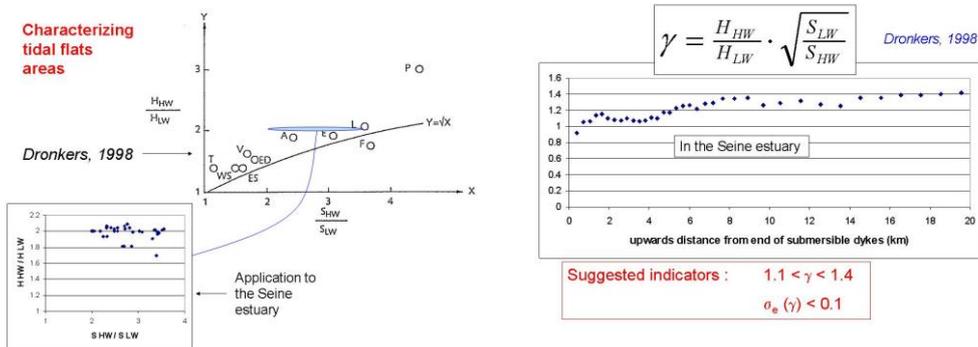
⇒ Le cumul des ZP augmente très rapidement contrairement aux ZI (qui selon les biologistes, sont très importantes pour la biologie).

Un palier apparaît donc indiquant que spatialement, les ZI sont bien moins représentées que les ZP.

⇒ Pour l'évaluation de l'état HMS, il est proposé de s'intéresser à la convexité de la courbe soit pour déterminer des proportions minimales à avoir par classe de profondeur, soit pour veiller à ne pas accentuer ce type de contraste.

⇒ Un avis favorable à l'utilisation de ce type de métrique a été énoncé par le GT HMS.

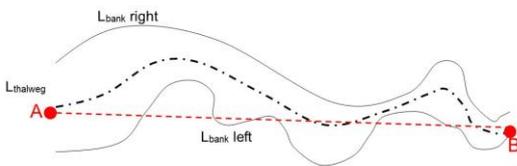
**Proposition 5 : Caractérisation des zones intertidales au travers des rapports de hauteurs (cotes des ZI à basse et pleine mer) et surfaces des ZI à basse et pleine mer (diapo 11 et 12)**



- ⇒ Plus la valeur des rapports de  $H_{PM}/H_{BM}$  et  $S_{PM}/S_{BM}$  sont proches de 1, moins il y a de zones intertidales.
- ⇒ Graphique de gauche (Dronkers) : la courbe correspond à un rapport  $\gamma = 1$  et les points représentent différents estuaires sur lesquels des calculs ont été faits.
- ⇒ On peut définir une valeur pour l'ensemble de l'estuaire (cf graphique de gauche) ou alors une valeur en différents points de l'estuaire (exemple de l'estuaire de la Seine - à droite)
- ⇒ Les valeurs seuils sont données à titre indicatif et sont à valider.
- ⇒ Pas de commentaire particulier du GT HMS

**Proposition 6 : Sinuosité des rives**

Sinuosité des rives =  $[\sum \text{longueurs des rives}] / \text{longueur du thalweg}$

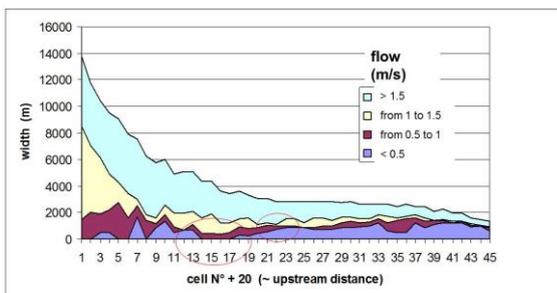


Tressage :  $(\sum L_{banks}/2) / L_{thalweg}$   
 Sinuosité :  $(\sum L_{banks}/2) / L_{AB}$

- ⇒ Métrique peu développée lors de la réunion
- ⇒ Pas de commentaire particulier du GT HMS

**HYDRODYNAMIQUE**

**Proposition 7 : Distribution des classes de vitesses de courant observées en fonction de la largeur de la section (diapo 15)**



Suggested indicator : each class represented (e.g. >10%)  
 longitudinal continuity

⇒ Pour l'évaluation de l'état HMS, il est proposé d'avoir une meilleure répartition des différentes classes de vitesses de courant en chaque point de l'estuaire.

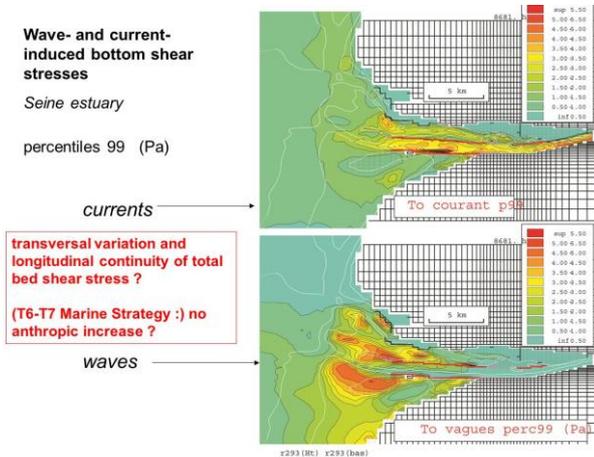
⇒ L'idée est de permettre à la faune (migratrice ou sédimentaire) de trouver toutes les conditions hydrodynamiques qui lui sont nécessaires pour se développer (ex zone à faible courant correspondant à des zones de repos ou de vie pour des espèces sédimentaires, zones à courant plus fort pour faciliter la migration...)

⇒ Cas de l'estuaire aval de la Seine (graphique ci-contre) : on observe l'absence de courants faibles (< 0,5 m/s) dans certaines zones (ex cercle rouge) indiquant qu'en cet endroit, il y a peu de zones potentielles de

repos par exemple. Reste à déterminer le besoin minimum des espèces (ex : faut-il 500 m, 1, 5 ou 10 km entre des zones potentielles de repos pour permettre aux espèces d'assurer leur cycle de vie ?)

⇒ Pas de commentaire particulier du GT HMS

### Proposition 6 : Distribution des classes de vitesses de courant observées en fonction de la largeur de la section (diapo 15)



⇒ Etudier l'influence des courants et des vagues en termes de contraintes de cisaillement sur le fond. Selon cette influence, il pourrait être observé par exemple, les zones soumises à une érosion ou à un dépôt de sédiment sur le fond plus ou moins important. Cela conditionne notamment la répartition des habitats.

⇒ Il sera délicat de faire la distinction entre une évolution naturelle ou anthropique de ces paramètres à moins de brusques changements liés à des aménagements.

⇒ Pas de commentaire particulier du GT HMS

## SEDIMENT

Il est proposé d'aborder les caractéristiques sédimentaires sous 2 aspects : (1) la diversité des faciès sédimentaires (vers un mélange des substrats vaseux et sableux) et (2) la limitation de la turbidité en termes quantité de MES et extension du bouchon vaseux lors qu'il existe

### Diversité des faciès sédimentaires

Au fil des discussions, la diversité des faciès sédimentaires s'est avérée être une métrique compliquée à aborder du fait que :

- ⇒ La couverture sédimentaire d'un estuaire est naturellement très variable et peut évoluer rapidement en un point donné selon les conditions hydrodynamiques et les apports en MES. Il est ainsi difficile d'atteindre/de fixer une « couverture voulue » mais également de dire si telle ou telle couverture est plus favorable à la biologie qu'une autre (c'est d'ailleurs pour cela que la notion de diversité de faciès a été identifiée dans BEEST).
- ⇒ L'influence d'une modification des faciès sédimentaires dépend de la vitesse du phénomène. Pour le benthos, si un estuaire sableux devient progressivement vaseux (à l'échelle de la décennie !), les peuplements s'adapteront au fur et à mesure. En revanche, il est possible qu'en un lieu donné, un enfouissement brusque des peuplements se produise pouvant entraîner des mortalités massives mais ce cas se produit lors d'une forte crue qui est un phénomène naturel.
- ⇒ Naturellement, les estuaires ont une couverture sédimentaire à dominante sableuse, vaseuse ou mixte. Ces estuaires ont un fonctionnement propre de même valeur : un estuaire sablo-vaseux ne sera pas « mieux » qualitativement qu'un estuaire sableux ou vaseux. Finalement, le principe même de dire qu'il faudrait une diversité de faciès sédimentaire pour atteindre le bon état n'est pas non plus une évidence. Il est possible que chercher à diversifier ces faciès peut à l'inverse, diminuer la qualité globale des milieux.
- ⇒ Il a donc été suggéré d'aborder cette question au travers des fonctionnalités associées à chaque type de faciès mais cela implique de considérer tous les habitats dans leur ensemble pas uniquement sous aspect sédimentaire.
- ⇒ Dans BEEST, les biologistes ont mis en avant qu'il n'y a pas que le sédiment à considérer, que d'autres facteurs entrent en jeu. Par exemple, une vasière localisée en eau douce n'aura pas du tout le même intérêt écologique qu'une vasière située en zone mésohaline.

Intégrer une ou des métrique(s) relative(s) aux faciès sédimentaires semble risqué. Cet aspect pourrait être retranscrit au travers d'autres métriques qui seront plus aisément évaluables. Il est donc proposé **d'exclure la notion de diversité de faciès sédimentaires de l'évaluation de l'état HMS.**

### La turbidité

Lors du rappel des conclusions tirées de BEEST, il a été dit qu'il était délicat de fixer une concentration en MES maximale étant donné (1) qu'on observe, entre autre dans les grands estuaires, de fortes variabilités spatio-temporelles de ce paramètre et (2) que de fortes valeurs peuvent être liées à des phénomènes naturels (cf cas de l'estuaire de la Gironde).

- ⇒ Il a donc été proposé de ne pas aborder la turbidité sous cet angle mais plutôt par les débits fluviaux minimum, étant donné que ce dernier joue un rôle important sur les concentrations en MES en termes d'apports et de dynamique (effet de chasse ou de rétention).
- ⇒ Il a été rappelé que cette question a fait débat lors des travaux BEEST et qu'il avait été décidé que la turbidité et le débit devaient être considérés distinctement car tous deux ne fournissent pas les mêmes informations. En réalisant cette analyse qu'au travers du débit, il y a un risque de perdre des informations importantes notamment sur le bouchon vaseux.

Concernant l'extension du bouchon vaseux, il a été demandé s'il était possible de définir une « taille de bouchon vaseux tolérable » en fonction de l'estuaire.

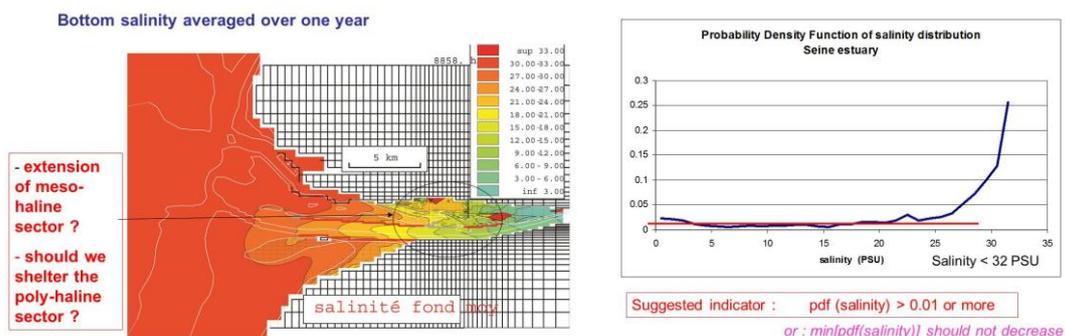
- ⇒ Il est sans doute possible de définir un volume de bouchon vaseux par rapport au volume de l'estuaire et de déterminer une proportion maximale de l'un par rapport à l'autre.

Pour le moment, il n'y a pas de réelles propositions de métriques concernant la turbidité.

## HYDROLOGIE

### Proposition 7 : Moyennes des salinités (diapo 19 à 21)

⇒ Il est proposé de considérer la moyenne sur une année de la salinité de fond, de surface ou moyenne dans la colonne d'eau soit d'un point de vue spatial (par ex. la surface de la zone mésohaline à gauche) soit graphiquement avec la distribution des salinités (graphique de droite).



⇒ Il a été demandé si les variations verticales sont prises en compte : en l'état actuel, ce n'est pas le cas. Ce paramètre étant calculé grâce à un modèle 3D, il est possible de définir aussi bien les variations longitudinales que verticales de la salinité.

Néanmoins, les biologistes du GT HMS de BEEST n'ont pas identifiées les variations verticales de la salinité comme une contrainte forte pour la biologie. Ils ont mis l'accent sur l'importance de ses variations longitudinales surtout de la répartition des zones halines (oligo-, méso- et polyhalines).

Par ailleurs, il a été fait mention de travaux réalisés dans le cadre de la DCSMM sur le Golfe de Gascogne et la Manche, visant à cartographier un certain nombre de caractéristiques des milieux marins dont la salinité. Une régionalisation des caractéristiques physiques vis-à-vis des poissons montre que la stratification haline pouvait être un facteur discriminant pour les poissons mais cela à l'échelle régionale.

⇒ A terme, lorsque des décisions seront prises quant aux préconisations, il est possible qu'il y ait des contrastes. Par exemple, une préconisation relative à la salinité serait d'éviter une remontée des zones halines en maintenant un débit fluvial minimum. En contrepartie, cela peut aussi favoriser la dynamique sédimentaire notamment en termes d'apports en sédiments fins et d'influence sur la turbidité des eaux estuariennes.

### **SIG Habitats fonctionnels développé par le GIP SA**

En dernier lieu, il a été présenté quelques résultats obtenus avec le SIG Habitats fonctionnels en estuaire de Seine (GIP Seine Aval) pouvant inspirer la démarche du GT HMS :

(1) Exemple de prise en compte de la salinité via la répartition de la zone polyhaline à l'embouchure de la Seine pour localiser les habitats préférentiels d'un certain nombre d'espèces (diapo 22) ;

(2) La localisation des habitats pouvant potentiellement assurer la fonction de nourricerie pour les poissons (guilde « Marine migrants dépendant » selon la classification définie par le GIP SA). Ces habitats sont définis selon la nature du sédiment, la bathymétrie, la salinité et selon les préférendum des espèces composant cette guildes (diapo 23) ;

(3) Evolution de l'indice entre une situation passée et 2010, indiquant si les habitats peuvent potentiellement assurer la fonction de nourricerie pour la guildes « Marine migrants dépendant ». Cette carte permet de localiser les zones où des habitats potentiellement favorables à cette fonction se sont développés ou à l'inverse ont régressé (diapo 24).

## **VII. STRATEGIE ADOPTEE**

---

(1) Il est rappelé que le GT HMS se penche sur la distinction entre le bon état et le mauvais état HMS des estuaires (les travaux du BRGM répondent à la problématique du très bon état).

(2) Une approche par l'état HMS et son évolution au cours du temps (et non des seuils fixes) est jugée plus réaliste. La définition de tendance peut être faite, ainsi les experts proposent d'essayer de déterminer si la qualité HMS du milieu tend vers une situation correcte d'un point de vue écologique ou tend à se dégrader progressivement.

(3) L'une des difficultés sera de faire la distinction entre les évolutions naturelles et les perturbations d'origine anthropique.

(4) L'approche proposée pour évaluer l'état HMS des estuaires consisterait à combiner des modèles hydrodynamiques et bathymétriques.

Pour cela, il faudra à minima une topo-bathymétrie relativement précise et des données de débits fluviaux. Les données récoltées lors de l'inventaire des estuaires (phase 1) seront donc essentielles. Lors de l'application des indicateurs sur quelques estuaires (phase 2), il sera également testé si une morphologie simplifiée peut être utilisée pour certains d'entre eux notamment pour les estuaires courts et non stratifiés. Si cela fonctionne, des modèles simples et des calculs par volumes pourront être utilisés pour quantifier certaines métriques. Par conséquent, une topo-bathymétrie fine ne serait moins primordiale pour ces estuaires.

## **VIII. POURSUITE DE L'ACTION/PROCHAINE REUNION**

---

Il est proposé de faire une réunion du GT HMS en fin d'année pour faire un bilan de l'avancement de la phase 1 qui doit se terminer fin 2013.

Une réunion d'étape a également été demandée en septembre pour valider le cahier des charges sur l'inventaire des estuaires, pour faire un bilan sur les contacts pris (auprès des AE et de l'Irstea pour l'utilisation de sa BDD « caractéristiques HMS ») et plus globalement, sur les données disponibles ou potentiellement mobilisables. Un comité de pilotage de la coordination inter-estuaire étant prévu en septembre (date à définir), il est proposé de combiner ces deux réunions.

## ANNEXE 3

### Compte-rendu du Groupe de Travail HydroMorpho-Sédimentaire (GTHMS)

22 janvier 2014 à l'Onema

#### **Participants :**

Pierre LE HIR (IFREMER)  
Aldo SOTTOLICHIO (Université de Bordeaux 1)  
Valérie FOUSSARD (Université de Rouen)  
Robert LAFITE (Université de Rouen)  
Sandric LESOURD (Université de Caen)  
Olivier BRIVOIS (BRGM)  
Anne-Laure BARILLÉ (Biolittoral)  
Stéphanie PEDRON (AESN)  
Philippe FERA (AELB)  
Mario LEPAGE (IRSTEA)  
Hugues BLANCHET (Université de Bordeaux 1)

#### **Etaient excusés :**

Marie-Claude XIMENES (ONEMA), Mélina LAMOUREUX (AEAG) Charlotte VINCHON (BRGM), Jean PRYGIEL (AEAP)

#### **Ordre du jour :**

- Outils d'évaluation de la qualité hydromorphologie des eaux de surface continentales
- Développement des indicateurs HMS en estuaires
- L'inventaire des estuaires : objectifs et contenu de la prestation

#### **1. Outils d'évaluation de la qualité hydromorphologie des eaux de surface continentales**

Sur la base de la présentation des outils SYRAH-CE et CARHYCE, plusieurs remarques et questions ont été soulevées :

- La méthode terrain CARHYCE n'est applicable qu'aux cours d'eau franchissables à pied. Les grands fleuves ne sont donc pas prospectés (aucun outil spécifique n'est semble-t-il prévu pour ces fleuves) ;
- Il a été demandé de préciser la méthode d'agrégation finale des descripteurs, information non connue à ce jour. Les experts en domaine fluvial devront être contactés pour le déterminer ;
- Il a été rappelé comment et par qui était réalisé le classement de l'état hydromorphologique des cours d'eau. Ce sont les agences qui le font sur la base des évaluations faites par SYRAH-CE. L'outil CARHYCE ne semble pas connu à leur échelle. A l'inverse, pour les eaux littorales, un responsable national (expert/scientifique) est désigné pour chaque élément de qualité, pour réaliser ce classement pour le compte des agences.
- La biologie n'étant pas prise en compte dans l'évaluation HMS des cours d'eau, il a été rappelé que l'outil de qualification de l'hydromorphologie ne doit pas forcément faire le lien direct avec la biologie. N'étant considéré que comme un support à la biologie, cet élément permet de donner des facteurs explicatifs d'un mauvais état biologique. Il a été cité l'exemple du travail du BRGM sur le classement en très bon état des eaux littorales basé sur les pressions exercées (aucune considération de la biologie n'a été faite). Cet outil est plutôt vu comme un outil d'évaluation de la « perte de naturalité » que de la qualité hydromorphologique ;
- Les résultats des évaluations HMS et biologiques peuvent être contradictoires compte tenu des méthodes employées pour développer ces différents indicateurs ;
- Il a été demandé comment sont perçus les milieux restaurés/gérés par l'homme (donc non naturels). Dès lors que l'intervention de l'homme permet d'améliorer ou maintenir un milieu « en bon état » (ex de la Camargue qui est un milieu classé mais totalement contrôlé par l'homme), ceci n'est pas

considéré comme une pression anthropique dans SYRAH. Seules sont considérées les pressions susceptibles d'altérer l'hydromorphologie ;

- Le projet européen REFORM, axé sur les retours d'expérience de restauration écologique des cours d'eau a été cité comme une source potentielle d'information sur la caractérisation de l'hydromorphologie. Ce travail se base sur de nombreuses études de cas à travers l'Europe.

## 2. Développement des indicateurs HMS en estuaires

La sélection des indicateurs retenus pour l'évaluation HMS des estuaires a peu progressé depuis la dernière réunion. Quelques propositions inspirées de la méthode développée dans le domaine fluvial ont par ailleurs été soumises.

Les principales conclusions de la discussion sont les suivantes :

- La possibilité de proposer des MET au classement en MEFM sur la base d'une analyse des pressions exercées sur les estuaires (à l'image de SYRAH).
  - ⇒ Le classement actuel des MEFM est déjà basé sur une analyse des pressions du type présence d'endiguement, dragage ... Par conséquent, les MET fortement perturbées sont d'ores-et-déjà identifiées (théoriquement). De nouvelles MET peuvent tout de même être proposées au classement en MEFM moyennant un argumentaire suffisant (classement qui doit être validé par une étude socio-économique et non sur la seule base de l'analyse de pression). Pour rappel, ce classement est remonté à l'Europe tous les 6 ans et une MEFM peut être reclassée en « MET naturelle » si les évaluations de la qualité montrent qu'elle est en bon état malgré les pressions.
  - ⇒ Pour information, dans le cadre d'ECOSTAT, le GT adhoc « HYMO » dédié à l'hydromorphologie vient récemment d'être lancé. Ce GT travaille sur les méthodes de classement des MET en MEFM et d'évaluation du bon potentiel (pour l'hydromorphologie).
  - ⇒ Lors de la réflexion menée dans BEEST, il avait été conclu que la démarche employée ne serait pas basée sur les pressions mais sur la caractérisation de l'état HMS et de son évolution. La question s'est donc posée de l'intérêt de ce listing des pressions, proposé en réunion. Le seul intérêt réside dans la détermination des leviers sur lesquels agir (éléments qui seront très certainement demandés par la suite). La discussion s'est close sur l'évocation des deux inventaires déjà existants (SYRAH et les travaux du BRGM sur les eaux littorales).
- Les indicateurs HMS développés pour l'évaluation de l'état doivent pouvoir être utilisables dans des études d'impacts (lors d'aménagement qui peuvent modifier l'état HMS d'une MET). Il a été précisé que les notions d'emprise et de temps sont primordiales pour évaluer voire anticiper les changements de l'hydromorphologie.
- Pour tous les indicateurs HMS relatives à la bathymétrie, il est préférable de choisir des classes type zone intertidale/subtidal/infralittoral plutôt que des valeurs de côte bathymétrique, pour une meilleure lisibilité pour les biologistes et faciliter l'inter-comparaison entre estuaires.
- Une discussion a eu lieu sur la considération de la pente des zones intertidales (ZI pentue ou plate et/ou avec palier, sont-elles favorables à la biologie). Cet élément ne peut finalement pas être quantifié car cela nécessite des microbathymétries type Lidar (rappel des conclusions issues de BEEST).
- Le calcul du temps de résidence des eaux et de la distribution du volume d'eau douce pourrait être intéressant à intégrer dans l'évaluation.
- Pour un certain nombre d'indicateurs, les valeurs seuils varient en fonction des estuaires selon leurs caractéristiques physiques (ex substrat). Il est donc impératif de considérer la typologie des MET qui a été définie pour la DCE.
- Pour la salinité, il a été demandé de considérer les salinités moyennes et leurs variabilités pour déterminer si localement, les organismes (notamment le benthos) subissent ou non de forte variation de la salinité.
- Après présentation de résultats cartographiés, il a été recommandé d'employer uniquement des représentations graphiques (profils amont/aval) qui sont plus facilement exploitables aussi bien pour l'évaluation d'une MET que pour des comparaisons entre site.

Le sujet du stage de Master 2 (cf annexe 1) encadré à l'Ifremer a également été présenté. Les stages initialement prévus à Bordeaux et à Rouen ont été convertis en CDD de 5 mois à temps partiel hébergé à l'Université de Rouen (cf missions du poste en annexe 2).

### 3. L'inventaire des estuaires : objectifs et contenu de la prestation

Pour rappel, l'inventaire des estuaires sera prochainement sous-traité à GéoTransfert. En annexe 3 figure une version retravaillée du tableau présenté au GT HMS, faisant état de la liste préliminaire des paramètres concernés par cet inventaire. Il précise les données minimales à acquérir (bathy-topométrie, débit eau douce, marée) pour mettre en place un modèle ainsi que les « données supplémentaires » identifiées comme intéressantes à avoir pour compléter/valider le modèle ou l'évaluation (données utiles si elles sont existantes mais pouvant être potentiellement déterminées par des outils numériques - ex de la position du front de salinité).

Il a été rappelé qu'un modèle complexe à l'image de ceux développés pour les grands estuaires, ne pourra pas être construit pour chaque MET dépourvu de modèle hydrodynamique (faute de temps et de moyens) mais que des modèles simplifiés seront testés pour voir la qualité des données qu'ils peuvent procurer.

Au cours de la réunion, il a été précisé qu'un travail semblable a déjà été réalisé auprès des agences par l'IRSTEA sur plusieurs estuaires, ce qui a permis de constituer une première base de données et qu'il faudrait se tourner vers eux pour en disposer. Les éléments considérés dans la BDD de l'IRSTEA ont été clairement identifiés mais ils ne couvrent pas l'intégralité des besoins du GT HMS (cf annexe 3). Le tableau sera donc transmis à chaque agence de l'eau afin qu'elles précisent si elles possèdent ou non les données nécessaires au GT HMS ou pour identifier les fournisseurs potentiels de ces données tels que des maîtres d'ouvrage.

Pour cela, il est impératif de bien préciser avec exactitude, le type de données souhaitées et les conditions d'acquisition (par ex pour la salinité, préciser si ce sont des valeurs min, max et/ou moyennes... prises en surface, au fond ou profil vertical ?, faut-il des conditions de marée particulières lors de l'acquisition des données).

Cette prise de contact via les agences vise également à faciliter l'accès à des données non diffusées publiquement, par le bureau d'étude mandaté pour faire cet inventaire.

H. Blanchet a également proposé d'intégrer éventuellement des mesures de salinité (très simple à effectuer) lors de ses prochaines campagnes de terrain si cela s'avère nécessaire. Tout comme pour le tableau précédent, il faudra bien préciser les conditions de mesure souhaitées afin que ces données soient exploitables.

## ANNEXE 4

### **Evaluation par modélisation hydrodynamique d'indicateurs Hydromorphologiques des estuaires en vue de caractériser leur état écologique. Discussion selon les caractéristiques de l'estuaire et application à l'estuaire de la Loire ou de la Seine.**

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) demande de caractériser l'état hydromorphologique des masses d'eau susceptible de permettre leur "bon état écologique". S'agissant des estuaires, un groupe d'expert a proposé des pistes d'indicateurs portant sur le maintien de la diversité des courants, leur continuité longitudinale, le maintien de zones intertidales, l'extension des zones de dessalure, le positionnement et l'extension du bouchon vaseux, la diversité de la nature des sédiments, l'intérêt d'une sinusoïté marquée... L'objet du projet de recherche Master 2 consiste à préciser ces pistes sous forme d'indicateurs qu'il s'agira de quantifier à l'aide d'une modélisation hydrodynamique complète (Navier-Stokes hydrostatique). La recherche portera à la fois sur la formulation théorique de ces indicateurs et sur l'exploitation d'un modèle hydrodynamique 3D d'estuaire.

Un modèle hydrodynamique 3D sera appliqué à des géométries contrastées et schématiques d'estuaires, construites sur la base de classifications récemment publiées. Ces systèmes sont soumis à un forçage de marée et un débit fluvial également diversifiés, conduisant à un ensemble de configurations à simuler. Des indicateurs relatifs à l'intensité des courants (par exemple, assurer une diversité des vitesses dans chaque section transversale et leur continuité longitudinale), à la distribution des salinités (par exemple, atténuer les gradients pour mieux étendre les zones de dessalure), et au croisement de ces deux informations (distribution des salinités par gamme de courant...) seront évalués pour l'ensemble des configurations. Pour chacun des indicateurs, une discussion sera abordée sur les tendances positives ou négatives liées à des changements de géométrie (qui peuvent résulter d'aménagements) ou de forçage fluvial (débit des fleuves) ou encore de forçage venant du large (élévation du niveau de la mer).

Une application sera menée sur un estuaire réel (Loire ou Seine), pour lequel une modélisation 3D est déjà en place, permettant d'évaluer les indicateurs dans un cas réaliste.

Selon le temps disponible, une évaluation d'un indicateur sur la turbidité ("bouchon vaseux") sera réalisée.

## ANNEXE 5

### **Etude de l'évolution morphologique décennale des grands estuaires français et recherche d'indicateurs synthétiques**

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) demande de caractériser l'état hydromorphologique des masses d'eau susceptible de permettre leur "bon état écologique". S'agissant des estuaires, un groupe d'experts a proposé des pistes d'indicateurs portant sur le maintien de la diversité des courants, leur continuité longitudinale, le maintien de zones intertidales, l'extension des zones de dessalure, le positionnement et l'extension du bouchon vaseux, la diversité de la nature des sédiments, l'intérêt d'une sinuosité marquée...

L'objet du CDD proposé consistera à appliquer quelques indicateurs sur les grands estuaires français Loire, Seine et Gironde, en particulier ceux se rapportant à la morphologie.

Le travail consistera dans un premier temps à traiter des bathymétries disponibles des estuaires, et couvrant une période allant depuis les années 50 jusqu'à nos jours. L'évolution dans le temps des sections, profondeurs, surfaces intertidales sera analysée. Si nécessaire, d'autres supports disponibles seront intégrés à la banque de données à traiter (par exemple des photographies aériennes des zones intertidales). Des indices morphologiques classiques et des indicateurs « DCE » seront appliqués afin d'estimer leur variation dans chacun des systèmes étudiés. Ces données seront croisées avec les chroniques des débits fluviaux, les informations relatives aux aménagements, et éventuellement les données météorologiques afin d'analyser les causes des principaux changements observés.

La combinaison des données topo-bathymétriques de différentes périodes avec les enregistrements marégraphiques contemporains, permettra d'affiner l'analyse de l'équilibre morphodynamique des estuaires, et en particulier l'évolution des zones intertidales.

L'ensemble des résultats devra fournir, pour chacun des estuaires, la chronologie d'évolution de l'équilibre morphodynamique et des principaux indicateurs morphologiques décrivant cette évolution. La comparaison des trois estuaires permettra de distinguer les facteurs de variation locaux de ceux qui sont généralisables à tous les systèmes.

Une bibliographie exhaustive à l'échelle européenne (et au-delà) sera réalisée afin de comparer l'approche menée par le groupe d'experts à d'autres expériences similaires.

## ANNEXE 6

Tableau préliminaire détaillant les paramètres qui pourraient être considérés dans l'inventaire des estuaires (version provisoire)

Echelle géographique	Paramètres	Type de données / échelle	Conditions d'acquisition	MET concernée par la donnée si existante	Disponibilité	Fournisseur (potentiel) de la donnée
	Latitude	Valeur numérique	-	Toutes sauf MET Risle (SN) et ports en AP (non évalués)	oui	BDD IRSTEA
	Provinces terrestres	?	-		oui	BDD IRSTEA
Littoral	Nature principale du substrat du littoral	1 Nature substrat	-		oui	BDD IRSTEA
	Nature sédimento du littoral					
	Largeur du plateau continental	Valeur numérique	-	Toutes sauf MET Risle	oui	BDD IRSTEA
Bassin versant	Surface du bassin versant	Valeur numérique	-	Toutes sauf MET Risle	oui	BDD IRSTEA
	Débit fluvial annuel moyen	Valeur numérique	(Station hydro)	Toutes sauf MET Risle	oui	BDD IRSTEA
	Débit fluvial moyen, min, max, par classes (1 année type par ex.) ? A PRECISER Moyenne mensuelles ?	Valeur numérique ou chronique ?				
	Apports solides (sables et vases)	Valeur numérique ou chronique ?	Crue ? étiage ? apports moyens ?			
Estuaire	Surface de l'estuaire	Valeur numérique	A PM ?	Toutes MET sauf Risle	oui	BDD IRSTEA
	Surface en eau de l'estuaire à PM et BM	Valeur numérique	A PM et BM	Toutes MET sauf Risle		
	Carto géoréférencée avec limites DPM et BM	Cartographie				
	Localisation (phi,G) de l'embouchure	Point / centre géographique	à l'embouchure			
	Largeur à l'embouchure	Valeur numérique	à l'embouchure	Toutes MET sauf Risle	oui	BDD IRSTEA
	Profondeur à l'embouchure	Valeur numérique ou profil transv. ?	à l'embouchure	Toutes MET sauf Risle	oui	BDD IRSTEA
	Section à l'embouchure	Surface / profil ?	à l'embouchure			
	Bathymétrie	Cartes et/ou MNT ?	aussi complète que possible			
	Profil en long du thalweg	Courbe amont/aval	Chenal principal			
	Surface de zone intertidale	Valeur numérique	A BM de vives-eaux ?	Toutes MET sauf Risle	oui	BDD IRSTEA + stage L3 Rouen si preneur
	Surface des zones intertidales totales dans l'estuaire ou par ZI ? Répartition des ZI le long du gradient (avec modèle bathy ?)	Données surfaciques voir cartographique pour la répartition amont / aval ?	Ttes les ZI présentes d'amont en aval			
	Sinuosité calculés sur laisse de PMVE ou limite DPM					
	Nature principal du substrat de l'estuaire	1 Nature substrat		Toutes MET sauf Risle	oui	BDD IRSTEA
Nature de la couverture sédimentaire	carte des sédiments superficiels					

Nature du substrat sur zone côtière adjacente,	carte ?				
Marnage	Valeur numérique	A l'embouchure ?	Toutes MET sauf Risle	oui	BDD IRSTEA
Marnage à l'embouchure et en amont	Valeurs ponctuelles ou lieux géométriques de PM-BM				
Courbes de marée type	Courbes				
Composition harmonique					Modèle SHOM ?
Exposition aux vagues	Une rose des vagues ou au min un histogramme 2D (fréquence, hauteur)				
Exposition aux vagues	?		Toutes MET sauf Risle	oui	BDD IRSTEA
Distance de la limite amont de propagation de la marée	Distance en km par rapport à l'embouchure	Limite théorique Limite en étiage			
Distance de la limite amont de remontée de la salinité	Distance en km par rapport à l'embouchure	Limite en étiage uniquement ?			
Gradient de salinité à l'embouchure : min-max	Grad vertical, peut être un histogramme ?				
Longueur d'introduction maximale des eaux marines	Distance max ? moy ?		Toutes MET sauf Risle	oui	BDD IRSTEA
Indice de stratification					
Etendue de la zone haline ?					
Vitesse de courant ?	Quoi ?	Surface, fond, moy ?			
Vélocité du courant	?		Toutes MET sauf Risle	oui	BDD IRSTEA
Volumes oscillants ME VE ?					
Temps de résidence des eaux	Valeur numérique		Toutes MET sauf Risle	oui	BDD IRSTEA
Stratification des eaux	?		Toutes MET sauf Risle	oui	BDD IRSTEA
Turbidité	?		Toutes MET sauf Risle	oui	BDD IRSTEA
Gamme de turbidité "supposée"					
Concentration en MES	quelle info ?				
Extension min-max du bouchon vaseux	Extension min-max si non modélisé ?				

## ANNEXE 7

Listing des stations hydrologiques présentes sur les rivières alimentant les estuaires et sur leurs affluents intra-estuariens de la façade Manche-Atlantique et disponibilité des données

Estuaire concerné	Rivière	Code de la station	Nom de la station	Disponibilité des données	Opérationnalité	Commentaire
<b>Bassin Artois-Picardie</b>						
Baie de Somme	La Somme	E6470910	Abbeville	Contacter la DREAL ou l'Agence de l'Eau Artois-Picardie	Stations actives gérées par la DREAL et l'AEAP	Station en continu
	La Somme		Le contre Fossé à Saint Valéry			Station de jaugeage
	La Somme	E6480930	Boismont			Station en continu
	Canal		Le canal d'Artois au Crotoy			Station de jaugeage
	L'Ault		Le Courant à Poissons au Hourdel			Station de jaugeage
	La Maye		La Maye à Saint Quentin en Tourmont			Station de jaugeage
	Le Dien		Le Dien à Noyelles sur mer			Station de jaugeage
L'Authie (hors MET)		E5505720	Dompierre-sur-Authie			Station en continu
La Canche	La Canche	E5400310	Brimeux			Station en continu
	La Course	E5416410	Estrée			Station de jaugeage
<b>Bassin Seine-Normandie</b>						
Seine	Seine	H8110010	La Seine à Poses [après création des grands lacs]	1947 - 2006	Inactive	Débits à Poses reconstituables avec les débits à Vernon
	Seine	H8100021	La Seine à Vernon	2009 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
	L'Eure	H9501010	L'Eure à Louviers	1971 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
	La Risle	I0211010	La Risle à Pont-Authou	1965 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
L'Orne	L'Orne	I3621010	L'Orne à May-sur-Orne	1983 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
	L'Odon	I3712010	L'Odon à Epinay-sur-Odon	1991 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
Baie du Mont-St-Michel	Le Couesnon	J0121510	Le Couesnon à Romazy	1967 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
	La Sée	I8032020	La Sée à Tirepiéd [CD 104]	1994 - 2004	Inactive	Station éloignée de l'estuaire
	La Sée	I8002010	La Sée à Chérencé-le-Roussel	1993 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
	La Braize	I8033810	La Braize à Lolif	1991 - auj	Active	Affluent intra-estuarien (Sée)
	La Sélune	I9221020	La Sélune à Saint-Aubin-de-Terregatte [Signy]	1990 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
	L'Oir	I9253010	L'Oir à Ducey	1986 - auj	Active	Affluents intra-estuariens (Sélune)
Baie des Veys	Le Beuvron	I9233010	Le Beuvron à Saint-Senier-de-Beuvron	1994 - auj	Active	
	La Vire	I5221010	La Vire à Saint-Lô [Moulin des Rondelles]	1971 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
	La Vire	I5231010	La Vire à Montmartin-en-Graignes	1993 - auj	Active	
	L'Aure	I5401510	L'Aure à Maisons [Fosses du Soucy]	1981 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
	La Taute	I6502010	La Taute à Saint-Sauveur-Lendelin	1993 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
	La Douve	I6601010	La Douve à Carentan	2004 - 2011	Inactive	
<b>Bassin Loire-Bretagne</b>						
La Rance	La Rance	J0611610	La Rance à Saint-Jouan-de-l'Isle	1984 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
	La Rance	J0621610	La Rance à Guenroc [Rophemel]	1938 - 2011	Inactive	Station éloignée de l'estuaire
Le Trieux	Le Trieux	J1721720	Le Trieux à Saint-Clet [Moulin-de-Châteaulin]	1984 - auj	Active	
	Le Leff	J1813010	Le Leff à Quemper-Guézennec	1973 - auj	Active	
La Jaudy		J2023010	La Jaudy à Mantallot	1981 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
Le Léguer		J2233020	Le Léguer à Pluzunet	1993 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
Riv. de Morlaix	Le Dourduff	J2514010	Le Dourduff à Garlan	1966 - auj	Active	
	Le Jarlot	J2603010	Le Jarlot à Plougonven	1966 - auj	Active	
	Le Queffleuth	J2614020	Le Queffleuth à Plourin-les-Morlaix [Les Trois Chênes]	1988 - auj	Active	Affluents formant la rivière de Morlaix
La Penzé		J2723010	La Penzé à Taule [Penhoat]	1967 - auj	Active	
L'Aber Wrac'h			L'Aber Wrac'h à Loc-Brévalaire [Pont D38]	2010 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
L'Aber-Benoit		J3213020	L'Aber-Benoit à Plabennec [Loc Maria]	1978 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
L'Elorn	L'Elorn	J3413030	L'Elorn à Plouédern	1984 - auj	Active	
Rivière de Daoulas			Pas de station hydrologique (Banque HYDRO)			
L'Aulne	L'Aulne	J38211820	L'Aulne à Châteaulin [Pont routier]	2010 - auj	Active	
	La Douffine	J3834010	La Douffine à Saint-Ségal	1966 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
Le Goyen		J4014010	Le Goyen à Pont-Croix [Kermaria]	1966 - auj	Active	
Rivière de Pont-l'Abbé		J4124430	La Rivière de Pont-l'Abbé à Tréméoc [Pen Enez]	1988 - 2004	Inactive	
L'Odet	L'Odet	J4211915	L'Odet à Quimper [Kervir]	1969 - auj	Active	

	Le Steir	J4313010	Le Steir à Guengat	1976 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
L'Aven		J4623010	L'Aven à Pont-Aven [Bois d'Amour]	1966 - 1994	Inactive	
		J4623020	L'Aven à Pont-Aven [voie express]	1992 - auj	Active	
Le Belon	Pas de station hydrologique (Banque HYDRO)					
La Laïta		J4902010	La Laïta à Quimperlé [ancienne]	1970 - 1999	Inactive	
		J4902011	La Laïta à Quimperlé [virtuelle]	1969 - auj	Active	
Le Scorff		J5102210	Le Scorff à Plouay [Pont Kerlo]	1956 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
Le Blavet		J5712140	Le Blavet à Inzinzac-Lochrist	2010 - auj	Active	Station amont (Languidic) avec données plus anciennes
Riv. d'Étel	Pas de station hydrologique (Banque HYDRO)					
Riv. Crac'h	Pas de station hydrologique (Banque HYDRO)					
Riv. d'Auray	Pas de station hydrologique (Banque HYDRO)					
Riv. de Noyalo	Pas de station hydrologique (Banque HYDRO)					
Riv. de Pénerf	Pas de station hydrologique (Banque HYDRO)					
La Vilaine		J9300610	La Vilaine à Rieux	2002 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
		J9320620	La Vilaine à Arzal [Marégraphe]		Active	Hauteur d'eau. Accessibilité ?
La Loire	La Loire	M5300010	La Loire à Montjean-sur-Loire	1863 - auj	Active	
	La Loire	M8000010	La Loire [Totale] à Nantes [Roche Maurice]	1994 - auj	Active	Station intra-estuarienne
	La Sèvre Nantaise	M7502410	La Sèvre Nantaise [totale] à Nantes [Pont-Rousseau]	1994 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
La Vie		N1001510	La Vie à la Chapelle-Palluau	1994 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
Le Lay	Le Lay	N3511610	Le Lay à la Bretonnière	2003 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
	L'Yon	N3423020	L'Yon à Nesmy [Moulin de Rambourg]	2001 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
La Sèvre Niortaise	La Sèvre Niortaise	N4300620	La Sèvre Niortaise à Niort [La Tiffardière 2]	2000 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
	La Vendée	N7121810	La Vendée à Pissotte [Pont de Crochet]	1993 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
	L'Autise	N5201710	L'Autise à Nieul-sur-l'Autise	1971 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
<b>Bassin Adour-Garonne</b>						
La Charente	La Charente	R5200010	La Charente à Chaniers	2004 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
	La Boutonne	R6142926	La Boutonne à Saint Jean d'Angély	2009 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
La Seudre		S0114010	La Seudre à Saint-André-de-Lidon [Pont de Saint-André]	2003 - auj	Active	Station éloignée de l'estuaire
La Garonne (Gironde)	La Garonne	O9000010	La Garonne à Tonneins	1989 - auj	Active	
	Le Dropt	O9372510	Le Dropt à Loubens	2001 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
	Le lot	O8661510	Le lot à Aiguillon	2001 - 2013	Inactive	Affluent intra-estuarien
La Dordogne (Gironde)	La Dordogne	P5550010	La Dordogne à Pessac-sur-Dordogne	1996 - auj	Active	
	L'Isle	P7261510	L'Isle à Abzac	1966 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
	L'Isle	P9001510	L'Isle à Coutras [virtuelle]	1967 - 2011	Inactive	Affluent intra-estuarien
	La Dronne	P8462520	La Dronne à Coutras [Coutras aval]	2004 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
L'estuaire de l'Adour	L'Adour	Q3120010	L'Adour à Saint-Vincent-de-Paul	1956 - auj	Active	
	L'Adour	Q3120020	L'Adour à Dax	2012 - auj	Active	
	Le Gave de Pau	Q5501010	Le Gave de Pau à Bérenx [Pont de Bérenx]	1923 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
	Le Gave d'Oloron	Q7412910	Le Gave d'Oloron à Escos	1922 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
	Le Luy	Q3464010	Le Luy à Saint-Pandelon	1967 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
	La Nive	Q9312510	La Nive à Cambo-les-Bains	1999 - auj	Active	Affluent intra-estuarien
La Nivelle (Hors MET)		S5144010	La Nivelle à Saint-Pée-sur-Nivelle	1969 - auj	Active	
Estuaire de la Bidassoa	Pas de station hydrologique (Banque HYDRO)					