Les petits estuaires Normands

Les enjeux environnementaux face aux défis du changement climatique (extraits du programme LICCO)

Table des matières

Préambule 3

1 Première partie : Généralités sur les estuaires 3

1.1 Qu'est-ce qu'un estuaire ? 3

1.1.1 Morphologie et fonctionnement estuarien (cas des estuaires macrotidaux) 5

1.1.2 Cycles biogéochimiques et pollution 6

1.1.3 Communautés biologiques, habitats et fonctionnalités écologiques 6

1.1.3.1 Les producteurs primaires 7

1.1.3.2 La faune benthique 9

1.1.3.3 Les poissons au sein des habitats estuariens 10

1.1.3.4 Les oiseaux 11

1.1.3.5 Les protections règlementaires 14

1.2 Perte d'habitats estuariens : processus et conséquences 15

1.3 Les effets du changement climatique 17

1.3.1 Effets sur les poissons 18

1.3.2 Le changement climatique sur les habitats des estuaires. 21

1.3.3 Effets du changement global sur les limicoles côtiers 23

2 Seconde partie : Restitution des principaux résultats du programme Licco 2011-2014 25

2.1 Présentation du programme Licco 28

2.2 Etat actuel des sites LICCO 30

2.2.1 Description des sites 30

2.2.2 Profils des sites pour les habitats benthiques intertidaux 35

2.2.2.1 Baie des Veys 36

2.2.2.2 Estuaire de l'Orne 40

2.2.2.3 Havre de la Sienne 41

2.2.3 Profil actuel vis-à-vis de la faune piscicole 42

2.2.3.1 Les chenaux du schorre - approche comparative des trois sites LiCCo 43

2.2.3.2 Suivi « DCEE – poissons » dans les chenaux principaux 46

2.2.3.3 Approche fonctionnelle de l'organisation spatiale pour les poissons 48
2.2.3.4 Conclusion sur le profil actuel des sites vis-à-vis de la faune piscicole 50
2.2.4 Profils des sites et fonctionnalités écologiques pour les limicoles côtiers 56
2.2.4.1 La baie de l'Orne 57
2.2.4.2 La baie des Veys 58
2.2.4.3 Le Havre de la Sienne 60
2.3 Volet prospectif 62
2.3.1 Enjeux/risques à l'échelle de chaque site et effets simulés de l'élévation de la mer sur les habitats intertidaux 62
2.3.1.1 La baie des Veys 62
2.3.1.2 L'estuaire de l'Orne 65
2.3.1.3 Le havre de la Sienne 67
2.3.2 Effets sur l'avifaune 69
2.3.3 Stratégies d'adaptation pour les territoires : applications de scénarios prospectifs d'ambition croissante 71
2.3.3.1 L'estuaire de l'Orne 71
2.3.3.2 La baie des Veys 77
2.3.3.3 L'estuaire de Sienne 83
2.3.3.4 La vallée de la Saâne 89
2.4 Eléments de conclusion sur le programme Licco 95
3 Annexes 99
3.1 Annexe 1 : Typologie des habitats benthiques cartographiés 99
3.2 Annexe 2 : retour d'expérience en Grande Bretagne 101
3.3 Annexe 3 : Extrait du PLAN DE GESTION DES POISSIONS MIGRATEURS 2016-2021 du bassin Seine Normandie 106
3.3.1 Introduction générale 106
3.3.2 Bilan des actions du PLAGEPOMI 2011-2015 111
3.3.3 Les mesures de gestion du plan 2016-2021 116
3.4 Annexe 4 : Etat d'avancement des opérations relatives à la continuité dans les estuaires de Basse Normandie (AESN – SLM-DTM RBN) 125
3.5 Annexe 5 : Réflexions prospectives (extrait du rapport licco du GEMEL –N et du RNF) 129
3.6 annexe 6 : Proposition d'indicateurs de l'évolution du trait de côte 141
3.7 Annexe 7 : les 8 enseignements et recommandations du volet prospectif de LICCO (CDL et Stratys) 143
3.8 Annexe 8 : Trame pour une réflexion interne agence sur les estuaires normands et leur restauration écologique (hors Seine) 144

Préambule

Le présent rapport est un assemblage synthétique des contributions écrites des principaux partenaires (Conservatoire du Littoral, GEMEL-N, Cellule de Suivi du Littoral Normand, Réserves Naturelles de France, Bureau d'études Stratys, Conservatoire Botanique National de Bailleul) qui ont participé à la réalisation du programme LICCO entre 2011 et 2014, financé par l'AESN .

Des apports extérieurs ont également été intégrés. Ils proviennent notamment :

- de l'ouvrage de Jean Paul Ducrotoy « la restauration écologique des estuaires »
- des actes du séminaire « Suivis des Prés salés » qui a été organisé par Réserves Naturelles de France (RNF) à Agon Coutainville en juin 2015 -séminaire suivis des prés salés juin 2015 RNF
- d'une synthèse en annexe, des principaux passages du plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI) 2016-2021 du bassin Seine Normandie

Ce travail comprend 2 parties : la première est consacrée à la description des estuaires, de leurs principales caractéristiques environnementales et aux évolutions possibles face aux effets du changement climatique, la seconde rapporte les principaux résultats du programme Licco, notamment les investigations sur l'état actuel et les analyses prospectives réalisées sur les 4 sites estuariens , l'Orne, la Sienne, la Saâne et la baie des Veys, retenus dans ce programme interreg.

Enfin, ce rapport n'a pas vocation à être diffusée en dehors de l'AESN et des partenaires du programme Licco, en raison notamment des modifications apportées aux contributions originales. Si une consolidation était envisagée, elle nécessiterait au préalable une relecture par ceux-ci.

1 Première partie : Généralités sur les estuaires

1.1 Qu'est-ce qu'un estuaire ?

A retenir :
Les estuaires, zones d'échanges à l'interface des milieux continentaux et maritimes, sont parmi les milieux naturels les plus productifs de notre planète. Ce sont des écosystèmes extrêmement dynamiques, qui évoluent sans cesse sous l'influence combinée des marées et des rivières, à l'origine des courants et de leur fonctionnement hydrosédimentaire.

En tant que **zones de transition**, ces milieux sont soumis non seulement à des flux de matières et de nutriments induisant des conditions physico-chimiques complexes, mais aussi à des flux biologiques, au-delà même des espèces spécifiques à ces milieux très ouverts.
Les conditions environnementales changent en permanence (salinité, hauteur d'eau, courants…), suivant des gradients qui vont fortement influencer la répartition et la typologie des espèces animales et végétales qui y vivent.

Les **prés salés** constituent un des compartiments les plus emblématiques des zones estuariennes. De par leur situation en haut de l'estran, les prés salés jouent un rôle tampon entre terre et mer, atténuant les effets de la houle. Ce sont des milieux dynamiques, soumis à des conditions extrêmes (salinité, marées, ..), siège de nombreux flux (espèces, sédiments, nutriments) et jouant le rôle à la fois de puits et de source de carbone.
Ils assurent de nombreuses fonctions écologiques (nourricerie, refuge, réservoir de biodiversité..), notamment pour un grand nombre d'espèces d'oiseaux et de poissons. Ces écosystèmes singuliers sont particulièrement sensibles à toute atteinte d'origine anthropique, d'où l'enjeu important de conservation de ces habitats.

les **invertébrés benthiques** constituent du fait de leur relation étroite avec la qualité du substrat un bon indicateur de l'état et de l'évolution des habitats littoraux et estuariens et des différentes fonctionnalités écologiques qu'ils assurent notamment pour les oiseaux et les poissons. C'est pourquoi ils sont pris en compte par la DCE comme critères d'évaluation de l'état de MET.

Les milieux estuariens jouent un rôle essentiel en assurant pour de nombreuses espèces de **poissons** d'origine marine, migratrices ou autochtones, des fonctions vitales pour le bon déroulement de leur cycle biologique. Zones de nourricerie, c'est-à-dire propices au développement des jeunes poissons, les habitats estuariens et les marais adjacents sont également des sites importants d'alimentation et de voie de migration. La disponibilité élevée de la nourriture de ces habitats les rend essentiels pour nombre d'espèces de poissons et de crustacés. Le signal des eaux douces en mer et la libre circulation au débouché des fleuves influencent la migration anadrome d'espèces emblématiques (qui colonisent les eaux douces en venant de la mer) telles que les salmonidés (i.e. saumon, truite de mer), l'anguille et les clupéidés (aloses).
Nombre de ces espèces ont de plus un intérêt halieutique et/ou patrimonial majeur (soles, bar, anguille, aloses, lamproies, saumon…). C'est pourquoi les poissons ont été identifiés en tant qu'indicateurs de l'état des masses d'eau de transition, au titre de la DCE.

Les estuaires, du fait des étendues importantes de vasières, de prairies humides et de roselières qu'ils présentent sont les sites où se rencontrent les plus fortes concentrations d'**oiseaux** . En Europe, c'est surtout leur valeur de zone d'hivernage et d'étape migratoire dans les trajets pré et post nuptiaux qui confère aux estuaires leur importance majeure pour un grand nombre d'espèces et justifie le classement de nombreux sites en ZPS (zone de protection spéciale).
Placés en haut de la chaine trophique, le suivi de ces populations et de leur état de santé permet d'apporter des éléments intégrateurs sur l'évolution des milieux estuariens. Par sa position centrale au sein de la voie de migration Est-Atlantique, le littoral et les estuaires métropolitains, notamment normands, constituent des zones d'enjeu importantes. Parmi les groupes d'espèces les plus représentés, on trouve notamment les **limicoles** plus particulièrement étudiés dans Licco .

La **perte d'habitats** estuariens due aux aménagements et aux activités humaines concerne essentiellement les zones intertidales. Les effets de cette perte sont très élevés, notamment sur les fonctions d'alimentation et de nourricerie et par conséquent sur le renouvellement des stocks.
Au cours du 20èmesiècle, la perte de surface d'habitats estuariens à l'échelon européen est estimée par certains auteurs à 51%, moyenne calculée sur une sélection de 22 estuaires.
Plus précisément, les aménagements réalisés (polders, voie de navigation, extension d'activités terrestres et portuaires…) contribuent à réduire fortement les espaces de l'estuaire amont et à accélérer son comblement du fait du déplacement des dépôts sédimentaires vers l'aval ainsi qu'à réduire le volume oscillant des marées. Cela se traduit par une réduction des volumes en eau des estuaires, par une diminution drastique de l'aire intertidale des vasières et par une nette progradation du delta sableux tidal vers la mer. De la même façon, l'endiguement des chenaux a pour conséquence la migration vers l'aval de la limite de salinité et du bouchon vaseux, qui assure un rôle de filtre, stocke et transforme les substances chimiques, dont les contaminants.

De même, en tant que milieu de transition, toute modification des conditions chimiques (qualité de l'eau) ou physiques (barrages, obstacles) risque d'avoir des conséquences notables sur la continuité écologique, la circulation des espèces et au final sur les populations entières, non seulement à l'échelle d'un bassin versant, mais aussi à l'échelle des stocks d'intérêt commercial.
Enfin, d'autres menaces ou pressions peuvent toucher ces milieux sensibles, ainsi les **invasions biologiques**, plutôt végétales, qui affectent tous les niveaux des prés salés et l'**eutrophisation** .

On peut définir un estuaire comme un écosystème dynamique ayant une connexion libre avec la mer et dans lequel celle-ci pénètre selon le cycle semi diurne de la marée. Cette masse d'eau marine qui entre dans l'estuaire se dilue avec l'eau douce en provenance du fleuve. C'est donc une zone de mélange dont les caractéristiques hydrologiques sont propres à chaque estuaire, en fonction des volumes d'eau douce et de la gamme d'amplitude de marée (Mc Lusky, 1989).

1.1.1 Morphologie et fonctionnement estuarien (cas des estuaires macrotidaux)

La marée, combinée avec le débit des rivières, est le principal moteur qui structure l'estuaire tidal et sa morphologie car à l'origine des courants et du fonctionnement hydrosédimentaire :

- son énergie lui confère une forme évasée caractéristique,
- la pénétration de l'onde de marée dynamique fixe sa limite amont et sa profondeur,
- le chenal central est façonné par les courants alternatifs de marée auxquels se conjugue celui du fleuve, induisant une augmentation de section de l'amont vers l'aval.

Ainsi, les sections des zones immergées et leur stabilité dépendent étroitement de celles des volumes oscillants et des débits de rivière.

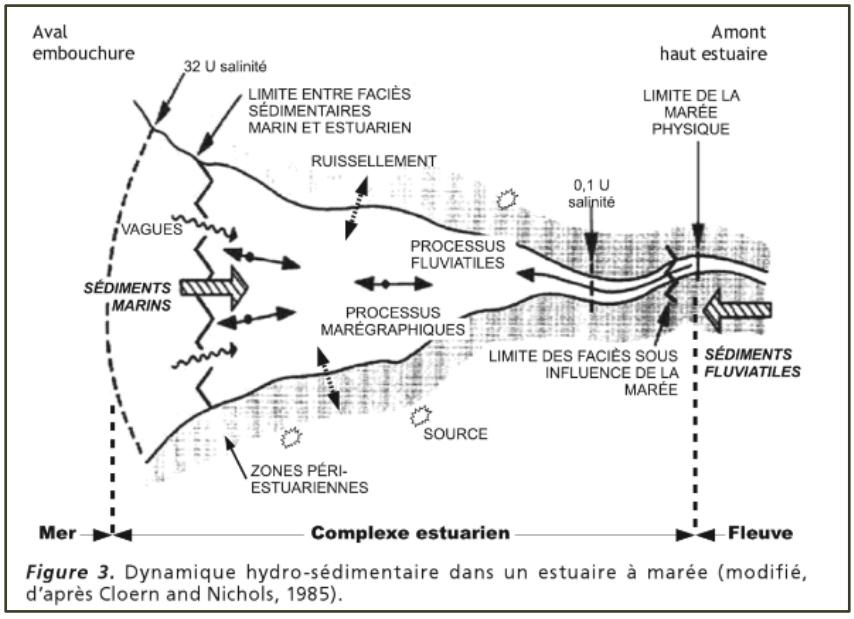


Figure 3. Dynamique hydro-sédimentaire dans un estuaire à marée (modifié, d'après Cloern and Nichols, 1985).

Sur le plan hydrosédimentologique, les eaux marines plus denses entrent dans l'estuaire par le fond, tandis que les eaux douces venant de l'amont ont une densité moindre et restent en surface. La circulation des masses d'eau s'accompagne d'un transport sédimentaire, variable selon qu'il s'agit de sédiments cohésifs (vases) ou non (limons, sables). Les eaux douces sont chargées d'éléments fins (en période de fortes pluies notamment). Les apports sédimentaires marins et continentaux se déposent dans les zones de moindre courant, c'est-à-dire latéralement.

Les mécanismes physiques en jeu, notamment les courants, contribuent à la distribution des sédiments qui suit le même gradient que la salinité qui décroit au fur et à mesure qu'on remonte l'estuaire vers la rivière. On passe ainsi progressivement des graviers ou des sables à l'entrée de l'estuaire à des sablons, sables vaseux puis à des vases en fond d'estuaire.
Le bouchon vaseux correspond à une suspension très concentrée de matériaux particulaires fins, dont la localisation et la concentration est fonction de l'amplitude de la marée et du débit du fleuve. Il peut aussi bien remonter dans l'estuaire en période d'étiage que d'être expulsé vers l'aval en période de crue. Il est également le siège d'importants mécanismes de biodégradation de la matière organique particulaire qu'il concentre.

Le vent et la houle interviennent également et jouent un rôle d'autant plus important que l'estuaire est exposé aux vents dominants. Le déferlement des vagues augmente avec l'élévation des fonds, leur énergie étant pour partie dissipé par frottement sur ceux-ci.
Les espaces disponibles pour les milieux aquatiques, y compris arrière littoraux, dans ces systèmes d'interface terre-mer sont limités spatialement par la bathymétrie et la topographie. Les aménagements réalisés par l'homme (polders, voie de navigation, extension d'activités terrestres et portuaires…) contribuent à réduire fortement ces espaces dans l'estuaire amont et à accélérer son comblement du fait du déplacement des dépôts sédimentaires vers l'aval ainsi qu'à réduire le volume oscillant des marées. Cela se traduit par une réduction des volumes en eau des estuaires, par une diminution drastique de l'aire intertidale des vasières et par une nette progradation du delta sableux tidal vers la mer. De la même façon, l'endiguement des chenaux a pour conséquence la migration vers l'aval de la limite de salinité et du bouchon vaseux.

1.1.2 Cycles biogéochimiques et pollution

La biogéochimie s'intéresse à la distribution des substances chimiques utilisées par les organismes et à leur dynamique dans le système fonctionnel estuarien. Sous l'action du métabolisme des êtres vivants, des substances chimiques prélevées dans l'environnement sont élaborées, mise en circulation et transformées. Les processus chimiques qui gouvernent ces flux d'éléments participent au recyclage de la matière et aux flux d'énergie qui se développent dans les cycles biogéochimiques (Tronczynski- 1999) .

Les estuaires occupent une place privilégiée dans ces cycles , servant de charnière entre phase continentale et phase océanique des composants.

Parmi ceux-ci, les minéraux essentiels (magnésium, calcium, silice, fer, manganèse, sodium,..), véhiculés dans l'eau sous forme soluble, dont le passage au travers des plantes et des animaux est vital.

La plus grande partie des processus biogéochimiques qui se déroulent en estuaire, prennent place à très faible salinité, à l'interface eau douce- eau marine. Le PH y est à son maximum.

Ces processus agissent aussi sur les substances chimiques, qui peuvent ainsi contaminées tous les compartiments du milieu , y compris le biote. Parmi celles-ci, les plus préoccupantes sont les métaux (Plomb, cadmium, mercure, zinc, cuivre et nickel) , les HAP , les pesticides, le TBT, les PCB, les phtalates,..

Le fonctionnement hydro sédimentaire des estuaires joue une rôle important sur tous ces processus et donc sur la qualité des eaux et sur les peuplements aquatiques. Ainsi, le bouchon vaseux assure un rôle de filtre, stocke et transforme les substances chimiques, dont les contaminants. Certains substances y sont piégées, alors que d'autres sont modifiées et expulsées vers l'aval.

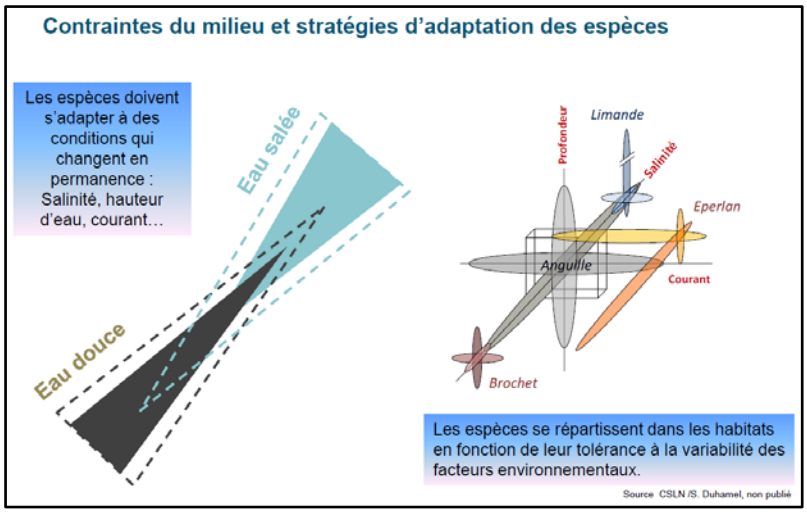
Suite aux efforts de dépollution réalisés notamment sur les rejets industriels et urbains ou aux mesures de restriction ou d'interdiction de certaines substances, on observe une diminution des principaux contaminants historiques dans les différents compartiments du milieu aquatique. Mais le constat n'est pas homogène et certaines contaminations persistent , notamment dans les sédiments. Il faut compter aussi avec les nouvelles générations de substances dont la détection est parfois difficile et les effets mal connus.

Sachant que la fonctionnalité de régulation des flux contaminants tend à se déplacer vers l'aval dans de nombreux estuaires du fait de leur endiguement, il sera utile dans une démarche de restauration de rétablir autant que possible le volume oscillant de l'estuaire pour espérer une restauration effective des habitats et de leur fonctionnalité écologique.

1.1.3 Communautés biologiques, habitats et fonctionnalités écologiques

Les caractéristiques abiotiques des estuaires engendrent la présence d'habitats essentiels pour la vie aquatique et une productivité biologique d'une grande diversité. Le substrat est le support de la biodiversité, il influence la nature des habitats présents qui l'influencent en retour.

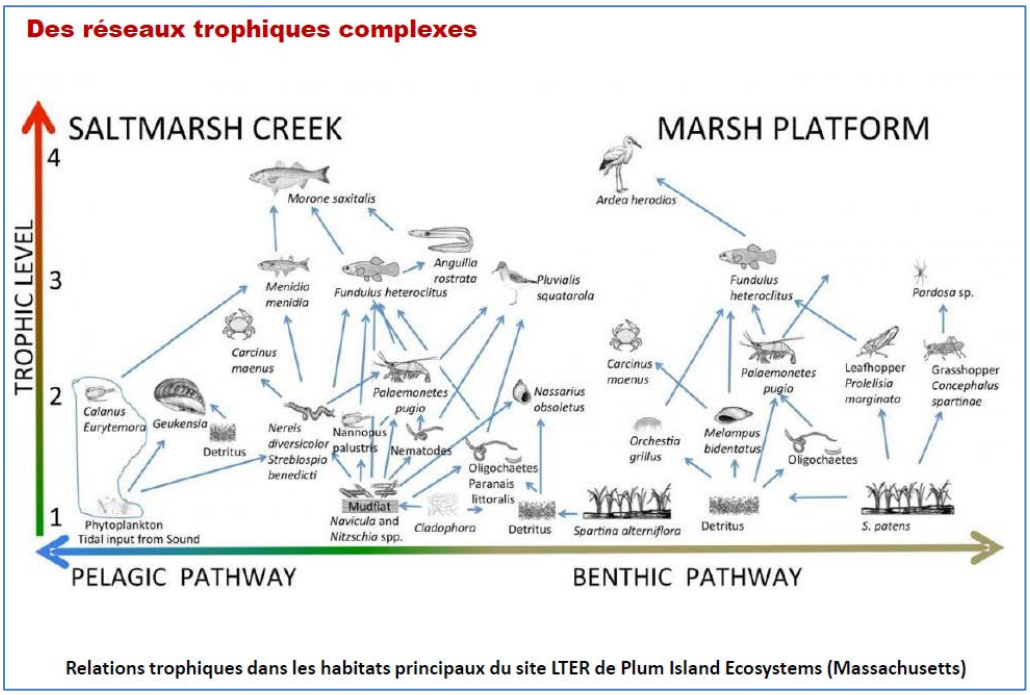
Ces habitats assurent des fonctionnalités également pour d'autres espèces (interactions), indépendamment de leur valeur patrimoniale ou de celle des espèces associées. Ces habitats sont également en interaction avec des activités humaines locales.



Les conditions environnementales changent en permanence (salinité, hauteur d'eau, courants…), suivant des gradients qui vont fortement influencer la répartition et la typologie des espèces animales et végétales qui y vivent et structurent les réseaux trophiques.

En tant que **zones de transition**, ces milieux sont soumis non seulement à des **flux** de matières et de nutriments induisant des conditions physico-chimiques complexes, mais aussi à des flux biologiques, au-delà même des espèces spécifiques à ces milieux très ouverts. Les relations trophiques y sont complexes, que ce soit par voie pélagique ou benthique, d'autant plus qu'elles sont variables dans le temps (marées, événements extrêmes) certaines ressources n'étant accessibles qu'à certains moments.

Par ailleurs, la cartographie des habitats enrichie par l'étude de leurs **fonctionnalités écosystémiques** permet de localiser les principaux enjeux et de mieux appréhender la richesse des milieux estuariens et leur fort potentiel écologique,.



Relations trophiques dans les habitats principaux du site LTER de Plum Island Ecosystems (Massachusetts)

Enfin, en terme de suivi, certaines espèces de par leurs caractéristiques écologiques spécifiques et leur répartition biogéographique peu étendues s'avèrent être de bon **indicateurs** non seulement de l'état actuel, mais aussi des évolutions en cours, en lien avec les changements globaux.

1.1.3.1 Les producteurs primaires

Au bas de la chaine trophique, les **diatomées benthiques** de la slikke (estran vaseux non végétalisé) et le tripton (matière organique particulaire végétale en cours de décomposition) jouent un rôle essentiel dans l'approvisionnement en matière première végétale des estuaires, à côté du phytoplancton saisonnier.

Quant aux **macrophytes,** ils occupent principalement les habitats **de prés salés** et se développent dans les zones les plus hautes de l'estran, là où les conditions sont favorables à la sédimentation de particules fines (sables vaseux et vases). On y observe un gradient complexe lié aux variations d'altitude qui est l'expression de multiples facteurs environnementaux :

- la salinité qui varie en fonction des vents marins, des embruns, de la submersion marine, de la microtopographie,de la distance à la mer, du type d'exposition… ;
- les conditions édaphiques, liées à la nature physico-chimique du sol, à sa profondeur, sa teneur en matière organique… ;
- mais également l'hydromorphie, l'héliophilie, la thermophilie, la quantité d'oxygène dans le sol, la densité,….

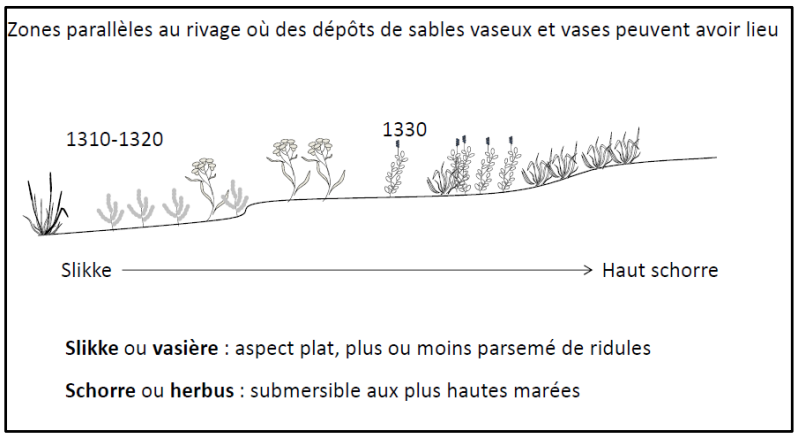
L'ensemble de ces éléments font des prés salés des milieux contraignants et dynamiques, siège de nombreux flux (espèces, sédiments, nutriments), jouant le rôle à la fois de puits et de source de carbone.

Bien que la richesse végétale y soit localement relativement faible, peu d'organismes végétaux pouvant tolérer ces conditions extrêmes, la végétation composée d'espèces originales et caractéristiques s'installant en fonction de leur optimum écologique, s'organise donc de manière étagée en ceintures plus ou moins étroites parallèles à la mer.

Ainsi, un transect théorique des végétations halophiles des vases salées fait apparaître trois compartiments :

- la slikke qui correspond au niveau le plus bas, recouvert quotidiennement à marée haute. Elle abrite des plantes pionnières, comme la spartine et la salicorne, ou des algues filamenteuses telles que Vaucheria;
- le schorre qui est la partie moyenne à haute, avec la présence de salicornes pérennes, puis une dominance de l'obione au fur et à mesure qu'on s'éloigne du rivage ;
- le très haut schorre, constitué de formations prairiales (festuçaies), auxquelles succèdent la scirpaie maritime voire la roselière saumâtre.

A cette zonation s'ajoutent des microvariations liées aux microreliefs ainsi qu'aux apports d'eau douce d'origine continentale, qui entraînent des variations locales des conditions environnementales. Ce sont donc des milieux assez hétérogènes. Comme il a été souligné dans BRANCH que «c'est notamment au niveau du haut schorre, zone d'écotone entre terre et mer que se situe une part importante de la biodiversité végétale des estuaires.» (BRANCH, 2007)



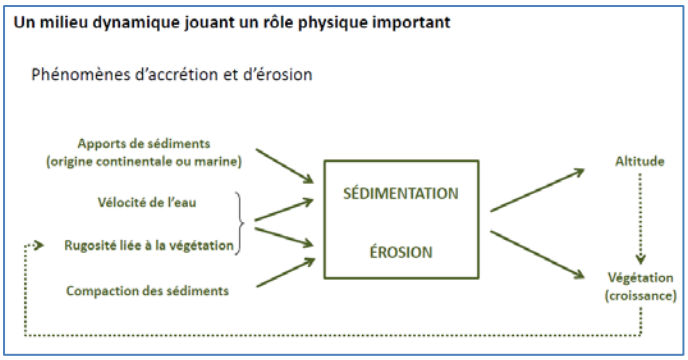
1310 = 15.1 Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses

1320 = 15.2 Prés à Spartina (*Spartinion maritimae*)

1330 = 15.3 Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)

Fonctionnalités écologiques des prés salés et enjeux de conservation

De par leur situation géographique, Les prés salés jouent un rôle tampon entre terre et mer, atténuant les effets de la houle. Ce sont des milieux dynamiques où alternent accrétion et érosion, en fonction des sédiments présents, de la vitesse de l'eau et de la rugosité de la végétation pour retenir les sédiments. Ces phénomènes de sédimentation-érosion influencent l'altitude qui elle-même influence la végétation, avec une rétroaction de cette dernière sur ces phénomènes.

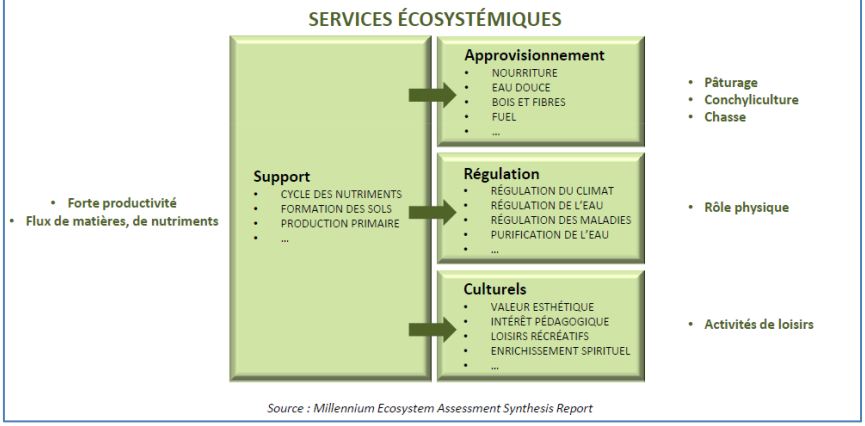


Ce dynamisme se retrouve au niveau des nutriments. Les prés salés figurent ainsi parmi les écosystèmes les plus productifs, par le recyclage très rapide de la matière organique et des nutriments et de l'autoépuration qu'ils

assurent et également des exports vers les écosystèmes marins proches, auquel s'ajoutent les apports des bassins versants.
L'hétérogénéité spatiale due à la juxtaposition de milieux divers (complexité structurelle), associée à une forte productivité et une variabilité temporelle importante de l'accès aux ressources (« ressources pulsées ») permettent l'accueil d'une faune variée, aquatique (invertébrés, poissons) ou terrestre (invertébrés, amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères), spécifique ou de passage en provenance d'écosystèmes adjacents ou plus éloignés.
Les prés salés sont donc des écosystèmes singuliers, soumis à des évolutions continues, assurant de nombreuses fonctions écologiques (nourricerie, refuge, réservoir de biodiversité..).

Ils sont sources également d'activités économiques et de loisirs en lien avec des services écosystémiques d'approvisionnement (exploitation de la production primaire par fauche ou pâturage, conchyliculture, chasse) mais aussi culturels (promenades, loisirs naturalistes).

Services écosystémiques : bénéfices que les êtres humains tirent du fonctionnement des écosystèmes



Source : Millennium Ecosystem Assessment Synthesis Report

1.1.3.2 La faune benthique

Concernant la **faune benthique**, sa distribution longitudinale présente des caractéristiques semblables d'un estuaire à l'autre. L'étage intertidal présente généralement une plus grande diversité spécifique que l'étage subtidal. Les densités et les biomasses sont plus élevées en haut d'estran qu'en aval. Dans la zone subtidale sous influence marine, la faune macrobenthique principalement représentée par des bivalves est particulièrement pauvre en termes de richesses, abondances et biomasses spécifiques. Les sables estuariens sous influence marine hébergent une faune spécifique de sable propre, comme les coques. Les vasières sont le domaine des bivalves et des polychètes. En haut de la slikke , les crustacées tels que le corophium peuvent atteindre des densités énormes. Dans la végétation de prés salés , le crabe vert est souvent bien représenté.

Le régime hydrologique, le gradient de salinité et les influences anthropiques influent sur la variabilité temporelle et spatiale de ces communautés. Il existe des variations saisonnières qui sont typiques de chaque estuaire. En général, les assemblages marins présentent des densités maximales pendant l'été et l'automne tandis que les espèces estuariennes sont plus abondantes pendant les vives eaux et en étiage. Les épisodes de transport sédimentaire constituent également un mécanisme structurant important du benthos, ce qui explique les changements de la composition faunistique tout au long de l'année.

Enfin, les **invertébrés** benthiques constituent du fait de leur relation étroite avec la qualité du substrat un bon indicateur de l'état et de l' évolution des habitats littoraux et estuariens et des différentes fonctionnalités écologiques qu'ils assurent notamment pour les oiseaux et les poissons. C'est pourquoi ils sont pris en compte par la DCE comme critères d'évaluation de l'état de MET.

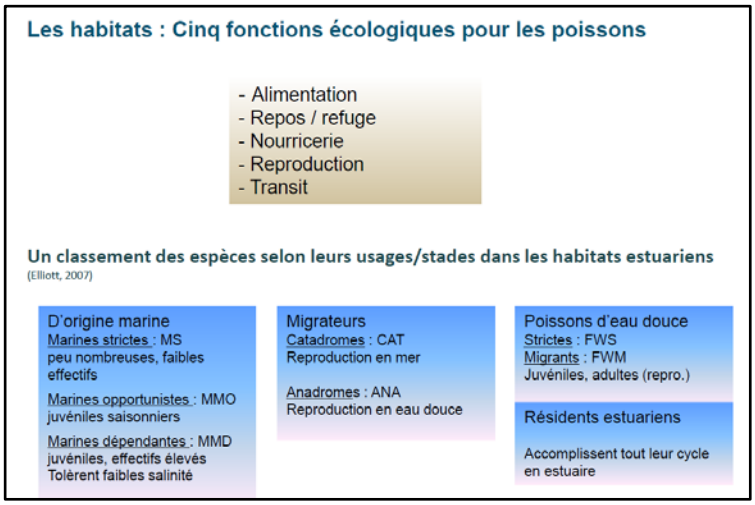
1.1.3.3 Les poissons au sein des habitats estuariens

Concernant les **poissons**, la richesse spécifique des espèces marines décroit vers l'amont de l'estuaire, jusqu'à devenir quasiment nulle dans les eaux douces tidales. De même, celle des poissons d'eau douce diminue rapidement vers l'aval, dès que la salinité se fait sentir. Les espèces capables de réaliser l'ensemble de leur cycle biologique en environnement estuarien sont généralement peu diversifiées mais elles possèdent en revanche de remarquables stratégies d'adaptation aux contraintes environnementales (Mc Lusky, 1989).

Outre celui de fonction de **nourricerie**, c'est-à-dire de zones propices au développement des jeunes poissons, les habitats estuariens et les marais adjacents sont également des sites importants **d'alimentation et de voie de migration**. La disponibilité élevée de la nourriture de ces habitats les rend essentiels pour nombre d'espèces de poissons et de crustacés (Elliott, 2002). Le signal des eaux douces en mer et la libre circulation au débouché des fleuves influencent la migration anadrome d'espèces emblématiques (qui colonisent les eaux douces en venant de la mer) telles que les salmonidés (i.e. saumon, truite de mer), l'anguille et les clupéidés (aloses). C'est pourquoi toute modification des conditions chimiques (qualité de l'eau) ou physiques (barrages, obstacles) risque d'avoir des conséquences notables sur le passage des espèces et au final sur les populations entières, non seulement à l'échelle d'un bassin versant, mais aussi à l'échelle des stocks d'intérêt commercial.

L'évaluation de l'usage des habitats estuariens par les poissons distingue cinq fonctions différentes susceptibles d'être remplies pour les poissons et qui peuvent se définir ainsi :

- **Aires de pontes** : La présence d'individus mâtures et la production d'œufs ;
- **Repos/refuge** : En dehors des périodes d'activité, les individus peuvent coloniser des habitats distincts pour se reposer et se protéger des prédateurs ;
- **Nourricerie** : Zones de concentration des stades juvéniles dont on peut observer l'alimentation et la croissance, spatialement et temporellement séparés des adultes ;
- **Alimentation** : Habitats utilisés par les stades adultes pour des périodes plus ou moins courtes d'alimentation. Les individus effectuent alors des migrations dites « trophiques » selon des rythmes qui peuvent être tidaux, diurne ou saisonniers ;
- **Diadromie** (1): Utilisation de l'estuaire en tant que route de migration et habitat transitoire avant la reproduction qui peut s'effectuer en mer (poissons catadromes) ou en eau douce (anadrome).



Le nombre moyen d'espèces colonisant les habitats estuariens au cours d'une ou plusieurs étapes de leur vie est de 57 pour les 26 estuaires européens pris en considération. La diversité des habitats est seulement l'un des nombreux facteurs susceptibles de déterminer la richesse taxinomique d'un estuaire.
Les systèmes dominés par les zones intertidales (baies larges et peu profondes) aboutissent généralement à une liste de 20 à 30 espèces (Somme, Veys).

Les quatre fonctions assurées par les **habitats estuariens** peuvent être rangées par ordre décroissant comme suit en fonction du nombre d'espèces pour lesquelles ses différents usages ont pu être démontrés :
Alimentation 44,8 espèces > Nourricerie 33,6 espèces > Aires de pontes 13,6 espèces > Amphidromie 4,5 espèces.

Ce classement est évident même à l'intérieur des neuf habitats définis précédemment.

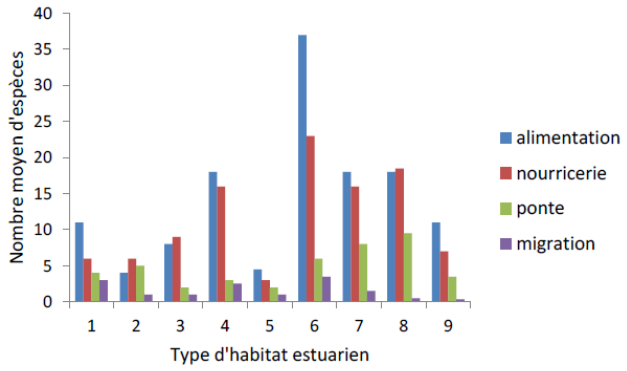


Figure 2 : Utilisation des habitats estuariens par les poissons au sein des neuf types définis dans les estuaires européens (d'après Pihl et al., 2002).

1.1.3.4 Les oiseaux

Les estuaires , du fait des étendues importantes de vasières, de prairies humides et de roselières qu'ils présentent sont les sites où se rencontrent les plus fortes concentrations d'**oiseaux** . En Europe, c'est surtout leur valeur de zone d'hivernage et d'étape migratoire dans les trajets pré et post nuptiaux qui confère aux estuaires leur importance majeure pour un grand nombre d'espèces et justifie le classement de nombreux sites en ZPS (zone de protection spéciale).
Parmi les groupes d'espèces les plus représentés, on trouve notamment les anatidés (canards), les limicoles, les laridés (goélands et mouettes), les échassiers, les passereaux et également des rapaces. Placés en haut de la chaine trophique, le suivi de ces population et de leur état de santé permet d'apporter des éléments intégrateurs sur l'évolution des milieux estuarien.

1.1.3.4.1 L'exemple des limicoles côtiers

Les oiseaux limicoles sont de petits échassiers inféodés aux zones humides. Parmi les 200 espèces de limicoles recensées dans le cadre de *Wetlands International*, 10,5% sont menacées. Ils constituent un enjeu de conservation de première importance.

Les limicoles côtiers sont présents sur tous les milieux ouverts du monde et suivent différentes voies de migration, entre des sites de nidification et de non-nidification, y compris les sites intermédiaires de repos et de nourrissage. Ainsi les limicoles côtiers observés en France suivent majoritairement la voie de migration Est- Atlantique, mais peuvent également appartenir à la voie de migration Mer Noire/Méditerranée .

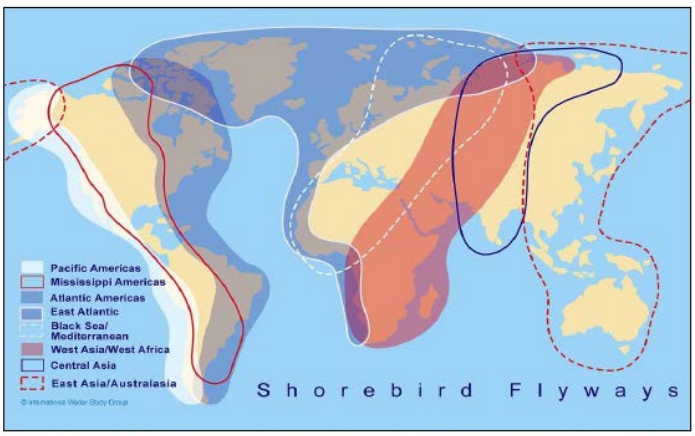


Figure 30 : Principales voies de migration des limicoles (Delany *et al.*, 2009)

Par sa position centrale au sein de la voie de migration Est-Atlantique, le littoral métropolitain constitue une zone de halte migratoire importante pour les populations hivernant en Afrique, tout en étant un quartier d'hiver pour d'autres.

- **Le concept d'unité fonctionnelle**

A l'échelle des sites suivis, les stationnements de limicoles côtiers peuvent être appréhendés selon le concept d'unité fonctionnelle .

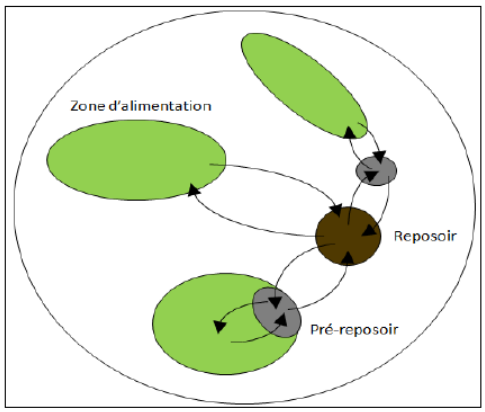


Figure 21 : Concept d'unité fonctionnelle (d'après Le Dréan Quénec'hdu, 1999)

Cette entité géographique définie pour un individu, ou pour une ou plusieurs espèces fréquentant un même territoire regroupe principalement deux types de milieux fonctionnels : les zones d'alimentation (ou de gagnage) et les zones de remise (ou reposoirs) auxquelles il convient d'ajouter les secteurs de déplacement.
En période d'hivernage, les limicoles ont un rythme d'activité étroitement lié au rythme tidal, indépendamment du rythme nycthéméral : ils se nourrissent principalement à marée basse qui permet l'accès à leurs proies quand elles sont disponibles, notamment les invertébrés vivant dans le sédiment, et se reposent pendant la marée haute, notamment sur les bancs de sable qui restent émergés.

.

- **Principaux facteurs influençant la présence des limicoles**
  - **La ressource alimentaire**

Pendant les 8 à 9 mois de migration et d'hivernage, les limicoles cherchent à emmagasiner des réserves énergétiques pour la reproduction. La distribution des limicoles côtiers en hiver est ainsi fortement liée à celle de leurs proies. Les limicoles côtiers en hivernage se nourrissent essentiellement de macrofaune benthique. La forme de leur bec, en relation avec leur stratégie d'alimentation, va conditionner le type de proies consommées . Par exemple l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) pratique une chasse tactile avec son long bec récurvé vers le haut qui lui permet de consommer des vers, des larves d'insectes.... Tandis que l'Huîtrier pie (*Haemotopus stralegus*) possède un bec plus robuste qu'il utilise pour ouvrir ou percer les coquilles des bivalves, et notamment la coque (*Cerastoderma edule*). Cependant, bien que certaines espèces ciblent des proies spécifiques, ces oiseaux sont capables de s'adapter à la disponibilité des proies rencontrées. Par ailleurs, au-delà de la composition spécifique de la ressource, son exploitabilité par les limicoles va également être influencée par la densité et la taille des proies.

  - **La nature des milieux composant l'unité fonctionnelle**

La structure des communautés de limicoles dépend également de la nature des zones d'alimentation qui va conditionner la présence mais aussi l'accessibilité des proies pour les oiseaux. Par exemple, l'Avocette élégante effectue des mouvements de fauche dans l'eau et/ou le sédiment. Le sédiment doit donc être suffisamment meuble et la hauteur d'eau suffisamment faible pour que les proies benthiques puissent être atteintes. Ainsi, les avocettes affectionnent les substrats fins, de type limoneux. Le Tournepierre à collier (*Arenaria interpres*) quant à lui, est observé sur des estrans sableux à rocheux où il va chercher ses proies en retournant des pierres, des dépôts coquillés... . En fonction du type de sédiment les peuplements de limicoles sont donc être différents. La végétation, lorsqu'elle est trop importante peu également limiter l'exploitation d'une zone d'alimentation.
Mais la nature des zones d'alimentation ne suffit pas à expliquer leur exploitation par les limicoles. En effet, la fragmentation de l'unité fonctionnelle doit être limitée, c'est-à-dire que les zones de gagnages doivent être suffisamment proches de reposoirs de bonne qualité afin de limiter le coût énergétique des déplacements entre ces zones. De plus, ces zones de repos doivent correspondre aux exigences écologiques des oiseaux qui peuvent différer selon les espèces. Par exemple, le Tournepierre à collier *(Arenaria interpres)* préfère les reposoirs à l'abri du vent, ou

encore l'Huîtrier pie (*Haemotopus ostralegus*) préfère les reposoirs sur des sites ouverts comme les flèches sableuses ou de galets.

- **Les principaux facteurs physiques**

D'autres facteurs peuvent conditionner l'utilisation des zones de gagnage pour les limicoles. Les surfaces intertidales régulièrement accessibles pour l'alimentation des limicoles côtiers sont par exemple conditionnées par la topographie, l'amplitude des marées et les conditions hydrodynamiques. L'intensité du vent peut diminuer la détectabilité des proies par les oiseaux (Taylor & Taylor, 2005 ; Ma *et al.*, 2011). La température a une incidence sur l'activité de la macrofaune benthique conditionnant leur accessibilité pour les limicoles : trop élevée, elle diminue l'activité des proies qui s'enfouissent en profondeur pour éviter la dessiccation, trop basse les proies deviennent inactives .

- **Les principaux facteurs anthropiques**

o *Le dérangement :*

Les sources de dérangement considérées comme ayant un impact important sont notamment la chasse, les promeneurs et les chiens en liberté, les sports de voiles, l'aviation,... Ils vont provoquer l'envol des oiseaux et donc un coût énergétique important. Cependant toutes les espèces ne réagissent pas de la même façon face à un dérangement, certaines vont être plus sensibles que d'autres. La composition des peuplements va ainsi être modifiée et se simplifier avec l'augmentation de l'intensité du dérangement, ainsi qu'en fonction de sa fréquence. Cela peut se traduire au sein du peuplement par une plus faible proportion des espèces les plus sensibles qui peut aller jusqu'à leur absence. L'augmentation des activités humaines peut également se traduire par une dégradation voire la perte des reposoirs, modifiant ainsi la distribution des limicoles.

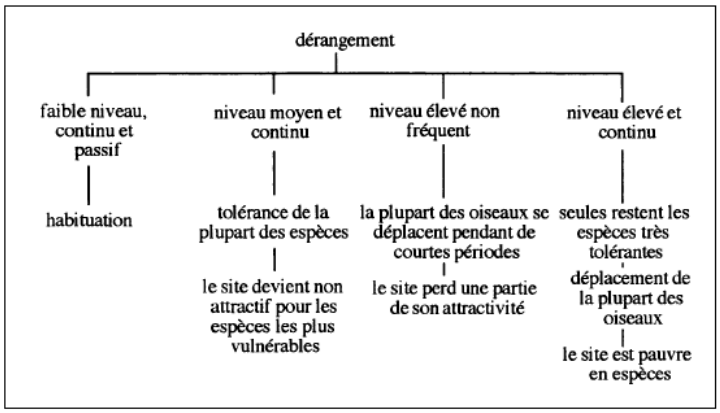


Figure 22 : Gradient de réponse des oiseaux aux dérangements d'origine humaine (Hill et al., 1997).

o *La modification des milieux composant l'unité fonctionnelle :*

La qualité d'un sédiment pour un limicole peut être déterminée par sa granulométrie, sa pénétrabilité ou dureté, sa teneur en eau et en matière organique, sa température.... Ces caractéristiques affectent les limicoles *(i)* directement, par exemple un substrat trop dur peut limiter l'oiseau dans la prise de ses proies et *(ii)* indirectement, en influençant la composition des peuplements benthiques. La pêche professionnelle peut être à l'origine de ces modifications des sédiments notamment lorsqu'elle a recours à l'utilisation d'engins mécaniques (véhicules, dragues...). Le développement d'infrastructures portuaires est également mentionné par plusieurs auteurs comme pouvant modifier le substrat des zones d'alimentation et ainsi influencer la distribution des limicoles.

1.1.3.4.2 Exemple des Bernaches cravants en hiver

En dehors de tous facteurs de perturbation extérieurs à un complexe biologique, les stationnements des oiseaux sont majoritairement conditionnés par la disponibilité et l'accessibilité des ressources alimentaires nécessaires pour assurer la survie des individus notamment en hiver.

Ces stationnements, qui intègrent tant les haltes migratoires que la résidence prolongée des oiseaux au cours de la période hivernale, évoluent en lien avec la biomasse disponible au sein d'un site, caractérisant ainsi la capacité d'accueil de celui-ci. Lorsque la ressource alimentaire n'est plus suffisante pour permettre aux oiseaux de se maintenir, ces derniers sont confrontés au choix de trouver un nouveau site d'accueil ou de trouver une ressource alimentaire alternative.

Cette réponse fonctionnelle est manifeste chez la Bernache cravant qui a un régime alimentaire exclusivement herbivore et qui stationne préférentiellement dans les baies et estuaires abritant des herbiers intertidaux avant de se reporter sur les algues vertes (ulve ou entéromorphe), les prés-salés ou encore des habitats péri-littoraux (marais salants, polders cultivés).

La Bernache cravant, présente trois sous-espèces : la Bernache cravant à ventre noir (ou du Pacifique, *Branta bernicla nigricans*), la Bernache cravant à ventre clair (*B. b. hrota*) et la Bernache cravant à ventre sombre (*B. b.bernicla*).
La France accueille, lors de leur hivernage, ces trois sous-espèces dans des ordres de grandeur différents. La Bernache cravant à ventre noir est très anecdotique bien qu'en progression ; la Bernache cravant à ventre clair provient de la population du Haut Arctique Canadien (40 000 ind. dont à peine 2 000 hivernent majoritairement dans les Havres du Cotentin) ; et la Bernache cravant à ventre sombre qui niche en Sibérie (Péninsule du Taïmyr)
et qui hiverne sur les côtes ouest européenne jusqu'au Bassin d'Arcachon.
Au cours du XXème siècle, l'évolution historique de la population de Bernaches cravants à ventre sombre a connu de larges fluctuations et a failli disparaitre, dans les années 30, suite à une sévère réduction des surfaces d'herbiers à zostères causée par une épiphytie de part et d'autre de l'Atlantique.
Par la suite, en Europe, la population a recommencer à croitre et à partir des années 50, les premières mesures de conservation ont été prises.
Depuis la mise en place du réseau Bernache-France (1976), les dénombrements ont permis de constater
une progression régulière des Bernache cravant hivernant au sein des espaces estuariens et des baies abritées. En une quarantaine d'années, la population nationale hivernante a été multipliée par 5, mais depuis le pic d'abondance du milieu des années 90, la population biogéographique a vu ses effectifs se réduire de plus d'un tiers. Dans la dynamique actuelle, la France est devenue le premier site d'hivernage européen et accueillait en 2013 environ 67% de la population biogéographique.

Concernant la bernache cravant à ventre pâle (*Branta bernicla hrota), l*e havre de Regnéville est un site remarquable puisqu'il accueille à lui seul aujourd'hui 90 % de la population hivernant en France. Ce qui fait également l'originalité de cette population , c'est son mode d'alimentation, préférentiellement basé sur les prés-salés soumis au pâturage des ovins, en lien localement avec une faible accessibilité/présence d'herbiers de zostères marines , contrairement à ce qui est observé dans d'autres secteurs, où ces herbiers jouent un rôle prépondérant dans l'alimentation hivernale de la bernache.
Un protocole est en cours de définition pour confirmer cette dépendance apparente et déboucher sur des modalités de gestion adaptée.

1.1.3.5 Les protections règlementaires

La prise de conscience progressive (à partir de la fin des années 1970) de la valeur écologique des milieux naturels a conduit à y désigner à l'échelon européen des zones de protection et de conservation tant pour les espèces que pour les habitats naturels, suivies notamment par la mise en place d'un réseau d'aires protégées (sites Natura 2000).

Deux types de zones Natura 2000 sont définis :

- les Zones de Protections Spéciales (ZPS) définies par la directive 79/409/CEE dite « Oiseaux », qui visent la protection des habitats liés à la conservation des espèces d'oiseaux les plus menacés ;
- les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) de la directive 92/43/CEE dite « habitat », qui visent la protection des habitats naturels remarquables des espèces animales et végétales figurant dans les annexes de la directive.

Ces directives ont été transcrites en droit français à travers les articles L 414-1 à L 414-7 du code de l'environnement. Ils donnent un véritable cadre juridique à la gestion des sites Natura 2000 au travers de quatre buts :

- donner une existence juridique aux sites Natura 2000 de façon à ce qu'un régime de protection contractuel ou réglementaire puisse s'appliquer dans tous les cas ;
- privilégier l'option d'une protection assurée par voie contractuelle ;
- organiser la concertation nécessaire à l'élaboration des orientations de gestion de chaque site ;
- instaurer un régime d'évaluation des programmes ou projets dont la réalisation est susceptible d'affecter de façon notable un site.

Dans les estuaires comme ailleurs, les états membres sont aujourd'hui engagés à maintenir et si nécessaire, à restaurer l'état de conservation de ces zones d'intérêt écologique qu'ils y ont désigné.

Parmi les modes d'actions possibles, il y a les acquisitions foncières, telles que celles mises en œuvre par le Conservatoire du littoral. Sa stratégie d'acquisition cible tout particulièrement les estuaires, comme on pourra le voir dans le chapitre consacré au programme licco et à la description des sites (page 26).

1.2 Perte d'habitats estuariens : processus et conséquences

La perte et la dégradation des habitats estuariens reposent sur un changement de géomorphologie des habitats concernés. Ce changement résulte de six mécanismes que l'on peut définir comme étant à l'origine de la dégradation physique des milieux estuariens :

- Les changements naturels, comprenant l'élévation du niveau de la mer et la subsidence ;
- La poldérisation et le remblaiement des terrains ;
- La gestion des chenaux pour la navigation marchande ;
- Les structures artificielles dont les digues édifiées pour l'accessibilité aux ports ;
- Les barrages ;
- Les pompages d'eau pour la production d'énergie.

Les effets de ces activités humaines se cumulent généralement dès lors que l'estuaire fait l'objet d'un intérêt économique important (i.e. Kennish, 2002). A l'échelon européen, Cattrijsse et al. (2002) montrent toutefois une grande variabilité des pertes de biotopes estuariens selon les sites, certains estuaires ayant peu évolué en termes de surface, alors que d'autres ont complètement disparu. Au cours du 20èmesiècle, la perte de surface d'habitats estuariens est estimée par ces auteurs à 51%, moyenne calculée sur une sélection de 22 estuaires.

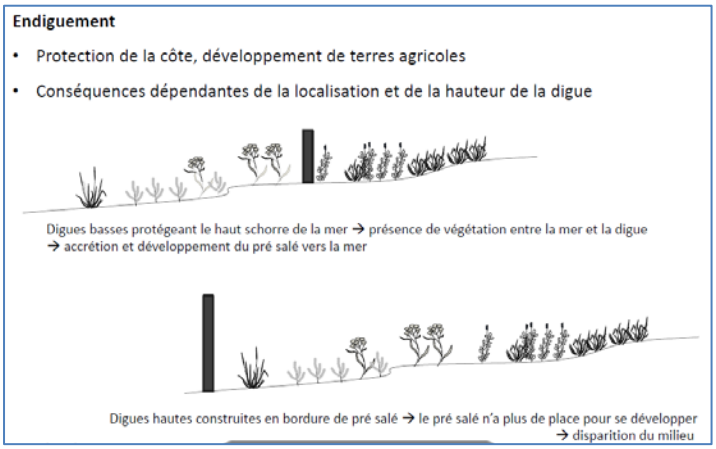
Il est désormais connu que la géomorphologie d'un habitat estuarien a une influence marquée sur la structure de la communauté de poissons. Des facteurs tels que le type de sédiment, le degré de couverture végétale, le niveau tidal, la pente de la zone intertidale et la profondeur de la zone subtidale conditionnent l'aptitude d'un habitat et son attractivité pour une espèce. Les courants influencent quant à eux les abondances et la répartition des poissons tandis que leur vitesse moyenne détermine les caractéristiques sédimentaires et au final la communauté benthique susceptible ou non de s'implanter. Les préférences alimentaires des poissons structurent également leur occurrence sur des sédiments spécifiques. L'aire disponible pour un habitat donné participe à la complexité globale de la mosaïque d'habitats et, de ce fait, contribue de façon importante à la diversité piscicole de l'estuaire (Wootton, 1990).
En tant que telle, le changement ou la diminution d'habitats affecte la nature des communautés de poissons dans les estuaires. D'une autre façon, le fait de générer un stress, qu'il soit naturel (dû à une faible salinité par exemple) ou d'origine anthropique, conduit à une réduction de la diversité.

Pour autant, les caractéristiques géomorphologiques structurent différemment les communautés de poissons suivant qu'il s'agit du domaine intertidal ou subtidal. La largeur de la zone intertidale (i.e. l'étendue de la vasière) qualifie son potentiel en tant que zone d'alimentation ou de nourricerie temporaire, tandis que la profondeur et la courantologie de la zone subtidale peuvent affecter le caractère permanent d'un habitat pour une espèce à un moment donné de son cycle de vie.
On se rend compte que la perte d'habitats estuariens concerne essentiellement les zones intertidales et que les effets de cette perte sont disproportionnellement élevés. Dans la plupart des estuaires, le trait de côte a été déplacé très bas vers le rivage par les étapes successives de poldérisation et d'endiguement. Cela constitue la partie continentale ou interne de l'étau. De l'autre côté, conserver des chenaux navigables, se protéger des tempêtes et des inondations marines, toutes ces actions ont un rôle moteur dans le resserrement d'origine maritime ou externe de cet étau, tant et si bien que les résultats combinés concentrent leurs effets sur les zones intertidales et convergent vers un rétrécissement des habitats aquatiques estuariens (i.e. disparition des zones de divagation naturelles des chenaux).

De nombreux travaux scientifiques soulignent l'importance de la dégradation d'habitats estuariens considérés comme « essentiels », les conséquences à terme sur leur fonction de nourricerie et par conséquent sur le renouvellement des stocks de pêche (i.e. Le Pape et al., 2007). D'autres parviennent à quantifier les pertes d'habitats

estuariens et leurs effets sur certaines populations de poissons (i.e. Rochette et al., 2010). Considérant l'ensemble des assemblages d'espèces colonisant les estuaires, la littérature s'accorde généralement à constater que l'impact général des perturbations dues aux activités humaines sur les communautés de poissons s'échelonnent entre une perte de diversité, un changement complet de communauté, voire son entière disparition.

Concernant plus spécifiquement les **prés salés** , la principale perturbation vient de la poldérisation qui s'est développée à une grande échelle dès le 18éme siècle en Europe et a touché la majeure partie des sites. Il s'en est suivi une modification profonde des écosystèmes, conduisant à une perte importante souvent irréversible de biodiversité .
Dans le meilleur des cas, ces étendues séparées de la mer par une digue ont été colonisées par une végétation adaptée, type roselières. Quand la digue a été construite en bordure des prés salés ou se retrouve dans cette situation du fait de l'érosion, l'impact est particulièrement prononcé comme le montre le schéma ci-dessous



D'autres menaces ou pressions peuvent toucher ces milieux sensibles.
Ainsi, les **invasions biologiques**, plutôt végétales, affectent tous les niveaux des prés salés. C'est le cas de la spartine américaine en rade de Brest qui s'est considérablement étendue en une cinquantaine d'années, prenant la place de la spartinaie autochtone, mais parfois aussi celle de l'obionaie, ce qui entraîne une homogénéisation de la structuration et donc une banalisation des prés salés, avec la régression voire la disparition de certaines associations. De plus cette spartine américaine est à l'origine d'une importante nécromasse qui favorise les associations nitrophiles.
Un autre impact de nature anthropique est lié à l'abandon ou la régression du pâturage, qui peut conduire à une uniformisation du schorre et à une raréfaction des petites communautés végétales en mosaïques, ainsi qu'à un développement important de quelques taxons , comme les formations à chiendent qui conduit là encore à une banalisation de la diversité.
Il faut également citer l'impact provoqué par l'**eutrophisation** des bassins versants et les phénomènes de marée vertes associés qui peuvent par exemple engendrer la déstructuration des salicorniaies des bas niveaux au bénéficie de végétations nitrophiles plus banales. Ces phénomènes peuvent également causer la disparition des herbiers de zostères naines *(Zostera noltii)*.
Il faut également citer les effets de l'artificialisation de l'estran et du trait de côte : apports de sable, creusement de mares de chasse, enrochements, urbanisation, mise en culture des fonds de vallons… qui vont provoquer la disparition des végétations originelles des hauts niveaux des prés-salés.

1.3 Les effets du changement climatique

A retenir :
Les espaces littoraux et estuariens font partie des milieux les plus exposés aux effets du changement global. Tous les compartiments écologiques seront touchés.
La réponse des poissons et des autres taxa aquatiques est complexe et difficile à prédire. Quoi qu'il en soit, la possibilité d'adaptation aux changements prédits du climat varie entre les espèces et entre les habitats et il y aura des « gagnants » et des « perdants » dans ces deux domaines.

Le changement climatique pourrait avoir une influence majeure sur la distribution des espèces au cours du 21ème siècle, avec localement des changements importants des espèces dominantes. A l'échelle de l'Océan Nord-Atlantique, les séries à long terme confirment globalement les déplacements vers le nord d'espèces de poissons.
Concernant les migrateurs en Seine**,** les espèces actuellement absentes n'apparaîtront pas avec l'élévation de la température. La probabilité de présence reste stable pour les aloses mais elle diminue pour les salmonidés et les lamproies. A l'échelle de l'Océan Nord-Atlantique, les séries à long terme confirment globalement les déplacements vers le nord d'espèces de poissons.

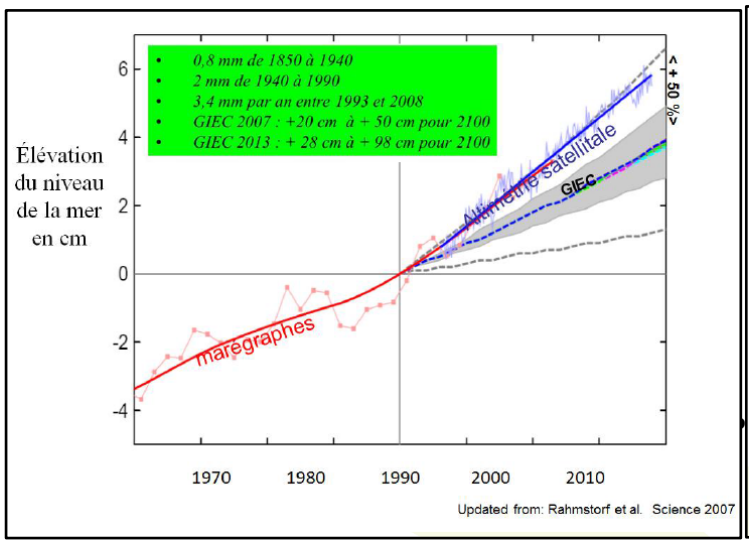
Les changements du niveau de la mer et de l'hydrologie pourraient affecter la redistribution des sédiments, la répartition des habitats dans les estuaires, la salinité, l'amplitude de marnage et les périodes de submersion. La montée du niveau de la mer va générer un phénomène que l'on nomme le « coastal squeeze » ou le pincement côtier en français. Il se produit lorsque le niveau de l'eau augmente et vient à terme buter au pied des aménagements existants, comme les digues.
Les prés salés risquent d'être particulièrement affectés par ce phénomène, si la montée des eaux est plus rapide que les phénomènes d'accrétion qui sont habituellement rencontrés dans les estuaires et si la migration de ces habitats est empêchée par la présence de barrières physiques.

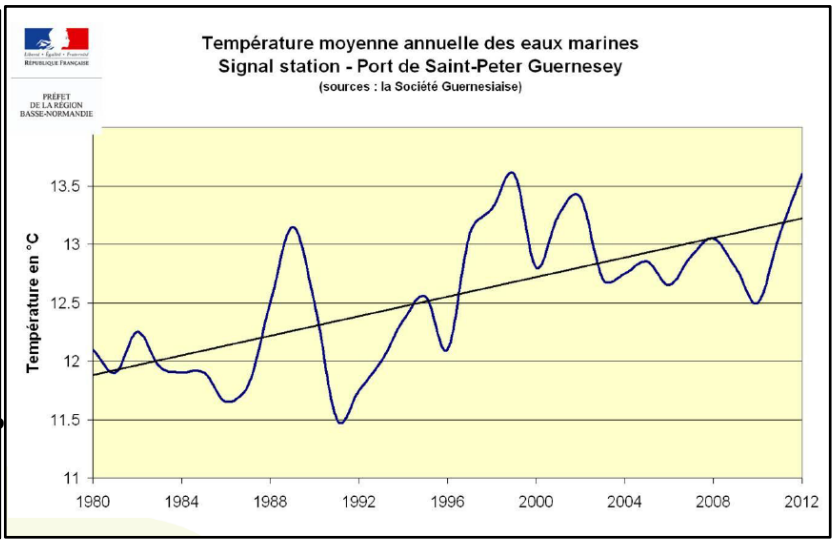
Quant aux limicoles côtiers, par leur large distribution, leur forte capacité de déplacement, leur écologie particulièrement dépendante des écosystèmes littoraux et leur positionnement en haut des chaînes trophiques (prédateurs supérieurs), ils sont considérés comme sentinelles des changements environnementaux dont les effets peuvent modifier l'abondance de leurs effectifs, leur distribution et la composition de leurs communautés

Finalement les changements prévisibles du climat liés aux « drivers » tels que le réchauffement, les tempêtes, le niveau de la mer et les apports d'eau douce vont interagir avec les « drivers » humains (i.e. eutrophisation, barrages, endiguements) et auront des conséquences sur le fonctionnement de l'écosystème et les services rendus par les estuaires.

Les espaces littoraux et estuariens font partie des milieux les plus exposés aux effets du changement global. Tous les compartiments écologiques seront touchés.

En termes d'élévation du niveau marin, le rythme s'est accéléré au cours des dernières décennies et les prévisions du GIEC 2013 à l'horizon 2100 confortent cette tendance. La température de l'eau de mer suit également la même





tendance. En Manche ouest, elle a augmenté de prés d'un degré en 30 ans.

Dans cette partie, on s'attachera à décrire les incidences attendues sur les habitats estuariens, les poissons amphihalins et les oiseaux.
Etant donné la multiplicité des interactions et des processus en jeu, il importe tout d'abord de souligner la complexité d'une démarche qui consiste à anticiper les effets du changement climatique sur le vivant et à s'interroger sur l'évolution des services rendus par les espaces naturels. Les résultats du programme BRANCH soulignaient ces difficultés d'autant plus que certains impacts en un lieu peuvent être compensés en un autre. «De plus, la différenciation, en terme prospectifs, des évolutions naturelles ou intrinsèques des milieux, des évolutions liées aux activités anthropiques locales et des évolutions plus spécifiquement imputables aux impacts des changements climatiques est souvent malaisée. Ces trois mouvements évolutifs peuvent agir tant en compensation qu'en renforcement les uns par rapport aux autres.» (BRANCH, 2007)

1.3.1 Effets sur les poissons

Le changement du climat et en particulier de la température a et va continuer d'avoir un effet sur les poissons à tous les niveaux de l'organisation biologique : cellulaire, individuel, population, espèces, communauté et écosystème, influençant les processus physiologiques et écologiques de complexes et nombreuses façons directes et indirectes. La réponse des poissons et des autres taxa aquatiques, susceptible de varier selon leur tolérance et leur stade de vie, est complexe et difficile à prédire. Les poissons peuvent répondre directement à l'évolution des processus environnementaux sous l'effet du changement climatique, ou indirectement à d'autres influences, telles que les interactions au niveau de la communauté avec d'autres taxa. Quoi qu'il en soit, la possibilité à s'adapter aux changements prédits du climat varie entre les espèces et entre les habitats et il y a des « gagnants » et des « perdants » dans ces deux domaines.

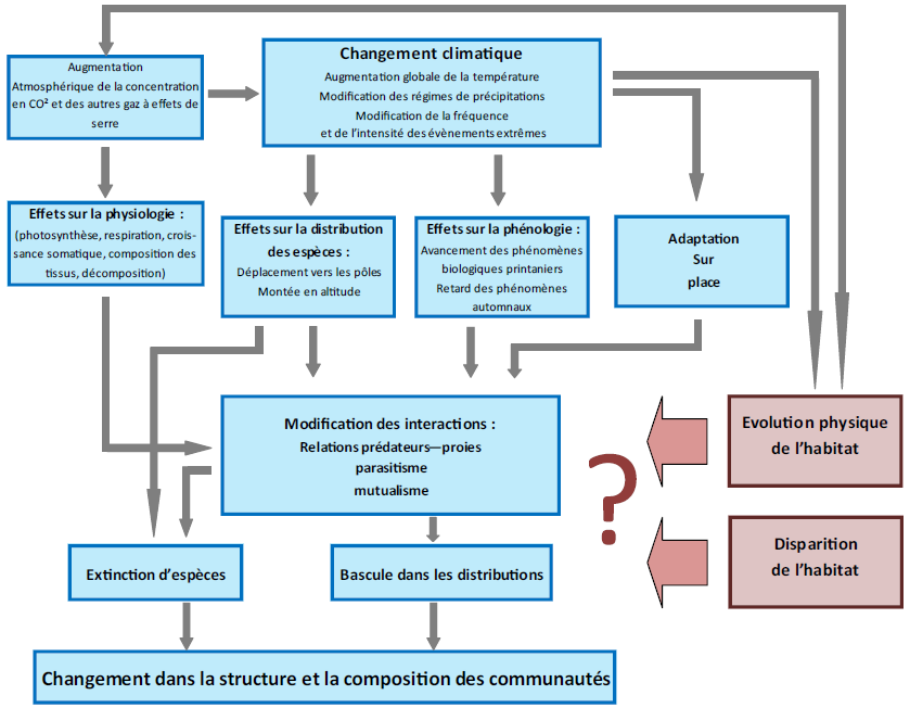


Figure 23 : Exemple de processus et d'interactions sur le vivant en conséquence du changement climatique. L'évolution physique de l'habitat peut devenir déterminante en zone littorale à long terme, avec des répercussions possibles à l'échelle de l'ensemble d'une façade maritime pour certaines ressources exploitées (Adapté d'après Hughes, 2000).

Deux types d'approche ont vu le jour pour comprendre, voire anticiper, les effets du changement climatique. La première consiste à observer des objets plus ou moins complexes (depuis des espèces jusqu'à des écosystèmes) et à

analyser leur évolution au cours du temps. Il s'agit des chroniques d'observation. Ces jeux de données permettent d'identifier et de mettre en évidence certains mécanismes en cours, mais ne suffisent pas pour établir des projections autres que tendancielles.
La seconde consiste à modéliser l'évolution d'objets simples i) en déterminant, par exemple la gamme de tolérance d'une espèce à la variation de température, ii) en projetant celle-ci dans le futur et les nouvelles conditions de température auxquelles s'attendre à partir de scénarii validés, c'est-à-dire sous contrainte du changement climatique. Cette approche est en plein développement mais reste difficile à appliquer à des objets complexes tels que les écosystèmes. Dans les estuaires par exemple, le changement climatique n'est pas le seul à influencer l'évolution des habitats aquatiques, qui répondent aussi aux effets d'autres facteurs tels que la pollution, les activités de dragage, d'aquaculture, ou encore les aménagements.

- **Des évolutions en cours à l'échelle des bassins océaniques**

La richesse spécifique de l'ichtyofaune marine tend généralement à décroître au fur et à mesure que la latitude augmente vers les pôles (et que la température de l'eau diminue). Parmi les nombreux facteurs susceptibles d'influencer la réponse des poissons au changement climatique, leur physiologie thermique est de première importance puisque la vaste majorité des poissons marins est ectotherme, c'est-à-dire que la température de l'eau détermine directement leurs processus physiologiques vitaux (régulation acide-base, activité métabolique, croissance et maturation).
Dans la Mer du Nord (eaux tempérées), il s'est produit une augmentation de 1,6°C entre 1980 et 2005 (+ 1°C en Manche ouest). Au cours de cette période, on assiste à une augmentation de la richesse spécifique, qui se rapporte surtout à des petites espèces originaires de régions plus au sud. Les espèces qui font l'objet de changements de distribution spatiale ont un cycle de vie plus rapide et une taille plus grande que les espèces qui ne montrent pas de changement (Perry et al, 2005 ; Hiddink & ter Hofstede, 2008). L'assemblage des poissons démersaux (proches du fond) s'avère en outre avoir migré vers des fonds plus importants (au nord) avec une évolution de 3,6m par décade. En classant les espèces selon leur physiologie, leur écologie, leur biogéographie et leur sensibilité aux impacts humains (pêche), le déplacement vers le nord de la latitude moyenne concerne des espèces abondantes et répandues mais ayant une gamme de tolérance thermique relativement réduite alors que le déplacement vers le sud correspond à des espèces relativement petites, abondantes dans la partie méridionale, mais avec une limite située au nord (Dulvy et al, 2008).
Sur la base d'un jeu de données allant de 1911 à 2007 issues de captures de pêches en Manche- Ouest, Genner et al (2010) montrent que les petites espèces font l'objet de réponses rapides à l'environnement thermique, suggérant des traits d'histoire de vie qui prédisposent ces populations à une adaptation au changement climatique. En revanche, il n'en va pas de même pour les espèces de grande taille, faisant l'objet d'un déclin régulier en abondance et en taille, soulevant ainsi la question des effets induits par la pêche. Ces résultats soulignent l'importance de considérer et de bien connaître les traits d'histoire de vie des espèces lorsque l'on cherche à développer des indicateurs d'impacts du climat ou des activités humaines sur la faune marine. Dans la plupart des cas, on ne s'intéresse pourtant qu'aux espèces les plus fréquentes et/ou abondantes, ce qui montre la complexité de l'approche systémique alors qu'une large majorité des espèces, *a forciori* les plus petites et les plus rares (au moins 2/3 dans le cas de la Mer du Nord) restent par conséquent encore très mal connues.
A l'échelle de l'Océan Nord-Atlantique, les séries à long terme (i.e. ter Hofstede et al, 2010 ; Hermant et al, 2010) et les modèles (i.e. Lenoir et al, 2011 ; Heath et al, 2012) confirment globalement les déplacements vers le nord d'espèces.
Les résultats de modélisation prévoient à la fin du 21ème siècle qu'autour du Royaume Uni et de l'Irlande, la probabilité d'occurrence du chinchard (*Trachurus trachurus*) et de l'anchois (*Engraulis encrasilocus*) va augmenter au nord des eaux britanniques en comparaison avec les années 1960. En revanche, celles de la sole commune (*Solea solea*), du lieu jaune (*Pollachius pollachius*), de l'aiglefin (*Melanogrammus aeglefinus*) et du lieu noir (*Pollachius virens*) devraient diminuer au sud. On souligne néanmoins que les prévisions n'intègrent pas les déplacements vers des eaux plus profondes des assemblages démersaux, ni l'intensité de la pêche, les effets induits sur les chaînes alimentaires ou encore le rôle de l'acidification (voir Vézina & Hoegh-Gulberg, 2008) dans les futures distributions. Ils laissent cependant présager d'ores et déjà que certaines espèces pourraient ne pas être capables de suivre leur « enveloppe climatique » et que le changement climatique pourrait vraisemblablement avoir une influence majeure sur la distribution des espèces au cours du 21ème siècle, avec localement des changements importants des espèces dominantes.

- **Tendances d'évolution dans les estuaires**

En se basant sur une sélection d'espèces connues pour leur usage des estuaires afin d'accomplir leur cycle de vie (Nicolas et al, 2011) les informations d'une cinquantaine d'estuaires répartis depuis la côte sud du Portugal jusqu'au nord de l'écosse ont été rassemblées afin d'entreprendre une comparaison de la répartition latitudinale des espèces entre les données bibliographiques anciennes (années 1970) et les récents jeux de données acquis à l'échelon européen dans le cadre de la DCEE.

Parmi les 15 espèces étudiées, 11 d'entre elles font l'objet d'une différence positive entre leur latitude moyenne récente et leur latitude moyenne « ancienne », suggérant un déplacement vers le nord des populations (bar, athérine, grondin perlon notamment). Ce phénomène s'accompagne d'un déplacement dans les zones tempérées d'espèces subtropicales, renforçant ainsi l'idée que de nombreuses espèces associées aux estuaires aient effectué de tels déplacements vers le nord en lien probable avec le réchauffement de l'eau. Au sud de l'Europe en effet, les eaux estuariennes font l'objet de variations de température très importantes (entre 5 et 35°C), pouvant correspondre aux limites thermales de certaines espèces (Madeira et al, 2012).

Les séries à long terme qui existent dans certains estuaires (i.e. Gironde en France, Canal de Bristol en Angleterre) permettent de dégager des tendances d'évolution en lien avec celui de l'environnement hydrologique.

Dans le Canal de Bristol (Henderson et al, 2011), la température de l'eau ne fait pas l'objet d'évolution significative tandis que l'on observe une relative stabilité de la richesse taxinomique globale de l'ichtyofaune et de la carcinofaune(crustacés, ..). En revanche, on constate des augmentations ou des diminutions exponentielles d'abondance spécifiques qui peuvent être à relier à l'indice NAO (North Atlantic Oscillation), à la température et à la salinité. Les évolutions d'abondance s'accompagnent, pour certaines espèces, d'une évolution significative de la taille moyenne des individus de la même classe d'âge, les valeurs les plus élevées étant reliées aux années d'indice NAO positif (Henderson et Seaby, 2005).

Dans l'estuaire de la Gironde une augmentation significative de la température de l'eau et de la salinité a été identifiée entre 1991 et 2009 (Pasquaud et al, 2012). Parmi les poissons marins qui pénètrent dans cet estuaire, la sole commune, le merlan, le maigre, le bar, le sprat et l'anchois sont les plus abondantes. Elles font toutes l'objet d'une augmentation d'abondance au cours de cette période, alors que les changements de température et l'intrusion marine contribuent à expliquer la variabilité de présence /absence et de densités de la plupart d'entre elles (modèles additifs globaux).

En s'intéressant seulement à quelques poissons plats, d'autres études (Désaunay et al., 2006) montrent que les tendances d'évolution temporelle d'abondance observées au niveau de sites de nourricerie peuvent être très concordantes avec celles constatées à une échelle beaucoup plus vaste dans le Golfe de Gascogne.

L'influence de la pluviométrie et du débit fluvial au niveau des estuaires est également susceptible d'avoir un effet sur les abondances de juvéniles. Les années pluvieuses favoriseraient les poissons marins dépendants des estuaires tels que le bar (Vinagre et al, 2009 ; Nyitrai et al, 2012 ; Duhamel et al, 2012) tandis que les années sèches verraient une prédominance des poissons résidents (Nyitrai et al, 2012) mais des niveaux moindres d'abondance globale (Duhamel et al, 2012).

Sans chercher à être exhaustif sur l'état des connaissances actuelles, il semble intéressant d'évoquer à partir d'un exemple, celui du flet, la complexité des processus en jeu, du fait notamment de l'emboitement des échelles spatiales et temporelles au sein desquels les processus se déroulent.

Les larves issues des pontes en mer migrent alors passivement vers les nourriceries littorales et les estuaires. Dans ce type de système, la variabilité des pics de colonisation et les abondances numériques des jeunes flets peut être en lien (négativement corrélé) avec celle de la température de l'eau au cours des 12 mois précédents, c'est-à-dire au moment de la maturation des gonades des adultes, lors de la ponte, et des migrations larvaires (Vinagre et al, 2009).

Sims et al (2004) montrent en effet que, pour la même espèce les hivers froids semblent être favorables à une meilleure synchronisation de la migration de reproduction des adultes, qui a lieu plus tôt si les écarts de température sont accrus entre les petits fonds estuariens et les eaux du large, c'est-à-dire pour des périodes correspondant à des phases négatives de la NAO.

- **Effets sur les poissons migrateurs**

Les connaissances acquises à une vaste échelle géographique fournissent des éléments de contexte qui aident à mieux comprendre pourquoi localement on risque de voir la fréquence d'une espèce augmenter ou au contraire diminuer, voire disparaître à terme.

S'agissant des poissons diadromes (voir définition ci dessous), les résultats de modélisation mettent en évidence qu'au cours du 21ème siècle, la moitié des espèces observées en Europe, Afrique du Nord et Moyen Orient - c'est-à-dire 14 parmi les 28 recensées - vont subir une réduction plus ou moins marquée de leur aire de répartition sous l'effet de l'augmentation de la température et/ou de l'évolution attendue des précipitations.

Parmi cette catégorie, on identifie la truite (*Salmo trutta*), le saumon (*Salmo salar*), la lamproie marine (*Petromyzon marinus*), la lamproie de rivière (*Lampetra fluviatilis*), le flet (*Platichthys flesus*) et la grande alose (*Alosa alosa*).
Le nombre d'espèces qui au contraire pourraient voire s'étendre leur distribution spatiale est très réduit, il s'agit surtout de l'alose feinte (*Alosa fallax*) et de l'anguille (*Anguilla anguilla*) que l'on pourrait voir apparaître plus au nord et/ou à l'est comparativement à leur distribution du début des années 1900. L'évolution de l'anguille reste cependant tout à fait hypothétique du fait du déclin de 90% dans le recrutement de l'espèce à travers l'ensemble de l'Europe constaté depuis le début des années 1980.

Des travaux ont cependant été entrepris à l'échelle plus réduite d'un bassin versant (i.e. la Seine), dans le but d'identifier quelles pourraient être les espèces « emblématiques » de la reconquête de ce fleuve fortement anthropisé (Rochard et al., 2006). Les résultats corroborent globalement ceux des modèles intégrant des grandes régions biogéographiques. Les espèces actuellement absentes de la Seine (*S. alpinus, V. vimba et C. oxyrinchus*) n'apparaîtront pas avec l'élévation de la température (Figure 24). La probabilité de présence reste stable pour les aloses mais elle diminue pour les salmonidés et les lamproies. On remarque que des petits migrateurs tels que l'éperlan, qui ont quasiment disparu en limite sud de leur aire de répartition (Pronier & Rochard, 1998) verront leur niveau de fréquence baisser significativement dans le nord de la France où ils sont même amenés à disparaître à terme.

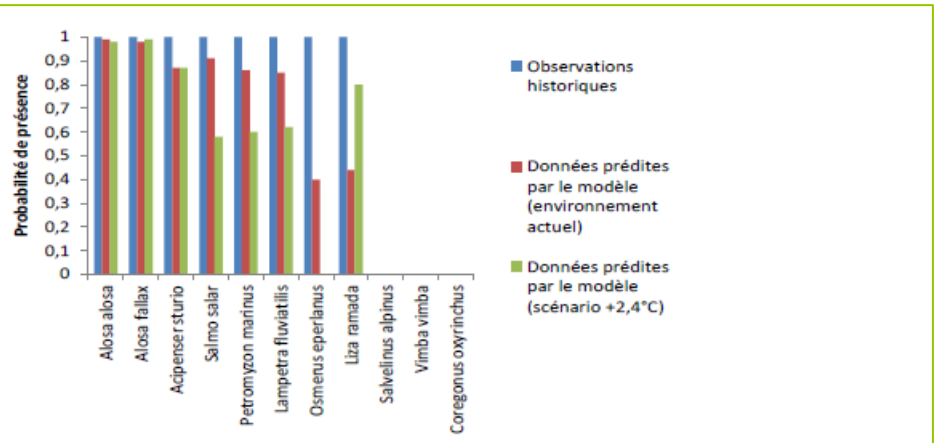


Figure 24 : Présence historique et probabilité de présence de 11 espèces de poissons migrateurs dans le bassin versant de la Seine i) dans les conditions de température actuelle, ii) selon un scénario de réchauffement climatique. (d'après Rochard et al, 2007).

1.3.2 Le changement climatique sur les habitats des estuaires.

Les estuaires, outre le fait de constituer des exutoires des eaux fluviales en mer, comportent des mosaïques d'habitats particuliers que l'on ne trouve pas ailleurs en raison notamment de la variabilité des conditions hydrologiques.
Les conclusions des groupes de travail du GIEC (IPCC WGII AR5, 2013), mentionnent les nombreux domaines dans lesquels le changement climatique aura des conséquences. Les changements du niveau de la mer et de l'hydrologie pourraient affecter la redistribution des sédiments, la répartition des habitats dans les estuaires, la salinité, l'amplitude de marnage et les périodes de submersion. Alors que le constat actuel est sans appel en ce qui concerne la perte d'habitats estuariens aquatiques (voir partie 1), la montée du niveau de la mer génère un phénomène que l'on nomme le « coastal squeeze » (ou estuarine-squeeze). Il se produit lorsque le niveau de l'eau augmente et vient à terme buter au pied des aménagements humains anciens ou récents (endiguements). L'espace qui est concerné comporte des habitats tendant à être submergés alors qu'ils ne l'étaient pas auparavant, souvent occupés par du schorre (Figure 25).

La projection que l'on peut établir, avec une montée comprise entre 0,5 et 1,5m à l'horizon 2100 n'est toutefois pas quantifiable en termes de surface et de changement/évolution précise des habitats. En revanche, il est évident qu'en maintenant, voire en renforçant les digues dans leur position actuelle (scénario du « tenir la ligne »), certains habitats vont se développer au détriment d'autres, traduisant ainsi concrètement comment les supports de vie amenés eux-mêmes à évoluer, risquent d'engendrer d'importantes conséquences sur les espèces.

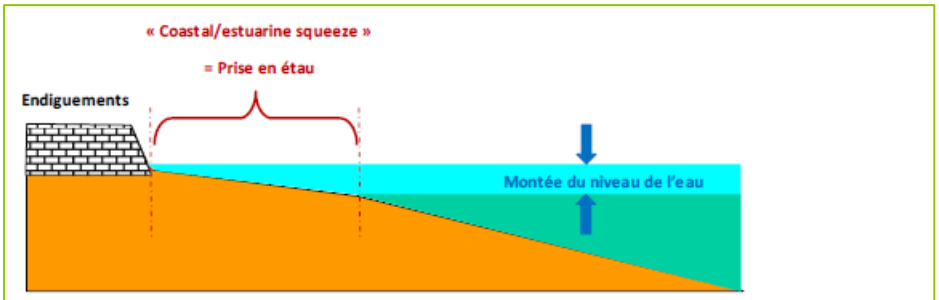


Figure 25 : Schéma de la prise en étau d'espaces littoraux et estuariens dans le contexte de changement climatique.

Bien que le changement climatique semble favoriser la fonction de nourricerie de certains grands estuaires pour certaines guildes (Pasquaud et al, 2012), d'autres facteurs, qui s'exercent à une échelle plus vaste (au niveau de la communauté et de l'écosystème) peuvent néanmoins en altérer leur structure et leur fonctionnement.
De fait, la communauté scientifique mentionne d'ores et déjà les changements à venir de salinité, de production primaire, de biodiversité, les effets à envisager également sur les pêcheries, l'aquaculture en lien notamment avec l'évolution des apports d'eau douce, leur diminution et les effets associés sur la balance précipitations-évaporation.
Les effets sur les apports d'eau douce et le réchauffement peuvent conduire à une stratification accrue sur le plan thermique et/ou halin dans les estuaires. Cela engendre des conséquences sur les processus biogéochimiques, les patrons de distribution des organismes vivants et dans certains cas sur la fréquence et la durée des périodes d'hypoxie.
Les événements ponctuels (mais à fréquence et intensité accrue) de vents forts et de sécheresse pourraient cependant contribuer à réduire la stratification des masses d'eau estuariennes et la baisse de concentration d'oxygène.
Les changements, en ce qui concerne les événements de tempêtes, peuvent influer sur l'équilibre dépôt-érosion du sédiment, la structure et le fonctionnement des communautés biologiques via le transport de ces communautés et/ou de leurs ressources et l'évolution de l'environnement subaquatique.

Finalement les changements prévisibles du climat liés aux « drivers » tels que le réchauffement, les tempêtes, le niveau de la mer et les apports d'eau douce vont interagir avec les « drivers » humains (i.e. eutrophisation, barrages, endiguements) et auront des conséquences sur le fonctionnement de l'écosystème et les services rendus par les estuaires.

Zoom sur les prés salés

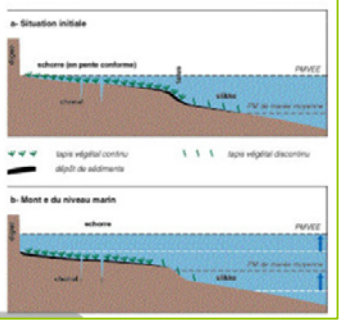
Face aux changements globaux qui risquent d'impacter le fonctionnement des écosystèmes estuariens et la distribution spatiale des espèces et des habitats au sein de ces écosystèmes, les prés salés constituent des milieux sentinelles, dans la mesure où ils seront parmi les premiers à être impactés.
Le premier de ces changements menaçant les prés salés est l'élévation du niveau de la mer, qui est susceptible de modifier l'équilibre accrétion – érosion et d'induire un recul progressif des ceintures de végétation et des habitats vers l'intérieur des terres, voire, si cette migration est empêché par la présence de barrières physiques (digues par exemple), le risque est grand de voir ces milieux se dégrader, voire disparaître.
Par ailleurs, l'augmentation des événements climatiques extrêmes induira des temps de récupération de plus en plus courts pour les milieux avec des effets potentiellement importants. En revanche, les effets de l'augmentation des températures et des précipitations seraient plus limités sur ce type de végétation.
Dans ce contexte changeant se pose la question de la mise en place de mesures de gestion adaptées. Dans ces milieux dont la richesse et la dynamique sont essentiellement liées à des processus non pilotés localement par l'Homme (gradients physico-chimiques, influences extérieures, variabilité temporelle), la non-intervention est généralement recommandée (Cahiers d'Habitats Natura 2000). Néanmoins, des mesures de gestion sont parfois

nécessaires, et les prises de décision devront, dans la mesure du possible, prendre en compte le contexte écologique (les processus) et sociétal (les usages) du site.

Prévisions d'élévation du niveau de la mer

Conséquences sur les prés salés :

- Modification des régimes d'accrétion – érosion
  - Accélération de l'érosion vers la mer (bordure des prés salés)
  - Augmentation potentielle de l'accrétion aux plus hauts niveaux
- Recul progressif des ceintures de végétations
- Si le recul n'est pas possible (digues) : risque de disparition



Source : F. Verger, Futurascience (06/09/2002)
http://www.futura-sciences.com

En conséquence, indépendamment du succès ou de l'échec des programmes engagés pour enrayer le changement climatique, des évolutions majeures peuvent être raisonnablement attendues dans les communautés de poissons au cours des 50 prochaines années, suggérant un besoin accru de mettre en place des stratégies de gestion adaptées telles que par exemple, la réouverture de certains sites pour compenser la perte de zones intertidales sur d'autres.
En règle générale, les expériences de réouverture à la mer témoignent d'une rapide recolonisation par le necton. Elles soulignent cependant l'importance de l'hydrodynamisme des chenaux de marées pour assurer la pérennité de leur fonctionnement écologique en lien avec l'ensemble du système.
En France, il subsiste des lacunes importantes concernant l'intégration à part entière des estuaires dans la gestion du trait de côte, tant du point de vue des habitats particuliers qui les composent, que des cortèges d'espèces associées et des services rendus.

En Angleterre, la notion de gestion globale et durable du trait de côte a été particulièrement bien développée, intégrant en amont le maximum de variables à considérer mais aussi un pragmatisme sur les défis à relever (le littoral britannique est particulièrement vulnérable à la montée du niveau de la mer), tout autant que sur les verrous du succès, notamment celui de la communication avec le public. La notion d'estuaire s'y trouve visiblement nettement mieux intégrée au sein de la culture des organismes décideurs, et ce, depuis de nombreuses années.

1.3.3 Effets du changement global sur les limicoles côtiers

L'élévation de la température et du niveau de la mer sont susceptibles d'entrainer une disparition des habitats exploités par les limicoles. Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007) prédit une perte d'environ 30% des zones humides côtières de la planète, qui selon Galbraith et al. (2002), peut se traduire, pour l'espace intertidal, par une diminution comprise entre 20 à 70% des surfaces actuelles.
Ainsi la distribution de ces oiseaux pourrait être largement modifiée, comme cela a été observé sur les côtes non-estuariennes de Grande Bretagne.
Les limicoles côtiers, par leur large distribution, leur forte capacité de déplacement, leur écologie particulièrement dépendante des écosystèmes littoraux et leur positionnement en haut des chaînes trophiques (prédateurs supérieurs), sont considérés comme sentinelles des changements environnementaux dont les effets peuvent modifier l'abondance de leurs effectifs, leur distribution et la composition de leurs communautés. Le suivi de ces paramètres est apparu indispensable pour mettre en place des mesures de conservation efficaces et des outils de veille se sont alors développés pour permettre de collecter ces données à long terme.
Selon l'origine géographique des populations ou sous-populations des différentes espèces étudiées, les effets du changement global peuvent être très variables. Ainsi l'approche de la communauté dans son ensemble permet d'approcher le phénomène dans sa globalité.

Les effets du changement global, en se surajoutant aux évolutions communément observées, vont très probablement bouleverser la biodiversité présente et modifier la capacité d'accueil des écosystèmes littoraux pour un grand nombre d'organismes et notamment pour les limicoles côtiers. Mais les conséquences du changement global peuvent être multiples et extrêmement complexes. Elles s'envisagent selon un large gradient à la fois spatial et temporel. Ainsi, pour l'avifaune migratrice, ces conséquences pourraient par exemple provoquer un déplacement non négligeable des espaces vitaux de certaines espèces, notamment chez les limicoles côtiers. Ce glissement des aires de répartition n'est appréhendable qu'à l'échelle des voies de migration.

Mieux connaitre l'état actuel des estuaires en France

A l'échelon national, l'une des premières questions que l'on peut se poser est de connaître précisément l'état de conservation des estuaires et de leurs habitats. Ce qui signifie que l'on peut également se poser cette question à l'échelle d'une façade maritime ou d'une région.

Il existe de multiples sources documentaires établissant des descriptions et analyses inter-estuaires (scientifiques notamment ; i.e. Auger et Verrel, 1997 ; Dauvin, 2006), mais il est plus rare de trouver des informations détaillées sur l'état actuel de leurs habitats naturels (Davidson et al, 1991) et encore moins basées sur des suivi d'indicateurs. A titre d'exemple, il n'existe pas en France de document « officiel » établissant des bilans quantifiés sur l'évolution des habitats intertidaux dans les estuaires. On peut donc se demander si l'avenir des estuaires et de leurs fonctionnalités écologiques, en lien avec le changement climatique, s'y trouve véritablement identifié en tant que sujet de réflexion.

En 2009, un rapport du Muséum National d'Histoire Naturelle (Bensettiti & Trouvilliez, 2009) rapporte l'état de conservation des habitats et des espèces en rapport avec la Directive Habitats. Force est de constater que le mot « estuaire » n'y apparaît pas en tant que tel : « … Les habitats littoraux, marins et côtiers sont eux en très grandes majorités en état de conservation mauvais ou inadéquat dus essentiellement à des régressions d'aires de répartition et aussi aux diminutions de surfaces et de la dégradation de leur fonctionnement sur les deux façades atlantique et méditerranéenne. Les fortes pressions touristiques et l'urbanisation sont les principales causes de menaces tant au niveau national qu'européen ».

S Duhamel CSLN

2 Seconde partie : Restitution des principaux résultats du programme Licco 2011-2014

A retenir :

Après une présentation sommaire des 4 sites estuariens, retenus pour la présente synthèse, la **première partie** de ce chapitre passe en revue les principaux résultats des expertises naturalistes menées dans le programme licco .

La **seconde** est une projection à moyen et long terme sur les principaux enjeux et risques à l'échelle de chaque site Licco, face aux effets du changement climatique, notamment sur les habitats intertidaux et les populations de limicoles.

Les 3 sites estuariens de la baie des Veys, de la Sienne et de l'Orne ont fait l'objet de l'étude des habitats benthiques intertidaux (sédiment et faune associée), de la végétation intertidale (pré-salé) et de la végétation littorale (en arrière du trait de côte).

Les résultats produits par LiCCo démontrent l'intérêt du suivi à long terme, comme on peut le voir avec le site de la **baie des Veys**, le site le plus étudié et depuis le plus longtemps.

Après les pertes antérieures importantes dues à la poldérisation, la dynamique sédimentaire a permis depuis 1970 la création de nouveaux prés salés devant les digues dans les secteurs en accrétion.

A l'intérieur des polders, la minéralisation de la vase a entraîné un tassement du sol et un abaissement du niveau général qui se retrouve de ce fait sous le niveau moyen de la mer.

La baie des Veys présente une gamme d'habitats diversifiés, où dominent nettement les habitats des sables fins plus ou moins envasés.

Ce site est le seul à présenter des herbiers de zostères naines, seul habitat protégé observé pendant cette étude. La surface de ces herbiers tend à diminuer depuis 2008. Il en est de même pour les habitats situés entre les prés-salés et les chenaux qui ont tendance de plus à s'ensabler, au détriment des zones vaseuses, principalement répartis dans les parties les plus reculées de la baie.

L'estuaire de l'Orne est le plus petit des sites estuariens de Basse-Normandie étudiés dans le programme LiCCo. Il est aussi celui qui a été le plus impacté par l'Homme, notamment en rive gauche la plus urbanisée et la plus aménagée (port, canal, ..). Sur une surface relativement réduite, il présente néanmoins autant d'habitats que la baie des Veys, mais leur gamme de diversité est supérieure. En particulier les substrats vaseux y sont plus présents.

Le **havre de la Sienne**, caractéristique des havres de la côte ouest du Cotentin, est celui qui présente le plus faible nombre d'habitats identifiés. Le sédiment est apporté dans l'estuaire par la dérive littorale. Il est très majoritairement sableux et le nombre d'espèces associées est très faible à l'intérieur du havre comme à l'extérieur. Les prés-salés occupent la majeure partie de l'intérieur de l'estuaire avec la zone de divagation du chenal de la Sienne.

A l'extérieur du havre, l'activité conchylicole s'est bien développée, sans montrer de relation particulière avec les habitats locaux. Les infrastructures présentes ne semblent pas contribuer à envaser significativement le substrat.

Concernant les **poissons**, le programme LiCCo a permis de compléter le protocole « DCEE - poissons » des masses d'eau de transition , qui ne porte que sur les chenaux principaux. Ont ainsi été réalisées des investigation sur l'Orne et la baie des Veys au niveau des zones intertidales latérales correspondant au réseau de chenaux transverses qui pénètre dans le schorre , dits des filandres .

L'intérêt de ce réseau en tant qu'habitat favorable au necton est notable puisqu'ils peuvent être considérés comme des sites de nourricerie, y compris pour des espèces à haute valeur marchande comme le bar. Les résultats obtenus révèlent en effet qu'une large majorité des espèces qui colonisent ces types d'habitats le font pour des stades juvéniles de développement, la colonisation des filandres participant à leur croissance au cours de leur première année de vie et parfois aussi la seconde.

Les habitats aquatiques de la basse vallée de la Saâne sont très différents des deux sites LiCCo Bas-

Normands. La fermeture à la mer par les aménagements y engendre une modification profonde qui se traduit par la disparition des surfaces intertidales, auquel s'ajoute un cloisonnement latéral systématique.

Quant aux profils des sites pour les **limicoles côtiers**, la méthode développée pour les établir a consisté à croiser les résultats des suivis sur les habitats benthiques, ceux sur les effectifs d'oiseaux et les données sur la bathymétrie.
L'étude de la surface émergée en fonction des marées a été effectuée pour la période d'abondance maximale des limicoles côtiers qui s'y alimentent, soit en janvier.
Cette caractérisation des communautés permettra d'apprécier des tendances d'évolution à rapprocher localement d'éventuelles modifications d'ordre fonctionnel. Elle contribuera à mesurer dans le temps, les effets du changement climatique sur la composition spécifique des peuplements. La caractérisation des principaux reposoirs a également été effectuée.

Enfin, a été aussi appliqué une méthodologie de calcul des surfaces intertidales potentiellement exploitables pour les limicoles en alimentation.

Les résultats sont les suivants :

- Effectif total des limicoles côtiers (janvier 2012) : 22 264 oiseaux en baie des Veys, 2 898 dans l'estuaire de l'Orne et 4 575 dans le havre de la Sienne.
- Surface théorique exploitable en janvier 2012 : 948 ha en baie des Veys (213 dans l'estuaire de l'Orne et 463 dans le havre de la Sienne).
- Densité théorique : 23 ind./ha en baie des Veys (18 ind./ha dans l'estuaire de l'Orne et 14 dans le havre de la Sienne).
- Les habitats les plus intéressants : les plus envasés

En ce qui concerne les **effets du changement climatique**, l'objectif était d'évaluer l'importance des changements occasionnés pour les espèces et leur distribution. Le programme licco s'est donc surtout attaché à appréhender l'évolution des temps d'émersion des habitats, en fonction des marées, sachant que les espèces se positionnent sur l'estran notamment en fonction du temps qu'elles peuvent supporter.

Dans la baie des Veys, il existe aujourd'hui un phénomène d'accrétion du substrat. De ce fait, les conséquences de la hausse du niveau moyen de la mer dépendront fortement de la vitesse relative de cette hausse par rapport à la vitesse d'accrétion dans la baie.
Si la topographie du site n'évolue pas alors que le niveau de la mer augmente, on aura un recul des végétations de prés salés vers la côte. Le trait de côte étant artificiellement fixé par les digues, les végétations du haut schorre vont se voir piégées et leur surface diminuer de façon conséquente. Or, c'est dans le haut schorre que l'on trouve les cortèges floristiques les plus remarquables pour les prés salés.
Dans le cas où l'accrétion resterait plus importante que la hausse du niveau de la mer, on pourrait imaginer la continuité de la tendance actuelle de progression des végétations intertidales.
Au niveau des polders, il existe une zone potentielle de recolonisation du marais salé sur des habitats actuellement très artificialisés qui n'ont que peu de valeur en termes de biodiversité. Les conditions écologiques nécessaires à la mise en place d'un marais salé sont inhérentes au rythme de submersion par la mer. Ce sont des écosystèmes à forte résilience, capable de récupérer un développement et / ou un fonctionnement équilibré rapidement

Les résultats mettent donc surtout en évidence le rôle des digues dans un système en évolution. Elles empêchent la translation des habitats intertidaux vers le domaine continental, ce qui représente leur seule option de maintien *in situ*

Sur l'estuaire de l'Orne, la problématique est à peu près la même en rive droite, où les polders sont bien développés. Sinon, globalement , la tendance à la maritimisation est probable, du fait des contraintes anthropiques en rive gauche et en amont.

Le havre de la Sienne , comme les autres havres de la côte ouest du Cotentin, a une spécificité forte liée à l'environnement totalement meuble dans lequel ces estuaires sont installés. Cela leur confère de manière générale une forte variabilité géomorphologique notamment au niveau des flèches sableuses.
Les enjeux en termes d'impact du changement climatique dans ce contexte à la fois très mouvant et également fortement soumis à des contraintes anthropiques (pâturage mais également aménagements et travaux de défense contre la mer) sont difficiles à cerner.

2.1 Présentation du programme Licco

Le projet LICCO « Living with the Changing Coast ou littoral et changement côtier» est un programme interreg, qui associe des partenaires français et anglais. Il a été copiloté par l'Environment Agency et le Conservatoire du littoral et a bénéficié pour sa partie française d'un financement de l'agence de l'eau Seine Normandie, via le Syndicat Mixte du Littoral Normand (SMLN), émanation des 2 régions normandes.

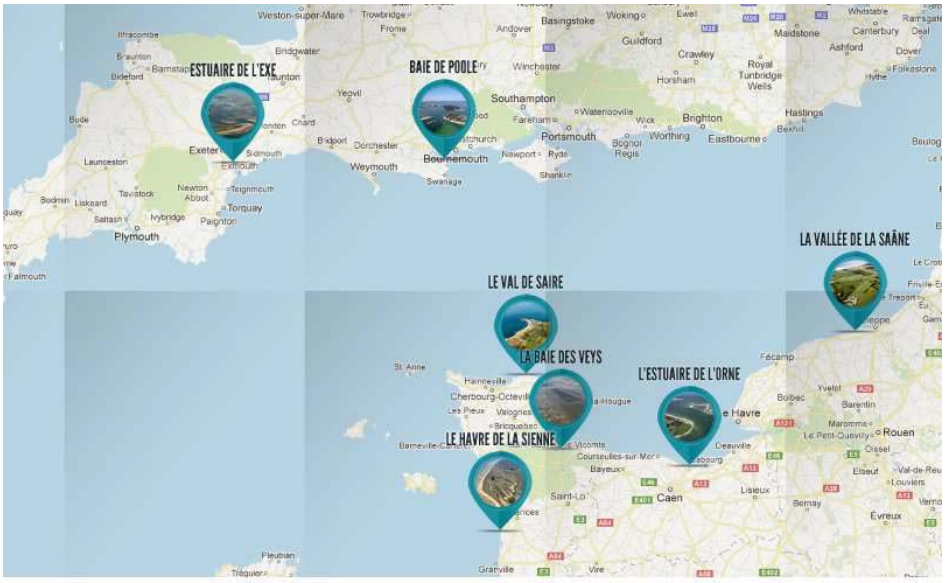
LICCO a pour principale ambition de sensibiliser les acteurs du littoral aux enjeux du changement global et favoriser l'intégration de ces problématiques dans les politiques publiques, suivant une approche intégrée associant les options possibles de défense ou d'adaptation à ce changement.

La plus-value attendue du partenariat franco – anglais vise en particulier :

- Le développement d'outils d'analyse et de **diagnostics** des sites et de leurs évolutions sous l'influence des phénomènes en jeu, ainsi que de **gestion prospective** du **trait de côte**
- Le développement de **méthodes et de pratiques de sensibilisation et d'appropriation des enjeux du changement global par les communautés côtières**

Le programme s'est déroulé sur 4 années de 2011 à 2014. Il concerne 5 sites du Conservatoire du Littoral situés sur le bassin Seine Normandie, choisis pour leur contexte et leurs enjeux bien différenciés : l'estuaire de la Saane en Haute Normandie et ceux du havre de la Sienne, du Val de Saire, de la baie des Veys et de l'estuaire de l'Orne en Basse Normandie.

Quant aux Anglais, ils ont travaillé sur 2 sites de leur littoral sud-ouest, l'estuaire de l'Exe et la baie de Poole.



Coté Français, le projet comprenait notamment :

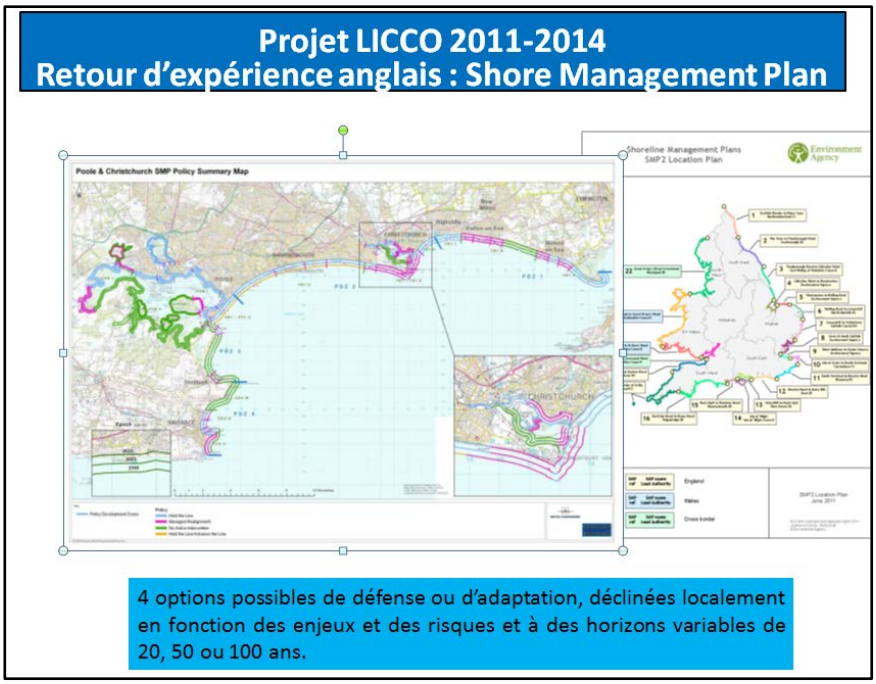
- **un état des lieux du trait de côte et de son évolution historique**,
- **des expertises naturalistes** (habitats, invertébrés benthiques, flore, poissons et avifaune) pour mieux caractériser chaque site et appréhender leur évolution, sous l'angle notamment des fonctionnalités écologiques (cf schéma ci-dessous).
- **et socio- économiques** pour bien appréhender les enjeux et le positionnement des acteurs locaux vis-à-vis des effets du changement climatique. Un profil socio-économique a été établi pour chacun des sites.
- **Un travail de projection** à moyen et long terme pour appréhender les effets du changement climatique sur le plan physique et écologique au niveau de chaque site, complété par une vision prospective, suivant différentes trajectoires d'évolution des activités humaines, croisées avec des scénarios contrastés d'adaptation.

- La production de **documents de synthèse**, issus de l'assemblage des travaux précédents.
- **sensibilisation et gouvernance** : une des phases les plus importantes de ce programme a porté sur la sensibilisation locale des acteurs et des instances. Pour chaque site, 4 séries d'**ateliers locaux** ont permis d'associer les acteurs locaux, qui ont pu prendre connaissance et échanger sur les documents produits à chaque étape de la démarche. La dernière série d'ateliers de juin 2014 a consisté en un exercice participatif impliquant les acteurs locaux qui ont pu sur la base du travail prospectif indiqué ci-dessus, réfléchir à différentes options de gestion du trait de côte et des espaces et activités associés.
- outils de **communication** : construction d'argumentaire solide et de supports de communication sur le terrain visant une gestion globale et équilibrée des milieux aquatiques.

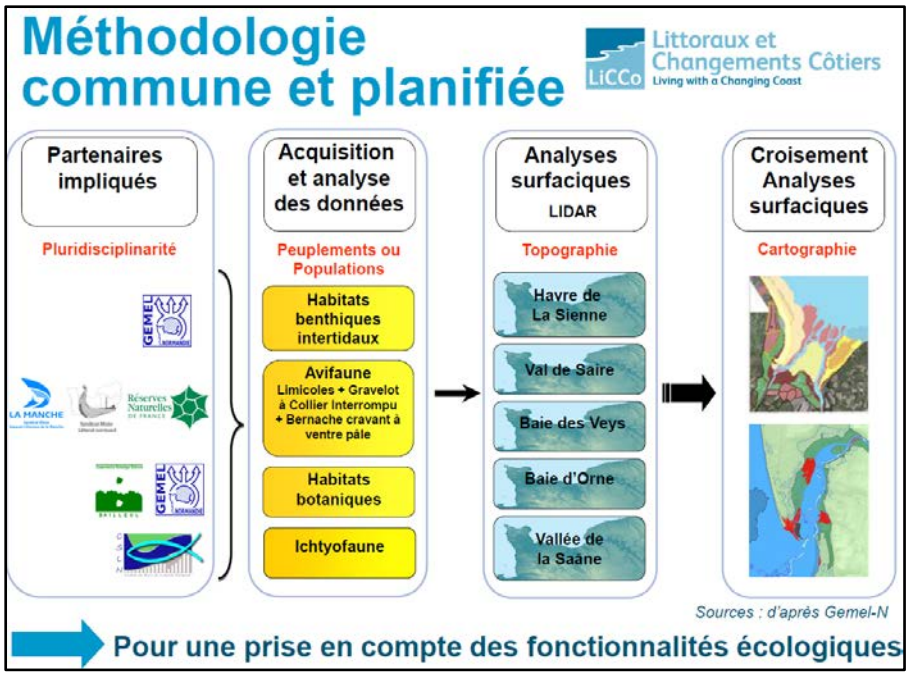
Le programme **coté Anglais** a porté essentiellement sur les 2 derniers points : la sensibilisation et la communication en direction du public.

Il faut souligner également les retours d'expérience importants des anglais en avance en termes de **planification** et sur le plan opérationnel (réalisation de replis stratégiques, submersion marine régulée,..), pour faire face aux problèmes de gestion du trait de côte, souvent d'une ampleur plus importante que chez nous. Concernant la planification, définition et mise en œuvre depuis 25 ans sur tout le littoral anglais et gallois d'une stratégie de gestion des risques d'inondation et d'érosion côtière, intégrant les effets à moyen et long terme du changement climatique.

Le Shore Management Plan (SMP), défini à l'échelle de chaque cellule côtière, prévoit 4 options possibles de défense ou d'adaptation, déclinées localement en fonction des enjeux et des risques et à des horizons variables de 20, 50 ou 100 ans.



Après une présentation sommaire des 4 sites estuariens, retenus pour la présente synthèse (hors Val de Saire, site exclusivement côtier), **la première partie de ce chapitre** passe en revue les principaux résultats des expertises naturalistes menées dans le programme licco. Le schéma ci-dessous indique les principales étapes et les thèmes d'investigation expertisé. Elle comprend également une analyse des principales fonctionnalités écosystémiques assurées par les habitats étudiés.



Dans la seconde partie de ce chapitre, est présenté le travail prospectif mené sur chaque site,

- d'une part pour appréhender les effets du changement climatique sur les différents compartiments de l'écosystème estuarien
- d'autre part pour imaginer les futurs possibles suivant différentes trajectoires d'évolution des activités humaines, croisées avec des scénarios contrastés d'adaptation.

2.2 Etat actuel des sites LICCO

2.2.1 Description des sites

La baie de l'Orne se localise sur le département du Calvados, à proximité de l'agglomération de Caen et de zones d'activité importantes. D'une superficie de 860 hectares, elle se caractérise par une sédimentation importante à l'origine de l'extension des secteurs dunaires, et par un fleuve, l'Orne qui est soumis à l'influence des marées et est en partie canalisé au sein de la vallée alluviale, bordée par un coteau calcaire.

L'estuaire est relativement peu touché par l'érosion. La dynamique hydrosédimentaire aurait tendance à lui faire gagner du terrain sur la mer, ce qui donne un sentiment de relative sécurité aux acteurs locaux par rapport aux risques venant de la mer et à ceux venant de l'Orne, sentiment renforcé par les aménagements.
Pourtant, en termes de risques « inondations-submersion », la vulnérabilité de certains secteurs, situés sous le niveau de la mer ou confrontés à des remontées de nappe est avéré, comme en témoigne la carte ci dessous.

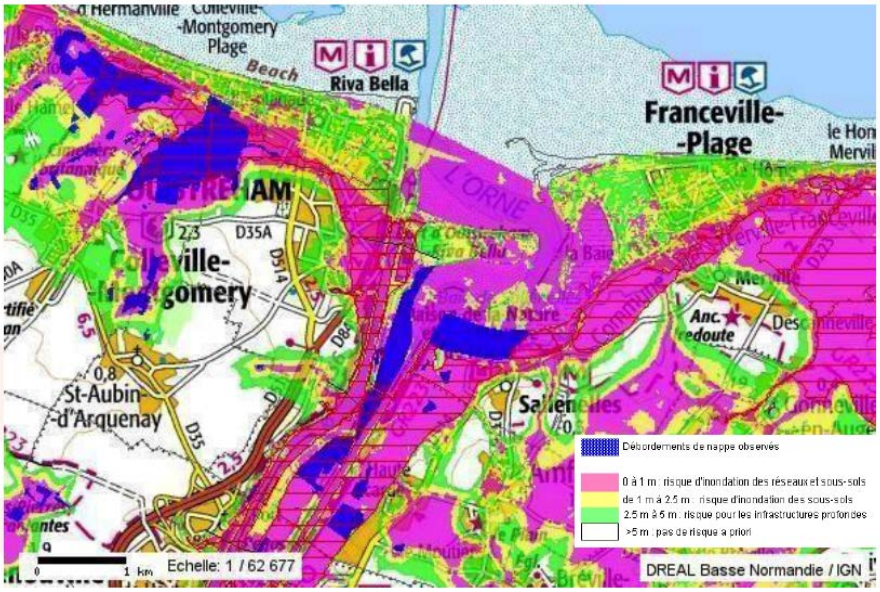
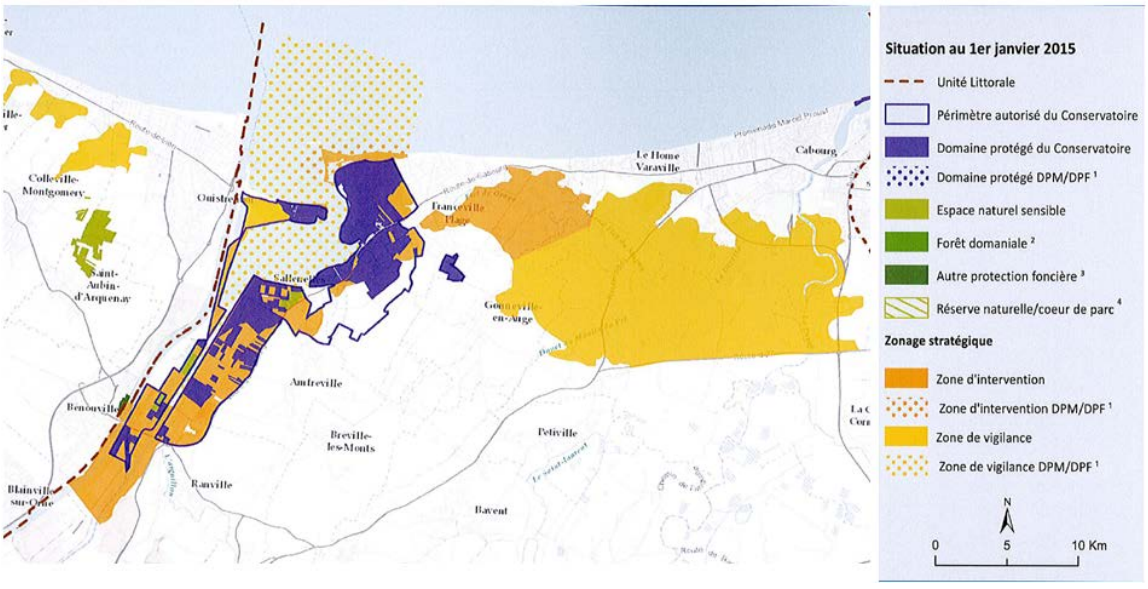


Figure : cartes de profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux - DREAL BN

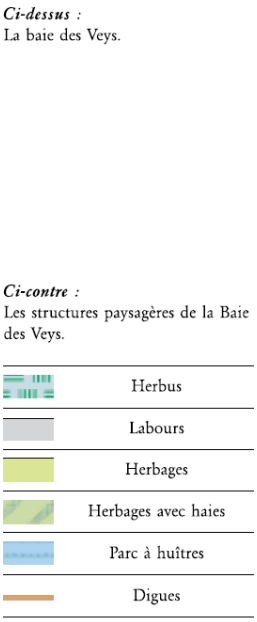
L'anthropisation du site est forte. L'activité portuaire est très présente avec le port de Caen Ouistreham qui a des projets d'extension destinés à augmenter la capacité d'accueil pour les car-ferries. Malgré ce développement, l'estuaire présente une haute valeur écologique et paysagère, notamment sur sa partie Est qui a été épargnée par l'urbanisation. L'estuaire est aussi un site fortement fréquenté (plus de 500 000 visiteurs/an) , du fait notamment de la proximité de l'agglomération caennaise et de zones balnéaires importantes de Ouistreham et de Merville-Franceville.
Les sites acquis par le Conservatoire du littoral, autour desquels s'est développé le programme licco, sont principalement localisés sur la rive droite et représentent une superficie importante, en lien avec les enjeux de protection environnementale existants. Sa stratégie pour 2050 vise à poursuivre ses acquisitions dans son périmètre autorisé actuel et à les étendre, d'une part plus en amont le long de l'Orne et du canal maritime, d'autre part vers l'Est à la jonction avec les marais de la Dives.

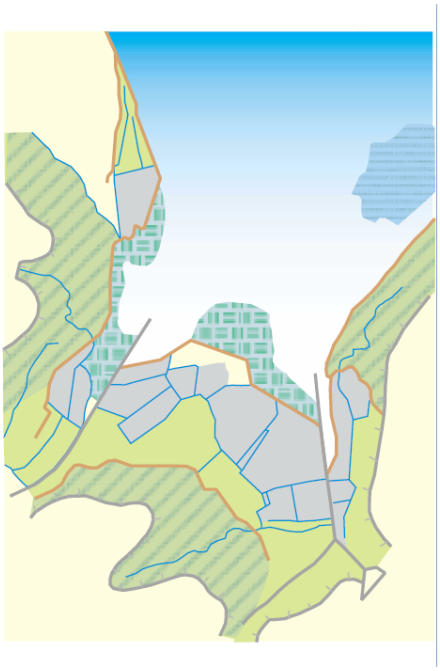


La baie des Veys se localise sur les départements de la Manche et du Calvados, à la jonction de la côte est du Cotentin et de celle du Bessin. Deuxième estuaire bas normand, elle s'ouvre vers le nord nord-est sur près de 8 kilomètres. Elle est soumise à un marnage de l'ordre de 7 mètres (régime macrotidal). D'une superficie intertidale d'environ 37 km2, la baie des Veys reçoit les eaux provenant d'une large zone humide où coulent pas moins de quatre fleuves drainant un bassin versant de 3 420 km2 (Verger, 2005). Les eaux de la Taute et de la Douve et celles de la Vire et de l'Aure arrivent respectivement en baie des Veys par le chenal de Carentan et celui d'Isigny.
En termes d'activités, c'est l'agriculture qui est dominante et occupe l'essentiel de ce territoire. L'activité plutôt extensive dans les marais est principalement tournée vers l'élevage bovin laitier. Des concentrations importantes d'animaux peuvent être observées en hiver et contribuées à la dégradation de certains habitats des marais. Des cultures se sont également développées dans les polders. Enfin, c'est un territoire relativement peu peuplée (51 hab/km2 en 2010) et peu urbanisé.

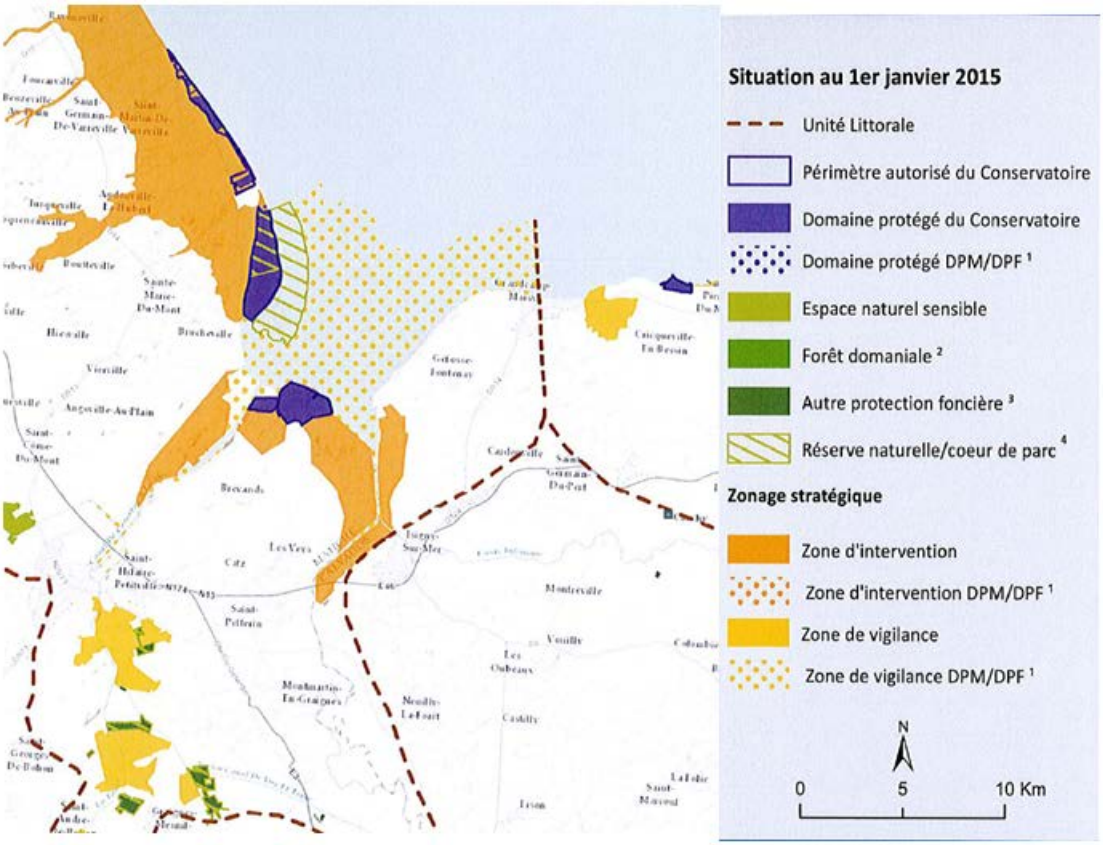
Ci-dessus :
La baie des Veys.

Ci-contre :
Les structures paysagères de la Baie des Veys.

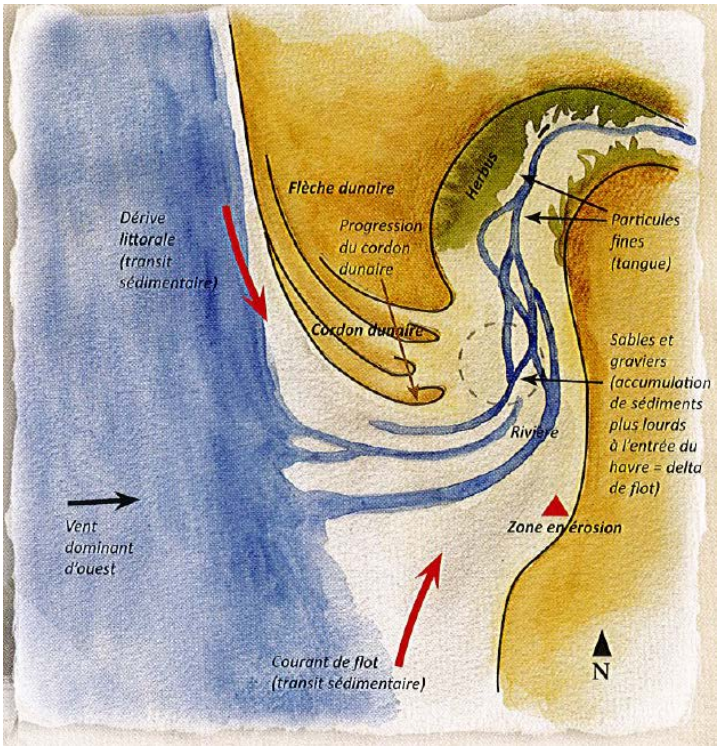




Les sites acquis par le Conservatoire du littoral, autour desquels s'est développé le programme licco, sont principalement localisés le long des zones dunaires de la côte Est du Cotentin et sur la pointe de Brevands. Ils représentent une superficie relativement modestes par rapport à la dimension de la baie et à l'importance des enjeux environnementaux existants. La stratégie du Conservatoire pour 2050 tend à renforcer sensiblement cette implantation, d'une part dans le prolongement des formations dunaires de la côte Est du Cotentin, d'autre part le long de la Vire et de la Douve.



Le havre de la Sienne se localise sur le département de la Manche, plus précisément sur le littoral ouest Cotentin, dans sa partie sud. Il est le plus important des 8 havres qui jalonnent et caractérisent la partie de la côte ouest du Cotentin, appelée « côte des havres », qui s'étend de la pointe du Roc à Granville au sud, jusqu'au cap de Carteret au nord .

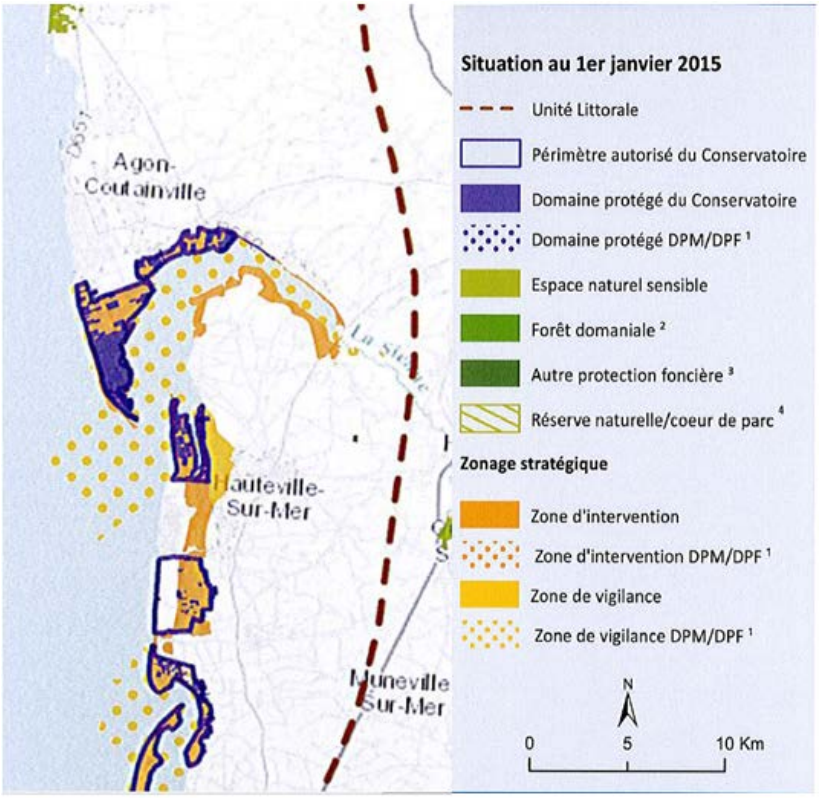


Ces havres sont associés à de vastes ensembles dunaires séparés par l'urbanisation qui s'est ponctuellement développé jusqu'au rivage. Le havre de la Sienne, dit aussi de Régneville, est une vaste échancrure de 5 à 6 kilomètres de profondeur, sa superficie est d'environ 18 km2.

Il est isolé de la mer par une importante flèche sableuse, orienté vers le sud : la pointe d'Agon, en arrière de laquelle se forment des marais maritimes ou pré salés. Cette configuration, unique en France, résultent de la confrontation des accumulations sédimentaires marines avec les déversements des eaux continentales.
La progression vers le Sud de la flèche sableuse sous l'effet des courants de marée conduit à un colmatage naturel et progressif des havres.

Les sites acquis par le Conservatoire du littoral, autour desquels s'est développé le programme licco, sont principalement localisés dans la partie Nord de l'estuaire (Ponte d'Agon, ..) et dans sa partie Sud, de part et d'autre du Passevin. Ils représentent une superficie importante par rapport à la dimension de la baie. La stratégie du Conservatoire pour 2050 tend à poursuivre ses

acquisitions dans son périmètre autorisé actuel et à les étendre, plus au sud du Passevin et sur la rive gauche à l'intérieur de l'estuaire.



La vallée de la Saâne est représentative des basses vallées du littoral du Pays de Caux : côte à falaises de craie, au pied desquelles se déroule un cordon de galets protecteur du pied de la falaise et des embouchures des cours d'eau côtiers, phénomènes de submersion marine et inondation présents.
La Saâne draine un bassin versant d'une surface de 299 km2 et a la particularité de ne plus être directement connectée à la mer. A partir du XVIIIème siècle, des aménagements vont en effet s'engager avec le développement du tourisme balnéaire.

Ils vont significativement limiter l'influence maritime avec la construction d'une digue route s'inscrivant en continuité du trait de côte et d'un exutoire très réduit (un épi-buse), isolant d'une part les terres en amont de l'influence maritime et empêchant d'autre part en aval la présence d'un écosystème estuarien et toutes les fonctionnalités écologiques associées (habitats et fonctionnalités originels absents ou extrêmement réduits).
La basse vallée est confrontée aux problématiques de gestion des inondations et de libre circulation des poissons. Les enjeux identifiés portent à la fois sur le suivi d'une salinisation de milieu d'eau douce (biodiversité) si des submersions par la mer devaient survenir, la fonctionnalité (espèces migratrices) et sur les usages (localisation d'un camping en zone à risque, chasse et voirie).

2.2.2 Profils des sites pour les habitats benthiques intertidaux

Le travail réalisé en 2013 durant le programme LiCCo a également permis d'établir l'état actuel en termes de diversité d'espèces et d'habitats pour les végétations intertidale et arrière-littorale, puis d'analyser leur évolution potentielle liée aux changements site par site..
Pour chaque site, les espèces patrimoniales rencontrées sont indiquées. Certaines d'entre elles, de par leurs caractéristiques écologiques spécifiques et leur répartition biogéographique peu étendues pourraient s'avérer être de bon indicateurs de changements globaux, comme l'augmentation des températures par exemple.

Les 3 sites estuariens de la baie des Veys, de la Sienne et de l'Orne ont fait l'objet de l'étude des habitats benthiques intertidaux (sédiment et faune associée), de la végétation intertidale (pré-salé) et de la végétation littorale (en arrière du trait de côte). L'étude de la surface émergée en fonction des marées a été effectuée pour la période d'abondance maximale des limicoles côtiers qui s'y alimentent. Les résultats produits dans le programme BRANCH sont également utilisés pour effectuer des comparaisons historiques et appréhender des tendances éventuellement détectables d'évolution du milieu.
Le traitement de l'ensemble de ces données stationnelles, complété par celui des orthophotographies aériennes effectués dans le présent programme a abouti à la cartographie des habitats.
Cette cartographie représente un état de référence (diagnostic). Elle constitue la première étape des travaux de comparaisons historiques et inter-sites ainsi que ceux d'évaluation des tendances évolutives des habitats.

Cette cartographie sert également à quantifier certaines fonctionnalités écologiques et à appréhender les interactions avec les activités socio-économiques locales qui sont associées aux habitats connus. Dans une étape ultérieure, des simulations de niveaux de marée sont ensuite appliquées aux cartographies d'habitats et confrontées à des *scenarii* d'élévation du niveau de la mer.
La méthode ainsi mise en place permet d'obtenir des résultats riches en informations sur l'évolution de la surface des sites étudiés. Elle ne tient pas compte des mouvements sédimentaires ni de l'altitude du substrat. En effet, après avoir tenté d'associer les habitats observés à des gammes d'altitude particulières, au moyen des données précises sur la topographie du substrat n'ont pas permis d'obtenir des résultats concluants. Il est vraisemblable que l'échelle de définition des habitats ne soit pas adaptée. Par exemple, au sein d'un herbier de zostères, la variabilité de l'altitude du substrat est très variable ainsi que la densité des plants. Il serait intéressant de tester la relation entre la densité de l'espèce et l'altitude dans un futur test. Actuellement nous avons testé uniquement la relation entre présence de l'espèce et l'altitude du substrat.
Les résultats produits par LiCCo démontrent l'intérêt du suivi à long terme, comme on peut le voir avec le site de la baie des Veys, le site le plus étudié et depuis la plus longue période. C'est pour ce site que les résultats sont les plus clairs. Les observations montrent des modifications fortes du milieu sur une période relativement courte et récente. Cette situation souligne que les changements sont en cours et pas seulement futurs.

Comparaisons inter-sites et principales conclusions sur l'évolution habitats benthiques intertidaux des trois sites

Le tableau 1 présente les surfaces et donc l'importance des habitats cartographiés des différents sites étudiés. Neufs habitats ont été identifiés. Leur définition selon la typologie EUNIS (niveaux 4, 5 et 6) est rappelée en annexe 1. D'autres habitats apparaissent en plus, dont la description est basée sur l'environnement physique du milieu.

Tableau 1: Surface des habitats (en m²) cartographiés en fonction des sites étudiés. Les habitats sont définis aux niveaux de précision 4, 5 et 6 de la typologie EUNIS.

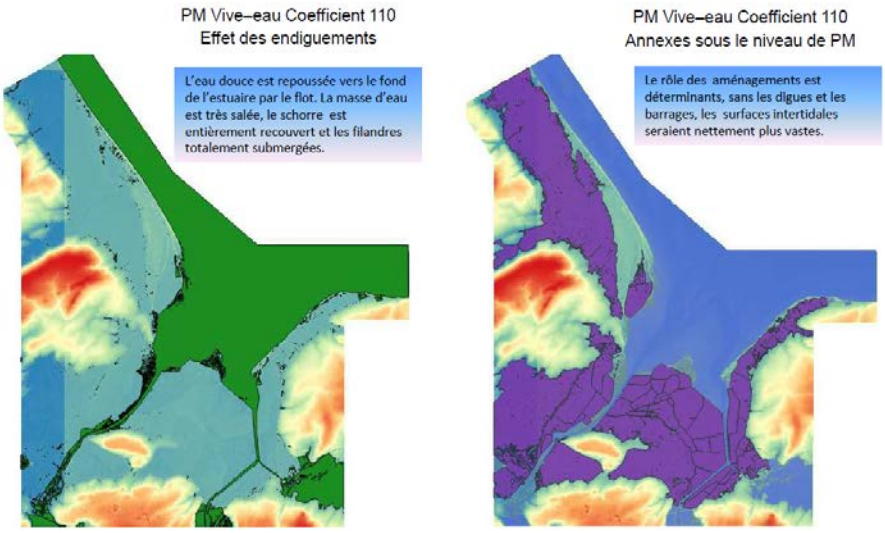
Havre de la Sienne		Baie des Veys		Baie d'Orne	
EUNIS MAX	**Surface en m²**	**EUNIS MAX**	**Surface en m²**	**EUNIS MAX**	**Surface en m²**
LS.LSa.St.Tal	312802,82	LS.LSa.St.Tal	322515,93	LS.LSa.St.Tal	492890,92
LS.LSa.MuSa.HedMacEte	414279,83	LS.LSa.MuSa.HedMacEte	2061959,74	LS.LSa.MuSa.HedMacEte	298753,07
LS.LSa.MoSa.BarSa	95226,32			LS.LSa.MoSa.BarSa	11679,43
LS.Lsa.FiSa.Po	13573533,49	LS.Lsa.FiSa.Po	8402447,79	LS.Lsa.FiSa.Po	1788749,77
LS.LSa.MoSa.Ol.VS	3809107,34				
LS.LSa.MuSa.BatCare	186238,99	LS.LSa.MuSa.BatCare	2157891,59		
		LS.LSa.FiSa.Po.Ncir	165725,64	LS.LSa.FiSa.Po.Ncir	135306,59
		LS.Lsa.FiSa.Po.SarmUpos	2310873,53		
		LS.LMu.MEst.HedMac	903741,83		
		LS.Lsa.Mosa	1393898,57		
		LS.LMp.LSgr.Znol	186894,87		
				LS.LMx.LMus.Myt	419399,61
				LS.Lsa.FiSa	459131,71
				LS.LMu.MEst.HedMacScr	99376,35
				LS.LSa.MuSa.CerPo	752939,71

Autre	Surface en m²	Autre	Surface en m²	Autre	Surface en m²
Zone divagation du chenal	6156382,13	Zone divagation du chenal	6123442,87	Zone divagation du chenal	206112,23
Platier rocheux	1219545,08				
Fond du havre	211599,69				
Pré-salé sans végétation	173479,07	Pré-salé sans végétation	341101,84	Pré-salé sans végétation	85558,93
				AZOIQUE	149458,46
				Moulière sur substrat dur	3618,24

2.2.2.1 Baie des Veys

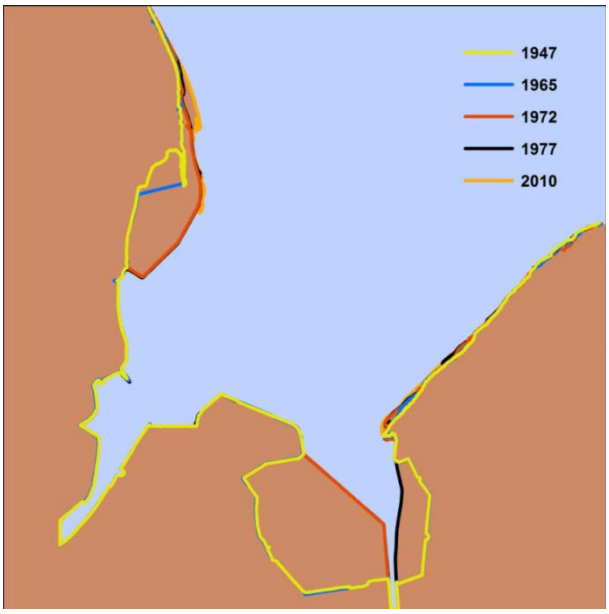
La zone de balancement des marées représente une surface d'une trentaine de kilomètres-carrés lors des périodes de plus forts coefficients, à marée basse. La baie s'ouvre vers le nord-est sur le milieu marin et la partie occidentale de la baie de Seine. Le marnage est de l'ordre de 7 m. Les habitats benthiques y sont étudiés depuis les années 1970 par Bernard Sylvand et le GEMEL-N. Dans cette baie très ouverte et peu profonde, la superficie des habitats soumis au va et vient des marées est très variable suivant leur niveau : vidange presque totale en basse mer, remplissage partiel en haute mer de mortes eaux et totale en vives eaux.

Les endigages successifs qui ont eu lieu jusqu'en 1970 et qui remontent pour certains au 18éme siècle ont modifié profondément les dynamiques hydrosédimentaires et la configuration du site, la superficie d'estran ayant été très fortement réduites, comme le montrent les zones potentiellement submersibles en vives eaux.



La surfaces d'estran a ainsi été amputée de prés de 600 ha entre 1947 et 2010 (soit moins 17% hors les pertes antérieures à 1947)

A chaque construction de digue et notamment lors des derniers endigages d'importantes surfaces de schorres et de slikkes ont été brutalement supprimées et remplacés par des milieux terrestres souvent fortement anthropisés (agriculture). On estime que les pertes de surface d'herbus a 1600 ha (soit 86%) pendant la poldérisation jusqu'en 1970.



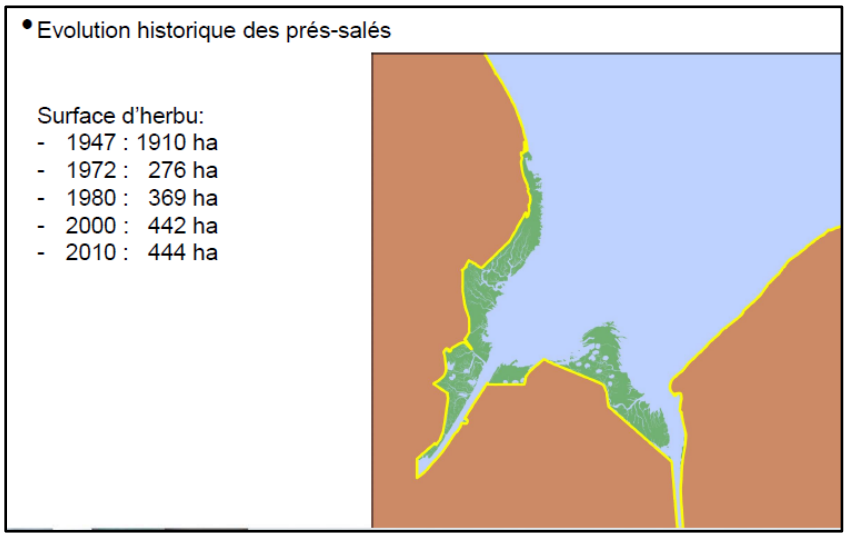
Surface d'estran:
- 1947 : 3683 ha
- 1965 : 3659 ha
- 1966 : 3637 ha
- 1972 : 3192 ha
- 1977 : 3101 ha
- 1980 : 3104 ha
- 1982 : 3099 ha
- 2000 : 3077 ha
- 2005 : 3070 ha
- 2006 : 3080 ha
- 2010 : 3069 ha

Un diagnostic réalisé récemment sur l'état des digues a permis d'estimer les risques de rupture, en fonction des aléas et des enjeux. 70% et 27% des digues présentent respectivement un aléa de rupture moyen et élevé. Les enjeux liés aux territoires protégés par ces digues sont majoritairement faibles (47%) à moyens (32%), ce qui est en cohérence avec l'occupation agricole dominante. Il en résulte que 32% des digues sont classées en risque de rupture faible, 47% en risque moyen et 21% en risque élevé.

o **Prés-salés**

La dynamique sédimentaire a permis en 40 ans la création de nouveaux prés salés devant les digues dans les secteurs en accrétion. Après les pertes antérieures, un gain de 170 ha sur une bande d'une trentaine de mètres et parfois plus a été observé .

En conséquence les prés salés que nous observons en 2013 sont installés sur des placages de sédiments récents à l'appui des digues et aux abords des embouchures de la Vire et de la Douve dans les faciès hydrodynamiques de sédimentation Ils se développent mais pas vers les terres en raison de la présence de digues. La tendance à la colonisation de l'estran est observée à long terme (depuis 1947), elle est également rapide et mesurée sur des périodes plus courtes (2006 –2012).



Seule une petite partie des prés-salés présente depuis plusieurs années une tendance à l'érosion, sur le flanc Ouest de Brévands, en raison du déplacement du tracé du chenal de Carentan. Des mares de gabions se retrouvent maintenant sur le sable envasé de la plage et non plus dans les prés-salés, qui ont disparus.
Le développement observé se fait en suivant un front pionnier de Spartine (*Spartina anglica*, Rauss, 2003) colonisant l'estran nu, suivi par toute une gamme d'habitats phytosociologiques diversifiée. Ainsi, d'un point de vue botaniste, le milieu reste riche et seul le développement vers le milieu terrestre pourrait permettre de diversifier de façon remarquable la diversité de ces habitats.

o **Les secteurs poldérisés**

On compte environ 2370 ha de polders en baie des Veys. Les cultures représentent plus de 20% de cette surface (source : orthophotoplan 2010 – SMVV).

L'édification successive de digues sur les prés salés a eu pour conséquence une modification radicale du milieu. En effet, la mer n'ayant plus accès à ces sites, la teneur en sel a fortement diminué. De plus, l'immersion moins régulière et l'arrêt de l'apport en vases ont permis une minéralisation du sol dont la teneur en matière organique a fortement diminuée. Ces deux facteurs combinés ont permis l'installation de végétations prairiales qui n'auraient pas pu se développer sur le schorre.
Dans ces prairies, on ne retrouve quasiment plus d'espèces halophiles mais plutôt des espèces plus "continentales" dans leur forme halotolérante (exemple : *Agrostis stolonifera var. maritima*). On peut ainsi retrouver des groupements assez originaux, dérivant des prairies humides présentes plus en arrière mais dont le caractère littoral s'exprimera d'autant plus qu'elles seront soumises aux embruns ou à l'aspersion marine. Sur le site dela baie des Veys, les prairies oligohalines ne sontpas très caractéristiques, certainement du fait de la hauteur des digues et localement de la pression de pâturage ou de la mise en culture.
C'est au polder de Brévands, et notamment sur celui du Carmel où il existe un système permettant l'intrusion d'eau de mer dans le polder, que l'on trouve les cortèges floristiques plus spécifiques. Sur ces polders, l'intérêt patrimonial réside dans la diversité des végétations à caractères halophiles et subhalophiles. Le fonctionnement de type lagunaire (artificiel) confère à ces milieux saumâtres un panel de situations écologiques qui favorise la richesse spécifique et la présence d'espèces des hauts schorres.
La minéralisation de la vase (et peut-être aussi l'utilisation des matériaux pour la construction de la digue) a entraîné un tassement du sol et un abaissement du niveau général à l'intérieur du polder qui se retrouve de ce fait sous le niveau moyen de la mer (altitudes inférieures à 0).

On peut identifier trois types d'usages des polders sur le site :

- au sud de la réserve naturelle nationale du domaine de Beauguillot [transect 4], les polders ont jadis largement été utilisés pour une exploitation agricole intensive, essentiellement exprimée par des monocultures. Aujourd'hui intégrés à la réserve, ces milieux forment un espace en devenir pour la biodiversité littorale ;
- au Grand-Vey, les polders sont encore actuellement utilisés pour l'élevage. Les fortes pressions exercées sur ce site n'en ont pas permis l'étude plus précise ;
- sur les polders de Brévands [transect 2], c'est également le pâturage bovin et équin qui est actuellement pratiqué mais avec des chargements contrastés qui permettent une expression d'une plus forte biodiversité.

o **Divagation du chenal**
Les divagations du chenal sont responsables notamment de l'érosion des prés-salés à l'Ouest de Brévands. Elles peuvent être très importantes pendant une période très courte. A l'Est de la baie des Veys, ils sont allés jusqu'à éroder les structures conchylicoles. L'action du chenal limite donc la répartition des habitats intertidaux et les activités associées. Ces divagations ne sont pas prévisibles mais sont probablement liées au volume de sédiment dans l'estuaire.

o **Habitats benthiques intertidaux**

La baie des Veys présente une gamme d'habitats diversifiés, où dominent nettement les habitats des sables fins plus ou moins envasés.
La surface des habitats situés entre les prés-salés et les chenaux a tendance à diminuer et à s'ensabler, au détriment des zones vaseuses, principalement répartis dans les parties les plus reculées de la baie. L'habitat le plus représenté

correspond aux sables fins dominés par les annélides polychètes (LS.LSa.FiSa.Po). Des habitats de sable envasé sont observés mais très peu d'habitats réellement associés à la vase.

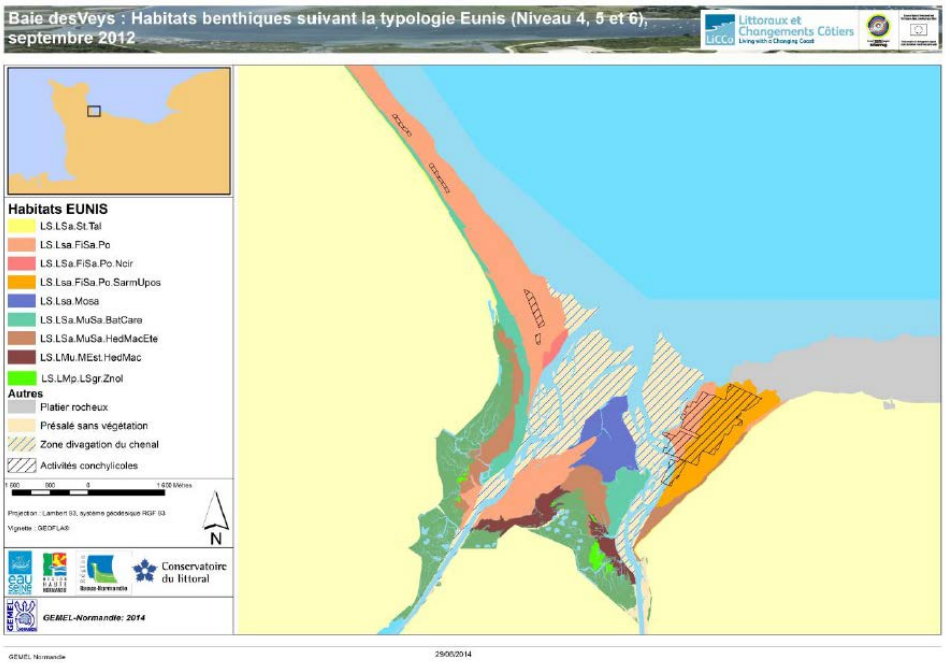


Figure 3 : Cartographie des habitats benthiques intertidaux de la baie des Veys en 2012. Les habitats présentés sont identifiés aux niveaux 4, 5 et 6 de la typologie EUNIS.

Ce site est le seul à présenter des herbiers de zostères naines(LS.LMp.LSgr.Znol), seul habitat protégé observé pendant cette étude. Les zostères sont des phanérogames (plantes à fleurs) marines qui se développent dans les sédiments sableux et sablo-vaseux intertidaux et infralittoraux, sous forme d'herbiers plus ou moins denses (Hily, 2004).

Les herbiers forment des écosystèmes particuliers, par leur intérêt écologique et patrimonial, reconnus au niveau international et européen en tant qu'habitats remarquables. Les zostères ont donc un rôle écologique important: ce sont des espèces structurantes des communautés benthiques, elles jouent le rôle de réservoir de biodiversité, elles sont également des zones de reproduction et de nurserie importante pour de nombreuses espèces (crevettes roses, seiches, ..), des zones d'alimentation pour les poissons prédateurs, ainsi qu'une ressource alimentaire importante pour les oiseaux migrateurs tels que les oies bernaches et certaines canards hivernants.

Les herbiers de zostères ont également un rôle de stabilisateur du substrat par leurs racines et rhizomes important, ainsi que piégeur de particules fines avec leurs feuilles: le sédiment est bloqué par les zostères en marée montante et sédimente aux pieds des plantes lors de la marée descendante, provocant des amas de sédiments fins.

Ces herbiers voient leur surface se réduire entre 2008 et 2012. Une diminution de 57 % est constatée. Mais en l'absence d'autres données antérieures, il est impossible d'extrapoler cette tendance à long terme en ignorant la possibilité d'existence de cycles dans la dynamique de cette espèce et de cet habitat. Il faut également considérer que ces herbiers ne sont officiellement apparus qu'en 2008 même si la présence de l'espèce était avérée. Naturellement, le substrat qui leur est associé étant vaseux, il est tentant de considérer que l'ensablement général de l'estuaire ne leur est pas favorable. Par ailleurs, le développement d'algue rouge *Gracilaria vermiculophylla* semble plutôt associé à la disponibilité de zones sableuses souvent immergées à proximité des prés-salés.

Un autre indice fort de l'ensablement de l'estuaire est fourni par la disparition des banquettes à *Lanice conchilega* sous les parcs conchylicoles de la côte Est de la baie des Veys, d'abord remplacées en 2002 par des habitats de sable fin envasé qui, dans un second temps, ont eu tendance à ressembler aux habitats du reste de la baie des Veys.

LiCCo a permis également l'observation d'une nouvelle espèce d'invertébré, le mollusque bivalve *Cochlodesma praetenue* qui y est observé pour la première fois, la baie étant étudiée depuis 1969. L'espèce est présente toute l'année et semble y effectuer l'ensemble de son cycle de vie. Elle est présente partout ailleurs en Manche, ce qui laisse à penser qu'une modification récente du site a permis le début de sa colonisation.

Le gisement de coques (*C. edule*) exploité par la pêche à pied professionnelle en baie des Veys est réparti dans l'ensemble des peuplements identifiés. Sa dynamique semble associée à l'indice NAO (Orvain, 2013). Cette espèce et ses gisements sont répartis dans une gamme de substrats et de conditions très variée et même en baie des Veys, sa

répartition évolue. La taille du gisement est également extrêmement variable d'une année à l'autre. Il n'est pas possible actuellement d'appréhender une tendance évolutive pour l'activité de pêche de la coque en baie des Veys. La ressource est étudiée plus ou moins régulièrement seulement depuis 2009.

La conchyliculture est associée à des habitats qui ont changé au cours du temps. Il est probable que l'évolution de cette activité est à relier à l'évolution du milieu mais cette approche dépend des choix des professionnels plus que de l'évolution des habitats.
Il importe aussi de souligner l'intérêt des zones de contacts entre les deux systèmes d'habitats correspondant au massif dunaire et à l'estuaire, deux milieux fortement contrastés. Ces secteurs sont propices à l'installation d'espèces et / ou de groupements d'espèces originaux. Dans le secteur de la réserve naturelle nationale du domaine de Beauguillot [transect 5], un phénomène d'accrétion est à l'origine de la formation d'une pointe sableuse dans le schorre. Les zones de contacts dune / prés-salés présentent des groupements originaux puisqu'il s'agit de lieux de transition entre des habitats se développant sur des milieux pauvres en matière organique avec un substrat assez grossier et assez mobile et d'autres sur des milieux riches en matière organique dont le substrat est très fin. On retrouve ainsi sur le site des végétations intermédiaires entre la dune et le haut schorre dont des ammophilaies riches en, voire dominée par, *Elytrigia acuta*(ex-*Elymus pycnanthus*). De même, les groupements pionniers à Salicornes sont remplacés par des végétations des hauts de plages sablo-graveleuses à *Suaeda maritima*.
Ce secteur assez caractéristique des écotones dunes / prés-salés est à opposer à celui de Géfosse-Fontenay, de l'autre coté de la baie. En effet, si ce secteur présente effectivement un contact dune / prés-salés, on n'y retrouve par contre pas la végétation typique liée à ce milieu. Ce site est par ailleurs fortement anthropisé. En effet, la dune se développe en placage sur la digue.

- **Végétations de la Directive Habitats**

Sur la totalité des sites cartographiés pour cette étude, 84 groupements végétaux ont donc été mis en évidence dont 34 sont éligibles au titre de la directive Habitats.
En nombre d'espèces, 35 sont cotées d'assez rares à très rares selon l'atlas des plantes vasculaires de Basse-Normandie. On note dans cette liste, 1 espèce protégée en Basse-Normandie et également la présence de l'Elyme des sables, espèce nord européenne protégée en France, installée sur les dunes embryonnaires.

2.2.2.2 Estuaire de l'Orne

L'estuaire de l'Orne est le plus petit des sites estuariens de Basse-Normandie étudié dans le programme LiCCo. Il est aussi celui qui a subi de la façon la plus visible l'impact de l'Homme. Les mouvements de sédiments sur cette zone sont importants, provoquant une érosion dans certaines parties tandis que d'autres se trouvent en accrétion.

- **Prés-salés**

Les prés-salés de l'estuaire de l'Orne sont situés entre des digues et le chenal, l'espace est très réduit et ne permet pas de développement dans une direction ou une autre. La diversité des habitats phytosociologiques est également limitée.

- **Divagation du chenal**

Le dragage du chenal limite ses possibilités de divagation. Le facteur majeur de modification des habitats semble être la dynamique sédimentaire propre au flanc Est de l'estuaire (non aménagé, contrairement au flanc Ouest). En effet, les apports massifs de sable permettent au trait de côte d'avancer vers la mer et contribuent à combler l'ouverture de l'estuaire.Des bancs de sables s'installent et peuvent être colonisés par la végétation, tandis que dans les creux formés à proximité, des zones vaseuses se développent. L'ouverture de l'estuaire semble donc la partie la plus soumise à une redistribution des habitats permanente.

- **Habitats benthiques intertidaux**

L'estuaire de l'Orne présente autant d'habitats que la baie des Veys, mais leur gamme de diversité est supérieure. En particulier les substrats vaseux y sont plus présents (avec des surfaces absolues et relatives plus réduites cependant). La distribution des habitats diversifiés de l'estuaire de l'Orne se fait selon une mosaïque. La surface de chacun de ces habitats est réduite, en particulier dans la partie interne de l'estuaire. Il ne semble pas exister d'option de développement pour ces habitats, limités par le chenal, les digues et les autres habitats. La dynamique sédimentaire

intense modifie leur nature et leur répartition, en particulier à l'embouchure. Dans les parties externes, l'étagement des habitats est bien marqué.

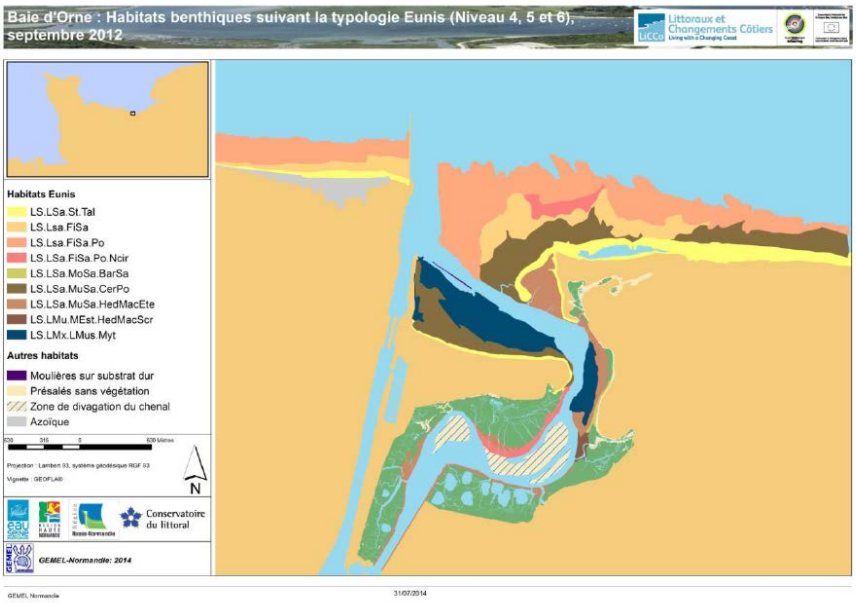


Figure 8 : Cartographies des habitats benthiques intertidaux de la baie d'Orne en 2012. Les habitats présentés sont identifiés aux niveaux 4, 5 et 6 de la typologie EUNIS.

Sur une surface relativement réduite, de nombreux habitats coexistent. Des secteurs de vasière typique sont situés entre pré-salé et chenal. Un gisement de moules sur un substrat rocheux envasé s'est développé dans la partie interne de l'estuaire et recouvre une importante surface du site. Comme pour la baie des Veys les sables fins dominés par les annélides polychètes (LS.LSa.FiSa.Po) constituent l'habitat le plus représenté. Cependant, dans le cas de l'estuaire de l'Orne, cet habitat est majoritairement présent à l'extérieur de l'estuaire.
La partie externe, sur le flanc Est, est favorable au développement de gisements d'autres mollusques bivalves comme la coque. Ces gisements ne sont pas permanents et sont exploités seulement certaines années. Ils ne font pas l'objet de suivis particuliers.
L'embouchure de l'estuaire constitue la partie la plus sujette à un remaniement permanent des habitats, associé à des modifications fortes des volumes de sédiments mobilisés. Cette partie est notamment utilisée par le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) pour sa nidification.

- **Végétations de la Directive Habitats**

Parmi ces 29 espèces d'intérêt patrimonial au regard de la cotation de rareté de l'Atlas de Basse-Normandie, 1 bénéficie d'une protection nationale. Le Centranthus chausse-trape (*Caprifoliaceae*) est une espèce côtée très rare dans l'Atlas de Basse-Normandie. Il s'agit en effet d'une espèce méditerranéenne qui a été naturalisée dans la région caennaise. Elle atteint donc ici la limite septentrionale de son aire de répartition.

2.2.2.3 Havre de la Sienne

Le havre de la Sienne se démarque des autres sites du programme par une originalité rencontrée dans les havres de la côte ouest du Cotentin. Ainsi, il se caractérise par un estuaire sablo-vaseux en contact direct avec la dune. Ces systèmes présentent une originalité certaine face aux estuaires vaseux par la typicité des zones de haut schorre en contact avec le massif dunaire. Ces écotones sont en effet peu fréquents sur le long de la côte atlantique (22 sur un total de 81 estuaires).» (BRANCH, 2007)

- **Prés-salés**

Les prés-salés occupent la majeure partie de l'intérieur de l'estuaire avec la zone de divagation du chenal de la Sienne. Au Nord du havre, les prés-salés semblent se continentaliser et se développer. Au sud, ils sont plutôt en régression. Leur possibilité de développement semble relativement limitée en raison du peu de surface disponible. Cependant, l'existence d'interfaces particulières entre le pré-salé et d'autres habitats plutôt dunaires contribue à permettre l'existence de milieux très particuliers et rares.

o **Divagation du chenal**

La zone de divagation du chenal est particulièrement importante. Elle permet le développement d'un sédiment mixte, sans vase, pauvre en espèces qui sont elles-mêmes peu abondantes. Dans la partie interne de l'estuaire les possibilités de divagation sont plus limitées que dans la partie externe (ouverture). Cependant, c'est dans ce secteur que les problèmes d'érosion du trait de côte et de submersion se sont développés. Des aménagements y ont été construits (digue, épis).

o **Habitats benthiques intertidaux**

C'est le site le plus petit des trois étudiés et celui qui présente le plus faible nombre d'habitats identifiés. Dans l'absolu et même par rapport à sa taille, ce secteur présente une gamme d'habitats peu diversifiée. Le sédiment est très majoritairement sableux, souvent de sable grossier, et le nombre d'espèces associées est très faible à l'intérieur du havre comme à l'extérieur. Le sédiment est apporté dans l'estuaire par la dérive littorale, en provenance du Nord et du Sud. Le trait de côte est en développement vers la mer au Nord et en recul à l'intérieur, au Sud.
L'étagement des habitats en fonction du degré d'émersion ou au sein du havre est très peu marqué.

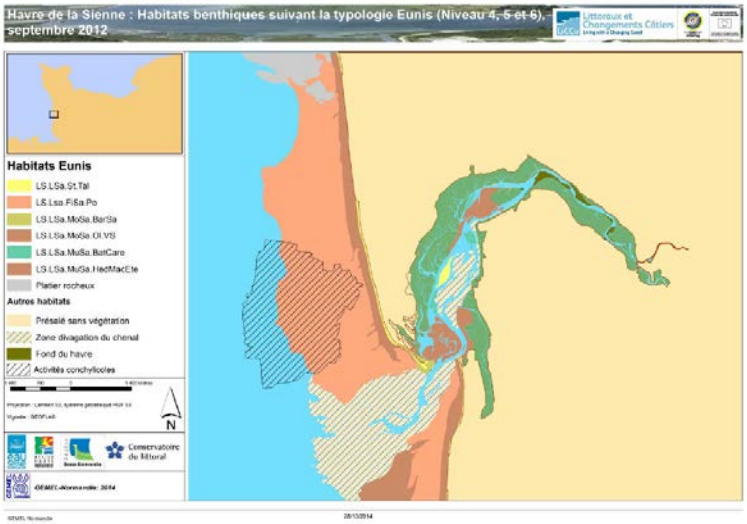


Figure 10 : Cartographies des habitats benthiques intertidaux du havre de la Sienne en 2012.

L'estran à l'extérieur du havre est très vaste, en raison d'un marnage très important. Il est homogène et dominé par les sables fins caractérisés par les annélides polychètes (LS.LSa.FiSa.Po).
L'autre habitat très représenté correspond à un habitat oligospécifique de sables mobiles , pauvres en vase et en matière organique, dominés par les oligochètes(LS.LSa.MoSa.Ol.VS). Ce dernier est observé uniquement sur ce site.
La zone à Talitres (crustacés amphipodes talitridés, puces de mer) se situe sur les parties supérieurs de l'estran et dans la laisse de mer. Ces animaux peuvent être très abondants et présents sur tout le pied de dune au Nord et au Sud du havre.
A l'extérieur du havre, l'activité conchylicole s'est bien développée, sans montrer de relation particulière avec les habitats locaux. Les infrastructures présentes ne semblent pas contribuer à envaser significativement le substrat. De plus un gisement de palourdes est toujours en exploitation par les pêcheurs à pied professionnels et de loisir à l'extérieur de l'estuaire, coté Nord. Il n'a pas encore été cartographié.

o **Végétations de la Directive Habitats**

Dans les secteurs cartographiés pour cette étude, 34 groupements végétaux ont été mis en évidence dont 21 sont éligibles au titre de la directive Habitats.
On note ainsi la présence d'une espèce protégée au niveau national, ainsi que deux espèces protégées en Basse-Normandie. En tout, il a été observé 21 espèces d'intérêt patrimonial au regard de la cotation de rareté de l'Atlas de Basse-Normandie, dont *Hornungia procumbens* (ex-*Hymenolobus procumbens*), qui est cotée très rare dans la région puisqu'elle se trouve là dans son extrême limite septentrionale d'aire biogéographique.

2.2.3 Profil actuel vis-à-vis de la faune piscicole

Les changements globaux et l'élévation du niveau de la mer sont susceptibles d'induire des modifications inéluctables sur les zones intertidales, y compris au niveau des prés salés latéraux. Ces habitats n'étant pas couverts par les investigations actuelles de la DCEE, le projet LiCCo apporte des éléments de réflexion novateurs en proposant une première couverture

spatiale complète des habitats essentiels, c'est à dire englobant à la fois les dimensions longitudinale (DCEE) et latérale (LiCCo).

L'attention s'est portée sur les chenaux de marée transverses (nommés « filandres », « ruets », ou encore « criches », suivant la région) qui entaillent le schorre, constituant ainsi une voies d'accès du necton vers les zones intertidales les moins profondes. Lors des amplitudes de marée maximales, les surfaces en eau au-dessus du schorre deviennent considérables et il importe tout d'abord d'évaluer la fonctionnalité actuelle de ces habitats vis-à-vis de l'ichtyofaune avant de réfléchir aux évolutions possibles dans le cadre de l'augmentation du niveau de la mer et de ses effets possibles (i.e. « coastal squeze » ou compression des habitats de schorre et de vasière)

Les prélèvements ont été réalisés dans les chenaux secondaires du shorre, les filandres, à raison de trois campagnes de pêche en 2012 et en 2013 dans la Baie des Veys et dans l'estuaire de l'Orne et une seule campagne en septembre 2013 dans la Basse Vallée de la Saâne.
S'ajoutent à ces résultats, les suivis DCE réalisés en 2006, 2010, 2011 et 2012 sur les chenaux principaux à raison de 2 campagnes par an, au printemps et à l'automne.

Photo de filandres se jetant dans le cours principal de la Sienne, en situation de haute mer

2.2.3.1 Les chenaux du schorre - approche comparative des trois sites LiCCo

Le cortège des espèces péchées se compose de 26 taxons pour l'ichtyofaune et de 4 taxons pour la carcinofaune (crustacés décapodes). La majeure partie des poissons recensée apparient à la guilde des poissons marins (11 taxons), suivis des espèces amphihalines et d'eau douce (respectivement 6 et 5 taxons) et des résidents estuariens généralement peu diversifiés (3 taxons).

Nbre observations				Orne 2 sites 24			Baie des Veys 2 sites 24			Baie des Veys 3 sites 32			Saâne 12
Taxon	Code	Nom vernaculaire	Guilde d'usage	CPUE Moy	±	FO %	CPUE Moy	±	FO %	CPUE Moy	±	FO %	FO %
Alburnus alburnus	Alb alb	Ablette	FW				0,1	0,5	8	0,1	0,4	6	
Cyprinus carpio	Cyp car	Carpe commune	FW										33
Leucaspius delineatus	Leu del	Able de Heckel	FW				0,1	0,4	4	0,1	0,3	3	
Pungitius pungitius	Pun pun	Epinochette	FW				0,2	0,4	21	0,2	0,4	19	8
Rutilus rutilus	Rut rut	Gardon	FW	0,1	0,7	4							
Gasterosteus aculeatus	Gas acu	Epinoche	ER	0,5	1,0	38	33	139	67	25	120	63	42
Pomatoschistus microps	Pom mic	Gobie tacheté	ER	194	345	96	181	245	100	219	267	100	17
Syngnathus rostellatus	Syn ros	Syngnathe de Duméril	ER	0,1	0,2	13	0,3	0,5	29	0,2	0,4	25	
Anguilla anguilla	Ang ang	Anguille Européenne	CAT/ANA										67
Lampetra fluviatilis	Lam flu	Lamproie fluviatile	CAT/ANA	0,0	0,1	4							
Liza ramada	Liz ram	Mulet porc	CAT/ANA	214	502	71	75	155	50	66	138	50	
Osmerus eperlanus	Osm epe	Eperlan européen	CAT/ANA	0,1	0,3	8							
Platichthys flesus	Pla fle	Flet européen	CAT/ANA	1,3	4,6	17	0,9	3,7	13	0,7	3,2	13	67
Salmo trutta	Sal tru	Truite	CAT/ANA										58
Clupea harengus	Clu har	Hareng de l'Atlantique	MMD	227	481	46	74	209	50	56	183	41	
Clupeidae sp.	Clu spp	Clupéidés juvéniles		345	1059	58	166	448	71	125	393	63	
Dicentrarchus labrax	Dic lab	Bar commun	MMD	139	272	96	86	165	71	81	153	75	25
Pomatoschistus minutus	Pom min	Gobie buhotte	MMD	1,5	4,7	13	0,5	1,4	17	0,4	1,3	16	
Ammodytes tobianus	Amm tob	Lançon équille	MMO	67	108	100	3,7	4,7	63	2,8	4,4	53	
Atherina spp	Ath spp	Athérine spp	MMO	240	659	71	3,4	8,5	50	18	44	63	
Chelidonichthys lucerna	Che luc	Grondin perlon	MMO				0,0	0,1	4	0,0	0,1	3	
Liza aurata	Liz aur	Mulet doré	MMO	174	518	17	40	101	21	35	89	25	
Sprattus sprattus	Spr spr	Sprat	MMO	88	206	38	1,0	2,2	25	0,7	1,9	19	
Chelon labrosus	Che lab	Mulet lippu	MS	0,0	0,1	4							
Trachinus vipera	Tra vip	Petite vive	MS				0,0	0,1	4	0,0	0,1	3	
Mugilidae sp.	Mug spp	Mugilidés juvéniles		9	25	21	25	94	29	19	82	28	
Moyenne nombre de taxons ichtyofaune				**7,1**	1,6		**7,0**	1,5		**6,7**	1,5		**3,2** ± 1,3
Moyenne CPUE ichtyofaune (ind.heure^{-1})				**1700**	1807		**689**	689		**648**	614		
Sphaeroma serratum		Sphaerome		2,4	9,1	8	188	778	21	141	676	16	
Gammaridae sp.		Gammare					0,1	0,3	13	0,1	0,3	9	
Mysidaceae sp.		Mysidacé		0,0	0,1	4	0,6	2,5	8	0,4	2,2	6	
Carcinus maenas		Crabe vert		18	36	100	28	53	88	26	47	91	17
Crangon crangon		Crevette grise		0,5	1,7	17	1,3	2,6	42	1,2	2,5	38	
Palaemon longirostris		Crevette blanche		0,1	0,2	8	3,1	8,5	21	2,3	7,5	16	
Palaemonetes varians		Bouquet atl. des marais		70	204	54	62	111	75	105	268	69	17
Moyenne nombre de taxons carcinofaune				**1,8**	0,7		**2,3**	0,7		**2,1**	0,8		**0,3** ± 0,5
Moyenne CPUE carcinofaune (ind.heure^{-1})				**89**	209		**95**	127		**134**	279		

Tableau 1 : Liste des espèces de poissons et de la carcinofaune, CPUE numériques moyennes (ind.heure^{-1}) et fréquence d'occurrence pour l'ensemble des campagnes de pêche sur les trois sites du projet LiCCo

L'estuaire de l'Orne et la Baie des Veys présentent un certain niveau de similitude qui s'observe notamment par la nature des espèces les plus fréquentes, à savoir le gobie tacheté ou encore l'athérine. Ces deux systèmes intertidaux diffèrent néanmoins par le niveau d'occurrence de certaines d'entre elles. La Baie des Veys s'individualise notamment par une fréquence d'occurrence plus élevée de l'épinoche. Bien que peu fréquents, les poissons d'eau douce y sont plus diversifiés (dont le able de Heckel, espèce relativement rare à l'échelon régional). En revanche l'estuaire de l'Orne est caractérisé par un niveau de présence accru du lançon équille et du sprat. On y relève également la présence d'espèces qui ne le sont pas en baie des Veys, à savoir l'éperlan ou encore la lamproie fluviatile.
S'agissant de la carcinofaune (crustacés décapodes), les quatre espèces concernées sont légèrement plus fréquentes dans la Baie des Veys.

La fréquence des poissons d'eau douce (FW) est logiquement plus élevée dans la **Saâne** en raison de l'importance des eaux douces sur le site et d'une station de pêche positionnée dans cette catégorie de masse d'eau, ce qui n'est pas le cas dans les baies bas-normandes ou l'influence de l'eau de mer prédomine sur l'ensemble des stations (29 ± 3,5 PSU). La tendance est identique pour les poissons amphihalins (CAT/ANA) plus fréquents et plus diversifiées dans la Saâne, notamment de par la régularité des observations de l'anguille et du flet, ce qui n'est pas le cas dans les filandres des deux autres sites (Cf Tableau 1).

En revanche la fréquence et la richesse taxinomique des poissons résidents d'estuaire (ER) est plus faible sur le site haut-normand, probablement en lien avec les mauvaises connexions latérales (obstacles). La principale différence provient des poissons migrants d'origine marine (MM) dont la présence est détectée (une seule espèce, le bar commun), mais pour lesquels le nombre moyen de taxons par observation est très inférieur à celui des habitats de filandre de basse Normandie.

Tableau 2 : Comparaison de la fréquence d'occurrence (%) et du nombre moyen de taxon par guilde d'usage pour l'ensemble des observations faites sur le site semi fermé (Saâne) et les deux sites ouverts à la mer (Orne + Veys)

Guildes d'usage		Saâne (12 obs)	Veys + Orne (56 obs)
FW	F %	57	14
	Nbre moyen de	1,0 ± 1,0	0,14 ± 0,35
ER	F %	86	100
	Nbre moyen de	1,0 ± 0,6	1,7 ± 0,7
CAT/ANA	F %	71	63
	Nbre moyen de	1.3 ± 0.9	0.8 ± 0.7
MM	F %	43	100
	Nbre moyen de taxon	0.4 ± 0.5	3.9 ± 1.2

FW : poissons d'eau douce ; ER : poissons résidents d'estuaire ; CAT/ANA : poissons amphihalins ; MM : poissons migrants d'origine marine

Dans la **basse vallée de la Saâne**, les assemblages d'espèces de poissons reflètent très bien l'état actuel des habitats, caractérisé par un niveau de cloisonnement très élevé de ce site, que ce soit vis-à-vis de la mer mais également entre le cours principal du fleuve et les fossés latéraux, ou les connexions sont toutes oblitérées par des ouvrages de nature diverse.
S'agissant de l'effet de l'exutoire en mer et de son dimensionnement sur la circulation des espèces, les poissons migrateurs tels que les salmonidés peuvent pénétrer dans la buse , à l'exutoire en mer , et ce par leur tropisme vis-à-vis de l'eau douce, leurs sens olfactifs et leur capacité de nage. Il n'en reste pas moins que leur libre circulation ne peut être vraiment attestée, au vu notamment des captures faites en front de mer par la pêche de loisir. Ce stationnement externe n'existe visiblement pas dans d'autres estuaires ouverts à la mer et l'on n'y relève pas non plus une telle « localisation » de la pêche de loisir.
En revanche les petites espèces et les jeunes stades possèdent de bien moindres capacités natatoires. De fait, la plupart des poissons concernés entrent dans les baies plus ou moins passivement en profitant largement des courants de marée. Ce facteur est ici réduit à une seuil d'action très faible. L'aménagement constitue un filtre très important malgré l'existence possible d'un pool potentiel d'espèces dans les eaux littorales adjacentes. Cette étude tend d'ailleurs à rendre compte également de cet aspect, puisque quelques jeunes bars ont pu être capturés au débouché des fossés, y compris dans les baissières. C'est donc que l'espèce est bien présente au stade juvénile sur cette portion du littoral haut-normand, encore vierge d'investigation sur sa fonctionnalité vis-à-vis des jeunes poissons.

Dans les deux systèmes ouverts de Basse-Normandie, les abondances numériques totales diffèrent significativement d'un site à l'autre que ce soit pour l'ichtyofaune ou pour la carcinofaune . Les niveaux moyens pour l'ensemble des stations sont d'environ 700 ind.heure-1 en Baie des Veys mais atteignent plus du double dans l'estuaire de l'Orne avec 1700 ind.heure-1. Les écarts pour la carcinofaune sont moindres avec respectivement 95 ind.heure-1 et 89 ind.heure-1. S'agissant de l'ichtyofaune, les différences se rapportent essentiellement au lançon équille (67 ind.heure-1) et à l'athérine (240 ind.heure-1), nettement plus abondants dans l'estuaire de l'Orne comparativement à la Baie des Veys (respectivement 4 et 3 ind.heure-1). D'autres espèces sont aussi plus abondantes dans l'estuaire de l'Orne comme les clupéidés (hareng et sprat) et les mugilidés (mulet), mais le jeu de données ne fait pas apparaître de différence significative, notamment en raison de la grande variabilité des valeurs observées (écarts types élevés).
Cela suggère de replacer les résultats dans un contexte plus global : à l'échelle de la Baie de Seine orientale, les données acquises par la CSLN au large de ce secteur y confirment l'importance des clupéidés. De même la connexion probable de l'estuaire de l'Orne avec celui de la Seine, ce dernier s'avérant être le principal « milieu source » à l'échelle de la Manche alors que les adultes de ce petit migrateur amphihalin ne semblent pas se reproduire dans

l'Orne. La connexion avec l'estuaire de la Seine est également à mentionner pour le bar, dont on sait que les juvéniles transitent d'un site à l'autre le long du littoral Augeron (Duhamel et De Roton, 2003).
A une échelle plus restreinte, les fonds sableux du littoral Augeron sont peut être très favorables au lançon équille. On peut mentionner le rôle potentiel des bancs de sables qui s'étendent sur la rive droite au débouché de l'estuaire de l'Orne.
En termes de **niveaux d'abondances saisonniers**, certaines espèces colonisent les habitats intertidaux surtout au printemps (juin). Il s'agit par exemple du lançon équille (100 ind.heure-1 en moyenne). Le hareng suit également cette tendance, les valeurs les plus élevées atteignant 500 ind.heure-1 dans l'estuaire de l'Orne. L'espèce se raréfie en été et réapparaît sur les deux sites en automne mais avec des niveaux d'abondances moindres.
La colonisation est plus tardive pour le bar et c'est au mois d'août que le pic est identifié sur les deux sites pour des ordres de grandeur comparables (200 à 300 ind.heure-1). Les effectifs peuvent rester à un niveau relativement élevé jusqu'au mois de septembre, comme en atteste les observations faites en baie des Veys sur la station proche de la Réserve Naturelle.
Les mugilidés reflètent un schéma complémentaire par rapport aux deux situations précédentes, avec des concentrations qui tendent à être maximales en fin de printemps et en été (200 à 600 ind.heure-1 suivant le site).

La succession saisonnière se poursuit avec l'athérine, dont les abondances augmentent progressivement au cours de l'été pour devenir maximales à partir du mois d'août dans l'estuaire de l'Orne (400 ind.heure-1), mais seulement au mois de septembre en baie des Veys (60 ind.heure-1).
En Baie des Veys, le sprat reste à un niveau très faible d'abondance sur l'ensemble de la période de l'étude. Ce n'est pas le cas dans l'estuaire de l'Orne où il atteint jusqu'à 250 ind.heure-1 au mois d'octobre.
Le gobie tacheté suit globalement la même évolution saisonnière sur les deux sites, avec toutefois des valeurs assez disparates, surtout en baie des Veys. Les CPUE numériques maximales correspondent au mois d'octobre et sont du même ordre de grandeur (300-400 ind.heure-1).

2.2.3.2 Suivi « DCEE – poissons » dans les chenaux principaux

- **Approche inter-site de la composition du necton (ichtyofaune + carcinofaune)**

Les deux estuaires sont majoritairement colonisés par des espèces à guildes estuariennes et catadromes : Gobie tacheté (*Pomatoschistus microps*), Gobie buhote (*Pomatoschistus minutus*), Flet d'Europe (*Platichthys flesus*), Bar Européen (*Dicentrarchus labrax*), Plie d'Europe (*Pleuronectes platessa*). Le crabe vert *Carcinus maenas* fait également parti des espèces majoritaires au sein des assemblages.
On remarque que la richesse taxinomique est plus élevée dans l'estuaire de l'Orne avec un total de 39 taxons contre 23 taxons dans la Baie des Veys (Tableau 8).

Les mêmes espèces majoritaires sont retrouvées sur les deux estuaires . La sole *Solea solea* est cependant plus abondante dans la Baie des Veys où elle est relevée dans toutes les campagnes.
Qu'il s'agisse de l'ichtyofaune ou de la carcinofaune, certaines espèces sont présentes uniquement sur un site.
L'estuaire de l'Orne présente en particulier des poissons d'eau douce comme la Brème ou le gardon et des poissons catadromes comme l'éperlan ou la truite qui ne sont pas présentes en Baie des Veys. L'anguille, le mulet porc et le bar sont également présents avec de plus fortes abondances.

La Baie des Veys expose de son coté des CPUE plus élevées de barbue, de Plie d'Europe, Petite vive et de Sole commune. Certaines espèces sont également absentes de l'estuaire de l'Orne mais ont des fréquences élevées en BDV comme le Grondin perlon et la Barbue qui sont des poissons marins migrants dans les estuaires.

L'estuaire de l'Orne possède une plus forte proportion d'espèces supportant des variations de salinité (euryhaline) avec des abondances numériques répartis plus fortement dans les guildes catadromes, estuariennes et d'eau douce. Alors que la Baie des Veys présente plus d'espèces marines qui migrent occasionnellement dans les estuaires (Figure 23).

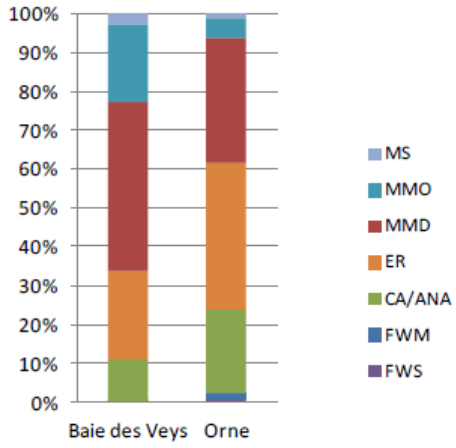


Figure 23 : Répartition des CPUE numériques de poissons capturés en Baies des Veys et Estuaire de l'Orne sur les quatre campagnes en pourcentages dans les différentes guildes écologiques

Les poissons estuariens, représentés en majorité par les gobies, dominent les assemblages en abondance sur les deux masses d'eau. La deuxième guilde majoritaire est la guilde des juvéniles marins en Baie des Veys et des espèces catadromes en Estuaire de l'Orne. Le site de la Baie des Veys semble donc plus caractérisé par des assemblages d'origine marine que l'estuaire de l'Orne qui possède de plus fortes abondances d'espèces estuariennes.

En résumé, l' analyse des données fait apparaître l'organisation longitudinale des espèces dans les petits estuaires Bas-Normands et l'existence d'un continuum d'espèces depuis l'aval vers l'amont de l'estuaire. Le lien entre les distributions spatiales et l'hydrologie y est également clairement vérifié, avec trois paramètres principaux, la salinité, le marnage et la température.
Le jeu de données fait l'objet d'une importante variabilité interannuelle de la composition des assemblages, avec certaines espèces fortement liées à certaines années. Les conditions hydrologiques mesurées caractérisent elles aussi des années très différentes.
Dans les deux ensembles estuariens, la variabilité du plan d'échantillonnage influence nettement les résultats obtenus. Sur le plan hydrologique, il semble également que les observations aient été faites à des moments très variables par rapport à la pleine mer, considérée comme référence temporelle dans ces systèmes intertidaux.

- **Stades auxquels les espèces sont présentes**

Les principales espèces présentent sur les deux sites sont représentées par des cohortes de juvéniles principalement. Ceci tend à démontrer leur fonctionnalité en tant que nourricerie à la fois pour l'ichtyofaune, mais aussi pour la carcinofaune (distributions en taille non abordées ici).
Alors qu'au printemps les jeunes bars (*Dicentrarchus labrax*) âgés d'un an sont encore présents, la situation automnale fait apparaître une cohorte de juvéniles de l'année (G0) nés à la fin du printemps et qui a grandie sur les sites au cours de l'été. En baie des Veys comme en estuaire de l'Orne, l'estran est donc colonisé par de jeunes bars qui profitent de la productivité du milieu pour s'alimenter et effectuer leur croissance avant de retourner en mer une fois adulte.
La sole est uniquement présente en Baie des Veys. Il s'agit là d'individus immatures majoritairement âgés d'un an (G1) lors des campagnes de printemps mais d'individus nés dans l'année lors des campagnes d'automne (G0). Pour cette classe d'âge, la taille moyenne évolue de 29 mm au printemps, à 69 mm en début d'automne (Tableau 9). A la fin de l'été, les adultes ne sont plus présents et ont rejoint les habitats subtidaux. On mentionne que l'ensemble de l'aire de répartition des juvéniles n'est pas couverte par la délimitation actuelle de la masse d'eau au titre de la DCEE. En effet les données antérieures font état de son extension vers la mer dans les petits fonds subtidaux (Carpentier et al, 2009) mais non intégrés dans ce dispositif de suivi.
La Plie d'Europe et le Flet d'Europe sont des espèces retrouvées sur les deux estuaires. Les cohortes de juvéniles de l'année (G0) sont présentes dès le printemps et grandissent durant l'été. En Baie des Veys, on retrouve ainsi des tailles moyennes au printemps et à l'automne de 40 mm et 101 mm pour le Flet et de 42 mm à 76 mm pour la Plie. Les individus des cohortes G1 sont peu présents sur les deux saisons. En estuaire de l'Orne, le jeunes Flets G0 ont une croissance plus tardive avec des cohortes de tailles moyennes de 30 mm au printemps et 77 mm à l'automne. Toutefois, des individus adultes de Flets (Lf > 22cm, N=13) sont retrouvés en Estuaire de l'Orne sur les deux campagnes.
Les populations de gobies (buhottes et tachetés) sont homogènes au printemps et en automne sur les deux sites avec des cohortes de tailles qui varient peu. En effet, une seule cohorte par saison est observée avec des tailles

modales oscillant entre 45-50 mm correspondant à des tailles d'individus adultes. Les Gobies sont recrutés dès la fin de l'hiver et le recrutement s'étale jusqu'à la fin de l'été avec jusqu'à trois pontes et une espérance de vie de 16 mois (Leitao *et al.,* 2006). S'agissant d'une espèce estuarienne, présente à tous les stades de vie dans l'espace intertidal, les individus présents appartiennent donc probablement à un mélange de cohortes G0 et G1. La sélectivité de l'engin de pêche ne permet pas de capturer correctement les juvéniles de gobies (Lf < 30mm), sous évalués.

2.2.3.3 Approche fonctionnelle de l'organisation spatiale pour les poissons

- **Axe longitudinal dans les chenaux principaux**

Les domaines halins qui prédominent sur chaque site sont déterminés d'après les mesures faites au moment des campagnes de pêche. L'absence d'échantillonnage dans les secteurs internes, notamment en domaine mésohalin, conduit à rendre moins précise l'organisation longitudinale des assemblages d'espèces en fonction de la salinité.

- *Estuaire de l'Orne*

Les espèces marines (MA et MS) ne sont présents que dans le domaine polyhalin, sauf pour l'athérine . En revanche certains espèces appartenant à la guilde des juvéniles marins pénètrent plus loin dans l'estuaire jusqu'en domaine oligohalin, à l'exemple du bar, mais aussi de la sole commune et du gobie buhotte. La carcinofaune est répartie selon les variations de salinité avec de plus fortes abondances de crabe vert et crevette grise en eaux plus salées à l'aval. La crevette blanche semble en revanche plus abondante en amont en secteur oligohalin.
Pour les espèces estuariennes, les gobies sont plus abondants en aval. Cependant, la taille moyenne est plus petite en domaine oligohalin, suggérant une colonisation des juvéniles plus en amont.
la crevette blanche est l'espèce la plus abondante en oligohalin. Le crabe vert et la crevette grise font partie des 10 espèces les plus abondantes sur les deux secteurs, avec une plus forte abondance en méso-polyhalin.
Pour l'ichtyofaune, alors que le gobie tacheté, le bar, et le flet sont des espèces communes, on observe la présence de guildes d'eau douce et catadromes (anguille, brême, gardon) plus fortement en domaine oligohalin.
L'ichtyofaune est légèrement plus abondante en domaine méso-polyhalin avec toutefois des tendances différenciées suivants les guildes d'usage (Figures 39) ou les espèces. La richesse taxinomique du domaine méso-polyhalin est, elle aussi plus élevée avec 31 taxons contre 20 en domaine oligohalin. La carcinofaune est également plus abondante dans le secteur nord, mais la diversité est de 7 taxons sur les deux domaines.

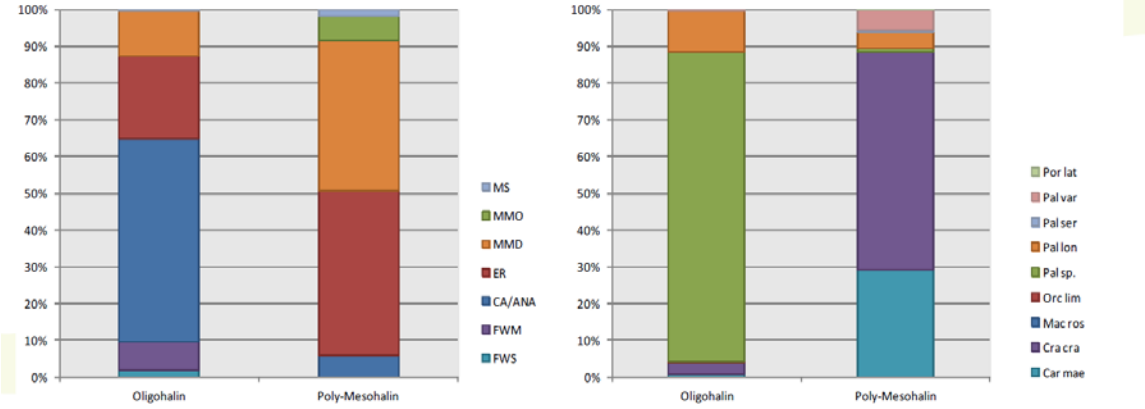


Figure37: Répartition en pourcentages de l'ichtyofaune par guilde écologiques et des crustacés par espèces sur les abondances totales par domaine halin en Estuaire de l'Orne.

FW : poissons d'eau douce ; ER : poissons résidents d'estuaire ; CAT/ANA : poissons amphihalins ; MM : poissons migrants d'origine marine

- **Baie des Veys**

La distinction spatiale des relevés en fonction des données hydrologiques est plus complexe en Baie des Veys car la salinité est globalement homogène dans la baie avec peu d'influence des apports d'eau douce, due notamment à la fermeture des portes à flot lors de l'arrivée de la mer. Sur les 143 traits sur laquelle est basée l'ACP dans la précédente partie, 64 traits correspondent au domaine euhalin, 77 au domaine polyhalin et 2 seulement au domaine oligohalin (seulement pour l'année 2006).

Tout comme en estuaire de l'Orne, la crevette blanche est l'espèce la plus abondante en domaine oligohalin, suivie par la crevette grise. Au pôle amont, l'ichtyofaune se compose d'espèces catadromes comme le flet, le mulet porc, et l'anguille. Les juvéniles d'origine marine y sont principalement la plie et le bar (Figure 41).
En domaine polyhalin, c'est la crevette grise qui est la plus abondante. On observe également l'apparition du gobie tacheté *P. microps* et du sprat.

En domaine euhalin, la carcinofaune domine toujours avec la crevette grise et le crabe vert. Les gobies buhotte (*P. minutus*) et tachetés (*P. microps*) sont les plus abondants en terme d'ichtyofaune, associés à la sole commune et à la plie.
La succession d'espèces est mise en évidence (Figure 42), avec à l'amont, une contribution maximale des poissons amphihalins (CAT/ANA). Les juvéniles d'origine marine (MM) colonisent toute la baie et l'embouchure des fleuves, avec une contribution maximale dans le domaine polyhalin. Attendue plutôt à l'amont de l'estuaire, la contribution maximale des résidents estuariens (ER) dans la zone aval du site est moins classique.

L'ichtyofaune est classiquement plus riche en domaine euhalin – polyhalin (respectivement 20 & 25 taxons) et décroît vers le domaine oligohalin (9 taxons). De même, la carcinofaune est pauvre en oligohalin (3 taxons) et la plus riche en euhalin (10 taxons) avec le domaine polyhalin constituant un niveau intermédiaire (8 taxons). L'abondance de l'ichtyofaune et de la carcinofaune tend à diminuer avec la salinité en Baie des Veys, à mettre en relation avec l'évasement de la baie vers le large (Figures 43, 44 & 45). Il est donc probable que l'endiguement des chenaux internes favorise un effet de concentration des organismes aquatiques.

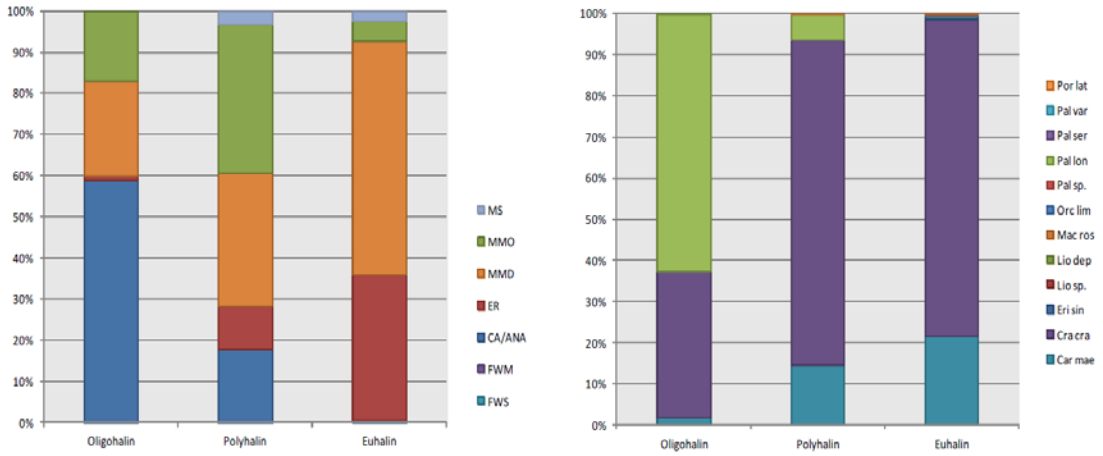


Figure42: Répartition en pourcentages de l'ichtyofaune par guilde écologiques et des crustacés par espèces sur les abondances totales par domaine halin en Baie des Veys

o **Conclusions**

L'estuaire de l'Orne et la Baie des Veys font l'objet d'un continuum écologique, c'est-à-dire d'une succession progressive des espèces, mise en évidence tant pour l'ichtyofaune que pour la carcinofaune depuis la mer vers le pôle amont (barrage/portes à flot).Excepté pour les poissons d'eau douce (moins diversifiés en baie des Veys), les deux sites ont un niveau de richesse ichtyeenne comparable (32-33 taxons),
Les habitats prospectés sont colonisés très majoritairement par des poissons dont les tailles caractérisent des juvéniles en cours de première et de seconde année de vie.
D'un point de vue fonctionnel les principaux chenaux, associés à leur prisme sablo-vaseux d'embouchure, s'apparentent sur ces deux sites LiCCo à des nourriceries estuariennes et littorales. Qu'il s'agisse de l'ichtyofaune ou de la carcinofaune, les niveaux d'abondances numériques restent généralement élevés au pôle amont, même si la richesse spécifique y est moindre.

o **Axe transversal : chenaux principaux versus filandre du schorre**

L'analyse entre les deux types d'habitats reste limitée puisque l'on ne dispose que d'une seule année commune d'échantillonnage dans le jeu de données disponible, à savoir l'année 2012. Les variations inter annuelles, qui sont importantes (cf. 6.3), ne sont de fait pas intégrées à cette analyse.

Par ailleurs, il est évident que la plupart des espèces fréquentent à un moment donné les chenaux principaux en tant que milieu de transit, par exemple entre deux écophases ou entre différentes périodes d'activité journalière. Bien que les techniques de pêche ne soient pas identiques et les maillages non plus, on s'aperçoit que les fréquences d'occurrence des espèces, constituent un bon indicateur, (même si il est peu précis) du niveau d'usage de chacun d'eux par les espèces (voir annexe)
Il apparaît que l'ichtyofaune et la carcinofaune font l'objet de distributions différenciées entre le prisme central d'estrans meubles et les chenaux de marée du schorre latéral. Sur les deux sites, on constate un tropisme particulièrement évident vers les filandres pour les jeunes mulets, clupéidés et athérines, associés au bouquet atlantique des canaux. Les estrans nus et grands chenaux sont en revanche plus fréquentés par les poissons plats, en association cette fois avec la crevette grise et le crabe vert.

2.2.3.4 Conclusion sur le profil actuel des sites vis-à-vis de la faune piscicole

2.2.3.4.1 Estuaire de l'Orne et baie des Veys

- **La biodiversité**

Le protocole « DCEE - poissons » des masses d'eau de transition ne couvre pas l'ensemble des habitats présents dans les estuaires. Le projet LiCCo apporte sur ces deux sites Bas-Normands (Orne et baie des Veys) une première couverture spatiale intégrant les zones intertidales latérales via le réseau de chenaux transverses qui pénètre dans le schorre.
Cette approche ne prétend pas pour autant donner une image complète de tous les habitats, notamment celle qui concerne les substrats hétérogènes en bordure des chenaux principaux (enrochements). De même les liens qui peuvent exister avec le marais interne (derrière les digues) ne sont pas abordés.
Sur le plan longitudinal, le transit des poissons migrateurs ne constitue pas l'objectif prioritaire du dispositif de la DCEE. Bien que l'on puisse noter la présence de la lamproie fluviatile, de la truite de mer et de l'éperlan dans l'estuaire de l'Orne, cette catégorie de poissons est nettement sous-évaluée par le chalut à perche. Les chenaux latéraux sont peu colonisés par les migrateurs, résultat qui semble cohérent compte du rôle essentiel de l'estuaire pour cette guilde, à savoir celui de transit longitudinal. On est cependant étonné de l'absence de l'anguille dans les filandres, alors que l'espèce est connue pour coloniser également les marais salés en saison chaude (juvéniles).
Outre ces remarques, la richesse taxinomique de l'ichtyofaune est globalement du même niveau sur les deux sites étudiés. En effet, la différence (46 taxons dans l'estuaire de l'Orne et 37 dans la baie des Veys) se rapporte surtout aux poissons d'eau douce (3 taxons) et aux amphihalins (4 taxons) les espèces concernées étant généralement rares à peu fréquentes sur ces deux sites. La présence de certaines seulement dans l'Orne (éperlan) est à mettre en relation avec la proximité géographique de ce site vis-à-vis de l'estuaire de la Seine.

- **Le verrou des barrages : pas seulement pour les poissons migrateurs**

Malgré les projets en cours à ce sujet, la libre circulation des poissons migrateurs, que ce soit dans l'Orne ou dans la Baie des Veys, n'est pas assurée. La position actuelle des barrages n'a pas de relation directe avec la topographie du site en Baie des Veys, on constate qu'ils pourraient être situés nettement plus en amont à l'intérieur des marais de Carentan et d'Isigny, pour des cotes altimétriques peu différentes.
Ainsi le déplacement longitudinal des espèces au sein d'un bassin versant naturel, se trouve stoppé par les ouvrages destinées à empêcher l'eau de pénétrer dans les marais internes. L'aire de répartition de certaines espèces se trouve donc comprimée artificiellement. Les poissons amphihalins (flet, mulet, anguille) pourraient en effet être présents et coloniser un territoire estuarien nettement plus vaste puisqu'ils remontent, à l'exemple de l'estuaire de la Seine, à plus de 100 km à l'intérieur de ce fleuve.

Pour compléments d'information sur les poissons migrateurs, des extraits du PLAGEPOMI 2016-2021 du bassin Seine Normandie sont présentés en annexe 3 , complétés en annexe 4 par un état d'avancement des opérations relatives à la continuité dans les estuaires de Basse Normandie.

o Fonction de nourricerie

Les principales espèces présentent sur les deux sites de la baie des Veyx et de l'estuaire de l'Orne sont représentées par des cohortes de juvéniles principalement. Ceci tend à démontrer leur fonctionnalité en tant que nourricerie estuariennes et littorales à la fois pour l'ichtyofaune, mais aussi pour la carcinofaune.
Les observations montrent que les principaux chenaux et le prisme central d'estrans nus sont en réalité étroitement couplés aux habitats latéraux de schorre pour assurer la fonction de nourricerie globale d'un estuaire et dans le cas présent de l'estuaire de l'Orne et de la Baie des Veys.
Les habitats fonctionnels diffèrent entre les espèces et leurs stades de développement sur le plan longitudinal. Les distributions selon cet axe font l'objet d'une succession classique en fonction du gradient de salinité. L'évolution des caractéristiques sédimentaires, notamment une teneur en fines accrue vers l'amont, confère aux secteurs internes des potentialités absentes dans les secteurs aval plus exposés à la houle et à dominante sableuse (i.e. flet). Le développement du zooplancton associé aux eaux mésohalines génère par ailleurs une ressource alimentaire caractéristique des estuaires (augmentation du taux de rencontre proies-prédateurs), notamment pour les poissons suprabenthiques (i.e. bar, gobies) et pélagiques (i.e. clupéidés). De même ces masses d'eau turbides sont favorables aux poissons lucifuges (anguille) tandis qu'elles limitent l'efficacité de chasse des poissons chasseurs à vue.
Les habitats fonctionnels diffèrent également entre les espèces sur le plan transversal. Les distributions selon cet axe font l'objet d'une succession en lien aussi avec la salinité, qui décroît généralement depuis le débouché des filandres vers leur pôle apical. Le facteur qui semble toutefois prépondérant est celui qui se rapporte au comportement des espèces. On constate en effet que les poissons présents dans les chenaux de marée transverses tendent à nager dans les petits fonds. Après la basse mer, lorsque la marée pénètre dans l'estuaire, ces espèces tentent de rester en bordure de chenal. Ils augmentent ainsi leur possibilités de rencontrer les filandres qui s'enfoncent dans le schorre et se faisant, i) celles d'échapper aux prédateurs, ii) celles de se nourrir dans un habitat où se concentre naturellement la nourriture de par sa configuration d'entonnoir.
En Baie des Veys, le développement d'une colonie de phoques veau-marin atteste de l'intérêt des filandres sur le plan trophique.
Les sites LiCCo de l'estuaire de l'Orne et de la baie des Veys apparaissent donc comme des mosaïques d'habitats où les surfaces d'échanges sont à optimiser, à la fois longitudinalement mais aussi transversalement, entre les aires de transit, les aires de nourricerie/refuge et celles de reproduction.

La mosaïque d'habitats : une prise en étau plus ou moins serrée

En comparaison avec la Basse vallée de la Saâne, presque totalement fermée à la mer, l'intérêt des deux sites ouverts Bas-Normands est évident (Figure 49).
Néanmoins lors du flot, la masse d'eau marine vient comprimer la masse d'eau douce dans un espace restreint par les aménagements. Il existe un déséquilibre évident entre les pôles amont et aval des deux sites, avec des surfaces d'habitats qui deviennent marginales dans leur partie amont, c'est-à-dire endiguée et poldérisée.

o *Dans l'estuaire de l'Orne*

La construction du canal de Caen à la mer a été déterminante pour l'évolution des habitats aquatiques estuariens et a engendré d'importants remblaiements sur le flanc-Ouest de cet estuaire. La topographie y a été considérablement modifiée, tandis que l'endiguement de l'Orne a induit la disparition du schorre sur la majeure partie du site, c'est-à-dire jusqu'à la Baie de Sallenelles. En aval du barrage de Caen, la zone d'expansion latérale des habitats n'est plus présente que sur environ 1/5ème du linéaire du fleuve. Le flanc-Est, moins urbanisé, a fait lui aussi l'objet d'une poldérisation jusqu'à Merville-Franceville, alors que la topographie montre une continuité arrière littorale entre le bassin de l'Orne et celui de la Dives.
L'évolution des vasières intertidales est visible au cours des 60 dernières années (cf étude diachronique des informations cartographiques collectées dans le cadre de LiCCo), qui relate un comblement progressif à la faveur de la progression du schorre

o *Dans la Baie des Veys*

Les différentes étapes de poldérisation ont eu des conséquences majeures sur l'évolution du site. La principale caractéristique de la baie des Veys est qu'en conséquence de ces aménagements, il y existe des surfaces considérables dont l'altitude se situe très en deçà du niveau de pleine-mer lors des vives eaux.

Le système a lui aussi été corseté par des digues submersibles qui occupent environ 50% du linéaire entre les portes à flot et la limite de basse mer. Comme dans l'estuaire de l'Orne, les surfaces de vasières intertidales tendent à diminuer au cours des dernières décennies. Autre trait commun entre les deux sites, les filandres latérales disparaissent dès que les digues des polders viennent jouxter les chenaux principaux. L'intensité du flot étant prédominante par rapport à celle du jusant, des barres sableuses tendent à se développer au débouché des filandres et à venir réduire leur accessibilité par la faune aquatique.

2.2.3.4.2 Estuaire de la Saane

Profil longitudinal : le verrou de l'épi buse

- **A l'échelle de l'ensemble du bassin versant**

A l'échelle de l'ensemble du bassin versant, le profil de la Saâne concernant la composition du peuplement a été dressé en 2008 (Cf. étude AREA / SOGREAH). Sans revenir en détail sur ces informations, on rappelle que les suivis par pêche électrique confirment le caractère typiquement salmonicole de la Saâne, montrant aussi la quasi absence des grands migrateurs potentiels à l'exception de l'anguille. La présence de la lamproie fluviatile reste marginale. La présence du flet est notée en 2003 jusqu'à environ 1 km de la digue route tandis que les observations rapportent l'existence d'autres espèces des cours lents et chauds, en lien avec les annexes hydrauliques latérales.
Les espèces potentielles qui correspondent aux caractéristiques des milieux (fraîcheur de l'eau, composantes hydrologiques et morphodynamiques) sont :

- La truite de rivière (Salmo trutta fario) et les espèces holobiotiques associées (chabot et lamproie de planer)
- La truite de mer (Salmo trutta trutta), la lamproie fluviatile, l'anguille et éventuellement la lamproie marine ainsi que le saumon atlantique pour les espèces amphibiotiques.
- Dans la basse vallée on mentionne en 2008 le potentiel – restant à étudier – concernant toutes les espèces d'origine marine pour lesquelles les estuaires constituent d'importantes zones de nourricerie.

Dans l'état actuel du débouché à la mer, on peut aujourd'hui dresser le bilan suivant :
A l'échelle de l'ensemble du bassin, les sources de perturbations sont désormais bien connues et identifiées (FDPPMA 76, 2007). La perte de fonctionnalité est estimée à 75% pour la truite de rivière, alors que l'épi buse constitue le verrou majeur pour la faune amphibiotique. S'agissant de l'effet de l'exutoire en mer et de son dimensionnement sur la circulation des espèces, on comprend aisément que les poissons migrateurs tels que les salmonidés puissent théoriquement pénétrer dans un tel tuyau, ne serait-ce que par leur tropisme vis-à-vis de l'eau douce, leurs sens olfactifs et leur capacité de nage. Il n'en reste pas moins que leur libre circulation ne peut être vraiment attestée, au vu notamment des captures faites en front de mer par la pêche dite « de loisir ». Ce stationnement externe n'existe visiblement pas dans d'autres estuaires ouverts à la mer et l'on n'y relève pas non plus une telle « localisation » de la pêche de loisir.
On peut s'attendre à une amélioration progressive de la qualité de la rivière lors de la mise en oeuvre du Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion de la ressource piscicole (PDPG) ainsi que toute autre mesure allant dans le même sens à l'avenir. Quoi qu'il en soit, ces efforts restent conditionnés au libre accès entre la mer et la rivière.
Les facteurs défavorables à l'amontaison ont été clairement identifiés. Il s'agit :

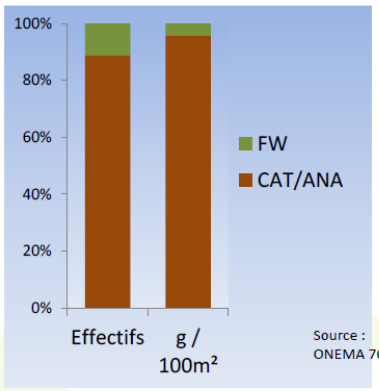
- du différentiel de hauteur entre le platier et l'entrée de la buse et de la fourchette temporelle de cotes marines pour laquelle les poissons peuvent franchir l'entrée de la buse, très restreinte pour les poissons qui n'ont pas de comportement de saut,
- de la différence de luminosité entre la mer et la buse,
- de la vitesse du courant dans la buse trop élevée pour de nombreuses espèces, y compris pour les salmonidés sur une telle distance (50m),

Depuis l'enlèvement du clapet en 2008, la situation est meilleure à partir du moment où les poissons ont pénétré dans la buse et qu'ils sont plus ou moins entraînés par le courant de flot. Cette modification explique probablement que les données piscicoles attestent d'une sensible amélioration de la présence de la truite de mer. La situation actuelle témoigne toutefois que le bassin de la Saâne se situe encore largement en dessous de son potentiel pour les poissons amphibiotiques.

o A l'échelle du site d'étude LiCCo

Il convient de souligner en premier lieu que l'épi buse constitue également un obstacle à la pénétration des poissons marins, d'autant plus qu'il s'agit de juvéniles dont les capacités de nage sont souvent très réduites (poissons plats). A l'exception du flet dont les larves détectent le signal chimique de l'eau douce et peuvent se rassembler dans un premier temps au pied de la buse, de nombreuses autres espèces, au stade larvaire ou post-larvaire, pénètrent plus ou moins passivement à la faveur du courant de marée et de la configuration morphologique des baies et estuaires où ils se trouvent entraînés. L'épi buse, en créant une rupture dans la continuité et dans la connectivité des habitats (hydrologique et morphologique) constitue de fait un facteur limitant de première importance.
Dans un second temps, les résultats de cette étude « répondent » parfaitement à la configuration actuelle des habitats à l'intérieur du site LiCCo. Malgré le fait de n'avoir pu réaliser qu'une prospection et que celle-ci soit incomplète sur le plan spatial puisqu'elle n'englobe pas l'étude des plans d'eau de la basse vallée (du fait de leur cloisonnement), le constat qui peut être établi sur les principaux habitats accessibles à partir du lit mineur est sans appel et confirme en lien avec les aménagements, le potentiel actuel très faible de la basse vallée vis-à-vis des poissons d'origine marine, c'est-à-dire une fonctionnalité quasiment nulle en tant que nourricerie vis-à-vis de cette guilde.
D'un point de vue qualitatif, bien que la présence de jeunes bars ait été constatée, les habitats actuels sont peu propices à une fonctionnalité réelle en tant que nourricerie pour l'espèce, comme en attestent leur qualité (nourriture apparemment peu abondante) et leur quantité (surfaces marginales des zones intertidales latérales). L'absence de vasières et d'estran nu, conjuguée à l'absence d'un réel schorre, conditionne probablement la mise en place d'une chaîne trophique estuarienne et la production biologique caractéristique de ce type d'écosystème.
L'absence du mulet porc est également indicatrice du faible potentiel des habitats dans leur configuration actuelle (juvéniles), tout autant que de l'effet de l'épi buse (adultes). De même, en dépit de la présence évidente du hareng le long du littoral, on peut s'étonner de ne pas avoir observé de jeunes clupéidés sur le site LiCCo.

D'un point de vue quantitatif, il ressort dans le lit mineur de la Saâne, que nos observations sont en accord avec celles de l'ONEMA en pêche électrique (Figure 16). Pour ce type d'habitat (Cf Figure 13), les espèces recensées sur le site LiCCo, c'est-à-dire plus en en aval vers la mer, appartiennent aux mêmes guildes d'usage, à savoir les poissons d'eau douce (FW) avec une fréquence d'occurrence de 20% et les poissons amphihalins (CAT/ANA), présents sur toutes les stations (F = 100%) et largement dominés par l'anguille européenne comme en attestent également les suivis de l'ONEMA.



Liste des espèces présentes au cours des campagnes de pêche de l'ONEMA à Longueil en 2008 et 2010 :

- Lamproie de Planer
- Anguille d'Europe
- Flet
- Chabot
- Truite fario
- Gardon

Figure 16 : Répartition des effectifs (%) de poissons capturés par l'ONEMA sur la station de Longueil en 2008 et 2010 classés en guildes d'usage (à gauche) et liste des espèces capturées (à droite) – Source ONEMA 76

Le profil en long de la topographie du fond et des berges de la rivière (Figure 17) permet une meilleure compréhension de la limite actuelle de pénétration de la masse d'eau marine. La section de
la buse limite le volume d'eau marine qui peut entrer dans la basse vallée en un temps donné, expliquant ainsi que les prairies ne soient pas ennoyées lors des pleines mers de vive-eau. La route-digue et la section de la buse empêchent donc la mise à niveau des systèmes externes et internes lors de la pleine mer, but précisément recherché jusqu'à présent, notamment par le dispositif de clapet (Figure 18).
A partir de 2008, l'effacement de ce clapet ne suffit toujours pas à permettre cette mise à niveau car le temps disponible à chaque marée n'est pas suffisant. La position actuelle de la limite de salure de l'eau (vive eau) résulte

donc à la fois des caractéristiques physiques de l'épi buse (altitude, section) et de la morphologie du fond de la rivière. Dès lors que le différentiel de pression le permet, le flot pénètre alors rapidement dans le fleuve tandis que l'eau douce ne s'écoule plus véritablement, son niveau ne faisant qu'augmenter dans la partie amont. A pleine mer, la limite entre les deux masses d'eau coïncide approximativement avec une rupture de pente du lit de la rivière (notée D127 sur la Figure 17), au-delà de laquelle la marée n'a plus suffisamment d'énergie pour pouvoir progresser vers l'amont.
Cette caractéristique hydrologique limite spatialement l'aire potentielle de pénétration des poissons marins, qui tendraient à se cantonner dans une gamme de salinité convenable pour eux, soit moins de la moitié du linéaire de la rivière en vive eau, et certainement encore moins en morte eau.

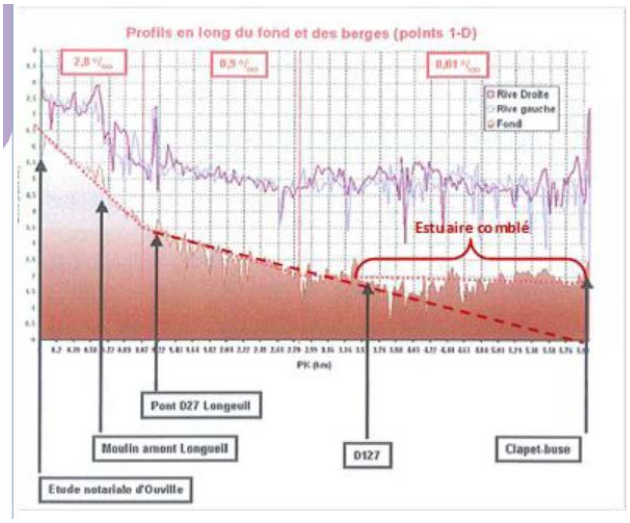
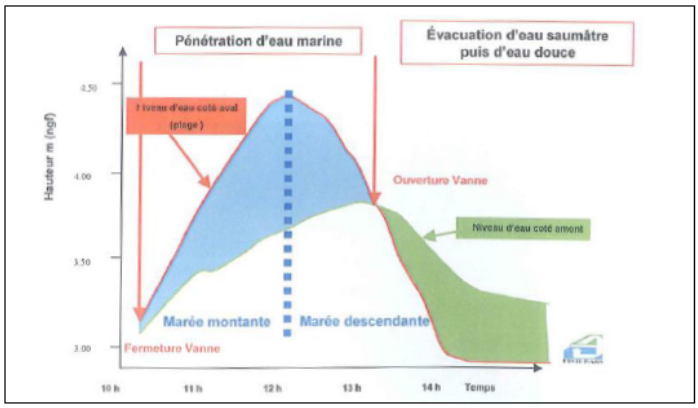


Figure 17 : Profil en long du fond de la Saâne et de ses berges dans la basse vallée en aval de Longueil (Source : AREA-SOGREAH, 2008)



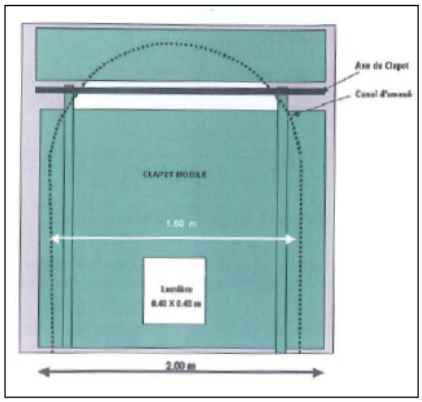


Figure 18 : Evolution des niveaux d'eau avec la marée et illustration du clapet vu par l'aval (avant 2008). (Source : AREA-SOGREAH, 2008)

Profil transversal : un système volontairement asséché et cloisonné

Dans la basse vallée de la Saâne, les assemblages d'espèces de poissons reflètent très bien l'état actuel des habitats. L'image Lidar du site et nos observations de terrain illustrent un niveau de cloisonnement très élevé de ce site, que ce soit vis-à-vis de la mer mais également entre le cours principal du fleuve et les fossés latéraux, où les connexions sont toutes oblitérées par des ouvrages de natures diverses . Plusieurs fossés de drainage perpendiculaires au fleuve ont été creusés dans la partie terminale de la basse vallée, s'accompagnant d'une levée de terre sur laquelle la végétation arbustive, voire arborescente, c'est aujourd'hui largement implantée.

2.2.3.4.3 Conclusion sur les trois sites LICCO

Les campagnes d'échantillonnage réalisées sur les trois sites LiCCo en 2012 et 2013 montrent que de nombreuses espèces colonisent les habitats intertidaux qui se développent latéralement aux axes des fleuves côtiers à leur débouché en mer. On retrouve en Baie des Veys et dans l'estuaire de l'Orne des assemblages similaires composés d'une vingtaine d'espèces de poissons et de quatre crustacés décapodes. La faune typiquement benthique est relativement peu présente et les populations qui pénètrent dans le schorre sont surtout suprabenthiques, suggérant la prépondérance d'une chaîne trophique suprabenthique-pélagique dans les chenaux de marée intertidaux apparentés à des pièges naturels en nourriture.
L'intérêt du réseau de chenaux transverses en tant qu'habitat favorable au necton est notable puisqu'ils peuvent être considérés comme des sites de nourricerie, y compris pour des espèces à haute valeur marchande comme le bar. Les résultats obtenus révèlent en effet qu'une large majorité des espèces qui colonisent ces types d'habitats le font pour des stades juvéniles de développement, la colonisation des filandres participant à leur croissance au cours de leur première année de vie et parfois aussi la seconde. Des investigations complémentaires sont toutefois nécessaires pour mieux appréhender le rôle des filandres comparativement au prisme tidal sableux.
Les sites LiCCo de Basse-Normandie présentent les caractéristiques communes suivantes concernant la configuration de leurs habitats :

- Ouverture directe à la mer,
- Continuum bathymétrique longitudinal, et continuum latéral via les filandres librement ouvertes sur les chenaux principaux,
- Importantes surfaces intertidales latérales au débouché des petits fleuves
- Niveaux topographiques moyens des estrans relativement semblables,
- Augmentation des endiguements vers l'amont et forte réduction du schorre,

Tous ces éléments contribuent à expliquer la similarité globale de leurs assemblages d'espèces, d'autant que les deux sites sont proches l'un de l'autre sur le plan biogéographique.
L'élément novateur de ce travail révèle cependant un lien étroit entre la configuration intrinsèque des habitats et la composition des assemblages d'espèces de poissons.
Les habitats aquatiques de la basse vallée de la Saâne sont très différents des deux sites LiCCo Bas-Normands. La fermeture à la mer par les aménagements y engendre une modification profonde qui se traduit par la disparition des surfaces intertidales, alors que s'ajoute un cloisonnement latéral systématique (levées de terres, vannes…).
Cela engendre un appauvrissement considérable des assemblages d'espèces dont une quasi-disparition des poissons d'origine marine. La fonctionnalité de nourricerie subsiste cependant pour un nombre réduit d'espèces amphihalines (anguille et le flet), associée à celle de voie de migration anadrome (salmonidés) vers l'amont du bassin versant (Figure 49 ci aprés).
La diversité hydrologique, courantologique, morphologique, sédimentaire, chimique, des habitats aquatiques et intertidaux est donc une composante essentielle sur lequel repose en grande partie la composition des assemblages d'espèces de l'ichtyofaune et de la carcinofaune.
Les résultats sur l'état actuel de ces deux composantes faunistiques restent cependant incomplets d'un point de vue temporel (une seule campagne d'échantillonnage) et spatial (compartimentation). Ils suggèrent un complément indispensable pour l'établissement d'un véritable état initial du site.

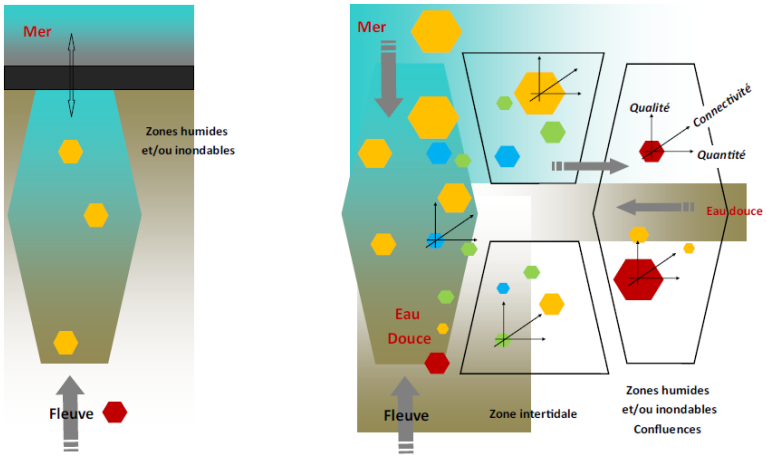


Figure 49 : Schéma illustrant deux types de mosaïque d'habitats estuariens et les fonctionnalités qui leur sont associés vis-à-vis de l'ichtyofaune. Les formes en parallépipède de couleurs représentent les fonctions essentielles de refuge (vert), nourricerie (jaune), alimentation saisonnière (bleu), frayère (rouge). Dans le schéma de gauche, le cloisonnement des différents types d'habitats ne permet qu'un nombre réduit de fonction pour un faible nombre d'espèces, comme c'est le cas dans la Basse vallée de la Saâne. Le schéma de droite montre le développement de ces fonctions, surtout de celle de nourricerie, alors que les habitats d'écotone (zones intertidales et schorre) occupent des surfaces représentatives entre le fleuve et le marais adjacent. Chaque fonction est associée à une qualité, une quantité et une connectivité des différents types d'habitats fonctionnels.

2.2.4 Profils des sites et fonctionnalités écologiques pour les limicoles côtiers

La méthode développée a consisté à mettre en relation les habitats benthiques et les limicoles côtiers en croisant les résultats des suivis classiques des habitats benthiques et de ceux des effectifs d'oiseaux avec les données sur la bathymétrie (simulation des niveaux de marée en différentes conditions).

Pour le **comptage des oiseaux**, le suivi s'est traduit par 12 dénombrements mensuels sur l'ensemble du cycle annuel 2013, effectués respectivement sur les trois entités fonctionnelles étudiées que sont la baie de l'Orne (14), la baie des Veys (50) et le havre de la Sienne (50).

Autres enseignements intéressant sur le long terme pour la description des communautés de limicoles côtiers, la **composition spécifique des communautés de limicoles** présentes sur chaque site. Parmi les 24 espèces présentes en France, 12 espèces sont particulièrement bien représentées sur le littoral national (Mahéo *et al.*, 2002). Elles caractérisent également les communautés respectivement observées en Baie de l'Orne (14), Baie des Veys (50) et sur le Havre de la Sienne (50).

Les suivis numériques réalisés permettent de définir la part de chacune de ces 12 espèces dans la composition de la communauté. Cette caractérisation des communautés respectivement présentes sur les 3 sites d'étude permet d'établir un état comparatif (ou état zéro), et par son caractère reproductible, contribuera à mesurer dans le temps, les effets du changement climatique sur la composition spécifique des peuplements.

Cette analyse des communautés sera appliquée aux effectifs de janvier. Ce choix se justifie par le fait que janvier est le mois où l'on enregistre très peu de mouvements, hormis les déplacements dus aux vagues de froid (Smit et Piersma, 1989). Cette stabilité est particulièrement importante pour ce type d'analyse.

Les résultats obtenus permettront d'émettre des tendances d'évolution qu'il faudra rapprocher localement à d'éventuelles modifications d'ordre fonctionnel. Même si nos investigations se cantonnent principalement à cette échelle locale, qui est celle de l'unité fonctionnelle (Tamiser et Dehorter, 1999 ; Le Dréan-Quénec'hdu, 1999), nos résultats devront être discutés avec ceux obtenus à une échelle plus globale, intercontinentale, celle de la voie de migration est-Atlantique. En effet comme le souligne Austin et Rehfisch (2003), face aux effets du changement global, le déplacement des espaces vitaux des espèces n'est pas exclus. Un changement local de la composition des communautés de limicoles pourrait aussi être la conséquence d'un glissement généralisé des aires de répartition.

La caractérisation des **principaux reposoirs** a également été effectué , notamment via le relevé les principaux paramètres physiques et fonctionnels caractérisant chacun d'entre eux, à savoir :

- la composition spécifique du peuplement observée pendant la haute mer, lors des périodes tidales dites «de vives eaux », où l'on observe les plus fortes concentrations d'oiseaux, permettant une individualisation des reposoirs principaux.
- le nombre moyen d'individus s'y remisant et les échanges fonctionnels instaurés entre les différents secteurs de concentration.

Ces différentes informations ont également été complétées par une appréciation de leur accessibilité au regard des activités humaines (notion de dérangement et statut du secteur côtier : espace protégé…).
Enfin, pour permettre une localisation précise de chaque reposoir, le relevé de deux positions a été effectué pour renseigner la plus grande longueur. D'un point de vue cartographique, chaque reposoir est ainsi représenté par une ligne, souvent parallèle au trait de côte.
Effectués annuellement, ces relevés GPS permettront une identification des éventuelles modifications spatio-temporelles.

2.2.4.1 La baie de l'Orne

o Principaux taxons observés et évaluation patrimoniale

Pour la baie de l'Orne, parmi les 12 taxons particulièrement bien représentés sur le littoral national (Mahéo *et al.*, 2002), les stationnements de 4 d'entre eux atteignent au moins une fois au cours de la période considérée, le seuil d'importance nationale (S.I.N.) (Tableaux 5 et 6). Selon les critères d'évaluation biogéographique de la convention de Ramsar (Annexe 1), la baie des de l'Orne revêt donc une importance nationale pour la conservation du Grand gravelot (*Charadrius hiaticula*), du Bécasseau sanderling (*Calidris alba*), du Courlis cendré (*Numenius arquata*) et du Chevalier gambette (*Tringa totanus*) et du Tournepierre à collier (*Arenaria interpres*), lors de la migration postnuptiale et/ou lors de l'hivernage. Le site présente également une importance nationale pour l'accueil du Grand gravelot *(Charadrius hiaticula)*, lors de sa migration prénuptiale.

Tableau : effectifs mensuels observés en baie d'Orne et évaluation patrimoniale par application des critères d'importance nationale et internationale (convention Ramsar)

Espèces ou sous-espèces		Effectifs recensés (2013)						Effectifs recensés (2013)						Evaluation		
Nom français	*Nom scientifique*	janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.	S.I.I.	S.I.N.	Bilan
Huitrier pie	*Haematopus ostralegus*	420	373	0	0	0	0	0	5	8	4	2	213	10200	500	
Avocette élégante	*Recurvirostra avosetta*	28	28	73	0	0	0	0	0	0	0	9	7	730	220	
Grand gravelot	*Charadrius hiaticula*	71	71	331	69	**230**	39	14	103	87	174	95	**362**	730	165	N
Pluvier argenté	*Pluvialis squatarola*	22	0	0	10	56	3	0	11	1	72	17	25	2500	300	
Bécasseau maubèche	*Calidris islandica*	1	7	0	0	25	1	0	1	11	4	5	0	4500	430	
Bécasseau sanderling	*Calidris alba*	230	139	**364**	7	133	7	0	0	6	70	**443**	72	1200	270	N
Bécasseau variable	*Calidris alpina*	1483	1100	1954	287	350	16	0	97	129	104	748	1250	13300	3200	
Barge à queue noire	*Limosa limosa*	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	9	**0**	470	210	
Barge rousse	*Limosa lopponica*	5	0	23	0	19	0	4	2	20	0	1	0	1200	81	
Courlis cendré	*Numenius arquata*	**1500**	**270**	**360**	183	21	33	3	12	17	**348**	206	200	8500	220	N
Chevalier gambette	*Tringa totanus*	**65**	**63**	**85**	12	1	0	27	4	12	12	**58**	38	2500	40	N
Tournepierre à collier	*Arenaria interpres*	72	71	79	3	0	0	0	5	1	0	22	47	1500	250	

S.I.I. : Seuil importance internationale ; S.I.N. : Seuil d'importance nationale ; N : Importance nationale reconnue.

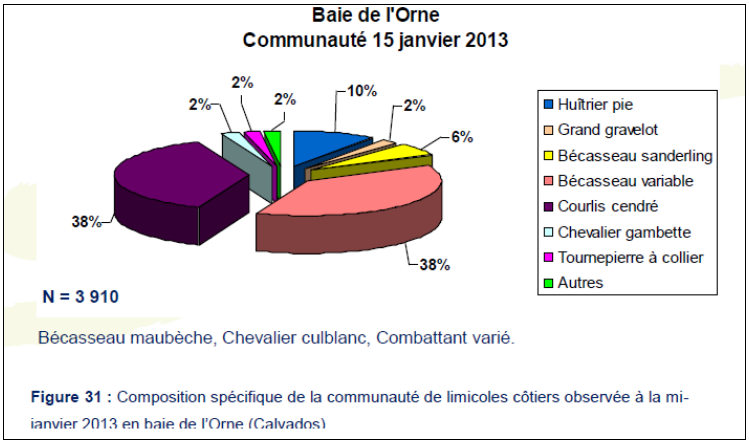
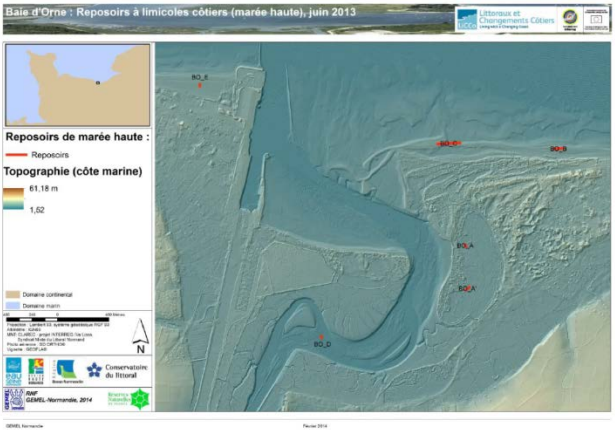


Figure 31 : Composition spécifique de la communauté de limicoles côtiers observée à la mi-janvier 2013 en baie de l'Orne (Calvados)

Par ailleurs, six reposoirs principaux ont été localisés en baie de l'Orne



Carte 14 : Cartographie topographique de la baie de l'Orne (Calvados) et localisation des reposoirs principaux (-) (Source : GEMEL-Normandie 2014).

2.2.4.2 La baie des Veys

o Principaux taxons observés et évaluation patrimoniale

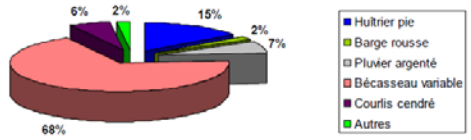
Pour la baie des Veys, parmi les 12 taxons particulièrement bien représentés sur le littoral national (Mahéo *et al.*, 2002), les stationnements de 9 d'entre-eux atteignent au moins une fois au cours de la période considérée, le seuil d'importance nationale (S.I.N.) (Tableaux 8 et 9). Selon les critères d'évaluation biogéographique de la convention de Ramsar, la baie des Veys revêt donc une importance nationale pour la conservation de l'Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*), du Pluvier argenté (*Pluvialis squatarola*), du Bécasseau sanderling (*Calidris alba*), du Bécasseau variable (*Calidris alpina*), de la Barge rousse (*Limosa lapponica*), du Courlis cendré (*Numenius arquata*), du Chevalier gambette (*Tringa totanus*) et du Tournepierre à collier (*Arenaria interpres*), lors de la migration postnuptiale et /ou lors de l'hivernage. Le site présente également une importance internationale pour l'accueil du Grand gravelot *(Charadrius hiaticula)*, lors de sa migration postnuptiale et prénuptiale et pour le Courlis cendré *(Numenius arquata)* lors de son hivernage.

Tableau : effectifs mensuels observés en baie des Veys et évaluation patrimoniale par application des critères d'importance nationale et internationale (convention Ramsar)

Espèces ou sous-espèces		Effectifs recensés (2013)						Effectifs recensés (2013)						Evaluation			n
Nom français	*Nom scientifique*	janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.	S.I.I.	S.I.N.	Bilan	Bilan
Huîtrier pie	*Haematopus ostralegus*	**2902**	**1817**	**1275**	**758**	483	354	451	**809**	**1150**	**1800**	**2401**	**2900**	10200	500	**N**	**N**
Avocette élégante	*Recurvirostra avosetta*	79	100	0	9	2	1	6	12	0	0	1	120	730	220		
Grand gravelot	*Charadrius hiaticula*	108	52	40	115	**862**	38	0	**588**	**1019**	42	70	96	730	165	**I, N**	**I, N**
Pluvier argenté	*Pluvialis squatarola*	**1200**	**1602**	**1500**	254	20	16	12	18	17	254	**335**	**1050**	2500	300	**N**	**N**
Bécasseau maubèche	*Calidris islandica*	45	35	168	50	1	0	0	6	120	45	3	0	4500	430		
Bécasseau sanderling	*Calidris alba*	**290**	**406**	163	248	**538**	0	0	28	0	260	145	2	1200	270		**N**
Bécasseau variable	*Calidris alpina*	**5880**	**4503**	1220	1171	810	28	11	409	119	2000	**6633**	**9550**	13300	3200	**N**	**N**
Barge à queue noire	*Limosa limosa*	164	144	14	1	46	1	0	1	10	10	89	**260**	470	210	**N**	
Barge rousse	*Limosa lopponica*	**270**	**650**	**550**	**285**	27	5	0	5	**101**	**172**	29	**320**	1200	81	**N**	**N**
Courlis cendré	*Numenius arquata*	**107**11	**9816**	145	**254**	13	5	4	**340**	**901**	**1286**	**1821**	**4635**	8500	220	**N**	**I, N**
Chevalier gambette	*Tringa totanus*	**207**	**206**	**68**	12	17	2	12	13	3	12	**303**	**244**	2500	40	**N**	**N**
Tournepierre à collier	*Arenaria interpres*	115	66	42	25	18	0	0	12	6	19	28	2	1500	250	**N**	**N**

S.I.I. : Seuil importance internationale ; S.I.N. : Seuil d'importance nationale ; N : Importance nationale reconnue.

Baie des Veys
Communauté 15 janvier 2013

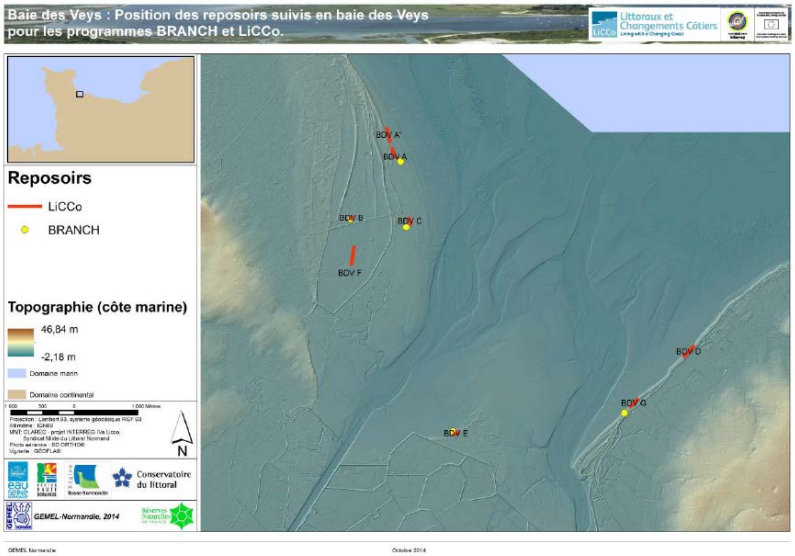


N = 22 265

Autres : Combattant varié, Chevalier gambette, Barge à queue noire, Tournepierre à collier, Bécasseau sanderling, , Grand gravelot, Avocette élégante, Bécasseau maubèche et Chevalier arlequin.

Figure 32 : Composition spécifique de la communauté de limicoles côtiers observée à la mi-janvier 2013 en baie des Veys (Manche & Calvados)

Par ailleurs, huit reposoirs principaux ont été identifiés en baie des Veys.



Carte 17 : Cartographie topographique de la baie des Veys (Manche & Calvados) et localisation comparée des reposoirs LiCCo (-) avec ceux observés dans BRANCH (•) (Source : GEMEL-Normandie 2014).

Peu de différence ont été observées entre les localisations relevées lors des programmes Interreg BRANCH et LiCCo. Seuls deux reposoirs nouveaux ont été relevés lors de la campagne de juin 2013

2.2.4.3 Le Havre de la Sienne

o Principaux taxons observés et évaluation patrimoniale

Pour le havre de la Sienne, parmi les 12 taxons particulièrement bien représentés sur le littoral national (Mahéo *et al.*, 2002), les stationnements de 7 d'entre eux atteignent au moins une fois au cours de la période considérée, le seuil d'importance nationale (S.I.N.) (Tableaux 11 et 12).

Selon les critères d'évaluation biogéographique de la convention de Ramsar (Gillier *et al.* 2000 ; Delany *et al.*, 2009 ; Mahéo *et al.*, à paraître), appliqués aux effectifs mensuels observés au cours du cycle annuel 2013, le havre de Sienne revêt une importance nationale pour la conservation de l'Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*), du Grand gravelot *(Charadrius hiaticula)*, du Bécasseau sanderling *(Calidris alba)*, du Pluvier argenté (*Pluvialis squatarola*), du Courlis cendré *(Numenius arquata)* et du Tournepierre à collier *(Arenaria interpres)* lors de la migration postnuptiale et /ou lors de l'hivernage. Le site revêt également une importance nationale pour l'accueil du Bécasseau sanderling (*Calidris alba*) lors de sa migration postnuptiale et prénuptiale, et du Grand gravelot *(Charadrius hiaticula)*, lors de sa migration prénuptiale.

Tableau : effectifs mensuels observés en baie de Sienne et évaluation patrimoniale par application des critères d'importance nationale et internationale (convention Ramsar)

Espèces ou sous-espèces		Effectifs recensés (2013)						Effectifs recensés (2013)						Evaluation			Bilan
Nom français	*Nom scientifique*	janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.	S.I.I.	S.I.N.	Bilan	
Huîtrier pie	*Haematopus ostralegus*	**1435**	**1465**	**1010**	450	85	6	2	**600**	**910**	**1385**	**1595**	**1320**	10200	500	N	N
Avocette élégante	*Recurvirostra avosetta*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	730	220		
Grand gravelot	*Charadrius hiaticula*	0	0	9	42	**298**	**202**	1	**295**	80	21	0	0	730	165	N	N
Pluvier argenté	*Pluvialis squatarola*	**476**	**445**	**325**	**310**	36	**0**	0	0	0	33	**395**	**520**	2500	300	N	N
Bécasseau maubèche	*Calidris islandica*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	4500	430		
Bécasseau sanderling	*Calidris alba*	**1100**	**1085**	**645**	**500**	**515**	91	29	**600**	**385**	**1200**	**1095**	**1075**	1200	270	N	N
Bécasseau variable	*Calidris alpina*	620	680	360	63	100	51	11	35	23	105	365	465	13300	3200		
Barge à queue noire	*Limosa limosa*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	470	210		
Barge rousse	*Limosa lopponica*	**448**	**431**	**280**	**123**	**229**	23	0	3	6	65	37	**265**	1200	81		N
Courlis cendré	*Numenius arquata*	215	**237**	**435**	189	7	72	**275**	215	215	**290**	**238**	215	8500	220	N	N
Chevalier gambette	*Tringa totanus*	25	**25**	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2500	40		
Tournepierre à collier	*Arenaria interpres*	**256**	220	27	11	3	0	0	2	0	42	108	89	1500	250		N

S.I.I. : Seuil importance internationale ; S.I.N. : Seuil d'importance nationale ; N : Importance nationale reconnue.

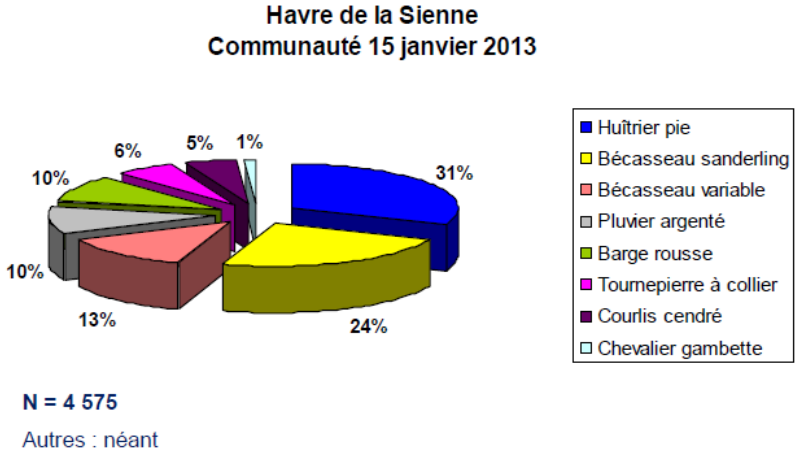


Figure 33 : Composition spécifique de la communauté de limicoles côtiers observée à la mi-janvier 2013 sur le havre de la Sienne (Manche).

Huit reposoirs principaux ont été identifiés sur le havre de la Sienne dont un situé à Lingreville, au nord du Havre de la Vanlée mais dont les liens fonctionnels l'associe au Havre de la Sienne. Peu de différence ont été observées entre les localisations relevées lors des programmes Interreg BRANCH et LiCCo.

2.3 Volet prospectif

Cette dernière partie est consacrée :

- d'une part , à l'analyse des e**njeux et des risques à l'échelle de chaque site Licco , ainsi qu'**à la présentation des effets simulés de l'élévation de la mer sur certains compartiments des écosystémes estuariens étudiés dans LICCO, notamment des habitats intertidaux
- d'autre part, aux choix possibles de gestion établis site par site, en réponse au changement climatique, et des effets attendus sur les habitats aquatiques et leurs fonctionnalités vis-à-vis de l'ichtyofaune amphihaline (migration) et d'origine marine (nourricerie littorale)

2.3.1 Enjeux/risques à l'échelle de chaque site et effets simulés de l'élévation de la mer sur les habitats intertidaux

Le terme «littoral» désigne par définition une frontière entre deux domaines: terrestre et maritime. Il s'agit par conséquent d'un milieu particulier, subissant les influences et surtout les contraintes de chacun d'eux, contraintes d'autant plus importante qu'il existe un mouvement de marées sur ce domaine atlantique. Il en résulte des caractéristiques écologiques et patrimoniales particulières.
La réflexion sur les impacts du changement climatique et les risques encourus intègre fortement l'évolution de cette zone de transition qui subira directement l'influence des tempêtes, les variations des niveaux de submersion et les apports sédimentaires ou les érosions. (BRANCH, 2007)
Les réflexions qui suivent pour chaque site ont été formulées dans le rapport BRANCH (2007). La situation n'ayant pas évoluée depuis lors, il a été décidé de conserver ces observations dans leur intégralité.

Concernant les effets simulés sur les habitats intertidaux, la première partie de ce travail , a permis de retracer le bilan de l'évolution surfacique des habitats pour les trois sites étudiés à partir des données acquises et produites pour Licco et des données antérieures disponibles et exploitables.
Sachant que les espèces se positionnent sur l'estran notamment en fonction du **temps d'émersion** qu'elles peuvent supporter, la présente étape a consisté, grâce à l'utilisation de données précises sur la topographie de l'estran et la bathymétrie à simuler les marées et à calculer la proportion d'estran découvert pour chaque habitat identifié, en fonction du temps. Ces simulations ont été recalculées, dans un second temps, en croisant ces données surfaciques (cartographies) avec les *scenarii* d'élévation de la mer envisagés, sur les bases des conclusions du GIECC, l'objectif étant d'évaluer l'importance des changements occasionnés pour les espèces et leur distribution.
il est ainsi possible de calculer la surface et la proportion d'estran émergé en fonction du temps à un instant t, ainsi que le temps d'émersion des habitats. De la même façon, pour une hauteur d'eau donnée (seuil), il est possible de calculer le temps d'émersion des habitats.
Le travail de calcul des hauteurs d'eau par quart-d'heure, présenté dans ce rapport, à été réalisé pour le mois de janvier 2012 Les résultats sont présentés dans les figures 13, 14 et 15 pour les trois sites considérés.
Conformément aux préconisations formulées par les groupes de travail français de LiCCo, trois *scenarii* d'élévation du niveau de la mer ont été retenus, 20, 60 et 100 cm. Ces hauteurs peuvent être éventuellement associées à trois dates différentes (2020, 2050 et 2100), permettant d'essayer d'anticiper les effets du changement en cours. Les couches d'immersion des habitats ont été produites pour toutes ces hauteurs d'eau et différents niveaux de marée de référence pour les trois sites étudiés. Dans ce rapport, seul le cas du *scenario* le plus pessimiste, celui d'une élévation du niveau de la mer de 1 m, est présenté, les autres constituant des étapes intermédiaires à court, moyen terme.

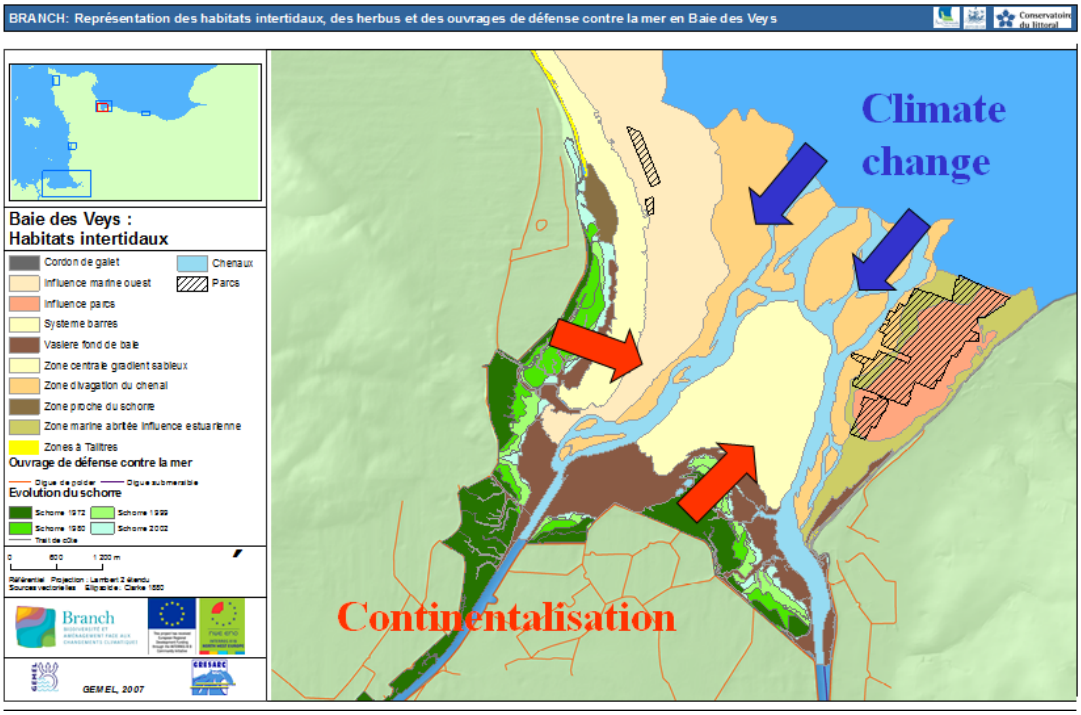
2.3.1.1 La baie des Veys

Enjeux/risques à l'échelle du site

Réponses à l'élévation du niveau de la mer dans la zone intertidale

Dans la baie des Veys, il existe aujourd'hui un phénomène d'accrétion du substrat. De ce fait, les conséquences de la hausse du niveau moyen de la mer dépendront fortement de la vitesse relative de cette hausse par rapport à la vitesse d'accrétion dans la baie. En effet, les zones intertidales sont par définition recouvertes par l'eau de mer en partie ou en totalité (en fonction du coefficient de marée) à marée haute. La fréquence d'immersion jouant un rôle

de différenciation des habitats, ceux-ci se trouvent fortement liés à la topographie du site. Si cette dernière n'évolue pas alors que le niveau de la mer augmente, on aura alors un recul des végétations de prés salés vers la côte. Le trait de côte étant artificiellement fixé par les digues, les végétations du haut schorre vont se voir piégées et leur surface diminuer de façon conséquente. Or, c'est dans le haut schorre que l'on trouve les cortèges floristiques les plus remarquables pour les prés salés.
Dans le cas où l'accrétion resterait plus importante que la hausse du niveau de la mer, on pourrait imaginer la continuité de la tendance actuelle de progression des végétations intertidales.



Si l'on se reporte à l'état de la baie avant toute poldérisation, on peut estimer que le trait de côte était en retrait vers l'intérieur par rapport au niveau artificiel où il est maintenu actuellement. En termes d'habitats naturels *stricto sensu*, il existe donc une zone potentielle de recolonisation du marais salé sur des habitats actuellement très artificialisés qui n'ont que peu de valeur en termes de biodiversité. Les conditions écologiques nécessaires à la mise en place d'un marais salé sont inhérentes au rythme de submersion par la mer. Ce sont des écosystèmes à forte résilience, capable de récupérer un développement et / ou un fonctionnement équilibré rapidement. Par ailleurs la diversité topographique dans la baie, la diversité des espèces et milieux des prés salé actuels et les capacités de dissémination des propagules peuvent permettre d'espérer retrouver une diversité d'habitats élémentaires du haut schorre intéressante, ces niveaux topographiques étant dans cette zone géographiques à la fois les plus menacés et hébergeant les espèces les plus rares.

- **Réponse à l'élévation du niveau de la mer dans la zone terrestre**

Actuellement, les dépressions dunaires se trouvent déjà sous le niveau de cote moyenne d'occurrence centennale. Le cordon dunaire joue le rôle de barrière à l'intrusion de l'eau de mer à l'intérieur des terres. Seuls les embruns et quelques vagues lors des tempêtes ayant lieu pendant les fortes marées (dunes peu élevées) apportent du sel dans le système. En cas d'augmentation du niveau de la cote moyenne, c'est la fréquence d'intrusion d'eau salée qui affectera le plus le milieu. En effet, la ceinture la plus sensible à la salinité est la dépression dunaire, celle-ci se développant au niveau des affleurements d'eau douce. Ainsi, on pourrait se retrouver avec un complexe para estuarien plus ou moins halophile du type de ceux rencontrés dans le val de Saire, plus au nord, en cas d'intrusion fréquente voire de rupture du cordon.

- **effets simulés de l'élévation de la mer sur les habitats intertidaux**

La figure 13 illustre la proportion de l'estran émergé en fonction de différentes conditions de marée en baie des Veys. La hauteur d'eau présentée est caractéristique du site (de sa bathymétrie et du marnage). Cette série de cartes montre bien que les habitats du haut de l'estran (du fond de l'estuaire) sont le moins souvent soumis à la marée. Il s'agit des secteurs les plus vaseux, dont les prés-salés. Certains secteurs de l'estran, à proximité des prés-salés

restent émergés à marée haute pendant les périodes de morte-eau au nord de la pointe de Brévands (au centre de la baie des Veys) et sur le flanc Ouest. Ces zones de pré-salé sont en plein expansion. Les herbiers de zostère naine sont également peu submergés pendant les périodes de morte eau du mois de janvier 2012.
Par ailleurs d'autres secteurs sont régulièrement immergés même en condition de morte-eau, comme la partie Ouest des prés-salés de Brévands, la seule à être en érosion sur ce site. Les zones envasées, semblent soumises à lamarée en permanence. Elles sont associées à un hydrodynamisme faible permettant la sédimentation des particules fines et l'absence de remise en suspension de celles qui constituent le sédiment.

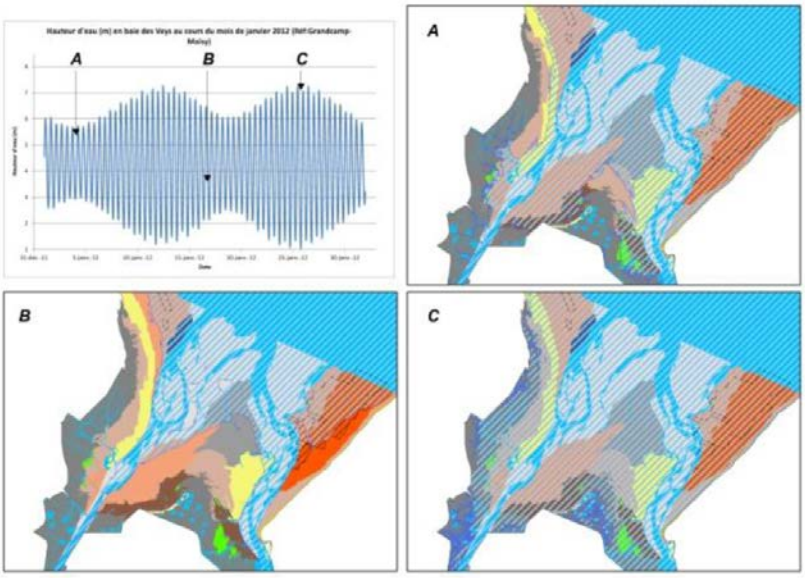


Figure 13 : Hauteurs d'eau du mois de janvier 2012 en baie des Veys et cartographie des habitats submergés pour trois niveaux de marée, A) marée haute de morte-eau, B) marée basse de morte-eau et C) marée haute de vive-eau.

Le tableau 2 illustre la proportion de chaque habitat intertidal de la baie des Veys restant émergée en fonction de trois hauteurs d'eau, 2m, 4m et 6m.Ces hauteurs d'eau correspondent à des niveaux de marée haute de morte-eau (minimum), moyenne et de vive-eau (maximum) pour le mois de janvier 2012.
Généralement, avec une hauteur d'eau de2m, les habitats sont quasiment tous émergés en dehors de sables fins envasés comme ceux qui sont situés sous les structures conchylicoles (LS.LSa.FiSa.Po.SarmUpos) qui sont intégralement sous l'eau à une hauteur de 6 m.
Certains habitats restent en permanence émergés, comme la zone à talitres (laisse de mer, LS.LSaLSt.Tal). Les secteurs les plus envasés (LS.LSa.MuSa.HedMacEte et LS.LMu.MEst.Hed.Mac et LS.LSa.MuSa.BatCare) restent émergés pour une hauteur d'eau minimale tandis qu'à une hauteur d'eau de 6m, leur surface émergée est très réduite (45,28 %, 9,61 % et 27,63 %),.
Certains habitats de sables mobiles passent quasiment d'un état complètement émergé à un état complètement immergé entre les hauteurs2 m et 6 m.
Il apparait que les niveaux d'eau encas de marée haute en période de vive-eau atteignent les digues en arrière des prés-salés, recouvrant tous les autres habitats présents. Ces digues empêchent la circulation de l'eau vers les polders et celle des espèces entre les domaines marin et continental. Ainsi le développement des habitats des prés-salés vers le domaine terrestre est également empêché.

Tableau 2: Présentation du pourcentage de chaque habitat recensé restant émergé en fonction de trois hauteurs d'eau correspondant à différentes conditions de marée typiques de la baie des Veys.

Baie des Veys	Total	Hauteur = 6 m	Hauteur = 4 m	Hauteur = 2 m
Habitat (EUNIS)	Surface (m^2)	Pourcentage émergé	Pourcentage émergé	Pourcentage émergé
LS.LSa.MuSa.HedMacEte	2077513,27	45,28	99,68	100,00
LS.Lsa.FiSa.Po	6097311,98	0,50	40,61	92,74
Présalé sans végétation	87367,33	58,41	86,46	100,00
LS.LSa.FiSa.Po.Ncir	165725,64	0,00	0,00	98,45
LS.LSa.St.Tal	230403,72	99,15	100,00	100,00
LS.Lsa.FiSa.Po.SarmUpos	2027234,84	0,00	38,07	95,51
LS.LMu.MEst.HedMac	904316,90	9,61	99,76	100,00
LS.LSa.MuSa.BatCare	1974267,84	27,73	94,30	100,00
LS.Lsa.Mosa	1393898,57	0,07	46,42	99,80
Zone divagation du chenal	5540299,47	0,68	4,21	92,33
LS.LMp.LSgr.Znol	186894,87	77,42	100,00	100,00

En cas d'élévation du niveau de la mer de 1 m, les marées pourraient atteindre les digues de polder en période de morte-eau, ce qui n'est pas permis dans la situation actuelle. L'immersion des habitats intertidaux seraient ainsi plus fréquente même en période de morte eau.
Cette situation correspond au *scenario* d'élévation du niveau de la mer le plus pessimiste à l'horizon 2050. C'est celui vers lequel les autres mènent à court terme. Cette méthode prend uniquement en compte la surface des habitats sans considérer les mouvements sédimentaires, et en formulant l'hypothèse que le marnage reste constant.

Les résultats mettent donc surtout en évidence le rôle des digues dans un système en voie d'ensablement. Elles empêchent la translation des habitats intertidaux vers le domaine continental, ce qui représente leur seule option de maintien *in situ*.

2.3.1.2 L'estuaire de l'Orne

- **Enjeux/risques à l'échelle du site**

L'estuaire de l'Orne possède une dynamique sédimentaire difficilement prévisible. Celle-ci devrait d'autant plus être modifiée par l'extension du terminal de la ligne de ferries de Ouistreham en 2011-2012.
Dans ce contexte mouvant et également fortement soumis à des contraintes anthropiques les conséquences d'une hausse du niveau marin dans le cadre du changement climatique sont difficiles à cerner. Pour les prés salés, il dépendra avant toute chose de la rapidité d'accrétion du sédiment. En effet, si celle-ci est suffisamment rapide pour compenser l'augmentation du niveau marin, les habitats intertidaux pourront se maintenir. En revanche, dans le cas d'une accrétion insuffisante par rapport à la hausse du niveau marin, les espèces des niveaux supérieurs laisseront progressivement la place aux espèces du niveau inférieur. En l'absence d'une possibilité de repli en arrière, notamment du fait de la présence de digues, ces habitats finiront par disparaitre.
Dans les dunes de Merville-Franceville, où se trouvent déjà quelques zone de pré-salé internes, on peut imaginer un développement de ce dernier aux dépends du système dunaire.
Dans le cas de zones d'érosion, tant le pré-salé que les milieux dunaires peuvent être soumis à ce phénomène. Les habitats disparaissent alors localement.

Dans ce contexte il est important, en fonction des tendances évolutives perçues en termes géomorphologiques dans les différents compartiments hydrodynamiques de l'estuaire de l'Orne, de considérer l'écosystème en son ensemble et de permettre aux dynamiques naturelles de s'établir aux abords et en continuité des habitats existants afin de les maintenir voire de les développer sur l'ensemble du site.

- **effets simulés de l'élévation de la mer sur les habitats intertidaux**

La figure 15 illustre la proportion de l'estran émergé en fonction de différentes conditions de marée dans l'estuaire de l'Orne. Le marnage est le plus faible des trois sites étudiés. La hauteur d'eau présentée est caractéristique du site

(de sa bathymétrie et du marnage). Cette série de cartes montre bien que les prés-salés (du fond de l'estuaire) sont le moins souvent soumis à la marée. Certains secteurs de l'estran, à proximité des prés-salés (les plus vaseux) restent émergés à marée haute pendant les périodes de morte-eau au. Le gisement de moules exploité (en bleu) est immergé la plupart du temps tandis que sa partie la plus au Nord (non-exploitée) est émergée à marée basse en morte-eau. A l'extérieur de l'estuaire, les habitats les plus bas ne sont pas émergés à marée basse en morte-eau, montrant la cohérence entre l'étagement des habitats et leur fréquence d'émersion.

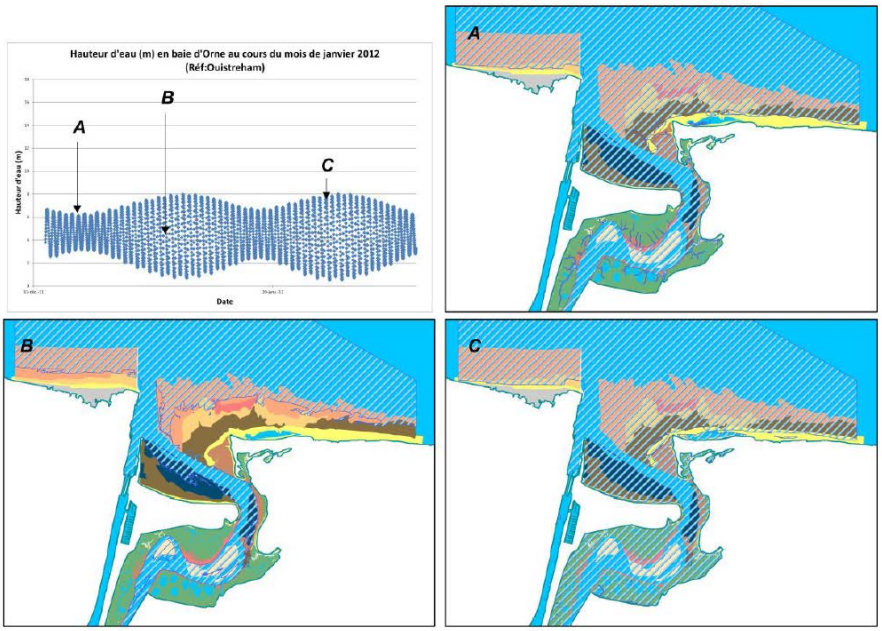


Figure 15 : Hauteurs d'eau du mois de janvier 2012 dans l'estuaire de l'Orne et cartographie des habitats submergés pour trois niveaux de marée, A) marée haute de morte-eau, B) marée basse de vive-eau et C) marée haute de vive-eau.

En conditions de marée haute de vive-eau, les habitats de l'estuaire sont intégralement submergés à l'exception du haut de plage sur l'estran du flanc Ouest de l'estuaire. Cependant, en marée haute de morte-eau, en plus de ce secteur, seuls les prés salés ne sont pas immergés. Cette situation illustre à quel point la surface des habitats est réduite pour le développement des habitats dans cet estuaire très aménagé.

En considérant une élévation du niveau de la mer, même faible, la possibilité de repli des habitats est quasi-nulle à l'intérieur de l'estuaire puisque même leur maintien semble impossible sans dragage en raison du comblement de l'estuaire.

Le tableau 3 illustre la proportion de chaque habitat intertidal de l'estuaire de l'Orne restant émergée en fonction de trois hauteurs d'eau, 3 m, 5 m et 7 m. Ces hauteurs d'eau correspondent à des niveaux de marée haute de morte-eau (minimum), moyenne et de vive-eau (maximum) pour le mois de janvier 2012.

Généralement, avec une hauteur d'eau de 3 m, les habitats sont quasiment tous émergés en dehors de la zone de substrat dur colonisé par des moules qui reste intégralement sous l'eau à des hauteurs de 5 m et 7 m.La zone de moulière sur substrat mixte (LS.LMx.LMus.Myt), quant à elle, est très émergée à une hauteur de m mais intégralement immergée à une hauteur de 7 m.

Seul le secteur azoïque reste en permanence émergé. La zone à talitres (laisse de mer, LS.LSaLSt.Tal)est quasiment toujours émergée (émergée à 77 % pour une hauteur de 7 m).

Les sables fins dominés par les annélides polychètes (LS.LSa.FiSa.Po), constituant l'habitat le plus représenté du site, oscillent entre des proportions d'émergement de 67,89 % et21,53 %). Cette situation correspond aux conditions de vie sur la partie médiane de l'estran hors de l'estuaire.

A l'intérieur de l'estuaire, les zones les plus envasées (LS.LMu.MEst.HedMacScr) présentent untauxd'émergement compris entre 96,44 % et 26,84 %).

Tableau 3: Présentation du pourcentage de chaque habitat recensé restant émergé en fonction de trois hauteurs d'eau correspondant à différentes conditions de marée typiques de l'estuaire de l'Orne.

Estuaire de l'Orne	Total	Hauteur = 7 m	Hauteur = 5 m	Hauteur = 3 m
Habitat (EUNIS)	Surface (m²)	Pourcentage émergé	Pourcentage émergé	Pourcentage émergé
LS.LSa.MuSa.CerPo	752939,71	2,67	49,42	97,67
LS.LMx.LMus.Myt	419399,61	0,03	3,22	76,98
LS.LSa.MuSa.HedMacEte	298753,07	4,24	69,85	97,52
LS.LMu.MEst.HedMacScr	99376,35	26,84	88,81	96,44
LS.LSa.MoSa.BarSa	11679,43	4,07	81,36	100,00
LS.LSa.FiSa EUNIS4	459131,71	9,17	48,52	98,55
LS.LSa.FiSa.Po	1788749,77	21,53	24,00	67,89
AZOIQUE	149458,46	100,00	100,00	100,00
Pré-salé sans végétation	85558,93	69,55	99,49	99,99
Moulière sur substrat dur	3618,24	0,26	0,26	0,83
LS.LSa.FiSa.Po.Ncir	135306,59	0,27	44,03	94,86
LS.LSa.St.Tal	492890,92	77,90	99,60	100,00
Zone divagation du chenal	206112,23	0,04	16,10	54,01

En cas d'élévation du niveau de la mer de 1 m, les marées pourraient recouvrir les zones de pré-salé en période de morte-eau, ce qui n'est pas encore possible. L'immersion des habitats intertidaux seraient ainsi plus fréquente même en période de morte eau à l'intérieur comme à l'extérieur de l'estuaire..

Cette situation correspond au *scenario* d'élévation du niveau de la mer le plus pessimiste à l'horizon 2050. C'est celui vers lequel les autres mènent à court terme. Cette méthode prend uniquement en compte la surface des habitats sans considérer les mouvements sédimentaires, et en formulant l'hypothèse que le marnage reste constant.

Dans cette situation les habitats de haut de plage semblent toujours émergés de part et d'autre de l'embouchure, empêchant la submersion par franchissement des habitats littoraux.

2.3.1.3 Le havre de la Sienne

- **Enjeux / risques à l'échelle du site**

De même que pour la baie des Veys, les réflexions qui suivent ont été formulées pour le site du havre de la Sienne dans le rapport BRANCH (2007). La situation n'ayant pas évoluée depuis lors au niveau de la structure géomorphologique, ces observations restent tout à fait pertinentes. Il a donc été décidé de les reporter ici dans leur intégralité.

Les havres de la côte ouest du Cotentin ont une spécificité forte liée à l'environnement totalement meuble dans lequel ces estuaires sont installés. Cela leur confère de manière générale une forte variabilité géomorphologique notamment au niveau des flèches sableuses.

Pour exemple, le schorre actuellement étendu au revers de la flèche sableuse nord, est un schorre très récent (quelques années). Dans le cas du havre de la Sienne fortement pâturé dans toute sa vaste partie interne, les éléments d'habitats patrimoniaux se situent principalement au niveau des secteurs étudiés dans le cadre du BRANCH auxquels il faut ajouter l'ensemble de la flèche sableuse nord et une part plus importante du pré-salé situé également dans la partie nord interne de l'estuaire.

Les enjeux en termes d'impact du changement climatique dans ce contexte à la fois très mouvant et également fortement soumis à des contraintes anthropiques (pâturage mais également aménagements et travaux de défense contre la mer) sont difficiles à cerner.

L'accrétion de sédiments permettra le développement de schorres dans les secteurs concernés par cette dynamique, en fonction des types d'apports (sableux, vaseux) des habitats différents pourront s'installer.

A l'inverse, dans le cas de zones d'érosion, tant le pré-salé que les milieux dunaires peuvent être soumis à ce phénomène. Les habitats disparaissent alors localement.

Dans ce contexte il est important, en fonction des tendances évolutives perçues en termes géomorphologiques dans les différents compartiments hydrodynamiques du havre de la Sienne, de considérer l'écosystème en son ensemble et de permettre aux dynamiques naturelles de s'établir aux abords et en continuité des habitats existants afin de les maintenir voire de les développer sur l'ensemble du site.

- **effets simulés de l'élévation de la mer sur les habitats intertidaux**

La figure 17 illustre la proportion de l'estran émergé en fonction de différentes conditions de marée dans le havre de la Sienne. Le marnage est le plus important des trois sites étudiés. La hauteur d'eau présentée est caractéristique du site (de sa bathymétrie et du marnage). Cette série de cartes montre bien que les prés-salés (du fond de l'estuaire) sont le moins souvent soumis à la marée. Certains secteurs de l'estran, à proximité des prés-salés restent émergés à marée haute pendant les périodes de morte-eau au. A l'extérieur de l'estuaire, les habitats les plus haut situés ne sont pas émergés à marée basse en morte-eau.

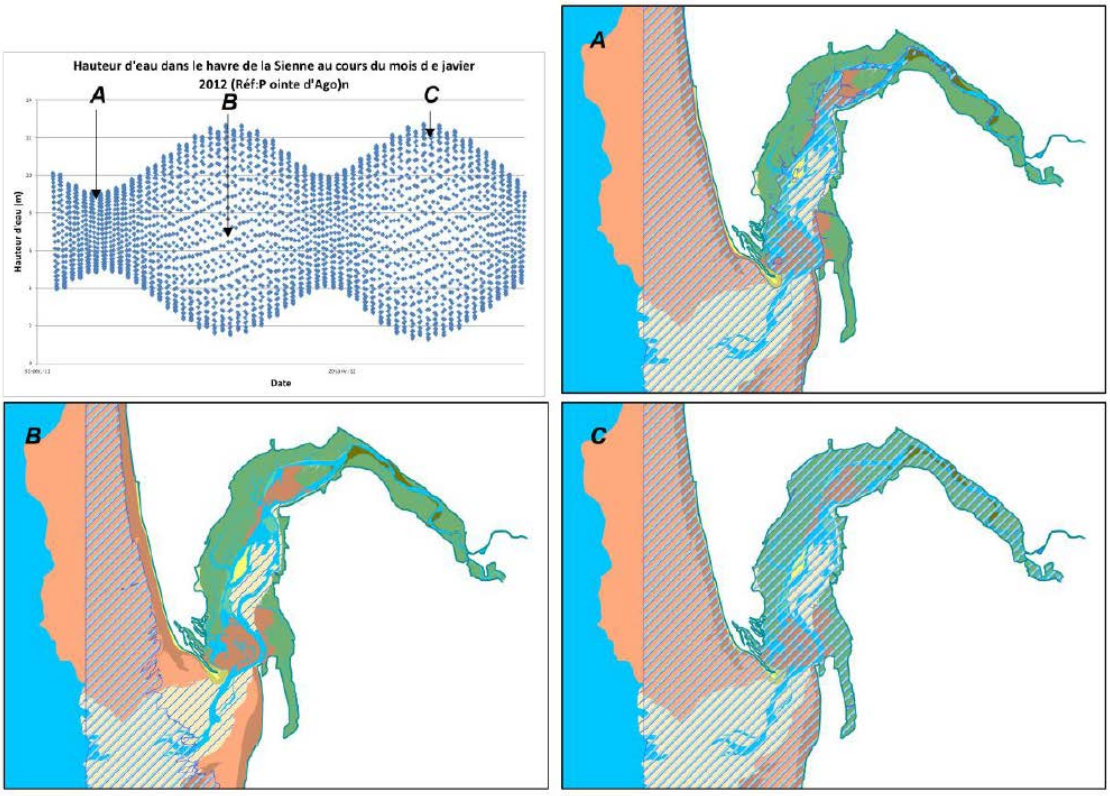


Figure 17 : Hauteurs d'eau du mois de janvier 2012 dans le havre de la Sienne et cartographie des habitats submergés pour trois niveaux de marée, A) marée haute de morte-eau, B) marée basse de vive-eau et C) marée haute de vive-eau.

En conditions de marée haute de vive-eau, les habitats de l'estuaire sont intégralement submergés. Cependant, en marée haute de morte-eau, en plus de ce secteur, seuls les prés-salés ne sont pas immergés. Cette situation illustre à quel point la surface des habitats est réduite pour le développement des habitats dans cet estuaire très aménagé.
En considérant une élévation du niveau de la mer, même faible, la possibilité de repli des habitats est quasi-nulle à l'intérieur de l'estuaire puisque même leur maintien semble impossible sans dragage en raison du comblement de l'estuaire.
Le tableau 4 illustre la proportion de chaque habitat intertidal du havre de la Sienne restant émergée en fonction de trois hauteurs d'eau, 5 m, 7 m et 9 m. Ces hauteurs d'eau correspondent à des niveaux de marée haute de morte-eau (minimum), moyenne et de vive-eau (maximum) pour le mois de janvier 2012.
Généralement, avec une hauteur d'eau de 5 m, les habitats sont quasiment tous émergés en dehors de la zone de divagation duchenal et de la zone de sables fins dominés par les annélides polychètes (LS.LSa.FiSa.Po). Ces deux habitats sont les plus étendus sur ce site.

Plusieurs habitats restent émergés la plupart du temps (fond du havre, zone à talitres, secteurs les plus envasés (LS.LSa.MuSa.HedMacEte).
Les sables mobiles dominés par les annélides oligochètes (LS.LSa.MoSa.Ol.VS) présentent des taux d'émergement compris entre 89,41 % et 52,71 %. Ils font partie des habitats les plus étendus. Ils sont spécifiques de ce secteur. Ces taux sont comparables à ceux des sables fins dominés par les crustacés amphipodes (LS.LSa.MuSa.BatCare).

Tableau 4: Présentation du pourcentage de chaque habitat recensé restant émergé en fonction de trois hauteurs d'eau correspondant à différentes conditions de marée typiques du havre de la Sienne.

Havre de la sienne	Total	Hauteur = 9 m	Hauteur = 7 m	Hauteur = 5 m
Habitat (EUNIS)	Surface (m²)	Pourcentage émergé	Pourcentage émergé	Pourcentage émergé
LS.LSa.MuSa.HedMacEte	414279,83	94,44	100,00	100,00
LS.LSa.MoSa.BarSa	95226,32	87,48	99,43	100,00
LS.Lsa.FiSa.Po	3359753,38	11,69	23,00	54,20
Pré-salé sans végétation	60824,30	99,98	100,00	100,00
LS.LSa.St.Tal	220256,95	94,31	100,00	100,00
LS.LSa.MuSa.BatCare	186238,99	51,70	100,00	100,00
Zone divagation du chenal	4611146,23	7,06	24,76	51,62
LS.LSa.MoSa.Ol.VS	2594848,11	52,71	81,89	89,41
Fond du havre	69190,74	100,00	100,00	100,00

En cas d'élévation du niveau de la mer de 1 m, certaines zones basses de l'intérieur du havre seraient sous l'eau plus souvent. Cependant les prés salés resteraient à une altitude supérieure à celui du niveau de la mer.

Cette situation correspond au *scenario* d'élévation du niveau de la mer le plus pessimiste à l'horizon 2050. C'est celui vers lequel les autres mènent à court terme. Cette méthode prend uniquement en compte la surface des habitats sans considérer les mouvements sédimentaires, et en formulant l'hypothèse que le marnage reste constant.

Dans cette situation les habitats de haut de plage semblent toujours émergés de part et d'autre de l'embouchure, empêchant la submersion par franchissement des habitats littoraux.

2.3.2 Effets sur l'avifaune

Les investigations s'intéressent principalement à l'évaluation des effets du changement global à une échelle locale, celle du site et de ses éléments fonctionnels communément regroupés selon le concept d'unité fonctionnelle (Tamisier et Dehorter, 1999) qui s'applique également aux zones de stationnement des limicoles côtiers (Le Dréan-Quénec'hdu, 1999).
Ainsi pour chacun des territoires LiCCo, l' étude s'intéresse dans un premier temps à caractériser les taxons les mieux représentés et à évaluer leur part dans la communauté observée en janvier. Les résultats ont été exposés prédemment.

L'Identification et le suivi des reposoirs, exposés précédemment, constituent également une approche reconductible dans le temps, permettant de mettre en évidence les évolutions relatives aux effets du changement global. Elles pourront permettre à terme de définir des stratégies de conservation, prenant en compte : les exigences écologiques des espèces par rapport à ces zones de refuge, les tendances d'évolution des milieux utilisés à haute mer mais aussi la nature et la spatialisation des activités anthropiques présentes, pouvant remettre en cause la fonctionnalité des reposoirs (quiétude des oiseaux).

Enfin, a été aussi appliqué une méthodologie de calcul des **surfaces intertidales potentiellement exploitables pour les limicoles** en alimentation. Plus faibles que la surface brute d'un estran (surface théorique, ne tenant pas compte de la topographie et autres facteurs physiques liés aux phénomènes de marée, à la météorologie…), les surfaces moyennes exondées pourront être calculées en routine.

Ces densités théoriques moyennes présentées dans le tableau 14 pourraient constituer un bon indicateur des effets des changements côtiers sur les fonctionnalités écologiques des sites pour l'accueil des limicoles côtiers et notamment pour leur alimentation intertidale. Reconduits diachroniquement et sur un plus vaste nombre de sites, ces travaux devraient permettre de rendre compte des effets du changement global et notamment de l'augmentation du niveau moyen des mers sur les surfaces intertidales.

***Tableau 14** : Densité des limicoles côtiers en fonction des surfaces intertidales accessibles, calculées pour les trois sites LiCCo étudiés (Source : GEMEL-Normandie).*

	Baie des Veys	Estuaire de l'Orne	Havre de la Sienne
Effectif total (individus)	22 264	3 898	Inconnu
Effectif des espèces principales (individus)	21 971	3 897	4 575
Surface totale théorique (ha)	2 898	442	1 766
Densité totale (individus / ha)	7,68	8,82	Inconnu
Densité des espèces principales (individus / ha)	7,58	8,82	2,59
Surface totale exploitable (ha)	948	213	463
Densité totale (individus / ha)	23,49	18,30	Inconnu
Densité des espèces principales (individus / ha)	**23,18**	**18,30**	**14,43**

2.3.3 Stratégies d'adaptation pour les territoires : applications de scénarios prospectifs d'ambition croissante

La réflexion prospective constitue le dernier volet de la méthodologie développé dans le programme licco. Elle est détaillée dans le rapport du bureau d'étude STRATYS, qui pour chacun des sites pilotes, a encadré cette partie du projet en France.
Cette réflexion s'appuie sur une analyse des impacts des aléas littoraux et du changement climatique et sur l'identification des principaux enjeux de chaque territoire. Trois scénarios prospectifs aux horizons 2025 et 2050 ont ensuite été élaborés et discutés en ateliers en présence d'un grand nombre d'acteurs locaux.

Sur le plan méthodologique, le rôle de ces scénarios est avant tout de mettre en scène des futurs possibles, dans lesquels les acteurs du territoire peuvent se projeter, non pas pour les choisir ou les écarter, mais surtout pour se poser collectivement les questions qui engagent l'avenir du territoire.

Les scénarios ne sont pas des prévisions et n'ont aucun caractère prédictif. Ils sont avant tout construits pour alimenter la réflexion collective et provoquer le débat sur les conséquences potentielles de chacun d'eux, sur les effets souhaitables ou négatifs, sur les leviers dont les acteurs disposent pour influencer les changements, en intégrant le fait que l'avenir sera peut-être un mélange de ces trois scénarios ou d'autres et que l'exercice de prospective est aussi une « pédagogie de l'incertitude », tenant pleinement compte de certaines zones d'ombre.
Il convient de préciser que l'impact de chacun des scénarios proposés par Stratys est complété par les commentaires du CSLN (Sylvain Duhamel).

A partir de cette projection vers le futur, les échanges de l'atelier ont permis de cheminer sur le traitement des questions suivantes, à savoir : « que pouvons-nous faire collectivement et que voulons-nous faire ensemble ? ». Ces échanges ont abouti en dernière partie à des propositions de pistes aux horizons 2025 et 2050 pour poursuivre et prolonger la dynamique engagée par le projet LiCCo .

2.3.3.1 L'estuaire de l'Orne

2.3.3.1.1 Impact et vulnérabilités :

L'élévation du niveau de la mer et l'intrusion d'eaux salées risque d'avoir des répercussions sur :

- les zones urbanisées , les infrastructures et les activités, notamment portuaires et touristiques en rive gauche – certains secteurs sont situés en dessous du niveau marin centenal ou confrontés aux remontées de nappe
- les habitats et la biodiversité dans les marais retro-littoraux, du fait de la remontée des nappes, de leur salinisation et de la fragmentation de nombreux habitas dans un espace restreint
- l'estuaire qui aura tendance à se maritimiser, avec un biseau salé pénétrant plus amont et des espaces plus restreints pour les milieux de transition et les habitats intertidaux en l'absence de possibilité de migration vers l'amont et latéralement – de plus, confronté à une baisse de ses débits d'étiage et à une gestion drastique des débits réservés, l'Orne risque de subir une dégradation de sa qualité

2.3.3.1.2 Enjeux du territoire face au changement climatique

A partir de l'analyse des principaux impacts du changement climatique identifiés précédemment, quatre enjeux sont formulés pour l'estuaire de l'Orne dans une optique d'adaptation du territoire.

1) Maintien de la compétitivité portuaire de Caen-Ouistreham

- Réseaux portuaires façade manche/mer du nord (groupement des ports du Havre, Rouen et Paris (HAROPA))
- Interface avec Caen / Devenir du canal

2) Réduction de la vulnérabilité au risque de remontée de nappe et d'inondation

- secteurs urbanisés à Ouistreham sur les marais résilience agricole en arrière de Merville
- Bonnes pratiques sur l'adaptation du bâti existant : mitigation, culture du risque
- Urbanisme renouvelé du littoral : développement sur des zones les moins exposées aux aléas

- Accentuer et élargir les fonctions d'expansion des crues tout au long de l'Orne canalisée

3) Maîtrise foncière des terrains retro-littoraux en vue des « nouveaux rivages »

- Donner de l'épaisseur et de la profondeur au trait de côte (embouchure)
- Reconquête de secteurs : Rive gauche, de Pegasus bridge vers Ouistreham
- Rendre possible une mutation des usages sur les terrains possiblement submergés (estuaire, réserve du gros banc, terrains François)
- Anticiper le recul de trait de côte au niveau de la baie de Sallenelles
- Laisser la possibilité aux habitats et espèces de "reculer" (ne pas être bloqué par une digue)

Développement et régulation de la trame bleue de l'estuaire

- Décloisonnement latéral: Bénouville, Amfreville, Rééquilibrage de la gestion de l'étiage vers une meilleure prise en compte des besoins des écosystèmes en aval dans la baie et l'embouchure
- Consolidation du réseau des zones humides (marais Colleville, nappes affleurantes en arrière de Merville, mares, etc.)

4) Régulation des usages pour affirmer la vocation environnementale de l'estuaire de l'Orne

- Articulation avec le projet de territoire de la métropole caennaise et le littoral côte fleurie
- Synergies avec les politiques départementales (maison de la Nature, calvados espaces naturels)
- Incitation aux bonnes pratiques environnementales pour les usages récréatifs, touristiques, chasse et pêche (loisirs et professionnels)

2.3.3.1.3 Les scénarios

Les 3 scénarios élaborés et mis en débat sont :

Scénario 1 : « Contrôler l'espace pour développer les usages »

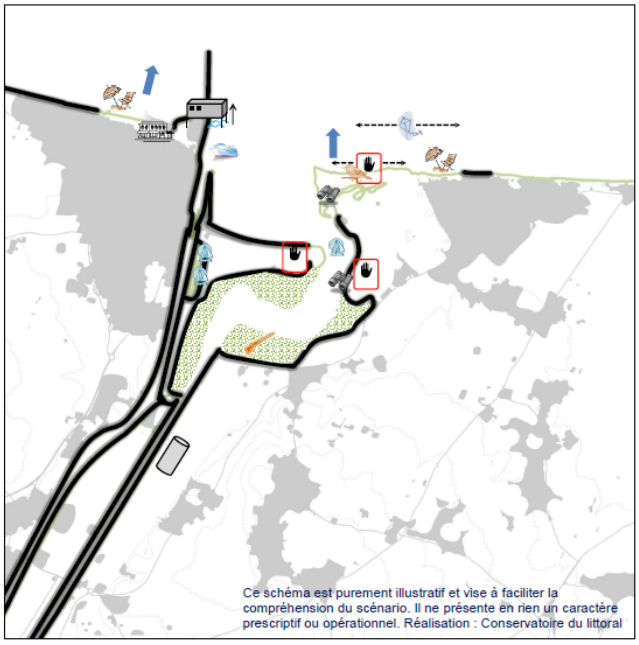
- **Rappel des motifs et des choix en rapport avec les milieux aquatiques**

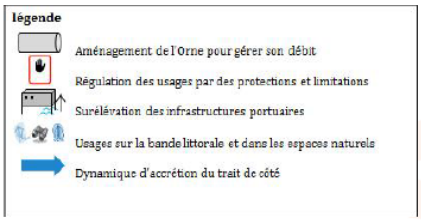
La tendance actuelle est confirmée, la plage de Ouistreham continue de s'agrandir, le trait de côte est fixé. Les ouvrages sont renforcés le cas échéant, c'est le choix de tenir la ligne qui prévaut. L'espace devient encore plus fragmenté, fonctionnellement (urbain, activités portuaires, espaces récréatifs et naturels, espaces naturels fermés, zones agricoles) et réglementairement (gestion patrimoniale, zonage, classification environnementale, DTA, PLU, PPR, etc.). La gestion des risques est davantage tournée vers la mise à niveau des protections, tout au long de l'Orne et dans la Baie de Sallenelles. Des systèmes de pompes sont installés pour parer aux remontées de nappes. Les infrastructures portuaires sont mises à niveau en réponse à l'élévation du risque côtier.

Il n'y a pas de décloisonnement latéral et l'on maintien le « tuyau » endigué dans sa configuration actuelle.
Les nombreux usages existants cohabitent tant bien que mal avec la Nature.
Au final, l'estuaire ressemble à une mosaïque de milieux artificialisés et naturels, qui se retrouverait à la confluence de nombreux flux très variés : plaisanciers, promeneurs, navires de commerce, pêcheurs à pied, chasseurs, kyte-surfers, sportifs du dimanche, habitants, etc.

- **Conséquences sur les habitats aquatiques et les espèces**

Les engagements de la France pour rétablir la libre circulation des espèces migratrices constituent à terme, la seule évolution notoire.





Scénario 2 : « Coup d'éclat pour un petit coin de paradis »

- **Rappel des motifs et des choix en rapport avec les milieux aquatiques**

Cette option reflète le souhait de préserver avant tout un « jardin littoral » et un poumon vert à préserver et à protéger pour les caennais. Les marges de manœuvre sur les enjeux environnementaux sont réelles, mais doivent s'insérer dans une dynamique urbaine, qui façonne l'estuaire. Il n'y a pas réellement de vision globale du système hydro-écologique et de l'ensemble de l'estuaire. Seule la baie de Sallenelles concentre l'attention :

- Dans ce secteur, les barrières sont levées au coup par coup en fonction des opportunités,

- Les rivages restent stabilisés mais des aménagements rétablissent une entrée régulée de la marée sur les terrains en arrière des digues,

- Zone de transition aquatique entre les bassins versants de l'Orne et de la Dives,

La politique d'adaptation se met en oeuvre, parcelle par parcelle, usage par usage, acteur par acteur, projet par projet. L'estuaire de l'Orne devient un lieu d'expérimentation, où des projets exemplaires montrent la voie.

- **Conséquences sur les habitats aquatiques et les espèces**

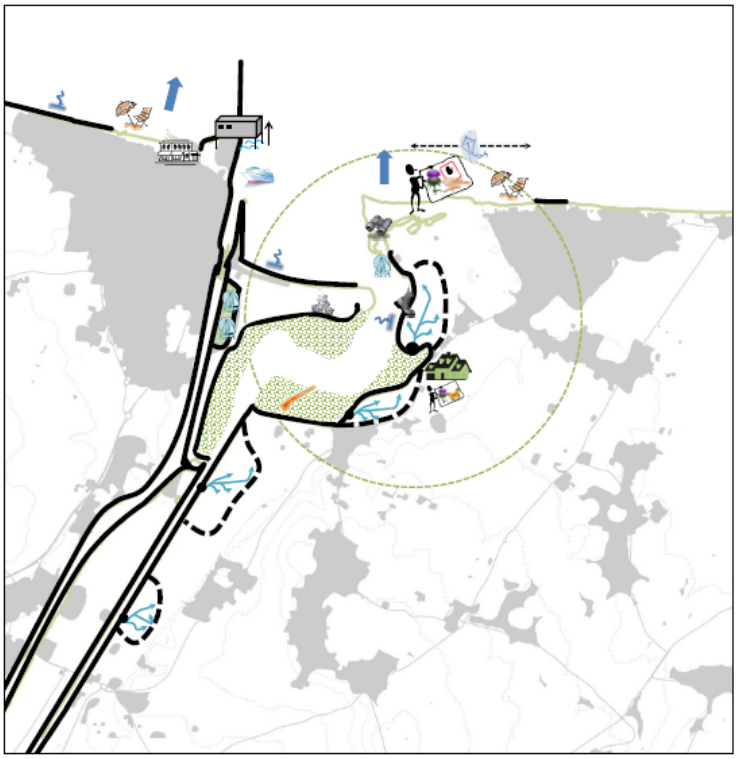
Ce scénario s'ajoute au scénario n°1 au sujet de la libre circulation longitudinale des poissons migrateurs. A terme, une passe à poissons est donc aménagée au niveau du barrage.

La faune aquatique répond à l'évolution des habitats. La fonctionnalité globale de l'estuaire, dont la limite en amont, se situe à Caen, reste absente dans ce scénario.

On rappelle cependant la pertinence d'un réalignement géré du trait de côte le plus en amont possible de l'estuaire, de manière à disposer de volumes « tampons » pour amoindrir l'effet conjoint de la marée et de crue, tout autant que pour restaurer la fonctionnalité typiquement estuarienne du site vis-à-vis des poissons résidents et amphihalins. Une véritable restauration longitudinale de l'estuaire de l'Orne suggère que de telles zones tampons soient aménagées en amont de Caen, avec déplacement du barrage dans ce secteur. Un tel objectif permet en outre d'accompagner l'évolution hydrologique de l'estuaire, à savoir l'augmentation prévue de la salinité vers l'amont.

Toutefois, la restauration de zones intertidales latérales en amont de Ranville conduirait à augmenter le volume oscillant avec la marée. Alors que les prédictions liées au changement climatique annoncent une baisse des débits fluviaux, la création de tels aménagements permettrait, outre l'intérêt sur la fonction de nourricerie de l'estuaire, d'augmenter l'impact du jusant dans la baie de Sallenelles, et d'en limiter le comblement des estrans nus.

Quoi qu'il en soit, ce scénario constitue une amorce intéressante dans la mesure où l'idée de réalignement géré du trait de côte est évoquée. Cela constitue une avancée majeure si tant est que son effet pervers ne se cristallise pas, à savoir un blocage irréversible vers une option plus ambitieuse sur le plan environnemental.



Concernant la **faisabilité de ce scénario** , il importe de rappeler que les territoires concernés par les projets de décloisonnement sont tous dans le domaine protégé du Conservatoire du littoral .
Les Gros banc est protégé par des digues où l'érosion à certain endroit est prononcée.
Les terrains François en bordure du bourg de Sallenelles font actuellement l'objet d'une étude de faisabilité de dépoldérisation .
Plus au sud, en rive droite de l'Orne, une rupture de digue importante a eu lieu en 2011 sur la commune d'Amfreville, provoquant la submersion de tout l'espace délimité sur la carte ci-dessus. La bréche a été réparée, mais la digue reste fragile, en l'absence de travaux de renforcement et de sécurisation suffisants, jugés trop onéreux (4 M€ sur les 4 km du pont de Ranville à la pointe de la Roque). La voie verte qui parcoure cet ouvrage est depuis fermée au public dans sa partie en aval de la Basse Ecarde. Le CD 14 envisage par ailleurs de modifier le tracé du tronçon de voie situé en aval du pont de Ranville en le déplacant jusqu'au pied de la falaise morte. Dans un tel contexte, la question de la pérennité des ouvrages actuels de défense est posée.
Enfin, en rive gauche de l'Orne, un espace situé entre l'Orne et le Canal en amont de la base nautique pourrait fait l'objet d'une dépoldérisation dans le cadre de la compasation réglementaire liée aux travaux de plateforme sur l'avant port de Ouistreham.

Scénario 3 : « Un territoire estuarien bioclimatique»

- **Rappel des motifs et des choix en rapport avec les milieux aquatiques**

Cette option s'inscrit clairement dans une stratégie territoriale volontariste basée sur une reconnexion terre-mer longitudinale et transversale. Il s'agit d'un projet ambitieux à long terme, intégrant une vision globale des enjeux selon un emboitement d'échelle pertinent :

- Décloisonnement, rétablissement d'une trame écologique sur l'ensemble de l'estuaire, c'est-à-dire en remontant jusqu'à Caen
- Ouverture des terrains François à la mer et gestion évolutive de la Réserve du Gros Banc,
- Décloisonnement latéral jusqu'à la limite de marée dynamique,
- Promotion des bonnes pratiques environnementales.
- Les rivages de l'embouchure sont remodelés, pour redonner de l'espace en profondeur à l'évolution des milieux et habitats
- Les usages récréatifs s'adaptent pour réduire les impacts sur l'environnement, notamment l'avifaune ;

- La doctrine "risques" est alignée sur la notion de résilience ;

- **Conséquences sur les habitats aquatiques et les espèces**

C'est le scénario qui représente le maximum de potentialités vis-à-vis de l'ichtyofaune dans son ensemble, c'est-à-dire à la fois pour les poissons migrateurs (la mise en conformité du barrage est supposée évidente dans ce scénario), les résidents estuariens et les poissons d'origine marine (nourricerie).
La création d'habitats intertidaux typiques des estuaires, c'est-à-dire le plus en amont possible à l'intérieur de ce dernier, suggère pour autant une planification précise des objectifs, tant en termes de surfaces nouvellement crées, que des fonctionnalités écologiques qui leur seraient associées.
L'intervention du génie écologique est fortement souhaitée dès la phase de conception d'un plan de gestion pour l'ensemble du territoire estuarien. L'intégration de différentes échelles temporelles, (court terme, moyen terme, long terme) doit cependant décrire précisément les objectifs environnementaux correspondants à chaque phase du plan.

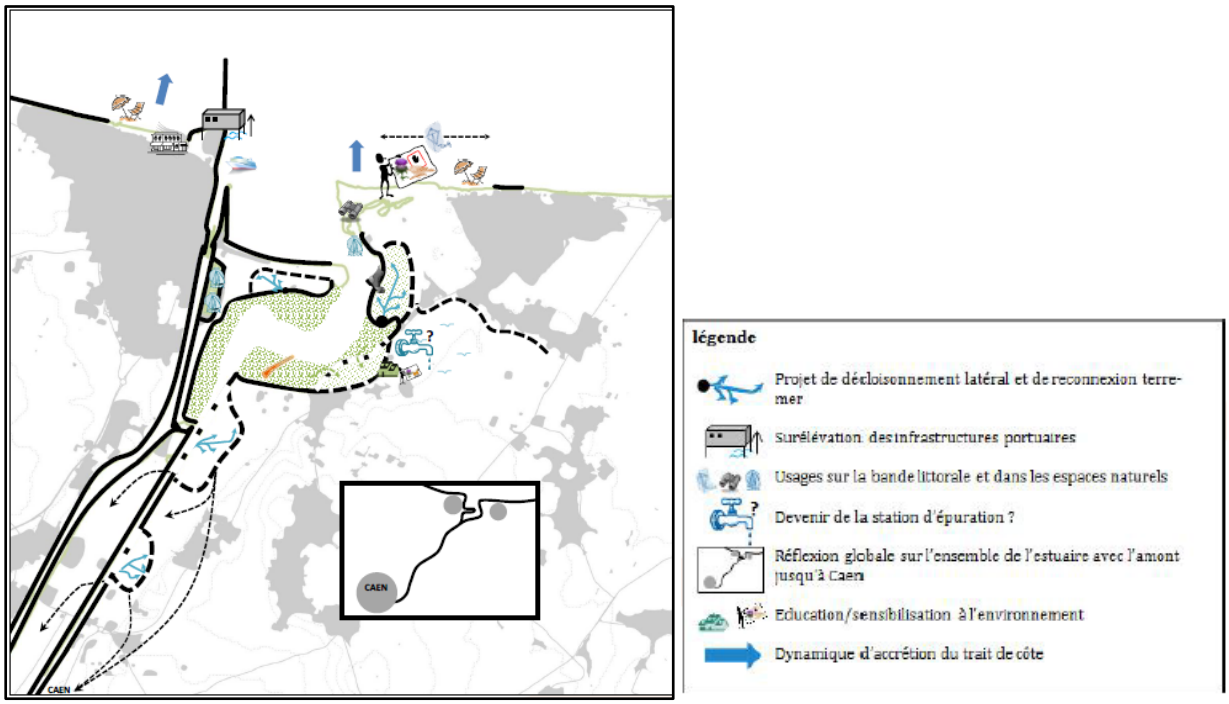


Tableau synoptique des scenarios
Ce tableau présente en colonne les hypothèses détaillées de chacun des trois scénarios. Ils traduisent des visions alternatives de l'avenir du territoire à l'horizon 2050.

Question-clé	A /Contrôler l'espace pur développer les usages	B/ Coup d'éclat pour un petit coin de paradis	C/ Un territoire estuarien bioclimatique
Quel positionnement de l'estuaire dans la métropole caennaise ?	Vision fonctionnelle 'les 3 P » : Port – Plage - Promenade	Le poumon vert à préserver de la métropole (au moins la Baie de Sallenelles)	Vision intégrée = pôle de dévt – conquête du littoral et de la mer
Quelle politique pour accompagner la dynamique du système (milieux et habitats) ?	Gestion patrimoniale - Zonage – Préservation des espaces naturels et régulation des usages	Effacement des barrières au cas par cas (pincement de la bande côtière)	Décloisonnement - Rétablissement d'une trame écologique sur l'ensemble de l'estuaire
Quelle mobilité du trait de côte au niveau de l'embouchure et de la baie ?	La tendance actuelle est confirmée, la plage de Ouistreham continue de s'agrandir, etc. et le trait de côte est fixé (on tient la ligne)	Les rivages restent stabilisés mais des aménagements rétablissent une entrée régulée de la marée sur les terrains en arrière des digues	Ouverture des terrains François à la mer et gestion évolutive de la réserve du gros banc
Quel décloisonnement latéral en aval de Ranville ?	Maintien du tuyau	Zones de transition aquatique entre l'orne et les bassins versants à Amfreville et Benouville	Décloisonnement latéral jusqu'au barrage de marée dynamique à Caen (ensemble de l'estuaire)
Quelle gestion du risque de remontée de nappe ?	Solutions techniques pour gérer les niveaux d'eau des marais et éviter le débordement des nappes	Compromis entre une gestion des zones humides et le maintien d'un cadre de vie sécurisé pour les habitants	Culture du risque Mesures d'atténuation des impacts sur le bâti Planification urbaine cohérente
Quelle régulation des usages récréatifs et touristiques ?	Levier réglementaire : autorisation/interdiction des usages en fonction des enjeux de biodiversité Gestion dynamique et évolutive	Promotion des bonnes pratiques environnementales pour limiter les perturbations sur les espèces	Promotion des bonnes pratiques environnementales pour limiter les perturbations sur les espèces
Quelle politique de gestion des risques côtiers pour les activités portuaires ? + ouvrages de défense contre la mer	Mise à niveau des infrastructures portuaires en réponse à l'élévation des risques côtiers + digues	Mise à niveau des infrastructures portuaires en réponse à l'élévation des risques côtiers + digues	Mise à niveau des infrastructures portuaires en réponse à l'élévation des risques côtiers + digues

2.3.3.1.4 Des pistes pour poursuivre la réflexion

Elles résultent du croisement des scénarios et de leur projection à moyen et long terme , ainsi que du débat en atelier avec des représentants locaux des collectivités et des associations :

Vision 2050 : l'essor d'un grand territoire estuarien, plus large, plus profond pour une plus grande résilience climatique

• Le décloisonnement longitudinal jusqu'à Caen, avec par exemple, un couloir vert à partir de la Prairie et un chapelet de zones humides vers l'aval

• Le décloisonnement latéral des zones basses non urbanisées le long de l'Orne, rive gauche et rive droite

• L'ouverture à la mer des zones basses naturelles dans la Baie de Sallenelles

• Un traitement de la problématique des remontées de nappes, incluant le marais de la Dives et le Marais de Colleville

• Changement de perception de l'estuaire comme un espace vécu

• Une résilience des milieux grâce au maintien d'une dynamique du littoral

Trajectoire 2025 : la mise en oeuvre de projets concrets et localisés de décloisonnement latéral et de mobilité de la bande côtière

• Un mode de gouvernance « type contrat d'estuaire » à l'échelle globale de l'Estuaire, qui articule les différentes politiques publiques portant sur cet espace (SCOT, SAGE, TRI, Document de gestion Natura 2000, …)

• Les reconnexions terre-mer pour les terrains François, la réserve du Gros Banc

• Le décloisonnement latéral à Amfreville, avec une nouvelle ligne arrière au niveau des coteaux

• Le déplacement et la modernisation de la station d'épuration de Merville, pour permettre un déblocage de tout le secteur en arrière de Merville

• L'élaboration d'une charte des usages pour une cohabitation raisonnée entre les usages et une empreinte environnementale maîtrisée

• Une résilience des villes par des mesures d'atténuation des effets (adaptation du bâti existant et des constructions nouvelles, zones tampons, urbanisme intégrant les risques, sensibilisation/information des populations, gestion de crise) – Développer une culture du risque suffisante en partenariat avec les partenaires locaux comme le CPIE

Principes d'intervention : un dialogue approfondi Rive gauche – Rive droite, comme socle d'une approche sur la globalité de l'estuaire

• Poursuivre les travaux au sein d'un groupe (basse vallée de l'Orne, SCOT, comité de gestion…)

• Une approche pragmatique fondée sur des projets et des objectifs partagés, plus que sur procédure de programmation

• Des efforts d'adaptation répartis entre rive gauche et rive droite, pour accroître les fonctionnalités écologiques, en particulier estuariennes et réduire la vulnérabilité pour les hommes (inondations et remontée de nappe)

- **Quelques actions emblématiques :**

• la mise en place d'une gouvernance portée par l'intercommunalité pour la régulation des usages (dans le cadre de la compétence GEMAPI)

2.3.3.2 La baie des Veys

2.3.3.2.1 Impact et vulnérabilités :

L'élévation du niveau de la mer et l'intrusion d'eaux salées risque d'avoir des répercussions sur :

- L'ensemble de ce territoire, intrinsèquement vulnérable, que l'Homme a aménagé à sa façon pour gagner sur la mer. Les activités agricoles seront plus particulièrement impactées en zones de marais et dans les polders, du fait des remontées de nappe et du biseau salé croissant– certains secteurs sont situés en dessous du niveau marin centennal
- les habitats et la biodiversité dans les marais retro-littoraux, du fait de la remontée des nappes et de leur salinisation – on note la présence d'une végétation caractéristique des milieux salés (obione, salicorne) en bordure directe du trait de côte
- l'estuaire qui aura tendance à se maritimiser, laissant moins d'espaces aux milieux de transition et aux habitats intertidaux en l'absence de possibilité de migration vers l'amont et latéralement. Plus précisément, les risques pour les habitats des zones intertidales actuelles et potentielles se situent autour du haut schorre qui pourrait être amené à disparaître avec la montée des eaux. En effet, de nombreuses zones de végétations intertidales sont bordées de digues. Ces dernières sont une véritable barrière entre marais salés et marais arrière littoraux. Les végétations de haut schorre n'ont donc alors pas de « zone de repli » en cas de montée du niveau de la mer.

2.3.3.2.2 Enjeux du territoire face au changement climatique

A partir de l'analyse des principaux impacts du changement climatique identifiés précédemment, quatre enjeux sont formulés pour la Baie des Veys dans une optique d'adaptation du territoire.

1) La sécurité des personnes et des biens dans les secteurs urbanisés
• Étude précise de la robustesse des protections face à l'élévation du niveau de la mer ; coûts d'entretien et/ou de renforcement des ouvrages
• Maîtrise et organisation de l'urbanisation sur la frange littorale
• Relocalisation partielle de l'habitat
2) Anticipation de la mobilité de la bande littorale au niveau des polders agricoles et des marais sur la partie ouest de la baie
• Sensibilisation des gestionnaires et de la population sur l'intérêt de (re) créer des zones tampons face à la montée des eaux
• Configuration en casiers propice à une approche progressive
• Libérer des espaces de recul pour les milieux/habitats
• Renforcement éventuel des digues secondaires pour protéger les enjeux humains en arrière des polders
• Maintien des activités agricoles des territoires les moins impactés par la submersion et/ou le biseau salé
• Évolution des activités agricoles: évolution vers élevage ovin ? Nouvelles activités ?
• Gestion en rideaux successifs des rivages
3) Maintien des fonctions d'interface terre-mer en soutien aux nombreux usages et aux besoins des écosystèmes
• Impacts du réchauffement de la mer sur l'évolution de la biodiversité et des cultures marines
• Nécessité pour les oiseaux de maintenir des zones fonctionnelles correspondant à leurs exigences écologiques : alimentation + quiétude
• Fonction de nourricerie pour l'ichtyofaune et approche côté terre et intérieur de la Baie
• Maintien de la dynamique du littoral (éviter la prise en tenailles entre forçage naturel et digues en arrière)

L'ouverture de digues, quel que soit l'évolution des niveaux marins, permet de remettre en place une meilleure fonctionnalité du système. Les effets des changements climatiques sont à analyser avec ouverture ou non de digues. En effet, en cas d'élévation rapide du niveau des mers, et sans possibilité de réalignement, la surface des marais salés diminuerait de manière significative et le haut schorre serait amené à régresser encore.

2.3.3.2.3 Les scénarios

Les 3 scénarios élaborés et mis en débat sont :

Scénario 1 : « Une baie prise en tenailles »

- *Rappel des motifs et des choix en rapport avec les milieux aquatiques*

Il s'agit de résister à l'érosion du trait de côte et de se protéger du risque de submersion. On tient la ligne par les choix de gestion suivants :

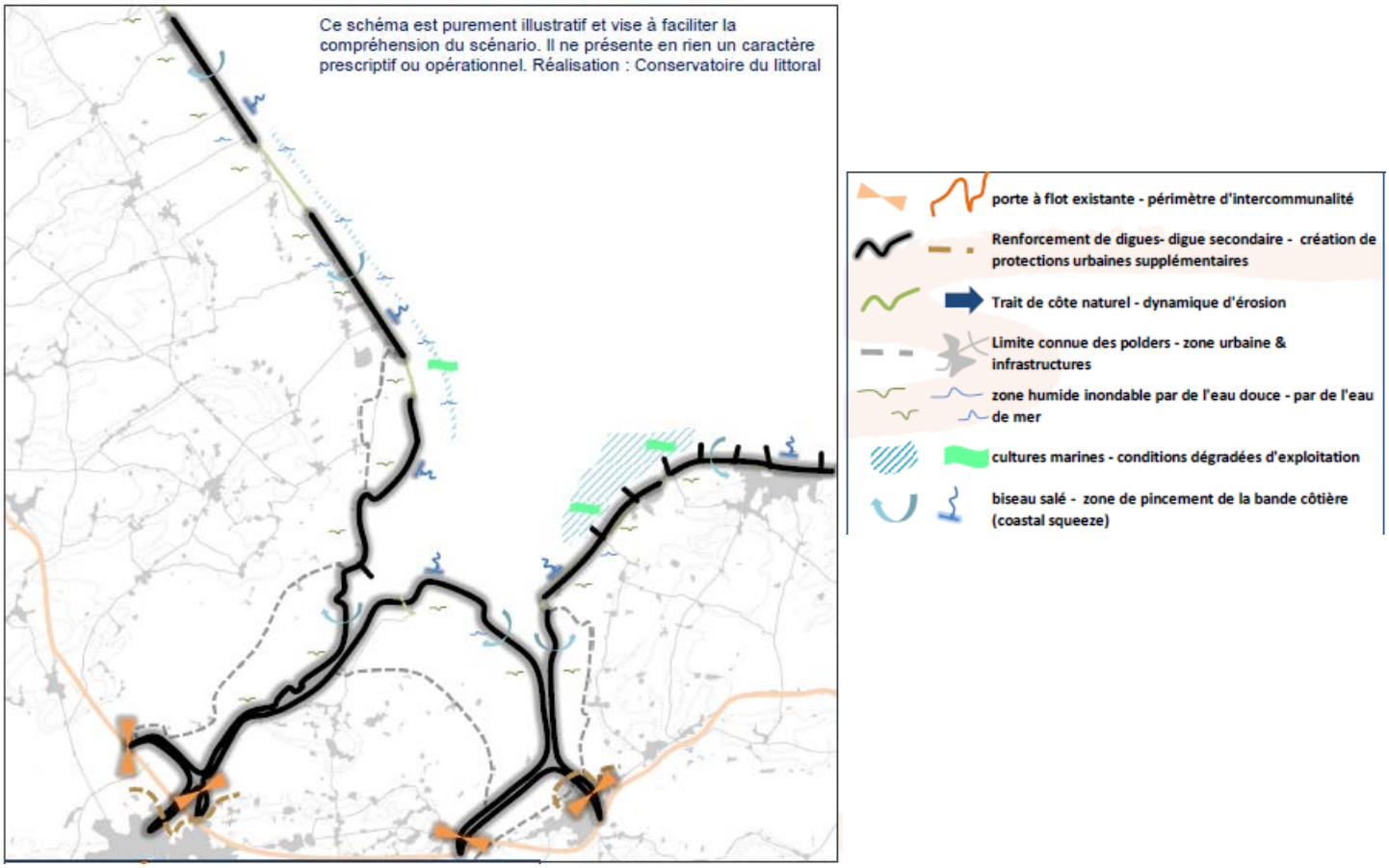
- L'entretien et le renforcement des ouvrages, la mise à niveau des portes à flot et des écluses,

- La mise à niveau des digues de front de mer,

- Les marais internes conservent leur cloisonnement et leur fonctionnement en drainage

- Les zones intertidales continuent de régresser en lien avec la montée du niveau de la mer,

- L'évolution de la salinité avec une augmentation vers l'intérieur de l'estuaire.



- *Conséquences sur les habitats aquatiques et les espèces*

Les engagements de la France pour rétablir la libre circulation des espèces migratrices ne sont pas évoqués et aucune amélioration de l'amontaison des salmonidés n'est à prévoir, compte tenu notamment des prévisions actuelles sur les effets de l'élévation de la température.

Pour les milieux intertidaux, 2 hypothèses possibles suivant la vitesse d'élévation de la mer :
- Hypothèse de montée lente des eaux : continuité avec la tendance actuelle d'accrétion et de progression des zones de végétations intertidales;

- Hypothèse de montée des eaux plus rapide que la sédimentation : La « marinisation » de l'estran s'accentue et bouleverse les écosystèmes de l'estran, dont la superficie se réduit.
Une partie des surfaces les plus inférieures colonisées par la végétation pourrait disparaître, les communautés pourraient avoir tendance à migrer vers les hauts niveaux topographiques, les surfaces végétalisées pourraient diminuer et surtout disparaître dans le cas du haut schorre. Les habitats restent très cloisonnés latéralement, mais aussi longitudinalement, le lieu d'implantation géographique des portes à flot n'étant pas remis en question. Les services rendus par les fonctionnalités estuariennes sont fragilisés, avec des conséquences directes pour les cultures marines et la pêche. La baie des Veys, repliée sur elle-même, ne réduit pas sa vulnérabilité aux risques côtiers et fragilise son tissu économique.

Scénario 2 : « Gagner du temps et se montrer créatif »

- *Rappel des motifs et des choix en rapport avec les milieux aquatiques*

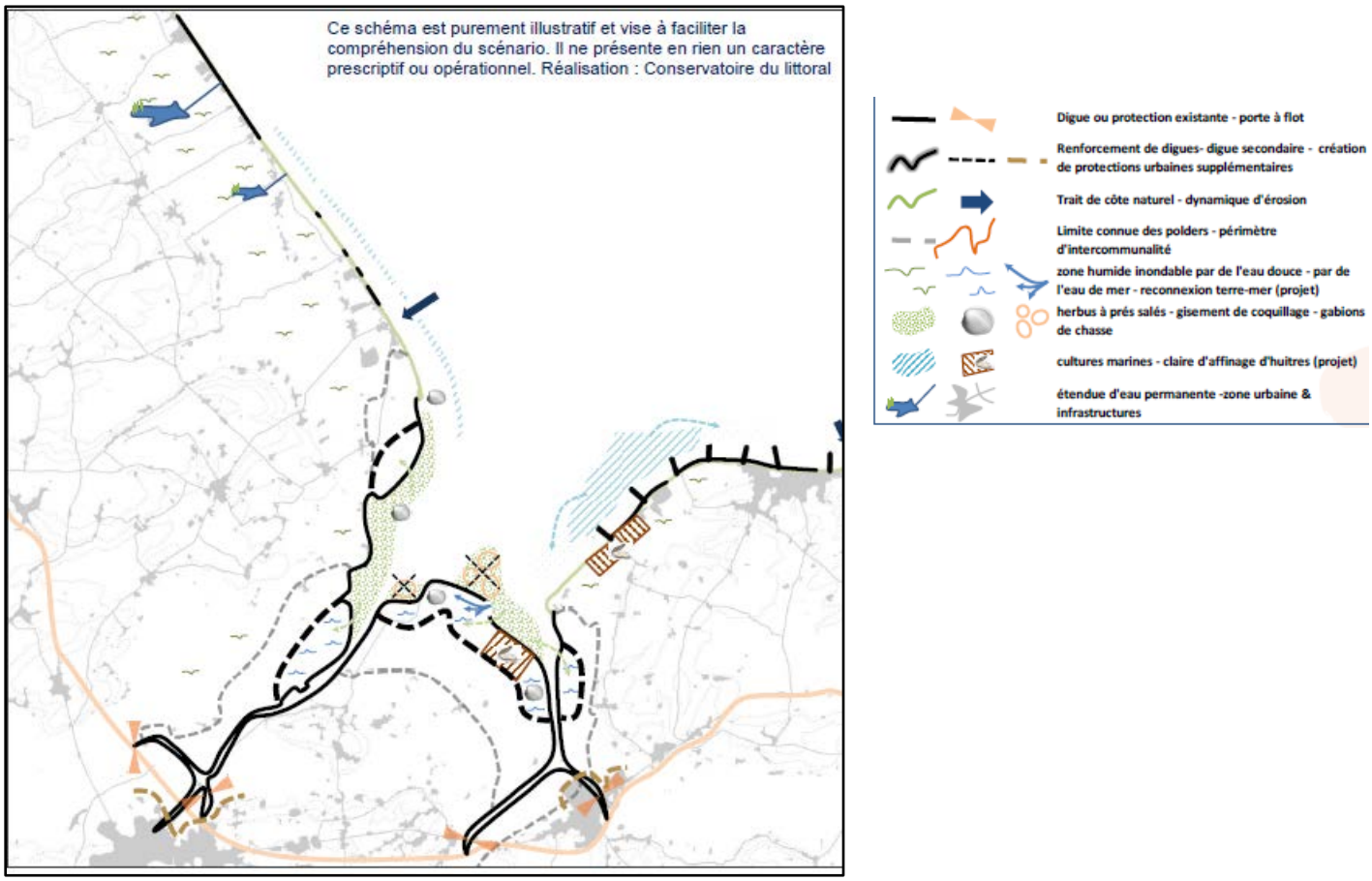
Il s'agit de subir l'érosion du trait de côte en façade externe et la dynamique hydro-sédimentaire à l'intérieur de la baie. On accepte la submersion accidentelle des polders. Cela se traduit par :

- L'émergence à terme de nouvelles surfaces intertidales et de lagons en lieu et place des polders actuels,

- L'opportunité d'exploiter ces lagons à des fins d'aquaculture,

- Le déplacement éventuel des parcs dédiés à la conchyliculture et l'évolution de l'activité,

Les acteurs de la Baie des Veys apprennent progressivement à « vivre avec la mer » en s'organisant côté terre et en assumant une approche différenciée sur la mobilité du trait de côte



- *Conséquences sur les habitats aquatiques et les espèces*

Ce scénario est intéressant car on y accepte l'idée de submersion des polders. Cette orientation reflète toutefois une certaine passivité, tout autant que l'impossibilité d'une planification/organisation à long terme des services rendus par le territoire, que ce soit sur le plan économique ou écologique.
Comme dans le scénario n°2 de l'estuaire de l'Orne, les priorités en matière de réalignement géré du trait de côte ne sont pas dégagées.
Le gain d'espaces intertidaux et de lagons tidaux est aléatoire et ne répond pas forcément à cette forme de « bon sens » écologique **: redonner du volume à la baie le plus en amont possible, puisque c'est là qu'on y a « conquis » le plus d'espaces sur la mer.**
Les conséquences de ce scénario sur les fonctionnalités de la baie vis-à-vis de l'ichtyofaune restent cependant quasiment impossibles à décrire précisément. Sur le principe, la réouverture à la mer en constitue une avancée intéressante. Quelles sont cependant les surfaces en jeu, dans quelle gamme de salinité, et seront-elles susceptibles d'avoir un effet significatif sur la fonction de nourricerie ?

Scénario 3 : « Un rivage à géométrie variable »

- *Rappel des motifs et des choix en rapport avec les milieux aquatiques*

Il s'agit, à l'intérieur des terres, d'accompagner l'organisation en rideaux successifs du littoral. On envisage, excepté pour les agglomérations urbaines (villes « portes » de Carentan et Isigny), un réalignement géré du trait de côte selon une stratégie de protection en retrait par rapport à la ligne actuelle. Cela se traduit par :

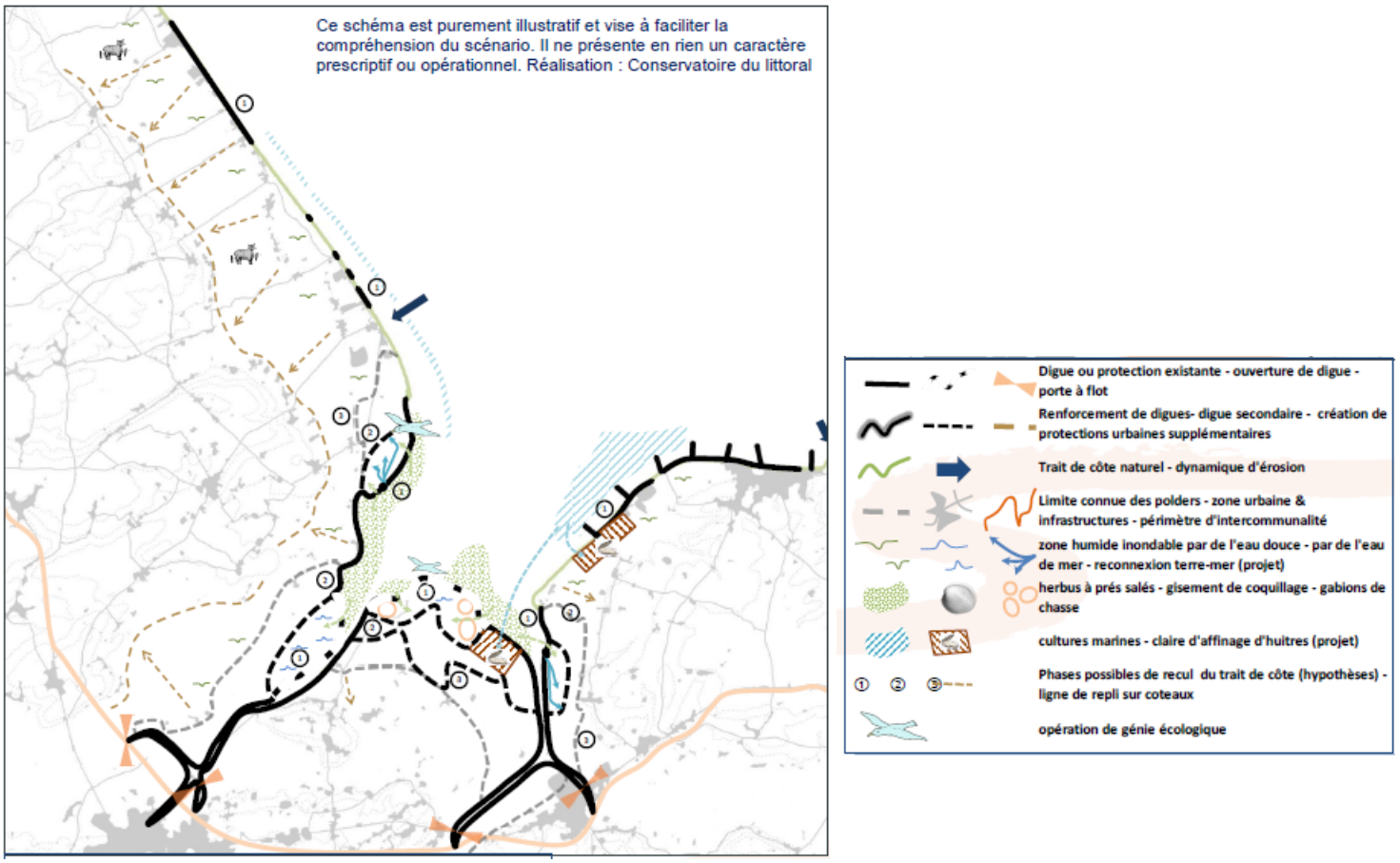
- Une intervention du génie écologique en amont de la définition du plan de gestion,

- Une évolution dynamique des zones intertidales et des espaces submergés,
- Redonner du volume oscillant à l'amont pour entretenir l'ensemble de la baie et accompagner l'évolution des masses d'eau.

- L'opportunité d'exploiter les nouveaux lagons à des fins d'aquaculture,

- Le déplacement éventuel des parcs dédiés à la conchyliculture et l'évolution de l'activité,

En résumé, la Baie des Veys utilise ses marges de manœuvre spatiale pour trouver un compromis entre résilience climatique et compétitivité des activités conchylicoles et agricoles, tourisme de mémoire (Utah Beach).



- *Conséquences sur les habitats aquatiques et les espèces*

C'est le scénario le meilleur, qui permet de s'adapter et de s'organiser à long terme, à la fois sur le plan hydrologique mais aussi sur le plan des priorités spatiales en matière de réalignement géré du trait de côte. Il est souhaitable que les limites amont de l'estuaire soient positionnées le plus loin possible à l'intérieur des terrains les plus bas.
De même, la réouverture à la mer doit se focaliser en priorité sur les polders les plus internes afin de constituer des espaces « tampons » et de redonner du volume à la baie. Ce gain de volume est favorable à la fonction de nourricerie estuarienne, mais également à l'entretien « naturel » des chenaux et des estrans latéraux.
Comme pour le scénario n°3 de l'estuaire de l'Orne, l'intervention du génie écologique est fortement souhaitée dès la phase de conception d'un plan de gestion pour l'ensemble du territoire estuarien. L'intégration de différentes échelles temporelles, (court terme, moyen terme, long terme) s'attache à décliner précisément les objectifs environnementaux correspondants à chaque phase du plan.

Tableau synoptique des scenarios
Ce tableau présente en colonne les hypothèses détaillées de chacun des trois scénarios. Ils traduisent des visions alternatives de l'avenir du territoire à l'horizon 2050.

Question-clé / Scénario	A / Une baie des Veys prises en tenailles	B / Gagner du temps et se montrer réactif	C /Un rivage à géométrie variable
Quelle gestion du trait de côte ?	Résister à l'érosion du trait de côte et se protéger du risque de submersion - on tient la ligne Résister à l'érosion du trait de côte et se protéger du risque de submersion - on tient la ligne	Subir la dynamique sédimentaire à l'œuvre ; Inaction complète – on laisse le trait de côte évoluer	Accompagner l'organisation en rideaux successifs du littoral côté Terre
Quelle réduction de la vulnérabilité des villes ?	Renforcement des ouvrages; Mise à niveau des portes à flot et des écluses	Culture du risque; Mitigation – adaptation du bâti	Retrait stratégique quand c'est possible sauf pour les villes porte d'entrée du marais (Carentan, Isigny); Gel des zones très exposées aux risques côtiers
Quel devenir du secteur des marais sur la côte est du Cotentin ?	Mise à niveau des digues de front de mer	Modification de la vocation agricole = émergence d'un système de pré salé, nouvelles activités, mise en eau irréversible	Modification de la vocation agricole = émergence d'un système de pré salé, nouvelles activités, mise en eau irréversible
Quels usages agricoles dans les polders ?	Evacuation lente de l'eau douce + biseau salé = mutation des productions agricoles	Transformation de la vocation du casier : développement de cultures marines et pêche à pied dans cette zone intertidale	Evolution au cas par cas des casiers selon les pressions sur les ouvrages et lignes de front de mer
Quelle évolution des zones intertidales ?	Réduction des zones intertidales en raison des digues et de l'élévation du niveau de la mer	Casiers submergés et rendus à la mer = élargissement des surfaces pour les zones de balancement des marées	Evolution dynamique sur des cycles de gain / perte de surfaces pour les zones intertidales / les écosystèmes de pré salé ont du temps pour se déplacer
Quelle évolution des activités conchylicoles / cultures marines ?	changement des conditions d'élevage avec une désynchronisation des apports d'eau douce venant du bassin versant et les besoins de la conchyliculture	Relocalisation des parcs (accès, colonne d'eau); Faire évoluer les techniques de cultures et voire accompagner vers d'autres productions	Déplacement vers les anciens casiers agricoles
Quelle évolution des usages chasse ?	Perte d'usage sur certains gabions dans les casiers + perte usages sur le DPM + pas de recul possible car terrains privés en arrière	Perte d'usage sur certains gabions dans les casiers + perte usages sur le DPM + pas de recul possible car terrains privés en arrière	Relocalisation au fur et à mesure des rideaux successifs et des casiers
Quelle préservation de l'environnement ?	Perte / Apparition de fonctionnalités selon des cycles, palier par palier (espèces pionnières)	Perte / Apparition de fonctionnalités selon des cycles, palier par palier (espèces pionnières)	Génie écologique - relocalisation des fonctionnalités (zones de repos pour l'avifaune par ex.)

2.3.3.2.4 Des pistes pour poursuivre la réflexion

Elles résultent du croisement des scénarios et de leur projection à moyen et long terme , ainsi que du débat en atelier avec des représentants locaux des collectivités et des associations

- **Vision 2050 : Un rivage à géométrie variable, pour maîtriser les reconnexions terre-mer pour les zones basses et maintenir la protection des enjeux urbains et économiques majeurs**

• Un nouveau rivage en arrière des marais retro-littoraux pour la côte est du Cotentin

• Un grand réseau d'espaces naturels fonctionnels maillant la baie des Veys, à partir des reconnexions terre-mer répartis sur l'ensemble de la façade maritime

• Une culture du risque renforcée pour les secteurs urbains, accompagnée d'une priorisation des investissements de défense pour les villes

• Le développement de nouvelles activités aquacoles dans les anciens casiers agricoles

- **Trajectoire 2025 : Une gouvernance globale à l'échelle de la baie des Veys sur l'adaptation au changement climatique et le lancement d'expérimentations et d'initiatives locales**

• La mise en place d'une instance de pilotage couvrant l'ensemble de la baie des Veys (intercommunalités, parc, professionnels, Associations Syndicales Autorisées (ASA), Région, Etat, Conservatoire, …)

• Choix des zones d'intervention à la fois pour les défenses et pour la mobilité de la bande littorale

• Opérations d'acquisition foncière par anticipation pour préparer les nouveaux rivages

• Reconnexion terre-mer à Ste Marie du Mont

• Reconnexions terre-mer pour certains casiers agricoles sur la partie centrale (secteur des Brévands notamment)

• Organisation et régulation des usages sur l'estran et sur les polders remis en eau

• Reconnexion terre-mer au niveau des marais retro-littoraux de la côte est du Cotentin

- **Principes d'intervention :**

• Anticipation foncière au niveau des nouveaux rivages, pour maîtriser l'occupation du sol et les aménagements

• Une planification et une programmation anticipatrice par rapport aux aléas et leurs conséquences sur la robustesse de la ligne de défense

• Démarche volontariste consistant à soutenir et encourager les acteurs volontaires, sans nécessité d'obtenir un accord global au préalable (opportunités, approche pragmatique de la faisabilité casier par casier)

• Nouveau partage des rôles entre les acteurs sur la gestion du trait de côte (Intercommunalités, ASA, Bénéficiaires, Propriétaires, Etat)

• Des évaluations coûts-bénéfices objectives et partagées

2.3.3.3 L'estuaire de Sienne

2.3.3.3.1 Impact et vulnérabilités :

Plus que les autres sites, du fait des fortes dynamiques en présence, l'évolution de la morphologie intérieure du Havre de la Sienne entre fermeture/ continentalisation par sédimentation suivant la tendance actuelle et ouverture / maritimisation par hausse du niveau marin reste incertaine.

Impacts possibles :

• Comblement progressif du havre, limitant la navigation de plaisance;

• Une "deltaïsation" = fermeture du havre par les bancs de sable externes avec, éventuellement, création d'un nouveau débouché du fleuve à travers la pointe;

• Une plus grande proportion d'estran submergée liée à l'élévation du niveau marin. Pour les habitats intertidaux et littoraux, cette situation correspondrait à un mélange général, le maintien des habitats étant conditionné par les possibilités de repli vers le continent.

• Modification des surfaces disponibles des reposoirs pour l'avifaune, et, selon les contextes, possibilités de déplacement sur des secteurs bas actuellement terrestres et plus ou moins artificialisés par l'action de l'Homme, qui deviendraient intertidaux

• Modification des zones de repli pour les moutons

Vis-à-vis des biens et les personnes, l'élévation du niveau de la mer risque d'aggraver la situation sur les sites déjà soumis à une érosion forte du trait de côte, au nord et au sud de la digue à Agon, de la plage de Montmartin et de celle de Hauteville au niveau de la dune des Garennes, sites où les enjeux socio-économiques sont importants (tourisme, urbanisation, …). Les collectivités seront confrontés à des coûts financiers de maintien des protections de plus en plus lourds et devront faire face à de nouveaux risques d'intrusion, notamment par le lit du Passevin

Quant à la conchyliculture, elle pourrait être affectée par la dégradation de la qualité des eaux (turbidité, contamination bactérienne, prolifération d'algues vertes …) et l'élévation du niveau de la mer et de la température de l'eau (conditions d'accès et d'exploitation des cultures marines)

2.3.3.3.2 Enjeux du territoire face au changement climatique

A partir de l'analyse des principaux impacts du changement climatique identifiés précédemment, 5 enjeux sont formulés pour le havre de la Sienne, dans une optique d'adaptation du territoire.

1) Qualité des eaux littorales et localisation des installations pour la conchyliculture
– Diffusion des pollutions agricoles et domestiques venant en amont du bassin versant
– Maîtrise des rejets des ovins sur le pré-salé, zones de pâturage
– Amélioration de l'efficacité des stations d'épuration du littoral et des versants

2) Diversification de l'offre de tourisme-loisirs à l'échelle du havre
– Adaptation des mouillages des bateaux de plaisance dans un contexte incertain de comblement/ ouverture du havre
– Maintien de la navigabilité dans le havre
– Développement de l'Eco-tourisme caractéristique de la côte des havres (tourisme nature, découverte, pêche)

3) Maintien/Elévation de la richesse écologique du site
– Lien étroit entre qualité/quantité des habitats présents et fonctionnalités écologiques du site (aquatiques vs terrestres)
– Originalité des habitats
– Apparition/disparition d'espèces
– Renforcement des fonctionnalités écosystémique

4) Maîtrise foncière des terrains rétro-littoraux en vue des nouveaux rivages
– Protection des zones urbanisées et agricoles face aux aléas de submersion et de remontées d'eau douce
– Mise à niveau des ouvrages en première ligne pour Agon et Hauteville/Montmartin et de la porte à flot du Passevin
– Résilience des zones urbanisées face au risque d'inondation par remontée de nappe à Agon, Hauteville sur Mer et Montmartin
– Réduction de la vulnérabilité par recomposition spatiale vers les coteaux

5) Développement de la concertation entre les deux communautés de communes pour traiter les problématiques du havre à l'échelle du site : comblement du havre, qualité des eaux, mouillage des bateaux de plaisance, diversification de l'offre touristique, assainissement

les trois premiers enjeux « qualité des eaux littorales », « diversification de l'offre de tourisme-loisir » et « maintien/élévation de la richesse écologique du site » marquent la forte imbrication entre environnement et développement économique pour le havre de la sienne; cette imbrication se retrouve dans les interactions entre intérieur et extérieur du havre, et plus largement sur les fonctions d'interface terre-mer. Le 4e enjeu « maîtrise foncière des terrains rétro-littoraux en vue des nouveaux rivages » porte sur un levier de l'action publique, pour poursuivre plusieurs objectifs de front et en cohérence : la réduction des vulnérabilités des zones urbanisées, les conditions d'un report des milieux et habitats sous l'effet de la maritimisation ou du comblement, l'accompagnement d'une mobilité différenciée du trait de côte. Le 5e enjeu porte sur la gouvernance des usages de l'intérieur du havre et la gestion des risques côtiers.

2.3.3.3.3 Les scénarios

Les 3 scénarios élaborés et mis en débat sont :

Scénario A : Accentuation de la stratégie de défense contre la mer
- Un scénario tourné vers la préservation de l'existant, mais à quel prix ?

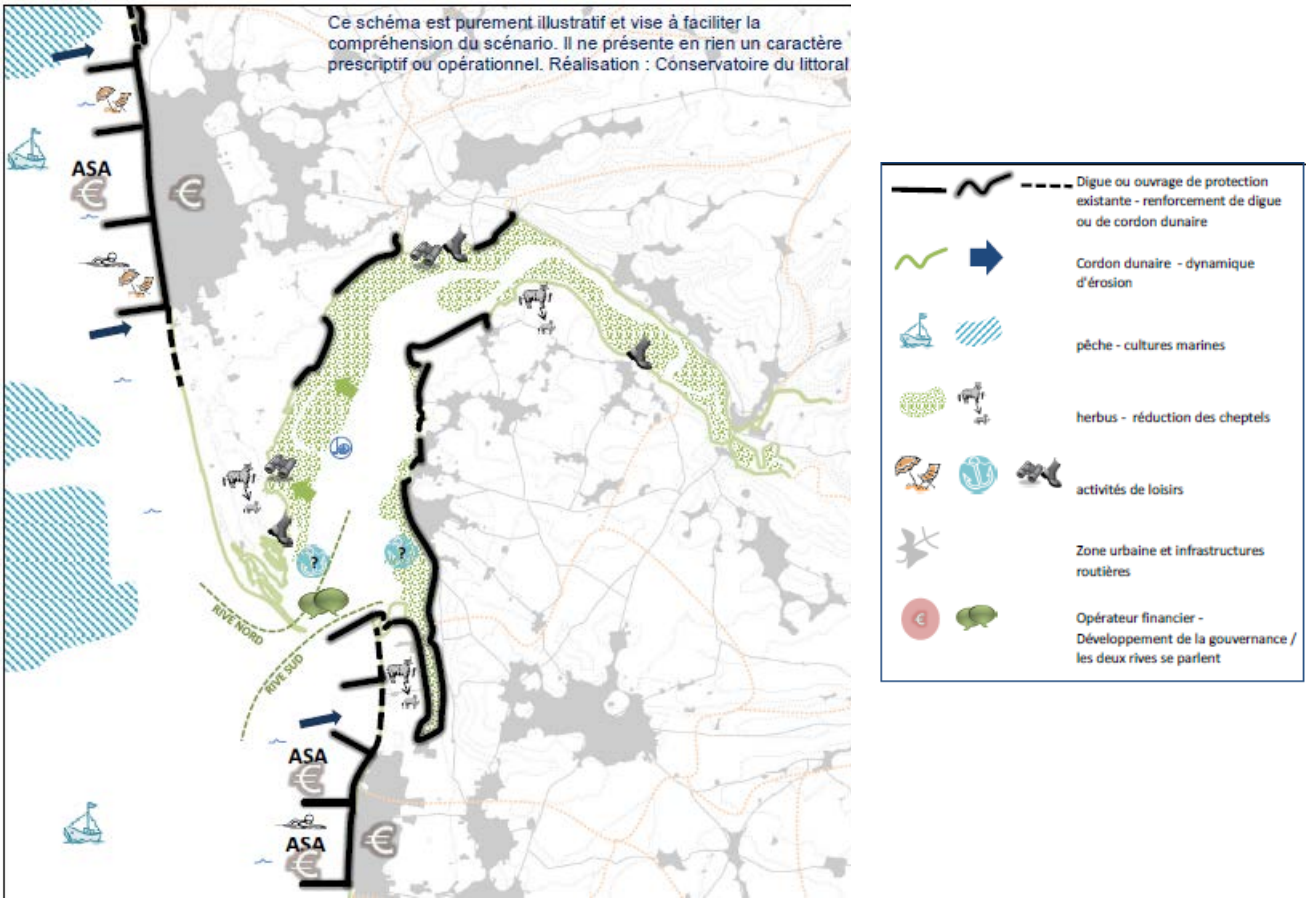
- Une consolidation des ouvrages existants et la création de nouvelles protections (Hauteville front de mer, Hauteville en arrière vers le Passevin, Montmartin dans le secteur du Passevin et au nord d'Agon)

- Le financement des ouvrages reste porté par les ASA, qui doivent trouver de nouvelles ressources ou s'endetter

- Une dynamique de comblement du havre par le prolongement de la flèche d'Agon, combinée à une érosion forte de la flèche de Montmartin

- Un havre qui reste ouvert, avec le déplacement progressif du lit de la Sienne vers l'est

- Une adaptation des types et zones de mouillage



Scénario B : un compromis entre protection et relocalisation sur la frange côtière

- Un refus de la continentalisation du havre

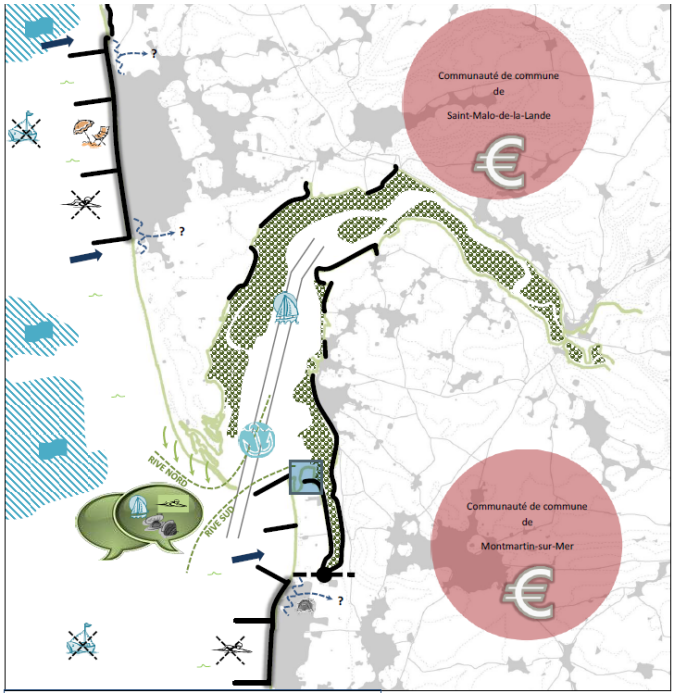
- Face à l'élévation des risques côtiers, une double-approche : protection en présence de nombreux enjeux humains et relocalisation des activités et constructions à long terme dans une logique coût-bénéfices

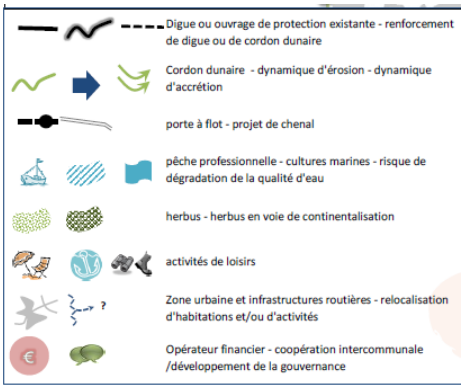
- Une solidarité intercommunale (compétence GEMAPI)

- Une cohérence des choix à l'échelle du havre grâce à une concertation approfondie entre les acteurs des rives nord et sud

- Des conséquences fortes de la continentalisation (évolution vers des milieux terrestres, qualité des eaux) sur la conchyliculture (extérieur) et les activités d'élevage ovin sur pré-salé (intérieur)

- Un refus de la fermeture du havre par la chenalisation (principe purement indicatif sur le schéma ci-contre)





Scénario C : une nouvelle vocation maritime pour le havre

- Une réduction de la vulnérabilité aux risques côtiers par des actions de relocalisation de certaines activités et habitations dans les zones peu urbanisées (secteur du Passevin, dunes des garennes, au nord d'Agon, devenir de la plage de front de mer à Agon) ;

- Une protection des zones côtières denses et au niveau du Passevin (porte à flots) ;

- Un partenariat entre les rives nord et sud pour une stratégie commune d'adaptation ;

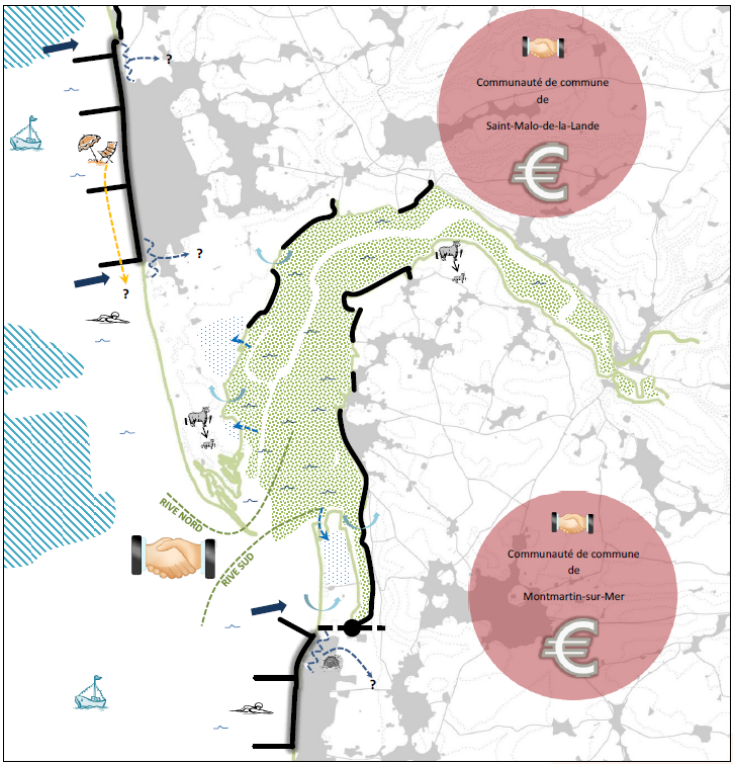
- Un pilotage intercommunal de cette gestion intégrée des zones côtières (GIZC) ;

- Une maritimisation croissante de l'intérieur du havre, entraînant une modification des milieux ;

- Un volontarisme sur les enjeux environnementaux, avec la création d'un parc naturel marin, qui englobe intérieur et extérieur du havre ;

- Des actions de génie écologique pour permettre le recul des milieux et habitats bloqués ;

- Un potentiel environnemental favorable aux activités économiques existantes.



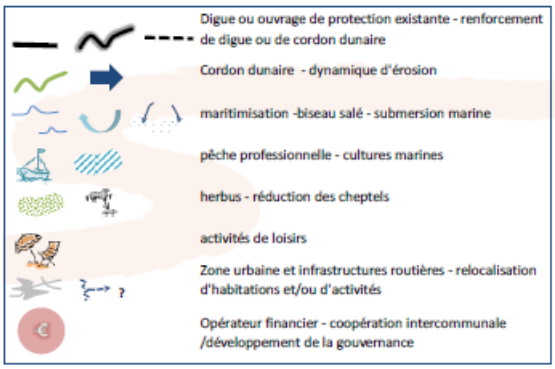


Tableau synoptique des scenarios

Ce tableau présente en colonne les hypothèses détaillées de chacun des trois scénarios. Ils traduisent des visions alternatives de l'avenir du territoire à l'horizon 2050.

Question-clé / Scénario	**Scénario A / Accentuation de la stratégie de défense contre la mer**	**Scénario B / Un compromis entre protection et relocalisation sur la frange côtière Un refus de la continentalisation du havre**	**Scénario C/ Une nouvelle vocation maritime pour le Havre**
Quelle dynamique morphologique du Havre ?	Un débouché majeur de la Sienne dans la mer (comme actuellement)	Fermeture du havre avec ou sans nouveau débouché de la Sienne à travers la pointe d'Agon	Maritimisation du havre : comblement + submersion marine et salinisation croissante à travers les dunes et en profondeur vers l'intérieur du havre
Quelle protection des populations et/ou activités face au risque de submersion marine (1er rang)	On maintient et/ ou on renforce les protections **partout** où des enjeux humains, économiques ou d'infrastructures sont présents : - renforcement du cordon dunaire au nord d'Agon-Coutainville et à Hauteville-Montmartin (protections de 1er rang)	On priorise, après analyse coût/bénéfice, les investissements sur les zones à forts enjeux humains **non relocalisables** (risques directs et indirects) ; et on amorce une transition **vers un repli** pour les autres enjeux (campings, golf ...)	On priorise, après analyse coût/bénéfice, les investissements sur les zones à forts enjeux humains **non relocalisables** (risques directs et indirects) ; et on amorce une transition **vers un repli** pour les autres enjeux (campings, golf ...)
Quelle protection en cas de disparition de la flèche de Montmartin ?	maintien du cordon avant sa disparition	protection des bords côtiers de Montmartin et renforcement de la porte à flot du Passevin	on laisse reculer le trait de côte à Montmartin + protection en arrière de Hauteville
Qui prend en charge le financement (principal) des protections?	une ou plusieurs ASA	l'intercommunalité ou les intercommunalités concernées	l'intercommunalité ou les intercommunalités concernées

Quelle viabilité financière du rechargement de la plage d'Agon en front de mer ?	La commune d'Agon continue d'avoir les moyens de recharger	La commune d'Agon continue d'avoir les moyens de recharger	si la plage n'est plus rechargée, quelle réorganisation des activités balnéaires ?
Quelle qualité des eaux littorales dans le havre et sur l'estran pour la conchyliculture, la pêche professionnelle et la baignade ?	qualité de l'eau suffisante pour les usages Aménagements et régulation de la taille des cheptels pour limiter les rejets agricoles (évolutions zootechniques)	Mauvaise qualité des eaux + prolifération des algues	qualité de l'eau suffisante pour les usages Aménagements et régulation de la taille des cheptels pour limiter les rejets agricoles (évolutions zootechniques)
Quels usages plaisance-loisirs-tourisme à l'intérieur du havre ?	Développement de nouvelles pratiques : tourisme nature, pêche Adapter les types et les zones de mouillage	Dragage d'un chenal pour préserver la navigabilité du havre pour le nautisme	Limitation et/ou régulation des usages en raison des enjeux environnementaux (parc naturel marin)
Quels leviers pour assurer l'évolution des habitats naturels soumis à la maritimisation et la relocalisation des activités ?	Pas d'action particulière pour préserver la capacité de recul des habitats naturels et fonctionnalités associées, ni pour les activités	Pas d'action particulière pour préserver la capacité de recul des habitats naturels et fonctionnalités associées, ni pour les activités	Génie écologique pour les secteurs "bloqués" par des aménagements; relocalisation au coup par coup
Quelle concertation entre les rives nord et sud pour une gestion globale du havre ?	Dialogue ponctuel	Concertation systématique sur les thèmes concernant le havre (plaisance, qualité de l'eau, conchyliculture...)	Partenariat pour un projet commun du site (havre intérieur et bande littorale)

2.3.3.3.4 Des pistes pour poursuivre la réflexion

Elles résultent du croisement des scénarios et de leur projection à moyen et long terme , ainsi que du débat en atelier avec des représentants locaux des collectivités et des associations

- **Vision 2050 : Vivre avec la dynamique du littoral pour un territoire résilient au changement climatique**

• Relocalisation des activités agricoles situées à proximité du Passevin

• Report du développement résidentiel vers les coteaux de Montmartin

• Création d'un grand espace naturel fonctionnel au niveau de l'ex-flèche de Montmartin

• Construction des aménagements de défense en arrière de Hauteville au niveau du Passevin

• Modification du rivage au nord d'Agon au niveau de la route (parc conchylicole) et construction des aménagements de défense pour les zones basses de Coutainville

• Réflexion sur les conditions de navigabilité de la Sienne pour les usages plaisance des riverains d'Agon-Coutainville, de Hauteville, Montmartin et Regnéville

• Développement d'une offre touristique et récréative, tournée vers les pratiques de proximité, de nature, culturel, respectueuses de l'environnement

• Arrêt du rechargement de la plage d'Agon

- **Trajectoire 2025 : Mettre en place une gouvernance à l'échelle des deux rives, pour gérer les risques à court terme et accompagner la mobilité du trait de côte à long terme**

• Prioriser les opérations de confortement des digues et protections (voire création d'ouvrages)

• Engager des actions de relocalisation de l'habitat et des activités vers les points hauts, pour réduire la vulnérabilité aux risques côtiers et d'inondation

• Définir les actions « nouveaux rivages » (coopération entre les communes, PPR, planification urbaine)

• Elaborer le SAGE du bassin versant de la Sienne, tenant compte des enjeux de l'interface terre-mer (biseau salé, qualité des eaux littorales)

• Instaurer un cadre de cohérence et de régulation des usages à l'intérieur du havre, respectant les fonctionnalités écologiques

• Mise en oeuvre la compétence GEMAPI par les intercommunalités en lien avec les ASA existantes

- **Principes d'intervention :**
• Sensibiliser les acteurs aux enjeux de vulnérabilité climatique et à la mobilité de la bande littorale (culture du risque)

• Considérer globalement les interactions entre l'intérieur et l'extérieur du havre (interface terre-mer)
• Conditionner un soutien de la puissance publique à une augmentation de la contribution financière des bénéficiaires des ouvrages de défense

• Gérer les risques à court terme sans hypothéquer les réorganisations spatiales nécessaires à long terme

2.3.3.4 La vallée de la Saâne

De nos jours, la basse vallée de la Saâne est confrontée aux problématiques de gestion des inondations et de libre circulation des poissons.
Avec des évènements tempétueux météorologiques extrêmes de plus en plus intenses et dans le contexte de l'élévation du niveau de la mer, les problématiques d'érosion et d'inondation deviennent particulièrement prégnantes sur le site de la basse vallée de la Saâne.
Les décideurs doivent faire face aux dégâts engendrés par les inondations fluviales (camping, infrastructures routières, maisons individuelles, etc.), alors que les défrichements et suppressions de haies accélèrent l'écoulement des eaux de pluie dans la vallée et que l'embouchure étroite de la Saâne empêche le trop plein de s'évacuer.
Le Syndicat des Bassins Versants Saâne, Vienne et Scie s'est créé à la fin des années 1990, avec pour mission de lutter contre les inondations sur l'ensemble du territoire. Dès 2000, une réflexion s'est développée et les élus ont souhaité trouver une solution. Une réestuarisation de la Basse Vallée est envisagée suite aux conclusions des dernières études, l'intérêt majeur de ce site étant d'offrir un retour d'expérience sur le processus de concertation et en cours.

2.3.3.4.1 Impact et vulnérabilités :

L'érosion des falaises
L'érosion des falaises, phénomène caractéristique des côtes du Pays de Caux, est importante et risque de poser problème à quelques habitations à Quiberville dans les prochaines décennies. Cela pose la question de la gestion du trait de côte de la basse vallée à l'horizon 2050 et au delà.
La poursuite de cette érosion à la fois sur la partie ouest de Quiberville et sur celle de Ste Marguerite conduirait à une situation où la digue de front de mer se retrouverait exposée latéralement des 2 cotés à Quiberville et Ste Marguerite, phénomène qui serait exacerbée suite à l'épuisement progressif du stock protecteur de galets sur les plages qui seraient emportés avec la dérive littorale.

Les inondations qui sont la résultante des choix d'aménagement successifs dans la basse vallée (urbanisation, modification du cours du fleuve, pratiques agricoles favorisant le ruissellement, aménagements de la buse) et qui seraient aggravées du fait d'un écoulement futur du fleuve moins important en raison de l'élévation du niveau de la mer.

une tradition touristique qui serait remise en cause (camping en zone inondable, restauration et petits commerces)

Les échanges terre-mer et fonctionnalités

Les fonctionnalités environnementales réapparaissent avec le rétablissement d'échanges mer-terre, suite à la suppression du clapet de la buse, qui a rendu possible la remontée d'eau salée dans la basse vallée ;

- « la progression des espèces et des végétations des milieux salés est pressentie dans la basse vallée de la Saâne » (CBNBl dans le cadre du projet LiCCo – 2014) ;

- A l'échelle régionale, la vallée de la Saâne s'inscrit dans une trame écologique, comme un site relais entre la Baie de Somme et l'Estuaire de la Seine ;

- mais globalement, une fonctionnalité d'estuaire totalement relictuelle, en raison de la buse, malgré un vrai potentiel de capacité d'accueil dans le bassin versant (pour les salmonidés par exemple); potentiel pour un retour de la fonctionnalité de nourricerie pour le bar.

2.3.3.4.2 Enjeux du territoire face au changement climatique

1) Réduction de la vulnérabilité aux risques inondation et submersion dans la basse vallée

Réduction des enjeux situés sur le front de mer

- Accord pour une libération des terrains du camping
- Projet alternatif pour une relocalisation ou une reconversion (cf étude foncière)
- Indemnisation financière ?
- Recettes de substitution pour la commune ?
- Relocalisation partielle des habitations sur la zone de bungalows à Ste Marguerite
- Trouver une solution pour les constructions à Quiberville (hôtel-restaurant, boutique, pêche)
- Transition agricole

Résistance et dimensionnement de la digue-route

- Quel coût ? Quel portage ? Quelles fonctions pour cet ouvrage ?
- Anticipation de l'érosion des falaises et ses conséquences sur la dynamique sédimentaire de la plage de galets

Ingénierie hydraulique

- Action sur l'exutoire au niveau de la digue-route
- Gestion à l'échelle du bassin versant (stockage, déversement)
- Evolution des pratiques agricoles (retour de l'extensif) cf. décret érosion de 2005
- Hydraulique douce sur la basse vallée

2) L'essor à moyen terme d'une biodiversité caractéristique des estuaires (fleuves côtiers)

- Espèces et végétations des milieux salés
- Rétablissement de la libre-circulation des poissons
- Restauration des fonctionnalités de nourricerie pour les juvéniles (bar) par **un décloisonnement longitudinal et latéral**
- Restauration des conditions d'accueil et fonctionnalités intra et inter-vallées pour les oiseaux d'eau : richesse avifaunistique

3) Dynamisme de la basse vallée tiré par de nouvelles aménités environnementales et paysagères (attractivité territoire)

- Qualité paysagère et diversité des ambiances
- Potentialités cynégétiques compatibles avec la présence de zones de quiétude (remises diurnes pour les canards, reposoirs pour les limicoles)
- Nouveaux usages pédagogiques (scolaires, habitants, scientifiques), récréatifs et touristiques (Tourisme nature, tourisme vert, Pêche)

2.3.3.4.3 Les scénarios

Les 3 scénarios élaborés et mis en débat sont :

- **Scénario 1 : « De nombreux petits pas pour retrouver une apparente sérénité »**

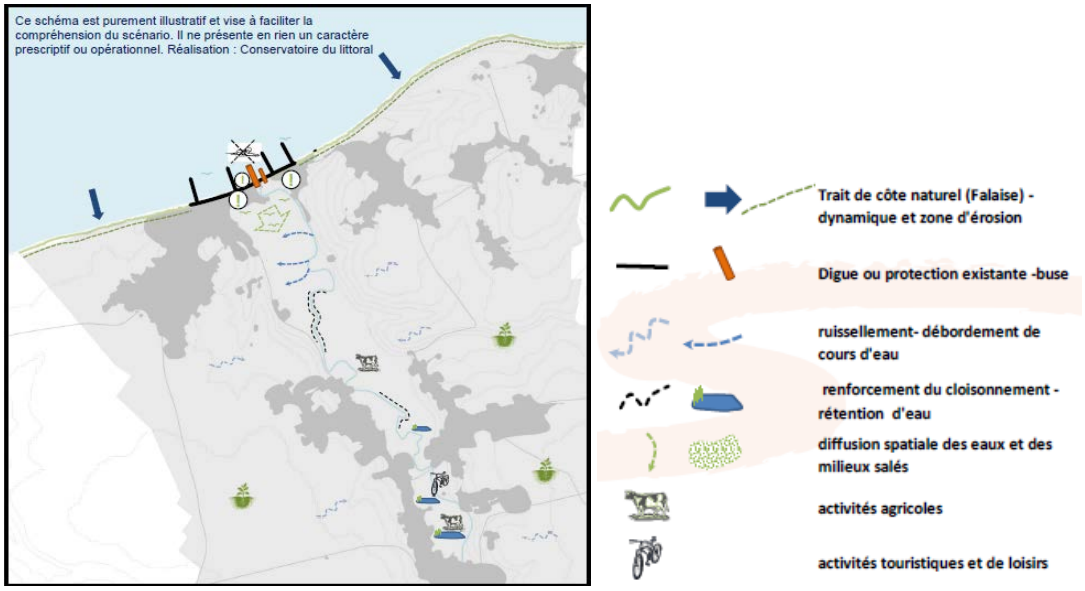
Rappel des inclinations et des motifs

Le changement climatique n'est pas intégré de façon globale, notamment les aspects environnementaux considérés comme secondaires. C'est une vision à court terme pour laquelle on se concentre sur la nécessité d'agir pour satisfaire localement les administrés face au risque d'inondation. Un consensus se dégage en effet sur la nécessité d'agir et d'éviter que de nouvelles crues ne se produisent dans la basse vallée. La solution proposée est de construire une nouvelle vanne sous la digue-route avec un grand débit d'écoulement pour évacuer l'eau en cas d'urgence. L'épi-buse et la digue-route sont maintenus en l'état.

Conséquences sur les habitats aquatiques et les espèces

Rien ne change dans le cas de cette option. Les engagements de la France pour rétablir la libre circulation des espèces migratrices ne sont pas respectés et aucune amélioration de l'amontaison des salmonidés n'est à prévoir, compte tenu notamment des prévisions actuelles sur les effets de l'élévation de la température.

Il en est de même pour les habitats qui restent peu ou prou dans leur état actuel, c'est-à-dire très cloisonnés latéralement.

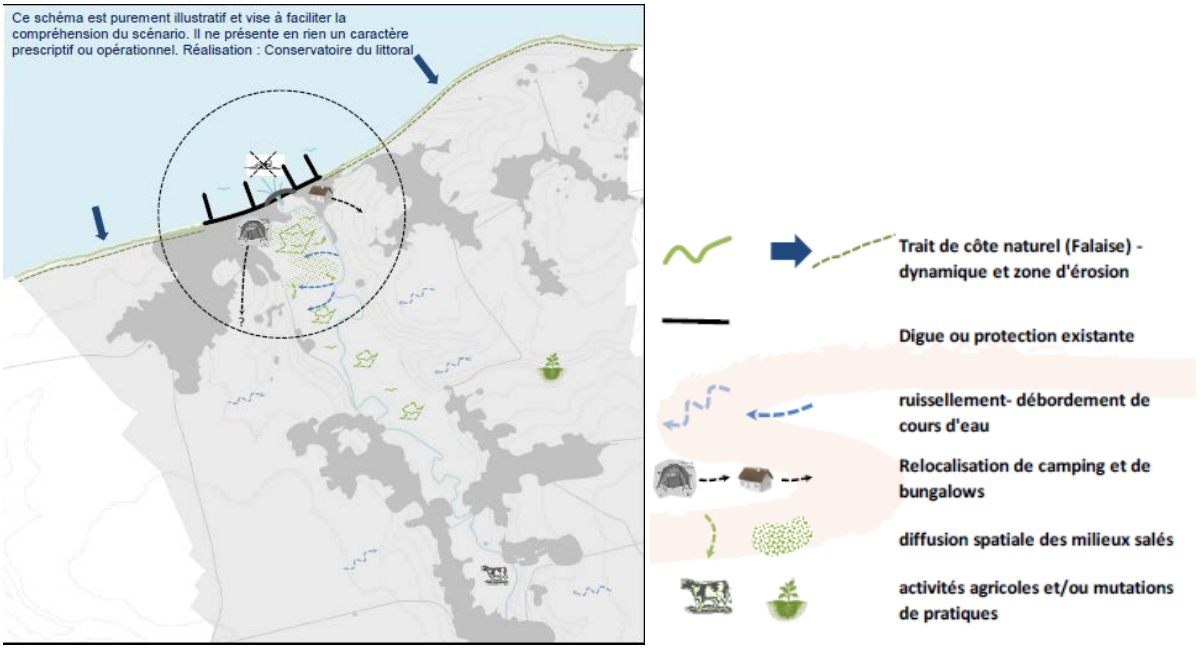


- **Scénario 2 : « Action ciblée sur le débouché »**

Rappel des inclinations et des motifs

Cette option reste dans un positionnement qui reflète globalement une certaine passivité. On attend que le gouvernement et les collectivités territoriales (Département) rendent des comptes, prennent en charge et arbitrent, ceci reflétant l'absence d'appropriation locale de l'ensemble des composantes de la problématique.

Malgré une prise de conscience (encore abstraite) de la multiplicité des variables à intégrer à la réflexion, il est à craindre ici que la réouverture à la mer ne reste envisagée que pour évacuer l'eau (à moindre frais ?) tout en assurant la libre circulation des poissons migrateurs, mais en évitant les incertitudes associées à l'aménagement d'une passe à poissons (d'ordres technique, opérationnel et financier). La dimension environnementale reste perçue plus comme une contrainte qu'une véritable opportunité.



Conséquences sur les habitats aquatiques et les espèces

Les conséquences sur les poissons migrateurs sont positives. La restauration de la libre circulation est assurée. Dans le contexte du réchauffement, les espèces peuvent aller chercher leur niche thermique à condition toutefois que le principe de libre circulation soit devenu une réalité dans l'ensemble du bassin versant de la Saâne.

S'agissant des poissons d'origine marine, on peut s'attendre à une colonisation par les juvéniles de certaines espèces (bar notamment), mais le décloisonnement latéral des habitats n'y est pas évoqué en relation, entre autres, avec l'usage actuel des terrains.

Les effets sur le devenir des habitats aquatiques restent pour le moins très flous. Au mieux ils seront décloisonnés latéralement, mais la fonctionnalité particulière des habitats estuariens en tant que telle n'est pas évoquée, surtout cette nécessaire complémentarité entre les estrans nus (plages, vasières) et les estrans végétalisés (schorre).

En l'absence d'une mosaïque d'habitats permettant d'envisager un fonctionnement biologique optimal, les effets sur les espèces d'origine marine restent réduits. Si les fossés sont décloisonnés, et seulement à cette condition, on peut imaginer une fonctionnalité de nourricerie à la marge, c'est-à-dire pour quelques espèces (mulet, bar, épinoche) particulièrement sujettes à un tropisme vers les chenaux intertidaux au cours de leur cycle de vie. Les surfaces en jeu sont toutefois presque négligeables.

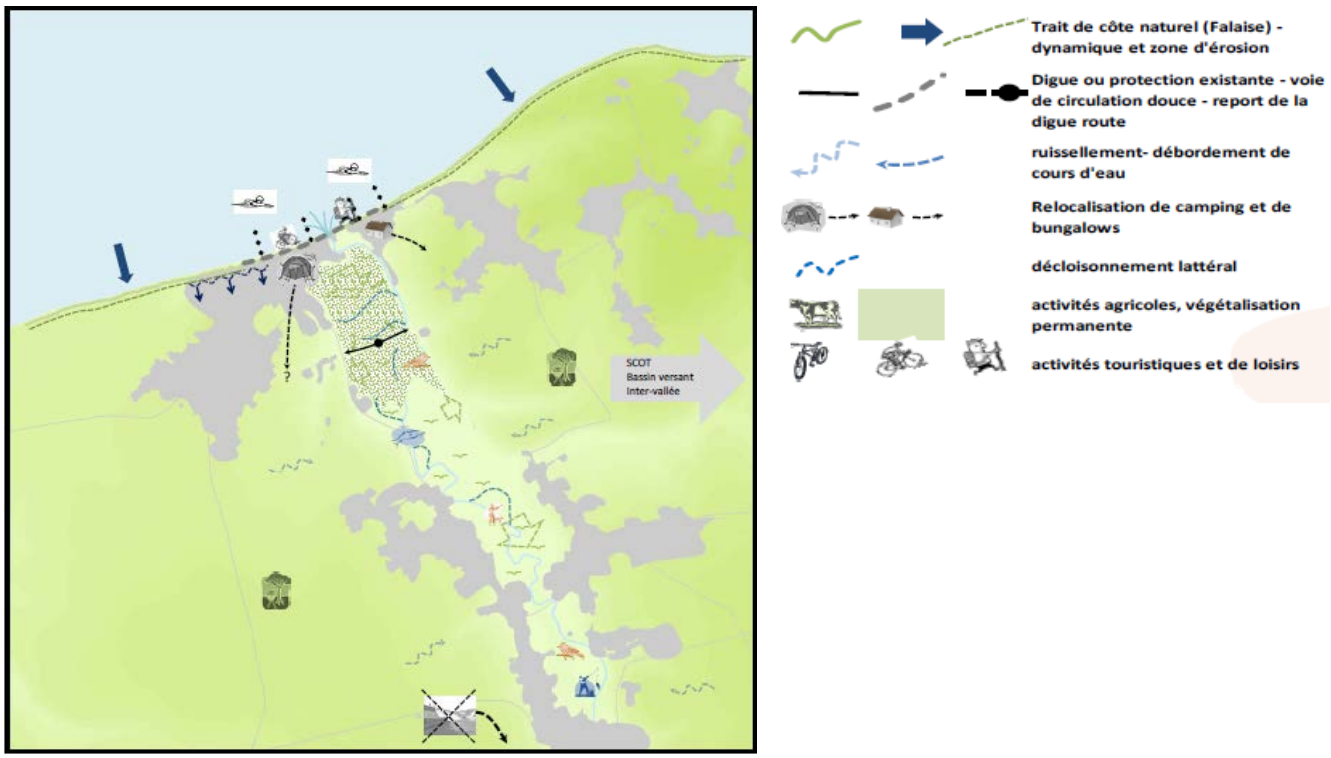
Quoi qu'il en soit, ce scénario constitue une amorce intéressante dans la mesure où l'idée de réouverture du site à la mer est évoquée. Cela constitue une avancée majeure si tant est que son effet pervers ne se cristallise pas, à savoir un blocage irréversible vers une option plus ambitieuse sur le plan environnemental.

- **Scénario 3 : « Un virage pour de nouveaux rivages »**

Rappel des inclinations et des motifs pour cette option

Cette option s'inscrit clairement dans la même phylosophie que celle du Steart Coastal Management Project. On envisage une stratégie territoriale volontariste basée sur une reconnexion terre-mer comprenant un débouché naturel et une requalification complète de la digue-route. Il s'agit d'un projet ambitieux à long terme, intégrant une vision globale des enjeux selon un emboitement d'échelle pertinent, englobant en outre une vision longitudinale et transversale. On peut y entrevoir la possibilité de redynamiser socialement et économiquement l'ensemble de la basse vallée. C'est un projet novateur pour la Normandie qui peut être catalyseur de synergies.

Ce projet paraît encore effrayant de par son ampleur, sa complexité, ses incertitudes et les coûts engendrés. En son temps, le projet de réaménagement du débouché de la Veules (Veules-les- Roses, 76) avait soulevé nombre de réactions négatives, qui n'existent plus aujourd'hui, bien au contraire.



Conséquences sur les habitats aquatiques et les espèces

C'est le scénario qui représente le maximum de potentialités vis-à-vis de l'ichtyofaune dans son ensemble, c'est-à-dire à la fois pour les poissons migrateurs, les résidents estuariens et les poissons d'origine marine. La principale incertitude reste toujours sur les habitats intertidaux, dont on n'évoque pas le devenir en connexion avec la façade littorale.

La création d'habitats intertidaux typiques des estuaires suppose évidemment que les creux actuels (baissières, fossés) soient reconnectés à un prisme tidal nouvellement créé (cf Steart), dont le volume et la configuration morphologique sont à étudier finement. Les volumes décaissés peuvent servir à une protection en retrait des biens et des personnes, tout autant qu'à de nouveaux projets en pied de coteau, destinés à requalifier l'identité de la basse vallée.

On rappelle que les conclusions de l'étude AREA-SOGREAH (Paris, 2008) sur la modélisation du décaissement d'un prisme tidal constituent une bonne base de réflexion, même si il est nécessaire de

revoir la définition des hypothèses en y intégrant notamment les nouvelles connaissances techniques et scientifiques (sur les caractéristiques du prisme à recréer) et des scénarios l'élévation du niveau de la mer. L'étude souligne d'ores et déjà, i) que le secteur interne (Longueil) n'y est pas submergé et reste à bonne distance de ce risque (1,5 km), y compris pour de forts coefficients de marées, ii) la complémentarité des habitats de schorre et d'estrans nus (vasières) :

En revanche, même pour les forts coefficients de marée, la zone submergée est quasiment identique pour les deux tests et sans augmentation significative par rapport aux simulations initiales (scenario 1A). Elle se limite sensiblement aux zones décaissées, c'est-à-dire en aval de la rupture de pente prise comme base des deux tests complémentaires.

Tableau synoptique des scenarios

Ce tableau présente en colonne les hypothèses détaillées de chacun des trois scénarios. Ils traduisent des visions alternatives de l'avenir du territoire à l'horizon 2050.

Questions-clé / Scénario	De nombreux petits pas pour retrouver une apparente sérénité	Action ciblée sur le débouché	Un virage pour de nouveaux rivages
Quelle gouvernance pour l'adaptation au CC?	CC + Alliance des 3 communes et principe de mise en œuvre à l'opportunité en fonction d'objectifs partagés	CC + Alliance des 3 communes et principe de mise en œuvre à l'opportunité en fonction d'objectifs partagés	Grande ambition et grands moyens : plan global de gestion et/ou SCOT
Quelle anticipation des conséquences de l'érosion des falaises sur la dynamique sédimentaire de la plage ?	Aucune anticipation – la problématique se pose à trop long terme	Aucune anticipation – la problématique se pose à trop long terme	Anticipation et acceptation
Quelles fonctionnalités environnementales ?	Restauration de fonctions : nourricerie pour le bar, , salmonidés dans la BV, corridor écologique pour l'avifaune	Progression des milieux et habitats typiques des estuaires mais espaces peu fonctionnels en raison des usages	Restauration de fonctions : nourricerie pour le bar, , salmonidés dans le BV, corridor écologique pour l'avifaune
Quelle gestion des eaux à l'échelle du bassin versant ?	Aménagements en amont de stockage et de rétention des eaux	Aménagements en amont de stockage et de rétention des eaux	Effacement progressif des retenues et barrages en amont
Quelle évolution des pratiques agricoles sur la BV ?	Développement de l'agriculture de couverture (végétalisation permanente des sols)	Mutation de la vocation de certains terrains agricoles	Développement des modèles extensifs
Quelle réduction de la vulnérabilité du camping et du secteur des bungalows ?	Culture du risque : sensibilisation, interdiction temporaire d'occupation	Déplacement du camping et des bungalows	Déplacement du camping et des bungalows
Quel débouché de la Saône sur la mer ?	Une vanne sur la digue pour évacuer ponctuellement l'eau en cas de fortes précipitations	Une ouverture limitée à la mer avec la construction d'un viaduc pour assurer la continuité de la route	Enlèvement de la buse pour faciliter les échanges terre-mer liés à la marée (remontée de l'eau de mer selon la pente) et reprofilage du débouché
Quel décloisonnement latéral et longitidunal ?	Renforcement du cloisonnement	Pas de décloisonnement	Effacement d'aménagement (arasement des talus, suppression des vannes, des seuils)
Quelle diffusion spatiale des milieux salés ?	Légère remontée en amont (avt Longueil)	En amont jusqu'à Longueil en fonction de la pente	En amont jusqu'à Longueil sur les terrains latéraux jouxtant le fleuve
Quel avenir pour la digue-route ?	Maintenance et culture du risque (coupure en cas de fortes intempéries)	Transformation au niveau du débouché	Requalification totale de l'axe et de ses fonctions (circulations douces) + déplacement en arrière au niveau de la STEP
Quelle qualité des eaux littorales ?	Ruissellement dû aux activités agricoles entraînant une mauvaise qualité des eaux de baignade	Ruissellement dû aux activités agricoles entraînant une mauvaise qualité des eaux de baignade	Qualité réglementaire des eaux pour les usages loisirs tourisme
Quels usages dans le fond de Vallée ?	Dominante agricole Loisirs résiduels	Dominante agricole Loisirs résiduels	Qualité réglementaire des eaux pour les usages loisirs tourisme

2.3.3.4.4 Des pistes pour poursuivre la réflexion

Elles résultent du croisement des scénarios et de leur projection à moyen et long terme , ainsi que du débat en atelier avec des représentants locaux des collectivités et des associations

- **Vision 2050 : Réduire les vulnérabilités tout en améliorant les fonctionnalités écologiques**
  - Poursuite des actions de relocalisation du camping, des bungalows et des habitations du front de mer
  - Effacement de la digue-route pour permettre une évacuation des eaux douces et établir une reconnexion terre-mer
  - Création d'une nouvelle desserte routière en arrière, avec une régulation des eaux marines
  - Diffusion d'une culture du risque auprès des habitants et des acteurs
  - Nouveaux rivages favorables aux fonctionnalités écologiques et socle d'aménités du cadre de vie pour les habitants
  - Une vision commune rive gauche et rive droite, cohérente avec les problématiques du bassin versant et dans une approche inter-vallées (Durdent, Dun, Scie, Arques, Yères…)

- **Trajectoire 2025 : S'organiser à l'échelle de la basse-ville en lien avec le bassin versant pour traiter collectivement ces enjeux de vulnérabilité climatique**
  - Mettre en place une instance pour la définition des actions « nouveaux rivages » (coopération entre les communes)
  - Initier les actions de relocalisation des enjeux humains du front de mer vers les coteaux (réserve foncière, PLUI, PPR, …)
  - Mettre en œuvre des actions d'hydraulique douce à l'échelle du bassin versant pour réguler les débits d'eau en cas de fortes pluies
  - Informer et sensibiliser la population et les acteurs aux différents risques (inondation, submersion, biseau salé)
  - Réaliser les études de faisabilité technique et réglementaire sur les aménagements prévus (déplacement route, qualité des eaux, …)

- **Principes d'intervention :**
  - Concilier les objectifs relatifs à la gestion des risques et des enjeux environnementaux
  - Associer la population et les parties prenantes dans la construction du projet pour l'avenir de la basse vallée
  - Articuler les actions de court terme en cohérence avec la trajectoire 2015-2025-2050
  - Orienter les financements vers des solutions pérennes et contribuant aux nouveaux rivages (par exemple, question de la pertinence d'une passe à poissons)

2.4 Eléments de conclusion sur le programme Licco

Les résultats du programme Licco sont nombreux, diversifiés et pleins d'enseignements.

En France, les **investigations naturalistes** ont permis d'enrichir les connaissances sur les espèces, les habitats et leurs fonctionnalités, ainsi que leur évolution dans le temps et l'espace. Elles ont permis notamment de compléter les suivis réalisés dans le cadre de la surveillance DCE et d'évaluer l'évolution des indicateurs DCE depuis la mise en place de cette surveillance. Par contre, Il n'est pas fait mention de l'utilisation de ces indicateurs pour le classement des masses d'eau , qui est hors du champ de Licco.

De nombreux **indicateurs** de suivi des enjeux environnementaux et des effets du changement climatique ont par ailleurs été proposés et décrits.

Ces éléments croisés avec les **effets potentiels du changement climatique** vont dans le sens d'une dégradation, en termes de pertes d'habitats et de fonctionnalités, conséquences notamment de la contraction des milieux entre des niveaux marins en élévation et un trait de côte peu ou pas mobiles. Certaines activités inféodées aux milieux d'estran seront aussi touchées (pêche à pied, conchyliculture, loisirs …), du fait de la diminution des zones découvrant en basse mer.
Autre impact important, la salinisation/ maritimisation des estuaires, avec des impacts négatifs pour les plus fortement artificialisés, comme celui de l'Orne, faute de possibilités de migration plus en amont des habitats et des espèces associées, conséquence de l'importance des aménagements latéraux et longitudinaux dans la section aval du fleuve .

La partie consacrée à la **réflexion prospective** a permis d'appréhender les risques d'augmentation des conflits entre enjeux environnementaux et socio-économiques sur ces espaces littoraux et estuariens de plus en plus contraints et convoités.
Les ateliers qui se sont tenus sur chaque site à la fin du programme en juin 2014 ont été marqués par une forte mobilisation des élus et des acteurs du littoral, qui ont pu débattre sur **3 propositions de scénarios prospectifs**, aux horizons 2025 et 2050.

- l'un correspondant généralement au maintien du statu quo avec les aménagements et les outils de gestion existants, voire à un renforcement des protections vis-à-vis des risques pour les biens ou les personnes,
- un second de transition visant une adaptation à moyen terme,
- un troisième plus volontariste visant une adaptation à plus long terme.

On constate que certaines options figurant dans les scénarios les plus ambitieux font déjà l'objet de réflexions ou d'études en cours et peuvent être considérées d'ores et déjà à notre portée. Il s'agit notamment des options visant le décloisonnement latéral des milieux par la dépoldérisation.

Les débats en ateliers ont été riches et constructifs. Parmi les points importants qui sont souvent revenus au cours des échanges, on peut citer :

- les conséquences de la **loi GEMAPI** conférant de nouvelles compétences aux intercommunalités à partir de 2018, en matière de défense contre la mer et de gestion des digues. La question du devenir des ASA existantes a été posée, ainsi que celle des cofinancements. Bien que cela n'ait jamais été affiché clairement, il semble que certains responsables soient bien conscients, qu'à défaut de financement suffisant, ils vont devoir faire des choix vers des solutions plus durables dans la gestion du trait de côte.
- Le besoin de clarifier l'articulation de ce type de démarche, qui doit notamment alimenter la révision de la stratégie du Conservatoire du Littoral à l'horizon 2050, avec celles sur les risques et l'urbanisme . Ce besoin d'articulation va s'imposer de toute façon si on veut avancer pour **mieux planifier la gestion du trait de côte**, comme l'on fait les anglais et comme cela est proposé dans le projet de SDAGE. L'initiative de la Région "Quels littoraux pour demain?" s'inscrit bien dans cet objectif.
- La question de la **maitrise foncière** pour faciliter la relocalisation des activités, mais aussi la migration de certains habitats menacés
- La nécessité de continuer à **acquérir de la connaissance** pour lever progressivement les incertitudes et mieux apprécier les enjeux**,**
- L'intérêt de continuer à faire de la **pédagogie**, en l'élargissant au grand public, comme l'on fait les anglais dans Licco et via par exemple des expérimentations,

Ce qui ressort aussi clairement des travaux Licco, c'est l'absence ou l'insuffisance de la **gouvernance** au niveau des espaces estuariens, notamment pour pouvoir faire face aux enjeux de demain, qui doivent englober désormais les changements globaux et leurs conséquences. Les scénarios prospectifs comportent de ce fait de nombreuses propositions pour pallier ces manques.

Les paragraphes qui suivent rapportent les principaux éléments conclusifs des principaux partenaires du programme Licco

Pour ce qui le concerne, **la Cellule de Suivi du Littoral Normand** (CSLN) conclue que « *dans les sites qu'il a étudié (baie des Veys, estuaires de l'Orne et de la Saâne), c'est le scénario 3 qui est à encourager, tant du point de vue du devenir des habitats, que de celui de l'ictyofaune et des fonctionnalités écologiques associées aux masses d'eau estuariennes.*
Il insiste sur le fait que la présence d'une espèce est étroitement liée à la nature et la qualité des habitats disponibles, mais que la fonctionnalité effective de ces derniers prend également en compte leur quantité.
Dans l'immédiat, il serait intéressant d'établir un bilan des pertes d'habitats estuariens à l'échelle de l'ensemble de la façade maritime (sur les trente dernières années par exemple), bilan qui dépasse largement les objectifs du projet LiCCo.
C'est en effet sur cette base indispensable que des scénarii d'évolution pourront être élaborés, non seulement à l'échelle d'un site, mais également selon une approche inter-estuaire. Dans l'hypothèse très probable que les sites normands subiront à long terme des pertes très variables d'un site à l'autre, une gestion du changement climatique à l'échelon national qui intègre ces pertes et propose de les équilibrer par la création de nouvelles zones intertidales est une initiative pertinente et cohérente.

En application d'une telle stratégie nationale, les sites Normands constituent une réelle opportunité. Les objectifs à y atteindre doivent cependant être déterminés au regard d'une entité côtière cohérente (i.e. à l'intérieur de laquelle certains stocks résident) par exemple à l'échelle de la Baie de Seine. A l'intérieur de cet espace de gestion cohérent, les surfaces intertidales à recréer pourront alors être calculées dans le but d'un bilan équilibré entre une situation de référence (à caler) et la projection à long terme.

Quel que soit le scénario finalement choisi, son évaluation finale suggère une stratégie de suivi environnemental qui repose sur un état initial complet et cohérent (BACI), y compris pour le necton ».

Pour leur part, **le GEMEL-N et RNF** concluent ainsi leur contribution sur les systèmes estuariens qu'ils ont étudiés.
« *Les trois estuaires de Basse-Normandie sont des sites où la présence de l'Homme est marquée. Cette anthropisation se mesure au niveau de la poldérisation pour la baie des Veys, l'urbanisation et le tourisme pour le havre de la Sienne et la combinaison de ces trois facteurs sur l'Estuaire de l'Orne.*
Ces sites diffèrent surtout par leur forme et leur substrat. En effet, la baie des Veys est une vaste baie vaseuse à l'ouverture en W tandis que le havre sablo-vaseux de la Sienne est marqué par une sédimentation importante et particulière, notamment sur la pointe d'Agon, qui ferme le havre dans sa partie Nord. L'estuaire de l'Orne, pour sa part, est beaucoup plus petit, de type vaseux, et constitué de méandres dont le mouvement influe beaucoup sur l'érosion où l'accrétion des prés-salés qui les bordent.
Ces différences impliquent une réponse différente des milieux aux scenarii d'élévation du niveau marin. Dans la baie des Veys où seuls les prés salés sont des milieux naturels diversifiés, ce sont eux qui se trouvent être les plus menacés, puisqu'il n'existe pas de solutions de repli en arrière du fait de la présence de digues de polder. Dans le havre de la Sienne le fonctionnement est resté en grande partie plus ou moins naturel par rapport àla baie des Veys. De ce fait, il est possible que le milieu puisse s'adapter, en fonction de la vitesse d'élévation du niveau de la mer. Dans l'estuaire de l'Orne, les prés salés se trouvent également bloqués en arrière par les digues, et sont de ce fait dépendants de la sédimentation du milieu, qui devra être suffisamment rapide pour ne pas être dépassée par une élévation du niveau de la mer.
Il ne faut cependant pas oublier les actions anthropiques sur ces milieux. En effet, s'il est possible d'imaginer pour la baie des Veys, non urbanisée, une ouverture des polders aux prés salés pour augmenter la surface de repli, cette solution ne peut être retenue dans le havre de la Sienne et dans l'Estuaire de la Sienne, tous deux urbanisés et à forts enjeux touristiques ou économiques. Dans ces deux derniers cas, on imagine plus facilement une réaction de résistance par la construction d'ouvrages de défense contre la mer et donc d'une artificialisation du trait de côte.161

Cette réflexion, portée sur tous les sites du programme, devra également permettre de réfléchir au positionnement des enjeux de la biodiversité du littoral dans le cadre du changement climatique mais aussi dans un contexte d'aménagement d'ouvrages de défense contre la mer et de l'anthropisation des milieux littoraux ».

Enfin, le GEMEL-N et RNF finissent leurs contributions par des réflexions sur les fonctionnalités, sur les activités socio-économiques, sur les habitats particuliers et sur les espèces à dynamique particulière. Ces réflexions sont reportés pour partie en annexe 4.

Le **Conservatoire du Littoral** apporte quant à lui une contribution spécifique sur les indicateurs de l'évolution du trait de côte, dont les propositions sont reportées en annexe 6.

Le **Conservatoire et le bureau d'étude Stratys** terminent leurs contributions sur les scénarios prospectifs par « *Huit enseignements et recommandations pour poursuivre les réflexions sur l'adaptation au changement climatique des territoires littoraux*
La carte heuristique en annexe 7 présente 8 messages-clé, qui se veulent des enseignements tirés à partir des travaux du volet prospectif du projet LiCCo et des recommandations que nous formulons aux acteurs du territoire, déjà engagés dans des réflexions d'adaptation, ou qui souhaiteraient engager des démarches de ce type dans un avenir proche.
Il n'y pas de sens particulier pour lire la carte, ni de hiérarchie entre les messages, dans la mesure où les idées exprimées se recoupent souvent. Chacun des messages-clé est compris dans une branche octogonale de niveau 1, qui est détaillée par une ou plusieurs sous-branches de niveau 2.

Cette proposition vise en premier lieu à fournir des éléments de réflexion, susceptibles d'aider les acteurs à amorcer leur propre démarche; ces recommandations ne prétendent pas à l'exhaustivité, elles découlent surtout des travaux menés dans les sites-atelier du projet LiCCo et avec les partenaires techniques.

Ces messages- clé sont les suivants :

- *Poursuivre l'acquisition de connaissance et contribuer à son appropriation par les décideurs et la population*
- *Mettre en place une gouvernance positionnée à la bonne échelle, qui associe les parties prenantes aux réflexions et au processus de décision*
- *Articuler les politiques publiques au service des objectifs d'adaptation au changement climatique*
- *Un potentiel de développement du littoral qui est dépendant des fonctionnalités écologiques*
- *Un regard renouvelé sur le rivage, qui dépasse l'opposition entre les tenants d'une ligne fixiste et ceux qui prônent une mobilité du trait de côte*
- *Sensibiliser la population et les acteurs la réalité des aléas, risques et vulnérabilités*
- *Une projection dans le futur, qui décloisonne la réflexion et qui ouvre le champ des possibles*
- *La notion de trajectoire est essentielle pour tracer des perspectives de travail, qui sont élaborées à partir du*
  travail de prospective

3 Annexes

Annexe 1 : Typologie des habitats benthiques (GEMEL-N)

Annexe 2 : retour d'expérience en Grande Bretagne (CSLN)

Annexe 3 : Extrait du Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI) 2016-2021 du bassin Seine Normandie

Annexe 4 : Etat d'avancement des opérations relatives à la continuité dans les estuaires de Basse Normandie (AESN – DTMRBN)

Annexe 5 : Réflexions prospectives (extrait du rapport licco du GEMEL –N et du RNF)

Annexe 6 : Proposition d'indicateurs de l'évolution du trait de côte (CDL)

Annexe 7 : les 8 enseignements et recommandations du volet prospectif de LICCO (CDL et Stratys)

Annexe 8 : Trame pour une réflexion interne sur les estuaires normands et leur restauration écologique (hors Seine)

3.1 Annexe 1 : Typologie des habitats benthiques cartographiés

Après l'étape d'interprétation de la photographie aérienne disponible, Neuf habitats principaux ont été cartographiés:

1. LS.LSa.St.Tal

Cet habitat est dominé par les Talitres (crustacés amphipodes talitridés, puces de mer) sur les parties supérieurs de l'estran et dans la laisse de mer. Ces animaux peuvent être très abondants et permettent la décomposition des débris (principalement végétaux) accumulés dans la laisse de mer.

Le sédiment associé est généralement fin à moyen. La position et la surface de cet habitat peuvent varier dans le temps en fonction des évènements de tempête et des niveaux de marée.
Rolet *et al.*(2014) ont cartographié unezone de dessiccation à l'échelle du littoral du Nord-pas-de-Calais correspondant à ce secteurde l'estran.Il s'agit également du secteur abritant la nidification du Gravelot à collier interrompu au printemps, qui a fait l'objet d'une étude dans le Val de Saire pour LiCCo.Il s'agit d'unhabitat linéaire discontinu, situé en haut de plage sur substrat sableux D'une manière générale ils se situe immédiatement au-dessus des limites des hautes mers de vive-eau.

2. LS.LSa.MuSa.Hed.Mac.Ete

Au sein decet habitat, typique des parties moyennes des estuaires, le sédiment est fin et vaseux, la sédimentation est favorisée par l'hydrodynamisme faible. Les annélides polychètes et les mollusques bivalves sont abondants et peuvent présenter des tailles remarquables.

3. LS.LSa.FiSa.Po

Cet habitat de sable fin à moyen modérément exposé à la houle présente des taux d'envasement généralement faibles.Il est dominé par les annélides polychètes, en particulier par *Pygospio elegans*, petit ver tubicole, capable de construire des récifs biogéniques sous forme de banquettes.

4. LS.LSa.MuSa.BatCare

Cet habitat des sables fins à moyens légèrement envasés est nettement dominé par les crustacés amphipodes.

5. LS.LSa.FiSa.Po.NCir

Cet habitat de sables fins à moyens propres pouvant contenirdu sédiment grossier est dominé par les annélides polychètes.

6. LS.LSa.FiSa.Po.Sarm.Upos

Cet habitat de sables fins envasés est associé à la présence des parcs conchylicoles, dominé par un annélide polychète (*Scoloplos armiger*) et un crustacésamphipode (*Urothoe poseidonis*).

7. LS.LMu.MEst.HedMac

Cet habitat (*Hediste diversicolor*et *Macoma balthica*dans une vase sableuse) est rencontré dans les parties moyennes ou basses de estuaires, soumises à des variations de salinité.

8. LS.LSa.MoSa

Cet habitat (sédiment littoral sableux mobile dominé par les crustacés amphipodes ou azoïque) est composé d'un sédiment moyen à grossier avec des débris de coquilles. Il est nu ou diminuépar les crustacés amphipodes, pouvant se déplacer dans ce sédiment mobile.

9. LS.LMp.LSgr.Znol

Cet habitat correspond aux **herbiers de zostère naine**. L'espèce figure sur la liste rouge mondiale de l'UICN (listé *Zostera nolti*) et est protégée aux échelles européenne, nationale et régionale1.

D'après la fiche technique n°5 du réseau benthique (Hily, 2010), cet habitat est recensé parmi les habitats menacés à l'échelle européenne par la Directive «Habitats(92/43)». Il est reconnu d'intérêt majeur, nécessitant des mesures de gestion et de conservation particulières.

La Directive Cadre «Eaux»(2000/60/CE), qui a pour objectif de prévenir et réduire la pollution des eaux et améliorer l'état des écosystèmes aquatiques, a également retenu les herbiers comme habitat devant être considéré pour évaluer la qualité des masses d'eaux. Les herbiers de zostères sont également répertoriés par la Convention «OSPAR» pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est, parmi laliste des espèces et habitats menacés et/ou en déclin (2004).

En France, la loi n°86-2 du 3janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral a fait bénéficier les herbiers de zostères du statut de protection en tant qu'habitats.

En plus de ces habitats, quatre autres secteurs ont pu être délimités:

10. Le platier rocheux

11. Le pré-salé sans végétation

12. La zone de divagation d'un chenal

Sous cette appellation sont rassemblés les secteurs soumis à l'influence des chenaux qui sont mobiles au sein de l'estran.

13. Les activités conchylicoles

3.2 Annexe 2 : retour d'expérience en Grande Bretagne

Au Royaume Uni, les réflexions existent dès les années 1990 à l'échelle de l'ensemble du pays intégrant la problématique de la montée du niveau marin (Cattrijsse et al, 2002). On peut citer l'émergence de scénarios qui projettent, en intégrant les tendances de pertes d'habitats en cours, d'atteindre un bilan « zéro-perte nette» dans le futur, supposant d'envisager d'ici là, la re-création de 2750ha de schorre et de prés salés et de 10 000 ha de vasières. Dès 1991, l'estuaire de la Mersey fait l'objet de la préparation d'un Plan de Gestion. Dès 1994, le Ministère Anglais de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation (MAFF) établit, en collaboration avec English Nature, un projet destiné à étudier les effets d'une gestion de l'inondation de terres agricoles par les eaux marines.
A un échelon plus local mais toujours au Royaume Uni, le repli stratégique est envisagé dans l'estuaire de la Humber dès 1994 et parmi les partenaires impliqués, l'Environment Agency souligne la nécessité d'adopter une vision à long terme au sujet de la re-création d'habitats autour de l'estuaire. Un Plan d'Action pour la biodiversité dans l'estuaire de la Humber voit le jour en 1999, qui prévoit notamment :

- La re-création d'un minimum de 225 ha d'estrans en 10 ans ;
- La restauration de 700 ha d'estrans sur une période de 50 ans ;
- La re-création de 210 ha de schorre et prés salés en 10 ans.

Depuis maintenant plus de 10 ans, la notion de plan de gestion du trait de côte (Shoreline Management Plan) y est développée et le SMP publié en 2009 (https://www.gov.uk/government/publications/shoreline-management-plans-smps).

Le Royaume Uni (Environment Agency) s'est donc engagé dans un programme de création d'habitats intertidaux destines à compenser les pertes dues à la submersion marine. Un exemple de cette politique a pu être vu concrètement dans le cadre des échanges menés dans le projet LiCCo. Il s'agit d'un site dans le canal de bristol « Steart Coastal Management Project » qui doit être mis en eau pour la première fois (par l'ouverture d'une brèche) en 2014.

Force est de constater la sensibilité très différente qui existe entre le Royaume Uni et la France sur certains aspects de sensibilité, de culture, mais aussi de gestion de l'environnement.
Sans faire une revue de l'expérience britannique et des sites investis dans des projets de réalignement géré du trait de côte et de réouverture à la mer, deux orientations complémentaires sont ici suggérées.
La première est bibliographique qui retient notamment l'exemple très documenté au Royaume Uni de l'estuaire de la Humber.
La seconde relate bien évidemment les principaux enseignements du projet LiCCo issus d'un regard français sur des sites visités en Angleterre.

Trois questions centrales ont guidé la réflexion :

- Quels sont l'approche et les objectifs concernant les aspects environnementaux/biologiques associés aux habitats aquatiques ?
- Est-ce que les poissons y sont intégrés et pourquoi ?
- Lorsque l'on entreprend une dépoldérisation/réouverture à la mer, quelle est la réponse de l'ichtyofaune et de la carcinofaune ?

Approche bibliographique

Les facteurs à prendre en compte dans la gestion du trait de côte sont nombreux (Figure 26) et les connaissances acquises dans ce domaine soulignent leur diversité (i.e. French, 2006), allant des impacts physiques à écologiques sur l'ensemble des zones concernées et l'estuaire lui-même, aux aspects géochimiques liés à l'inondation par l'eau saumâtre de terres autrefois recouvertes d'eau douce et par conséquent, aux problèmes socio-économiques induits par la perte de terrains et leur perception par le public. On remarque que la culture du public et l'attitude du gouvernement envers le public (quelle communication ?) sont aussi d'importantes variables au coeur de cette problématique, comme l'ont également souligné les partenaires anglais du projet LiCCo.

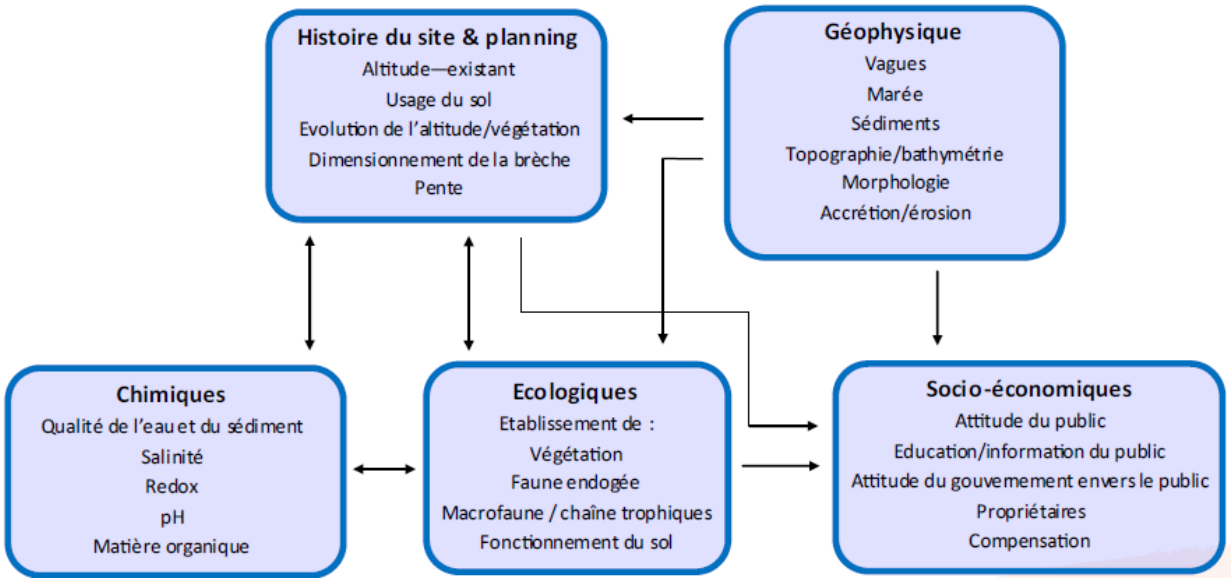


Figure 26 : Aperçu des facteurs relevant du réalignement géré du trait de côte (d'après French, 2006)

Lorsque l'on envisage une réouverture à la mer, il s'avère que ce n'est pas seulement la protection de l'inondation et les engagements par rapport aux règlementations européennes qui conduisent à sa concrétisation. Les objectifs au coeur d'un tel projet peuvent révéler une ambition qui peut aller bien au-delà, et proposer, selon des angles très diversifiés, une trajectoire sociale et économique novatrice et à long terme à une communauté territoriale (Edwards & Winn, 2006):

- *Mise en œuvre pratique d'un Plan de Gestion du trait de côte appliqué à un grand estuaire,*
- *Démonstration d'un plan de gestion durable des inondations et de sa mise en œuvre en réponse au CC,*
- *Création de nouveaux habitats intertidaux pour contribuer aux objectifs du « UK Biodiversity Action Plan »,*
- *Créer une nouvelle Réserve Naturelle Nationale,*
- *Générer un catalyseur pour l'amélioration de l'économie locale via le tourisme, un usage agricole diversifié et faire évoluer l'image/identité du « paysage local/régional », c'est-à-dire de l'ensemble humain-environnement,*
- *Dynamiser et encourager ce genre d'initiative à l'échelon régional,*
- *Proposer l'accès et l'interprétation de ce genre de projets à une large communauté,*
- *Etablir une démonstration de bonnes pratiques,*
- *Etablir des liens avec d'autres secteurs de l'Europe au travers de projets à financement européen sur le thème de la gestion du risque inondations dans les estuaires.*

Concernant les milieux aquatiques et les poissons, ces deux aspects sont généralement présents dès la phase de réflexion en amont de la faisabilité ou non des projets.
Dans l'estuaire de la Humber, les arguments ayant trait aux poissons et à la faune aquatique sont de deux ordres. Il s'agit à la fois :
- de répondre aux engagements de protection des espèces menacées et inscrites à la Directive Habitats telles que la lamproie de rivière (*Lampetra fluviatilis*) et la lamproie marine (*Petromyzon marinus*), qui tendent à recoloniser substantiellement les eaux de la Humber et du Yorkshire ;
- d'éviter tout effet négatif, voire d'améliorer, le rôle de l'estuaire sur les pêcheries (continentales estuariennes et marines) et sur l'économie associée à la pêche.

Les travaux scientifiques qui étudient la réponse des poissons à la réouverture à la mer de zones poldérisées proviennent jusqu'à présent surtout de la littérature américaine. Lorsque les sites expérimentaux de réouverture sont de taille et de forme satisfaisantes, c'est-à-dire bien conçus (Rozas et al, 2005), les résultats sur l'usage des poissons apparaissent difficiles à distinguer en comparaison avec les sites de référence suivis (Roman et al, 2002).

Dans certains cas, les sites restaurés accueillent même un nombre plus grand de poissons par unité de surface (Tupper & Able, 2000).
Toutefois, les poissons colonisent naturellement une zone réaménagée lorsqu'un certain nombre de critères importants sont remplis. Ainsi, il a été montré que le bar s'établissait dans des habitats où sa principale proie (crabe) y est également présente (Jivoff & Able, 2003). L'évolution vers un fonctionnement optimal des sites réouverts à la mer englobe en réalité de nombreuse facettes et cette notion fait l'objet de questionnement (Moseman et al, 2004). En effet, un fonctionnement optimal peut-il être atteint si les habitats d'alimentation sont présents mais pas ceux indispensables à la reproduction ? Quoi qu'il en soit, la plupart des travaux convergent pour mentionner que la faune tend à rapidement recoloniser un site lorsqu'il a été ré-ouvert à la mer.
Il apparaît aussi que la colonisation par les poissons dépend non seulement de facteurs trophiques, mais aussi de l'environnement physique. Des chenaux nouvellement créés peuvent se montrer plus attractifs vis-à-vis de l'ichtyofaune en raison de leurs propriétés physiques (Williams & Zelder, 1999). En conséquence, s'agissant des chenaux, ce n'est pas leur âge qui constitue l'aspect critique, mais leur fonctionnement hydrologique.
Certains sites accidentellement réouverts à la mer ont permis de tirer des enseignements intéressants sur la dynamique naturelle d'évolution des chenaux tidaux en contact avec le schorre (Verbeek & Storm, 2001 ; Weinstein et al, 2005). Ces auteurs soulignent l'importance du réseau de fossés de drainage pré-existant et plus généralement de toutes les connexions potentielles, qui contribue à réamorcer la création de chenaux de marée naturels une fois que l'action de la marée est pleinement restaurée. Le flux tidal et le volume oscillant qui lui est associé peuvent alors agir pour élargir et approfondir les chenaux. L'ensemble du schorre peut en effet être assimilé à une mosaïque de petits bassins versants. Lorsque celui-ci se vidange, l'eau se concentre dans les chenaux et le courant augmente, contribuant ainsi à entretenir les sections, voire à les agrandir (largeur et profondeur).

Le Projet LiCCo et la collaboration transfrontalière

Les partenaires britanniques du projet n'ont pas choisi d'entreprendre de nouvelles expertises de terrain dans le cadre du projet LiCCo. Les objectifs ciblés outre-Manche pour ce projet ne justifiaient donc pas d'y intégrer des spécialistes dans toutes les disciplines naturalises en rapport avec l'environnement littoral.
C'est essentiellement pour cette raison que le volet ayant trait à l'ichtyofaune, développé seulement en France a fait l'objet d'une collaboration limitée avec les partenaires anglais du projet.
Néanmoins les échanges dans le cadre de LiCCo font clairement ressortir que la réouverture d'anciens polders à la mer est aujourd'hui une réalité au Royaume Uni, qu'il s'agisse de projets volontaristes (i.e. Steart Coastal Management Project) ou de ré-ouverture accidentelle (i.e. Porlock).

- *Un projet volontariste : le Steart Coastal Management Project*

Le Steart coastal management project se situe dans l'estuaire de la Severn (Canal de Bristol), au niveau du débouché d'un autre fleuve, la Parrett au nord de Bridgwater. Il a vu le jour pour dans les années 2000 afin de répondre à la problématique d'inondation du secteur tout en s'inscrivant dans une trajectoire d'adaptation à la montée du niveau de la mer.

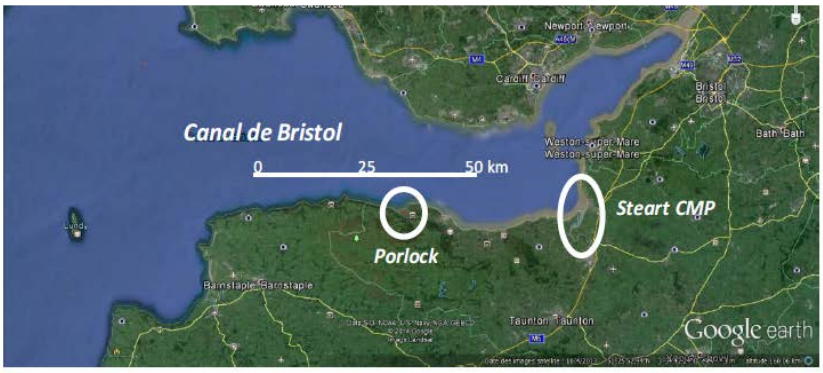


Figure 27 : Localisation du site de Porlock et du Steart coastal management project dans le canal de Bristol (Source Google Earth)

Il s'agit de l'un des projets les plus ambitieux dans cette région du Royaume Uni, qui envisage le réaménagement d'environ 500 ha dont 277 ha de zone intertidale (Figure 28). Il répond notamment à la nécessité de respecter les engagements internationaux du Royaume Uni par la création de nouveaux habitats intertidaux destinés à compenser la perte qui est prévue avec la montée du niveau de la mer.

En effet, l'altitude moyenne de l'ensemble du secteur se situe à un niveau très bas et l'on y évalue entre 1200 et 2500 ha les terres qui deviendront potentiellement inondables au cours de 100 prochaines années, dont 300 à 600 ha dans les 20 ans à venir. Il s'agit également de valoriser la péninsule du Steart en y générant de nouvelles opportunités en rapport notamment avec son potentiel environnemental.
Les grands travaux y ont commencé au mois de mai 2012. L'ouverture de la brèche destinée à ennoyer les 277 ha de nouvelles zones marnantes a été volontairement reportée en raison des événements climatiques qui ont touchés le sud de l'Angleterre en tout début d'année 2014. De ce fait, on ne dispose pas encore de résultats sur le necton et sa dynamique de recolonisation.
Force est de constater une réelle volonté de communiquer autour de ce projet (Figure 28), y compris sur le web (https://www.Steart Coastal Management Project). Parmi les nombreux documents disponibles sur cette source d'information, on trouve notamment un rapport scientifique qui rappelle les services rendus par l'estuaire de la Severn pour le renouvellement de la ressource halieutique, et tente d'évaluer les effets du projet à ce sujet (da Silva, 2012). L'auteur y mentionne l'intérêt des habitats intertidaux de la Baie de Bridgwater en tant que nourricerie pour le bar, le mulet, la plie et la sole (Figure 29).

Une évaluation prospective est présentée sur les biomasses de certains poissons potentiellement générées par le projet. Malgré les incertitudes évidentes, cette démarche est novatrice en Europe et montre le degré d'aboutissement du projet dans le lien permanent *écologie-économie* au sein de la démarche. Il est également souligné le besoin d'estimations robustes de la production biologique actuelle, qui devra être mise en relation avec les suivis à long terme du site.

- *Une ouverture accidentelle : le site de Porlock*

Contexte général

Le site de Porlock se situe à l'ouest du précédent, dans le Somerset. La baie de Porlock est caractérisée par le développement d'un important cordon littoral constitué de galets (Figure 30).
En 1996, une tempête a rompu ce cordon dans un secteur déjà fragilisé et la mer a pénétré dans le marais interne. Les risques d'inondation au niveau des zones habitées sont naturellement réduits de par la configuration topographique. C'est l'une des raisons pour lesquelles les autorités compétentes ont choisi de ne pas refermer la brèche et d'observer l'évolution naturelle du site. Ce faisant elles ont également entamé une démarche de communication avec les partenaires locaux afin de s'adapter au changement climatique et à la montée du niveau de la mer.
Potentiel actuel des habitats disponibles
Les résultats sur les habitats sont aujourd'hui probants, avec la création d'un lagon tidal nettement visible sur la carte d'ensemble (Figure 30, haut), de par la différenciation de couleur entre la couverture végétale soumise à la marée et celle qui ne l'est pas. La visite du site a permis de visualiser l'implantation progressive d'une flore typique de schorre.
Le zoom sur l'entrée du lagon (Figure 30, bas) permet d'apercevoir les surfaces qui se trouvent fortement modifiées et l'apparition d'estran nu. On remarque également l'élargissement des chenaux sous l'effet des courants de marée et du volume associé à la vidange du schorre. On vérifie ici que la présence antérieure des fossés de drainage (visibles sur la figure en continuité avec les terrains adjacents à vocation agricole) a favorisé le développement des chenaux tidaux.
Bien que le site n'ai pas fait l'objet de la mise en place d'un véritable suivi biologique, quelques observations ont été faites sur les poissons qui relatent notamment une colonisation par le bar (*Dicentrarchus labrax*).

3.3 Annexe 3 : Extrait du PLAN DE GESTION DES POISSIONS MIGRATEURS 2016-2021 du bassin Seine Normandie

3.3.1 Introduction générale

Depuis 1994, la gestion des poissons migrateurs s'organise à l'échelle de grands bassins fluviaux, avec pour chacun d'eux un Comité de Gestion des Poissons Migrateurs (Cogepomi), chargé d'établir un Plan de Gestion de Poissons Migrateurs (Plagepomi) sur le territoire qui le concerne.

Sept espèces dites amphihalines (vivant alternativement en eau douce et en eau salée pour assurer leur cycle biologique), sont visées par ces dispositions réglementaires : le saumon atlantique (*Salmo salar*), la truite de mer (*Salmo trutta*, *f. trutta*), la grande alose (*Alosa alosa*), l'alose feinte (*Alosa fallax*), la lamproie marine (*Petromyzon marinus*), la lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*) et l'anguille (Anguilla anguilla).

Les réglementations se déclinent à plusieurs échelles, du niveau européen au niveau local. Tous les principaux textes initiateurs, dont la directive cadre européenne (DCE), la loi sur l'eau de décembre 2006 et les lois Grenelle avec son objectif de mise en place d'une «trame verte et bleue», convergent vers la nécessité d'assurer **la continuité écologique** (biologique et sédimentaire) entre les grands ensembles naturels et dans les milieux aquatiques.

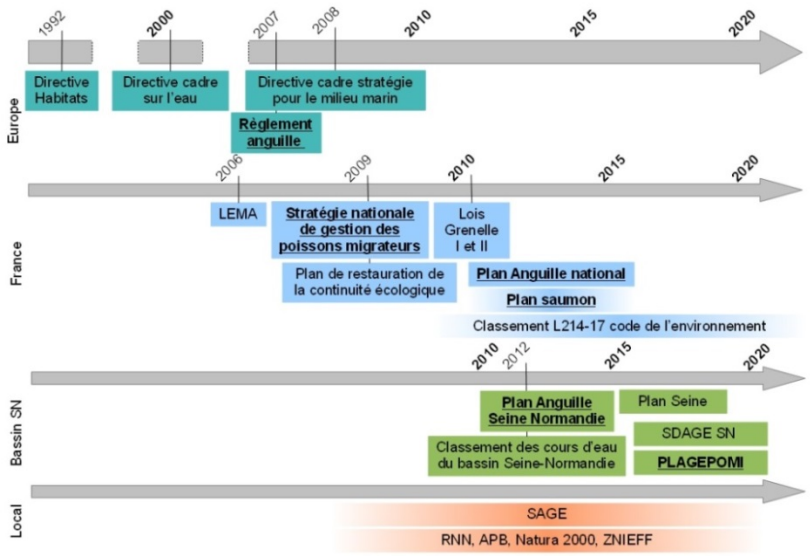


Figure 1 : Contexte réglementaire, du niveau européen au niveau local .

Outils nationaux de gestion des poissons migrateurs

Au-delà de la réglementation générale, face à l'enjeu des poissons migrateurs et à l'effondrement récent de certaines populations, des plans de sauvegarde internationaux ont vu le jour et sont déclinés dans chaque pays concerné.

Le Plan Anguille

Suite au Règlement anguille européen du 18 septembre 2007 incitant les Etats membres à prendre des mesures afin de reconstituer les stocks, la France a mis en place un plan national de gestion de l'anguille sur trois ans renouvelable (2009-2012 puis 2012-2015 et 2015-2018), s'appliquant suivant deux échelles de travail, nationale et territoriale. Ce plan est décliné dans chacune des 9 unités de gestion de l'anguille (UGA) définies en France, dont celle de Seine-Normandie, et ce dans le cadre du PLAGEPOMI.

L'objectif est d'agir à court terme sur les principaux facteurs de mortalité pour assurer à long terme, un taux d'échappement vers la mer d'au moins 40% de la biomasse observée dans les années 80, qui sert de référence. En parallèle, la qualité environnementale (eau, sédiments, habitats) doit être améliorée pour pérenniser la reconstitution des stocks.

Les principaux facteurs de mortalité et de dérangement de l'anguille sont : la pêche, le turbinage pour la production d'hydroélectricité, le braconnage, les pollutions (eau et sédiments) et les pertes d'habitats.

La stratégie globale du plan de gestion comprend notamment des mesures (i) sur les barrages à aménager, effacer, équiper et gérer pour la colonisation des bassins versants et la réduction des mortalités, (ii) sur les pollutions et les habitats (atteindre les objectifs DCE, restauration de zones humides et pollution sédimentaire), (iii) sur la pêche légale (réduire la mortalité, améliorer l'encadrement de la pêche), (iiii) sur le braconnage et sur le repeuplement (réserver jusqu'à 60% des captures de civelles au repeuplement,..)

Le plan français pour le Saumon met en œuvre des recommandations de l'Organisation de Conservation du Saumon de l'Atlantique Nord (OCSAN) en matière de protection, de gestion et de mise en valeur du saumon atlantique et de son habitat.

20 actions sont proposées pour la gestion des pêches ; la protection et la restauration de l'habitat du saumon ; la restauration des stocks ; la gestion de l'aquaculture, les introductions et transferts ; la connaissance et la gestion de l'information.

Les outils de protection en Seine Normandie :

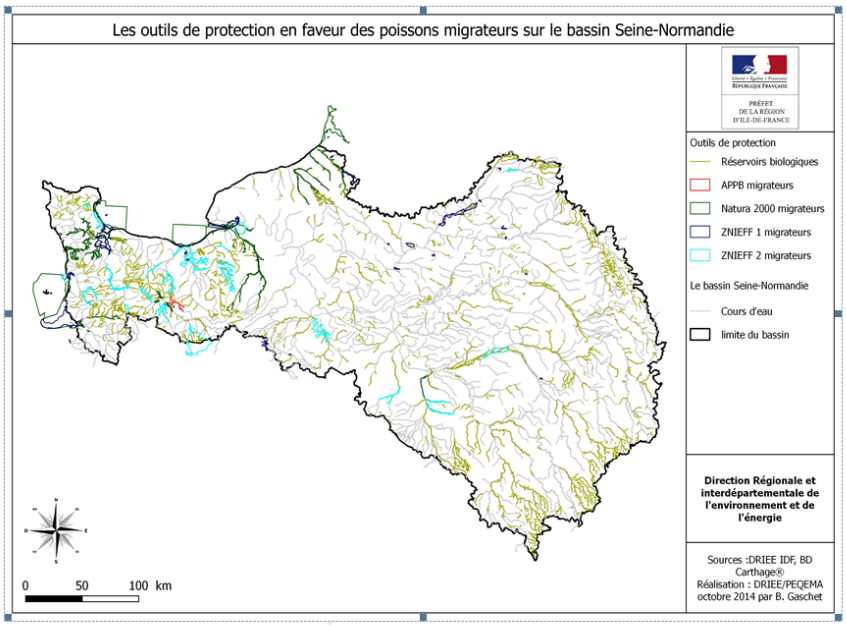


Figure 6 : Les outils de protection en faveur des poissons migrateurs sur le bassin Seine-Normandie. (Certains sites (ZNIEFF) n'ont pas pu être cartographiés du fait de l'absence de localisation géographique précise)

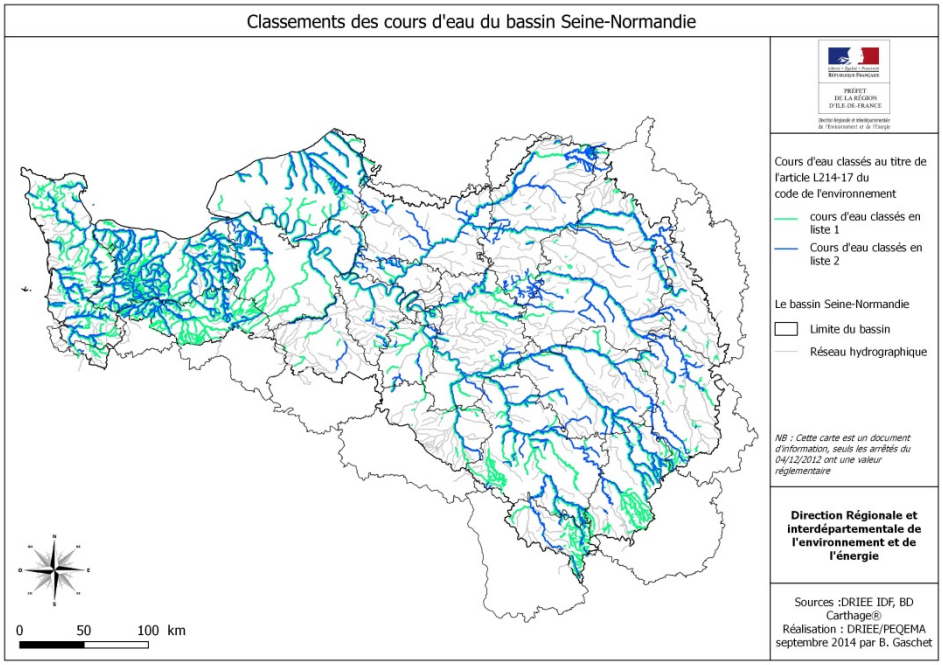
Ces outils sont particulièrement développés sur les fleuves côtiers normands en particulier en Basse Normandie, soulignant en cela les enjeux forts de ces milieux proches de la mer

Outils relatifs à la libre circulation

La conservation ou la restauration de la libre circulation s'appuie en général sur un **classement réglementaire des cours d'eau.** La LEMA a réformé les dispositifs de classements afin de les adapter aux exigences du droit communautaire (DCE du 23 octobre 2000 et directive « Energie » du 27 septembre 2001). Les cours d'eau peuvent ainsi être classés sur deux listes :

Liste 1 : **Cours d'eau en « très bon état écologique », jouant le rôle de « réservoir biologique » ou nécessitant une protection complète des poissons migrateurs amphihalins** :

Pour ces cours d'eau, aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique. Le renouvellement des autorisations ou concessions des ouvrages existants implique le respect de prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique, de maintenir ou d'étendre le bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant et d'assurer la protection des poissons migrateurs amphihalins.



Liste 2 : Cours d'eau dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs *:*

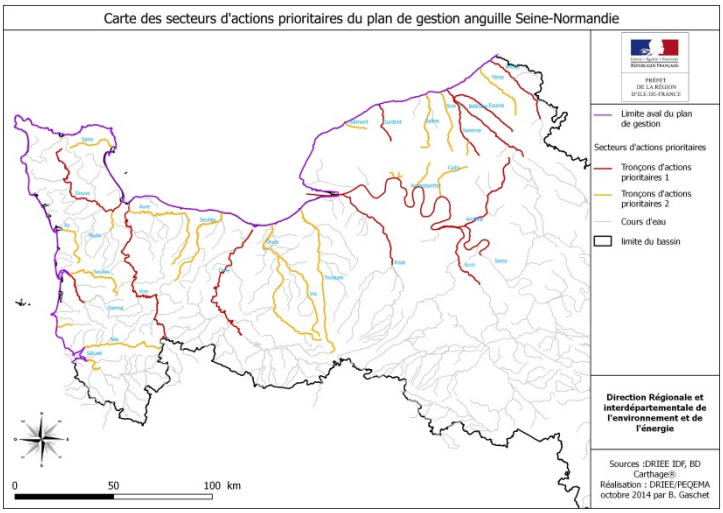
Il s'agit de cours d'eau :

- où il existe un manque ou un dysfonctionnement en terme d'équilibre et de transport sédimentaire qu'il est indispensable d'éliminer (ou de réduire) par des modalités d'exploitation ou des aménagements,
- où il est nécessaire de maintenir la circulation des poissons migrateurs et un certain niveau de transport sédimentaire pour prévenir un dysfonctionnement ou un déséquilibre.

Les arrêtés de classement des cours d'eau en liste 1 et en liste 2 au titre de l'article L.214-17 du Code de l'environnement ont été signés le 4 décembre 2012 par le Préfet coordonnateur de bassin Seine-Normandie.

Le plan anguille défini des Zones d'Actions Prioritaires (ZAP) pour lesquelles des mesures de gestion devront être mise en place, suivant deux niveaux de priorité:

- **niveau 1** : les cours d'eau prioritaires et leurs affluents feront l'objet d'une programmation de travaux avant 2015,
- **niveau 2** : les cours d'eau prioritaires et leurs affluents sur lesquels l'anguille est fortement présente mais où les actions seront menées en fonction des opportunités.



Sur le plan national, plus de 1500 ouvrages se situant dans la zone d'action prioritaire de niveau 1 devront être mis aux normes pour permettre la montaison et la dévalaison des anguilles. L'objectif en Seine-Normandie est de traiter 423 ouvrages sur les cours d'eau du bassin en zones d'actions prioritaires d'ici 2015. Dans les ZAP anguille, désormais l'objectif est de traiter l'ensemble des ouvrages faisant obstacle à la continuité écologique sur les cours d'eau classés au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement.

La trame bleue, associée à la trame verte, vise à stopper l'érosion de la biodiversité en préservant et en remettant en bon état des réseaux de milieux naturels permettant aux espèces de circuler et d'interagir. La trame bleue fait référence au réseau aquatique et humide. La trame verte et bleue est notamment portée par les SRCE (schémas régionaux de cohérence écologique) qui sont élaborés dans chaque région.
En 2014, au niveau de Seine-Normandie, les SRCE d'Ile-de-France et de Basse Normandie ont été finalisés et adoptés, les autres étant en cours d'élaboration.

Le plan de restauration de la continuité écologique des cours d'eau a été présenté par Madame la Secrétaire d'Etat en charge de l'Ecologie lors de son allocution du 13 novembre 2009 à Lisieux (14). Il vise la restauration des continuités

écologiques permettant l'atteinte du bon état écologique exigée par la DCE. Sur le bassin Seine-Normandie, près de 10000 ouvrages sont recensés et inscrits dans le Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement (ROE).
Ces dernières années, quelques 300 ouvrages ont été aménagés (cf. bilan des actions, mesure 1B) en Normandie. On note ces dernières années une progression du nombre d'effacement d'ouvrages comparé à l'aménagement.
Les arrêtés de classement des cours d'eau au titre du L214-7, en particulier en liste 2, définissent la nouvelle priorité du plan de restauration de la continuité écologique.

La réglementation pour la pêche maritime et estuarienne :

En domaine maritime et en estuaire, la déclaration des captures est obligatoire pour la pêche professionnelle. Sur la base des informations déclarées, les espèces principalement recherchées sont :

- l'anguille, surtout au stade civelle (autorisée uniquement pour les pêcheurs professionnels)
- les salmonidés (saumon et truite de mer),
- les aloses.

L'essentiel des prises d'*Anguille au stade civelle* s'opère en zone estuarienne :

- sur l'estuaire de l'Orne (en 2014 2% des sorties),
- en Baie des Veys (en 2014 98% des sorties).

Le nombre de détenteur du droit de pêche est passé de 31 en 1997 à 11 en 2015. Comme l'impose le règlement communautaire, 60% du quota global de l'unité de gestion anguille est réservé pour du repeuplement en Europe.

Anguille stade sub-adulte :

Le Décret n°2010-1110 du 22 septembre 2010 relatif à la gestion et à la pêche de l'anguille interdit la pêche de l'anguille en dehors des limites de l'UGA Seine Normandie. Les anguilles sub-adultes capturées en aval de la limite de salure des eaux l'étaient principalement à l'exutoire de la Seine, au moyen de filets passifs s'apparentant au verveux (« nasse »).

En raison d'une contamination des anguilles par les dioxines et PCB, les préfets des départements du Calvados, de l'Eure et de la Seine-Maritime ont pris un arrêté le 23 janvier 2008 interdisant la pêche des anguilles dans leurs eaux maritimes littorales respectives et dans les eaux fluviales de la Seine. Ces interdictions expliquent notamment l'absence de données sur les captures d'anguille en domaine maritime pour les années depuis 2008.

En 2014, 7 droits de pêche de l'anguille jaune ont été délivrés aux pêcheurs détenteurs de licence CMEA du Calvados et de la Manche (principalement en Baie des Veys). Cependant, seul un pêcheur professionnel pratique encore cette activité sur la côte ouest du Cotentin.

Saumon atlantique, truite de mer et aloses:

Les captures de salmonidés et des aloses en domaine maritime par les pêcheurs professionnels sont accidentelles dans les eaux du domaine maritime. Leurs quantités sont considérées par les pêcheurs professionnels comme négligeables par rapport aux volumes débarqués pour les aux autres espèces.

La **limite administrative de salure des eaux (LSE)** sépare en deux réglementations des pêches différentes, la réglementation maritime et la réglementation fluviale dans les eaux douces. Dans les estuaires les plus larges et les moins artificialisés, il existe une zone particulière appelée « la zone mixte », localisée entre la limite de salure des eaux (LSE) et la limite du premier obstacle à la navigation maritime (ou limite d'influence de la marée), dans laquelle des marins-pêcheurs professionnels côtoient les pêcheurs professionnels fluviaux. Ces derniers ne sont par contre pas autorisés à pêcher en aval de la LSE.

Le cadre de définition des modalités de pêche est défini par arrêté du préfet coordonnateur de bassin, président du COGEPOMI

Domaine maritime :

La pêche en eaux maritimes est réglementée par la Politique Commune des Pêches, complétée par des dispositions réglementaires nationales, et régionales pour les pêcheurs professionnels et amateurs.
Les pêcheries maritimes sont localisées dans les eaux côtières et dans les estuaires saumâtres.

Pour le domaine maritime, l'arrêté du 28 janvier 2013 détermine la taille minimale ou le poids minimal de capture et de débarquement des poissons et autres organismes marins pour la pêche professionnelle : il fixe notamment les tailles pour le saumon atlantique, la truite de mer et l'alose (identique à celles valables en domaine fluvial).

Réserves de pêches

Sur le bassin Seine-Normandie, un certain nombre de mesures sont arrêtées limitant ou interdisant la pêche des poissons migrateurs en aval de la LSE par des textes locaux. Il s'agit de :

- l'arrêté ministériel du 18 mai 1984 portant création de réserves dans la zone maritime des rivières Yères, Scie, Saane, Durdent, le Dun et dans une partie des ports de Fécamp, de Dieppe et du Tréport ;
- l'arrêté ministèriel n°2690/P6 du 12 octobre 1984 instituant deux réserves de pêche dans la partie maritime de l'Orne ;
- l'arrêté préfectoral du 19 novembre 1990 relatif à la protection des poissons migrateurs à l'embouchure des rivières Arques et Bresle ;
- l'arrêté prefectoral du 11 février 1992 relatif à la pêche des salmonidés migrateurs à l'embouchure des rivières de la région Haute-Normandie ;

Des réserves de pêches ont été établies par arrêtés pour interdire la pêche des salmonidés dans les secteurs suivants :

- En baie du Mont St Michel (arrêté ministériel du 1er octobre 1984),
- En baie des Veys (arrêté préfectoral 167/2011 du 20 décembre 2011),
- Dans l'estuaire de la Sienne (arrêté préfectoral 1168/2011 du 20 décembre 2011),
- Dans l'estuaire de l'Orne (arrêté préfectoral n°20-2014 du 2 avril 2014 portant extension de la réserve de pêche sur la rivière Orne, et arrêté ministèriel n° 1209/MMP/1 du 4 mars 1955).

Ces arrêtés interdisent la pêche des salmonidés en tout temps sur ces zones. Ce sont les espèces qui sont visées par ces arrêtés et non les types de pêche ou d'engins. Seul celui concernant l'estuaire de l'Orne interdit l'utilisation de filets maillants.

Quotas et total admissible de capture (TAC) :

Civelle :

Le plan de gestion anguille de la France a instauré la mise en place de quota en s'inspirant des TAC et quotas communautaires pour les pêches maritimes. Celui est fixé annuellement par arrêté du ministre chargé des pêches maritimes et du ministre chargé de la pêche en eau douce, répartissant le quota national entre les différentes unités de gestion. Le quota de bassin est réparti sous forme de quotas de captures individuels entre les pêcheurs détenteurs d'une licence de pêche à la civelle, en zone maritime et/ou fluviale.

Les dates de pêche sont fixées par bassin pour pouvoir respecter la saisonnalité des arrivées de civelles sur les côtes françaises. Les niveaux des quotas de bassin sont fixés en tenant compte de l'évolution des niveaux de recrutement en civelles en Europe et de façon à atteindre, au niveau national, la cible de gestion, soit une réduction de 60% en 2015 de la mortalité par pêche par rapport au taux de mortalité moyen sur la période de référence 2003-2008. La contribution de chaque bassin à l'atteinte de cet objectif sera donc fonction de la mortalité par pêche actuelle dans chaque bassin.

Saumon atlantique :

Depuis 1997, L'exploitation par la pêche récréative à la ligne est encadrée par une gestion du prélèvement défini par un Total Autorisé de Captures (TAC), appuyé sur une obligation de déclaration et de baguage des captures. Les TAC sont définis rivière par rivière sur la base des potentialités de production des cours d'eau évaluées à partir de la qualité et de la quantité des habitats pour les juvéniles ainsi que la dynamique de la population. Depuis 2000, des sous-TAC ont été instaurés afin de mieux répartir les captures entre saumons de printemps (plusieurs hivers marins, PHM) et castillons (1 seul hiver marin).

La connaissance des populations

La connaissance des stocks est fondamentale pour mettre en place un programme de gestion d'une espèce.
En domaine maritime, sur le bassin Seine-Normandie, aucun dispositif ne permet de suivre les stocks de migrateurs d'où un déficit de connaissance en domaine maritime. Ce suivi pourra être développé dans le cadre du **Plan d'action pour le milieu marin (PAMM).**
En domaine fluvial, plusieurs outils ont été mis au point. Un réseau de stations de contrôle des migrations a été mis en place pour comptabiliser la circulation des poissons sur les principaux axes (cf pages 121 et 127), auxquels s'ajoutent notamment des suivis effectués sur les zones de développement des juvéniles et des pêches d'inventaire

3.3.2 Bilan des actions du PLAGEPOMI 2011-2015

Evolution des linéaires colonisables entre 2010 et 2014.
Environ 140 km de linéaires ont été ouverts à la colonisation entre 2010 et 2014. Ce gain est relativement faible, en revanche, les actions de restauration de la continuité ont permis d'améliorer grandement la perméabilité des axes et ainsi de réduire les retards à la migration.

La continuité a été globalement restaurée sur les départements côtiers du bassin, les migrateurs pouvant désormais arriver, sauf quelques exceptions locales, jusqu'aux départements intermédiaires du bassin (Ile-de-France notamment).

Les linéaires colonisables correspondent :

- aux linéaires colonisés par les différentes espèces en prenant en compte leur accessibilité physique réelle permise par l'aménagement d'ouvrage dans le cadre des travaux de la restauration de la continuité écologique,
- ainsi qu'aux linéaires partiellement colonisés par ces mêmes espèces, définis en fonction des constats biologiques (captures et/ou reproductions naturelles). Ces constats sont le résultat d'opportunités, vis-à-vis des géniteurs en montaison, telles que l'ouverture de vannages, les écluses, les crues rendant certains ouvrages plus franchissables, les bras de dérivation, de navigation, ou encore des dénivelés d'obstacles plus modestes et perméables aux plus grands spécimens.

Cours d'eau	Linéaire total (km)	Linéaire colonisable (km)		Evolution du linéaire colonisable 2010 - 2014	Pourcentage du linéaire colonisable en 2014
		2010	2014		
Beuvron	31,0	12,5	12,5	0,0	41
Sélune	91,3	32,2	32,2	0,0	35
Sée *	71,5	71,5	71,5	0,0	100
Airou *	26,1	26,1	26,1	0,0	100
Sienne *	75,3	75,3	75,3	0,0	100
Soulles *	25,7	25,7	25,7	0,0	100
Saire	31,0	21,7	21,7	0,0	70
Sinope	18,3	9,0	9,0	0,0	50
Douve	78,6	67,3	67,3	0,0	86
Vire *	111,1	111,1	111,1	0,0	100
Seulles	71,7	25,2	25,2	0,0	35
Orne	169,6	78,3	78,3	0,0	46
Noireau	43,3	34,0	34,0	0,0	79
Druance	31,2	9,4	9,4	0,0	30
Dives	104,6	35,6	35,6	0,0	34
Touques	108,4	96,3	108,4	12,1	100
Valmont	13,8	9,8	9,8	0,0	71
Durdent	25,4	13,7	13,7	0,0	54
Sâane	40,1	12,6	12,6	0,0	31
Varenne	39,0	26,3	26,3	0,0	68
Béthune	67,1	45,3	47,9	2,5	71
Eaulne	45,5	17,3	17,3	0,0	38
Bresle	68,2	43,4	46,4	3,0	68
Risle	144,7	15,9	15,9	0,0	11
Eure	228,6	18,7	18,7	0,0	8
Andelle	56,9	8,4	8,4	0,0	15
Total arc Normands	**1818,1**	**942,7**	**960,3**	**17,6**	**53**
Seine	774,8	348,3	348,3	0,0	45
Epte	112,5	8,9	8,9	0,0	8
Oise	341,3	41,2	160,0	118,8	47
Marne	514,2	0,0	0,0	0,0	0
Yonne	292,1	0,0	0,0	0,0	0
Aube	248,8	0,0	0,0	0,0	0
Aisne	356,1	0,0	3,7	3,7	1
Total Bassin de la Seine	**2639,8**	**398,4**	**520,9**	**122,5**	**20**

Bilan des stations de contrôle à la migration (STACOMI)

Les 7 espèces amphihalines (le saumon atlantique, la truite de mer, la grande alose, l'alose feinte, la lamproie marine, la lamproie fluviatile et l'anguille) sont dénombrées au droit des dispositifs de comptage à la montaison.
Toutes ne sont pas présentes sur les cours d'eau faisant l'objet de tels dénombrements, aux substrats géologiques et régimes thermiques différents. À l'inverse de l'anguille, omniprésente sur le réseau hydrographique normand, mais à la migration catadrome, nécessite des dispositifs de recensement spécifiques, à la montaison comme à l'avalaison (notamment sur la rivière index Bresle, et depuis peu sur la Seine).

Effectifs de poissons migrateurs dénombrés par les stations de contrôle des migrations sur le bassin Seine-Normandie
Moyenne interannuelle depuis la mise en place des suivis et tendance sur les 5 dernières années

	VIRE (2002 - 2013)			ORNE (1981 - 2013)			TOUQUES (2001 - 2013)			BRESLE (1982 - 2013)			ARC NORMAND (1981 - 2013)			SEINE (2008 - 2013)			SEINE-NORMANDIE (1981 - 2013)		
	Moyenne inter-annuelle	Effectifs 2013	Tendance sur 5 ans	Moyenne inter-annuelle	Effectifs 2013	Tendance sur 5 ans	Moyenne inter-annuelle	Effectifs 2013	Tendance sur 5 ans	Moyenne inter-annuelle	Effectifs 2013	Tendance sur 5 ans	Somme des moy. Inter.	Effectifs 2013	Tendance sur 5 ans	Moyenne Inter. (6)	Effectifs 2013	Tendance sur 5 ans	Somme des moy. Inter.	Effectifs 2013	Tendance sur 5 ans
Saumon atlantique	214	478	↗	47	290	↗	28	36	↗	84	136	↗	373	940	↗	79	28	↘	452	968	↗
Truite de mer	77	65	↗	378	805	↗	4 406	5 725	↗	971	1 498	↗	5 832	8 093	↗	166	51	↘	5 998	8 144	↗
Alose(s)	3 990	3 157	↘	122	65	↘		absente			absente		4 112	3 222	↘	140	31	↘	4 252	3 253	↘
Lamproie marine	132	20	↘	108	75	↗		absente			absente		240	95	↘	2 142	2 298	↗	2 382	2 393	↘
Lamproie fluviatile	Indénombrable			Indénombrable			absente			Indénombrable			Indénombrable			223	249	↗	223	249	↗
TENDANCE STACOMI	↘			↗			↗			↗			↘			↗			↘		

Figure 8 Moyennes interannuelles et tendances des effectifs de poissons migrateurs dénombrés par stations de contrôle (en cours de modification)

Figure 2 Moyennes interannuelles et tendances des effectifs de poissons migrateurs dénombrés par stations de contrôle (en cours de modification)

Pour représenter leur situation sur chacun des bassins concernés, le tableau ci-dessus présente par bassin versant :

- la moyenne interannuelle des effectifs de l'espèce depuis la mise en place du dispositif, laquelle est précisée pour chaque bassin,
- les effectifs par espèce de la dernière année contrôlée (2013/2014),
- la tendance d'évolution des effectifs par espèce les 5 dernières années contrôlées, laquelle est définie par coefficient directeur,
- la tendance globale d'évolution des effectifs de toutes les espèces dénombrées les 5 dernières années,

Par espèce :

- la tendance d'évolution des effectifs par espèce cumulés sur chaque bassin versant les 5 dernières années, et regroupés par grande entité hydrographique : l'arc normand, la Seine et le bassin Seine-Normandie.

De fait, les effectifs importants d'aloses conditionnent la tendance à la baisse du bassin de la Vire. De la même manière, la lamproie marine place la Seine dans une situation à la hausse.
A contrario, un raisonnement par espèce, révèle une augmentation des effectifs des populations de Salmonidés sur l'arc normand. Les effectifs recensés sur la Seine étant faibles, le bilan à l'échelle le bassin Seine-Normandie est à la hausse. À l'inverse les populations d'aloses et de lamproies sont retreintes aux bassins fournissant, au-delà des habitats physiques, les optimums thermiques de reproduction : Vire, Orne et Seine. Pour ce qui est du cas spécifique de la lamproie fluviatile, la montaison de l'espèce se fait en hiver et correspond donc aux périodes de crues. Ceci génère des eaux turbides et rend l'espèce individuellement indétectable par les systèmes informatique en place, ou dans les cas plus extrême, l'ennoiement des dispositifs de franchissement.
Le saumon atlantique est majoritairement présent sur le Cotentin, l'ouest de l'arc normand (Vire, Orne), sur les cours d'eau du socle ancien, rivières armoricaines granitiques. Ces cours d'eau offrent des substrats pierreux et des débits d'étiages contrastés. Ils fournissent au printemps sur les habitats préférentiels que constituent les radiers, les optimums thermiques à la croissance des juvéniles émergeants.
La truite de mer devient dominante plus à l'est, à partir des premières rivières calcaires (Touques, Bresle). Ces rivières de nappe aux débits constants, et aux températures plus fraîches sont constituées de radiers et plats courants dont les vitesses d'écoulement sont moins élevées et plus propices au développement de l'espèce.
Dans un tel contexte hydrographique, les cours d'eau côtiers aux embouchures géographiquement peu éloignées constituent un véritable réservoir biologique vis-à-vis de la Seine.

Le suivi de la population d'anguille européenne (monitoring du PGA) :

La méthodologie implique un protocole standardisé fournissant des indicateurs d'abondance au niveau stationnel de type « capture par unité d'effort », spécifiquement élaboré pour assurer un suivi des stocks continentaux d'anguilles. La méthode a largement démontré son efficacité dans la capture d'anguilles sur différents types d'habitats fournissant des échantillonnages quantitatifs et reproductibles, ce qui permet aisément la comparaison spatiale et temporelle des différents points d'échantillonnages.

Ce principe de prélèvement par pêche permet de déterminer un indice d'abondance et des structures en tailles des anguilles échantillonnées, ainsi que leur répartition sur le profil longitudinal du cours d'eau, et cela dans l'objectif d'établir dans un premier temps un état de la population d'anguille européenne sur le bassin Seine-Normandie. Hormis les niveaux d'abondances mesurés, lesquels ont été simplifiés à seulement 4 niveaux de qualités et qui renseignent efficacement des niveaux de recrutement de l'espèce à l'aval des cours d'eau (carte ci-dessous), les indices d'abondances ainsi obtenus sont particulièrement efficaces sur les anguilles potentiellement migrantes de taille inférieure à 300 mm (civelles, anguilles jaunes de 1 été, anguilles jaunes non sexuellement différenciées). Ils renseignent alors sur le stock d'anguilles immatures en croissance, représentent le cumul de tous les recrutements sur plusieurs périodes et permettent d'identifier le front de colonisation active de l'espèce sur chaque bassin étudié (cf. tableau ci-dessous). Les fluctuations d'abondances à l'aval sont le résultat d'ouvrages à la mer non équipés (buses estuariennes, barrages en fond d'estuaire) ou d'ouvrages dont la gestion n'est pas adaptée au comportement de l'espèce en montaison (portes à flots). Ces premiers obstacles et les obstacles plus amont provoquent des ruptures d'abondances, conditionnent les taux de colonisation des plus jeunes individus en migration, ainsi que la répartition de l'espèce, notamment les femelles à l'amont des cours d'eau.

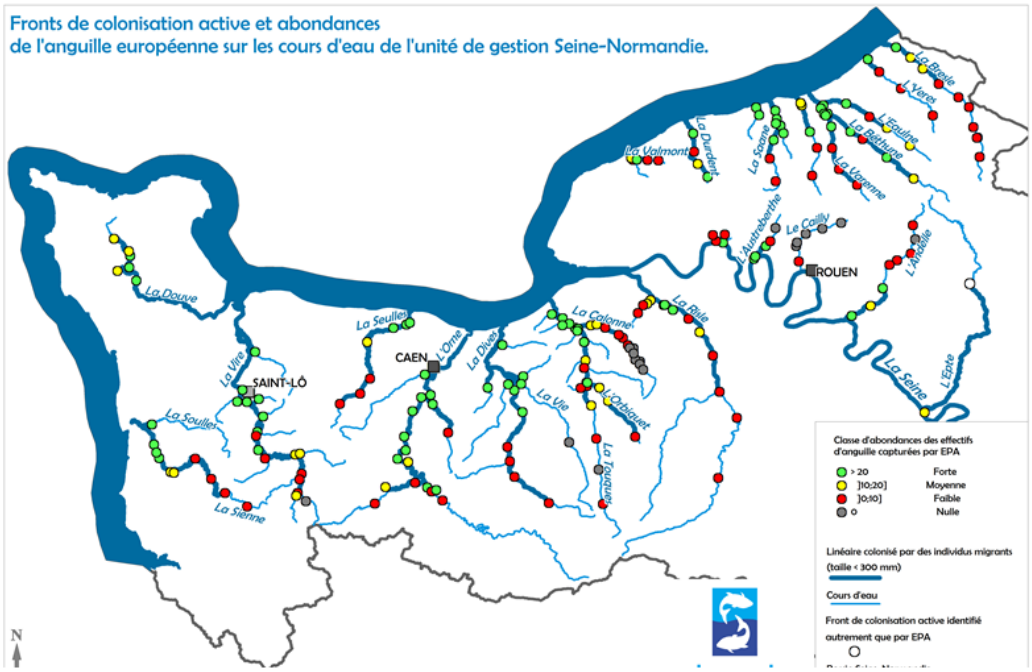


Figure 9 Fronts de colonisation active et abondances de l'anguille européenne sur les cours d'eau de l'UGA Seine Normandie

Restauration hydromorphologique des cours d'eau d'intérêt migrateur

Rappel : la mesure rappelle l'importance de réduire le taux d'étagement des cours d'eau pour réduire l'impact des ouvrages sur les milieux aquatiques

Le bilan de cette mesure est à analyser en lien avec la mesure 1B (rétablir la continuité migratoire). En effet, la prise en compte du taux d'étagement implique la nécessité de privilégier l'effacement des ouvrages plutôt que leur équipement par une passe à poissons. Ainsi, cette approche appliquée à l'échelle d'un bassin versant permet de rétablir la continuité piscicole et également de réduire les retards à la migration, mais aussi de réduire l'impact des ouvrages en matière de réchauffement des eaux, eutrophisation, colmatage etc.
Le bilan sur les ouvrages montre que la part des effacements par rapport aux passes à poissons à globalement progressé ce qui est positif pour le taux d'étagement.
A noter que quelques SAGE ont pris en compte le taux d 'étagement dans le Plan d'aménagement et de gestion durable (PAGD) : Bresle, Vallée du Commerce, Cailly-Aubette-Robec, Avre.
Le tableau ci-dessous présente pour certains cours d'eau à migrateurs l'évolution du taux d'étagement entre le niveau historique et le niveau actuel. L'évolution varie entre 10 et 35% et elle est de 23% en moyenne. Des progrès importants ont donc été réalisés sur ces cours d'eau. Cependant, le taux d'étagement actuel sur ces cours d'eau est de 37% en moyenne et varie entre 9% et 66%. Les efforts doivent donc se poursuivre.

TAUX D'ETAGEMENT COURS D'EAU A MIGRATEURS

cours d'eau	départ.	tronçon	masse d'eau	TAUX D'ETAGEMENT 2014	Historique	Source	Cible identifiée
BRESLE	76/80	aval Rau d'Haudricourt		**32%**	47%	ICE 2011-12	20% (SAGE Bresle voté CLE)
ANDELLE	27	départ.27		**39%**	73%	ICE 2013	
Lieure	27	affluent RG		**25%**	34%	ICE 2013	
Fouillebroc	27	affluent Lieure		**37%**	56%	ICE 2013	
RISLE	27	aval Charentonne		**40%**	55%	ICE 2011-12	
	27	amont Charentonne		**27%**	48%	ICE 2012-13	
ORNE	14	Suisse Normande Noireau - bge Mutrécy	HR 306	**63%**		ICE 2011	
	14/61	EDF StPhilbert - Noireau	HR 305			ICE 2011	
Noireau	61/14	aval Druance				ICE 2011	
	61	amont Druance				ICE 2012	
VIRE	50	Val de Vire Drôme - bge Claies de Vire	HR 317	**66%**	92%	ICE 2011	30 à 40 % (élab. SAGE Vire)
	14	Gorges de la Vire Souleuvre - Drôme	HR 314b	**50%**	77%	ICE 2012-13	< 30 % (élab SAGE Vire)
	14	Brévogne - Souleuvre	HR 314a	**31%**	65%	ICE 2012-13	< 30 % (élab SAGE Vire)
	14	Virenne - Brévogne	HR 313 b	**9%**	32%	ICE 2012-13	
SIENNE	50	aval Airou	HR 338	**57%**	86%	ICE 2010	
	50/14	amont Airou	HR 336 b	**10%**	35%	ICE 2010	

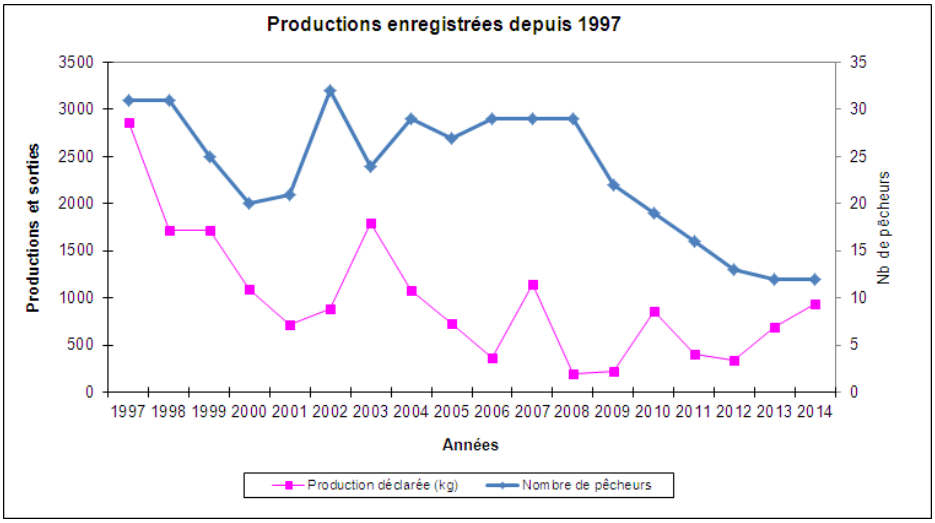
Figure 14 Evolutions du taux d'étagement sur certains bassins versant

Recommandation pour le domaine maritime

Connaissance des captures en mer et au niveau des estuaires

Rappel : la mesure vise à améliorer la connaissance des captures de migrateurs en mer via leur intégration dans le tableau de bord espèce

La pêche de la civelle s'effectue dans 2 sites de pêches : la Baie des Veys (département de la Manche et du Calvados) et l'Orne. Les données utilisées dans le tableau ci-dessous sont issues des déclarations de capture des producteurs et des achats des mareyeurs.



En domaine maritime la déclaration des captures est obligatoire seulement pour la pêche professionnelle.

Mesures d'encadrement de la pêche

Rappel : la mesure précise les secteurs sur lesquels un maintien ou une extension de réserve à salmonidés est nécessaire et que la lutte contre le braconnage en domaine maritime doit être renforcée sur certains secteurs stratégiques.

Arrêté de mise en réserve
Les réserves à salmonidés ont bien été maintenues :
- La pêche des salmonidés est interdite toute l'année dans l'Orne en aval de la limite de Salure des eaux.
- Toute activité de pêche est interdite sur une distance de 100 m de part et d'autre du barrage de Montalivet
-La pêche des salmonidés est interdite dans l'estuaire de la Sienne à l'aval de la limite de salure des eaux
- La pêche des salmonidés est interdite dans la baie des Veys à l'aval de la limite de salure des eaux

La réserve de la baie du mont Saint-Michel n'a pas été étendue. Un courrier du COGEPOMI en date de juin 2008 avait été transmis à la direction de l'eau du ministère pour demander d'engager une réflexion sur l'extension de la réserve ministérielle. Suite à ce courrier, en 2010, la direction de l'eau a adressé un courrier à la direction des pêches maritimes et de l'aquaculture (DPMA). Dans son courrier de réponse, la DPMA propose d'interdire la pêche au saumon au moyen de filet afin de limiter le risque de braconnage. En conséquence, un arrêté préfectoral a été pris pour mettre en place une réglementation de la pêche dans la baie du Mont Saint-Michel. Cet arrêté a été annulé en juin 2012 par le tribunal administratif de Rouen, en particulier car le juge a estimé, que compte tenu des connaissances, la réglementation mise en place est non justifiée par l'état de la ressource et la mesure est excessive et disproportionnée. Ce résultat a mise en évidence le manque de connaissances et de valorisations des données sur le complexe de la baie du Mont Saint-Michel. C'est pourquoi sous l'impulsion du COGEPOMI, un travail d'analyse de la réglementation, de valorisation et d'acquisition de données a été réalisé par l'ONEMA en 2014. Les mesures de gestion qui en découlent sont présentées dans l'axe 5 (gestion cohérente terre-mer du saumon en baie du Mont Saint-Michel).

3.3.3 Les mesures de gestion du plan 2016-2021

Le symbole ■ identifie les mesures directement en lien avec le milieu marin.

Le symbole ♦ identifie les mesures directement en lien avec le SDAGE.

Les grandes orientations stratégiques sont fixées selon 4 axes principaux :

Axe 1 : Reconquérir les axes de migrations

- Rétablir la continuité migratoire sur les cours d'eau classés et les cours d'eau prioritaires du plan de gestion anguille. ♦
- Optimiser la conception des dispositifs de franchissement ; ♦
- Gérer le parc de dispositifs de franchissement existant ; ♦
- Capitaliser les fiches de suivi des opérations réalisées ;

Axe 2 : Renforcer la connaissance des migrateurs

- Suivre les populations ;
- Assurer la synthèse et l'acquisition de connaissances sur les autres espèces amphihalines ;
- Réaliser des suivis halieutiques ; ■
- Mettre en œuvre un tableau de bord toutes espèces et communiquer
- Poursuivre l'acquisition des connaissances.

Axe 3 : Encadrement et suivi de la pêche

- Encadrer et suivre la pêche fluviale ;
- Encadrer et suivre la pêche maritime ; ■
- Harmoniser l'encadrement de la pêche entre le domaine maritime et fluvial ■
- Contrôler le respect de l'interdiction de la réglementation en matière de pêches fluviales et maritimes ■
- Elaborer une stratégie de contrôle inter-services au profit d'une coordination « terre-mer » ■

Axe 4 : Protéger et restaurer les habitats de production

- Assurer la restauration hydromorphologique des cours d'eau d'intérêt migrateur ; ♦
- Assurer l'entretien et/ou restauration des habitats ; ♦
- Réhabiliter les annexes hydrauliques ; ♦
- Lutter contre le colmatage des habitats ; ♦
- Assurer la protection réglementaire des habitats. ♦

Axe 5 : Gestion terre-mer du saumon en baie du mont Saint-Michel ■

Mesures à mettre en œuvre en prérequis dans le contexte actuel

- Mettre en place d'une réglementation cohérente entre la terre et la mer
- Contrôler la pêche entre la terre et la mer

Mesures à mettre en œuvre dans un second temps pour une gestion globale terre-mer du saumon dans le complexe de la baie du Mont Saint-Michel

- Définition d'un seuil global de captures terre-mer
- Répartir le seuil de captures global entre la terre et la mer
- Mettre en place un dispositif efficace de suivi des captures
- Elaborer un plan de gestion terre-mer du saumon en baie du mont saint-michel

Mesures de gestion pour la Seine et les côtiers normands

Ne sont reportées ci-dessous que les principales mesures spécifiques aux cours d'eau normands. Pour les autres, seul leur intitulé est rappelé.

Axe 1 : reconquérir les axes de migration

MESURE 1A : RETABLIR LA CONTINUITE SUR LES COURS D'EAU CLASSES ET LES COURS D'EAU PRIORITAIRES DU PLAN DE GESTION ANGUILLE

Pour un gain important de la restauration de la continuité écologique pour les migrateurs amphihalins, la priorité est données aux :

- Cours d'eau à amphihalins, notamment anciennement classés au titre du L.432-6 avec arrêté « espèces »,

- Sections de cours d'eau au taux d'étagement élevé (supérieur à 30%). Dans ces secteurs, la priorité sera donnée à la réalisation d'effacements des ouvrages

- ouvrages bloquant les accès aux frayères (fronts de colonisation)

Pour l'arc normand :

L'une des priorités est de rétablir la continuité migratoire au niveau des débouchés des côtiers normands dans les 5 ans (Saâne, Yères, ouvrages estuariens de Fécamp, Scie et Valmont)

L'évolution des enjeux concerne principalement :

- l'**Andelle** en amont de Lieure (où se situent une grande partie des zones de production) ainsi que sur les affluents de cette section
- l'**Eure** aval
- **les petits côtiers du Cotentin**

A noter que les mesures d'encadrement de la pêche doivent être adaptées en fonction de la restauration de la continuité écologique des cours d'eau concernés (c'est notamment le cas de la Risle).

MESURE 1B : OPTIMISER LA CONCEPTION DES DISPOSITIFS DE FRANCHISSEMENT - REDUIRE LES RISQUES DE MORTALITE A LA DEVALAISON

MESURE 1C : GERER LE PARC DE DISPOSITIFS DE FRANCHISSEMENT EXISTANT

MESURE 1D : CAPITALISER LES FICHES DE SUIVI DES OPERATIONS REALISEES

Axe 2 : renforcer la connaissance des migrateurs et communiquer

MESURES 2A ET 2B : SUIVIS DES POPULATIONS

Objectif : obtenir des indicateurs biologiques permettant de caractériser l'efficacité biologique des actions entreprises.

Les dispositifs de suivi mis en place sont indispensables pour suivre l'évolution des aires de migration et de colonisation par les différentes espèces de poisson. Ils permettent de disposer d'indices d'évolution d'abondance des populations de poissons migrateurs, et d'évaluer l'efficacité des programmes d'actions mis en œuvre.

Le déploiement de ces dispositifs à désormais vocation à être stabilisé, en comptant dans la liste les stations actuellement en place ainsi que celles en projet, afin de concentrer les efforts sur la qualité des données produites, de s'assurer après analyse de la pertinence de leurs localisations et de leur valorisation et communication.

2a – Contrôle des flux migratoires : les stations de contrôle des migrations (STACOMI)

Les suivis existants doivent être pérennisés, et **de nouvelles stations de suivi des migrations** sont envisagées par équipement. Ainsi, en plus du bassin de la Seine, 3 dispositifs sont à l'étude sur les cours d'eau de l'Arques Normand :

- Sur la Sélune, qui devra être effectif après l'ouverture du cours d'eau, suite au démantèlement des barrages de Vezin et de la Roche-qui-Boit.

- Sur la Risle à Pont-Audemer

- Et sur la Béthune à Arques-la-Bataille

Ainsi seuls les cours d'eau à présent ouverts, sont équipés de dispositifs de dénombrement à la montaison, ce qui exclut, pour le moment, les bassins encore inaccessibles par la présence d'ouvrages majeurs en fond d'estuaire ou plus amont et/ou de buse estuarienne (Risle, Sâane, Scie, Yères). Les projets de restauration de la continuité écologique engagés sur de nombreux bassins aux capacités d'accueil et de production importantes à l'échelle du bassin Seine-Normandie, impliquent alors autant de projets d'installation de dispositifs de contrôle à la montaison. En effet, ceci doit permettre d'évaluer l'efficience des politiques publiques en faveur des poissons migrateurs.

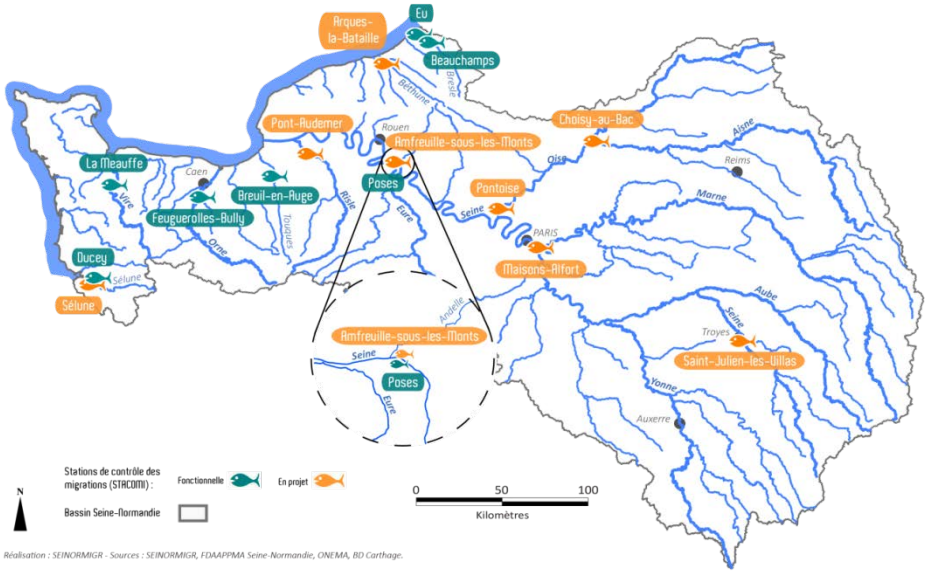
Indicateur 1a : bilan des suivi sur les stations de contrôle (tableau de bord « espèces »)

2b – Suivi de la colonisation des bassins

Les suivis déjà en place doivent être poursuivis :

-**le recensement des frayères et le suivi du recrutement des migrateurs** (suivi des juvéniles) doivent cibler les fronts de colonisation connus, en prospectant prioritairement l'amont et l'aval de ceux-ci (sur 3 km par exemple).

Les Stations de contrôle des migrations (STACOMI) sur le bassin Seine-Normandie



De nouveaux suivis doivent être développés et pérennisés, notamment pour la lamproie marine, sur les fleuves côtiers:

- l'Orne, la Sienne et la Sélune
- et la Corbie, affluent de la Risle : suivis de la truite de mer et de la lamproie fluviatile à péreniser, et développer en complément le suivi du nœud de Pont Audemer

- **le suivi de la population d'anguille européenne** (monitoring du PGA) :

Le plan de gestion anguille français approuvé par la commission européenne prévoit de répondre au règlement 1100/2007 par le suivi de la rivière index Bresle pour notre unité de gestion. Ce suivi doit permettre d'évaluer le recrutement (civelle ou aiguillette) et la devalaison (stade anguille argentée).

MESURE 2C : SYNTHESE ET ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LES AUTRES ESPECES AMPHIHALINES

L'article R 436-44 du code de l'environnement, mentionne sept espèces migratrices pouvant faire l'objet de captures. En France métropolitaine, on compte aujourd'hui onze espèces migratrices amphihalines qu'il devient urgent de gérer le plus efficacement possible.

L'éperlan d'Europe est un poisson amphihalin anadrome Autrefois abondant dans l'estuaire de la Seine et exploité pour son intérêt commercial, l'éperlan a vu son abondance fortement chuter à partir des années 1970 (Gip Seine-Aval). Il convient donc d'améliorer et de prendre en compte les connaissances sur cette espèce afin notamment de définir son abondance, caractériser les habitats importants, les zones de nourriceries et de reproductions et identifier les principales pressions.

Une synthèse des connaissances est également nécessaire concernant le flet (Platichthys flesus) et le mulet porc (Liza ramada).

MESURE 2D : SUIVIS HALIEUTIQUES

Dans un contexte de développement durable, il est nécessaire de concilier une activité de pêche et une gestion raisonnée du patrimoine piscicole. L'exploitation des espèces migratrices ne doit pas remettre en cause la pérennité à long terme des stocks et des équilibres écologiques.

La pêche des migrateurs en domaine maritime doit également être suivie, notamment dans le cadre du Plan d'action pour le milieu marin Manche Est mer du Nord à travers la mesure 03-02-04 (mettre en place un observatoire des activités de pêche à pied de loisir dans la sous-région marine) et de même pour la pêche embarqué.

MESURE 2E : MISE EN ŒUVRE ET COMMUNICATION D'UN TABLEAU DE BORD TOUTES ESPECES

MESURE 2F: POURSUIVRE L'ACQUISITION DES CONNAISSANCES

Le Plagepomi recommande:

- **renforcer les connaissances sur les potentialités d'accueil des migrateurs** du bassin de la Seine, pour mieux cibler les actions à mettre en œuvre et orienter les décisions à long terme.
- de **définir des priorités de rétablissement de la continuité écologique**, notamment en fonction de l'amélioration des connaissances sur les habitats, afin d'optimiser et d'accélérer la réponse biologique, ces priorités pourront servir à la planification des actions sur les ouvrages VNF;
- de **compléter la connaissance des ouvrages sur les grands axes** pour déterminer la franchissabilité de ceux-ci vis-à-vis de l'espèce et l'impact individuel et cumulé des ouvrages hydroélectriques et de navigation lors de la dévalaison ;
- **D'évaluer sur un site atelier**, l'impact de la restauration de la continuité et l'amélioration des fonctionnalités écologiques sur les migrateurs ;

- **Compléter les connaissances sur le taux d'étagement** en particulier sur les cours d'eau présentant très peu d'altération hydromorphologique afin de définir un seuil de référence ;
- **D'analyser la méthode ONEMA-IRSTEA de calcul du taux d'échappement** (2003) au regard des données acquises sur la rivière index Bresle et d'adapter si nécessaire la méthode;
- de **quantifier l'impact de certains facteurs de mortalité** tel que : la qualité des cours d'eau, les agents pathogènes et les parasites ou le dragage notamment dans l'estuaire de la seine

Axe 3 : encadrement et suivi de la pêche

MESURE 3A : ENCADRER ET SUIVRE LA PECHE FLUVIALE

MESURE 3B : ENCADRER ET SUIVRE LA PECHE MARITIME

Cette mesure est à mettre en œuvre avec le Plan d'action pour le milieu marin (PAMM), en particulier les objectifs opérationnels 03-01 (maintenir ou parvenir à des stocks en bon état en adaptant l'activité de pêche professionnelle) et 03-02 (Maintenir ou parvenir à des stocks en bon état en incitant à de bonnes pratiques de pêche de loisir).

Analyser la réglementation existante

Il convient de s'assurer de la cohérence des divers textes réglementaires à l'échelle de la façade maritime et d'un même estuaire, et ce au regard de l'objectif de gestion coordonnée des espèces amphihalines entre domaines fluvial et maritime.
Il s'agit également de pérenniser voire d'étendre les dispositions spécifiques instaurées dans les milieux de transition tels que les estuaires et la baie du Mont Saint-Michel.
Dans les estuaires, on note une grande diversité et une hétérogénéité des réglementations entre les différents estuaires du bassin. Le COGEPOMI demande une analyse des réglementations existantes dans chacun des estuaires afin d'élaborer le cas échéant une réglementation unique applicable dans tous les estuaires du bassin Seine-Normandie.

Connaissance des captures en mer et au niveau des estuaires
En domaine maritime, la déclaration des captures est obligatoire pour la pêche professionnelle, enregistrés par France AgriMer via le système SIPA (Systèmes Informations Pêche et Aquaculture).

En estuaire, les détenteurs de licences CMEA ont l'obligation de déclarer les captures de migrateurs. Concernant la pêche de loisir, seule la pêche à pieds aux filets fixes fait l'objet de déclaration volontaire de captures.

Le PLAGEPOMI recommande à la DIRM de compiler et de transmettre les données de capture en mer au secrétaire du COGEPOMI. Ces données seront intégrées au tableau de bord « espèces ».

MESURE 3C : HARMONISER L'ENCADREMENT DE LA PECHE ENTRE LE DOMAINE MARITIME ET FLUVIAL

Une réflexion sur l'harmonisation des réglementations entre domaine maritime et fluvial est nécessaire afin de mettre en place une gestion adaptée aux enjeux liés à la préservation de ces espèces. Cette harmonisation aura pour objectif de mieux encadrer les activités de pêche dans les deux domaines et de permettre également une activité de contrôle plus efficiente.

Cette mesure vise également à prendre en compte les actions menées en matière de restauration de la continuité écologique. Ces actions sont encore à poursuivre et à amplifier (cf. notamment mesures des axes 1 et 4), notamment à la limite des eaux fluviales : ouvrages à la mer, portes à flots,… Néanmoins, les programmes "terrestres" ne pourront être pleinement efficaces que si des mesures fortes de protection de ces ressources amphihalines, et de limitation de la pêche en mer (et dans les estuaires, en eaux de transition) des espèces concernées, sont également mises en œuvre avec la même ambition. Indépendamment des mesures propres au Saumon en Baie du Mont-Saint-Michel (cf. axe 5).

Une réflexion sera menée en COGEPOMI pour définir si besoin des mesures réglementaires de protection complémentaires, à celles envisagée sur la Seine et la Risle.

MESURE 3D : CONTROLER LE RESPECT DE LA REGLEMENTATION EN MATIERE DE PECHES FLUVIALES ET MARITIMES (BRACONNAGE, EXERCICE DE LA PECHE)

MESURE 3E : ELABORER UNE STRATEGIE DE CONTROLE INTER-SERVICES AU PROFIT D'UNE COORDINATION « TERRE-MER »

Axe 4 : protéger et restaurer les habitats de production

MESURE 4A : RESTAURATION HYDROMORPHOLOGIQUE DES COURS D'EAU D'INTERET MIGRATEUR

Le PLAGEPOMI demande de **réduire le taux d'étagement des axes d'intérêt migrateur à un objectif cible de 30 %.** En effet, une étude réalisée récemment par la Délégation Interrégionale de l'ONEMA à Rennes (CHAPLAIS, 2010) montre que plus le taux d'étagement est élevé, plus l'écart au bon état écologique évalué sur le critère « peuplement piscicole » est important. Les premiers résultats mis en évidence sur les peuplements piscicoles permettent de dégager une référence correspondant à 30 % d'étagement, qui peut guider à moyen et long terme la recherche du Bon état.

Cette mesure est à prendre en compte dans le cadre d'études globales des bassins versants, notamment dans les SAGE.

MESURE 4B : ENTRETIEN ET/OU RESTAURATION DES HABITATS

La gestion des cours d'eau doit notamment prévoir un **entretien ciblé et/ou une restauration de la diversité physique des milieux au niveau des zones de reproduction** et/ou nurserie pour les grands salmonidés et/ou des secteurs à aloses afin de maintenir et/ou développer la fonctionnalité des milieux.

Cette mesure vise également les estuaires, qui comprennent des habitats intéressants en particulier pour l'éperlan qui réalise la majorité de son cycle de vie dans cet espace.

MESURE 4C : REHABILITATION DES ANNEXES HYDRAULIQUES

La **réhabilitation des annexes hydrauliques** et de la connectivité latérale au sens large permet d'élargir les habitats potentiels de l'anguille.

MESURE 4D : LUTTE CONTRE LE COLMATAGE DES HABITATS

MESURE 4E : PROTECTION REGLEMENTAIRE DES HABITATS

Axe 5 Gestion cohérente terre-mer du saumon en baie du Mont Saint-Michel

La Baie du Mont Saint Michel est un vaste espace, à la biodiversité exceptionnelle, dans lequel se jettent les 3 rivières Sélune, Sée et Couesnon. Les saumons y remontent à marée basse, dans très peu d'eau.

La ressource saumon y est très convoitée, du fait d'une forte fréquentation de la baie par de multiples catégories de pêcheurs plaisanciers (absence de pêche professionnelle) et de l'existence en rivière d'une pêcherie récréative très active (20 à 25% des captures à la ligne nationales sont faites sur Sée-Sélune).

Le saumon atlantique a d'abord été victime depuis la fin du XIXème siècle de la dégradation de son milieu de vie d'eau douce, mais depuis plusieurs décennies les modifications des conditions de vie océanique réduisent aussi sa croissance et sa survie en mer. Les grands saumons de plusieurs hivers de mer (PHM) se raréfient, et l'espèce est devenue très vulnérable : la gestion de son exploitation est un enjeu déterminant pour son avenir.

Le Grand projet Sélune: l'enjeu d'une réponse saumon exemplaire

Le non-renouvellement de la concession des barrages de la Sélune et leur suppression ont été annoncés par le Ministère de l'Ecologie le 13 novembre 2009. Le projet, mené sous maîtrise d'ouvrage de l'Etat, vise à renaturer la vallée de la Sélune dans le cadre d'une démarche exemplaire de développement durable. Ce grand projet est évalué à 40 M€, avec une ouverture de la vallée annoncée en 2018-2019.

La "réponse" du saumon à la réouverture du bassin de la Sélune représente ainsi à la fois un enjeu et un indicateur de réussite de ce projet unique en Europe. En termes de biodiversité, il est ainsi envisageable de reconstituer rapidement un des principaux réservoirs biologiques de l'espèce dans sa zone sud de répartition.

Une étude préalable à l'élaboration d'un plan de gestion terre-mer du saumon atlantique dans le complexe de la baie du mont Saint-Michel a été menée par l'ONEMA en 2014. Ce rapport présente l'analyse réglementaire, biologique et contextuelle en vue de l'harmonisation des réglementations régissant la pêche des grands migrateurs amphihalins entre les domaines maritime et fluvial.

Les textes généraux (nationaux, régionaux, départementaux) sont contraints par l'arrêté ministériel du 1er octobre 1984 relatif à la création d'une réserve au profit des "salmonidés" à l'est de la baie. **Globalement, les textes encadrent la pêche de loisir en mer sans intégrer la dimension du suivi de la ressource particulière représentée par les salmonidés et notamment le saumon. Les pratiques locales et le caractère pêchant de nombreux engins pour les grands salmonidés sont peu pris en considération, malgré l'objectif d'une gestion durable.**

Sur la base de ce rapport les membres du COGEPOMI ont opté en atelier Bas-Normand pour le scénario de gestion optimal, seul scénario qui rassemble toutes les conditions de réussite : il garantit la sauvegarde du stock et permet d'optimiser la réponse saumon à la réouverture de la Sélune dès 2019. Ce scénario doit permettre de résorber les captures illicites en mer et juguler les dépassements pour les saumons PHM en rivière. Il est basé sur des aménagements du dispositif réglementaire actuel et nécessite une optimisation des moyens de contrôle et de surveillance de la pêche de loisir. Dans ce cadre, il prévoit l'instauration d'un seuil global terre-mer de captures à ne pas dépasser.

Afin d'atteindre les objectifs de ce scénario, le COGEPOMI demande la mise en œuvre :

- dans un premier temps, des mesures visant à réduire le risque de déclin de la population de saumon dans le contexte actuel
- dans un second temps des mesures visant une gestion globale terre-mer du saumon

Réduire le risque de déclin de la population de saumon dans le complexe de la baie du Mont Saint-Michel

Ces mesures sont un prérequis à la gestion global du saumon en baie du Mont Saint-Michel. En l'état actuel des milieux et de la ressource, la population de saumon est en péril. Afin de réduire le risque de déclin de cette population, les mesures suivantes doivent être mises en œuvre.

MESURE 5A : METTRE EN PLACE UNE REGLEMENTATION COHERENTE ENTRE LA TERRE ET LA MER

En domaine Fluvial

Cette mesure complète la mesure 3C (harmoniser l'encadrement de la pêche entre le domaine maritime et fluvial) et vise à :

- Renforcer la publicité concernant les arrêtés de fermetures anticipées et le cas échéant le balisage des zones de réserve ;
- Fermer toutes pêches sur le cours principal des fleuves considérés lorsque la pêche du saumon est fermée
- Préserver les saumons de printemps ayant atteint l'amont des cours d'eau en instaurant des réserve(s) saisonnières de pêche "toutes espèces" sur des tronçons amont des cours d'eau (meilleurs potentiels de frayères) ;

Recommandations en domaine maritime

Dans la réserve ministérielle il convient de maîtriser impérativement tout risque de capture illicite en mettant en œuvre les mesures suivantes :

- Eviter le détournement régulier du carrelet au profit de la capture illicite de salmonidés
- Proscrire l'utilisation de filets fixes
- Limiter la liste des engins autorisés

Dans la zone Ouest réglementée

- Appliquer le principe de précaution consistant à interdire l'usage de tout filet utilisé pour la pêche embarquée, engin destructif, non sélectif donc par nature inadapté à l'instauration d'un quota de pêche
- De même, suivant l'application du principe de précaution, interdire l'usage des filets fixes dans les chenaux et bras morts

Figure 3 Représentation cartographique du découpage réglementaire de la baie du Mont Saint-Michel (carte provisoire)

Indicateur : Evolution du dispositif réglementaire fluvial et maritime

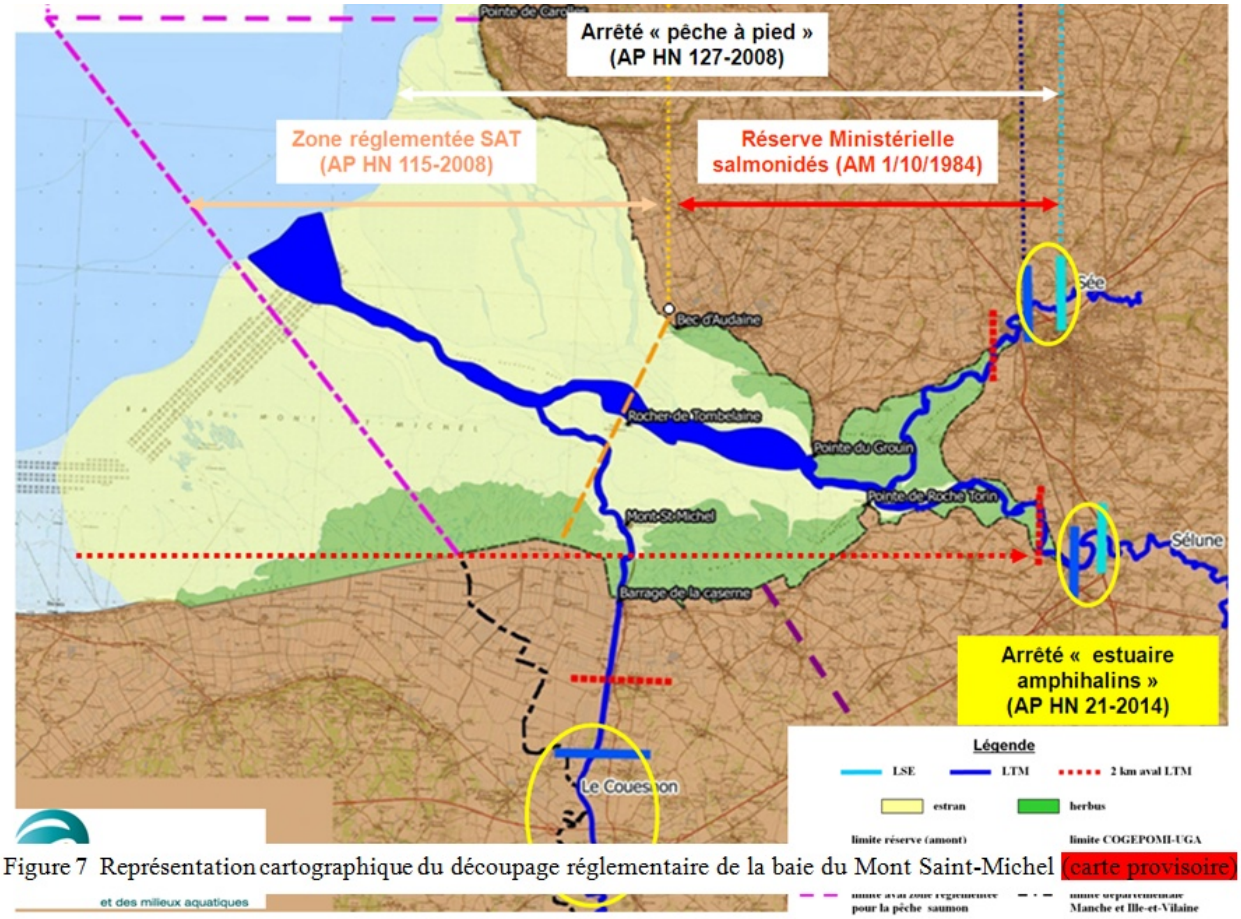


Figure 7 Représentation cartographique du découpage réglementaire de la baie du Mont Saint-Michel (carte provisoire)

MESURE 5B : CONTROLER LA PECHE ENTRE LA TERRE ET LA MER

La programmation des contrôles doit permettre de réduire les incivilités à un très faible niveau compte tenu du nouveau dispositif réglementaire à mettre en place, afin de ne pas dépasser les quotas fluviaux et maritime.

Eu égard au taux importants d'incivilités constatées, il sera nécessaire de fournir un investissement soutenu les premières années de l'application du nouveau plan de gestion "Terre-Mer" et ce, durant au moins 3 à 5 ans. Cet effort garantira la réussite du projet et permettra d'évaluer l'appropriation significative des réglementations actuelles ou révisées. L'objectif visé est un taux de contrôle moyen de 10% par type de pêche.

Cet effort doit être réalisé dans le cadre d'une stratégie inter-service terre-mer évoqué à la mesure 3E.

Mettre en œuvre une gestion globale terre-mer du saumon dans le complexe de la baie du Mont Saint-Michel

Les mesures 5A et 5B constitue les prérequis du plan de gestion terre-mer. Leur mise en œuvre conditionne la sécurisation de la population de saumon dans le complexe de la baie du Mont Saint-Michel. Elles sont un prérequis à la mise en œuvre des mesures 5C, 5D, 5E et 5F.

La mise en œuvre des mesures suivante doit permettre d'optimiser la réponse du saumon à la réouverture de la Sélune dès 2019.

Pour le domaine maritime, les mesures suivantes s'appuient sur le décret n° 2014-1608 du 26 décembre 2014 relatif à la codification de la partie réglementaire du livre IX du code rural et de la pêche maritime (CRPM), paru au Journal Officiel du 27 décembre 2014. En particulier, ce décret rend possible la mise en œuvre de mesures d'autorisations de pêche pour les activités de pêche de loisir affectant l'état des ressources halieutiques.

MESURE 5C : DEFINITION D'UN SEUIL DE CAPTURES GLOBAL TERRE-MER

Les saumons sont capturés en domaine fluvial et maritime. En domaine maritime, la réglementation actuelle autorise la capture d'un saumon par jour et par pêcheur, mais il n'y a pas de seuil global de captures admissibles, pourtant nécessaire à la gestion de l'espèce et au contrôle des prises. Ce seuil de captures dépend du niveau d'ambition des acteurs concernés.

La détermination du seuil de captures terre-mer est basé sur le modèle de calcul du total admissible de capture pour le saumon, actualisé pour le système de la baie avec les données biologiques actuelles. Il aboutit à un prélèvement optimum autorisable de l'ordre de 35% du stock reproducteur. Ce taux préserve une dépose d'œufs de 45% et une "marge" de 20% destinée à amortir tout aléa sur la ressource. Ces éléments sont détaillés dans le rapport de l'ONEMA d'introduction au plan de gestion.

Compte tenu de ces éléments, et en l'état actuel des milieux et de la ressource, le nombre optimum de saumons prélevables dans le système baie du Mont Saint-Michel est de 645 SAT (81 PHM et 564 1HM).

Le seuil de captures terre-mer pourra être réactualisé en fonction des données disponibles, notamment après l'effacement des barrages de la Sélune.

MESURE 5D : REPARTIR LE SEUIL DE CAPTURES GLOBAL ENTRE LA TERRE ET LA MER

Afin de gérer l'espèce entre le domaine fluvial et maritime, il convient se répartir le seuil de captures global entre ces deux milieux.

La répartition du seuil de captures global retenu entre les usagers relève des compétences du préfet de région Haute-Normandie pour la partie maritime, ainsi que du préfet de bassin Seine-Normandie et du préfet de département de la Manche pour la partie fluviale. Cette répartition fera l'objet d'une concertation en 2015 et d'un avis du COGEPOMI.

Pour autant, il est impératif de garantir que les deux quotas ainsi définis ne s'additionnent pas à un prélèvement illicite. C'est pourquoi les modalités futures de gestion devront impérativement s'attacher dès leur conception, à intégrer leur caractère contrôlable. Ainsi, en complément des mesures 5A et 5B, dans la partie réglementée de la baie, il convient de mettre en place une réglementation d'un engin unique, spécifiquement destiné à la pêche des salmonidés, donc interdit à la collecte de toute autre espèce, cette réglementation s'inspirera du dispositif existant en rivière.

Il est également indispensable de s'assurer de la disponibilité des moyens de surveillance nécessaires à leur mise en œuvre (mesure 5E).

Si le braconnage persiste malgré les mesures mises en œuvre, et que la population de saumons est toujours en péril, les autorités compétentes pourraient être amenées à fermer la pêche en domaine fluvial et maritime pour une période donnée.

MESURE 5E : METTRE EN PLACE UN DISPOSITIF EFFICACE DE SUIVI DES CAPTURES

La programmation des contrôles doit permettre de ne pas dépasser le seuil de captures global "Terre-Mer », malgré l'augmentation potentiel du nombre d'usagers.

En domaine Fluvial

Il convient de fiabiliser le système de délivrance des réassortiments et la remontée des déclarations (opérateur FDPPMA), notamment éviter toute rupture de distribution d'enveloppes de réassortiments nécessaires à la déclaration des captures.

Recommandations en domaine maritime

La partie règlementaire du code rural et de la pêche maritime adoptée début 2015 comprend des dispositions réglementaires relatives à la pêche maritime de loisir, permettant notamment aux préfets de région de mettre en œuvre des mesures d'autorisations pour les activités de pêche de loisir affectant l'état des ressources halieutiques.

Dans ce cadre, s'appliquant à un engin unique (Mesure 5B), le COGEPOMI recommande d'ici fin 2015 voire début 2016 au plus tard :

- La délivrance d'autorisations individuelles nominatives assortie d'un quota de captures de salmonidés maximum par an. Le cumul des quotas individuels correspond au quota maritime, lui-même inscrit dans le seuil de captures global Terre-Mer;

- La pose de bague avant tout transport, la délivrance étant effectuée une bague à la fois, contre déclaration de capture auprès d'un unique dépositaire (celui-ci transmet au CNICS);
- Le marquage par ablation de la partie inférieure de la nageoire caudale (engagement n°27a du Grenelle de la mer);
- La tenue d'un carnet de captures rempli avant tout transport et transmis en fin de saison à l'administration;

MESURE 5F : ELABORER UN PLAN DE GESTION TERRE-MER DU SAUMON EN BAIE DU MONT SAINT-MICHEL

Ce plan de gestion, élaboré au niveau local décline les mesures 5A à 5E et en particulier :

- Reprend les dispositifs réglementaires modifiés
- Précise la stratégie de contrôle
- Définit la répartition terre-mer des limites de captures
- Précise l'organisation du suivi des captures
- Précise la stratégie de communication auprès des usagers et du grand public.

Il doit être élaboré en 2015 (sous le pilotage de la MISEN50 en étroite collaboration avec la DIRM …) en concertation avec l'ensemble des acteurs concernés et soumis à l'avis du COGEPOMI.

3.4 Annexe 4 : Etat d'avancement des opérations relatives à la continuité dans les estuaires de Basse Normandie (AESN – SLM-DTM RBN)

Relevé des échanges avec François Renault et Thiéry Lefevre de la DTM RBN en février et mars 2016

1. **Bassins baie des Veys** : portes à flots au débouché de chaque fleuve – difficulté de franchissement dans le sens de la montaison au flot pour les anguilles au stade civelle, par manque de capacité de nage – interconnexion des habitats estuariens fortement perturbés par endiguements et polders, dans un environnement essentiellement rural (voir LICCO)

   - **Vire**:
     - Porte à flot du Pont des Veys : mise en place en 2015 de vantelles à civelle sur paire de nouvelles porte (arche n°1, rive gauche) – voir étude de suivi de l'efficacité du dispositif à venir (2017?)
     - En +, étude de faisabilité en 2015 pour ouverture des portes en étiage, sauf en période de fort coéfficient de marée, en vue de favoriser le mélange des eaux et augmenter la salinité des eaux au niveau des parcs conchylicoles de la baie , ce qui favoriserait le circulation de toutes les espèces migratrices
     - Influence de la marée jusqu'au pied du barrage de Porribet, à équiper d'une passe à anguille (état projet)- pas de difficultés de franchissement pour les autres espèces, salmonidés et aloses notamment,
     - Basse vallée de la Vire : pour l'instant , il n'est plus question du projet envisagé au début des années 2000 d'arasement partiel et /ou de création de brèches dans digues latérales en amont des portes à flot pour restauration du champ d'inondation et des connections entre cours d'eau et ZH – ces propositions d'arasement résultaient notamment d'études montrant l'effet aggravant de ces digues sur les inondations de la Vire dans la section de St Fromond, qui ne se sont pas reproduites depuis les années 90.

   - **L'Elle** : premier affluent rive droite de la Vire
     - Barrage de St Lambert – projet de passe multi espèces, maitrise d'ouvrage FD14

   - **Aure inférieure** :

- 2 portes à flot équipées de vantelles fin 2015 (PAF du Pont aux Vaches et PAF du Pont au Douet à Isigny),, particularité de la gestion des niveaux d'eau du marais de l'Aure : existence de vannages de régulation du niveau d'eau sur le cours principal – démarche en cours pour équipement (bras de dérivation et échancrures) pour faciliter la remontée des anguilles et brochets.
- absence de digues ou de levés de terre le long des cours d'eau – inondations prolongée en hiver

- **Douve** :
  - portes à flots (La Barquette, à Carentan) équipées de vantelles depuis 2015 – ouvrage doublé en amont de vannes automatiques de régulation des niveaux d'eau du marais – convention existante de gestion optimisée avec les ASA /enjeu ZH au moment de la mise à l'herbe du bétail au printemps et à l'étiage
  - remontée de la marée dynamique jusqu'au barrage de St Sauveur le Vicomte sur la Douve, l'ONEMA a constaté un problème de gestion de l'ouvrage, difficulté de franchissement pour certaines espèces–
  - sur le Merderet remontée jusqu'à la Minoterie du Ham, étude de restauration de la continuité écologique en cours au droit de l'ouvrage.–
  - absence de digues ou de levés de terre le long des cours d'eau – inondations prolongée en hiver

- **Taute** :
  - idem Douve avec portes à flot doublées de vannes de niveau sous pont de l'ancienne RN13 – projet de déplacement des portes à flots sous l'actuelle RN13 dans partie chenalisée de la Taute , mais libre d'accès à partir de l'estuaire – projet d'équipement de vantelle – étude état 0 et projet de suivi pour évaluer remontée des civelles - enquête publique projet de déplacement en 2016 - prise en compte des impacts : oui, dossier loi sur l'eau ; financement agence : oui, passage en commission des aides de juin 2016.
  - absence de digues ou de levés de terre le long des cours d'eau – inondations prolongées en hiver

2. **Saire :**
   - Environnement principalement rural mais zone estuarienne occupée par forte densité de parcs conchylicoles
   - porte à flot équipées de vantelle à civelle depuis 2015.
   - remontée de la marée dynamique cf. Thierry
   - franchissabilité des ouvrages en amont : obstacles persistant dont celui de la pisciculture - plusieurs moulins à mettre en conformité, notamment à l'aval : le moulin du Parquet (ROE40401)

3. **Sinope et petits fleuves côtiers Est Cotentin** :

   - Environnement principalement rural
   - pas d'ouvrages classés prioritaires
   - sur la Sinope, porte à flot renouvellée, mais sans vantelle pour les anguilles – verrous persistant en amont pour les autres espéces migratrices
   - Ailleurs, Pb des vannes clapets au débouché des exutoires des marais arrières littoraux dans massifs dunaires – lancement étude prochaine pour connaitre les potentialités pour l'anguille – si confirmé, programme d'équipement à prévoir sur les 43 tarets

   - A noter que le projet de PLAGEPOMI a classé les petits côtiers du Cotentin dans les nouvelles priorités pour la période 2016-2021

4. **Divette et Trottebecq :**
   - Débouché de la Divette dans l'avant port de pêche de Cherbourg
   - Environnement très anthropisé (urbanisation, aménagement portuaires, ..)

- Principale obstacle à la circulation piscicole : attractivité du débouché et passage souterrain au niveau de la gare
- Sinon, pas d'obstacles proches en amont
- Sur Trottebecq , traversée zone urbaine d'intérêt limité– barrage de la Noé – enjeu continuité interessant

5. **Ay et petits fleuves côtiers Ouest Cotentin** :
   - Ay : porte à flot à l'aval de Lessay en mauvais état – projet d'étude - Programme de restauration de la continuité au point mort
   - Olonde : décision de ne pas restaurer les portes à flots
   - Dielette : étude prochaine l'ensemble des cours d'eau du secteur des Pieux avec prise en compte de la continuité
   - Vanlée : pas d'obstacles

6. **Sienne - Soulles**:

   - Estuaire rural relativement peu ou pas anthropisé (voir LICCO)
   - Sur la Sienne, barrage de Hyenville : limite de remontée de la marée dynamique - 1er obstacle en aval, sélectif notamment pour les aloses et les lamproies –
   - Prise du SIAEP de Montmartin dans la retenue du barrage
   - Contentieux maintien en activité de la microcentrale , jugé début 01/2016 – autorisation d'exploiter annulée
   - Suites ?
   - Sur la Soulles, ouvrages Papeco- blocage marée- projet effacement retenue avec nouvelle prise d'eau dans la Soulles prenant en compte les remontées d'eau salées lors des forts coefs de marées (réalisation d'une bâche de stockage).
   -

7. **Thar** : environnement anthropisé de la partie estuarienne (digues et urbanisation) – traversée de la Mare de Bouillon également endigué - le seuil au niveau de la mare de Bouillon sera supprimé prochainement – suppression aussi de 2 seuils correspondant aux anciennes prises AEP , réalisation d'une nouvelle prise d'eau en amont de la marre de Bouillon pour nouvelle station AEP de Granville qui sera compatible avec la continuité écologique

8. **Sée** : Estuaire rural relativement peu ou pas anthropisé - pas de pb de continuité – influence de la marée jusqu' à Tirepied
9. **Sélune** : Estuaire rural relativement peu ou pas anthropisé - barrage de Ducey, limite amont de l'influence de la marée – déjà équipé, mais à compléter par passe à anguille

10. **Seulles** :
    - environnement anthropisé de la partie estuarienne (digues, port et urbanisation)
    - vannage de Courseulles relevé – radier franchissable
    - en amont, endiguement des berges
    - nombreux barrages existants – stage interne en 2016 pour faire le point de la situation et proposer des actions

11. **Orne :**
    - environnement anthropisé de la partie rive gauche de l'estuaire (canal, port et urbanisation)- sur rive droite, polder et endiguement résiduels (voir LICCO)
    - Barrage de Montalivet – franchissable partiellement – étude en cours pour améliorer les équipements et pour établir un règlement d'eau (autres objets : meilleure gestion des équipements)
    - Souhait de la collectivité de le déplacer + en aval , jusqu'au droit du viaduc de Calix en vue d'étendre le plan d'eau le long de la presqu'île , en cours de restructuration urbaine

- Influence de la marée jusqu'à St André Orne
- Redécoupage récent des masses d'eau

Dives :

- environnement anthropisé de la partie aval de l'estuaire (urbanisation, digues , port)
- Grande complexité du fonctionnement hydraulique dans la zone des marais (endiguement généralisé, syphon, prélèvement d'eau)
- marée dynamique jusqu'à St Samson – passage de l'eau en dessus par vives eaux
- modification du découpage des ME – création d'une MET en aval
- porte à flot sur le grand canal
- manque de gouvernance dans la partie marais

12. Touques

- environnement anthropisé de la partie aval de l'estuaire (urbanisation, digues , port)
- Pas d'obstacles sur le cours principal jusqu'au barrage du Breuil en Auge, équipé pour le franchissement piscicole (franchissement anguille à améliorer)
- Remontée de la marée à préciser (niveau St Arnoult ou plus en amont)
- Sur Calonne, enlèvement programmé prochainement du barrage aval de Pont L'Evéque- plus en amont : Moulin Bataille aux Authieux, Moulin à Papier (ex Delanghe) et Moulin de la Scierie à Bonneville : projet de suppression

3.5 Annexe 5 : Réflexions prospectives (extrait du rapport licco du GEMEL –N et du RNF)

a. **Apport de l'expertise « limicoles côtiers** »

- Nécessité de considérer l'espace fonctionnel

Les limicoles côtiers présents au sein des sites d'étude LiCCo (Baie de l'Orne (14), Baie des Veys (14 & 50) et Havre de La Sienne(50), dépendent étroitement du maintien des éléments fonctionnels qui répondent à leurs exigences écologiques.

Ces éléments du territoire, indispensables à leur survie, se matérialisent par la présence

(i) de zones de repos haute mer de qualité (quiétude et / ou présence humaine limitée ; accessibilité périodique à marée haute suffisante ; aspects physiques adaptés aux exigences écologiques des espèces : couverture végétale, hauteur de la végétation … ; multiplicité des zones de repos palliant aux éventuelles compétitions interspécifiques pouvant influencer l'accessibilité ; …) ;

(ii) de Zones d'alimentation intertidales présentant des habitats adaptés à l'écologie alimentaire des espèces composant les communautés identifiées (diversité des habitats présents ; surface de la zone intertidale ; amplitude des marées ; conditions hydrodynamiques ; quantité et qualité de la macrofaune benthique présente ; nature du sédiment ; accessibilité des proies / quiétude des lieux, profondeur d'enfouissement des invertébrés définissant leur degré de détectabilité par les oiseaux, granulométrie du sédiment, … ; …)

(iii) et de zones d'alimentation correspondant aux laisses de mer. Constituées d'algues, de phanérogames marines arrachées par la houle, de bois flotté…, les laisses de mer présentent de nombreux intérêts écologiques. On y rencontre une faune invertébrée diversifiée : Nématodes, Oligochètes, Talitridés, Crustacés, Araignées et Opilions, Coléoptéres, Diptères …, dont une partie est exclusive à ce milieu mince et fragile (Bergerard, 1989 ; Mouquet *et al.,* 2003). Elles constituent, lorsqu'elles sont maintenues en l'état et qu'elles demeurent accessibles (quiétude des lieux / présence humaine), une source de proies recherchées par de nombreux prédateurs, dont les limicoles côtiers.

De plus, les zones de repos utilisées pendant la haute mer, doivent se situer à proximité des zones alimentaires, notamment pour les espèces s'alimentant en zone intertidale. Cette proximité constitue un facteur-clef conditionnant le stationnement des limicoles (Goss-Custard *et al.*, 1982).

Pour préserver l'enjeu « limicoles côtiers », l'ensemble de ces constantes fonctionnelles doivent être prises en compte dans les politiques d'adaptation aux changements côtiers.

Grands principes de conservation et propositions opérationnelles

Confrontés aux *scenarii* du changement global et notamment aux effets d'une augmentation du niveau moyen des mers aux horizons 2025 (+ 20 cm) et 2050 (+ 60 cm), horizons choisis dans le cadre du programme LiCCo, les éléments fonctionnels indispensables à la survie des populations de limicoles côtiers doivent être considérés dans les politiques d'adaptation aux changements côtiers.

En ne prenant en compte que les conséquences physiques d'une augmentation sensible du niveau moyen des mers sur la conservation des principaux habitats fonctionnels, les stratégies de conservation à long terme devront s'appuyer sur le maintien des exigences écologiques des limicoles côtiers : soit la présence de zones alimentaires de qualité et suffisamment étendues, associées à des zones de repos haute mer adaptées et suffisamment proches et nombreuses.

Ainsi, pour accompagner les politiques d'adaptation aux changements côtiers, deux alternatives opérationnelles pourraient être à considérer :

- ***(i)*** Permettre un report « naturel » ou sub-naturel des éléments fonctionnels susceptibles d'être perturbés par une augmentation sensible du niveau moyen des mers, en développant un plan stratégique à long terme de reconstitution de ces zones sur une frange actuellement plus continentale. Permettant d'une part un maintien des surfaces intertidales et laisses de mer associées (zones d'alimentation) et d'autre part la reconstitution « naturelle » de zone de repos haute mer.

D'un point de vue opérationnel, ce premier axe de réflexion pourrait se traduire par la délimitation de zones actuellement terrestres, qui au regard de la biodiversité (tout habitats et espèces confondus / discussion à mener avec l'ensemble des lots du programme) et des enjeux économiques actuellement présents, pourraient devenir ou redevenir (zones actuellement poldérisées) tidales. Soit par le non entretien ou l'effacement de certaines digues actuellement en place et protégeant le domaine terrestre contre toute intrusion marine.

- ***(ii)*** User de génie écologique pour permettre un maintien artificiel des éléments fonctionnels sur lesquels reposent aujourd'hui les enjeux avifaunistiques identifiés. Ce deuxième axe de réflexion est à développer dans le cas où il est décidé d'un renforcement des ouvrages actuels de protection du continent contre l'eau de mer (rehaussement et/ou renforcement des digues par exemple). Dans ce cas de figure, il pourrait être proposé d'édifier de nouvelles zones de repos (par exemple constitution d'îlots par enrochement) dont la topographie prenne en compte l'élévation envisagée du niveau de la mer (les actuels reposoirs ayant été submergés, et leur évolution spatiale « naturelle » rendue impossible par la présence d'ouvrages de protection du littoral).

De la même façon, une augmentation du niveau moyen des mers accompagnée par un rehaussement et/ou un renforcement des digues de protection du littoral, se traduirait également par une réduction, voir une disparition des zones alimentaires actuelles (habitats intertidaux, laisses de mer et macrofaunes associées) par une diminution drastique et probablement progressive de la zone intertidale, qui se trouverait peu à peu comprimée par l'avancée d'habitats plus marins conjuguée à un renforcement des ouvrages de protection du littoral. Face à ces *scenarii*, il pourrait être envisageable de mettre en oeuvre une gestion particulière de zones terrestres adjacentes au trait de côte, qui par l'entrée contrôlée d'eau de mer seraient susceptibles de constituer pour une partie de l'avifaune considérée des zones d'alimentation de substitution (vasières et lagunes saumâtres, permettant le développement de macrofaunes de substitution).

Selon les territoires, ces deux alternatives opérationnelles pourront être combinées, soit en alliant génie écologique et actions favorisant le report « naturel » des éléments fonctionnels sur lesquels repose la conservation de l'avifaune littorale. Ces alternatives opérationnelles seront de toute évidence à co-construire avec les usagers et décideurs des territoires concernés pour qu'elles soient adaptées aux enjeux sociaux et économiques.

☐Nécessité d'une vision multi-échelle

Les effets du changement climatique risquent de provoquer des modifications dans la distribution des taxons, tant d'un point de vue spatial (glissement des aires de distribution entraînant sur chaque localité une évolution des effectifs et de la composition des communautés actuellement observés) que temporel (évolutions phénologiques, soit des temps de séjour, des dates d'arrivée et/ou de départ des oiseaux, observés actuellement) par le simple fait que les mouvements migratoires actuels correspondent à une adaptation comportementale des oiseaux leur permettant de disposer tout au long de l'année, en fonction de leurs exigences écologiques, des conditions idéales à leur survie (Pienkowski *et al.*, 1984).

Les deux alternatives opérationnelles proposées précédemment, reposent sur une analyse locale, à l'échelle du site et de son unité fonctionnelle et doivent donc s'accompagner d'une réflexion globale menée à l'échelle biogéographique. Le glissement probable des aires de distribution des espèces peut nous permettre par exemple d'accepter qu'un taxon bien représenté aujourd'hui, puisse à l'avenir, suite aux effets du changement global, être moins représenté, sans que localement, cela entraîne des actions particulières de conservation (non interventionnisme) puisque au regard de notre réflexion biogéographique, il apparaîtrait que ce taxon ait trouvé d'autres localités lui permettant de satisfaire ses exigences écologiques et en conséquence de maintenir sa population.

Ces quelques éléments de réflexion nous rappellent aussi que les biocénoses et les écosystèmes ne sont pas figés dans le temps et dans l'espace. Cette dynamique naturelle doit également être considérée pour mieux évaluer les évolutions et les enjeux locaux pour des politiques d'adaptation aux changements côtiers au plus près des enjeux.

Néanmoins, dans le cadre de la problématique du changement globale, la rapidité des effets engendrés nous oblige à rester vigilant, notamment pour les taxons à faible capacité de déplacement ou encore fortement spécialisés comme le sont les limicoles côtiers.

b. Des constantes à promouvoir

☐Nécessité d'observatoires du littoral interopérables

Au regard de l'ensemble des travaux effectués par les experts-écologues pour le développement français du programme LiCCo, l'importance de séries de données renseignant l'évolution des fonctionnalités écologiques est à souligner. Ces données doivent reposer sur des protocoles standardisés qui allient rigueur scientifique et faisabilité à large échelle (intersites).

En effet, ces dispositifs de surveillance continue doivent s'inscrire en réseau pour donner du sens aux expertises locales. L'approche intersites est en effet indispensable pour comprendre les effets du changement global et les distinguer des effets locaux. Cette distinction est précieuse pour une action de gestion et de prise en compte des effets des changements côtiers à la bonne échelle.

La promotion et la capitalisation des matériels et méthodes développés dans le cadre du programme LiCCo doivent passer par une mise en réseau des sites via le renforcement d'observatoires pérennes du littoral. Développés de façon interopérables, ils pourront produire des arguments scientifiques et sociétaux sur l'importance de la prise en compte des fonctionnalités écologiques. Au service des politiques d'adaptation aux changements côtiers, l'information ainsi produites constituera un support pédagogique pour les territoires littoraux.
Pour exemple, la compréhension des liens directs ou indirects entre le maintien des fonctionnalités écologiques et les services rendus aux populations du littoral semble être une piste intéressante pour communiquer et d'avantage considérer l'importance de la biodiversité et habitats associés pour le bien être des sociétés littorales face aux changements côtiers.

Nécessité d'instances d'information auprès des populations locales

L'adaptation aux effets des changements côtiers doit passer par la pédagogie pour accompagner les populations, les usagers et les décideurs dans l'adoption de comportements et de politiques leur permettant de comprendre, de se préparer et de s'adapter. Les investigations de l'*Environnement Agency* (pilote de ce programme) sur les sites LiCCo du Royaume Uni se sont effectivement largement orientées vers le développement d'outils de concertation et de pédagogie au service des populations littorales.
Cette expérience transmanche doit de toute évidence nous inspirer. Les nombreux ateliers réalisés sur les sites LiCCo du littoral normand, associant les élus, les services techniques de l'Etat et des collectivités territoriales et les usagers, ont démontré qu'avec une approche *(i)* historique et diachronique des usages du littoral, *(ii)* une approche sociologique des différents acteurs et *(iii)* une approche audible (pour le plus grand nombre) des fonctionnalités écologiques et des services rendus associés, permettaient d'aboutir à des réflexions particulièrement positives et constructives.
Ces réflexions prospectives, intégrant les *scenarii* du changement global, ont permis de dessiner les premières pistes visant à planifier une politique territoriale d'adaptation. Ces premières réflexions doivent de toute évidence se poursuivre.
Au-delà du renforcement et du développement d'observatoires du littoral qui permettraient en continue de fournir des argumentaires de compréhension des effets du changement global, des liens étroits et durables entre toutes les parties prenantes des territoires littoraux doivent être imaginés. Un engagement en faveur de l'adaptation aux changements côtiers pourrait passer par la mise en place d'«ateliers territoriaux» pérennes qui associant l'ensemble des parties prenantes, pourraient accompagner le nécessaire processus d'adaptation.

3. Alimentation des bernaches cravant

Pour le programme LiCCo, la bernache cravant à ventre pâme (*Branta bernicla hrota*) a été étudiée dans le havre de la Sienne dans lequel elle hiverne, en raison de son statut de protection élevé. Cette espèce patrimoniale voit ses effectifs en hivernage en France croître alors qu'elle ne fréquente que ce secteur, renforçant les enjeux de conservation de ce site déjà riche.
Pour LiCCo, Guitton (2014)a rappelé que la distribution de cette espèce en hiver est fortementliée à la disponibilité de ses ressources alimentaires. Ces dernières sont constituées, à l'échelle de l'aire de distribution mondiale de la bernache cravantà ventre pâle, de zostères, principalement la naine (*Zostera (Zosterella)noltei*) sur l'estran mais également la marine (*Zostera marina*) en mer. Leur préférence va ensuite vers les algues vertes (Ulvales) lorsque cette ressource n'est plus disponible ainsi qu'aux plantes des prés-salés (*Festuca spp*et *Puccinellia maritima*). Dans le havre de la Sienne, ces bernaches consomment principalement les algues vertes et les plantes des prés-salés en raison de la disponibilité limitée des zostères marines et de l'absence d'herbiers de zostère naine.
La présence de cette espèce patrimoniale suscite deux principaux problèmes,le premier est lié à sa consommation des zostères, qui constituent des habitats patrimoniaux également et le second est lié à sa consommation des algues vertes, considérées somme un symptôme de mauvais état écologique pour la Directive Cadre sur l'Eau.
La consommation de la zostère naine pose problème car la Bernache cravant ne se contente pas de brouter les feuilles de cette espèce mais elle s'alimente également des rhizomes. Ainsi la pression sur les populations de zostère naine exercée par l'alimentation de cet oiseau peut représenter une menace à court terme en cas d'effectif fort concentrant son alimentation sur les herbiers. Ces herbiers sont absents du havre de la Sienne mais présents en aie des Veys. Or en baie des Veys, seule la Bernache cravant (*Branta bernicla*) est présente en hivernage en fort effectif et cet estuaire est le seul à présenter des herbiers de zostère naine en Basse-Normandie (avec l'Anse du Cul-de-Loup, sur la côte Est du Cotentin, au Nord de la baie des Veys, Hacquebart et Joncourt, *in prep.*). En cas de croissance marquée des effectifs de la population de Bernache cravant et / ou de baisse de la ressource alimentaire sur la côte

Ouest du Cotentin (dont le havre de la Sienne), le nombre de Bernaches s'alimentant sur l'herbier de la baie des Veys pourrait augmenter et accroître la pression sur cet habitat protégé.
La consommation des ulvales pose également un problème puisque leur quantité devrait diminuer en raison des actions menées notamment par l'AESN pour améliorer la qualitédes cours d'eau côtiers. En effet leur mauvaise qualité, en particulier leur charge en nitrates, est responsable de la prolifération de ces algues. Cette ressource étant amenée à diminuer dans le contexte de l'amélioration de la qualité de l'eau, la pression des bernaches sur les autres ressources pourrait augmenter, voire, les oiseaux pourraient exploiter d'autres sites également.
La présence de cette espèce patrimoniale dans le havre de la Sienne est donc notamment liée à la présence d'une espèce symptomatique d'une perturbation de l'environnement contre laquelle on lutte et pourrait menacer une espèce patrimoniale ou menacer son développement.La mobilité de la Bernache, en tant qu'oiseau migrateur, laisse penser que cette espèce peut facilement changer de site et / ou de ressource alimentaire relativement facilement.
Ainsi l'avenir de la Bernache cravant à ventre pâle dans le havre de la Sienne fait partie d'une problématique concernant une aire géographique supérieure à celle du site
La connaissance de la qualité des herbiers de zostère marine constitue également en enjeu de connaissance fort pour la gestion du site et la conservation des espèces protégées. La cartographie des herbiers locaux est prévue dans un avenir proche. Il sera intéressant de pouvoir la coupler avec une cartographie de la bathymétrie associée pour appliquer la méthode développée par le GEMEL-N et RNF pendant LiCCo pour simuler des niveaux de marée et calculer le temps d'accessibilité des plantes pour les bernaches en fonction de la hauteur d'eau au-dessusdes zostères marines et de la profondeur de plongée des bernaches. Cette approche permettra également d'appliquer des *scenarii*d'élévation du niveau de la mer, avec ou sans déplacement des herbiers, pour évaluer l'évolution de cet habitat qui constitue également une ressource alimentaire.
Comme ce fut le cas pour l'étude des macreuses noireet brunes (*Melanitta nigra*et *M. fusca*) bas-normande (Tolon, 2013),l'évolution des effectifs de Bernache devrait être suivie en même temps que celle de leurs ressources alimentaires à l'échelle spatiale de la Basse-Normandie. Ces suivis existent déjà mais sont indépendants. En les harmonisant, il serait possible d'aborder les notions de fonctionnalité (alimentation) et d'unitéfonctionnelle de façon pertinente.

4. Reproduction du Gravelot à collier interrompu

L'application de la méthode de simulation de niveaux de marée pour cartographier les habitats émergés sur l'estran a été reproduite par le GEMEL-N dans le cadre de l'étudedu Val de Saire et plus particulièrement de la nidification du Gravelot à Collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*)qui a lieu sur l'estran.
Les simulations de niveau de marée ont pu être effectuées pendant les périodes d'arrivée des oiseaux (printemps) afin de déterminer quelle était la surface d'estran disponible pour leur reproduction. Ces données ont été intégrées au travail de modélisation réalisé par Berthe (2013).

La reproduction de l'application de cette méthode année par année sur site permettra de contribuer à une meilleur gestion du site mais pour une meilleure connaissance de l'espèce et de sa population bas-normande il est nécessaire d'appliquer cette méthode sur d'autres secteurs. Pour LiCCo, cette opération pourrait être appliquée en estuaire de l'Orne si des données sur le gravelot à collier interrompu étaient disponibles. Cette démarche permettrait de comparer les comportements de l'espèce entre les deux sites.
Les travaux du SyMEL pour LiCCo ont mis en évidence que la zone de reproduction du gravelot à collier interrompu se situait en haut de plage, associée à l'habitat à talitres (*Talitrus saltator*). Le GEMEL-N amis en évidence que cet habitat est le plus haut situé sur l'estran, assurantl'interface avec les dunes en milieuterrestre, donc au contact du trait de côte. Cette situation se rencontre uniquement en dehors des estuaires, sur les plages ouvertes, exposées à la houle. Rolet *et al.*(2014) ont cartographié cet habitatà l'échelle du littoral du Nord –Pas-de-Calais et l'ont appelé «Zone de dessiccation». La laissede mer lui est associée et constitue un habitat particulier assurant notamment diverses fonctionnalités écologiques(décomposition des algues échouées, alimentation des oiseaux, développement d'invertébrés).Cet habitat est également le premier concerné par les dépôts d'algues qui peuvent être massifs sur le littoral bas-normand et qui suscitent de nouvelles études.
Le suivi de la reproduction du gravelot à collier interrompu devrait donc être effectué à l'échelle de la Basse-Normandie et intégrer l'étude de cette zone à talitres ou zone de dessiccation, comprise entre le pied des dunes (trait de côte) et la rupture de pente en haut de plage.

5. Alimentation des poissons

Le GEMEL-N a participé au suivi de la Saâne en fournissant à la CSLN des couches de SIG relatives aux niveaux d'eau dans différentes conditions.La CSLN a suivi la baie des Veys et l'estuaire de l'Orne pour appréhender les assemblages d'espèces de poissonsen fonction des caractéristiques de ces deux sites. Il s'avère que l'alimentation des poissons, en particulier celle des plus jeunes, est fortement associée à la présence des prés-salés et de vasières. Or l'aménagement des deux sites et notamment leur poldérisation, a réduit la diversité des habitats et leur accessibilité dans les parties les plus en amont de ces estuaires. La présence de portes à flot sur les chenaux de la baie des veys pose aussi problème aux poissons pour accéder à des secteurs riches en ressources alimentaires.
Dans le cadre de ces travaux, le GEMEL-N a montré la dynamique des prés-salés qui leur permet de coloniser l'estran nu alors qu'ils sont séparés des milieux terrestres par des digues. Cette tendance au développement pourrait être perçue comme favorable à l'alimentation des poissons. Cependant, elle traduit également la fermeture des parties amont de l'estuaire et la réduction des vasières intertidales. Ainsi, actuellement, les possibilités de développement sont possibles uniquement en baie des Veys et uniquement vers les parties en aval, sur le substrat nu.
Pour permettre le maintien de cette fonctionnalité le développement des prés-salés vers le domaine terrestre et de vasières semble nécessaire.Ainsi, en baie des Veys la dépoldérisation pour créer ce type d'habitats pourrait contribuer au développement d'espaces et d'habitats favorables à l'alimentation des poissons.

6. Reposoir des mammifères marins

Les mammifères marins n'ont pas été étudiés dans le cadre de LiCCo, cependant en baie des Veys la présence d'une colonie de phoque veau marin (*Phoca vitulina*) contribue à justifier l'existence de la Réserve Naturelle Nationale du Domaine de Beauguillot. Les phoques se reposent sur l'estran de la partie maritime de la réserve. La méthode développée par le GEMEL-N pour appréhender l'évolution des reposoirs de haute-mer des limicoles côtiers peut être élargie au suivi des reposoirs de phoques en disposant de la localisation des phoques au repos en fonction des marées. Une telle méthode permet de vérifier l'adéquation des limites de la réserve avec les enjeux locaux. Le développement des prés salés et la divagation des chenaux contribue à modifier rapidement la structure de l'estran de la réserve et devrait menacer les sites de repos de ces animaux. Leur capacité à exploiter d'autres secteurs, puisqu'ils sont mobiles, est donc importante à étudier. La localisation de reposoirs alternatifs est à rechercher dans un souci de conservation de l'espèce.
Ainsi la méthode de simulations de niveauxde marée présentée dans ce rapport pourrait être couplée au suivi de la population de phoques locale afin d'harmoniser le suivi de l'évolution du milieu avec celle de cette population et d'aborder de façon pertinente habitat, fonctionnalités et espèces patrimoniale.

D.Activité socio-économiques
1. La pêche à pied

a. La coque (Cerastoderma edule)

En Basse-Normandie le GEMEL-N suit la ressource en coques exploitables par les pêcheurs à pied professionnels en baie des Veys depuis 2009(Orvain, 2013). Une étude de dynamique de population a été menée dans un premier temps avant de pouvoir estimer la taille du gisement chaque année avant ouverture de l'activité. Ce suivi est consécutif à la demande du comité des pêches de Basse-Normandie dans le cadre d'une volonté degestion durable de la ressource. Les suivis sont encore réalisés annuellement, sans vison à moyen ou long terme. Pourtant, le programme GECO-GECO (Orvain, 2014), mené par l'Université de Caenen partenariat avec le FGEMEL-N et le CRP de Basse-Normandie a permis de développer une approche écosystémique en mettant en relation l'évolution de la population de coques de la baie des Veys avec son environnement (substrat et ressources alimentaires et climat). Le modèle de croissance de la coque en baie des Veys montre notamment une influence de l'indice NAO sur la vitesse de croissance de ce mollusque bivalve. Ainsi l'évolution du climat a une influence sur la dynamique de population des invertébrés à l'échelle locale. Unethèse est actuellement en cours à l'Université de Caen –Basse-Normandie pour préciser les interactions entre cet animal et son environnement en baie des Veys, sous la responsabilité de F. Orvain.

La cartographie des gisements et des animaux en fonction de leur taille a été régulièrement effectuée pendant ces programmes d'étude précédents. La répartition des animaux en fonction de leur taille varie au sein d'une année (Figures 21et 22) et d'une année à l'autre dans une gamme encore très difficile à anticiper.
La population de coque de la baie des Veys est donc répartie au sein de tout l'estuaire, parmi une large gamme de substrats et d'habitats. A l'échelle mondiale, cette espèce est également rencontrée dans une large gamme de

milieux (Orvain, 2013).Il n'a pas été possible d'associer cette espèce à un habitat particulier sur ce site même si des densités importantes sont régulièrement observées en bordure de pré-salé dans les habitats les plus envasés. De la même façon, la gamme d'altitude des habitats dans lesquels elle est présente est trèslarge et il n'est pas possible d'associer une altitude précise à la présence de cette espèce.
La principale interrogation concernant l'évolution de cette espèce localement est relative àla réduction de l'espace intertidal entre les prés-salés et les chenaux. De plus si l'évolution de l'indice NAO peut avoir une influence sur la croissance de l'espèce, l'évolution du climat peut également influer sur le maintien des gisements locaux.
Un gisement est également observé selon un rythme sporadique à l'Ouest de l'embouchure de la baie d'Orne. Ce gisement ne fait pas l'objet de suivi. Cependant, dans ce cas, il est associé à un
habitatparticulier (les sables fins plus ou moins envasés dominés par les annélides polychètes et les mollusques bivalves).
Sachant que la population des pêcheurs professionnels est constituée de membres originaires de plusieurs régions littorales françaises ettravaille successivement dans différents estuaires au cours d'une année en fonction de la disponibilité de la ressource, entre la Bretagne et la Picardie, la gestion durable cette ressource devrait être effectuée de façon harmonisée à l'échelle de tous les estuaires concernés par cette activité pour être pertinente.
En effet les dates d'ouverture de la pêche en baie des Veys sontsouvent choisiespour coïncider avec la date de fermeture de cette activité en baie de Somme. De cette façon, la pêche en baie des Veys peut avoir lieu pendant la période de reproduction de cette espèce (entre avril et septembre)ce qui n'est pas compatible avec une gestion durable de la ressource. D'un point de vue socio-économique, ouvrir la pêche à la même date sur tous les gisements limiterait probablement l'activité dans le temps et donc les revenus des pêcheurs.
Il s'agit d'un exemple de compromis entre la préservation d'une ressource e celle d'une activité. Il faut également noter que l'impact de cette activité sur l'environnement n'est pas connu. L'activité de pêche à la coque en baie des Veys a beaucoup évolué en quelques année avec, notamment, la réduction du nombre de pêcheurs, l'instauration de quotas et l'organisation de commissions de visites.
En baie des Veys, la réserve naturelle du domaine de Beauguillot abrite une partie du gisement de la baie des Veys, plus ou moins importante en fonction des années. Lesdates d'ouverture de la pêche sont différentes sur le territoire de la réserve, choisies de façon à protéger la population de phoques veaux-marins pendant la période de reproduction de l'espèce. Les périodes de pêche de la coque et de reproduction des phoques peuvent se chevaucher et poser un problème de gestion de la ressource, de protection d'une espèce patrimoniale et de gestion d'une réserve naturelle nationale.

b. **La moule (Mytilus edulis)**

Seul l'estuaire de l'Orne dispose d'une moulière (gisement de moules) exploité par la pêche à pied de loisirs. Elle a été cartographiée par le GEMEL-N et le CPIE de la vallée de l'Orne en 2014 dans le cadre de l'étude de l'impact de la pêche à pied de loisir sur le littoral du Calvados9 (Moyse, 2014).En effet pour démarrer cette étudeen cours, il est nécessaire d'étudier, d'une part, l'état de la ressource actuelle et, d'autre part, la nature et l'intensité de l'activité de pêche à pied.
Le GEMEL-N a donc procédé à une cartographie des habitats à l'échelle de l'estran de la côte de Nacre permettant également de localiser les ressources disponibles et les habitats associés (à un niveau de précision faible). Le gisement de la baie d'Orne est le seul situé sur un substrat mixte. Seule sa partie Nord (Figure 22) est classée et peut être exploité par la pêche. Sa partie Sud (Figure 23) est paradoxalement la plus fréquentée alors qu'elle est interdite à la pêche en raison de son mauvais classement sanitaire.
Ces études constituent la première réponse à l'absence de connaissance sur l'état de la ressource à l'échelle du littoral à laquelle s'ajoute une absence de connaissance de la pression de pêche sur la ressource et sur les habitats à l'échelle de l'estran de la côte de Nacre. Cependant la question se pose partout ailleurs en France.
Une meilleure connaissance des ressources de la pêche à pied à lune échelle géographie adaptée (Basse-Normandie au moins) permettrait une gouvernance plus facile. Le problème de la cohabitation des activités de loisirs et professionnelles sur le même espace étant également posé.
L'avenir des gisements de la baie d'Orne reste incertain face à l'élévation du niveau de la mer dans un estuaire aménagé (dragué). Seul un suivi régulier de la ressource couplé à l'effort de pêche pourrait permettre d'envisager l'avenir de cet habitat qui est aussi une ressource. Par ailleurs la question du maintien d'une activité interdite se pose à court terme également.

c. **La palourde** (Ruditapes philipinarum et P. decussatus)

Un gisement de palourde (deux espèces recensées) est exploité par la pêche à pied (professionnelle et de loisirs) devant la pointe d'Agon dans le havre de la Sienne. Il s'agit du seul gisement de cette ressource parmi les sites étudiés. Sa taille est mal connue, l'espèce présentant des densités faibles sur des surfaces d'estran considérables (marnage supérieur à 12 m).
La ressource est réputée déclinante par les pêcheurs locaux, des mesures de gestion de la pêche sont déjà proposées alors qu'une première pré-étude a été récemment effectuée (Beck, 2014) par le laboratoire M2C de l'Université de Caen Basse-Normandie pour l'AAMP. Le contexte local, lié à l'activité d'associations de pêcheurs à pied de loisirs inquiètes ou hostiles aux projets de réglementation en cours pour cette activité locale, est très tendu et occupe les gestionnaires.
Il est nécessaire de connaître à la fois l'état de la ressource et l'effort de pêche associé pour envisager la pression exercée sur l'habitat et la ressource. Il semble que les palourdes colonisent deux grands types de substrat différents. Cependant, pour étudier leur répartition, plusieurs problèmes techniques se posent. La densité des individus est faible, il faut effectuer des prélèvements sur une grande surface pour récolter un nombre d'individus suffisant pour effectuer des analyses statistiques. Or la taille de l'estran sur lequel elles sont réparties estimmense, pour cartographier, les gisements il est nécessaire d'effectuer un grand nombre de prélèvements sur une surface très étendue.
L'origine de ces palourdes est inconnue et la vénériculture ayant lieu dans l'archipel des îles Chausey est suspectée d'être impliquée par les pêcheurs locaux, cependant il n'existe pas de lien directement établi. Dans ce contexte, et sans connaissance de la dynamique de population, des mesures de restriction de l'effort de pêche sont envisagées afin de préserver la ressource.
Les essais de stratification des habitats au moyen de la bathymétrie (obtenue par LIDAR) ont donné peu de résultats. Tout reste à faire dans le cadre de la gestion de cette ressource.
L'état actuel des connaissancesrend difficile l'appréhension de cette ressource dans le contexte du changement global.

2. La conchyliculture

La conchyliculture est représentée par l'ostréiculture et la mytiliculture en baie des Veys et à l'extérieur du havre de la Sienne.Cette activité économique figure parmi les plus importantes à l'échelle de la Basse-Normandie. De nombreuses études scientifiques lui sont consacrées par l'Université de Caen –Basse-Normandie la station d'Ifremer de Port-en-Bessin-Huppain. Des travaux concernant les interactions entre cette activité et son environnement ont également été menés.
Les banquettes de *Lanice conchilega*de la baie des Veys ont fait l'objet d'une thèse (Ropert, 1999) Sylvand et ont été régulièrement étudiées (Sylvand 1995). Cette espèce d'annélide polychète tubicole s'était installée sous les parcs du flanc Est de la baie des Veys pour former des récifs biogéniques, contribuant à envaser fortement le substrat tout en en surélevant l'altitude sous les tables à huîtres. Le travaildes professionnels était rendu difficile et des solutions pour s'en débarrasser étaient souhaitées. Les études se sont étalées entre les années 1990 et 2000, pendant que la situation persistait. Dans les années 2000, les banquettes ont disparu. Si leur apparition a été étudiée par Ropert (1999), les raisons de leur disparition restent inconnues.
Ces récifs biogéniques étant reconnus pour leur intérêt écologique, leur développement dans les zones conchylicoles crée systématiquement un conflit d'usage entre l'activité économique et la conservation de l'habitat.Cependant, leur dynamique spatio-temporelle étant encore mal connue, il semble difficile de créer des zones de protection de cet habitat là où il est observé à un instant précis sans savoir combien de temps il va se maintenir sous cette forme ni comment il va se développer.
Suite à la disparition de cet habitat, des sables fins envasés dominés par un crustacé amphipode (*Urothoe poseidonis*) et un annélide polychète (*Scoloplos armiger*) se sont développés. Pendant le programme BRANCH, cet habitat a également étéobservé sous les parcs à proximité de Ver-suer-mer, montrant ainsi une ressemblance des habitats associés aux structures conchylicoles dans les Calvados. Cependant, pour LiCCo, le site de ver-sur-mer n'a pas été suivi, la situation actuelle des parcs n'est donc pas connue. Les observations réalisées en baie des Veys pour LiCCo montrent que cet habitat a évolué et semble maintenant réparti dans toute la partie aval de la baie des Veys. Seule l'espèce *Scoloplos armiger*semble confinée au secteur des parcs, l'autre est rencontrée partout dans l'estuaire.
Sur la côte Ouest du Cotentin, une nouvelle étude a été mise en route en 2014, suite à la demande des professionnels qui ont besoin de mettre en place des pièges à Sargasses pour protéger leur activité des échouages estivaux massifs. La sargasse (*Sargassum muticum*) est une algue brune de grande taille, longtemps considérée comme invasive en Basse-Normandie et dont le statut actuel n'est pas encore bien défini. L'algue est munie de

nombreux flotteurs et peut mesurer plusieurs mètres de long. En été, de nombreux pieds fixés sur des galets, sont emportés par le courant et viennent s'échouer sur les côtes de l'Ouest du Cotentin. Pendant ce trajet, elles traversent les parcs et s'y échouent, détruisant les moules en élevage, enrichissant le substrat en galets et en matière organique. Ces algues ont pour vocations de s'échouer sur l'estran et d'alimenter la laisse de mer en haute de plage.
Les interactions entre l'environnement et les structures conchylicoles sont donc nombreuses et parfois problématiques. L'avenir de cette activité dépend surtout de son évolution technique. De nombreuses études récentes ont été consacrées aux épisodes de fortesmortalités estivales10 observés fréquemment depuis quelques années et Ifremer a choisi de travailler à l'échelle de l'écosystème conchylicole dans le cadre du programme OGIVE11 pour développer un outil d'aide à la décision à l'échelle du bassin de production régional.

L'évolution de cette activité à l'échelle des sites étudiés dépend donc plus des choix techniques effectués par la profession que des effets du changement du climat à court terme. De plus les interactions entre l'activité et les habitats benthiques intertidaux nécessitent d'être étudiés sur une période plus longue pour envisager l'avenir à moyen et long terme.

3. La chasse

Parmi les différentes activités de chasse existant, une peut-être facilement cartographiée, la chasse au gabion. Les mares de chasse et les huttes associées peuvent être repérées facilement sur les photographies aériennes. Ellessont présentes en baie des Veys et dans l'estuaire de l'Orne, plus particulièrement dans les prés-salés. Leur nombre n'évolue pas mais en baie des Veys, deux d'entre eux sont dégradés par l'érosion localisée des prés-salés de Brévands. Ils sont amenés à disparaître à court ou moyen terme.
Le nombre de chasseurs et l'état dela ressource pourrait être étudiés pour envisager la nécessité de reconstruire ces aménagements ailleurs dans les prés-salés en cours de développement à long terme. Cependant, l'ensemble des habitats des prés-salés est protégé à un degré variable. Cette option semble donc difficile à justifier.
De plus, la tendance au développement des prés-salés observée dans les estuaires locaux pourrait être inversée à partir d'une certaine vitesse d'élévation du niveau de la mer atteinte.

4. La réserve naturelle nationale du domaine de Beauguillot

Cette réserve est située sur le flanc Ouest e la baie des veys et sur le littoral de la côte Est du Cotentin. C'est la seule réserve sur les sites étudiés. Elle abrite notamment une colonie de phoques gris et des limicoles côtiers en hivernage. Or il a été montré que ces espèces utilisent l'espace de façon variable dans le temps. La question de la pertinence de limites fixes à une zone protégée face à des enjeux amenés à évoluer spatialement à moyen terme est posée. De plus les espèces ciblées étant mobiles, la taille ou le nombre des secteurs protégés devrait être évalués en fonction de l'évolution de ces enjeux.
L'exemple de l'Observatoire du Patrimoine Naturel Littoral illustre l'importance du choix de l'échelle spatio-temporelle élargie pour assurer une gestion locale pertinente.
En Normandie, l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Floristique et Faunistique Marines est en cours. Les DREAL de Haute et Basse-Normandie ont identifié les espèces et habitats déterminant pour la désignation de telles zones. Or, la dynamique des habitats à enjeux (herbiers, récifs biogénique) et l'état de sa connaissance laisse penser que poser des limites fixes pour la conservation de tels habitats nécessite de vérifier l'adaptation de ces limites à court terme et régulièrement.

5. Dépoldérisation

Face à la nécessité de maintenir l'étagement des habitats intertidaux et en particulier les prés-salés dans les estuaires, la dépoldérisation se présente comme une option très intéressante lorsqu'elle est possible (en fonction de l'altitude et des aménagements voisins). En effet, elle permettrait aux habitas de prés-salés de se développer vers le domaine terrestre, en améliorant ainsi la diversité et l'étagement des habitats. Ce développement ne serait pas possible sans un minimum d'aménagement du substrat qui, pour l'instant, est très bas par rapport au niveau de celui des prés-salés.
La baie des Veys est le moins aménagé des estuaires étudiés et le plus grand. Les options de dépoldérisation y sont plus nombreuses. Cette pratique doit être intégrée dans une vision à long terme pour être efficace. En effet, le

niveau de la mer devrait encore monter après 2100 et son augmentation dépasser le mètre envisagé. Les effets de ce changement sont déjà visibles et la conservation des habitats de l'estran et de leurs fonctionnalités passe nécessairement par la mise à disposition de surfaces disponibles nouvelles. La dépoldérisation est la seule technique connue permettant de réaliser ces actions.
Des actions sont déjà à l'étude en baie des Veys et en baie d'Orne, menées par le Conservatoire du Littoral. Au-delà de la faisabilité, elles devraient étudier les surfaces des secteurs qu'il est nécessaire d'ouvrir à la mer en fonction de l'habitat qu'il et souhaité développer (pré-salé ou vasière préférentiellement). En raison des fonctionnalités à maintenir, le développement des vasières et des prés-salés en fond d'estuaire semblent prioritaires.
Seule la baie des Veys semble proposer des surfaces suffisantes et des altitudes adaptées à un tel exercice à moyen terme.

E. Habitats particuliers

1. Les herbiers de zostère naine (*Zostera (Zosterella) noltei*)

Les herbiers de zostère naine n'ont été détectésen tant qu'habitat qu'à partir de 2007, leur première cartographie remonte à 2008. Celle qui a été effectuée par le GEMEL-N pour LiCCo est la seconde. Une troisième a été effectuée en 2013. Par comparaison avec l'état de référence e 2008, lasurface des herbiers a fortementdiminué en 2012 et 2013, de l'ordre de 60 %.Leur présence sous forme d'herbier n'est recensée qu'en baie des Veys et dans l'anse du Cul-de-Loup, au Nord de cette dernière.
Les limites de l'herbier sont relativement variables dans le temps mais l'évolution de la densité des plants au sein de l'herbier n'est pas connue. Le substrat associé est envasé, or la tendance de l'évolution des habitats de la baie des Veys semble favoriser les habitats de substrat sableux. De plus; la surface d'estran nu montre également une tendance à la réduction. L'évolution du milieu semble donc *a priori*défavorable au maintien de cet habitat. Pourtant, il est paraît associé à la limite des prés-salés qui, quant à eux, sont en expansion. Il est donc difficile d'appréhender l'avenir de cet habitat localement. Pourtant, si les prés-salés cessaient de se développer face à l'élévation du niveau de la mer, cet habitat serait logiquement le premier à disparaître puisque localisé en première ligne.
La dynamique des herbiers de zostères naine et marine (*Z. marina*) est suivie régulièrement par Ifremer dans le cadedel'application de la DCE. Le suivi des zostères naines de la baie des Veys et de l'anse du cul-de-loup est assuré dans ce cadre par le GEMEL-N tous les trois ans. Ainsi, leur répartition et leur densité sont appréhendés régulièrement. Cependant, il semble difficile de mettre en place des mesures de protections locales permettant d'inverser une tendance à la régression. Le suivi actuel semble suffisant mais des prospections supplémentaires sur la côte Ouest du Cotentin ou dans le Calvados pourraient être entreprises pour détecter d'éventuels développements d'herbiers là où l'espèce est déjà présente sporadiquement.Il faut également souligner que le suivi est très court pour envisager la dynamique de l'espèce et sa tendance à moyen terme.
Les zostères représentent également une ressource alimentaire importante pour les bernaches cravant (dont la bernache cravant à ventre pâle) et le canard siffleur et leur pression de consommation est particulièrement destructrice pour la zostère naine dont même le rhizomeest consommé. Ainsi, en plus de la dynamique de l'herbier, les effectifs de bernache cravant et de canards siffleurs hivernant localement devraient être suivis.Les cygnes pourraient également faire partie des espèces à suivre.
Par ailleurs, la dynamiquedes algues rouges (deux formes de *Gracilaria vermiculophylla*) devraient être suivie en parallèle de celle des herbiers de zostère naine afin de vérifier si son comportement est invasif ou opportuniste et appréhender son développement à moyen terme.
Ces suivis pourraient également renseigner sur l'état de l'ensablement de la baie des Veys puisqu'un lien avec la sédimentation est observé à l'échelle des herbiers d'après Hily (2010).
Les observations liées aux herbiers de zostères font partiedes changements importants de l'environnement caractérisés par LiCCo.

2. Les banquettes à Lanice (*Lanice conchilega*)

L'annélide polychète *Lanice conchilega*, lanice, est présent sur le littoral de Basse-Normandie. Ce ver est tubicole, il construit des tubes à partir de sable et de mucus. Il ainsi former des colonies, très denses sur l'estran, élevant l'altitude du substrat et l'envasant. Ce type de récif biogénique est capable de capter de nombreuses larves dans la colonne d'eau et d'abriter de cette façon de nombreuses espèces qui seraient absentes si le sédiment était nu. Le développement de telles structures augmente donc la diversité spécifique et peut se révéler intéressant pour l'alimentation de prédateurs supérieurs tels que les oiseaux dont les limicoles côtiers (De Smet, 2014)).

Dans le cadre de LiCCo de tels récifs n'ont pas été observés sur les sites étudiés même si l'espèce est présente à l'échelle régionale. Cependant de nombreuses études ont été menées en baie des Veys dans les années 1990 et 2000 en raisonde l'apparition et d'une banquette à lanice dans les parcs de la côte Est de la baie des Veys.La présence de cet habitat sur un site d'activité économique s'est révélée problématique, en particulier en raison de l'envasement associé et de la difficulté de circulation des tracteurs induite par la modification du substrat par l'espèce. Or si l'apparition et le développement e cette espèce a été étudié, en particulier par Sylvand (1995) et Ropert (1997),la disparition de l'habitat a uniquement pu être constatée et reste inexpliquée.L'apparition et le développement de tels habitats ont pu être observés depuis sur d'autres secteurs littoraux du Calvados sans qu'ils soient associés à des activités conchylicoles mais en présence de station d'épuration.
Cette situation illustre qu'un habitat particulier peut exister pendant un certain temps à une échelle géographique locale, présentant des fonctionnalités écologiques et des interactions avec les activités socio-économiques particulières.La connaissance de la dynamique du milieu est donc nécessaire à l'échelle de plusieurs dizaines d'années au moins pour distinguer la dynamique de ces habitats. De plus la connaissance de la dynamique des habitats de l'estran à l'échelle régionale permettrait de connaître l'évolution de la distribution de ces habitats à une échelle pertinente.
Le changement d'échelle spatio-temporelle de connaissance de cet habitat faciliterait la gestion et la conservation des habitats à enjeu du littoral.

3. Les récifs d'hermelles(*Sabellaria alveolota*)

L'annélide polychète *Sabellaria alveolata*, hermelle, est présent sur le littoral de Basse-Normandie. Ce ver est tubicole, il construit des tubes durs à partir de sable et de mucus. Il ainsi former des colonies, très denses sur l'estran, élevantl'altitude du substrat et l'envasant. Ce type de récif biogénique est capable de capter de nombreuses larves dans la colonne d'eau et d'abriter de cette façon de nombreuses espèces qui seraient absentes si le sédiment était nu. Le développement de telles structures augmente donc la diversité spécifique et peut se révéler intéressant pour l'alimentation de prédateurs supérieurs tels que les oiseaux dont les limicoles côtiers (Dubois, 2003) ainsi que pour la pêche à pied.
Deux grands récifs sont présents en baie du Mont Saint-Michel et l'espèce est régulièrement observée sur la côte Ouest du Cotentin. Dans le cadre de LiCCo, l'espèce na pas été recensée sur les sites étudiés.Cependant, des questions se posent déjà quant à la présence de cet habitat protégédans les structures conchylicoles. Or, sur la côte Ouest du Cotentin, les colonisations de l'espace par l'espèce sont régulières et généralement suivies par une régression. Les substrats colonisés présentent également une nature variable.
Cette situation illustre qu'un habitat particulier peut exister pendant un certain temps à une échelle géographique locale, présentant des fonctionnalités écologiques et des interactions avec les activités socio-économiques particulières. La connaissance de la dynamique du milieu est donc nécessaire à l'échelle de plusieurs dizaines d'années au moins pour distinguer la dynamique de ces habitats. De plus la connaissance de la dynamique des habitats de l'estran à l'échelle régionale permettrait de connaître l'évolution dela distribution de ces habitats à une échelle pertinente.
Le changement d'échelle spatio-temporelle de connaissance de cet habitat faciliterait la gestion et la conservation des habitats à enjeu du littoral.

4. Les banquettes à *Pygospio elegans*

L'annélide polychète *Pygospio elegans*, est présent sur le littoral de Basse-Normandie. Ce ver est tubicole, il construit des tubes durs à partir de sable et de mucus. Il ainsi former des colonies, vivant dans un réseau de petits tubes souples sous la surface du sédiment sablo-vaseux. Ce type de récif biogénique est capable de capter de nombreuses larves dans la colonne d'eau et d'abriter de cette façon de nombreuses espèces qui seraient absentes si le sédiment était nu. Le développement de telles structuresaugmente donc la diversité spécifique.
Pour le programme LiCCO de telles structures ont pu être observées en baie des Veys et dans l'estuaire de l'Orne. Dans ce dernoer, la densité de l'espèce est forte mais la surface très réudote(une seule station d'échantillonnage). En baie des Veys, l'espèce est présente dans toutes les parties sableuses de l'estran, elle est également observée partout sur ce secteur, chaque automne, pour l'Observatoire du Patrimoine Littoral de RNF.
Sa présence observée à l'échelle de la baie des Veys est probablement à mettre en relation avec l'ensablement du milieu. Il semble que le réseau de galerie développé par cette espèce sous la surface du sédiment, malgré ses petites dimensions, favorise une certaine stabilité du sédiment.

Le suivi de son évolution pourrait renseigner sur le niveau d'ensablement de la baie des Veys. Dans l'estuaire de l'Orne, les possibilités de développement sont limitées par le manque d'espace disponible. La réduction de la surface intertidale disponible pourrait réduire à moyen terme le développement de cet habitat malgré l'ensablement croissant.

5. Prés-salés

La dynamique des prés-salés et son avenir ont été traités dans le rapport 2.2 par Emilie Thibaud. De façon générale, la tendance observée à long terme est très majoritairement à au développement. Or, les estuaires étudiés étant fermés par des digues, ces prés-salés colonisent uniquement l'estran nu, réduisant ainsi cet espace intertidal.
Cependant la plupart des habitats des prés-salés présentent un fort intérêt de conservation et ce milieu est généralement très diversifié. Or la tendance observée montre que la croissance et l'élévation de cet habitat compense actuellement l'élévation du niveau de la mer. En effet, cet habitat favorise la sédimentation fine et parvient à élever son altitude tout en se colonisant de l'espace intertidal. Cependant l'élévation du niveau de la mer s'accélère et cette capacité à se développer pourrait ne pas se conserver à partir d'une vitesse seuil encore indéfinie.
La seule façon de maintenir cet habitat en prévision de cette bascule dynamique est de permettre aux prés-salés de se développer vers les terres, donc en ouvrant les digues de polder tout en aménageant le substrat pour lui permettre d'être colonisé.

6. Dunes

La dynamique des habitats dunaires et leur avenir ont été traités dans le rapport 2.2 par Emilie Thibaud. De façon générale, la tendance observée à long terme est très majoritairement à l'érosion. Dans le Val de Saire, les dunes laissent place à un habitat de type «laisse de mer» suite à l'érosion et à la submersion. Cet habitat semble favorable à la nidification du gravelot à collier interrompu, augmentant alors les surfaces exploitables par cette espèce pour sa nidification.
Ce typede situation ne peut être que temporaire et décrit un état transitoire du milieu qui souigne que le changement côtier est déjà d'actualité.

7. Laisse de mer

La laisse de mer, située à proximité du trait de côte et donc du domaine terrestre représente un habitat à enjeux, notamment en raison de la nidification du gravelot à collier interrompu. Sur ce secteur, s'échouent également les algues arrachées par la houle en mer. Cet habitat est amené à se développer en raison de l'érosion et de la submersion croissantes à l'échelle des dunes et des marais arrière-littoraux.
Le suivi de ce secteur devrait être associé à celui de la nidification du gravelot à collier interrompu et à celui des échouages d'algues. Par ailleurs, ce type de suivi devrait également intégrer les travaux du GRETIA sur les insectes et arachnides de la laisse de mer. Cet habitat peut également constituer une ressource alimentaire pour de nombreux oiseaux migrateurs en raison de la présence de talitres (puces de mer) et d'insectes. Les algues échouées sont déjà suivies par le CEVA à l'échelle de tout le littoral régional, ces données pourraient compléter le suivi à mettre en place à cette même échelle.

F. Espèces à dynamique particulière
1. *Gracilariavermiculophylla*

Cette algue rouge est détectéeen limite des prés-salés de la baie des Veys de l'estuaire de l'Orne sous forme d'un tapis plus ou moins dense en fonction de la saison et des marées. Cependant en baie des Veys, le suivi de LiCCo a constitué la première occasion d'observer des algues rouges de grande taille colonisant, a priori, les zones sableuses restant humides à marée basse à proximité des prés-salés.
Cette espèce est très abondante à proximité des herbiers de zostère naine et la question de la compétition entre les deux espèces se pose en cas de développement l'algue rouge. L'identification de cette espèce et les informations à son sujet ont été fournies par Anne-Marie Rusig de l'Université de Caen -Basse-Normandie et Erwann Ar Gall de l'IUEM. Il s'avère qu'en Bretagne cette espèce soit étudiée en raison de sa présence dans les estuaires et de son éventuel caractère invasif.Cependant le fait d'observer deux formes différentes de cette même espèce n'est pas clairement établi et des vérifications sont encore à effectuer.

Dans le cadre de la conservation des herbiers de zostère, le suivide cette espèce devrait assuré en même temps que celui des herbiers eux-mêmes. De plus il est possible que sondéveloppement soit associé à l'ensablement ou auchangement de nature du substrat, donc lesuivi de cette espèce pourrait également renseigner sur l'état de l'évolution de l'estuaire. Par ailleurs, si les zostères assurent un rôle trophique pour les certains anatidés comme les bernaches cravant, la question du rôle possible de cette algue dans l'alimentation de tels oiseaux reste posée et à étudier.
Ce changement a été observé grâce à LiCCo, il est donc décrit actuellement, soulignant que le changement de nature de l'estran est déjà en cours.

2. *Ulvales (algues vertes)*

Les algues vertes, ulvales, sont observées en échouage dans la laisse de mer (sur les plages ouvertes) et en limite de pré-salé (dans les estuaires) ainsi que dans la colonne d'eau avant de s'échouer et après avoir été arrachée de leur substrat. Elles sont considérées comme symptomatiques du mauvais état écologique des masses d'eau pour la Directive Cadre sur l'Eau. Or elles sont consommées par la bernache cravant à ventre pâle dans le havre de la Sienne. Or, des mesures sont prises par l'AESN pour améliorer la qualité des cours d'eau côtiers et le développement de ces algues devrait diminuer en conséquence sur le littoral. Par conséquent, les ressources alimentaires de cette espècepatrimoniale devraient être modifiées à moyen terme. Ce consommateur pourrait soit consommer d'autres ressources sur place, soit se déplacer pour rechercher cette ressource ailleurs. Il se peut également que les bernaches adoptent un choix intermédiaire entre ces deux options.
Le cas de ces algues dans le havre de la Sienne est associé à la présence d'une espèce patrimoniale alors qu'elles traduisent une perturbation du milieu. La situation ainsi observée n'est donc que temporaire puisque la qualité de l'eau est en cours d'amélioration. Les suivis de ces algues vertes et de leurs échouages devraient donc être associés à celui des bernaches afin de préciser la connaissance de la dynamique de l'espèce.

Conclusion
Les constats effectués montrent des changements actuels du milieu variables en fonction des sites mais plus nets dans le site le plus grand et le plus étudié. Les observations effectuées sont conformes aux descriptions de Fuji(2014)qui prédit une réduction de l'espace disponible pour les habitats estuariens et une difficulté de maintenir l'étagement caractérisant leur distribution.
Les propositions de suivis ont été effectuées et se basent sur de nombreux suivis existant. Cette situation illustre que l'urgence concerne surtout la mise en commun des compétences et des suivis existant. En effet de nombreux organismes suivent déjà de façon spécialisée des paramètres variables sur tous les sites concernés. La disponibilité des données LIDAR sur la topographie de l'estran permet de faire le lien entre toutes ces données. Cependant, LiCCo dispose des premières données de ce type, or des données supplémentaires permettraient à l'avenir de travailler sur les volumes sédimentaires et leur évolution en plus de l'approche surfacique développée pour LiCCo.
Il est également nécessaire de travailler à une échelle inter-sites voire régionale pour mieux appréhender les enjeux et l'évolution de leur distribution. Le travail de cartographie des habitats intertidaux effectué par Rolet *et al.*(2014)à l'échelle du Nord-Pas-de-Calais montre un exemple de données intéressantes à croiser avec les données sur l'altitude du substrat pour organiser un suivi pertinent pour l'appréhension du changement côtier.
Il a été montré par le programme BRANCH qu'une élévation du niveau de la mer de 1M aurait un impact peu différent de l'impact actuel sur les habitats terrestres et intertidaux. LiCCo a permis de dépasser et préciser ce constat. Une bascule des tendances de développement des habitats actuellement observée pourrait être observée à partir d'une certaine élévation du niveau de la mer encore indéfinie. Il est donc impossible de savoir si ce changement de tendance (développement / érosion des prés-salés par exemple) aura lieu entre le niveau actuel et 20 cm d'élévation, entre 20 et 62 cm d'élévation ou entre 60 cm et 100 cm, voire au-delà de 100 cm d'élévation. Les exemples anglais nous ont montré que cette inversion des tendances a déjà pu avoir lieu de l'autre côté de la Manche.Il semble donc envisageable que cette situation se produise à moyen terme en Basse-Normandie.**90**

Parmi les options qui se présentent, trois principales ont été retenues et sont utilisées en Angleterre, laisser faire, défendre, ou modérer. LiCCo a permis de préciser grandement la connaissance de la situation des sites concernés. Cette connaissance doit encore être précisée et développée dans le cadre de suivis à harmoniser. Actuellement il est possible pour les gestionnaires également de préciser les choix des options proposées site par site en fonction des options retenues. L'expérience de LiCCo a également montré que pour permettre d'effectuer ces choix, il est nécessaire de disposer de tous les gestionnaires travaillant sur les bons documents. Ces documents sont fournis par

LiCCo et les groupes de travail par site constituent une bonne base de d'organe de décision pour la gestion durable des sites. Ces organes de décisions locaux devraient également bénéficier de l'éclairage de perspectives inter-sites. l'espace par l'espèce sont régulières et généralement suivies par une régression. Les substrats colonisés présentent également une nature variable.
Cette situation illustre qu'un habitat particulier peut exister pendant un certain temps à une échelle géographique locale, présentant des fonctionnalités écologiques et des interactions avec les activités socio-économiques particulières. La connaissance de la dynamique du milieu est donc nécessaire à l'échelle de plusieurs dizaines d'années au moins pour distinguer la dynamique de ces habitats. De plus la connaissance de la dynamique des habitats de l'estran à l'échelle régionale permettrait de connaître l'évolution de la distribution de ces habitats à une échelle pertinente.

Le changement d'échelle spatio-temporelle de connaissance de cet habitat faciliterait la gestion et la conservation des habitats à enjeu du littoral.

3.6 annexe 6 : Proposition d'indicateurs de l'évolution du trait de côte

De nombreuses expertises scientifiques littorales ont défini ou repris dans leurs études, plusieurs critères de représentation de la position du trait de côte3. Il en existe aujourd'hui plus d'une dizaine (Robin, 2002 ; B. Touré, 2012). Les plus couramment utilisés sont les suivants4 :

- **Indicateurs morphologiques** : discontinuités morphologiques marquées par des reliefs plus ou moins prononcés (ruptures de pentes en zones supratidale, intertidale ou subtidale),
- **Indicateurs botaniques** : marqueurs du régime de submersion associés au niveau haut des eaux. La variation de ces marqueurs peut cependant résulter de phénomènes d'origines anthropiques (piétinements, etc.), et de la sensibilité de la végétation aux conditions climatiques et écologiques de manière générale (Morton et Speed, 1998 ; Robin, 2002 ; B. Touré, 2012),
- **Indicateurs hydriques instantanés** : manifestation de la dernière marée, limite terre/eau au moment de la prise de vue,
- **Indicateurs anthropiques** : présence d'ouvrages longitudinaux, directement exposés à la mer en vue de figer le trait de côte, de limiter les submersions et/ou de gagner des terrains sur la mer (cas des polders).

Des sorties terrain ont été réalisées afin de contrôler visuellement la précision de la digitalisation sur les sites du havre de la Sienne (24 avril 2013), de la baie des Veys et de l'estuaire de l'Orne (17 avril 2013).
D'une part, nous distinguons conventionnellement les datums5 marégraphiques (Faye, 2010). En particulier :
☐ Le zéro hydrographique (le « zéro des cartes marines »), le trait de côte est dans ce cas la limite employée par le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, qui « correspond à la laisse des plus hautes mers dans le cas d'une marée astronomique de coefficient 120 et dans des conditions météorologiques normales (pas de vent du large, pas de dépression atmosphérique susceptible d'élever le niveau de la mer) » (SHOM)

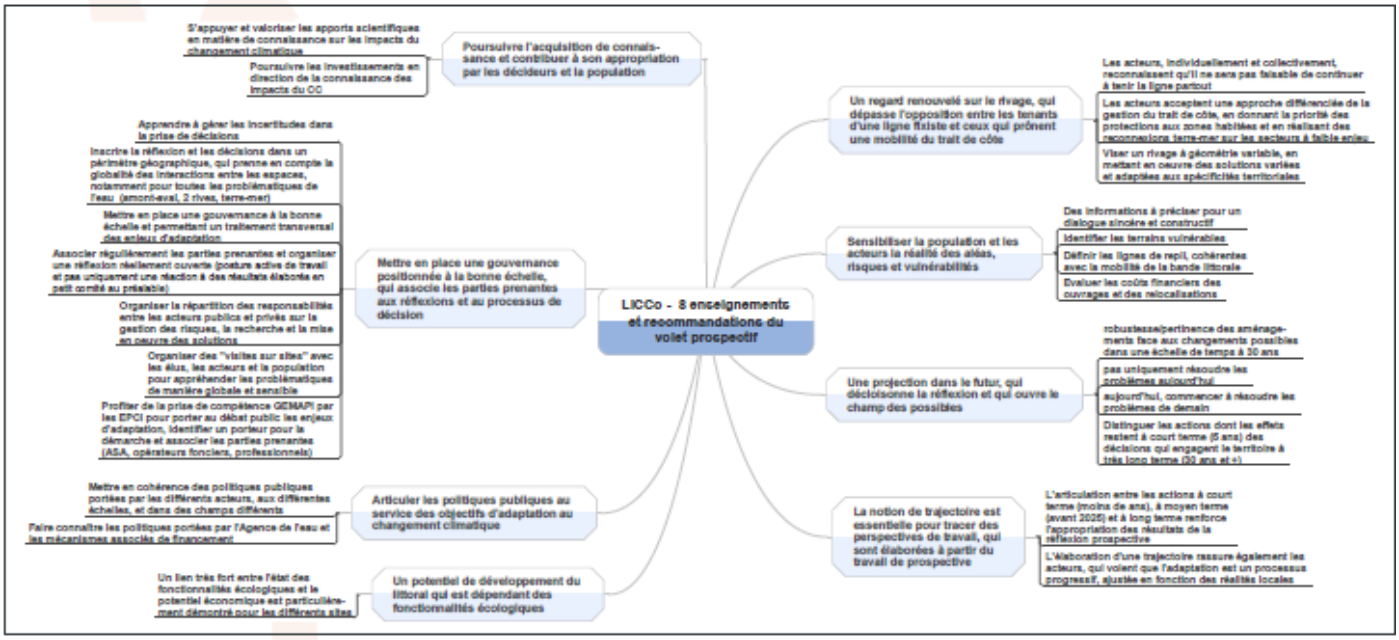
- Le zéro issu du Nivellement Géodésique Français (NGF) de l'IGN
- Autres niveaux moyens atteints par la mer (niveau moyen des plus hautes eaux, niveau moyen des pleines mers de vives eaux, niveau moyen des plus basses mers de mortes eaux, etc.)

Cependant, comme nous l'abordions en introduction, ces lignes de référence « usuelles » telles que définies par le SHOM ou l'IGN ne sont pas directement repérables de façon continue sous photographie aérienne. Cela nécessiterait de connaitre l'heure à laquelle la mer atteint le niveau de référence pour chacune des photographies aériennes, sur tous les sites et à toutes les dates. Pour rappel, nous cherchons à comparer des objets identiques, nous connaissons les dates mais pas les heures de prise de vue des photographies aériennes anciennes et nous n'avons aucun moyen d'estimer le niveau auquel se situait la mer sur chacun de ces clichés.

En ce qui concerne le zéro hydrographique, il correspond à la limite inférieure de l'estran. Le trait de côte des cartes marines est quant à lui représenté par le niveau des plus hautes mers astronomiques.
Le zéro hydrographique est calculé au SHOM à partir des observations de marée. Il n'est pas figé mais sa modification pour une zone nécessite une nouvelle édition des cartes marines publiées sur cette zone. La modification du zéro hydrographique se fait donc uniquement dans des cas extrêmes d'évolution de ce dernier6. Sur consultation du SHOM et de ses experts en interne, **ce dernier n'a pas évolué sur les cinquante dernières années sur le littoral normand**7. Par conséquent, cet indicateur n'évoluant pas ou que très localement, nous ne pouvons simuler une évolution (traduite par des phénomènes d'accrétion, d'érosion ou stabilisation) du trait de côte sur le pas de temps défini pour LiCCo (de 1947 à aujourd'hui). De plus, cette définition reste théorique. Elle nécessiterait une modélisation hydraulique couplée à un modèle numérique de terrain précis pour représenter ce zéro hydrographique8.
Dans un souci d'interopérabilité, de comparaison des résultats issus du LiCCo et de ceux issus d'autres études (Branch, Surcote, Bar), nous ne pouvons retenir le zéro hydrographique comme limite de référence, qui est un marqueur très peu utilisé dans les analyses diachroniques d'évolution du trait de côte. Il en va de même pour l'ensemble des datums marégraphiques tels que définis par I. Faye.
D'autre part, les indicateurs morphologiques et botaniques représentent des lignes de référence adaptées à la photo-interprétation : elles répondent dans la plupart des cas aux exigences de visibilité (bons contrastes des teintes sous orthophotographies) et aux contraintes d'échelles (marqueurs évoluant sur le long terme). A contrario, les marqueurs hydriques instantanés évoluent sur le court terme, ils sont difficilement identifiables sous photographie aérienne. En effet, ces indicateurs (limite supérieure de l'eau, limite supérieure du jet de rive, du sable mouillé, etc.) représentent des lignes très mobiles tributaires de la pente, de la puissance des vagues, des conditions atmosphériques (vent + pression), et du coefficient de marée, phénomènes extrêmement variables sur un pas de temps très court (échelle événementielle).

Les indicateurs morphologiques et botaniques sont les lignes de référence retenues pour mener notre analyse sur les cinq sites LiCCo. S'en suit une déclinaison détaillé par site

3.7 Annexe 7 : les 8 enseignements et recommandations du volet prospectif de LICCO (CDL et Stratys)



3.8 Annexe 8 : Trame pour une réflexion interne agence sur les estuaires normands et leur restauration écologique (hors Seine)

- **Objet** : A partir des connaissances rapidement accessibles et d'un travail d'**enquête** auprès d'un certain nombre de partenaires et de concertation en interne
    - Etablir un **état des lieux synthétiques** des petits estuaires normands et de leur fonctionnement
    - Analyser les **outils** à notre disposition pour en évaluer l'état, identifier les principaux facteurs qui limitent l'expression de leurs fonctionnalités écologiques
    - Identification des **principaux enjeux** – prise en compte des aléas /effets du changement climatique
    - Analyser la prise en compte les estuaires dans les **politiques publiques** , y compris celles de l'agence – pour ce faire , établir un bilan des mesures de protection existantes, des plans d'actions en cours ou en projet, en tirant les enseignements de ceux du passé – le point sera fait également sur la gouvernance actuelle et son évolution prévisible
    - établir une **stratégie d'amélioration** de la situation actuelle, en termes d'actions, de mesures de gestion, de gouvernance et de connaissance – l'objectif de cette stratégie doit viser la **restauration écologique** - la projection différenciera le court, le moyen et le long terme – elle intégrera les effets potentiels du changement climatique (maritimisation, salinisation , submersion,..) - elle comprendra une évaluation de la faisabilité des actions et des mesures envisageables et les leviers à mettre en œuvre, notamment par l'agence – une hiérarchisation des sites sera établi , en fonction des difficultés techniques, économiques et sociétales à atteindre les objectifs (méthodo du type RNAOE)

- **Méthode** :
    - **Territoire** :
        - A défaut de pouvoir passer en revue tous les petits estuaires de la façade littorale normande, le travail portera sur une sélection des plus représentatifs, de ceux où les enjeux sont les plus importants et sur lesquels la connaissance est jugé suffisante (Yéres, Saane, Risle, Touques, Dives, Orne , baie des Veys , Havre de la Sienne) – la baie du Mont St Michel est écarté de ce panel, en raison de l'existence des réflexions déjà engagées dans l'intersage
        - Le travail intégrera les espaces en relation avec les milieux estuariens , ou susceptibles de l'être suivant les évolutions à moyen, long terme
    - **Analyse bibliographie** essentiellement à partir des études et documents locaux et régionaux (pas de biblio des doc généraux, hormis éventuellement sur des aspects méthodologiques)
    - faire un **rapide historique** des politiques d'aménagement et de gestion, passé et récent (infrastructures portuaires, conchyliculture, polders, digues, barrages, ..) et des mesures de gestion appliquées (dragage,..) – impacts réversibles ou irréversibles ?
    - recensement des principaux **projets en cours ou futurs** – ne pas oublier les projets anciens qui n'ont pas abouti
    - **travail d'enquête** auprès d'un certain nombre d'organismes et de personnes ressources (entre 10 et 20), en interne et en externe (support à définir , liste à établir)
    - **construction** en interne de cette stratégie partagée

- **champs de données et questions importantes à traiter**

Délimitation- caractérisation des estuaires / principaux chiffres MET, MEFM influence marée, salinité , milieu en relation (MEC , MES, marais arrières littoraux , …)

Aspect réglementaire (limite de salure /pêche fluviale et maritime ,…)

Suivi / surveillance Etat : principaux résultats – les manques , les évolutions

Biblio des études locales et régionales sur l'état, le fonctionnement , les projets , …

Gouvernance : qui fait quoi et comment

Documents de planif et de protection/gestion / classement

Historique de l'aménagement/ pressions et des usages

Evolution / changement climatique (rappel synthétique des études de transpositions locales)

Principaux projets – faisabilité et marge de progression possible