

# Les mesures compensatoires et d'accompagnement Port 2000 : retour d'expériences

Christophe Aulert <sup>a</sup>, Pascal Provost <sup>a</sup>, Christophe Bessineton <sup>b</sup> et Christelle Dutilleul <sup>b</sup>

Deux enjeux majeurs sont présents dans l'estuaire de la Seine : l'un économique, avec de multiples activités humaines notamment à caractères portuaire et industriel, l'autre écologique, avec un espace de vie et de reproduction pour de nombreuses espèces végétales et animales. Le deuxième enjeu a été reconnu en 1998 avec la création d'une des plus vastes réserves naturelles nationales de France métropolitaine sur une surface de 8 528 ha. L'estuaire de la Seine est situé au cœur de la voie de migration ouest-paléarctique. Cet atout, ainsi que la diversité des milieux en présence, en fait un site d'importance internationale pour l'avifaune en toutes saisons. En fonction des marées, les oiseaux d'eau (en particulier les limicoles) ainsi que les juvéniles de poissons (sole, flet, bar) vont utiliser les milieux intertidaux comme sites d'alimentation. À marée haute, les limicoles vont se replier sur des surfaces situées à proximité de l'eau et des lieux d'alimentation, appelées reposoirs de pleine mer.

Depuis plus d'un siècle, les aménagements du cours de la Seine (endiguements) ont des conséquences très fortes sur les surfaces intertidales disponibles (réduction). Cela entraîne une baisse des contingents d'oiseaux dépendant de ces milieux pour leur alimentation (figure 1).

L'extension du port autonome du Havre, Port 2000, a détruit le principal reposoir de

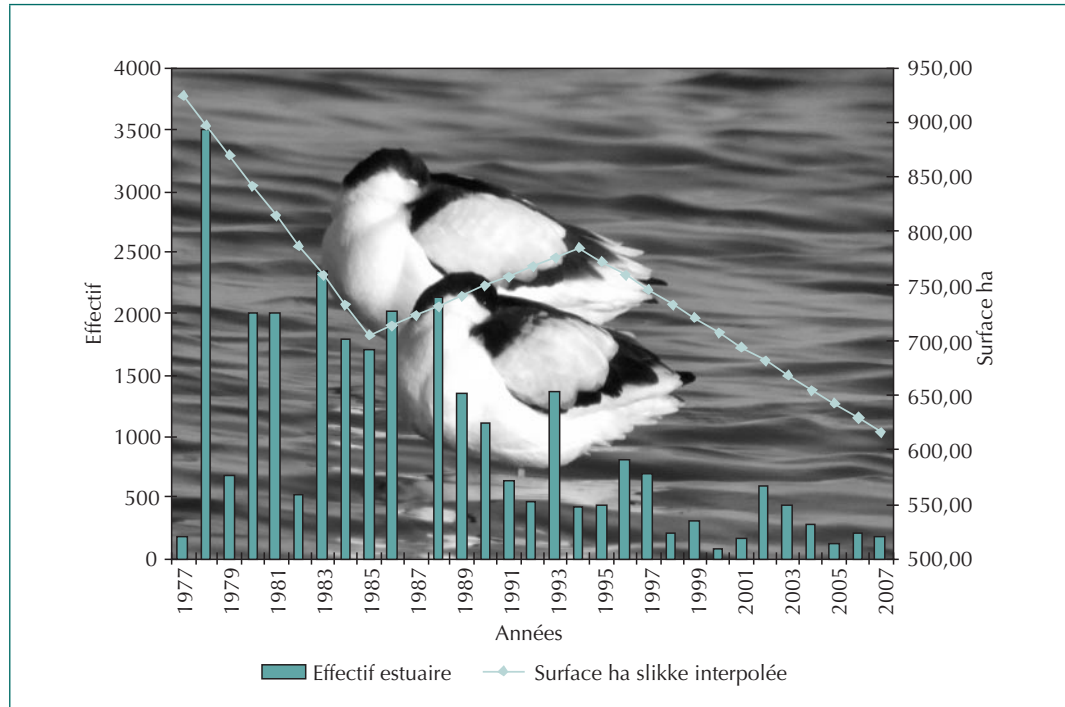
pleine mer pour les limicoles et d'autres espèces d'oiseaux d'eau (anatidés, sternidés, laridés...) et a contribué aux perturbations hydrosédimentaires que connaît l'estuaire depuis plus d'un siècle. Face aux enjeux environnementaux présents, des mesures compensatoires et d'accompagnement ont été réalisées dans le but de réduire l'impact du projet de Port 2000 sur les habitats et les espèces (carte 1) :

- le dragage d'un méandre de 2 800 m de long, mis en service en juillet 2005 dans le but de recréer des surfaces intertidales ;
- la création d'un reposoir de pleine mer en arrière d'un cordon dunaire, avant destruction de l'ancien reposoir, achevée en février 2002 (reposoir sur dune) ;
- la création d'une île pour l'accueil des oiseaux à marée haute opérationnelle depuis avril 2005 (îlot du Ratier).

Ces trois aménagements concernent des fonctions écologiques différentes mais qui concourent toutes à la capacité d'accueil du milieu vis-à-vis de l'avifaune. Le reposoir de la dune et l'îlot ont une fonction de refuge et de zone de reproduction pour certaines espèces. Le méandre a une fonction trophique. Son objectif est de créer des milieux favorables à la faune benthique, elle-même très dépendante de la géomorphologie et de la qualité des sédiments. Les suivis mis en place concernent donc à la fois les aspects mor-

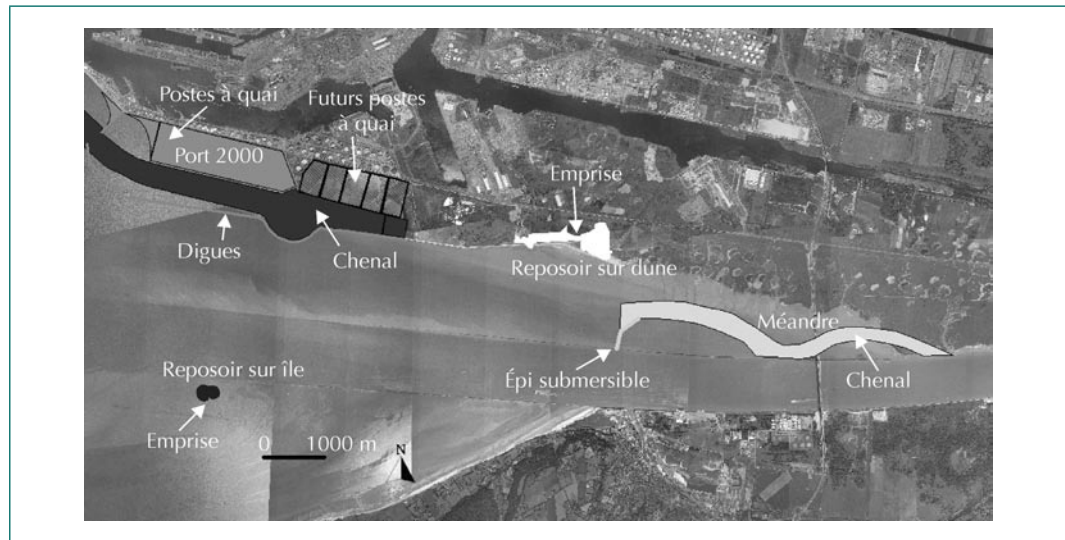
## Les contacts

**a. Maison de l'estuaire, Observatoire de l'avifaune de la ZPS Estuaire et marais de la Basse Seine, 20 rue Jean Caurret, 76600 Le Havre**  
**b. Maison de l'estuaire, Réserve naturelle nationale de l'estuaire de la Seine, 20 rue Jean Caurret, 76600 Le Havre**



▲ Figure 1 – Évolution de la population d’avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) en hivernage (source : Wetlands International ; photo : D. Hemery, MDE<sup>1</sup>), en comparaison avec l’évolution de surface de la slikke (ha) depuis 1977 ( $r = 0,4091$  ;  $p = 0,022$  ;  $N = 31$ ).

1. Maison de l'estuaire.



▲ Carte 1 – Localisation des aménagements (sources : MDE et IGN<sup>20</sup> BD ortho 1999).

2. Institut géographique national.

phosédimentaires (bathymétrie, granulométrie), les ressources trophiques (biomasse du zoobenthos) et les populations d’oiseaux (numération, comportement...).

Cet article dresse un premier bilan de ces mesures compensatoires en analysant les données des protocoles de suivis et en les comparant aux objectifs initiaux.

## Caractéristiques techniques et objectifs des aménagements

### Le méandre

Dans ce contexte de comblement rapide de la fosse nord de l'estuaire et de disparition des vasières intertidales, les objectifs de cet aménagement sont de permettre la constitution de vasières intertidales favorables au zoobenthos sur environ 100 ha, et de pérenniser le fonctionnement hydro-sédimentaire de la fosse nord. Dans l'ensemble de l'estuaire, les envasements sont observés entre les cotes topographiques de 4,50 m à 7,50 m cotes marines du Havre (CMH). En dessous de cette cote, les sables prédominent ; au-dessus, le schorre colonise la vasière nue.

Un groupe d'experts animé par la DIREN<sup>3</sup> de Haute-Normandie et l'IFREMER<sup>4</sup> a diligenté les études préalables, notamment des études sur les modèles physiques et mathématiques mis en œuvre par la SOGREA<sup>5</sup> dans le cadre de la construction de Port 2000. Différentes variantes ont donc été testées. L'aménagement final comprend (figure 2) :

- le dragage d'un chenal de 2 800 m de long sur 100 m de large (1,8 millions de m<sup>3</sup> de déblais) en amont du Pont de Normandie ;
- l'aménagement d'une brèche de 400 m de long à la cote + 2,50 m CMH dans la digue basse nord de la Seine à l'extrémité amont de ce chenal ;
- la protection des piles du viaduc du Pont de Normandie contre les érosions ;

– l'exhaussement de la cote + 1 à la cote + 3,50 m CMH de la brèche située en aval du Pont de Normandie ainsi que de la digue basse nord ;

– la construction d'un épi submersible de 550 m destiné à favoriser la sédimentation sur le banc de la passe et le méandrement du chenal nord en aval du Pont de Normandie.

Les travaux ont été réalisés entre 2003 et 2005 sous maîtrise d'ouvrage des ports autonomes du Havre et de Rouen.

Différents suivis ont été mis en place pour surveiller l'évolution de cet aménagement : suivis bathymétriques et de la morphologie des vasières, granulométrie, suivi du macrozoobenthos intertidal.

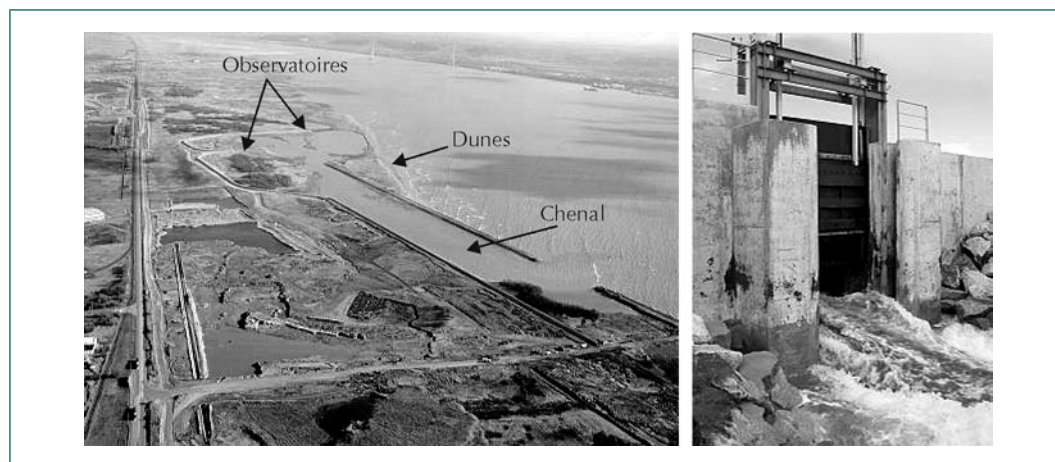
### Le reposoir sur dune

Le reposoir sur dune (photo 1) a été achevé en février 2002. Il avait pour but principal d'accueillir, en toutes saisons, les contingents de limicoles fréquentant l'ancien reposoir : Bécasseau variable (*Calidris alpina*), Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*), Avocette élégante, Courlis cendré (*Numenius arquata*), Pluvier argenté (*Pluvialis squatarola*), Barges à queue noire et rousse (*Limosa limosa*, *Limosa lapponica*), et secondairement d'autres espèces d'oiseaux d'eau (canards de surface, sternes, laridés, ardéidés...). Ce reposoir consiste en l'aménagement d'un chenal et de quatre anciennes installations de chasse situées à l'arrière d'un cordon dunaire. Sa surface avoisine celle de l'ancien reposoir

3. Direction régionale de l'environnement.

4. Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer.

5. Société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques.



▲ Photo 1 – Le reposoir sur dune (sources : GPMH<sup>6</sup> et MDE). Photo de gauche : vue générale ; photo de droite : vanne installée sur la brèche d'alimentation permettant la gestion des niveaux d'eau à l'intérieur du reposoir.

6. Grand port maritime du Havre.

## 7. Compagnie industrielle et maritime.

de la CIM<sup>7</sup> détruit par Port 2000, soit environ 40 ha. La proximité immédiate des secteurs d'alimentation des limicoles (*slikke*) et de l'ancien reposoir représentait un atout majeur pour cette population d'oiseaux. Dans un premier temps, cet aménagement était soumis à la marée par l'intermédiaire d'une brèche réalisée dans la digue le séparant de l'embouchure de la Seine. Suite aux premiers résultats acquis par les suivis ornithologiques, une vanne permettant de gérer les niveaux d'eau et limitant ainsi le marnage, a été installée en 2005 (chantier terminé en mai 2005) à l'emplacement de la brèche. Une partie de cet aménagement est destiné à favoriser la nidification de l'Avocette élégante par la constitution de petits îlots à l'intérieur d'un bassin isolé du reste du système par un merlon et une vanne à clapet. Enfin, l'intégralité de cet aménagement ainsi que les vasières attenantes situées au sud du cordon dunaire ont été classées en zone de non-chasse en mars 2002. Cette zone de non-chasse a ensuite été étendue à l'est du reposoir, permettant ainsi la constitution d'une zone tampon de 500 m entre le reposoir et les secteurs chassés. Cette mesure a été effective en août 2006. À ce jour, la vanne installée en 2005 n'est plus fonctionnelle suite à des malfaçons dans sa conception. Cela a généré de nombreux problèmes en termes de gestion des niveaux d'eau et de maîtrise de la végétation.

### L'îlot du Ratier

Cet aménagement a été livré en avril 2005. Situé sur des hauts fonds à + 3 m CMH (banc du Ratier), à l'embouchure de l'estuaire face à Honfleur, il a nécessité 544 000 tonnes de matériaux sablo-gravleux et 57 000 tonnes d'enrochements durs. Son point culminant atteint la cote de 10 m CMH, ce qui lui permet d'être exondé à marée haute sur une surface de 1,5 ha. À marée basse, sa surface

atteint 5 ha. Sa forme particulière en « haricot » a été décidée pour plusieurs raisons :

- meilleure résistance aux conditions de houles (vents dominants d'ouest : le secteur ouest servant de bouclier),
- spécialisation des îlots en fonctions des espèces ciblées.

Le secteur sud de l'îlot n'est volontairement pas protégé de façon à le laisser évoluer naturellement.

Cet aménagement a spécialement été conçu pour l'accueil des oiseaux marins : Sternes pierregarin, caugek et naine (*Sterna hirundo*, *Sterna sandvicensis*, *Sterna albifrons*), Goélands argenté, brun, leucopnée et marin (*Larus argentatus*, *Larus fuscus*, *Larus cachinnans*, *Larus marinus*), Mouettes rieuse et mélanocéphale (*Larus ridibundus*, *Larus melanocephalus*), Grand cormoran (*Phalacrocorax carbo*), Guifette noire (*Chlidonias niger*) à marée haute, et de certains limicoles : Huîtrier pie, Tournepie à collier (*Arenaria interpres*), Chevalier gambette (*Tringa totanus*), Bécasseau variable... Cet îlot peut également servir de site de nidification à certaines espèces tels les sternes, les laridés ou encore le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*).

### Méthodes de suivis du méandre

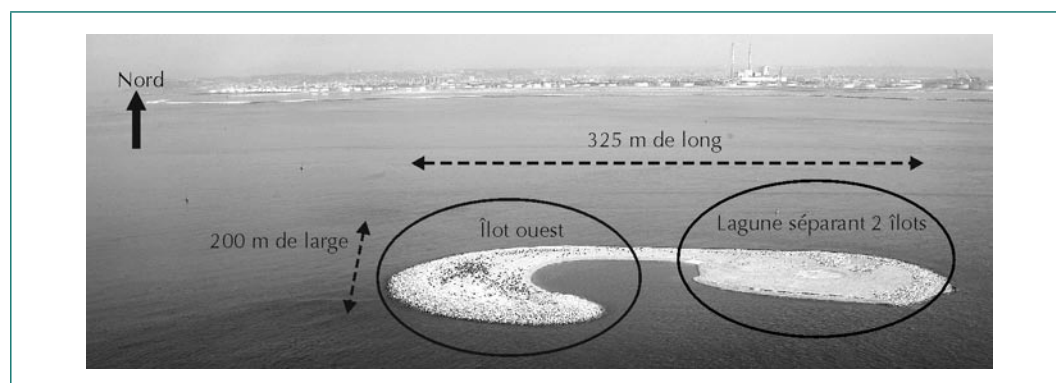
La bathymétrie est effectuée par les vedettes hydrographiques des ports du Havre et de Rouen quatre à six fois par an.

### Morphologie des vasières

Cinq transects ont été équipés de piquets de PVC<sup>8</sup> permettant de suivre, tous les deux mois, l'évolution des zones intertidales par l'équipe de la

## 8. Polychlorure de vinyle.

► Photo 2 – Le reposoir de l'îlot du Ratier (source : GPMH).



réserve naturelle. Ces piquets ont été positionnés en altitude et en X/Y au GPS<sup>9</sup> différentiel. Ils sont visités à pied et permettent d'avoir des mesures de hauteurs du terrain dans des secteurs inaccessibles aux vedettes hydrographiques. Sur le Banc de la Passe, où des dunes hydrauliques recouvrent régulièrement les stations, des mesures sont faites au GPS différentiel par une équipe débarquant en zodiac à basse mer tous les deux mois. Des prélèvements de sédiments et une description morphologique sont également effectués à cette occasion.

### Granulométrie

Les échantillons de sédiments prélevés aux différentes stations sont analysés au granulomètre laser (Coulter LS 230) au laboratoire de géomorphologie continentale et côtière de l'université de Caen.

### Macrozoobenthos intertidal

Des prélèvements de faune des sédiments sont effectués sur quarante-deux stations couvrant l'ensemble de la zone intertidale. Les campagnes sont réalisées en septembre-octobre par la cellule de suivi du littoral normand. Les échantillons prélevés au carottier à main de 15 cm de diamètre sont tamisés sur place sur une maille de 1 mm et fixés au formol. Les analyses comprennent une identification, un dénombrement et la mesure des biomasses (exprimée en poids sec hors cendres) par espèce.

## Méthodes de suivis des oiseaux

### Le reposoir sur dune

Pour le reposoir sur dune, la méthode adoptée se décompose comme suit (Maison de l'estuaire, 2004-2007).

#### DÉNUMBRER DES OISEAUX TOUT AU LONG DE L'ANNÉE

Pour satisfaire à cet objectif, il est nécessaire d'effectuer des comptages sur des pas de temps réguliers tout au long de l'année :

- deux comptages par mois (à marée haute et à marée basse) en période d'hivernage (1<sup>er</sup> novembre-28 février) et en estivage (1<sup>er</sup> juin-31 juillet),
- deux comptages tous les quinze jours (à marée haute et à marée basse) en période de migration post-nuptiale (1<sup>er</sup> août-31 octobre) et en migration pré-nuptiale (1<sup>er</sup> mars-31 mai).

Les comptages mensuels sont effectués lors des sorties marée haute et marée basse et sur l'ensemble de l'estuaire. En période de migration, la Maison de l'estuaire réalise un comptage supplémentaire intercalé entre deux suivis mensuels.

#### MESURER LA FRÉQUENTATION DU REPOSOIR EN FONCTION DU RYTHME TIDAL

Les comptages sont réalisés à marée haute et à marée basse pour répondre à cet objectif.

#### MESURER LA FRÉQUENTATION DU REPOSOIR EN FONCTION DES HAUTEURS D'EAU

Nous prenons en considération les coefficients de marée correspondant au moment du comptage.

#### MESURER LA FRÉQUENTATION DU REPOSOIR EN FONCTION DES OISEAUX PRÉSENTS SUR L'ENSEMBLE DE L'ESTUAIRE À DIFFÉRENTES PÉRIODES DE L'ANNÉE

En comparant les effectifs dénombrés une fois par mois à marée haute et à marée basse sur l'ensemble du prisme estuarien (décomptes mensuels classiques) et le nombre d'oiseaux présents dans le reposoir au même moment, il est possible d'évaluer l'attractivité du reposoir. Ainsi, nous savons si le reposoir est utilisé par 10, 20... 90 % des oiseaux d'eau présents dans l'estuaire. Cela permet de mesurer la fréquentation du site par rapport aux espèces visées par cet aménagement (surtout les limicoles).

#### LOCALISER DES SITES FRÉQUENTÉS PAR L'AVIFAUNE À L'INTÉRIEUR DU REPOSOIR

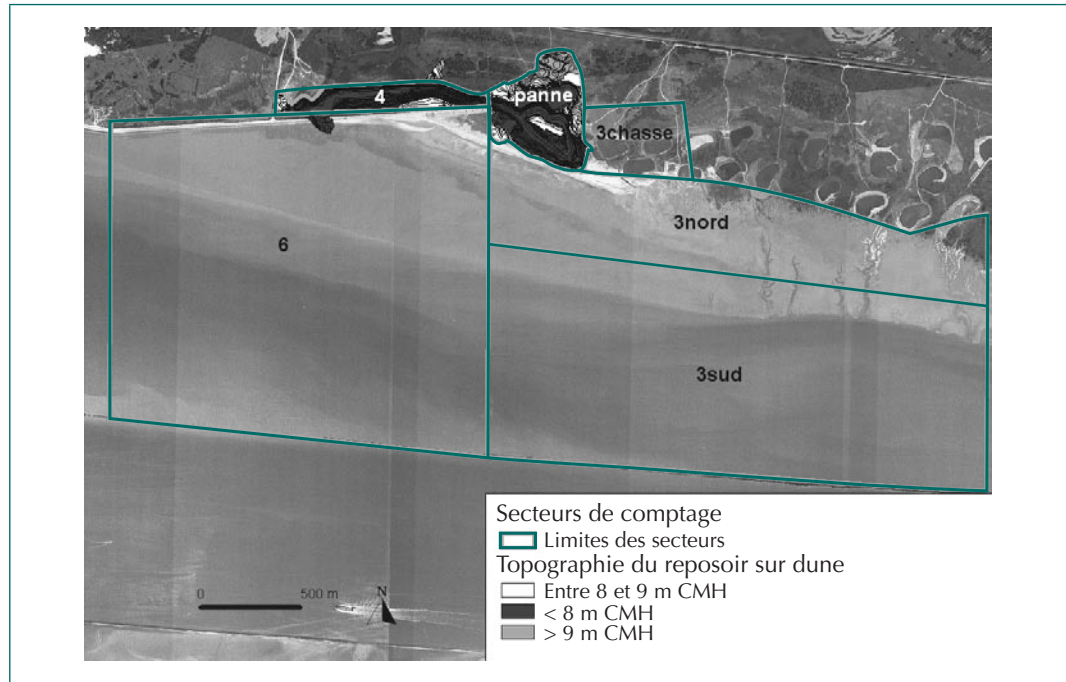
Chaque observateur a en sa possession une carte du secteur à compter. Le reposoir est divisé en cinq secteurs tous recensés et généralement comptés par le même observateur (carte 2) : secteur 4, secteur panne, secteur 3 chasse, secteur 3 nord et secteur 3 sud. L'observateur note le nombre d'oiseaux observés dans chacun de ces secteurs. Depuis quelques temps, nous avons constaté une forte attraction du secteur 6 à marée haute et pour certaines analyses, nous avons pris en compte ce secteur (ce dernier étant situé à proximité immédiate du reposoir, à l'ouest des secteurs 3 et au sud du secteur 4 et de la vanne).

#### OBSERVER L'ACTIVITÉ DES OISEAUX

L'observateur dénombre à chaque comptage le nombre d'oiseaux en alimentation et en repos afin de savoir si le système est utilisé à des fins alimentaires, de repos ou mixtes, et cela en fonction des différentes espèces présentes.

### 9. Global Positioning System.

► Carte 2 – Localisation des secteurs d'observation du reposoir sur dune (sources : MDE et IGN® BD ortho 1999).



#### APPORTER DES DONNÉES COMPLÉMENTAIRES

Comme pour les comptages mensuels classiques, l'observateur note les conditions d'observation (météo, état de la mer, visibilité...) ainsi que tout événement pouvant avoir un effet sur les effectifs d'oiseaux en présence, leur comportement ou encore leur localisation (dérangement occasionné par un promeneur, un chien, un cerf volant...). Ces données permettent de compléter l'analyse et de savoir si des facteurs externes peuvent avoir un impact sur la fréquentation du site par les oiseaux.

#### L'îlot du Ratier

Pour répondre aux objectifs, nous avons défini des protocoles de suivi au cours de la première année de suivi d'avril 2005 à mars 2006 (Maison de l'estuaire, 2006). Le suivi de l'îlot repose sur un décompte mensuel depuis la mer avec quelques débarquements auxquels s'ajoutent différents décomptes effectués depuis la terre : décomptes mensuels des oiseaux d'eau de l'estuaire à marée haute et à marée basse, décomptes des oiseaux en migration pré et post-nuptiale et observations ponctuelles et spécifiques.

Les décomptes consistent à identifier les espèces, évaluer les effectifs, étudier le comportement des oiseaux sur l'îlot et localiser les plus gros effectifs de jour. Ceux assurés depuis la terre se

font à 2 500 m de l'îlot à l'aide d'une longue vue sur la commune de Cricquebeuf. L'observation diurne des oiseaux est également la méthode de base permettant d'évaluer les populations sur l'île émergente de Motmot en Nouvelle-Guinée (Thornton, 2001).

En plus des dénombrements, les bases de données de la Maison de l'estuaire et du Groupe ornithologique normand (GONm) ont été mises à profit afin de mesurer l'occupation de l'îlot à l'échelle de l'estuaire. En effet, dans cette étude, son rôle fonctionnel est étudié pour l'Huîtrier pie en analysant les données de l'îlot et en les comparant avec les données acquises sur l'ensemble de l'estuaire. Les autres espèces, comme les cormorans ou les goélands occupent un vaste territoire au sein de l'estuaire et nos suivis (en dehors du suivi des dortoirs) ne permettent pas d'atteindre des effectifs exhaustifs. La première année de suivi donne en revanche une idée de l'occupation de ces espèces par rapport à la partie marine du prisme estuarien, du pont de Tancarville à Trouville et Le Havre (Maison de l'estuaire, 2006).

Enfin, nous tentons d'évaluer le comportement et la fréquentation des oiseaux sur l'îlot en étudiant différents paramètres tels que les marées, la saisonnalité, le couvert végétal ou le profil des plages.

Depuis septembre 2008, une caméra guidée à distance a été installée sur l'îlot nous permettant également de réaliser des suivis plus précis.

## Résultats et discussion

### Le méandre

#### ÉVOLUTIONS BATHYMÉTRIQUE ET MORPHOLOGIQUE

Après la mise en place de l'épi en aval du Pont de Normandie, fin 2003, une encoche de flot est apparue à son extrémité nord. En septembre 2005, deux mois après la fin des dragages, le chenal amont présente une cote bathymétrique moyenne de + 1,50 m CMH et des fonds constitués de sables (granulométrie de 80 à 110 µm). Au nord de celui-ci, la vasière est constituée de vases et de silts plastiques (mode entre 4 et 40 µm) peu consolidés et légèrement sableux. Sous le pont, les enrochements de protection affleurent à la cote + 2 m. Le méandre aval a une cote négative (-2 m CMH) et entaille la vasière nord constituée de vases consolidées et de chenaux secondaires très envasés. Au sud de celui-ci, le banc de la passe culmine à + 3 m CMH. Il est constitué de sables fins (180 µm) comportant une petite fraction coquillée plus grossière (400 µm).

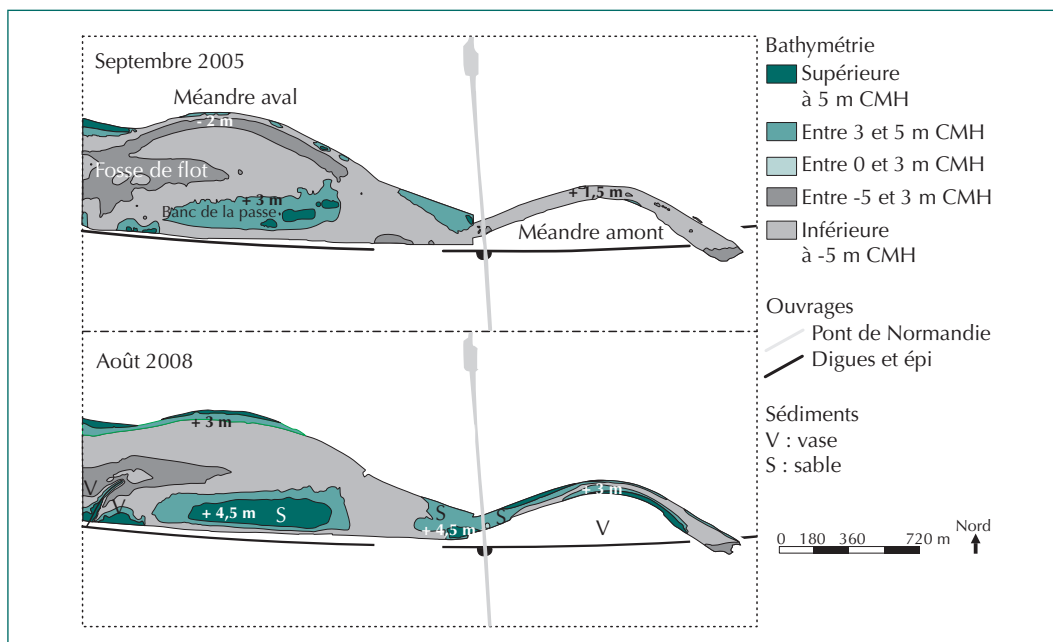
Cette situation initiale va évoluer assez rapidement.

En août 2008, on constate un approfondissement de l'encoche de flot au Nord de l'épi aval. Le banc de la passe culmine à + 4,50 m et sa surface augmente de façon importante en amont de l'épi. Cette sédimentation était prévue par les modèles, mais ne s'accompagne pas de l'envasement attendu. La partie nord du banc est constituée de mégarides importantes témoignant d'un hydrodynamisme important. Le méandre aval situé au bord du Banc de la Passe s'ensable également et passe de la cote -2 m CMH à la cote + 3 m CMH, soit un dépôt de 5 m de sable fin. Le méandre amont est quant à lui à la cote + 3 m et a perdu la moitié de son volume initial. Sous le Pont de Normandie, un banc de sable culminant à + 4,50 m CMH s'est constitué.

Un ensablement important de la fosse Nord de l'estuaire a donc lieu.

En aval du Pont de Normandie, la granulométrie des sables est de 180 µm, identique aux bancs d'embouchure de l'estuaire. En amont du pont, elle est de 100 µm, comme dans le chenal de navigation de la Seine. Ces sables sont dépourvus de toute fraction vaseuse.

Cette fraction vaseuse de granulométrie inférieure à 45 µm apparaît cependant de part et d'autre de l'épi ainsi que le long de la digue basse nord, en amont du Pont de Normandie, sur une surface d'environ 45 ha.



◀ Figure 2 – Évolutions bathymétriques. Les cotes sont exprimées par rapport au zéro des cartes marines du Havre (0 CMH) ; sources : MDE, Grand port maritime de Rouen.

## ÉVOLUTION DU ZOOBENTHOS

Le macrozoobenthos intertidal est suivi depuis de nombreuses années sur la vasière nord (Deprez, 1987 ; Gemel, 1990 ; CSLHN, 1996, 1998, 2000 à 2007). On y trouve une communauté à *Macoma balthica*, *Nereis diversicolor* et *Corophium volutator*, avec dans les stations sablo-vaseuses un faciès à *Cerastoderma edule*. Le chenal de marée, occupé par des bancs de sable très mobiles, est pratiquement abiotique.

Pour suivre les aménagements de Port 2000 et ses mesures d'accompagnement, dix nouvelles stations de suivi ont été installées sur le Banc de la Passe et le long de la digue basse nord à partir de 2004.

Seules les biomasses de 2005 et de 2007 sont commentées ici à titre d'exemple (figure 3).

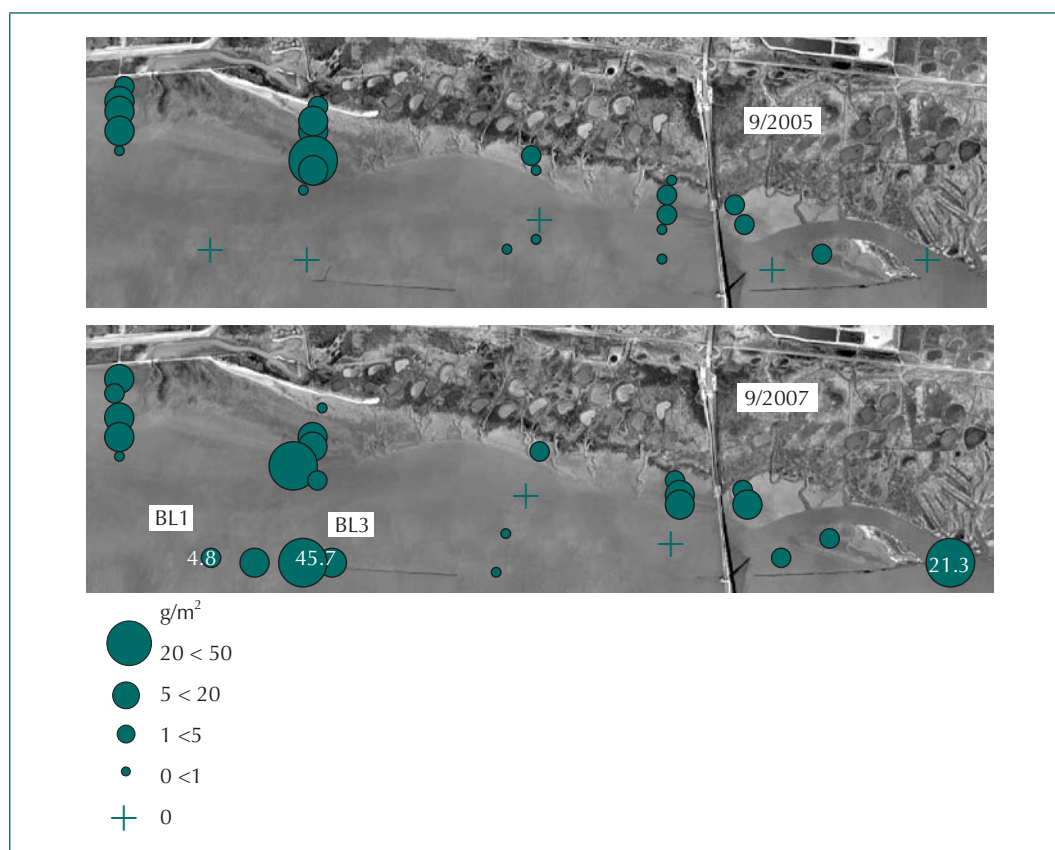
En 2005, elles se répartissent entre 0,3 et 19,9 g/m<sup>2</sup> de matière sèche hors cendre (moyenne : 6,74 g/m<sup>2</sup>), avec une station plus élevée (station 54 : 30,1 g/m<sup>2</sup>). Les dix stations ajoutées sur le Banc de la Passe et au nord de la digue basse

nord ont quant à elles des biomasses entre 0 et 0,97 g/m<sup>2</sup>.

En 2007, les biomasses se répartissent entre 0,5 et 16,1 g/m<sup>2</sup> (moyenne : 7,01 g/m<sup>2</sup>) avec une station plus élevée (station 55 : 23,3 g/m<sup>2</sup>). Parmi les dix stations ajoutées sur le Banc de la Passe et au nord de la digue basse nord, la situation est très contrastée : les stations du Banc de la Passe et du banc amont sont toujours très sableuses et ont des biomasses faibles, comprises entre 0,02 et 1,25 g/m<sup>2</sup>. Les stations situées de part et d'autre de l'épi ainsi que celle située dans la partie amont du nouveau chenal se sont envasées. Les biomasses augmentent alors de façon importante : 4,8 à 21,3 g/m<sup>2</sup>, avec un maximum à la station BL 3 de 45,7 g/m<sup>2</sup> qui constitue la biomasse la plus élevée de l'estuaire.

Cette augmentation du benthos s'observe lorsque le pourcentage de la fraction fine (< 45 µm) des sédiments dépasse 30 %. Les sédiments deviennent alors plus cohésifs et permettent l'installation rapide d'un peuplement pionnier aux fortes biomasses. Ce seuil granulométrique

► Figure 3 – Biomasses du macrozoobenthos intertidal des années 2005 et 2007, exprimées en poids de matière sèche hors cendre par mètre carré.



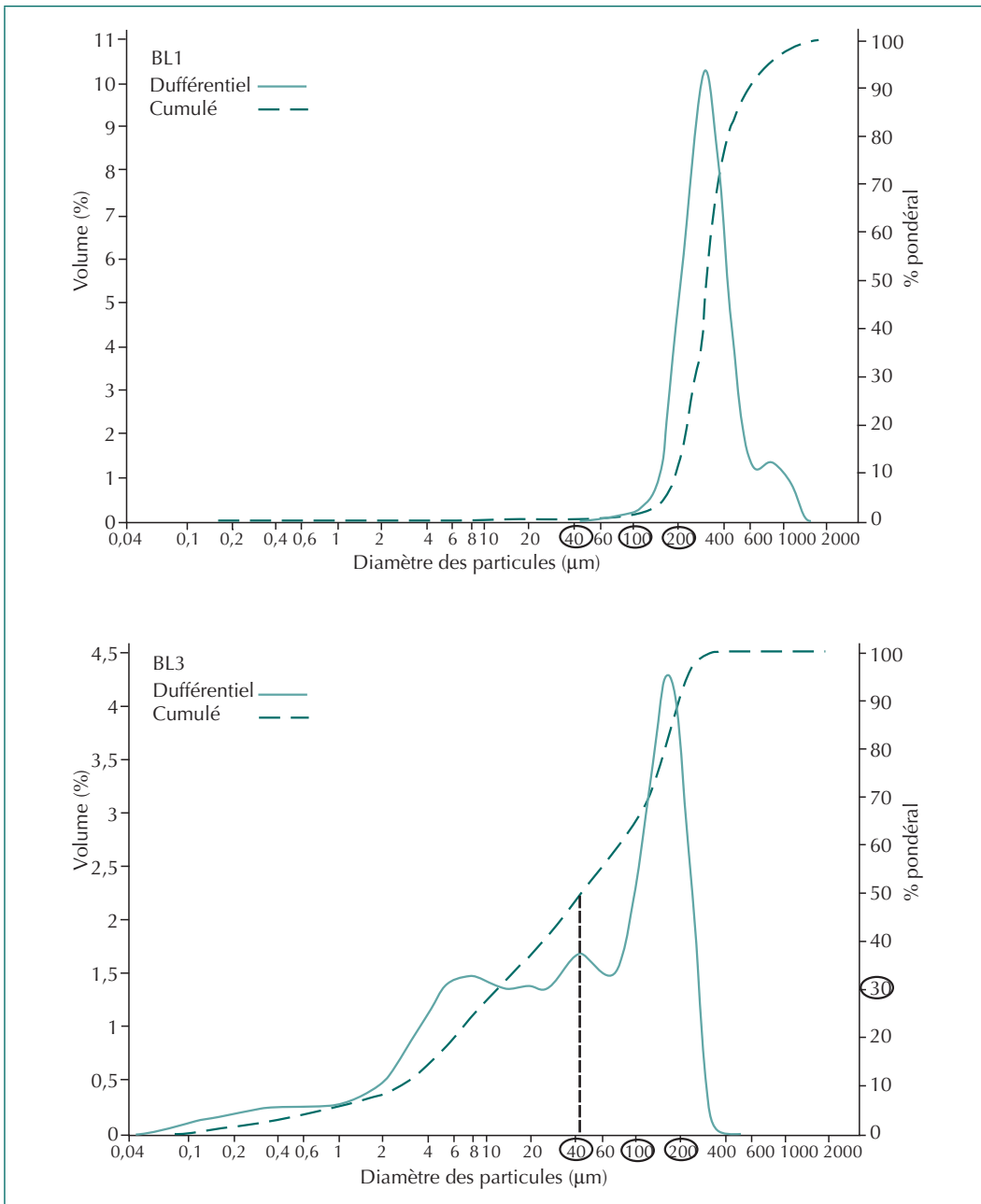


de 30 % est déjà observé dans d'autres secteurs de l'estuaire.

En 2007, les biomasses des stations situées le long de la digue basse nord augmentent considérablement.

Entre 2005 et 2007, le système de méandres se comble donc essentiellement avec du sable. Des envasements se produisent le long de la digue

basse nord et sont rapidement colonisés par un peuplement pionnier de zoobenthos lorsque la fraction vaseuse dépasse 30 % (figure 4). Ces envasements ne se produisent pas là où ils étaient attendus, mais constituent néanmoins un élément positif. Un compromis est donc à trouver entre une colonisation du benthos sur des fonds envasés, donc en cours de sédimentation, et la pérennité hydrosédimentaire du système.



◀ Figure 4 – Granulométrie des stations BL 1 et BL 3 en pourcentage des fractions granulométriques. En pointillé : courbe cumulative. Dans l'échantillon BL 3, le pourcentage de la fraction inférieure à 40 µm dépasse 30 %.

Les perspectives pour l'année à venir sont d'intervenir sur les brèches amont et aval et de draguer le bouchon sableux apparu sous le Pont de Normandie.

### Résultats des suivis ornithologiques sur le reposoir sur dune

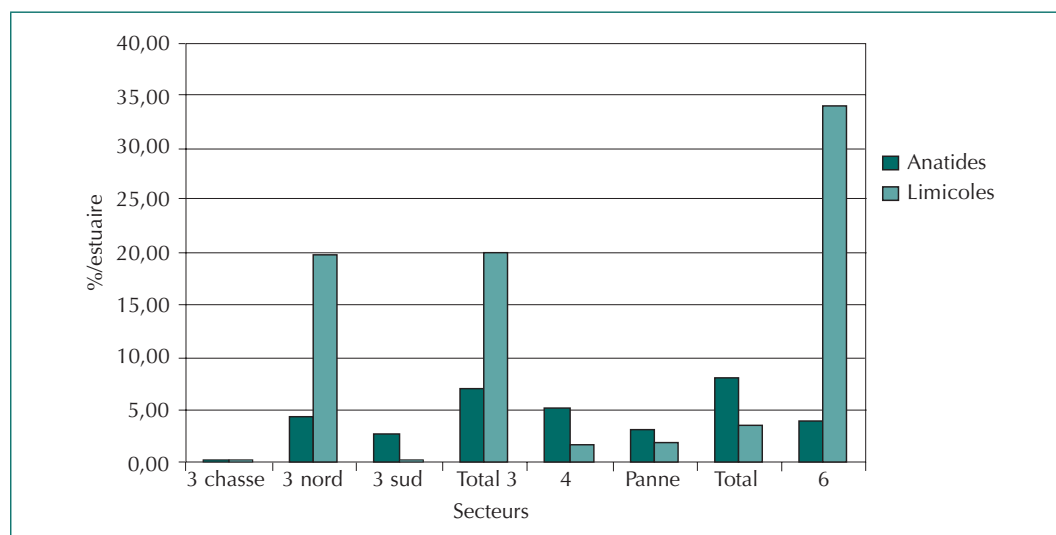
#### RÉSULTATS À MARÉE HAUTE

Les secteurs présentés sur la figure 5 correspondent aux secteurs cartographiés sur la carte 2. Sur cette figure, le secteur aménagé (4 + panne = total) représente une faible proportion des oiseaux dénombrés dans l'estuaire, que ce soit pour les limicoles ou les anatidés (< 10 % pour les anatidés et < 5 % pour les limicoles). Les secteurs les plus attractifs sont ceux situés à proximité immédiate du secteur aménagé en reposoir (secteurs 6, 3 nord et 3 sud). À eux seuls, les secteurs 3 nord et 6 représentent près de 55 % des limicoles dénombrés dans l'estuaire à marée haute durant la période d'étude. Ces secteurs correspondent pour partie (3 nord) au secteur de non-chasse mise en place lors de la création du reposoir (mars 2002). Par conséquent, le secteur aménagé ne fonctionne pas correctement en terme de reposoir de pleine mer pour les limicoles et les anatidés. Le facteur déterminant de ce non-fonctionnement est la gestion de l'eau du site. La vanne installée en 2005, ne fonctionnant plus, nous sommes dans l'incapacité de gérer les

niveaux d'eau dans le reposoir. Cela a un impact sur la colonisation du site par la végétation : les limicoles étant des oiseaux fréquentant plutôt des milieux pionniers où la végétation sera peu abondante, une colonisation trop importante des végétaux aura un impact négatif sur la fréquentation du site par les limicoles. Cependant, les secteurs situés au sud de l'aménagement sont très fréquentés par ces oiseaux et sont situés en zone de non-chasse. La constitution de ces zones a alors permis aux oiseaux de trouver un milieu de substitution : les hauts de plages. Ces secteurs sont soumis à la marée et lors de forts coefficients, les oiseaux n'ont plus de place pour se poser (les limicoles n'étant pas des oiseaux se posant aisément sur l'eau). Par conséquent, à marée haute, la capacité d'accueil de ces sites se réduit à partir d'un certain coefficient de marée. Pour les anatidés, il n'y a pas de secteur vraiment dominant. Ces oiseaux préfèrent se remiser en Seine en amont du Pont de Normandie.

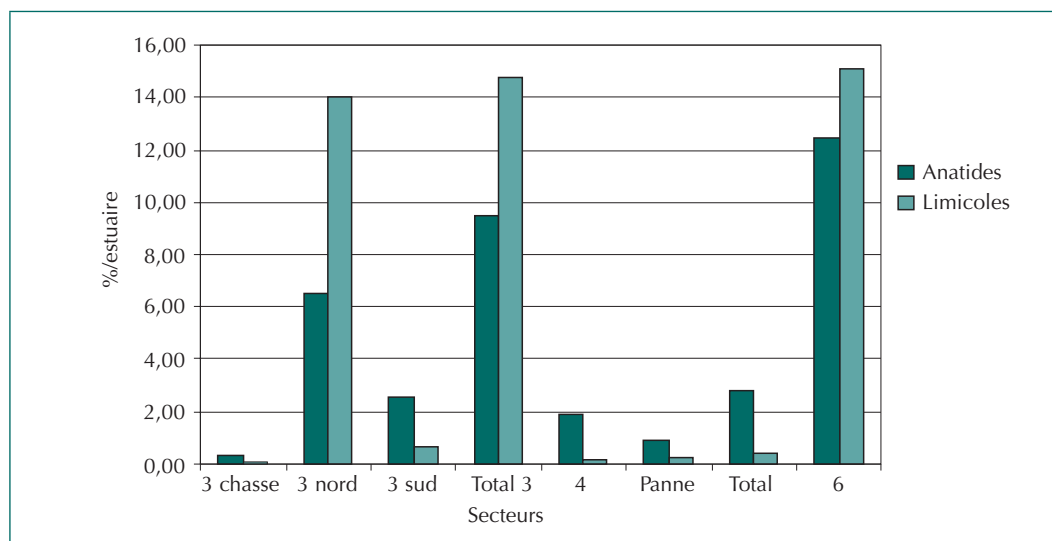
#### RÉSULTATS À MARÉE BASSE

À marée basse (figure 6), les mêmes constats peuvent être faits qu'à marée haute avec des proportions encore plus faibles pour les limicoles. Cette plus faible représentation des limicoles à marée basse est normale étant donné qu'à cette période de la marée, ces oiseaux se dispersent sur les surfaces intertidales fraîchement découvertes pour s'alimenter (surface disponible plus



▲ Figure 5 – Représentativité des secteurs de comptage présents sur le reposoir sur dune, en comparaison aux effectifs dénombrés sur l'ensemble de l'estuaire aux mêmes dates durant la période mars 2002 à décembre 2007 pour les limicoles et les anatidés (total : correspond à la somme des secteurs 4 et panne soit au secteur aménagé).

▼ Figure 6 – Représentativité des secteurs de comptage présents sur le reposoir sur dune, en comparaison aux effectifs dénombrés sur l'ensemble de l'estuaire aux mêmes dates durant la période mars 2002 à décembre 2007 pour les limicoles et les anatidés (total : correspond à la somme des secteurs 4 et panne soit au secteur aménagé).



importante). D'ailleurs, les secteurs les plus attractifs (3 nord et 6) pour les limicoles sont des secteurs soumis à la marée et constituent donc des zones d'alimentation pour ces oiseaux. Pour les anatidés, les secteurs 6 et 3 nord deviennent plus attractifs qu'à marée haute. Cela est essentiellement dû à la présence du Tadorne de Belon qui vient s'alimenter sur ces secteurs à marée basse. Le secteur aménagé, quant à lui, n'est toujours pas plus fréquenté qu'à marée haute.

La figure 7 montre l'évolution des effectifs de limicoles côtiers au 15 janvier dans l'estuaire de la Seine depuis 1985. Afin de pondérer ces résultats, la représentation de ces contingents (courbe verte) par rapport aux effectifs nationaux a été calculée.

L'histogramme et la courbe fluctuent de la même manière, ce qui suggère que les fluctuations constatées sont des faits locaux et non pas des événements exogènes qui auraient influencé les contingents dans l'estuaire. 1987 correspond à l'année où le plus gros effectif a été atteint, cela correspond à un hiver rigoureux. Par conséquent, les oiseaux hivernant plus au nord sont venus renforcer les effectifs de l'estuaire. 1994 correspond à une année où les données ne sont pas disponibles ou incomplètes. Entre 1988 et 1999, les populations de limicoles de l'estuaire de la Seine se portaient bien avec une tendance très nette à l'augmentation tant en terme d'effec-

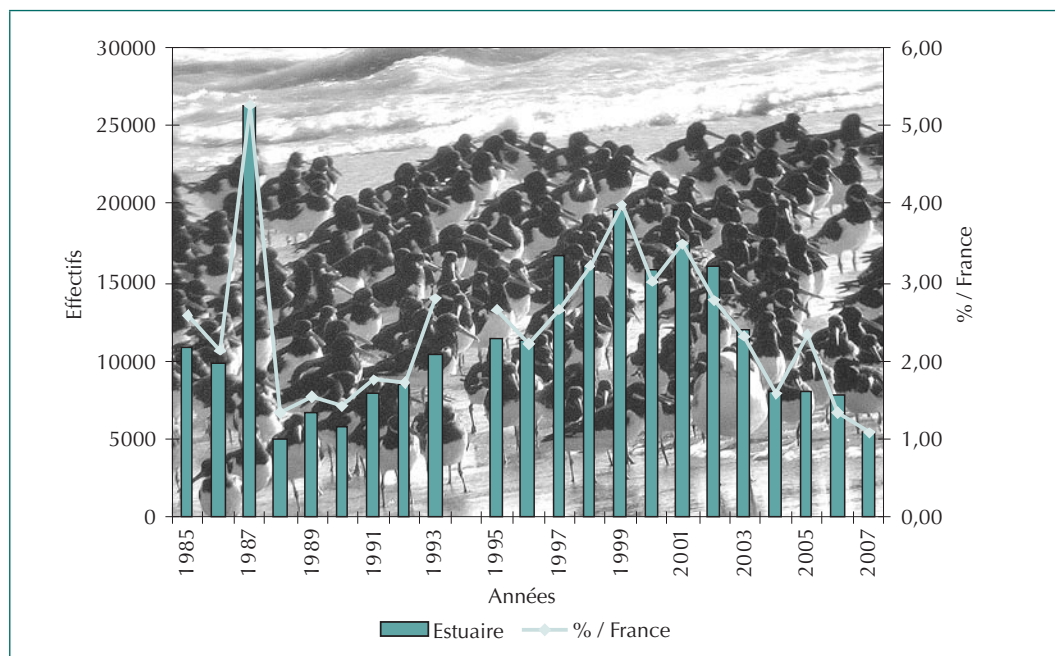
tifs qu'en terme de représentativité à l'échelle nationale (4 % de l'effectif national en 1999). À partir de 2000, les effectifs baissent pour arriver en 2007 à une représentativité faible de 1 % de l'effectif national. Un taux aussi bas n'avait jamais été atteint sur la période étudiée ici (1985-2007). La baisse enregistrée à partir de 2000 s'explique essentiellement par plusieurs problèmes rencontrés sur les reposoirs de pleine mer :

- la chute constatée en 2000, répond à la baisse de l'attractivité du reposoir de la CIM (ancien reposoir détruit par Port 2000) liée à un problème de gestion de l'eau dans ce dernier (niveaux d'eau trop élevés), limitant ainsi la capacité d'accueil de ce site pour les limicoles à marée haute ;

- suite à des travaux réalisés par le port autonome du Havre (ouverture d'une partie de la digue permettant ainsi de vidanger une partie de l'eau contenue dans le reposoir de la CIM), l'effectif, ainsi que la représentativité, augmentent de nouveau en 2001 mais cela reste plus faible qu'en 1999 ;

- à partir de 2002 et jusqu'en 2005, les effectifs et la représentativité de l'estuaire chutent de nouveau. Cela s'explique par le fonctionnement non optimal du bassin de la CIM (ancien reposoir), le début des travaux Port 2000 à proximité immédiate de ce dernier et l'ouverture du nouveau reposoir de la dune en février 2002 qui ne remplit pas ses fonctions.

► Figure 7 – Évolution des effectifs de limicoles côtiers hivernant dans l'estuaire de la Seine depuis 1985, en comparaison avec les effectifs nationaux (sources : Wetlands International ; photo : D. Hemery, MDE).



Au départ, le reposoir de la dune était aménagé sans qu'aucune gestion hydraulique ne puisse être faite, ce dernier étant directement lié à l'estuaire par une brèche qui permettait à l'eau de sortir et d'entrer au gré des marées. À marée haute, l'eau rentrait trop à l'intérieur du reposoir, limitant ainsi les surfaces disponibles pour le repos des limicoles.

Entre 2004 et 2006, les effectifs sont stables et on note même une augmentation de la représentativité de l'estuaire en 2005. Une vanne à l'entrée du reposoir est installée en mai 2005, permettant de gérer les niveaux d'eau à l'intérieur du système. Les premiers mois semblent satisfaisants mais à la fin de l'année 2006, cet ouvrage n'est plus fonctionnel, expliquant ainsi la nouvelle chute des effectifs et de la représentativité en janvier 2007.

Par conséquent, le reposoir de la dune ne remplit pas ses fonctions. Sans doute est-ce lié à un problème de gestion de l'eau dont les conséquences sont importantes sur les contingents de limicoles en hivernage dans l'estuaire de la Seine.

### Résultats des suivis ornithologiques sur l'îlot du Ratier

Sur ce reposoir, parmi les 46 espèces recensées depuis sa création (figure 8), 27 sont patrimoniales et 84,8 % sont des oiseaux d'eau. On dénombre également trois espèces nicheuses : le Tadorne

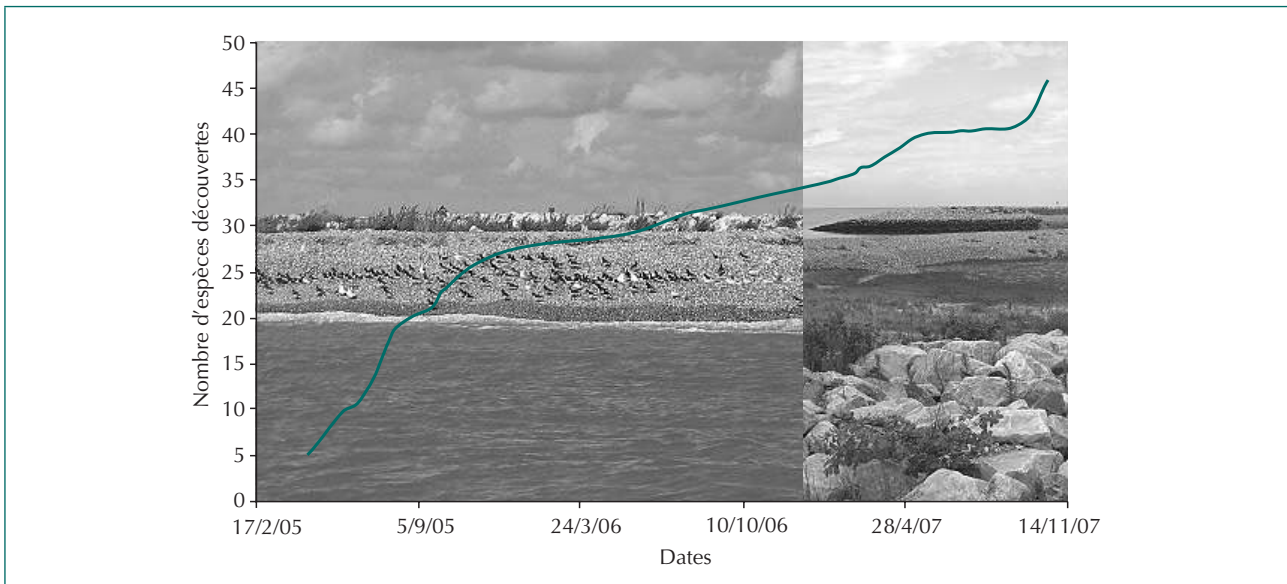
de Belon, le petit Gravelot (*Charadrius dubius*) et le Goéland marin. Les plus fréquentes comme les plus dominantes sont le Grand cormoran, l'Huîtrier pie, le Goéland argenté et le Goéland marin (figure 9). Les oiseaux sont le plus souvent au repos (> 99 %) et les effectifs comptabilisés sont pour l'essentiel présents lors des marées hautes – jusqu'à six fois plus par rapport à la marée basse (figure 10).

La mobilité des oiseaux est importante sur le site et semble le plus souvent provoquée par l'évolution hydrosédimentaire et la colonisation de la végétation, mais aussi probablement par d'autres facteurs (coefficients de marées et dérangements). Ainsi, l'avifaune et tout particulièrement le Grand cormoran et le Goéland argenté ont fortement modifié leur occupation de l'espace durant la seconde année de suivi. La flèche sablo-graveleuse qui se développe naturellement à l'est de l'îlot semble particulièrement appréciée comme reposoir de pleine mer.

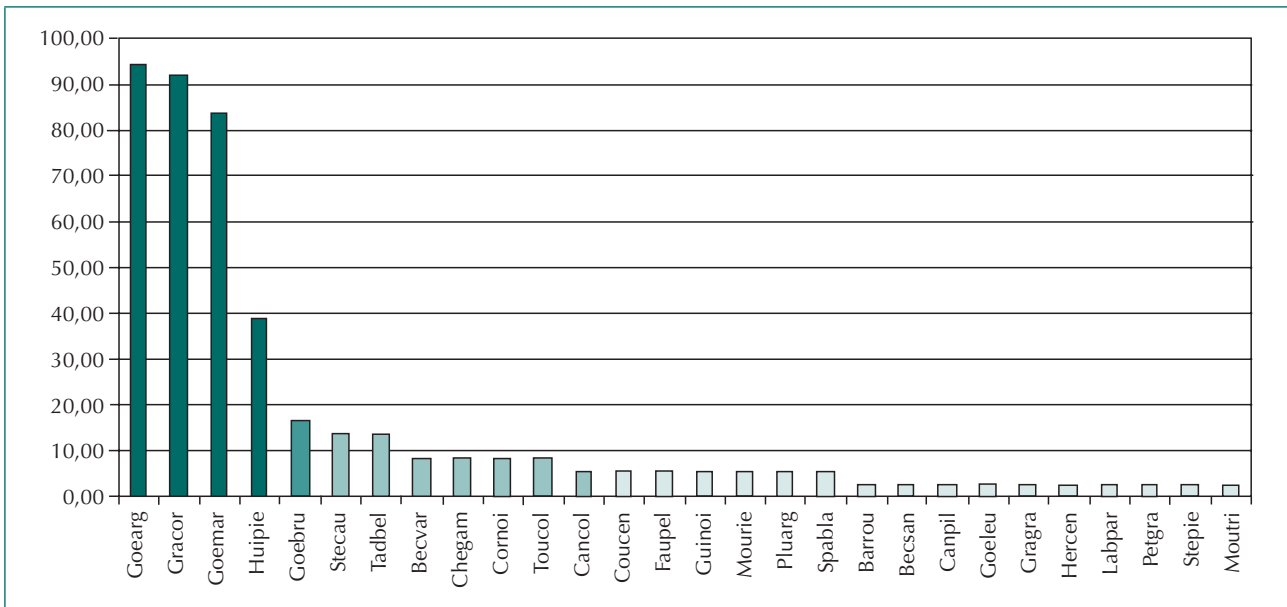
Par conséquent, la fonction de reposoir de pleine mer est satisfaite, mais avec des effectifs réduits.

### Résultats des suivis floristiques sur l'îlot du Ratier

L'analyse patrimoniale de la flore de l'îlot s'appuie principalement sur deux types de données : la rareté des espèces et la menace qu'elles subissent.



▲ Figure 8 – Chronologie de découverte des espèces sur l'îlot reposoir entre avril 2005 et mars 2007. En abscisse : dates ; en ordonnée : nombre d'espèces découvertes (photos : P. Provost, MDE).



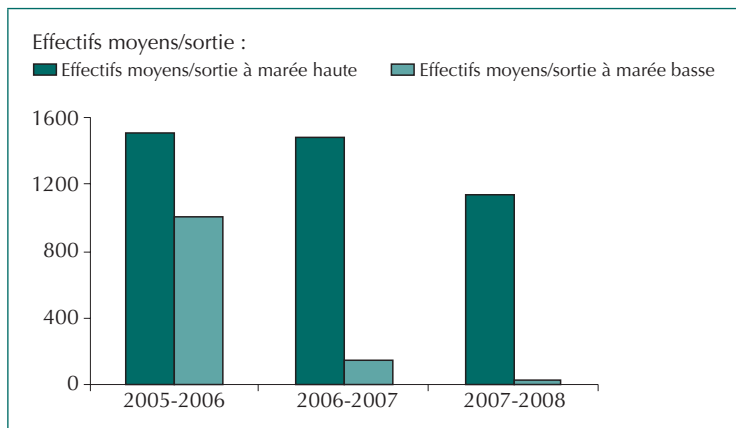
▲ Figure 9 – Fréquence d'observation des espèces entre avril 2006 et mars 2007.

Elles sont complétées par d'autres informations comme l'inscription des espèces à la liste rouge régionale, l'intérêt patrimonial à l'échelle régionale...

La flore est essentiellement commune à très commune avec trente taxons. La flore patrimoniale

comprend vingt-deux taxons, dont le degré de rareté oscille entre rare et exceptionnel.

Elle augmente chaque année. Dans le tableau 1 qui liste les espèces patrimoniales et leur degré de rareté, une large majorité des taxons sont caractéristiques des milieux littoraux.



▲ Figure 10 – Effectifs moyens en fonction de l'état de la marée. Huit espèces sont inscrites à la liste rouge régionale des plantes menacées. Elles sont inféodées aux milieux littoraux sableux, vaseux ou même graveleux.

▼ Tableau 1 – Liste d'espèces végétales patrimoniales en 2007.

<b><i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla var. <i>cymosus</i> (Rchb.) Kit Tan &amp; Oteng-Yeb.</b>	R
<b><i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss. subsp. <i>incana</i></b>	R?
<i>Lepidium didymum</i> L.	R?
<b><i>Sedum album</i> L. subsp. <i>album</i></b>	R?
<b><i>Aster tripolium</i> L. subsp. <i>tripolium</i></b>	RR
<b><i>Catapodium loliaceum</i> (Huds.) Link</b>	RR
<b><i>Crithmum maritimum</i> L.</b>	RR
<b><i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>gummifer</i> (Syme) Hook.f.</b>	RR
<b><i>Pseudognaphalium luteoalbum</i> (L.) Hilliard &amp; Burt</b>	RR
<b><i>Spergularia marina</i> (L.) Besser</b>	RR
<i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. <i>tenuis</i> (Waldst.& Kit. ex Willd.) Berher	RR?
<i>Salix triandra</i> L. subsp. <i>triandra</i>	RR?
<i>Avena sterilis</i> L. subsp. <i>sterilis</i>	E
<b><i>Cakile maritima</i> Scop. subsp. <i>maritima</i></b>	E
<i>Duchesnea indica</i> (Andrews) Focke	E
<b><i>Euphorbia paralias</i> L.</b>	E
<b><i>Festuca rubra</i> L. subsp. <i>litoralis</i> (G.Mey.) Auquier</b>	E
<b><i>Honckenya peploides</i> (L.) Ehrh. subsp. <i>peploides</i></b>	E
<b><i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.</b>	E
<b><i>Puccinellia maritima</i> (Huds.) Parl.</b>	E
<b><i>Suaeda maritima</i> (L.) Dumort. subsp. <i>maritima</i> var. <i>maritima</i></b>	E
<b><i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>maritima</i></b>	E?

Une majorité d'espèces (84 %) est sans statut ou sans menace. Par contre 16 % de la flore est gravement menacée d'extinction à vulnérable. Elle correspond globalement aux espèces les plus typiques des milieux littoraux. Elles se retrouvent également dans la liste des espèces patrimoniales.

## Discussion

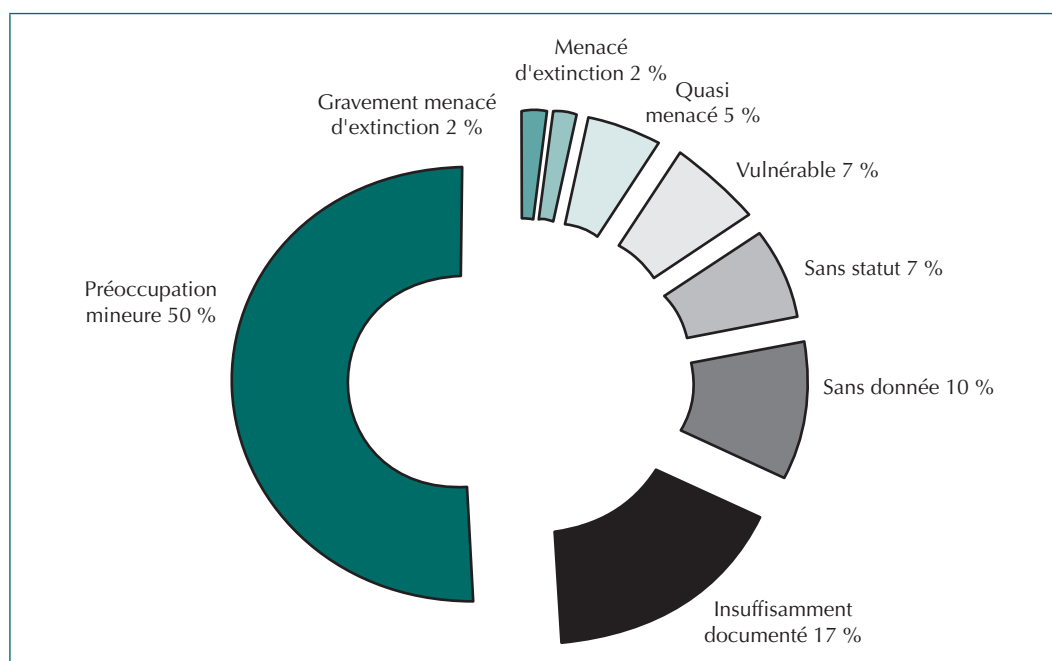
Les vasières comme les reposoirs créés dans le cadre des mesures compensatoires et d'accompagnement de Port 2000 sont des milieux pionniers qui évoluent rapidement et qu'il est difficile de maintenir dans un contexte fortement contraint par les activités humaines comme l'est l'estuaire de la Seine. Pour maintenir cet aspect pionnier dont dépend leur fonctionnement, des perturbations naturelles ou artificielles sont nécessaires.

Ces mesures demandent donc un pilotage sur le long terme qui nécessite :

- de mettre en place des protocoles de suivi hydrosédimentaires et biologiques permettant une évaluation opérationnelle et des réajustements, comme la mise en place d'une vanne sur le reposoir sur dune, l'intervention sur les brèches et les dragages des méandres ;
- de provisionner les financements correspondants dès la conception du projet.

Les montants des travaux s'élevaient à 20,4 M€ pour les méandres, 8 M€ pour l'îlot, 1,9 M€ pour le reposoir sur dune. Une réserve d'environ 10 % a été provisionnée pour des interventions ultérieures. Les suivis scientifiques (morphosédimentaire, granulométrie, zoobenthos intertidal et avifaune) s'élevaient pour les cinq dernières années à 0,5 M€. Ils n'incluent pas la bathymétrie, assurée par les ports maritimes du Havre et de Rouen sur l'ensemble de l'estuaire, ni les suivis ichtyologiques.

Ce retour d'expérience, bien qu'encore très récent, montre également que dès lors que les conditions initiales ont été modifiées par l'implantation des projets portuaires, les mesures compensatoires ou d'accompagnement ne compensent pas tout. Il y a des pertes pour l'environnement : l'estuaire a globalement perdu de la capacité d'accueil pour les oiseaux d'eau. Les vasières sont des milieux en sédimentation, donc temporaires. Un compromis est à trouver entre envasements et pérennité hydrosédimentaire à long terme.



◀ Figure 11 – Degrés de menace pour la flore de l'île du Ratier en 2006.

## Conclusion

L'estuaire de la Seine est un haut lieu de l'ornithologie française. La ZICO<sup>10</sup> « Estuaire et embouchure de la Seine » est considérée par Rocamora comme étant au second rang des 285 ZICO en France, juste après la Camargue (Gallien, 2003).

Cette richesse ornithologique s'explique par :

- la localisation même de l'estuaire et de la vallée de la Seine sur la voie de migration ouest-paléarctique,
- la diversité des milieux,
- la connexion entre les milieux,
- la confluence du marin, du fluvial et du continental,
- la taille des différentes entités (effet masse),
- la capacité d'accueil du site (effet seuil).

Autrefois, cet estuaire était important pour les stationnements de limicoles et de canards en hiver. Cet intérêt s'est amenuisé au fil du temps suite à l'atterrissement progressif du site lié aux différents aménagements industrialo-portuaires.

L'estuaire de la Seine est classé au titre des directives européennes « oiseaux » et « habitats », ce qui

confirme son importance au niveau international en termes de patrimoine naturel.

Cet estuaire est également un lieu majeur pour les pêcheries de la mer de la Manche et la mer du Nord. Les vasières constituent des nourriceries de nombreuses espèces de poissons (bar, flet...). Cet habitat est par conséquent à la base d'une chaîne trophique exploitée à la fois par les poissons et certains oiseaux.

Depuis plus d'un siècle, les surfaces intertidales se sont réduites considérablement. Les mesures d'accompagnement de Port 2000 par l'aménagement d'un méandre ont pour but de reconstituer ce milieu et ainsi de maintenir, voire d'augmenter la capacité d'accueil du site pour les poissons et certaines espèces d'oiseaux (en particulier limicoles). La création de reposoirs de pleine mer a pour objectif le remplacement d'un reposoir qui a été détruit par Port 2000. Ces aménagements constituent des enjeux forts en terme de conservation, voire d'amélioration de la biodiversité de l'estuaire de la Seine. D'importants moyens financiers ont alors été mobilisés. Mais les premières observations montrent que les objectifs de conservation et d'amélioration des fonctionnalités pour les poissons et une partie de l'avifaune ne sont pas pour l'instant atteints. □

10. Zone importante pour la conservation des oiseaux.

---

## Remerciements

---

Nous tenons à remercier l'ensemble des partenaires qui nous ont permis de mettre en place ces suivis (le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, le grand port maritime du Havre et l'agence de l'eau Seine-Normandie) ainsi que les structures participantes (en particulier, le groupe ornithologique normand et la cellule de suivi du littoral normand).

---

## Résumé

En 2001, le chantier d'extension du port autonome du Havre, Port 2000, commençait à l'embouchure de la Seine. Cet aménagement était situé à proximité immédiate d'une des plus grande réserve naturelle nationale de France et empiétait sur une partie de la zone de protection spéciale « Estuaire et marais de la Basse Seine ». Les conséquences majeures de ce grand chantier ont été de détruire le principal reposoir de pleine mer pour les limicoles et d'autres espèces d'oiseaux d'eau (anatidés, sternidés, laridés...) et de contribuer à aggraver les perturbations hydrosédimentaires que connaît l'estuaire du fait des aménagements mis en œuvre depuis plus d'un siècle sur le site. Face aux enjeux environnementaux présents, des mesures compensatoires et d'accompagnement ont été réalisées dans le but de réduire l'impact du projet de Port 2000 sur les habitats et les espèces. Après six années d'observations et de suivis, les résultats montrent que certaines de ces mesures n'ont pas encore donné satisfaction.

## Abstract

In 2001, different works to extend the harbour of Le Havre, Port 2000, have been initiated in the Seine estuary (France). This extension is located near one of the most important National Nature Reserve in France and concern one part of the EC protected area for the birds "estuary and wetlands of the Basse Seine". The major consequence of these important works where to distroy the main high tide resting area for the limicols and other water birds . They also contribute to increase hydro-sedimentary impacts in the estuary in addition to draggings and reclamations done during the last century. To take in account these important environmental stakes, mitigations mesures and environmental accompanying works have been initiated to reduce the impacts of "Port 2000" project on habitats and species : the dredging of a channel 2800 m long, creation of a high tide resting zone for birds of 40 ha large, creation of an artificial island for birds. After six years of monitoring, results are showing what is running well and what mesures are not completely eficient and need modifications.



## Bibliographie

- BESSINETON, C., 1997, La création de vasières artificielles dans l'estuaire de la Seine, *in* : *Les estuaires français, évolution naturelle et artificielle*, IFREMER, Actes de colloques, n° 22.
- BESSINETON, C., 2008, Historical records of *Nereis diversicolor* population in the Seine estuary, *in* : Amiard-Triquet, *Environmental assessment of estuarine Ecosystems : a case study*, Taylor & Francis Ed., p. 179-192.
- BREGNBALLE, T., MADSEN, J., RASMUSSEN PALLE, A.-F., 2004, Effects of temporal and Spatial hunting control in waterbird reserves, Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), *Biological conservation*, n° 119, p. 93-104.
- CELLULE DE SUIVI DU LITTORAL HAUT NORMAND, 2005, *Mesures compensatoire de Port 2000 : création d'un nouveau méandre en amont de la fosse nord. Macrofaune benthique – Campagne de septembre 2004*, Rapport d'étude pour le PAH, 9 p. + annexes.
- DEBOUT, G., BESSINETON, C., AULERT, C., GALICHON, P., 2006, Conception d'îlots reposoirs pour les oiseaux marins dans l'estuaire de la Seine, *in* : *Travaux, Fédération Nationale des Travaux Publics*, p. 103-105.
- DANCY, C., 2008, *Suivi du macrozoobenthos de la réserve naturelle de l'estuaire de la Seine – Campagne 2007*, Rapport de la Cellule de suivi du littoral normand pour la Maison de l'estuaire.
- DAUVIN, J.-C., 2005, The food web in the lower part of the seine estuary : a synthesis of existing knowledge, *Hydrobiologia*, n° 540, p. 13-27.
- DAUVIN, J.-C., RUELLET, T., AULERT, C., BESSINETON, C., CUVILLER, A., JOURDE, J., LAFITE, R., MORIN, J., SIMON, S., 2008, The North Mudflat of the Seine Estuary : How much surface needs to be restored ?, 6th European Conference on Ecological Restoration, Gent, Belgium, 8-12/09/2008.
- DAUVIN, J.-C., BESSINETON, C., GALICHON, P., DUHAMEL, S., SIMON, S., 2006, Survey of benthic habitats after the extension of Le Havre harbour in the Seine estuary (2000-2005), Benthic Ecology meeting Quebec.
- DUHAMEL, S., MAYOT, S., 2002, *Suivi du macrozoobenthos intertidal de la grande vasière nord de l'estuaire de la Seine. Campagne 2000*, Rapport de la Cellule de suivi du littoral haut normand pour la DIREN Haute-Normandie, 38 p. + cartes.
- DESPREZ, M., LAFITE, R., LEBOULANGER, T., 1987, *Réactualisation de la cartographie biosédimentaire de la Grande Vasière*, Rapport GEMEL/DDE du Havre.
- GALLIEN, F., 2003, Les actions du GONm dans l'estuaire de la Seine, *Le Cormoran*, n° 13, p. 4-5.
- GEMEL, 1984, *Étude du Macrozoobenthos intertidal de l'estuaire de la Seine – Relations avec le substrat*, Actes du Mueseum de Rouen, 1985-3.
- GEMEL, 1990, *Suivi biosédimentaire de la grande vasière nord de l'estuaire de la Seine au cours des travaux du Pont de Normandie - Deuxième tranche d'études*, Rapport d'étude CCIH.
- GOSS-CUSTARD, J.-D., 2004, Modelling proposed mitigation areas for shorebirds : a case study on the Seine Estuary, France, *Elsevier Biological Conservation*, 123 (205), p. 67-77
- JULVE, P., 1998, *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la Flore de France*, Version 30 novembre 2005, Programme Catminat, <http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm>
- LE V, dit DURELL, S.E.A., STILLMAN, R.-A., 2004, *La modélisation des effets de Port 2000 sur les limicoles de la Seine. Rapport final*, Centre for Ecology et Hydrology, GOP, GONm, CSLHN, Maison de l'estuaire, 46 p.

LE V. dit DURELL, S.E.A., STILLMAN, R.-A., TRIPLET, P., AULERT, C., ONO dit BIOT, D., BOUCHET, A., DUHAMEL, S., MAYOT, S., GOSS-CUSTARD, J.-D., 2005, Modelling the efficacy of proposed mitigation areas for shorebirds : a case study on the Seine estuary, France, *Biological Conservation*, n° 123, p. 67-77.

MAISON DE L'ESTUAIRE, 2003, *Opération GH 54 : Participation à la mise en œuvre des mesures d'accompagnement de Port 2000 aux abords de la réserve naturelle de l'estuaire de la Seine. Reposeur de la dune : suivi des populations d'oiseaux*, Bilan d'activités établi au titre de l'année 2002, 22 p.

MAISON DE L'ESTUAIRE, 2004, *Opération SE8 : Suivi de l'utilisation par les oiseaux du reposeur alternatif. Reposeur de la dune : suivi des populations d'oiseaux*, Bilan d'activités établi au titre de l'année 2003, 80 p.

MAISON DE L'ESTUAIRE, 2006, *Opération SE8 : Suivi de l'utilisation par les oiseaux du reposeur alternatif. Reposeur de la dune : suivi des populations d'oiseaux*, Rapport d'activité établi au titre de l'année 2004, 127 p + annexes.

MAISON DE L'ESTUAIRE, 2006, *Opération SE8 : Suivi de l'utilisation par les oiseaux du reposeur alternatif. Reposeur de la dune : suivi des populations d'oiseaux*, Rapport d'activité établi au titre de l'année 2005, 89 p.

MAISON DE L'ESTUAIRE, 2007, *Opération SE8 : Suivi de l'utilisation par les oiseaux du reposeur alternatif. Reposeur de la dune : suivi des populations d'oiseaux*, Rapport d'activité établi au titre de l'année 2006, 96 p.

MAISON DE L'ESTUAIRE, 2006, *Opération SE8 bis : Suivi du reposeur sur île*, Rapport d'activité établi au titre de l'année 2005, 50 p.

MAYOT, S., DUHAMEL, S., 2003, *Suivi du macrozoobenthos intertidal de la grande vasière nord de l'estuaire de la Seine. Campagne 2002*, Rapport de la Cellule de suivi du littoral Haut normand pour la Maison de l'estuaire, 28 p. + cartes + annexes.

THORNTON, I.W.B., 2001, Colonization of an island volcano, Long Island, Papua New Guinea, and an emergent island, Motmot, in its caldera lake. I. General introduction, *Journal of Biogeography*, n° 28, p. 1299-1310.