



Dynamique des Ecosystèmes et Fonctionnement Hydromorphologique des Flandres en Seine - DEFHFIS



Programme de recherche Seine Aval IV

2009-2012

Equipe n°5

Maison de l'Estuaire
Gestionnaire de la Réserve Naturelle Nationale de l'Estuaire de la Seine
20, rue Jean Curret
76600 Le Havre
02-35-24-80-00

Association agréée pour la protection de l'environnement par l'arrêté du 25/09/2009

Président M. Bruno LECOQUIERRE

Directeur M. Martin BLANPAIN

Chargé de Missions en charge du projet M. THOMAS LECARPENTIER

1. Responsable scientifique : Thomas LECARPENTIER
2. Chercheurs permanents : Pascal PROVOST, Christelle DUTILLEUL
3. Chargé d'études : Guillaume FAUVEAU

Convention SAIV 2009 – DEFHFIS -5

Sommaire

| | |
|--|----|
| 1) Introduction | 5 |
| 2) La Réserve Naturelle nationale de l'Estuaire de la Seine | 5 |
| 2.1) <i>Contexte</i> | 5 |
| 2.2) <i>Historique de la Réserve et présentation de son gestionnaire</i> | 5 |
| 2.3) <i>Limites administratives et réglementaires sur la RNNES</i> | 7 |
| 3) Habitats et espèces de la Réserve intéressées par le système filandre | 12 |
| 2.1) <i>Habitats</i> | 12 |
| 2.2) <i>Liens vers les espèces</i> | 14 |
| 2.2.1) <i>Flore</i> | 14 |
| 2.2.2) <i>Faune</i> | 15 |
| 4) Fonctionnement hydraulique | 16 |
| 4.1) <i>Généralités sur la RNNES</i> | 16 |
| 4.2) <i>Obstacles et secteurs hydrauliques</i> | 16 |
| 4.2.1) <i>Secteur 1</i> | 18 |
| 4.2.2) <i>Secteur 2</i> | 19 |
| 4.2.3) <i>Secteur 4</i> | 23 |
| 4.2.4) <i>Secteur 3</i> | 27 |
| 4.3) <i>Suivis des niveaux et de la qualité de l'eau</i> | 30 |
| 5) Usages sur la RNNES et gestion des niveaux d'eau | 39 |
| 5.1) <i>Usagers de la RNNES</i> | 39 |
| 5.2) <i>Gestion des niveaux d'eau</i> | 50 |
| 3) Contribution de la Maison de l'Estuaire à DEFHFIS | 53 |
| 3.1) <i>Mise à disposition des données acquises par le gestionnaire</i> | 53 |
| 3.2) <i>Temps consacré</i> | 55 |
| 3.3) <i>Ordination des bras de filandre</i> | 55 |
| 6) Conclusion | 60 |

Tables des illustrations

| | |
|---|----|
| <i>Figure 1 : Localisation générale de la RNNES et limites administratives communales</i> | 9 |
| <i>Figure 2 : Zonage réglementaire sur la RNNES</i> | 10 |
| <i>Figure 3 : Propriétaires fonciers et statut des terrains de la RNNES</i> | 11 |
| <i>Figure 4 : Typologie Natura 2000 de la zone d'étude et autres milieux selon Corine biotope</i> | 13 |
| <i>Figure 5 : Chronologie des principaux aménagements dans l'estuaire de la Seine depuis le XX^{ème} siècle</i> | 16 |
| <i>Figure 6 : Compartiments hydrauliques de la RNNES</i> | 18 |
| <i>Figure 7 : Type de vanne mise en place sur les diguettes</i> | 20 |
| <i>Figure 8 : Tête de la grande crique et merlon de curage coté nord</i> | 21 |
| <i>Figure 9 : Secteur 2 les « Diguettes »</i> | 22 |
| <i>Figure 10 : Exutoires contrôlés vers le Gand Canal du Havre</i> | 23 |
| <i>Figure 11 : Différents types d'ouvrage au niveau de la route de l'estuaire</i> | 24 |
| <i>Figure 12 : Vanne expérimentale (vanne 3) – principe de fonctionnement</i> | 25 |
| <i>Figure 13 : Secteur 4 les « Prairies subhalophiles »</i> | 26 |
| <i>Figure 14 : Illustration de l'onde de marée à Honfleur, source Port de Rouen Vallée de Seine annuaire des marées</i> | 27 |
| <i>Figure 15 : Secteur 3 « Rive Sud »</i> | 29 |
| <i>Figure 16 : Appareil de mesure en continu sur la Réserve</i> | 30 |
| <i>Figure 17 : Appareil de mesure en continu sur la Réserve - localisation</i> | 31 |
| <i>Figure 18 : Evolution des niveaux d'eau en différents sites instrumentés sur la Réserve Naturelle</i> | 33 |
| <i>Figure 19 : Evolution de la salinité en différents sites instrumentés sur la Réserve Naturelle</i> | 35 |
| <i>Figure 20 : Caractéristiques de salinité des différents types de masse d'eau</i> | 36 |
| <i>Figure 21 : Evolution de la température en différents sites instrumentés sur la Réserve Naturelle</i> | 37 |
| <i>Figure 22 : Exigences des chasseurs en termes de niveau d'eau</i> | 40 |
| <i>Figure 23 : Schéma de principe d'une mare de chasse</i> | 41 |
| <i>Figure 24 : Localisation des mares de chasse</i> | 42 |
| <i>Figure 25 : Exigences des agriculteurs en termes de niveau d'eau</i> | 43 |
| <i>Figure 26 : Type d'exploitation des parcelles agricoles en 2011</i> | 44 |
| <i>Figure 27 : Exigences des coupeurs de roseaux en termes de niveau d'eau</i> | 45 |
| <i>Figure 28 : Exploitation du roseau commercialisable</i> | 47 |
| <i>Figure 29 : Exigences du gestionnaire de la Réserve en termes de niveau d'eau</i> | 48 |
| <i>Figure 30 : Superposition de l'ensemble des exigences hydrauliques des acteurs présent sur la RNNES</i> | 50 |
| <i>Figure 31 : Détail de la digitalisation de la table filandre ligne</i> | 55 |
| <i>Figure 32 : Méthode de classification de Strahler</i> | 57 |
| <i>Figure 33 : Méthode de classification de Weishar</i> | 58 |
| <i>Figure 34 : Méthode de classification de Shreve</i> | 59 |

1) Introduction

Le présent rapport présente et développe la contribution de la Maison de l'Estuaire, gestionnaire de la Réserve Naturelle Nationale de l'Estuaire de la Seine, au programme de recherche sur la **Dynamique des Ecosystèmes et Fonctionnement Hydromorphologique des Filandres en Seine (DEFHFIS)**.

La Maison de l'Estuaire a pu faire bénéficier le programme DEFHFIS de ses 12 ans d'expérience en termes de suivi et de gestion des milieux où se trouve notamment l'ensemble des filandres retenues dans ce programme de recherche. En tant qu'acteur de terrain les données acquises (inventaires, faune, flore, suivi et gestion des milieux, concertation avec les usagers...) depuis la création de la Réserve ont servi de base aux réflexions des différentes équipes constituant DEFHFIS.

Les filandres présentes sur le territoire de la RNNES sont les points d'entrée de l'eau pour la gestion hydraulique des prairies humides déconnectées de la marée. Elles sont donc d'une grande importance et nécessitent d'être mieux connues. En effet, le gestionnaire de la Réserve est intéressé par l'acquisition de nouvelles connaissances sur les écosystèmes filandres lui permettant de mieux appréhender les relations entre différents compartiments physiques et biologiques sur son territoire et jusqu'alors peu connues. L'établissement d'une typologie des filandres mais aussi des relations qu'elles entretiennent avec les compartiments biologiques entrent pleinement dans différentes opérations du plan de gestion de la réserve et les informations ainsi apportées contribueront à la réalisation de certaines d'entre elles ou tout du moins apporteront des éléments dans les prises de décisions concernant la gestion des milieux mais aussi la gestion hydraulique de « l'anthroposystème Réserve Naturelle ».

2) La Réserve Naturelle nationale de l'Estuaire de la Seine

2.1) Contexte

Depuis le milieu du 19^{ème} siècle, l'estuaire de la Seine a subi de nombreuses modifications et aménagements du fait du développement des activités industrialo-portuaires. Ces aménagements ont conduit à la compartimentation de la plaine alluviale du fleuve et ont contribué à la modification de la circulation hydraulique originale. La Maison de l'Estuaire, gestionnaire de la RNNES depuis 1998, a pour objectif prioritaire de préserver ce qui a justifié son classement en réserve mais aussi de contribuer, à l'échelle nationale et internationale, au maintien dans un bon état de conservation de la biodiversité et de patrimoine naturel.

2.2) Historique de la Réserve et présentation de son gestionnaire

- **Le gestionnaire**

La Réserve Naturelle Nationale de l'Estuaire de la Seine est gérée par la Maison de l'Estuaire, association loi 1901, créée en 1992 et réunissant tous les acteurs concernés par l'environnement et le développement de l'estuaire de la Seine. Aujourd'hui, l'association compte parmi ses membres aussi bien les Grands Ports Maritimes, des industriels, des collectivités territoriales, que des associations de défense de l'environnement.

Ce rôle de médiateur est prépondérant dans les années 95, avec l'avènement de Port 2000. Il fallait alors trouver un consensus entre protection de l'environnement et développement

économique. Dès 1999, forte de cette expérience, la Maison de l'Estuaire se voit confier par l'Etat la gestion de la réserve naturelle de l'estuaire de la Seine, créée le 31 décembre 1997. Avec la mise en place du réseau Natura 2000, elle est également chargée depuis 2003 de coordonner l'observatoire de l'avifaune sur la ZPS de la basse vallée de la Seine et d'élaborer le document d'objectifs du réseau Natura 2000 sur l'estuaire de la Seine.

- **Création et extension de la Réserve Naturelle Nationale de l'Estuaire de la Seine**

Le Décret de création de la réserve naturelle a été publié au Journal Officiel le 1er janvier 1998 et le décret n°2004-1187 du 9 novembre 2004 portant extension de la réserve naturelle de l'estuaire de la Seine et modifiant le décret n°97-1329 du 30 décembre 1997 au Journal Officiel du 10 novembre 2004.

« Art. 1er. - La réserve naturelle nationale dénommée « Réserve naturelle de l'estuaire de la Seine » a pour vocation, sur le territoire des départements du Calvados, de l'Eure et de la Seine-Maritime, de sauvegarder la diversité biologique d'un ensemble de milieux estuariens, notamment des espaces intertidaux ou subtidaux, des vasières, des roselières et des prairies humides et de préserver l'avifaune et les espèces halieutiques avec leurs nourriceries et les juvéniles de poissons.

Elle assure la mise en œuvre sur cet espace des directives susvisées 79/409/CEE et 92/43/CEE. A cet effet, sont classées en réserve naturelle une superficie globale d'environ 8 528 ha ».

Ce classement en réserve naturelle est le fruit d'une longue réflexion suite à l'anthropisation de l'estuaire de la Seine débuté dans les années 1750. En effet, jusque dans les années 1970, à l'embouchure de la Seine, la vocation industrialo portuaire à terme des espaces conquis sur le fleuve par endiguement, sédimentation et remblaiement s'imposait. En 1984, une Zone d'Intérêt Communautaire pour les Oiseaux (ZICO) est définie et une vocation naturaliste des prairies, roselières et vasières encore non aménagées par les Grands Ports Maritimes du Havre et de Rouen est envisagée. A partir de 1985, l'idée d'une réserve naturelle suit son cours et prend la forme d'une réserve conventionnelle sur les terrains gérés par les deux Ports. En 1990, une Zone de Protection Spéciale (ZPS) est définie sur 2 750 hectares. C'est seulement fin 1997 que la réserve naturelle est officialisée par décret sur une superficie de 3 768 hectares. Les limites de la réserve de 1997 sont issues de longues négociations entre les différents acteurs, économiques, politiques et naturalistes et d'un arbitrage au moment du classement. Il faut encore plus d'une année pour désigner le gestionnaire pour cette réserve naturelle : la Maison de l'Estuaire.

Le contentieux avec Bruxelles a conduit à l'extension de la réserve naturelle. Suite à l'arrêt de la Cour de Justice européenne du 18 mars 1999, la Commission a mis en demeure la France d'une part d'étendre la surface de la Zone de Protection Spéciale pour les oiseaux (limitée à 2 750 hectares à ce moment là) et de renforcer son statut juridique. La Commission reprochait en effet à la France de ne pas avoir pris les mesures nécessaires pour éviter la détérioration écologique de l'estuaire de la Seine. Le premier grief a été levé lorsque la superficie de la ZPS « estuaire et marais de la basse Seine » a été portée à 18 840 hectares. Pour lever le deuxième grief, la France s'est engagée auprès de la Commission à étendre la superficie de la réserve naturelle. Près de cinq années de procédure administrative lourde ont été nécessaires pour finaliser ce dossier. Le Conseil d'Etat a finalement examiné le décret portant extension de la réserve naturelle de l'estuaire de la Seine lors de la séance du 19 octobre 2004 pour enfin être ratifié le 9 novembre 2004. De 1999 à 2004, la Commission européenne s'était inquiétée officiellement à plusieurs reprises auprès des autorités françaises de l'avancée du projet.

Les extensions de la réserve naturelle concernent d'une part le marais de Cressenval au nord, zone agricole dont la chambre de commerce et d'industrie du Havre avait eu le projet de faire une zone de développement, et d'autre part, la fosse marine sur l'embouchure de la Seine, de part et d'autre du chenal de navigation de Rouen. C'est donc l'ensemble des différents compartiments de l'estuaire, entre terre, mer et fleuve, assurant pour partie ses fonctionnalités hydro sédimentaires et biologiques qui sont dorénavant sous protection.

- **Missions et plan de gestion**

Les missions de la Maison de l'Estuaire sont définies au travers d'un plan de gestion regroupant les actions de suivi des habitats et des espèces mais aussi de gestion des milieux au travers de programmes d'aménagement plus ou moins lourds pour la conservation. Le premier plan de gestion issu d'un diagnostic scientifique approfondi et d'une longue concertation locale est validé en 2001 par le Conseil National pour la Protection de la Nature.

Le premier plan de gestion a fait l'objet d'une évaluation en 2005 (Maison de l'Estuaire, 2006). Ce document a fourni un diagnostic clair sur son efficacité, sur la pertinence des objectifs et des opérations associées. Il a également montré l'impact de la gestion sur le fonctionnement écologique de l'estuaire. Cette évaluation a permis d'identifier les opérations qui ont fonctionné et d'estimer leur reproductibilité sur le long terme. Enfin, elle a mis en évidence certaines opérations non réalisées ou inappropriées qui devaient être révisées.

L'évaluation a orienté de façon réfléchie les choix du gestionnaire dans la mise au point et l'élaboration de ce second plan de gestion approuvé en octobre 2009 pour une durée de 5 ans.

2.3) Limites administratives et réglementaires sur la RNNES

L'estuaire de la Seine et la Baie qui y est associée représente le plus grand complexe estuarien du Nord-Ouest de la France et un des plus grands d'Europe.

La réserve naturelle de l'estuaire de Seine se situe dans la partie orientale de la Baie de Seine, à l'interface entre les régions Basse-Normandie et Haute-Normandie.

Situé au débouché du bassin versant (75 000 km²) le plus anthropisé de France, l'estuaire est lui aussi très marqué par l'activité de l'homme : premier complexe pétrochimique, premier site portuaire avec le Havre et Rouen, infrastructures routières lourdes et agglomération de plus de 200 000 habitants aux portes de la réserve naturelle. L'estuaire est un espace de loisirs non négligeable pour les havrais : promenade, chasse, sports... Les activités rurales sont présentes dans ce contexte avec une agriculture complémentaire à celle des plateaux et une exploitation dynamique du roseau.

La réserve naturelle couvre une grande partie des rives de la Seine situées en plaine alluviale au Nord et au Sud, depuis le Pont de Tancarville jusqu'aux portes du Port du Havre et en fosse nord et sud sur une partie marine, sur une superficie d'environ 8 528 hectares à la fois sur le domaine terrestre (3 963 ha) et sur le domaine marin (4 565 ha). Administrativement, elle s'étend sur trois départements : la Seine-Maritime, l'Eure et le Calvados et 17 communes : Berville/Mer, Conteville, St-Samson-de-la-Roque en rive Sud, Sandouville, Gonfreville-l'Orcher, St-Vigor d'Ymonville, La Cerlangue et Tancarville en rive Nord, Criqueboeuf, Honfleur, Pennedepie, Trouville-sur-Mer, et Villerville en fosse sud et Gonfreville-l'Orcher, Le Havre, Oudalle et Rogerville en fosse nord.

Les filandres étudiées dans le cadre de DEFHFIS se situent toutes sur l'ensemble du territoire de la RNNES faisant l'objet de mesures de protection des milieux naturels, notamment :

- ✓ L'ESTUAIRE DE LA SEINE (SIC Natura2000 - FR2300121) ;
- ✓ L'ESTUAIRE ET LES MARAIS DE LA BASSE SEINE (ZPS Natura2000 - FR2310044) ;
- ✓ LES BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE (PNR - FR8000010) ;
- ✓ ESTUAIRE ET L'EMBOUCHURE DE LA SEINE (ZICO – 00024).

Les terrains concernés par l'étude présentent différents statuts :

- ✓ Domaine Public Maritime dont la gestion foncière revient au Grand Port Maritime du Havre (GPMH) et de Rouen (GPMR) ;
- ✓ Domaine Public Fluvial dont la gestion foncière revient au Grand Port Maritime de Rouen ;
- ✓ Terrain privé de l'Etat dont la gestion foncière revient au Grand Port Maritime du Havre (GPMH) ;
- ✓ Terrain privé du Conservatoire du Littoral et des Espaces Lacustres ;
- ✓ Terrain privé.

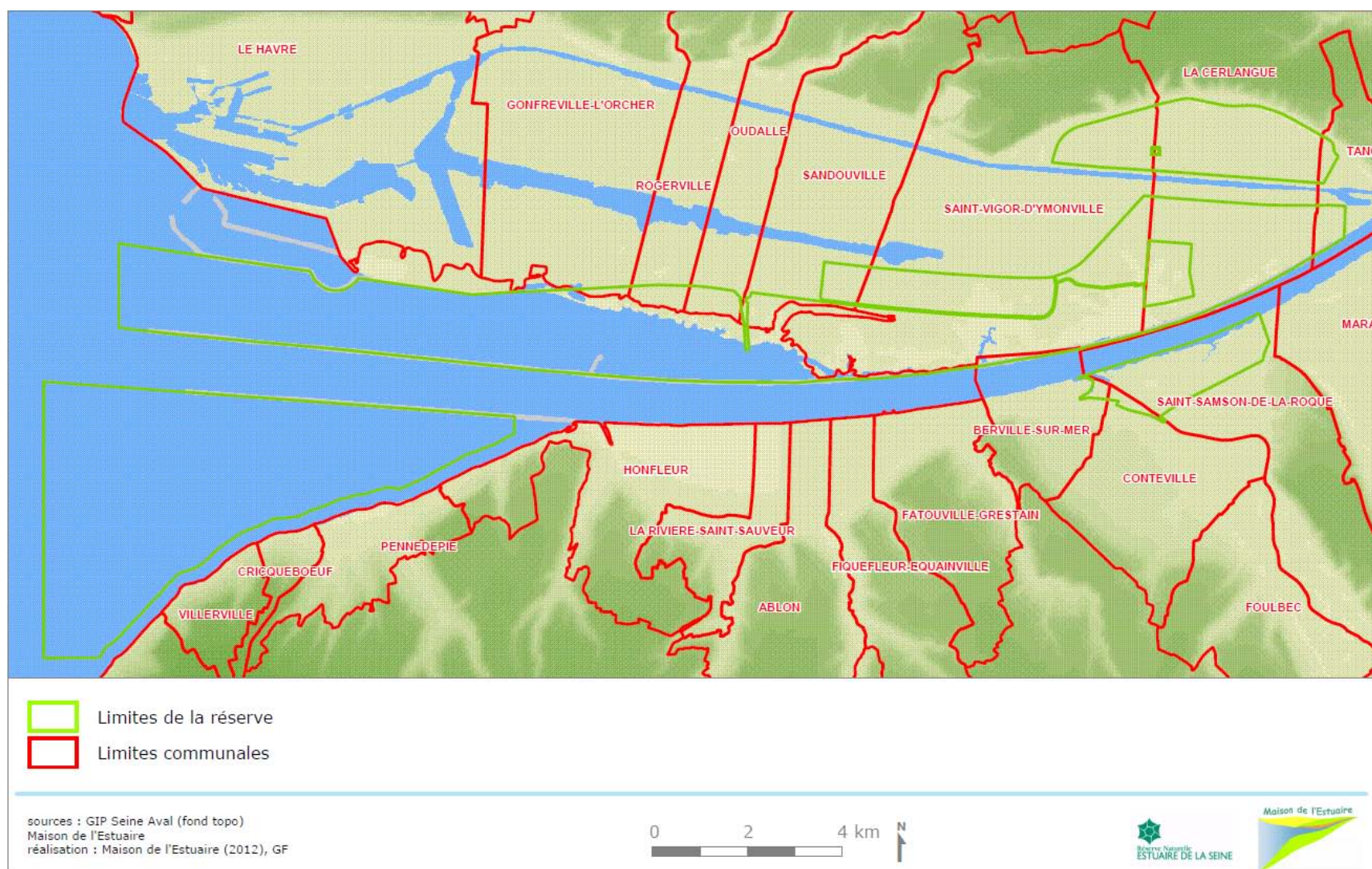
Figure 1 : Localisation générale de la RNNES et limites administratives communales

Figure 2 : Zonage réglementaire sur la RNNES

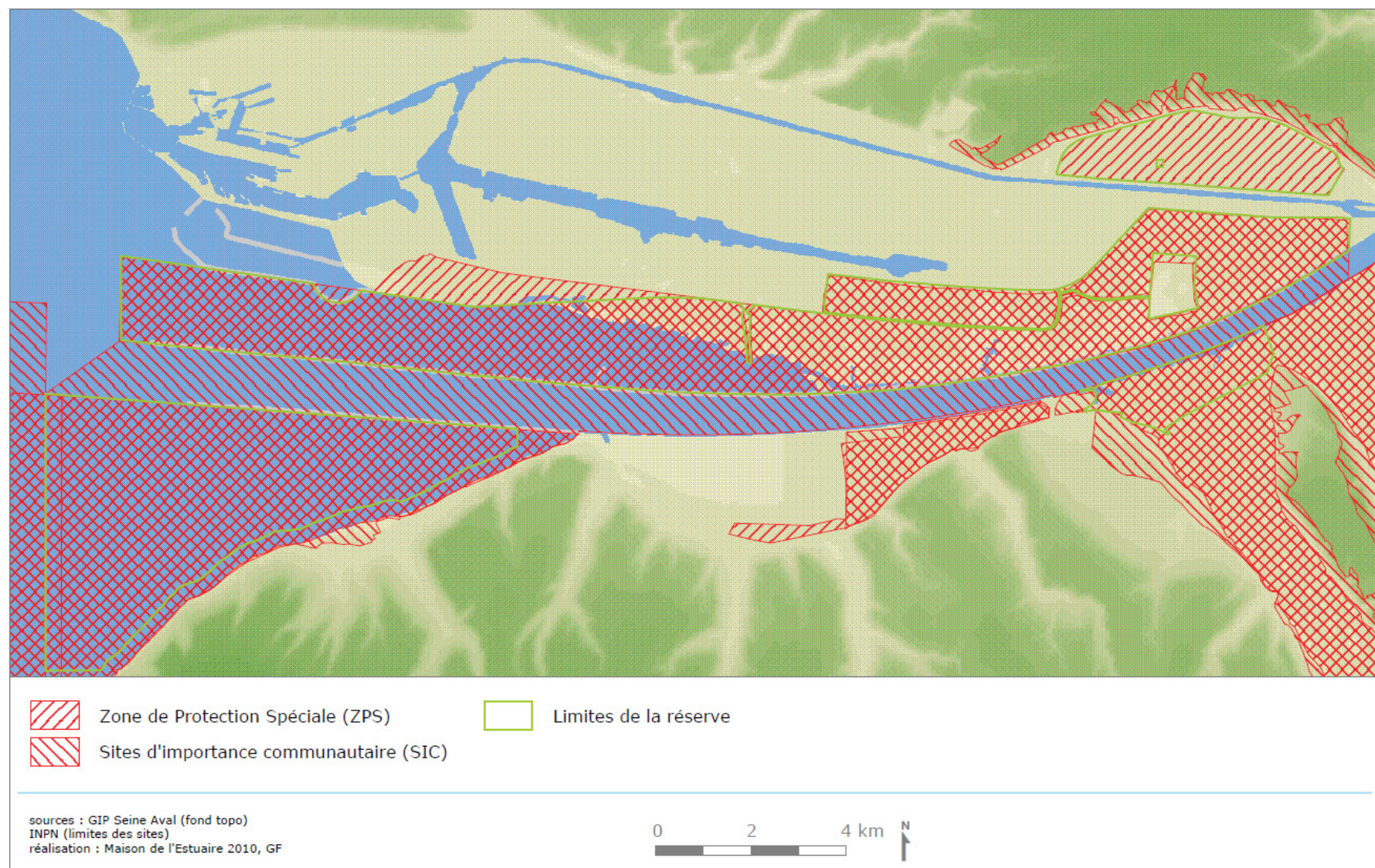
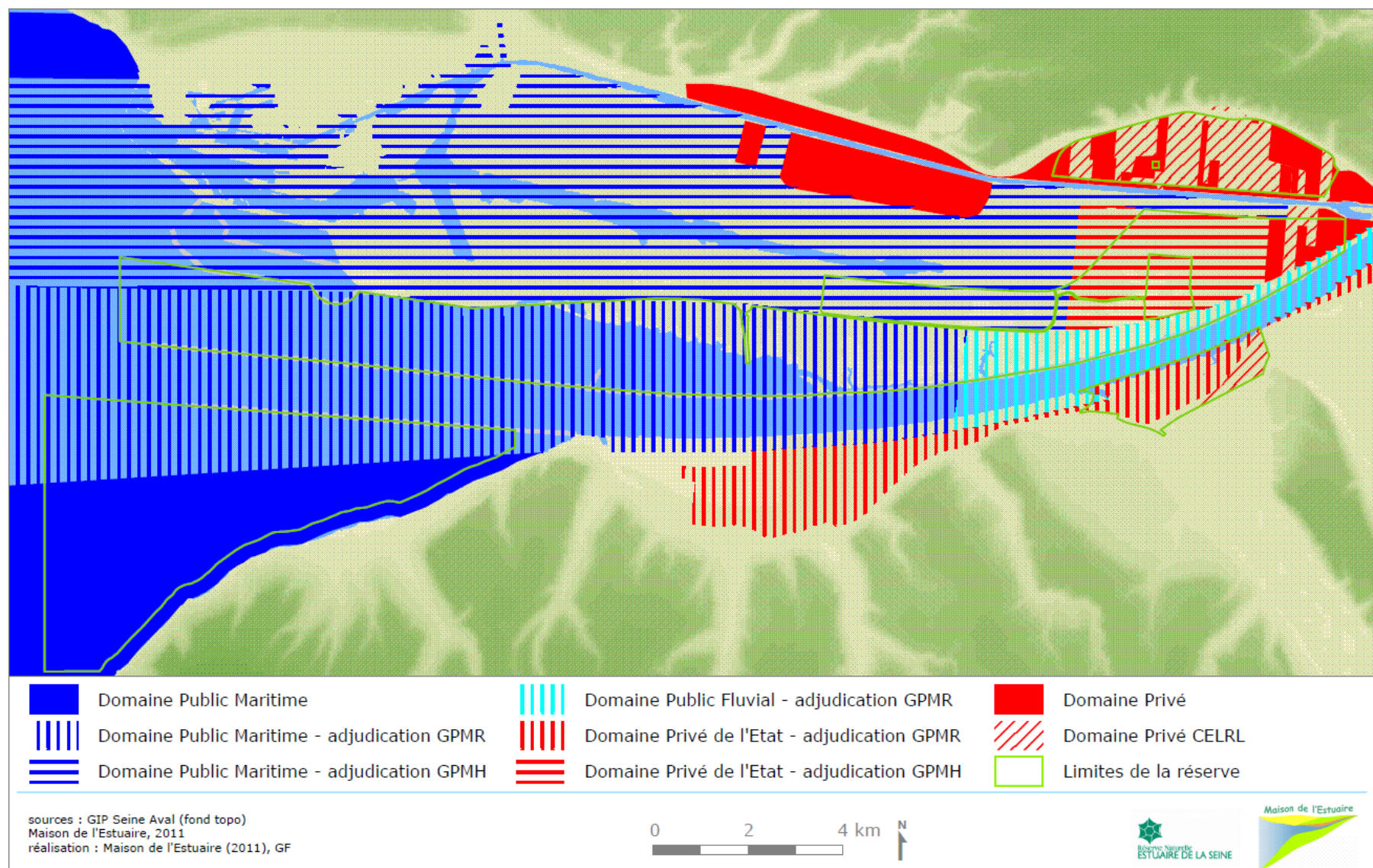


Figure 3 : Propriétaires fonciers et statut des terrains de la RNNES

3) Habitats et espèces de la Réserve intéressées par le système filandre

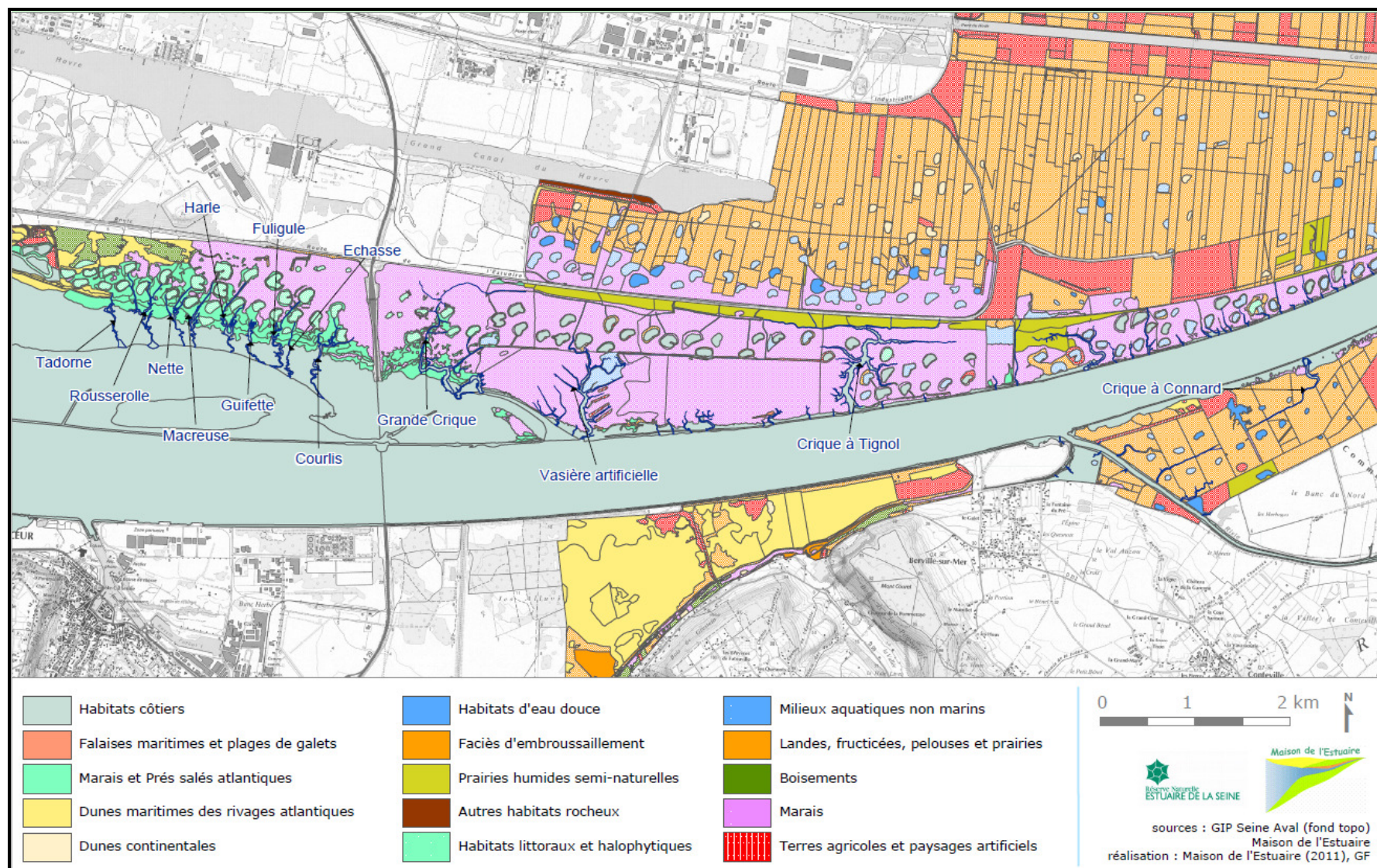
2.1) Habitats

Par définition, un estuaire se caractérise par l'influence d'eaux d'origines diverses, par le gradient de salinité qui en découle et par la gestion et/ou les aménagements qu'il subit, se structure ainsi en 3 grands domaines : le domaine halophile, le saumâtre et le dulçaquicole. Ces 3 entités interdépendantes forment un ensemble estuarien fonctionnel et fragile.

Lieu de contact, protégé, mais dynamique dans lequel abondent les éléments nutritifs, il est propice à la vie végétale et animale. De nombreuses espèces d'oiseaux et de poissons s'y reproduisent. Cet écotone présente ainsi, sur des surfaces parfois réduites, une succession de milieux littoraux et humides caractéristiques, depuis les vases et sables nus recouverts quotidiennement par la marée, à la roselière saumâtre, inondée uniquement lors des marées de vives eaux et des tempêtes jusqu'aux pâtures dulçaquicoles du marais de Cressenval alimentées par les eaux douces des nappes.

Cette diversité d'habitats nécessite d'être maintenue et protégée. Parmi ceux-ci, on citera plus particulièrement les milieux nous intéressant dans le cadre de DEFHFIS, notamment :

- Les vasières et banc de sable en domaine intertidal (habitats côtiers), cette zone soumise au balancement des marées, constitue un rôle d'importance en termes de production biologique via le benthos mais aussi en termes d'alimentation pour la faune piscicole et l'avifaune estuarienne ;
- Les filandres (habitats côtiers), celles-ci représentent un système de chenaux latéraux au chenal principal d'un estuaire et situe dans une zone soumise à la marée. Elles constituent un lieu de transferts de flux (hydraulique, biologique et géochimiques) entre le milieu estuarien et les marais libres et endigués de l'estuaire de la Seine. Elles jouent donc un rôle de corridor écologique répondant à différentes fonctionnalités pour les espèces (refuge, alimentation, nurserie...) mais permet aussi de pérenniser certains milieux d'importance caractérisés par la concentration en sel (prairies subhalophiles notamment) ;
- Le schorre (marais et prés salé atlantique) est traversé par les filandres, la végétation s'y développant se caractérise par sa résistance au sel et aux immersions ponctuelles ;
- Les roselières dulçaquicoles ou halophiles (marais), en partie exploitées par les coupeurs de roseau pour les couvertures en chaume mais aussi haut lieu pour l'avifaune. L'activité cynégétique y est également présente ;
- Les prairies humides semi-naturelles (dulçaquicole à halophile) exploitées par la profession agricole et utilisées pour la pratique de l'activité cynégétique. D'importance majeure pour la RNNES, elles constituent des zones de nourriceries et de nidification pour l'avifaune et renferment une flore spécifique patrimoniale voire protégée.

Figure 4 : Typologie Natura 2000 de la zone d'étude et autres milieux selon Corine biotope

2.2) Liens vers les espèces

Cette diversité d'habitat implique donc la présence de nombreuses espèces qui y sont étroitement liées soit pour s'y développer et y effectuer l'ensemble de leur cycle biologique (flore) ; soit ces milieux sont utilisés pour répondre à un besoin ponctuel en termes de développement de certaines espèces (reproduction, nurseries de poissons par exemple), soit pour répondre à certaines fonctionnalités (alimentation, refuge / abri).

2.2.1) Flore

Les chenaux naturels (filandres) soumis aux marées jouent un rôle essentiel dans l'alimentation hydraulique et le déplacement des espèces sur l'ensemble de la réserve. C'est particulièrement vrai au cœur des prés salés atlantiques ou schorre qui se développent à l'arrière des prairies à spartine ou à salicorne. L'habitat générique regroupe l'ensemble des végétations pérennes des prés salés atlantiques, se développant sur un substrat argilo-limoneux à limono-sableux, consolidé, situé dans la partie supérieure de la zone intertidale et pouvant subir une inondation plus ou moins régulière par la marée. En amont du Pont de Normandie, où l'influence maritime est moindre, ce schorre forme des mosaïques avec les mégaphorbiaies oligohalines et la roselière saumâtre. Différents faciès s'expriment sur le secteur selon leur situation plus ou moins élevée au sein du schorre ; les prés salés du bas schorre se présentent sous la forme d'une pelouse vivace rase dominée par *Puccinellia maritima*. Les prés salés du moyen schorre s'expriment également sous la forme d'une végétation vivace rase à moyenne, caractérisée par *Festuca rubra litoralis*. Il s'accompagne de *Agrostis stolonifera* et de quelques pieds de *Juncus gerardi*, espèce caractéristique de cet habitat élémentaire influencé par des arrivées d'eau douce. Particulièrement rares dans l'estuaire, ils se cantonnent sur certains bordés de mares. Les prés salés du haut schorre, dominés par *Elymus athericus*, subissent généralement une inondation moins régulière que le moyen schorre. Cette formation haute monospécifique se situe sur des niveaux topographiques supérieurs enrichis en matière organique. Elle subit des inondations exceptionnelles et résiste aux fortes sécheresses estivales. Dans les trouées de sols sableux frais et salés, une végétation pionnière se développe sur ce haut schorre. Elle est composée de petites plantes herbacées annuelles comme *Parapholis strigosa*, *Catapodium maritimum* et *Plantago coronopus*.

Elles traversent également des roselières de plusieurs types. Ces roselières constituent une des composantes principales des marais de l'estuaire puisqu'elles occupent une surface d'environ 1000 hectares. Plus de la moitié de cette surface est formée d'une roselière saumâtre à *Phragmites australis* et *Aster tripolium*. Malgré sa faible diversité floristique, elle présente une réelle originalité du point de vue de sa structure et de son fonctionnement. Habitat de nombreuses espèces d'oiseaux paludicoles (*Phragmite aquatique*, *Panure à Moustaches*, *Butor étoilé*, *Busard des roseaux*...), elle joue aussi un rôle non négligeable dans l'absorption des polluants de la Seine. En hiver, cette roselière est exploitée pour le chaume, limitant en partie son atterrissement. Même si la limite entre les roselières subhalophiles et dulçaquicoles (à *Phragmites australis* et *Solanum dulcamara*) reste à l'heure actuelle encore floue, elle dépend assurément de l'alimentation en eau plus ou moins salée par le biais des filandres. En front de cette grande roselière, se développe une parvo-roselière pionnière, dominée par *Bolboschoenus maritimus*.

Les filandres alimentent en outre les prairies subhalophiles qui se développent sur des sols alluviaux modérément à très riches en nutriments, inondés en hiver par des eaux saumâtres. Elles sont pâturées et/ou fauchées avec pâturage de regain. Ces prairies subhalophiles constituent la forme la plus originale de l'*Hordeo-Lolietum*, association prairiale la plus répandue sur la Réserve. Mésohygrophiles à légèrement hygrophiles, elles sont méso-

eutrophes à eutrophes et plus rarement mésotrophes. Elles se composent de *Alopecurus bulbosus*, *Bromus gr. racemosus-commutatus*, *Hordeum secalinum*, *Juncus gerardii*, *Lotus corniculatus* subsp. *tenuis*, *Oenanthe lachenalii*, *Oenanthe silaefolia*, *Triglochin maritimum*. Dans ces prairies, ces filandres se prolongent soit sous la forme de fossé, soit en baissières lorsque leur dynamisme est atténué. Elles se couvrent, pour la plupart, de végétations prairiales longuement inondables qui abondent essentiellement au nord de la route de l'estuaire. Cette végétation de prairie pâturée (ou fauchée puis pâturée en regain), hygrophile, mésotrophe à eutrophe, assez pauvre en espèces, se caractérise surtout par des espèces transgressives des prairies flottantes comme *Glyceria notata*... ou des prairies subhalophiles comme *Juncus gerardii*. 2 formes sont distinguées : faiblement et nettement subhalophile

2.2.2) *Faune*

De par sa position géographique dans l'est Atlantique et la richesse de ses habitats, l'estuaire de la Seine possède un patrimoine avifaunistique exceptionnel. Cet estuaire macrotidal a généré au fil des siècles des habitats diversifiés et rares qui rassemblent toutes les fonctions des oiseaux : repos, alimentation, reproduction.

Certains habitats comme la roselière pourvue qu'elle soit en contact avec des espaces d'eau libre, peut remplir plusieurs fonctions et devenir le réservoir de vie principal pour une seule et même guildes d'oiseaux : Butor étoilé, Râle d'eau, Panure à moustaches, Locustelle luscinioides.

D'autres habitats à l'interface entre le milieu marin et le milieu terrestre occupent une place importante dans l'espace de vie de plusieurs espèces d'oiseaux en période de migration ou en hivernage : vasières et schorres par exemple.

En regardant d'un peu plus près l'évolution des habitats au gré des marées et le comportement des oiseaux, un habitat occupe une place singulière : la filandre.

Elle réunit plusieurs fonctions à toutes les saisons pour l'avifaune. Si à marée haute, les oiseaux s'y remettent et forment des reposoirs conséquents, constitués parfois de plusieurs milliers d'oiseaux (embouchure de la vasière artificielle), à marée basse, ils sont nombreux à s'y alimenter (limicoles et anatidés). Le rôle des filandres est également important pour la faune aquatique (crustacés, invertébrés, ichthyofaune) constituant à la fois refuge et zone d'alimentation. Les filandres jouent également un rôle de circulation des espèces vers les zones rétro-littorales (marais, prairies humides) permettant ainsi de répondre à certaines exigences écologiques de celles-ci. Cependant, ces aspects sont encore mal connus et quantifiés, ils méritent d'être approfondis en termes d'inventaire mais aussi en termes de gestion des milieux permettant de garantir l'ensemble de ces fonctionnalités.

Le programme de recherche DEFHFIS est donc l'opportunité de se focaliser sur les systèmes filandres et de compléter les données permettant au gestionnaire de réfléchir sur l'opportunité de futurs suivis et de mettre en cohérence sa gestion du milieu avec la pérennité des filandres.

4) Fonctionnement hydraulique

4.1) Généralités sur la RNNES

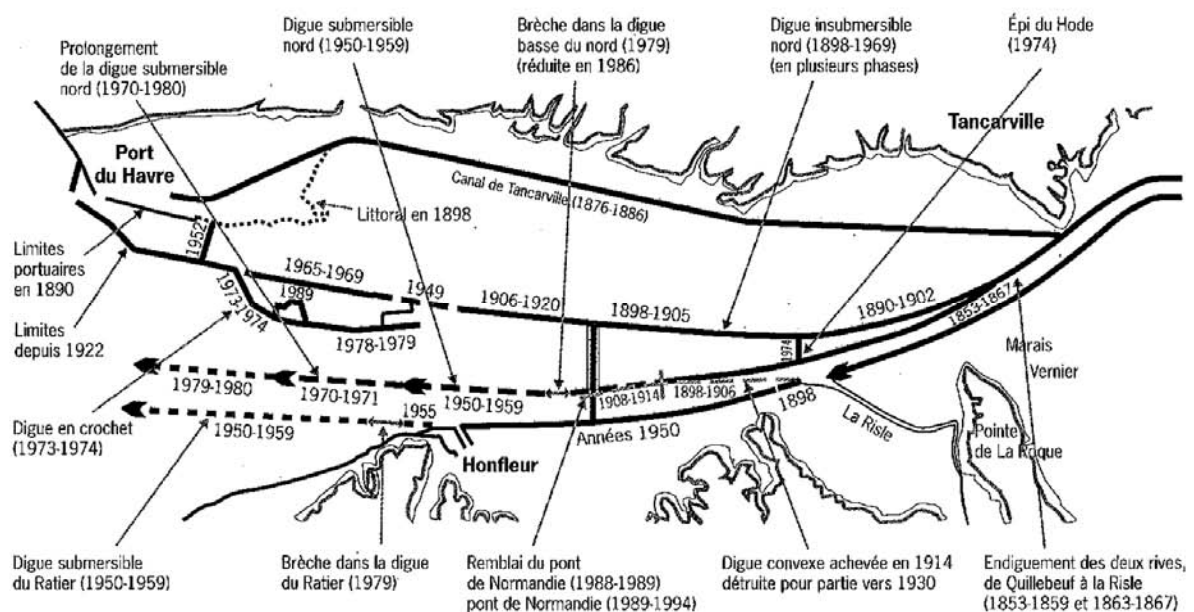
La gestion hydraulique de la Réserve Naturelle est d'une grande importance et est un point sensible. En effet, le territoire de la RNNES est l'héritage d'un patrimoine naturel d'exception ayant subi au cours des derniers siècles de nombreux aménagements dus aux besoins de la navigation en Seine et au développement des infrastructures industrialo-portuaires. De ce fait, le territoire est aujourd'hui compartimenté par différents aménagements (route de l'estuaire, digues, épi...) et doit tenir compte des usages (chasse, agriculture, coupe de roseaux) qui ont lieu sur la réserve, le fonctionnement hydraulique et la gestion qui en découle en sont donc complexes.

Le gestionnaire de la Réserve doit donc s'adapter à l'artificialisation et la compartimentation du milieu afin de mettre en place des aménagements hydrauliques compatibles avec une les besoins environnementaux mais aussi avec les usages qui sont fait de la Réserve. Ainsi, le gestionnaire entretient le réseau hydraulique, procède à des aménagements, suit les niveaux d'eau et gère les ouvrages hydrauliques de façon saisonnière afin d'atteindre des optimum écologiques en terme de niveau d'eau et durée d'inondation. Cette gestion est rendue d'autant plus difficile qu'il faut prendre en considération les désidératas parfois divergents de chaque catégorie d'utilisateurs.

4.2) Obstacles et secteurs hydrauliques

Le territoire de la RNNES est la résultante de plusieurs siècles d'aménagements pour les besoins de la navigation en Seine et du développement industriel portuaire. Ces aménagements ont conduit à la conquête de terrain originellement soumis à la marée. Ils ont ainsi créé de nouveaux territoires disposant d'un caractère écologique patrimonial qui a abouti au classement en Réserve. Cependant, ces ouvrages ont modifié la circulation hydraulique du territoire et obligent à une gestion de l'hydraulique devant répondre à des exigences naturelles tout en s'adaptant à l'anthropisation du système.

Figure 5 : Chronologie des principaux aménagements dans l'estuaire de la Seine depuis le XX^{ème} siècle



Source : Programme scientifique Seine-Aval, Fascicule Sables, chenaux et vasières.

Dans le cadre de DEFHFIS, les obstacles majeurs à la libre circulation des eaux sont :

- les digues du chenal de navigation (depuis 1853) constituant un point dur aux embouchures de certaines filandres empêchant leur évolution naturelle et leur réajustement, on notera toutefois que le Grand Port maritime de Rouen (GPMR) a procédé dans les années 2005 à la mise en œuvre de brèches dans la digue au droit de certaines embouchures
- la route de l'estuaire et le chemin de halage constituant une digue de protection contre les inondations réalisée entre 1890 et 1969. Cette digue est traversée par de simples buses au diamètre insuffisant. Les apports d'eau sur les prairies sont donc limités ;
- l'épi du Hode (1974), qui a contribué au comblement du chenal nord mais aussi en aval de l'ouvrage en s'opposant à la circulation alternative des eaux sous l'effet des marées ;
- le remblai du pont de Normandie (1988), ayant le même effet que l'épi du Hode mais plus en aval ;
- les diguettes (1996) sont également un frein aux écoulements rendant encore plus complexe le transit des eaux vers les prairies humides.

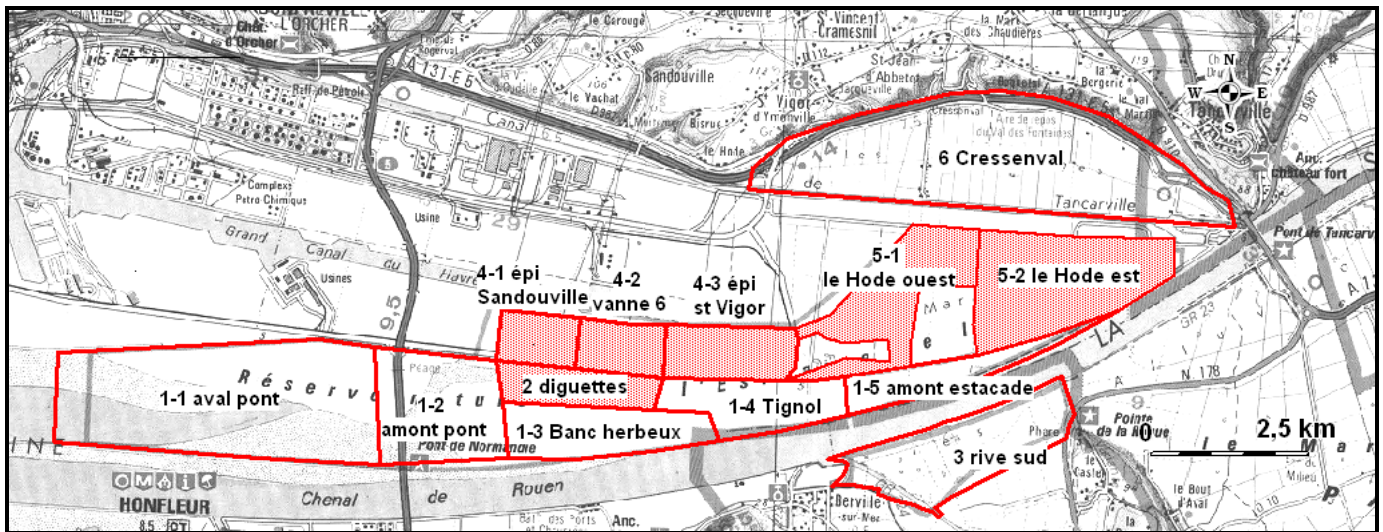
Face à ces éléments, il a fallu s'adapter à un fonctionnement hydraulique complexe n'ayant plus de caractère naturel. Ces aménagements ont donc conduit à une compartimentation réduisant à la fois l'espace de liberté des filandres mais aussi les volumes oscillants possibles en tête de crue. Cela a contribué à fixer les filandres dans l'espace afin de devenir, pour certaines, et d'un point de vue hydraulique, de simples canaux (par exemple secteur 1.5 figure 8).

C'est pourquoi la Maison de l'Estuaire a établi différents secteurs et sous secteurs sur son territoire permettant d'identifier plusieurs milieux, qui, pour certains fonctionnent encore naturellement et pour d'autres sont artificialisés et nécessitent une intervention humaine pour leur gestion hydraulique.

Concernant les filandres étudiées dans le cadre de DEFHFIS, nous nous intéresserons plus particulièrement au :

- Secteur 1 : aval (1.1) et amont (1.2) pont de Normandie, (1.3) Banc herbeux, (1.4) Tignol et 1.5 amont estacade ;
- Secteur 2 : diguettes ;
- Secteur 3 : Rive Sud ;
- Secteur 4 : Prairies subhalophiles.

Figure 6 : Compartiments hydrauliques de la RNNES



4.2.1) Secteur 1

Ce secteur concerne les embouchures de l'ensemble des filandres étudiées et situées en rive droite de la Seine. La limite Sud est constituée par la Digue Basse Nord et la digue insubmersible disposant chacune de brèche et point bas afin de permettre la pénétration de la marée dans les filandres. Au nord, ce secteur est délimité par la route de l'estuaire, les diguettes et le chemin de halage constituant des obstacles transversaux au libre écoulement des eaux. La succession des milieux dans ce secteur selon un axe sud / Nord sont 1) la slikke, 2) le schorre, 3) les roselières et 4) les mégaphorbiaies le long de la route de l'estuaire et du chemin de halage.

En aval du Pont de Normandie (secteur 1.1), l'alimentation en eau via les marées fonctionne naturellement. L'eau pénètre dans l'embouchure des filandres (tadorne à Courlis) et se propage dans celles-ci sans rencontrer de réels obstacles à l'écoulement. Les filandres disposent donc d'un espace suffisant pour déborder et le volume oscillant disponible en tête des filandres est pérenne.

En amont du pont de Normandie (secteur 1.2, 1.3, 1.4 et 1.5) le fonctionnement diffère notamment en tête des filandres. En effet, les obstacles constitués par les diguettes, route de l'estuaire et chemin de halage et les ouvrages hydrauliques qu'ils comportent empêchent les filandres de disposer d'un volume oscillant à leur tête. Bien que les filandres concernées (Grande crique, vasière artificielles, crique à Tignol et estacade du Hode) soient de plus grande ampleur que les filandres en aval du pont de Normandie, le gestionnaire est amené à entretenir les parties hautes de ces filandres à cause de ces pertes de charge qui provoquent un dépôt sédimentaire accru. La constitution de merlons de curage aux abords des secteurs entretenus est une autre problématique. Ils limitent le débordement des filandres et en réduisent d'autant le volume oscillant pouvant transiter dans celles-ci. La création de saignées dans les merlons de curage permet de reconnecter les points bas dans l'attente de trouver les moyens techniques, financiers et réglementaires pour procéder à l'extraction de ces merlons.

Le secteur 1 ne fait l'objet d'aucune gestion hydraulique concertée, l'eau se propage dans les filandres au gré des marées. Seuls certains chasseurs pratiquent une gestion hydraulique afin d'alimenter en eau.

4.2.2) Secteur 2

Le secteur dit des « diguettes » est le résultat d'une compartimentation volontaire de la réserve réalisée dans le cadre des mesures compensatoires au barreau de raccordement de l'A29. L'aménagement réalisé, entre 1996 et 1998, consiste à l'établissement d'un merlon de terre (3 500m) s'appuyant sur le remblai de la route de l'estuaire afin de constituer un réservoir d'eau permettant l'alimentation en eau au nord de la route de l'estuaire (secteur 4.1 « épi de Sandouville » et secteur 4.2 « vanne 6 » ; figure 7). En effet, l'obstacle hydraulique que constitue la digue, sur laquelle repose la route de l'estuaire, ne permettait pas aux marées d'alimenter de manière satisfaisante les prairies subhalophiles au nord. Les buses assurant le transfert des écoulements ont un diamètre trop faible et n'assurent qu'une faible débitance. A cela s'ajoute sur une courte durée de remplissage d'environ à 3 heures¹. Afin de préserver les prairies humides du secteur 4, il a donc été réalisé un réservoir d'eau constitué de plusieurs entrées correspondant aux têtes de filandre, notamment la Grande Crique, la Vasière Artificielle et la Crique à Tignol. La mise en charge de ce réservoir par ouverture des vannes au flot permet ainsi après leur fermeture au jusant, de stocker un volume d'eau supplémentaire. Ce volume transitant vers le nord, par vases communiquant, sur une plus longue durée. Le volume franchissant la route de l'estuaire est donc plus important que ce que permet le débit des buses en 3 heures de marées.

Les diguettes ont donc trois fonctions :

1. Retenir l'eau dans la roselière lors des PMVE (pleines mer de vives eaux) et régler les niveaux ;
2. Ralentir les apports de matières en suspension par le bouchon vaseux ;
3. Permettre des chasses à basse mer pour désenvaser les filandres amont et aval.

D'un point de vue topographique on notera que les diguettes s'élèvent jusqu'à la cote 8.5 m CMH hormis un seuil à 8.10 m à proximité des vannes Ouest. Elles peuvent donc être submergées lors des pleines mers de vive eau et lors de surcotes marégraphiques. La route de l'estuaire s'élève en moyenne, quant à elle, à 9.65m CMH.

Ce secteur est caractérisé par une roselière d'eau saumâtre exploitée pour la coupe des roseaux. La chasse est également pratiquée sur 13 mares de chasses. L'alimentation en eau de ce compartiment hydrique s'effectue par 6 ouvrages hydrauliques (vannes à guillotine) prenant l'eau dans des filandres (Grande crique – 3 vannes, vasières artificielles – 1 vanne, et crique à Tignol – 2 vannes).

¹ L'entrée d'eau au nord de la route de l'estuaire ne se fait généralement que lors de coefficients de marées de vives eaux et cela sur une durée d'environ 3h en conditions météorologiques et astronomiques normales

Figure 7 : Type de vanne mise en place sur les diguettes



*Vannes Ouest (3*1000mm) ; Vanne Sud (1*1000 mm) et Vannes Est (2*1000mm) – vannes à guillotine*





Point de passage obligé pour l'alimentation en eau et la régulation des niveaux d'eau dans les prairies subhalophiles, les diguettes font partie des points sensibles en termes de gestion hydraulique sur la RNNES.

La Maison de l'Estuaire, dans le cadre de l'opération de gestion GH16, intervient régulièrement en tête de la Grande Crique afin de procéder à l'entretien de la section d'écoulement. En effet, les pertes de charges occasionnées par les vannes « Ouest » occasionnent un dépôt sédimentaire exhaussant l'altimétrie du fond de filandre et par voie de conséquence limitant les temps et volume d'alimentation des diguettes. Avec le recul, il s'avère que les chasses prévues afin de désenvaser la filandre ne sont pas suffisantes au regard de son évolution actuelle au niveau de son embouchure (réduction de la pente longitudinale du fait du comblement du méandre environnemental et de l'évolution de la fosse Nord).

Figure 8 : Tête de la grande crique et merlon de curage coté nord



Figure 9 : Secteur 2 les « Diguettes »**Légende**

-  Filandre
-  Fossé artificiels
-  Ouvrage de gestion hydraulique
-  Exutoire contrôlé

4.2.3) Secteur 4

Le secteur, dit « secteur des Prairies subhalophiles » est caractérisé par des prairies de fauche et de pâture disposant d'un caractère halophile patrimonial pour la RNNES, on y retrouve également, au sud, une roselière dulçaquicole voire saumâtre. Ces prairies sont d'autant plus importantes que les faciès subhalophiles ne sont présents au niveau régional que dans l'estuaire de la Seine. Elles abritent une flore spécifique patrimoniale et constituent un site attractif pour la nidification de nombreux oiseaux. Les prairies humides et la roselière présentent également un caractère patrimonial majeur au niveau de la réserve naturelle mais aussi au niveau régional. Ces prairies autrefois soumises aux marées, en sont aujourd'hui en partie déconnectées par la route de l'estuaire comme vu précédemment. En effet, cette route constituant une digue ne dispose que de 8 buses de section restreinte (diamètre max 800mm) permettant l'alimentation en eau des prairies.

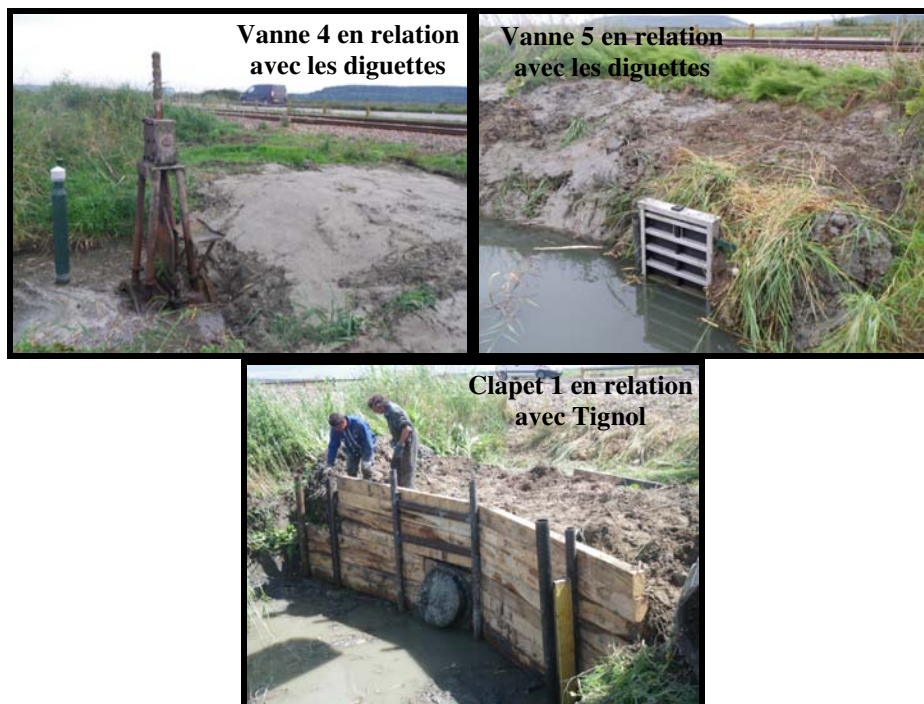
Sur ce secteur, on distinguera 3 sous ensembles : l'épi de Sandouville (secteur 4.1), la vanne 6 (secteur 4.2) et l'épi de Saint Vigor (secteur 4.3). Les deux premiers sont totalement dépendant du secteur 2 par lequel les eaux transitent, le 3^{ème}, le plus à l'est, est quant à lui en connexion directe avec la Crique à Tignol. L'alimentation en eau des fossés est donc tributaire du niveau d'eau dans les diguettes pour les deux sous secteurs les plus à l'ouest. Au nord des prairies subhalophiles se trouve le Grand Canal du Havre (GCH). Le réseau hydraulique du secteur 4, constitué de fossés rectilignes destinés dans un premier temps à « assainir » le marais pour les besoins de l'agriculture, sert aujourd'hui à la mise en eau du territoire et l'alimentation des mares de chasse. Ce réseau dispose au nord de plusieurs exutoires (certains contrôlés d'autre non) vers le GCH. Ces exutoires ne sont actifs (surverse) que lorsque le niveau d'eau moyen du secteur est important, aucune alimentation en eau ne provient aux prairies subhalophiles depuis le GCH. Ces ouvrages de délestage sont un moyen plus aisé (en termes de temps de vidange et de manipulation) de réguler les excédents d'eau que de manipuler l'ensemble des ouvrages hydrauliques des diguettes et de la route de l'estuaire.

Les ouvrages hydrauliques présents sur le secteur 4 pour assurer la gestion des niveaux d'eau n'ont pas tous un fonctionnement optimal. Ces ouvrages généralement constitués de vannes à guillotine (vétustes) ne permettent que deux modes de fonctionnement (alimentation/vidange). Elles ne permettent qu'une gestion par le « bas », l'obtention et le maintien d'un niveau d'eau prédéfini est donc approximatif et nécessite de nombreux ajustements pouvant conduire à une gestion hydraulique difficile lors de périodes de nidification.

Figure 10 : Exutoires contrôlés vers le Gand Canal du Havre

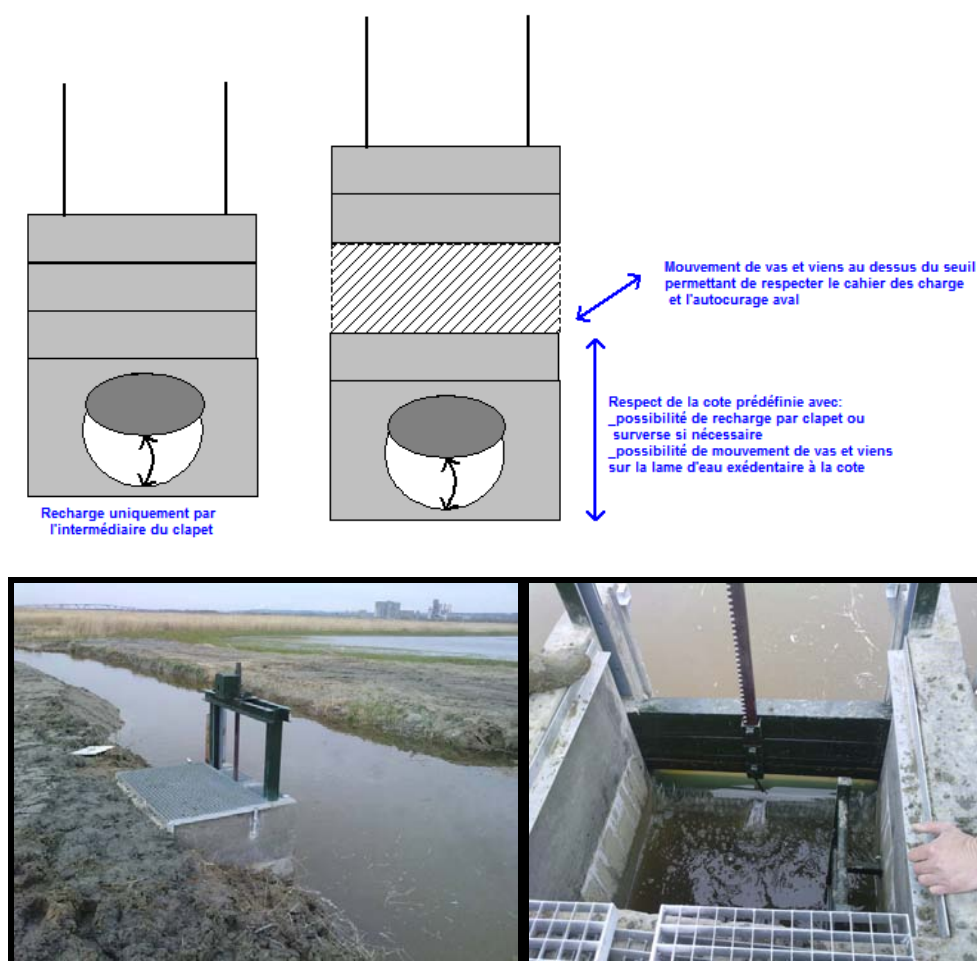


Figure 11 : Différents types d'ouvrage au niveau de la route de l'estuaire



La Maison de l'Estuaire a procédé en 2010, après concertation des usagers et accord des services de l'état, à une expérimentation au travers de la mise en place d'une vanne d'un nouveau type. Cette vanne mise en place au niveau de la vanne 3 est en fait une vanne à panneaux sectionnels disposant d'un clapet anti-retour dans la première pelle de vanne, ce qui permet :

- L'alimentation en eau au nord de la route de l'estuaire dès que les coefficients de marée permettent l'ouverture du clapet anti-retour. Ceci permet également d'assurer la continuité des flux bio géochimiques vers le nord de la route de l'estuaire (sel, benthos, ichtyofaune, nutriments...)
- De fixer le niveau d'eau défini lors des comités des usages de l'eau en disposant de la garantie que tout excédent d'eau repart en Seine par surverse au dessus de la / des rehausse(s) mise en place. La gestion s'effectue donc par le « haut » (surverse) garantissant donc le maintien d'un niveau minimum dans le réseau.
- D'entretenir, autant que faire se peut le bras d'alimentation provenant de la crique à Tignol. Le gestionnaire peut ainsi procéder à des chasses (ouverture complète de la vanne) limitant les interventions humaines (curage). De plus, les systèmes de rehausse lors de régulation des niveaux d'eau pour les usages permettent d'obtenir un écoulement dans la crique.

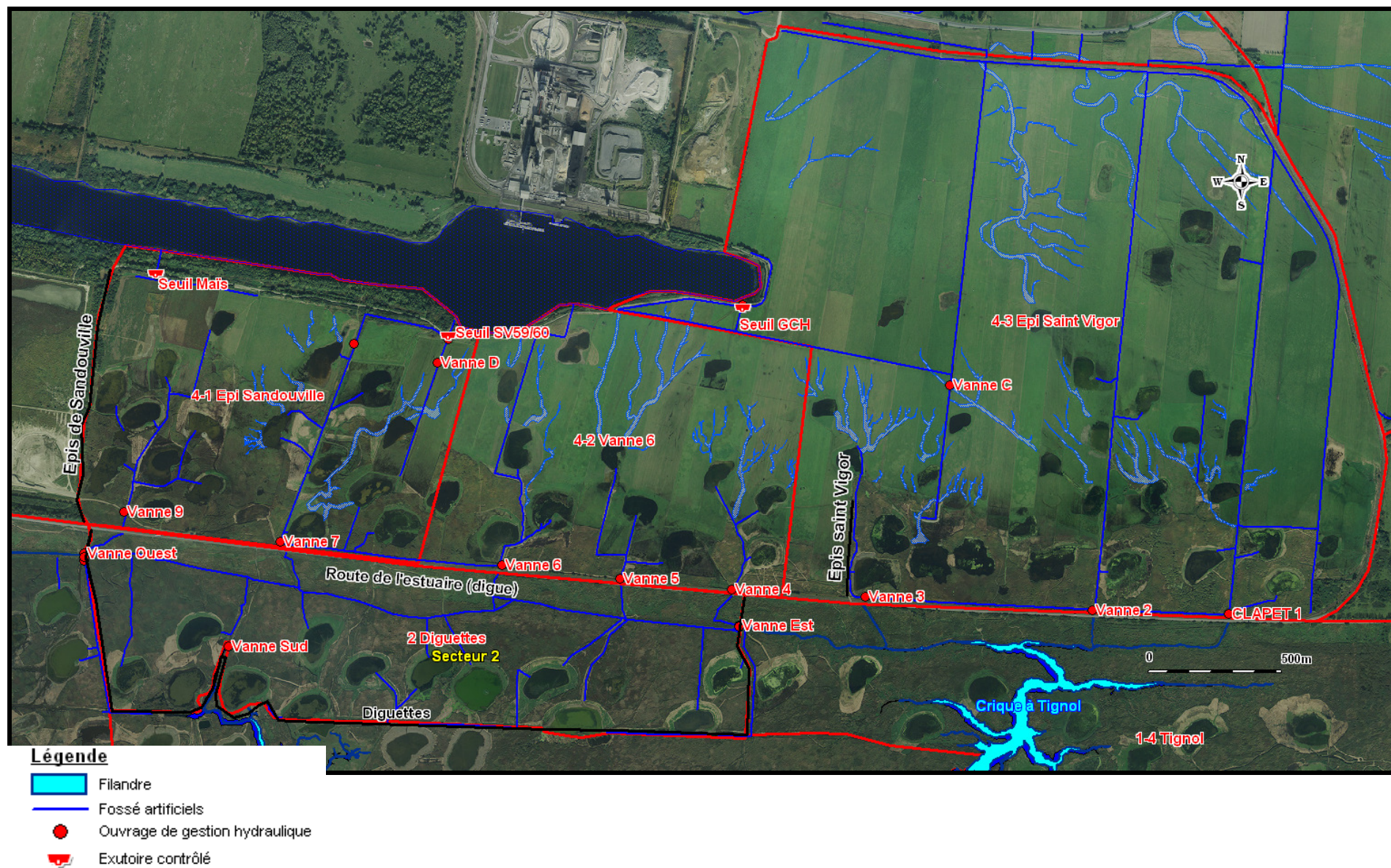
Figure 12 : Vanne expérimentale (vanne 3) – principe de fonctionnement

Le mode de fonctionnement de cet ouvrage simplifie la gestion hydraulique au quotidien et limite les conflits d'usages récurrents sur ce secteur. Cependant, l'ouvrage est limité à la section de la buse de transfert des écoulements présente sous la route de l'estuaire (800mm). L'effet siphon occasionné engendre de nombreuses pertes de charge et est donc limitant pour les flux biologiques (ichtyofaune notamment) mais aussi pour les vitesses de courant notamment lors des chasses et surverses vers la Seine.

Ce type d'ouvrage a été reproduit, en 2011, en trois sites sur le chemin de halage (prairies du Hode secteur 5) cette fois avec de plus grosses sections d'écoulement (pont cadre de 2*1.5m), avec moins d'un an de recul le gestionnaire observe déjà que les retours d'excédent d'eau en Seine sont bénéfiques pour les filandres d'alimentation.

Vanne identique à la vanne 3 posée sur un pont cadre Secteur 5

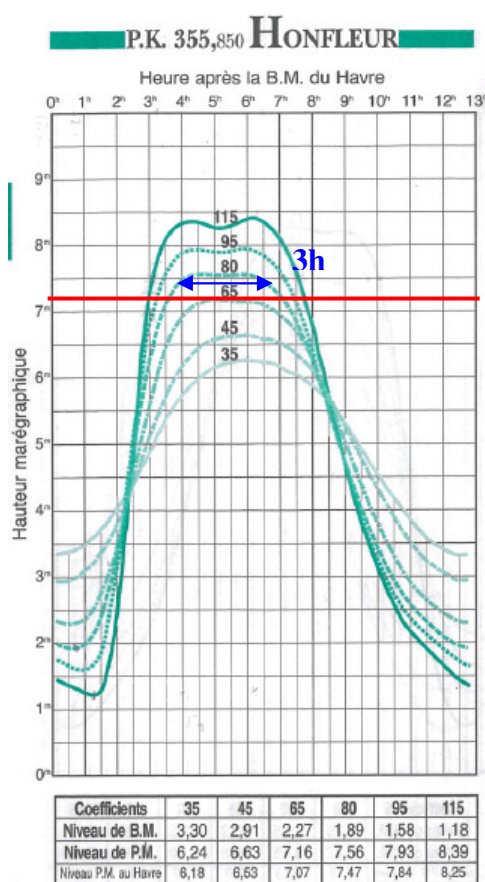


Figure 13 : Secteur 4 les « Prairies subhalophiles »

On notera que pour les secteurs 2 « diguettes » et 4 « Prairies subhalophiles » compartimentés. Les apports ne sont pas suffisants pour alimenter de manière satisfaisante les marais en eau. L'apport d'eau s'effectue essentiellement lors des marées de vives-eaux et cela en fonction des conditions météorologiques et de l'hydrologie de la Seine. L'apport en eau ne s'effectue sur une durée d'environ 3 heures. Durant ce laps de temps, l'alimentation en eau est réduite par les pertes de charges provoquées par les singularités (buses, sous sections...) rencontrées tout au long du parcours hydraulique mais aussi par l'altimétrie des radiers de buse située vers 7.1-7.3m CMH.

L'apport en eau dans le marais est donc irrégulier et le taux de renouvellement des eaux est faible.

Figure 14 : Illustration de l'onde de marée à Honfleur,
source Port de Rouen Vallée de Seine annuaire des marées



4.2.4) Secteur 3

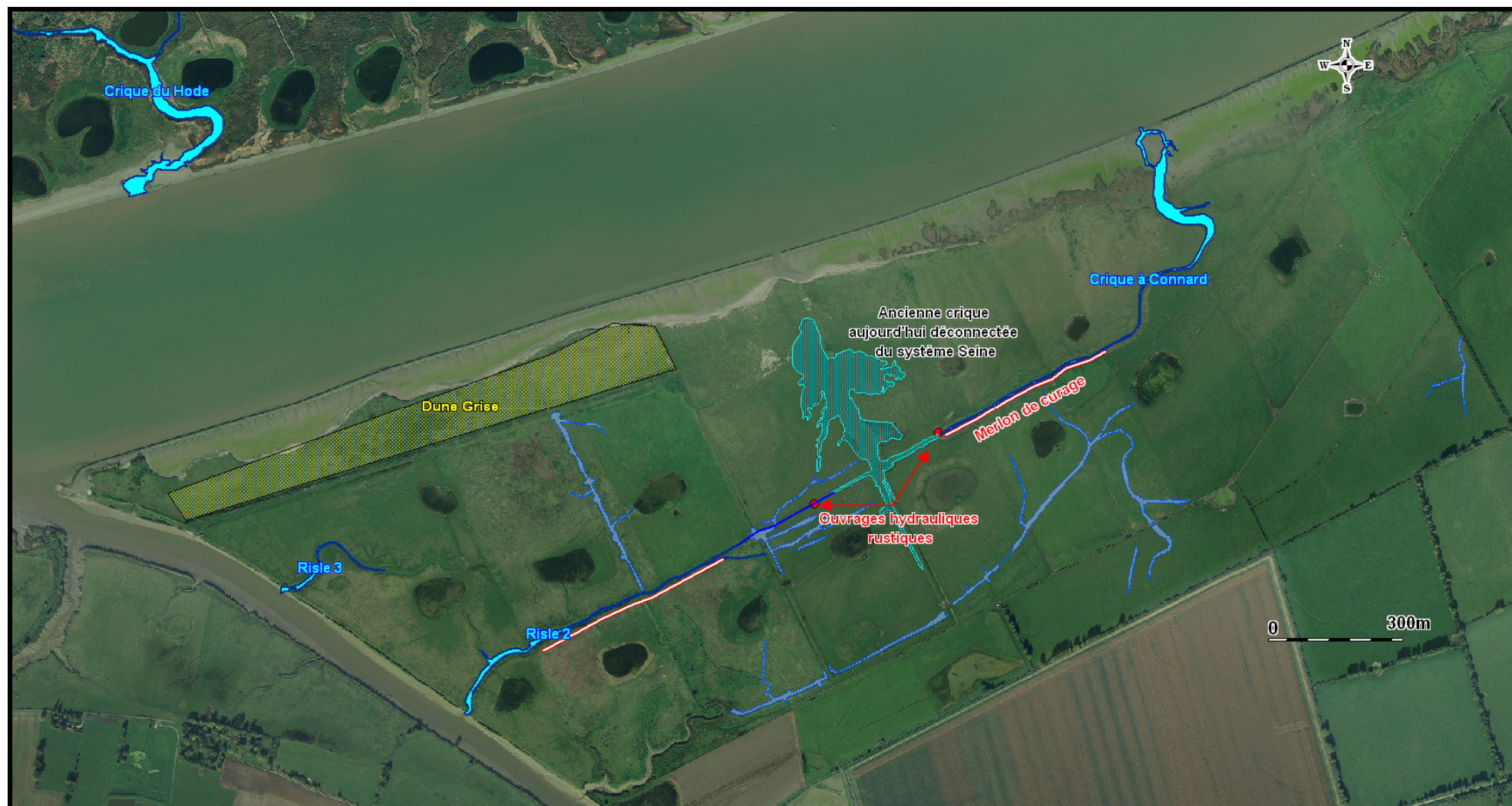
Le secteur 3, dit « prairies de la Rive Sud » est caractérisé par des prairies humides pâturées et fauchées. Le fonctionnement hydraulique de ce secteur est relativement naturel. On notera cependant qu'une partie de ce territoire est le fruit de l'anthropisation de l'estuaire. En effet, lors des travaux historiques sur le chenal de navigation, des dépôts ont été mis en place sur ce secteur et ont conduit à exhaussement d'une partie des terrains mais aussi à la création de nouveaux habitats devenu importants pour la Réserve : la dune grise. Cet exhaussement des terrains et les travaux en Seine (digue rive sud...) en bordure de Seine ont donc conduit à une modification des débordements et à la déconnexion d'une crique naturelle aujourd'hui déconnecté du système Seine et utilisée en tant que mare de chasse. La crique à Connard est quant à elle une crique artificielle créée involontairement par un usager voulant remettre en place un système d'alimentation / drainage des prairies en ré ouvrant les dépôts sédimentaires

le long de la Seine. Cette ré ouverture, non maîtrisée, a permis au réseau hydraulique initial de se dynamiser en une crique du fait des mouvements d'eau.

Aujourd'hui la tête de la Crique à Connard est équipée d'un ouvrage hydraulique rustique (tôle faisant office de batardeau) mis en place par des usagers afin d'alimenter en eau et maintenir les niveaux dans l'ancienne crique. De plus, on notera que la crique à Connard à fait l'objet d'entretien par curage et dispose donc d'un merlon en rive sud empêchant pour partie les débordements de la crique.

Les criques prenant naissance dans la Risle sont naturelles mais disposent également de merlon de curage en rive Sud. De plus, certains franchissements ont été réalisés par des usagers et peuvent parfois limiter la section d'écoulement.

La Maison de l'Estuaire intervient sur ce secteur en termes d'entretien à la demande des usagers mais ne dispose pas pour le moment d'un plan d'aménagement clair permettant d'assurer le rôle écologique des filandres (volume oscillant, continuité biologique...).

Figure 15 : Secteur 3 « Rive Sud »

4.3) Suivis des niveaux et de la qualité de l'eau

Les niveaux d'eau et la qualité physico-chimiques de celles-ci sont des paramètres essentiels de la gestion des milieux. Leur suivi doit être fait régulièrement dans la roselière, les prairies subhalophiles, les prairies en eau douce, et certaines mares et fossés pour permettre la gestion de la Réserve Naturelle de l'Estuaire de Seine.

Le suivi concerne d'une part le réseau de surface, d'autre part la nappe phréatique de surface (piézomètres) dans les différents compartiments hydrologiques.

Le suivi des niveaux d'eau est effectué le plus souvent possible et au moins une fois par semaine. Il permet de rendre compte de l'évolution hebdomadaire et saisonnière des niveaux d'eau et d'en déterminer des principes de gestion dans le cadre du comité des usages de l'eau. De plus, le régime des eaux (hivernal /estival) permet également de comprendre l'évolution des paramètres physico-chimiques suivis par la Maison de l'Estuaire.

Le suivi actuel s'effectue par lecture visuelle d'échelles limnimétriques ou par le relevé d'appareils de mesure en continu (thalimèdes). En 2010, des appareils de mesure en continu des niveaux d'eau avec télétransmission ont été installés différents endroits stratégiques sur la Réserve. La mise en place de ces appareils est le préalable à l'implantation d'un réseau de mesure en continu (a terme 15 appareils prévus au plan de gestion). Ces nouvelles données acquises permettent, de disposer d'informations plus fines sur les niveaux d'eau à l'échelle journalière et horaire. Aidant la Maison de l'Estuaire dans la mise en place d'une gestion hydraulique conforme aux décisions prises par le Comité des Usages de l'Eau.

L'avantage de ces appareils est de permettre un suivi en continu des niveaux d'eau mais aussi de certains paramètres physiques tels que la température et la conductivité spécifique permettant d'en déduire la salinité et le Total Dissolved Salt (TDS), la Maison de l'Estuaire à donc mis en place depuis 2010, 12 appareils de télémessure dont 4 nous intéressent plus particulièrement dans le cadre de DEFHFIS.

Figure 16 : Appareil de mesure en continu sur la Réserve



A gauche : sonde CTD et tête de communication ITC

A droite : Tête ITC

Figure 17 : Appareil de mesure en continu sur la Réserve - localisation

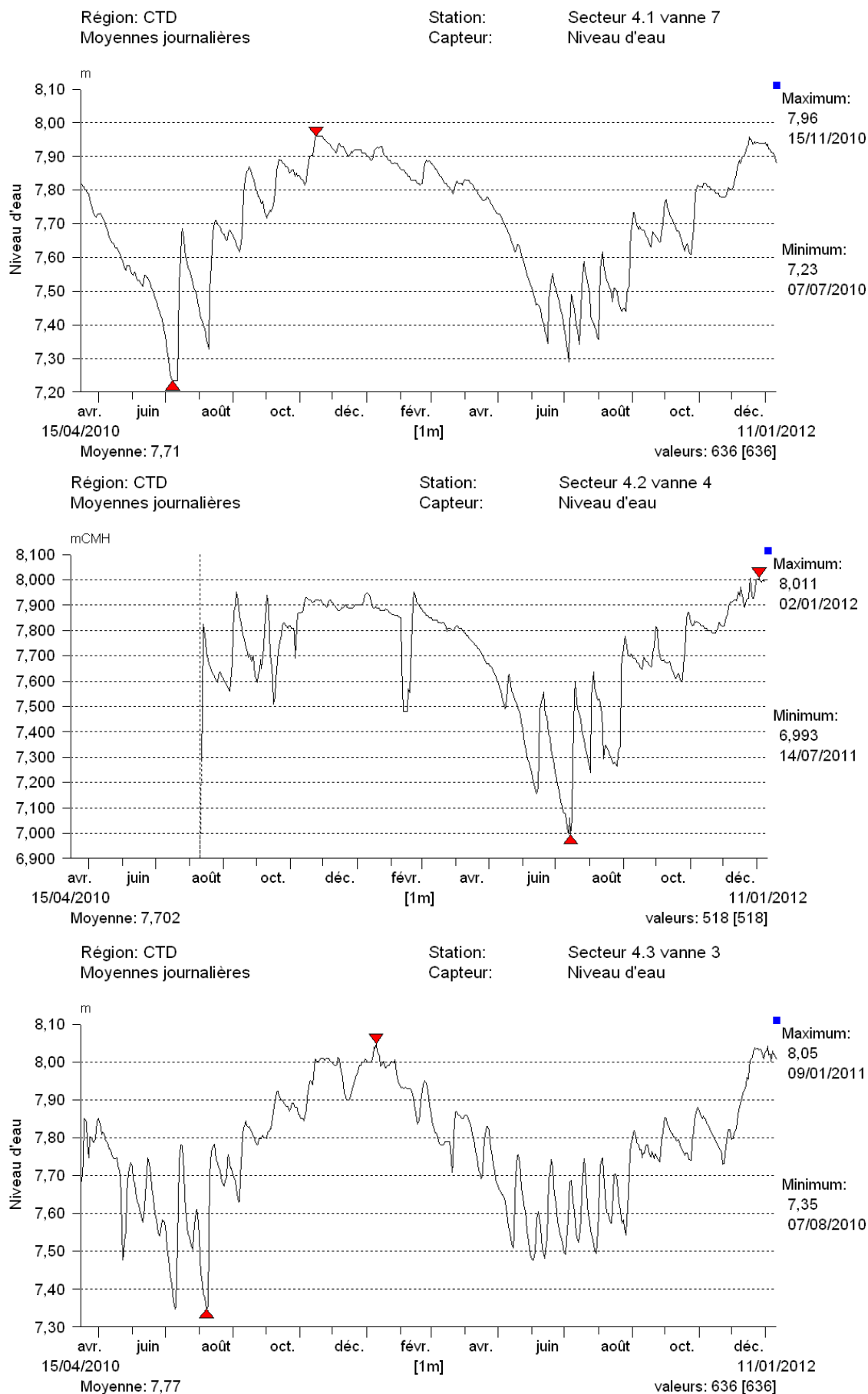
On précisera que :

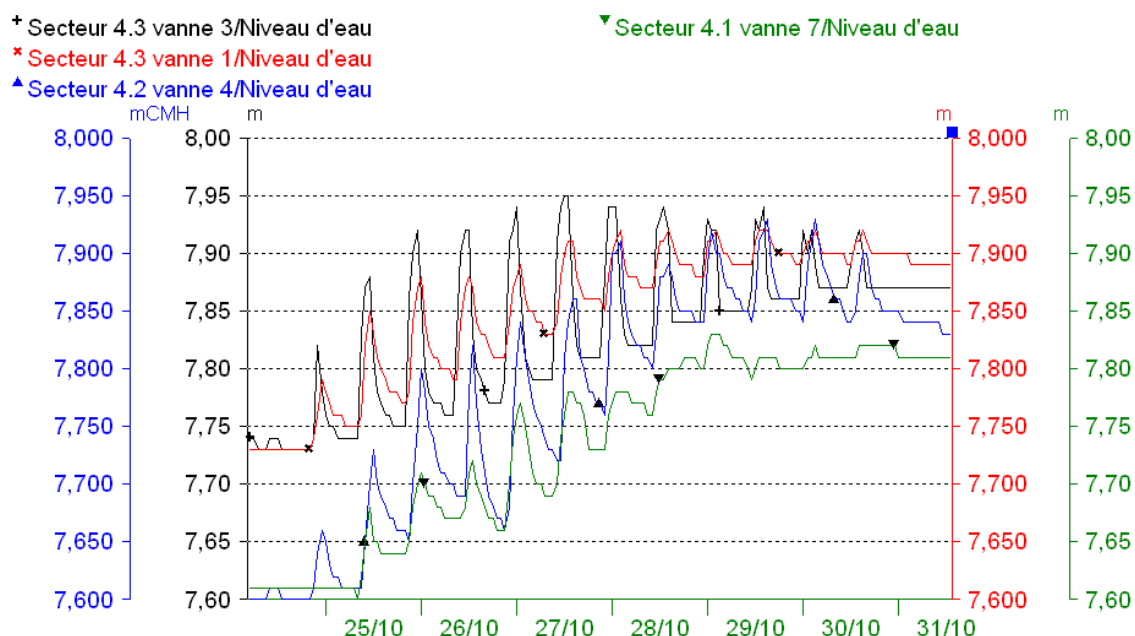
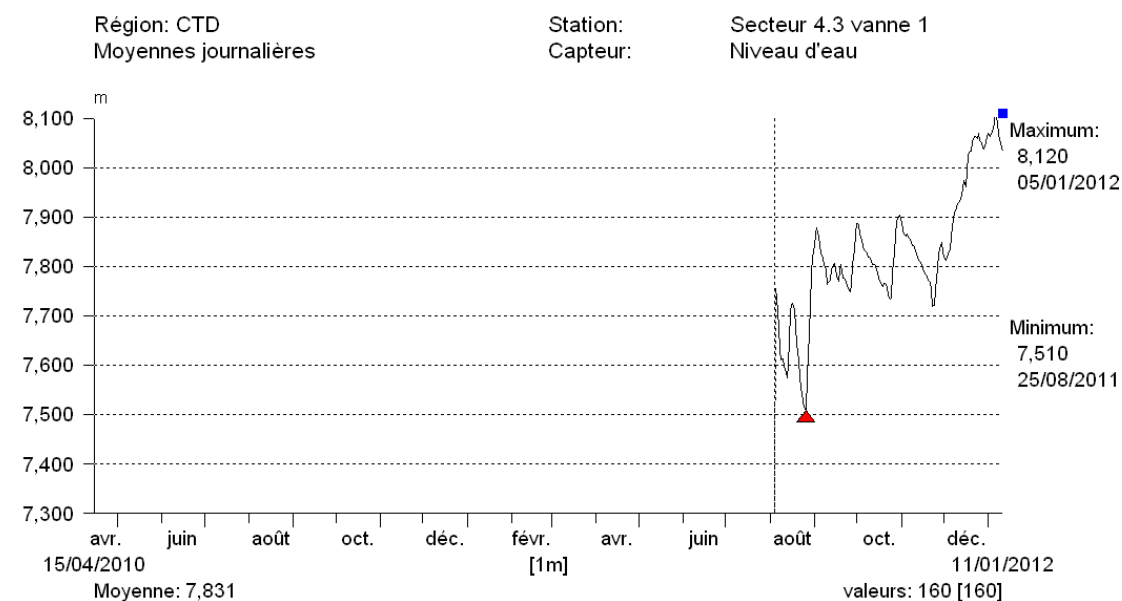
- Les appareils présentés ci-dessous se situent au nord de la route de l'estuaire (digue) ;
- Les conditions mesurées par ces appareils peuvent être assimilés aux conditions en tête de filandre en nuanciant tout de même pour les appareils des vannes 7 et 4. En effet, compte tenu du réseau hydraulique, la masse d'eau suivie au niveau de la vanne 7 est un mélange des eaux en provenance des Vasières Artificielles et de la Grande Crique. Au niveau de la vanne 4 on ressent clairement l'influence du bras le plus à l'Ouest de la crique à Tignol mais seulement les vannes des diguettes sont ouvertes. Les appareils de la vanne 3 et du clapet 1 lorsque caractérisent spécifiquement la masse d'eau en tête de la crique à Tignol et traduisent ces apports en provenance de Seine dès que la marée permet l'ouverture des clapets anti-retour (figure 15) ;
- Hors alimentation par les marées, la masse d'eau enregistrée représente les conditions hydriques au nord de la route de l'estuaire avec dilution potentielle des sels et modification des niveaux d'eau par apport météoritique ou de débordement de nappe selon la saison ;
- Il serait nécessaire de disposer de données en continu directement dans les filandres afin de caractériser réellement la masse d'eau y transitant ;
- Tous les appareils n'ont pas été mis en place au même moment, les chroniques de données sur certains appareils sont encore insuffisantes afin de bien comprendre le système d'alimentation et l'évolution des milieux.
- Les graphiques ci-dessous représentent une moyenne journalière. Les extrêmes sont donc lissés et pour regarder plus finement l'effet sur un cycle de marée, il est nécessaire de « zoomer » en données horaires un cycle de vives eaux (voir dernier graphique figure suivante).

La figure suivante présente l'évolution des niveaux d'eau depuis la mise en place des appareils. Cette figure apporte donc des informations quant à la gestion saisonnière des prairies subhalophiles et indirectement des diguettes (non encore instrumentées). De plus, il est possible de constater les entrées d'eau et les recharges de ce secteur hydraulique généralement pour des marées dont le coefficient est supérieur à 80.

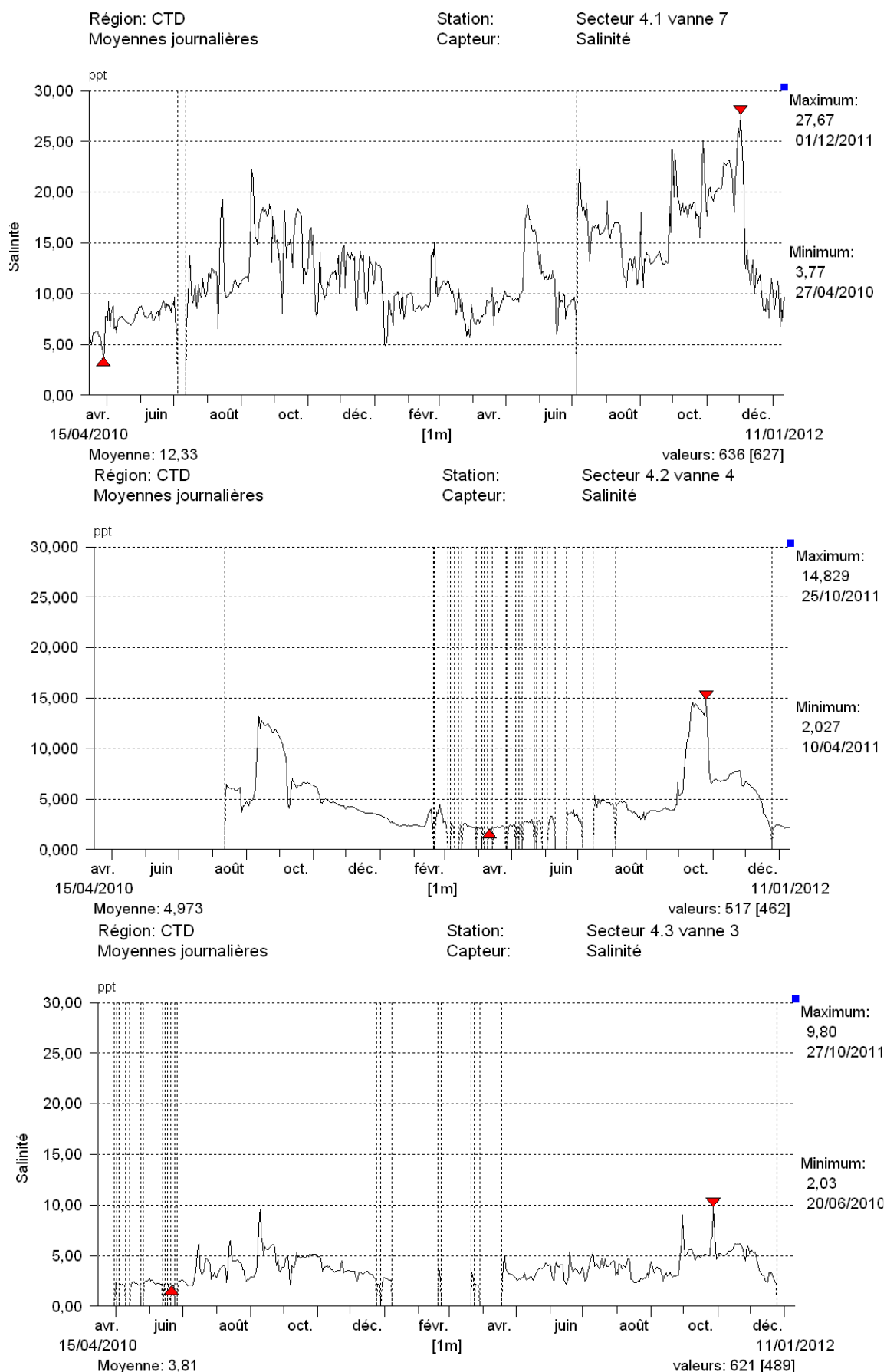
Au regard des graphiques ci-dessous il apparaît que :

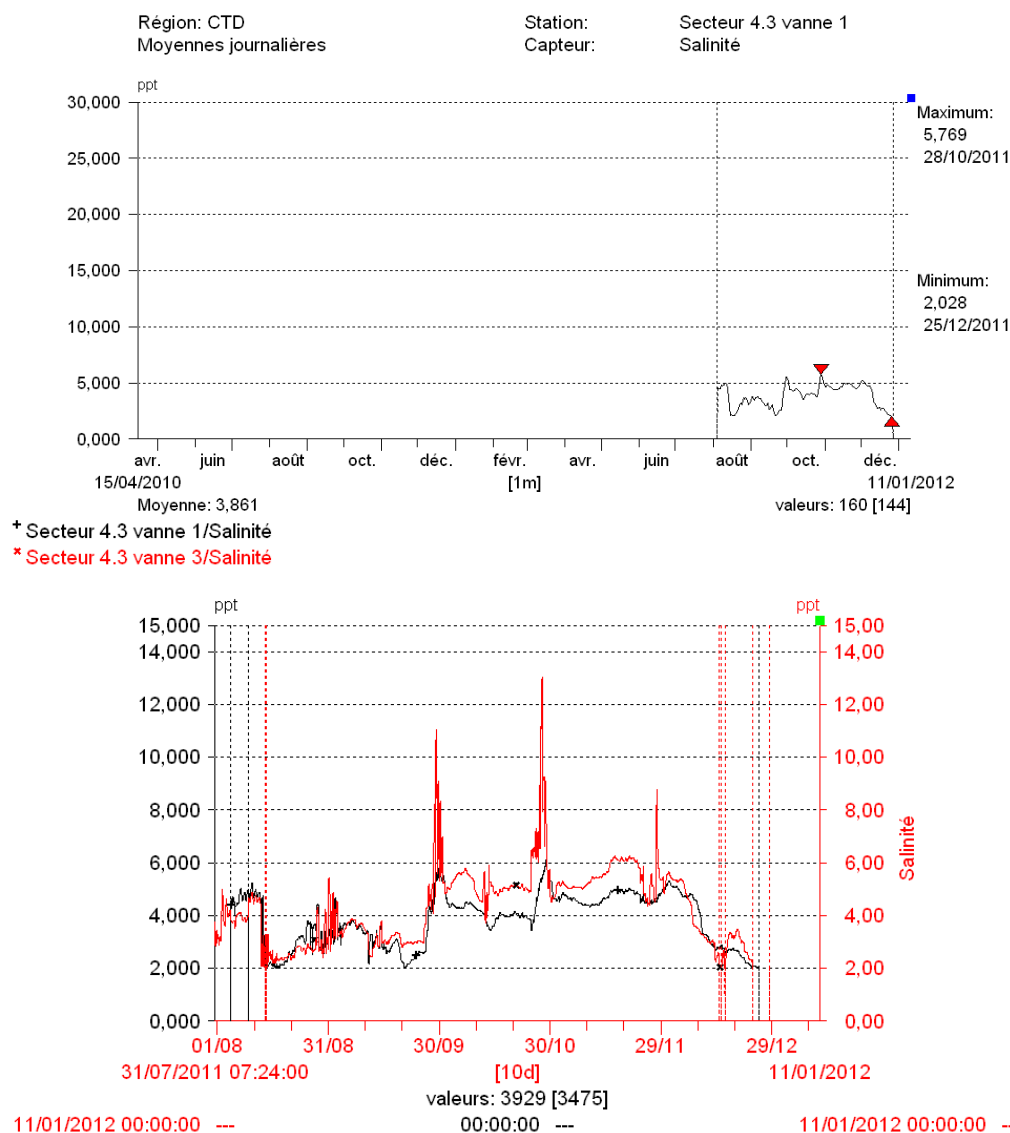
- La compartimentation du secteur 4 en trois sous secteurs indépendants et au mode d'alimentation différents, les extrema mesurés en apporte la preuve ;
- La gestion différenciée de ses secteurs, les tendances générales des courbes se rejoignent mais des événements ponctuels interviennent sur certains sous secteurs, comme la vidange pour une gestion individuelle ;
- L'effet ouvrage, les ouvrages disposants d'une relation directe avec la Crique à Tignol permettent une admission d'eau plus régulière grâce aux clapets anti-retour quasiment à chaque marée le permettant. Alors que les appareils mesurant les entrées d'eau passant via les diguettes dépendent de la gestion hydraulique et des manipulations de vannes faites par la gestionnaire.
- L'évolution saisonnière des niveaux d'eau en réponse à la gestion devant être mise en œuvre par le gestionnaire conformément aux décisions du comité des usages de l'eau mais aussi aux aléas climatiques (saison humide ou sèche par rapport à la normale).

Figure 18 : Evolution des niveaux d'eau en différents sites instrumentés sur la Réserve Naturelle



Ce dernier graphique représente les entrées d'eau et donc l'effet marée pour des marées de vives eaux (coefficient entre 90 et 111) et cela pour les différents appareils des prairies subhalophiles. On remarque ainsi que les appareils alimentés par la Crique à Tignol présentent un pic de flot en avance sur l'appareil de la vanne 7, du fait certainement : de l'effet engainement dans le chenal de Seine, d'un parcours hydraulique plus court et de pertes de charges moindres. On rappellera pour la vanne 7 la difficulté à définir si l'alimentation en eau est l'effet d'un mélange des eaux de la Grande Crique et des Vasières Artificielles (certainement vrai en fin de pic de flot) ou si l'une de ces criques est dominante (parcours hydraulique depuis les Vasières Artificielles plus court, et embouchure de la crique dans le chenal de navigation alors que celle de la grande crique se situe en fossé nord).

Figure 19 : Evolution de la salinité en différents sites instrumentés sur la Réserve Naturelle



Les mesures de salinité rendent compte des masses d'eau entrant dans les prairies et de l'influence marine de celles-ci. La figure 19 indique la présence d'un gradient de salinité diminuant selon un axe Ouest / Est. Ainsi, la valeur moyenne à la vanne 7 est caractéristique d'une masse d'eau de type mésohaline. On notera tout de même des pics de salinité, correspondant à des eaux polyhalines, sur quelques jours ou semaines faisant suites aux entrées d'eau.

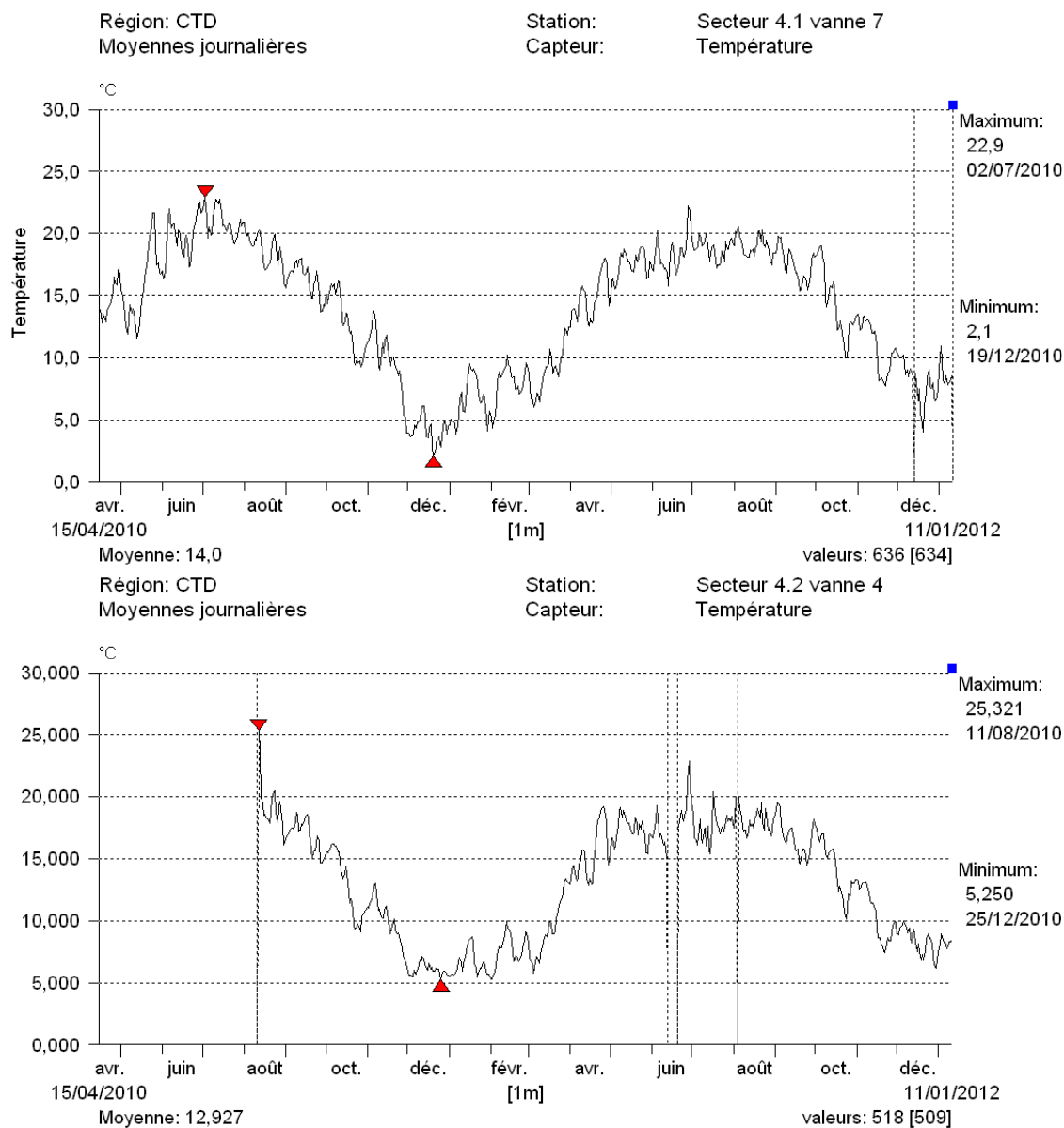
Vers l'Est, selon les valeurs moyennes aux vannes 4 et 3, les eaux sont mésohalines voir oligohalines (vanne 3). Il faut considérer que ces deux ouvrages se situent dans deux compartiments hydrauliques différents (secteur 4.2 et 4.3 et qu'en période hivernale, une influence du débordement de la mare plate occasionne une dilution un peu plus importante dans le secteur 4.3).

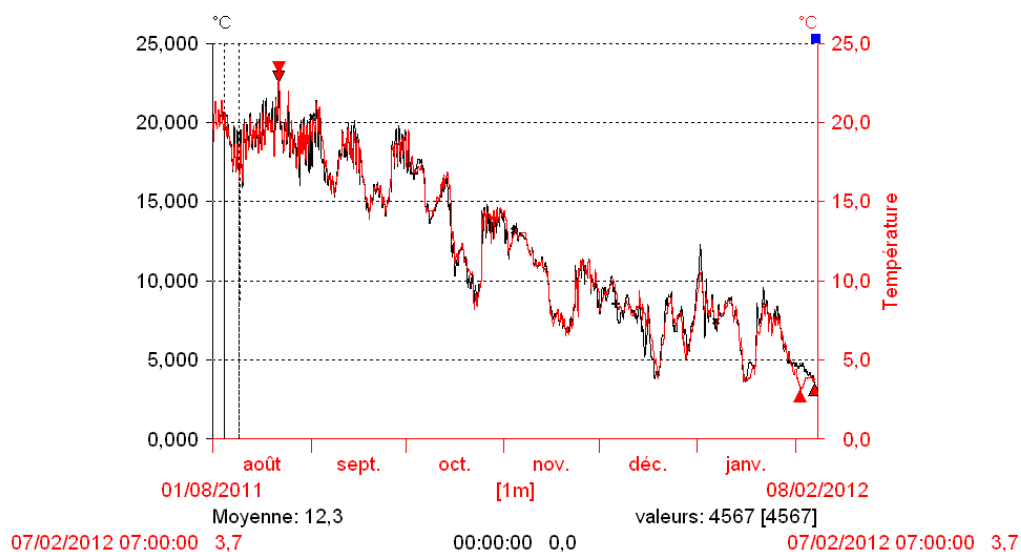
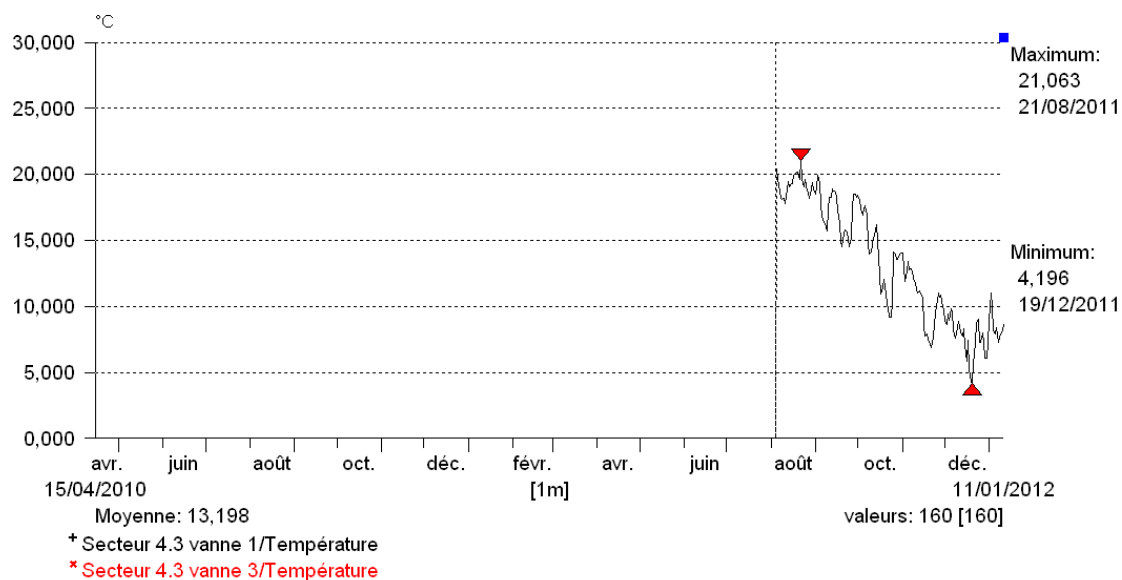
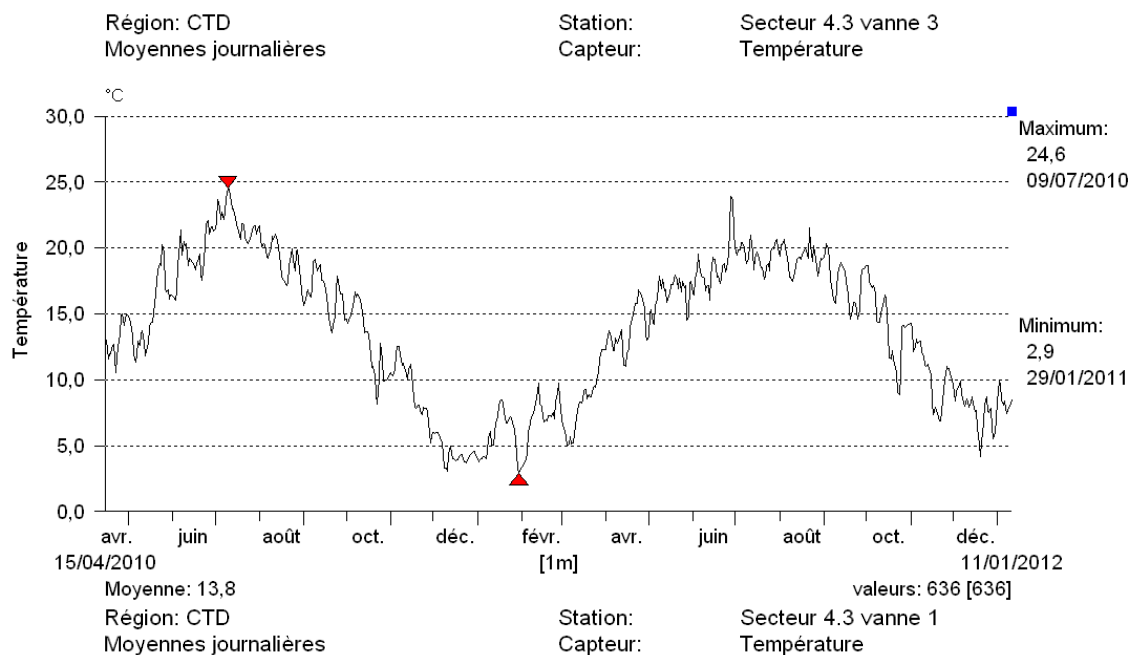
Figure 20 : Caractéristiques de salinité des différents types de masse d'eau

| Type d'eau | Salinité (g/L) | Type de milieu | | |
|-------------|----------------|------------------|-------------|-----------------------|
| Eau douce | $\leq 0,5$ | Eau dulçaquicole | | |
| Oligohaline | 0,5 à 5 | Eau saumâtre | Marais doux | Milieux de transition |
| Mésohaline | 5 à 18 | | Marais salé | |
| Polyhaline | 18 à 30 | | | |
| Marine | > 30 | Eau euhaline | | |
| Hypersaline | > 40 | | | |

La figure 21 présente, l'évolution des températures au droit des appareils de la Maison de l'Estuaire. Un cycle saisonnier est bien visible sur les enregistrements.

Figure 21 : Evolution de la température en différents sites instrumentés sur la Réserve Naturelle





Les sites suivis par le gestionnaire de la Réserve ne sont donc pas forcément représentatifs des filandres étudiées dans le cadre de DEFHFIS car ils reflètent la situation de compartiment hydrauliques isolés et pouvant subir des influences par dilution par apport d'eau douce notamment au niveau de la mare plate. Cependant, il est intéressant de se pencher sur ces données puisque les alimentations en eau se font par apports des eaux de Seine via les filandres.

5) Usages sur la RNNES et gestion des niveaux d'eau

Les filandres sont essentielles pour la Réserve Naturelle mais aussi pour ses usagers. Outre, l'attrait écologique, les filandres sont perçues différemment par chaque catégorie d'utilisateur (chasseur, agriculteur et coupeur de roseaux) en fonction de leurs besoins en terme de gestion de l'eau.

5.1) Usagers de la RNNES

La réserve naturelle de l'Estuaire de la Seine est un vaste territoire de près de 5 000 ha en partie terrestre. Ce territoire protégé récemment (14 ans) par le statut de Réserve Naturelle Nationale, était occupé auparavant par de nombreux usages qu'il a fallu prendre en considération. Ces usages ne sont pas non plus ancestraux au regard de cartographie du début du siècle dernier où l'estuaire était encore naturel et donc mobile. Mais l'une des missions du gestionnaire définie dans le décret de création de la Réserve et de maintenir et tenir compte des usages dans sa gestion quotidienne et notamment dans sa gestion hydraulique.

Il faut savoir que la réserve dispose de près de 200 mares de chasse au gabion représentant environ 1 800 chasseurs selon les inscriptions à l'Association de Chasse sur le Domaine Public Maritime (ACDPM), que son territoire est découpé de façon longitudinale, au nord des digues constituées par la route de l'estuaire et le chemin de halage, en parcelles agricoles exploitées par près de 130 agriculteurs. A cela vient s'ajouter l'exploitation de roselière sur 300 ha par des coupeurs de roseaux pour la constitution de toits de chaume.

L'ensemble de ces usagers dispose d'AOT (Autorisation d'Occupation Temporaire) afin d'occuper de façon précaire des terrains dont la gestion foncière revient soit au Grand Port Maritime de Rouen ou GPMR, soit au Grand Port Maritime du Havre ou GPMH, (voir figure 4). La Maison de l'Estuaire a pour vocation à encadrer les usages via des cahiers de charge fixant et encadrant les usages présents sur la Réserve.

Le détail des activités et des besoins de chaque catégorie d'usage va être détaillé en axant plus particulièrement ces besoins vis-à-vis des filandres.

Les chasseurs

La pratique de chasse la plus répandue sur le territoire de la Réserve est la chasse au gibier d'eau. Cette activité se pratique essentiellement au gabion (au nombre de 201) mais également à la botte et à la passée. La chasse au gibier à poil est également pratiquée sur la réserve, elle concerne toutes les espèces chassables.

La pratique de la chasse au gibier d'eau débute généralement le 1^{er} week-end d'Août pour se terminer de façon échelonnée à partir de fin janvier jusqu'à la mi février.

Les chasseurs assurent l'entretien et l'aménagement des mares de chasse qui peuvent présenter un réel intérêt floristique et faunistique : désenvasement, profilage du bordé de la mare, débroussaillage de la ceinture de végétation, entretien/modification du caisson et travaux d'entretien courant. Pour assurer l'alimentation en eau des mares, les chasseurs entretiennent également une partie du réseau de fossés, creux et équipements hydrauliques alimentant leur mare.

Il est donc aisé de comprendre que les apports en eau sont d'une grande importance pour la pratique de cette activité afin de remplir les mares de manière satisfaisante.

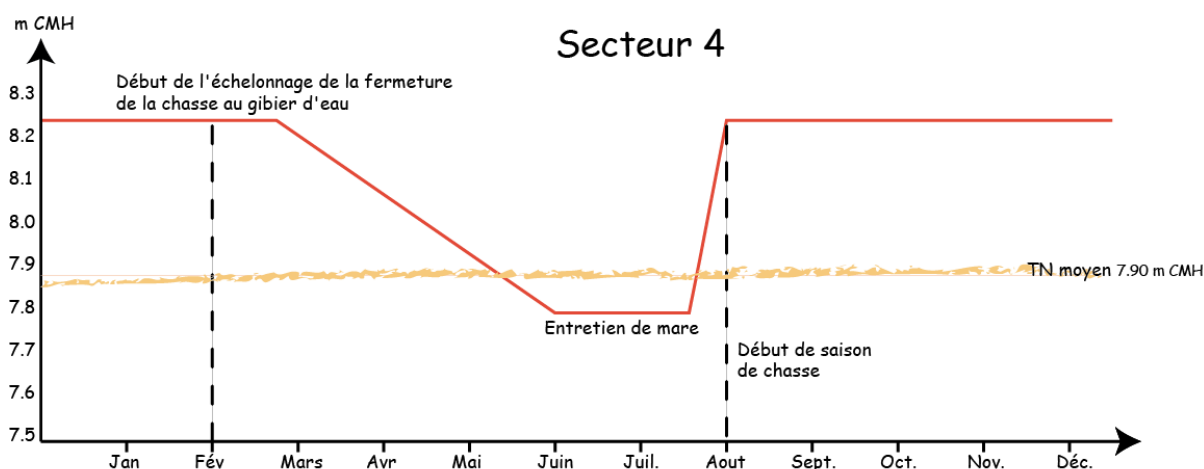
Il faut distinguer dans les 201 mares de chasses celles qui sont :

- soumises directement à l'influence des marées (secteurs 1 et 3, figure 6) et qui peuvent donc s'alimenter de façon naturelle lors des marées de vives eaux. Généralement d'anciens bras de filandre ont été rectifiés en fossé ou des fossés ont été créés. Ces ouvrages hydrauliques de transfert sont gérés par des batardeaux ou des buses avec clapet anti-retour. Sur ces secteurs, la dynamique érosive des filandres peut mettre en péril certaines mares, des détournements, comblements ou protection de bras de filandre sont alors réalisés avec autorisation du gestionnaire soit de manière illicite et catastrophique d'un point de vu environnemental ;
- non soumises à l'influence directe des marées (secteurs 2 et 4, figure 6). Ces mares se situent à l'intérieur des diguettes ou au nord de la digue constituée par la route de l'estuaire. Certaines mares proches du réseau hydraulique peuvent alors lors des manipulations de vanne être alimentées par des fossés individuels (desservant uniquement une mare). Lors que ces mares sont trop éloignées du réseau hydraulique celles-ci sont alimentées par pompage.

Il faut noter qu'en fonction de la topographie des terrains, certaines mares, généralement situées le plus au nord, ne sont mises en eau que tardivement, une fois le réseau hydraulique remis en charge et les mares plus au sud remplies.

Les besoins en eau des chasseurs peuvent se résumer de la façon suivante dans le secteur 4 dit des « prairies Subhalophiles ». Pour les autres secteurs la tendance générale reste la même seules les cotes altimétrique du terrain naturel (TN) et les hauteurs d'inondation changent.

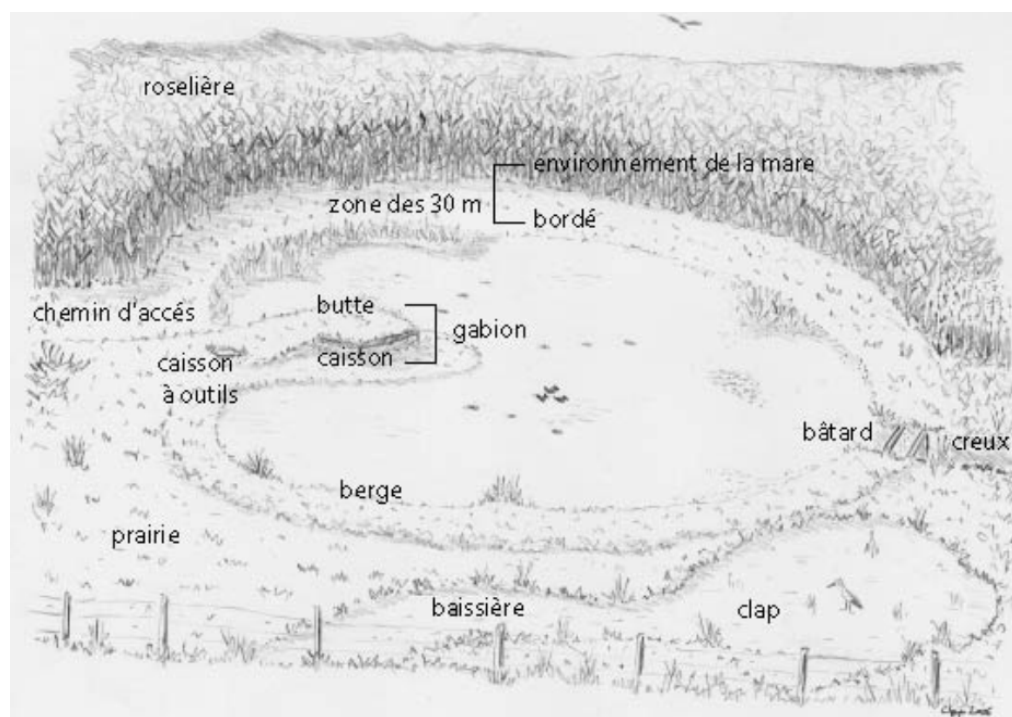
Figure 22 : Exigences des chasseurs en termes de niveau d'eau



Ainsi, avant la saison de chasse, à partir des marées de vives eaux du mois de juillet, il est nécessaire de faire pénétrer autant que faire se peut la marée afin de remplir les mares de chasse. Ce remplissage s'échelonne en fonction de la topographie de la mare, de sa distance au réseau hydraulique ou de la filandre mais aussi en fonction de la disponibilité de l'eau ;

jusqu'à octobre / novembre pour les mares les plus hautes dites « à l'herbe » durant tout l'hiver et jusqu'à la fin de la saison de chasse des niveaux d'eau haut sont à maintenir afin que baissières et clap soient également en eau. On notera qu'après la fermeture de la saison de chasse, les chasseurs privilégieront le maintien en eau du marais pour la nidification de l'avifaune. Certains, cependant souhaitent vider leur mares afin soit de préparer des travaux (curage, changement de gabion...) avec mise à sec préalable de la mare au minimum 1 mois avant intervention (autorisation à partir du 1^{er} juillet) ; soit pour lutter contre le développement végétal des ulves notamment pour les mares en aval du pont de Normandie.

Figure 23 : Schéma de principe d'une mare de chasse



Les filandres sont donc perçues par cette catégorie d'usagers comme un moyen d'alimentation en eau mais aussi d'apport de nutriment et d'une faune bénéfique en termes d'attractivité de la mare. La filandre doit être « propre » et permettre un bon écoulement des eaux pour l'alimentation du marais. Cependant, à partir du moment où ces filandres, du fait de leur dynamisme approchent trop près de certaines mares, elles sont alors perçues comme une menace et peuvent faire l'objet de détournements, d'aménagements ou de comblements. De plus les filandres peuvent constituer des obstacles pour l'accès aux gabions, tout un jeu de passerelles et ponceaux est alors créé par les gabionneurs, ces aménagements peuvent alors constituer des point d'embâcles et de réduction des sections d'écoulement.



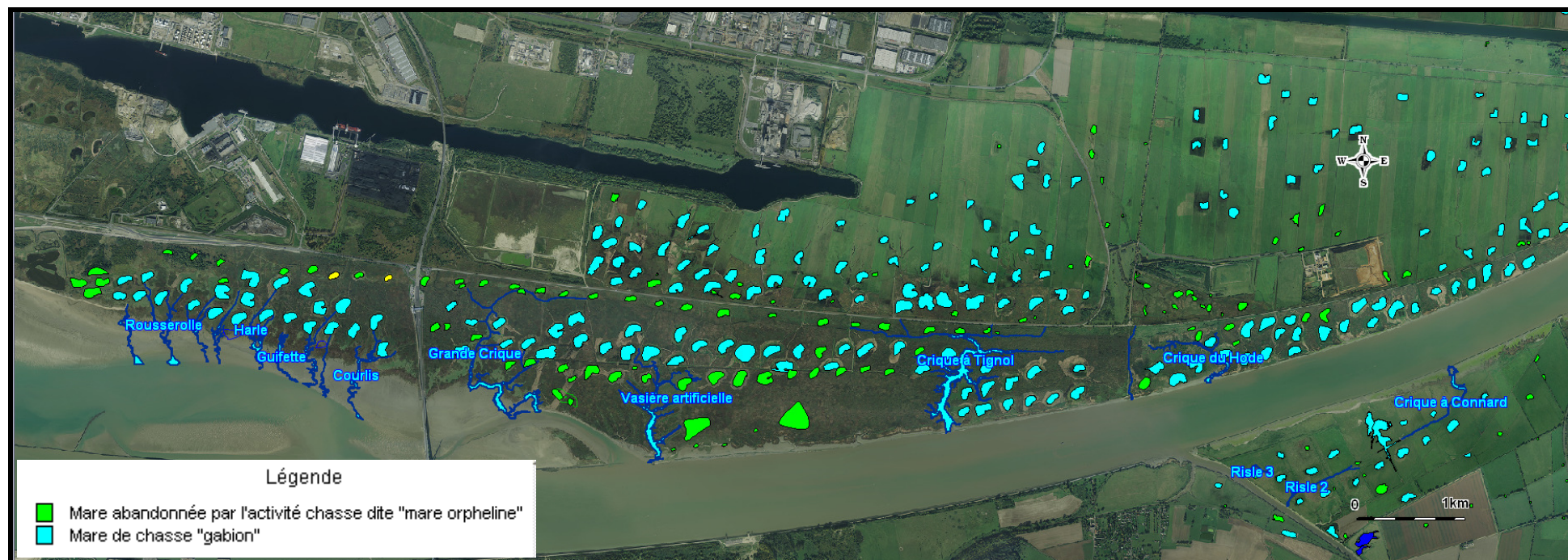
Passerelle sur une filandre en rive sud



Erosion de filandre menaçant un bordé de mare



Protection « rustique » contre l'érosion d'un bras de filandre

Figure 24 : Localisation des mares de chasse

On notera que les mares orphelines² sont gérées par la Maison de l'Estuaire et sont aménagées, entretenues voir restaurées afin de répondre aux exigences écologiques de la Réserve. Elles constituent donc, pour certaines d'entre elles, un lien direct avec les filandres en termes de volume oscillant reconnecté ou à reconnecter. Différents types de gestion sont réalisés sur ces mares en termes d'entretien et d'ouvrage d'alimentation (clapet, vanne, libre...) et un facteur important dans la diversification des habitats de la réserve. Leur gestion est actuellement orientée vers le développement d'une flore adaptée et l'accueil de l'avifaune, la composante morphologique est moins prise en considération mais semble être nécessaire du point de vu du gestionnaire dans le maintien de l'écosystème filandre.

² Il s'agit le plus souvent de mares de gabion désactivées qui ne sont plus gérées. Leur abandon signifie dans la plupart des cas une disparition plus ou moins rapide du plan d'eau et de sa biodiversité associée par comblement naturel.

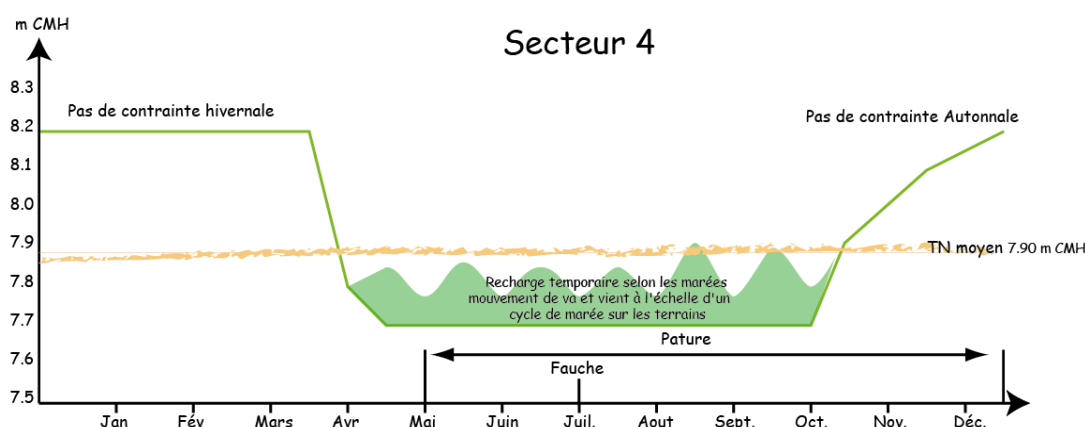
Les agriculteurs

Les pratiques agricoles sur la réserve naturelle se partagent entre la fauche, le pâturage et la polyculture (essentiellement du maïs grain et ensilage). Le pâturage sur regain après fauche est également largement pratiqué. Du fait du caractère humide du milieu, les prairies sont utilisées de façon saisonnière du mois d'avril à la mi-décembre.

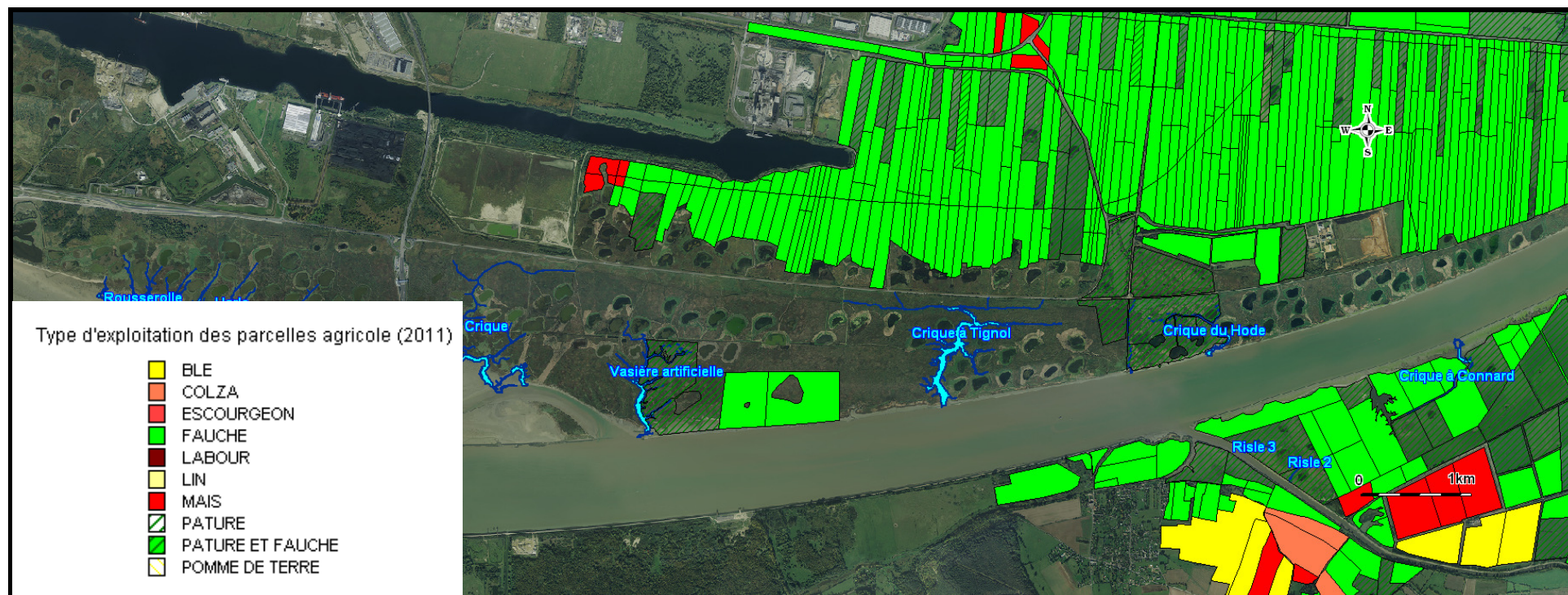
Les agriculteurs sont réunis pour partie au sein du Groupement des Exploitants de la Plaine Alluviale de l'Estuaire de la Seine (GEPAES). Leur activité est encadrée au sein de la Réserve Naturelle par un cahier des charges fixant les amendements possibles et les périodes de mise en pâture ou de fauche, ceci afin de veiller à l'équilibre écologique sur les prairies humides.

Cette activité professionnelle se retrouve essentiellement au nord de la route de l'estuaire afin de s'affranchir du balancement des marées. Les enjeux agricoles vis-à-vis des niveaux d'eau sont importants. A partir d'avril, il est nécessaire pour eux que les niveaux d'eau baissent de manière significative afin d'assurer une reprise de la végétation et permettre la mise en pâture. Pour les parcelles encore cultivées sur la réserve ce besoin est encore plus précoce (mi mars) afin de permettre le travail de la terre. Durant l'été et notamment à l'approche de la période de fauche, il n'est pas acceptable pour eux de voir des inondations pouvant nuire à la qualité du fourrage et décaler les dates d'intervention. Après cette période, une inondation temporaire, à l'échelle d'un cycle de marée de vives eaux et avec la garantie d'un ressuyage rapide, peut intéresser la profession agricole en période de regain en favorisant la repousse de l'herbe et pouvant permettre une seconde fauche. En période hivernale l'inondation du marais soucis moins la profession cependant le bétail pouvant rester dans les parcelles jusqu'à mi décembre, il est nécessaire pour la profession agricole que des points hauts persistent hors d'eau pour assurer la sécurité du bétail et la disponibilité en nourriture.

Figure 25 : Exigences des agriculteurs en termes de niveau d'eau



Les agriculteurs n'ont donc pas d'attention particulière vis-à-vis des filandres et les considèrent simplement comme un drain permettant l'assainissement des terrains. Au niveau du secteur 4, compartimenté, ils jugent le stockage d'eau dans les prairies humides en période hivernale trop forte et sur une durée trop longue afin que cela soit compatible avec leur activité. Cela mène chaque année à des gestions des niveaux d'eau pirates et individuelles. Potentiellement un retour de la marée sur les terrains leur donnerait la garantie de ne pas avoir des surfaces inondé sur de trop longues périodes et facilement drainables, position qu'ils défendent régulièrement face à la gestion hydraulique défendue par la Réserve Naturelle.

Figure 26 : Type d'exploitation des parcelles agricoles en 2011

On notera qu'à l'Est de la Vasière Artificielle, afin de répondre à des exigences écologiques, des parcelles sont pâturées par un troupeau de chevaux camarguais, géré par la Maison de l'Estuaire.

On notera la particularité de la Rive Sud où, contrairement à la rive Nord, les pratiques agricoles des terrains s'adaptent au jeu des marées et sont donc compatibles avec un fonctionnement « naturel » estuarien.

Les coupeurs de roseaux

Les exploitants de roseaux en activité sont réunis en deux associations : l'association des Coupeurs de Roseaux de Baie de Seine et l'association des Coupeurs de Roseaux de Normandie.

Lors de la mise en application du plan de gestion de la réserve naturelle en 2001, des conventions d'autorisation d'occupation temporaire pour la récolte du roseau ont été signées entre chaque coupeur de roseau, le Grand Port Maritime de Rouen ou du Havre et le Préfet.

La surface totale soumise à la coupe de roseau commercialisable est d'environ 350 ha répartie plusieurs lots. La totalité du roseau récolté en Baie de Seine est utilisée pour la confection de toitures en chaume.

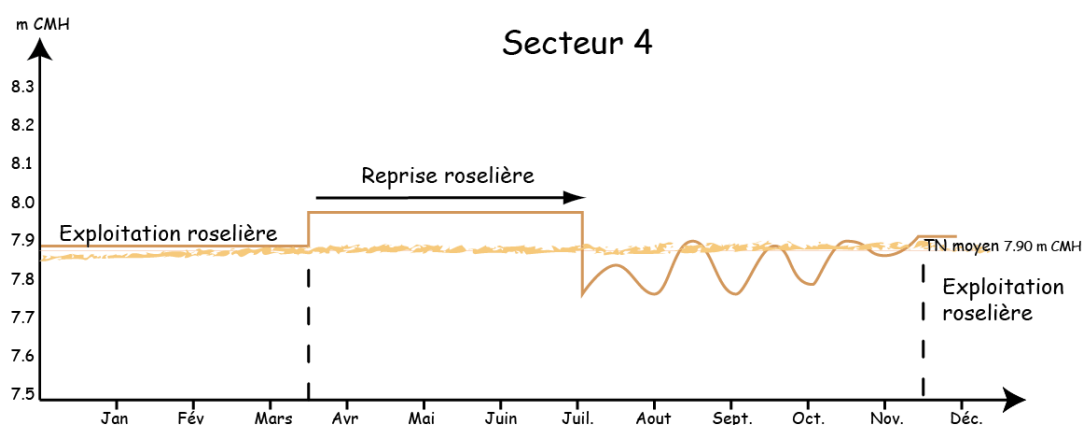
Comme les agriculteurs, les coupeurs de roseau sont soumis à un cahier des charges établi par la Maison de l'Estuaire afin que leur activité respecte l'équilibre écologique de la roselière.

La coupe s'effectue l'hiver entre le 15 novembre et le 15 mars. L'ensemble des produits du faucardage est enlevé sans préférence de qualité. Pour assurer la préservation des populations de butor étoilé et d'autres oiseaux paludicoles (busard des roseaux, phragmite aquatique...), les coupeurs de roseau laissent sur pied une partie de la roselière selon les recommandations de la Maison de l'Estuaire. On notera que généralement le début effectif de la saison de coupe se situe début janvier. Avant les conditions météorologiques (gelées) ne sont pas satisfaisantes.

Il faut distinguer une nouvelle fois les lots au nord de la route de l'Estuaire et dans les diguettes de ceux au sud (Cf. figure 27). En effet, au sud, les lots de coupe sont soumis à la marée de façon naturelle, les coupeurs s'adaptent donc en fonction des coefficients de marée et des conditions météorologiques. Dans les parties compartimentées (secteur 4 et diguettes – secteur 2) la pratique de cette activité est étroitement liée à la gestion hydraulique. Des régulations des niveaux d'eau doivent se faire afin de permettre aux coupeurs de roseaux de passer avec leurs engins.

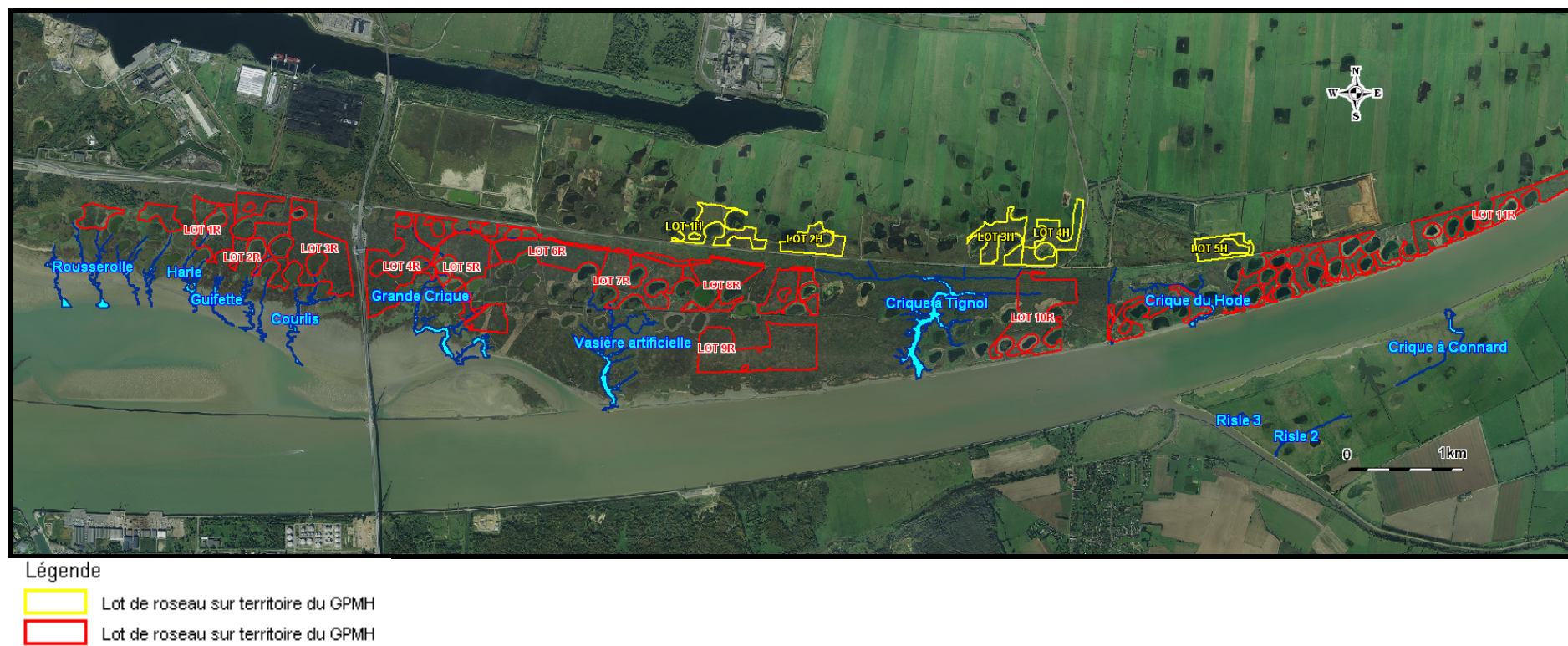
En termes de besoins en eau, les coupeurs demandent à ce que les niveaux d'eau soient compatibles avec le passage de leur engins dès leur arrivée sur le terrain. Pour se faire des régulations des niveaux d'eau via les ouvrages hydrauliques sont nécessaires. Par contre, à la fin de la saison de coupe il est nécessaire pour eux de remettre en eau les parties compartimentées afin de favoriser la repousse. Le reste de l'année, une disponibilité en eau est préférable afin d'éviter une diminution de la qualité des roseaux par des assèchs trop long (roseaux fourchu et petit).

Figure 27 : Exigences des coupeurs de roseaux en termes de niveau d'eau





Les filandres sont donc perçues par cette catégorie socioprofessionnelle comme des moyens d'alimenter et de drainer alternativement la roselière afin de leur en permettre l'exploitation. Par ailleurs, la filandre peut parfois les obliger à créer des passages busés ou à contourner les filandres voir à boucher certains bras, elles sont alors perçues comme un obstacle à leur activité.

Figure 28 : Exploitation du roseau commercialisable

Le gestionnaire

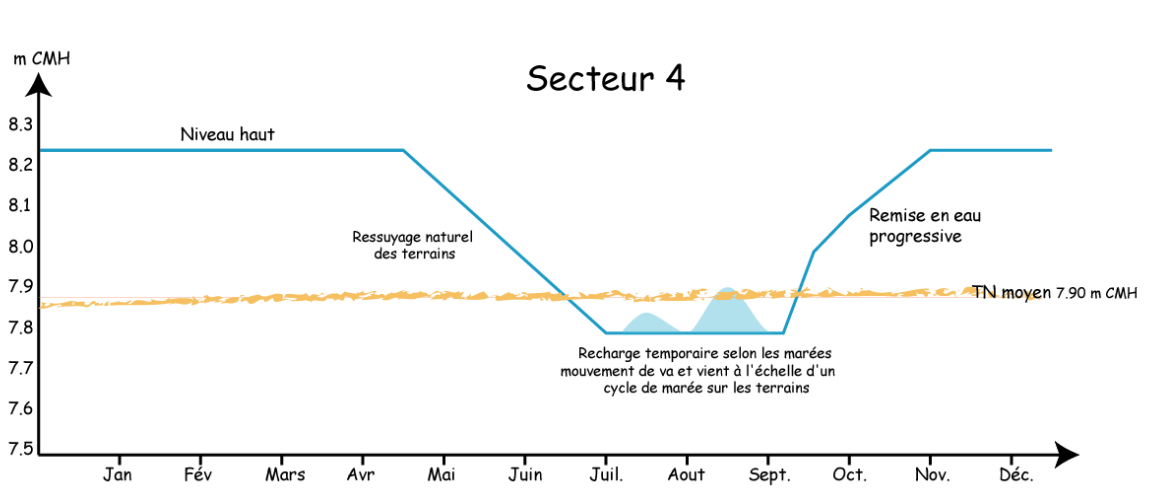
Précédemment, le point de vue des usagers a été décrit, reste à voir les besoins du gestionnaire pour répondre à ses objectifs environnementaux de maintien et de restauration des milieux mais aussi de mettre en place une gestion hydraulique adaptée aux besoins de l'avifaune notamment dans les parties compartimentées de la Réserve.

L'optimum écologique est d'obtenir dès le début de la période hivernale un marais inondé permettant de disposer d'une grande superficie inondée favorable à l'accueil des oiseaux hivernant et ou effectuant une halte migratoire dans l'estuaire de la Seine. Cette situation est à maintenir jusqu'au printemps où un ressuyage naturel (par évapotranspiration et percolation) permet de maintenir tardivement des points bas et baissières en eau afin de favoriser la nidification et assurer la survie des poussins jusqu'à leur envol. Cette situation correspond également au développement d'une végétation spécifique se répartissant selon un gradient d'humidité (végétation hydrophile jusqu'à amphibie). Sur cette période une réalimentation en eau du marais afin de rattraper les niveaux d'eau peut être préjudiciable à l'avifaune nicheuse mais le manque d'eau l'est également. La gestion hydraulique à cette période est donc délicate.

En période estivale, l'optimum est, pour le gestionnaire, de pouvoir maintenir le réseau hydraulique en eau afin d'y garantir le développement d'une végétation caractéristique des milieux humides mais aussi la vie biologique. En effet, le réseau de fossé est d'une grande importance de nombreuses espèces de poissons fréquentant l'estuaire (épinoches, flets, bars, éperlans, anguilles...) mais aussi pour toute la faune associée tels que les macros invertébrés (annélides, crustacés, insectes aquatique ou disposant d'une phase larvaire aquatique). En période estivale, des recharges sont effectuées lors des marées de vives eaux. Elles assurent un renouvellement des eaux et des flux bio-géochimiques. Quelques inondations temporaires des points bas, baissières voire des terrains seraient bénéfiques notamment dans les prairies subhalophiles pour le maintien de leur caractère.

Le gestionnaire doit également pouvoir procéder à des chasses (ouvertures de vannes à marée basse ou au jusant). Ceci afin de permettre un retour en Seine de certaines espèces cantonnées dans les parties compartimentées de la Réserve et qui ne disposent pas de moyens naturels pour y parvenir. Ces chasses servent aussi à l'auto entretien du réseau de filandres et limitent les interventions par curage mécanique. Cependant, la Maison de l'Estuaire est limitée à certaines période pour ces chasses.

Figure 29 : Exigences du gestionnaire de la Réserve en termes de niveau d'eau





Baissière en eau au printemps



Butor étoilé en roselière inondée au printemps



Accueil de l'avifaune en hiver



Ranunculus ophioglossifolius



Accueil de l'avifaune en hiver



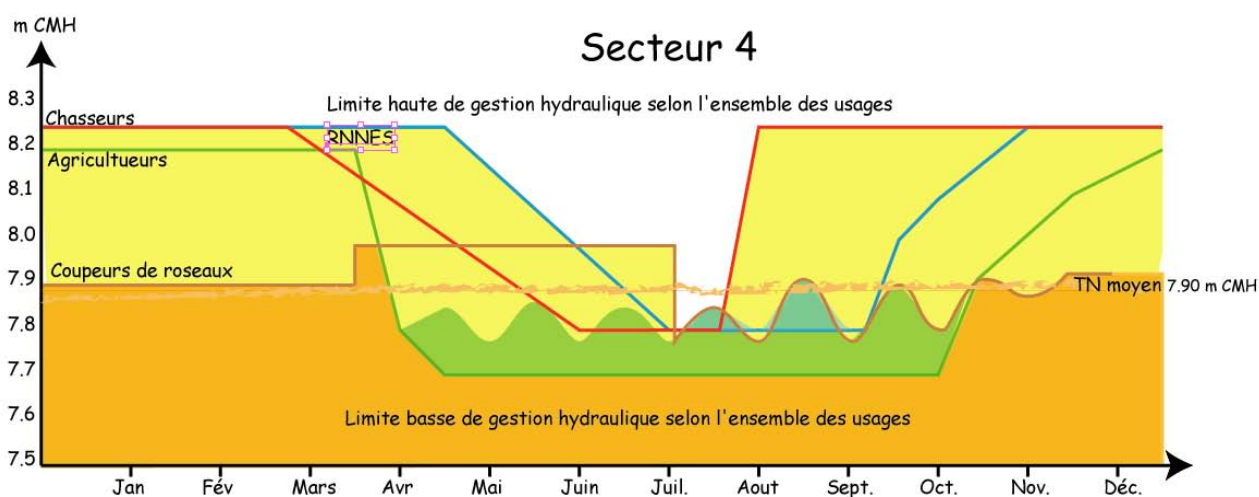
Faune des fossés alimentés par les filandres

5.2) Gestion des niveaux d'eau

Bien que le gestionnaire ait ces propres exigences en termes de niveau d'eau, il doit composer avec les différentes activités exercées sur la Réserve Naturelle. Il est le seul habilité, en théorie, à manipuler les ouvrages hydrauliques et à mettre en place une gestion hydraulique capable de satisfaire l'ensemble des exigences en termes de niveau d'eau. On comprend donc, et au regard de la figure suivante, qu'il y a incompatibilité entre les exigences des usagers et celles du gestionnaire, mais aussi entre les exigences des différentes catégories d'utilisateur. Un travail de concertation est alors nécessaire afin de trouver un consensus soit en conciliant les besoins des usagers et exigences écologiques d'un territoire classé en Réserve Naturelle Nationale, soit en faisant des choix qui satisfont les uns mais pas les autres.

On rappellera que le plan de gestion de la Réserve Naturelle présente grâce à l'opération GH31 un cahier des charges hydraulique fixant par secteur la gestion des niveaux d'eau à appliquer tout au long de l'année.

Figure 30 : Superposition de l'ensemble des exigences hydrauliques des acteurs présent sur la RNNES



La diversité des usages sur la réserve implique donc une gestion hydraulique adaptée à chacun. Cependant, les besoins des uns ne sont pas compatibles avec les besoins des autres. La Maison de l'Estuaire se trouve alors confrontée à des conflits d'usages insolubles qui aboutissent à des manipulations « pirates » des ouvrages hydrauliques menant soit à des vidanges des réseaux hydrauliques, irrécupérables selon les saisons et néfastes pour le maintien du caractère humide des milieux, soit à l'inverse, à des inondations trop importantes du milieu et de longues durées pas forcément compatibles avec la fonctionnalité des milieux ou des usages.

La figure précédente, validée par l'ensemble des représentants des usagers, montre bien que les intérêts de chacun diffèrent selon la saison. Aucune solution apportée ne permet de satisfaire l'ensemble des usagers et a conduit, par le passé, à de nombreux conflits menant même jusqu'à la dégradation d'un grand nombre d'ouvrages hydrauliques.

C'est pourquoi en 2009, le préfet de Seine Maritime a instauré le Comité des Usages de l'Eau (CUE) ayant pour vocation de regrouper :

Les services de l'Etat concernés :

- ✓ L'ONEMA ;
- ✓ Les gestionnaires du foncier (GPMH / GPMR/ Conservatoire du Littoral) ;

- ✓ La Maison de l'Estuaire (gestionnaire de la RNNES) ;
- ✓ Le président du conseil scientifique de la réserve naturelle ou son représentant ;
- ✓ Les représentants des agriculteurs, chasseurs et coupeurs de roseaux et d'associations de protection de l'environnement.

Ceci dans le but :

- ✓ D'échanger de façon sereine sur la gestion des niveaux d'eau sur la RNNES ;
- ✓ De partager l'information avec les usagers ;
- ✓ De faire émerger, sur cette base, une réflexion, assortie de propositions sur la gestion hydraulique de la RNNES.

En termes de niveau d'eau, la réflexion de ce comité s'appuie sur le cahier des charges hydraulique du plan de gestion. Les cotes annoncées par ce cahier des charges hydraulique servent simplement de base aux réflexions et ne sont pas appliquées du point de vue des hauteurs et des périodes de mise en œuvre. Les cotes sont décidées en concertation avec les usagers et les services de l'Etat à chaque période sensible charge par la suite à la Maison de l'Estuaire d'appliquer ces décisions sur le terrain.

Le bilan après plus d'un an de fonctionnement est mitigé du point de vue du gestionnaire. Les points de désaccords sont souvent insolubles et la mise en pratique sur le terrain des décisions de ce comité sont souvent impossibles compte tenu de la gestion individuelle pratiquée par certains des usagers. Cependant, des réalisations ont pu voir le jour, notamment la mise en place d'appareils de télémessure, permettant un suivi qualitatif et quantitatif sur le réseau hydraulique, mais aussi la réalisation, en concertation, de nouveaux ouvrages hydrauliques permettant l'expérimentation sur les niveaux d'eau.

La gestion hydraulique sur la Réserve est donc réalisée selon de grands principes et doit s'adapter aux constats hebdomadaires de l'évolution des niveaux d'eau. Les optimums écologiques, lorsqu'ils sont atteints, ne durent pas forcément soit à cause de nécessité de gestion pour les usagers, soit à cause de manœuvres pirates et individuelles. Ce mode de gestion totalement anthropisé est rendu nécessaire pour s'adapter à la compartimentation historique de la Réserve mais aussi pour le maintien du caractère patrimonial qui en découle. Le gestionnaire s'appuie également sur des ouvrages de gestion qui ne sont pas forcément adaptés. En effet, ces ouvrages gérant par le bas ne permettent pas une finesse dans la régulation des niveaux d'eaux et ne dispose que de deux mode de fonctionnement (ouvert / fermé) alors que les types de vanne expérimentées depuis 2010 sur la Réserve incluent des systèmes de rehausses permettant la surverse vers la Seine de l'excédent d'eau.

Problématique de la RNNES vis-à-vis des filandres

Pour le gestionnaire, les filandres jouent un rôle primordial vis-à-vis de la Réserve.

C'est le point de départ pour la gestion hydraulique car elles permettent les apports en eau vers les secteurs compartimentés de la Réserve. Les filandres doivent donc se maintenir dans le temps et ne pas s'attérir sinon l'alimentation en eau de certains secteurs serait remise en question. Cependant, la gestion hydraulique actuelle implique que les volumes passant dans les diguettes et les prairies subhalophiles sont « stockés » et ne retournent pas en Seine, ils ne contribuent donc pas au volume oscillant des crues. De plus, lorsque la marée vient buter sur des vannes fermées, car la gestion hydraulique ne nécessite pas de manipulation, la perte de charge occasionnée joue sur l'engraissement de la filandre. Le gestionnaire intervient donc régulièrement sur les têtes de filandre afin de les entretenir par curage (tous les 3 à 5 ans). Cette solution n'est pas satisfaisante car elle engendre de nouveaux problèmes, notamment la constitution de merlons de curages limitant les débordements des filandres et, par la même occasion, le volume oscillant circulant dans les filandres. Le gestionnaire, qui ne peut s'affranchir aisément des ouvrages de gestion des niveaux d'eau en tête de filandre, tente cependant de favoriser l'auto entretien de celles-ci soit en procédant à des chasses, soit en mettant en place des ouvrages hydrauliques permettant un retour en Seine de l'excédant d'eau. Les nouveaux ouvrages permettent ainsi cet entretien de filandre mais aussi la continuité biologique. Pour se faire, les sections de passage sous la route de l'estuaire et le chemin de halage doivent être grandes, ce qui n'est pas facile à mettre en œuvre compte tenu des contraintes constituées par la voie ferrée et cette même route au niveau du secteur 4. Les chasses pour entretenir les filandres sont difficiles à mettre en œuvre. En effet, il est nécessaire de disposer d'un stock d'eau en amont des ouvrages hydrauliques (diguettes – vannes ouest / est et sud et vannes 3 et 2 de la route de l'estuaire) donc en période hivernale mais à cette époque la perception d'une vidange de marais temporaire et volontaire de la part du gestionnaire est mal perçue, ces chasses se font alors lorsque le gestionnaire a nécessité de réguler les niveaux d'eau pour la pratique de la coupe des roseaux. On notera que les vidanges pirates du marais au printemps servent à l'entretien des filandres mais pose d'autres problèmes vis-à-vis du maintien des zones inondées.

Outre cet aspect hydraulique les filandres sont d'une très importante car constituent des zones de vase découvertes à marée basse, elles attirent donc de nombreux limicoles. Au flot et durant toute la phase de marée les filandres jouent un rôle de transfert de flux biogéochimiques d'une importance capitale pour les prairies humides, notamment du secteur 4, caractérisées par des apports en sel réguliers mais aussi correspondant à certaines écophases pour l'ichtyofaune marine, estuarienne et fluviale. Les filandres sont donc de vrais écotones entre plusieurs milieux allant du marin au dulçaquicole en passant par les milieux de transitions tels que vasières, schorres et roselières. Cette fonctionnalité est donc importante pour le maintien des milieux d'exception de la Réserve.

De nombreuses questions se posent au gestionnaire sur sa façon de gérer ces milieux. La gestion hydraulique mise en place correspond-elle au maintien ou aux rôles associés aux systèmes filandres ? Connaît-on le rôle réel des filandres dans les parties compartimentées en termes de flux biologiques ?

3) Contribution de la Maison de l'Estuaire à DEFHFIS

3.1) Mise à disposition des données acquises par le gestionnaire

Depuis la création de la Réserve en 1998, le gestionnaire s'appuie sur un plan de gestion permettant de définir, de programmer et de contrôler la gestion de manière objective et transparente. L'objectif prioritaire de la Réserve Naturelle est de préserver ce qui a justifié son classement en réserve mais aussi de contribuer, à l'échelle nationale et internationale, au maintien dans un bon état de conservation de la biodiversité et de patrimoine naturel.

Au travers de son plan de gestion la Réserve Naturelle Nationale de l'Estuaire de la Seine déclina différentes opérations de suivi et de gestion des milieux et des espèces afin de répondre à ces objectifs.

Les informations acquises depuis maintenant 14 ans par le gestionnaire de la Réserve sont nombreuses et donnent une bonne idée du territoire et de sa complexité en terme de relation entre espèces et habitats mais aussi du point de vue de la gestion du milieu. Les opérations du plan de gestion ayant pu être intégrée dans ce programme de recherche sont listées par la suite :

Morphologie

- SE2 : Mise en place d'un modèle numérique de terrain,
- SE6 : Suivi géomorphologique et bathymétrique des zones intertidales, vasières, chenaux, criques et Dunes,
- SE9, SE10 : Etudes diachroniques des campagnes de photos aériennes 1966- 2006,
- SE17 : Suivi des niveaux d'eau,
- TE5 : Acquisition de photos aériennes.

Habitats, flore et phytosociologie

- SE11 : Mise en place de bases de données associées au SIG,
- SE16 : Suivi de la qualité de l'eau,
- SE24 : Suivi et amélioration des connaissances sur la flore,
- SE74 : Etude typologique de l'ensemble des prairies,
- SE76 : Suivi des remises en herbe,
- SE79 : Etude typologique de l'ensemble des baissières,
- SE81 : Suivi de l'évolution des baissières,
- SE82 : Etude typologique de l'ensemble des fosses,
- SE85 : Etude typologique des mares,
- SE88 : Etude sur la délimitation et la caractérisation des différents types de roselières,
- SE91 : Etude sur la délimitation et la caractérisation des différents types de schorres,
- SE94 : Suivi de la limite schorre / vasière,
- SE100: Etude sur la délimitation et la caractérisation des différents types de Mégaphorbiaies.

Benthos et invertébrés

- SE35 : Suivi du zoobenthos intertidal (substrat meuble),
- SE41 : Suivi de la petite faune des fosses et des mares,
- SE111 : Etude des biomasses d'invertébrés comme ressource alimentaire.

Poissons

- SE33: Suivi des nourriceries y compris des espèces non commerciales.

Oiseaux

- SE43 : Suivi de l'avifaune du schorre,
- SE44 : Suivi de l'écosystème prairies de fauche,
- SE49 : Suivi des espèces des roselières en automne,
- SE50 : Etude des synusies d'oiseaux,
- SE52 : Suivi de l'avifaune des roselières suivant leur typologie et les modes de gestion,
- SE53 : Suivi de la nidification et de la migration du butor étoilé et mise en œuvre du plan de restauration,
- SE54 : Suivi de l'utilisation du reposoir et des mares orphelines du banc Herbeux,
- SE56 : Suivi de la spatule blanche en migration pré et post nuptiale et en hivernage,
- SE61 : Suivi des oiseaux d'eau (décomptes mensuels),
- SE65 : Suivi du Tadorne de Belon en période de reproduction,
- SE73 : Suivi des populations de mammifères.

Aspects écosystémiques, gestion de l'anthroposystème

- SE113 : Approche systémique des habitats (tableau de Mendeleiev),
- SE114 : Approche synusiale des communautés animales,
- SE110 : Etude de scénarii de reconnexion et de gestion hydraulique des prairies humides subhalophiles et du Hode,
- CO11 : Engager des opérations de sensibilisation vis-à-vis des usagers et de la population locale,
- SE83 : Suivi des pratiques de gestion des fosses,
- SE89 : Suivi des pratiques de gestion des roselières,
- SE92 : Suivi des pratiques de gestion sur le schorre,
- SE101: Suivi des pratiques de gestion des Mégaphorbiaies,
- SE86 : Suivi des pratiques de gestion des mares,
- SE219 : Suivi des études du projet d'extension du Grand Canal du Havre (notamment étude Hydraulique),
- SE221 : Suivi des digues du PAR,
- GH3 : Mise en place du projet Banc Herbeux,
- GH16 : Programme d'action dans la gestion de fosses collectives,
- GH23 : Entretien et réadaptation du méandre en fonction des résultats des suivis,
- GH31 : Mise en place et application d'un cahier des charges hydraulique,
- GH32 : Mise en place et application d'un plan d'action de la gestion hydraulique.

Valorisation des données

- CO15 : Promouvoir les suivis, études et recherches menées sur la réserve dans des publications ou lors de colloques et séminaires,
- AD22 : Impliquer les programmes de recherche dans les objectifs de gestion de la réserve.

La Maison de l'Estuaire a donc fourni l'ensemble des données pouvant intéresser les différentes équipes scientifiques constituant DEFHFIS afin de leur permettre de disposer d'un jeu de données le plus complet possible mais aussi de comprendre les particularités et les nécessités de la gestion mises en œuvre sur ce territoire.

3.2) Temps consacré

La Maison de l'Estuaire est également intervenue ponctuellement pour faciliter le travail des différentes équipes de DEFHFIS en répondant, par exemple, à des questionnements vis-à-vis des usagers lors des phases de terrains ou pour résoudre des problèmes ponctuels tels que la mise en œuvre non autorisée d'une passerelle sur la Grande Crique empêchant les moyens nautiques de passer.

Les moyens informatiques du gestionnaire de la Réserve ont également été mis à disposition afin de procéder à des analyses permettant de fournir des éléments nécessaires à la mise en œuvre d'une typologie des filandres (définitions des bassins versant et occupation du sol...).

3.3) Ordination des bras de filandre

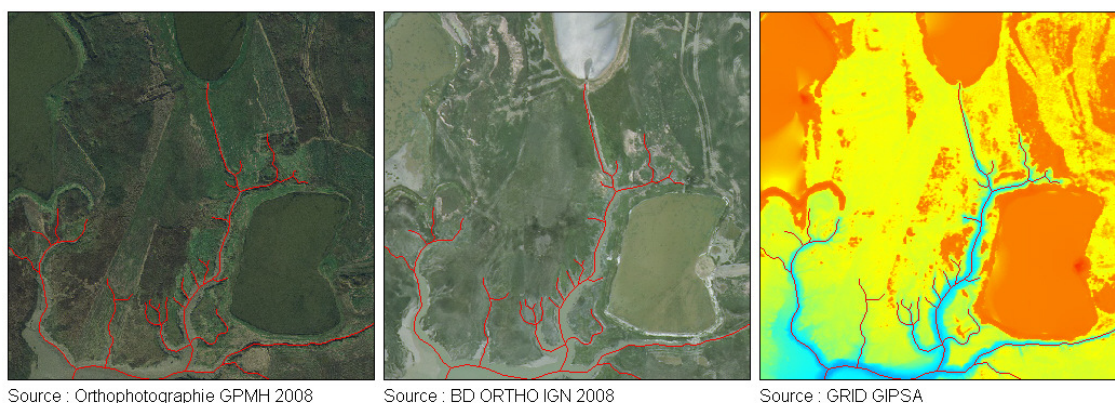
La Maison de l'Estuaire a également réalisé plusieurs type d'Ordination afin de voir s'il été possible d'en ressortir des caractéristiques communes ou non entre les filandres afin de caractériser leur degré de maturité.

Pour ce faire, une nouvelle digitalisation des filandres de la Réserve Naturelle de l'Estuaire de la Seine a été réalisée pour affiner les anciennes digitalisations. En effet, parmi les données géographiques que possédait la Maison de l'Estuaire jusqu'alors, les filandres n'existaient qu'en tant qu'objets polygonaux interdisant toute analyse de type réseau ou graphe. La nouvelle table SIG considère quand à elle la filandre non pas comme un objet surfacique mais comme un réseau de polygones.

Différentes sources ont été retenues pour permettre de reconstituer le tracer des filandres.

- Deux orthophotographies : principalement l'orthophotographie réalisée par le Grand Port Maritime du Havre (GPMH) en 2008 (pixel = 20 cm, image réalisée en un seul passage), puis la BD Ortho de l'IGN de 2008 (pixel = 50 cm, mosaïque d'images)
- Une série de fichiers GRID réalisés par le GIP Seine Aval à partir des données aéroportées du GPMH de 2010 pour les filandres en aval de l'estacade du Hode.

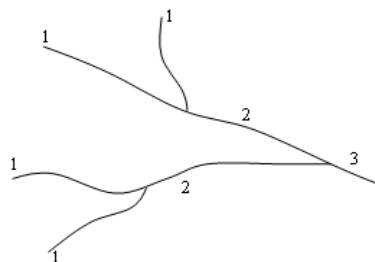
Figure 31 : Détail de la digitalisation de la table filandre ligne



La digitalisation a été effectuée à une échelle supérieure au 1/1000^{ème}. Il en résulte une échelle d'utilisation de la table aux alentours du 1/1500^{ème}.

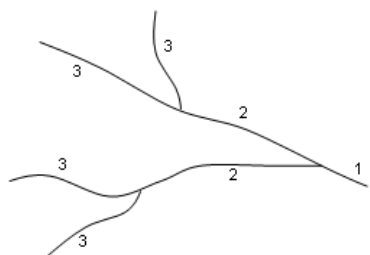
Par la suite, ce travail de digitalisation a été complété par une application de différentes méthodes de classification attribuant un ordre à chacun des bras des filandres. Trois méthodes de classification ont été retenues : Strahler (1957), Weishar (2005) et Shreve (1967).

- **Strahler**



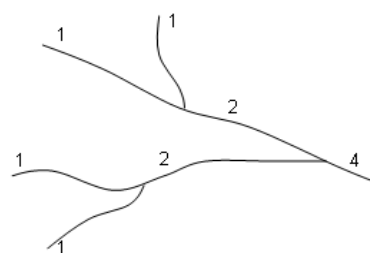
La méthode de classification de Strahler (1952) considère que chaque bras de la filandre qui ne possède pas d'affluent est d'ordre 1. Lorsque 2 bras de même ordre u se rencontrent, leur confluent est d'ordre $u+1$.

- **Weishar**



La méthode de classification de Weishar (2005) considère que l'exutoire de l'exutoire de la filandre est d'ordre 1. A chaque embranchement les nouveaux bras sont d'ordre $u+1$.

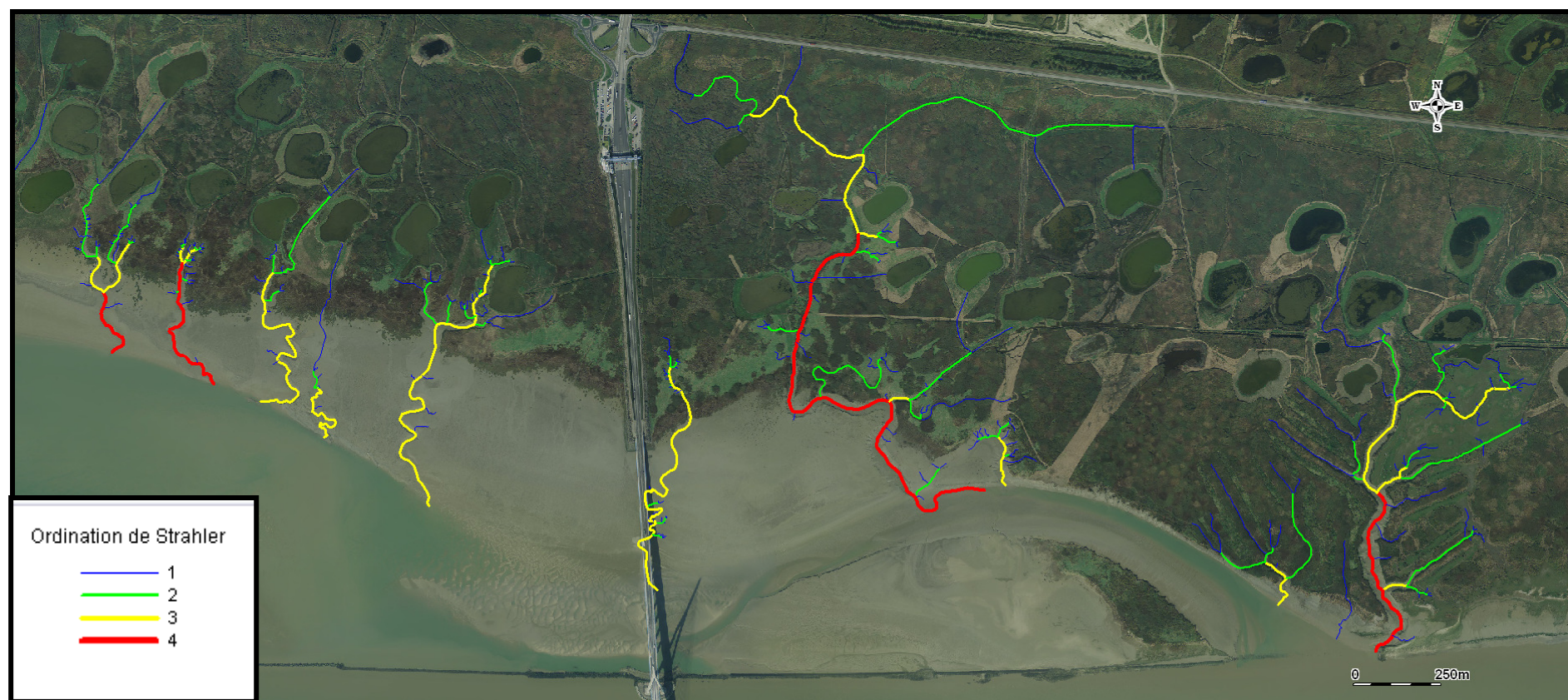
- **Shreve**



La méthode de classification de Shreve (1967) considère que chaque bras sans affluent est d'ordre 1. Lorsque 2 bras d'ordre u et v se rencontrent, leur confluent est d'ordre $u+v$.

Ces différents types de classification seront repris par les équipes de DEFHFIS en les intégrant dans la typologie des filandres.

Figure 32 : Méthode de classification de Strahler



Cette classification nous renseigne sur la forme de la filandre : plus elle possèdera un grand nombre de bras ramifiés, plus l'exutoire aura un ordre élevé.

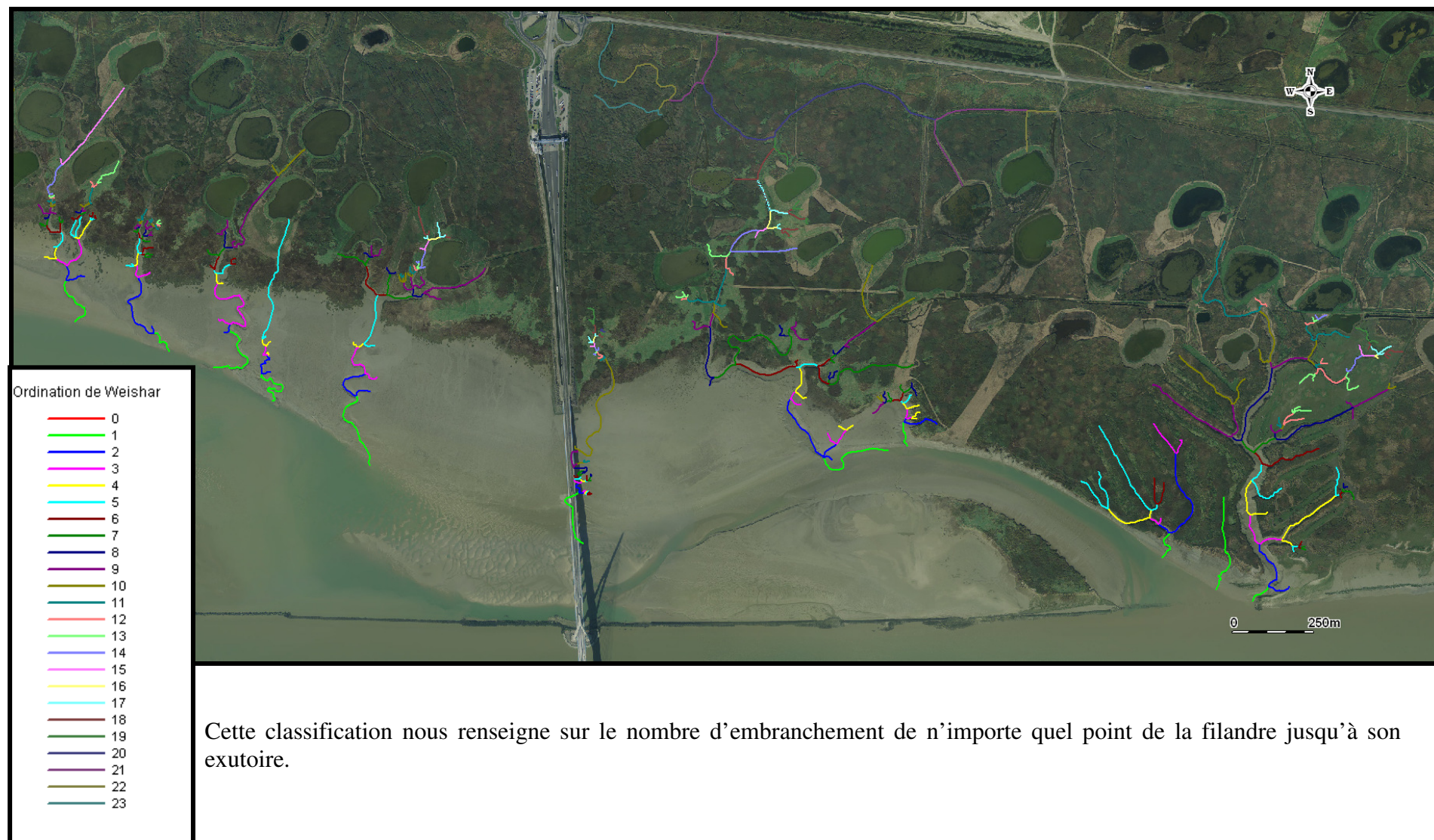
Figure 33 : Méthode de classification de Weishar

Figure 34 : Méthode de classification de Shreve

Cette classification nous renseigne sur le nombre de « sources » alimentant n'importe quel point de la filandre. Ainsi, à l'exutoire, l'ordre du bras est égal au nombre d'extrémités de la filandre.

6) Conclusion

L'intégration de la Maison de l'Estuaire dans le programme DEFHFIS se justifie dans l'intérêt qu'a le gestionnaire de la Réserve Naturelle à mieux connaître ce système complexe qu'est la Filandre. Cet intérêt porte d'une part sur l'acquisition de données écologiques permettant de compléter l'inventaire de ce type de milieu mais surtout infine de permettre au gestionnaire de mieux comprendre l'impact de sa gestion et des pratiques des usagers sur la morphologie des filandres. Cette meilleure perception des filandres permettra, à terme, de réorienter différents suivis et opérations de gestion en intégrant de manière plus affirmée la filandre en elle-même comme entité à gérer car répondant à des fonctionnalités estuariennes et présentant un caractère patrimonial fort et plus forcément que comme un moyen d'alimentation en eau.

Afin de permettre aux équipes scientifiques de DEFHFIS de disposer de l'ensemble des données produites par la Maison de l'Estuaire, le gestionnaire a mis à disposition et a retravailler l'ensemble des données qui pouvaient être jugées utiles dans le cadre de se programme. Le gestionnaire a également participé aux campagnes de terrain et a facilité celles-ci en répondant à des questionnements ponctuels ou des aléas.

La définition d'une typologie et des relations entre les compartiments biotiques et abiotiques constitutifs de la filandre sont également des éléments de connaissance nécessaires permettant de répondre aux grandes questions se posant sur l'estuaire de la Seine : Quelle gestion adopter afin de bénéficier au maximum des services rendus par les filandres ? Quel objectif pour l'estuaire (préserver le patrimoine actuel ou redonner du volume à l'estuaire) ? Ces informations devront servir dans le cadre de futurs projets de décompartimentation afin de rendre compte du bénéfice attendu par rapport à la patrimonialité existante sur la Réserve Naturelle Nationale de l'Estuaire de la Seine.

Bibliographie

- HOULLEMARE Catherine, 1997. La gestion hydraulique dans la future réserve naturelle de l'Estuaire de la Seine. Université du Havre, Rapport de stage : 101p.
- GIP Seine-Aval, 1999. Sable, chenaux vasières : dynamique des sédiments et évolution morphologique. Programme Scientifique Seine-Aval : 39p.
- Maison de l'Estuaire, 2001. Réserve Naturelle de l'Estuaire de la Seine, premier plan de gestion 2001-2005. DIREN de Haute Normandie : 85p + annexes.
- Maison de l'Estuaire, 2009. Réserve Naturelle de l'Estuaire de la Seine, premier plan de gestion 2009-2014. DREAL de Haute Normandie : 239p + annexes.
- Maison de l'Estuaire, Janvier 2010. Demande de subvention d'Etat, Fonds National pour l'Aménagement et le Développement du Territoire (FNADT) - Dossier technique de la vanne 3, Maison de l'Estuaire : 13p.
- Maison de l'Estuaire, Février 2011. Demande d'autorisation de modification de l'état de la Réserve Naturelle de l'Estuaire de la Seine – 2011 : 83p.
- Maison de l'Estuaire, années 2001 à 2011. Opération GH 16 « Mise en place et application d'un programme d'action pour la gestion des creux et des fossés collectifs », rapport d'activité.
- Maison de l'Estuaire, années 2009 et 2010. Opération SE 6 « Suivi géomorphologique et bathymétrique des zones intertidales, vasières, chenaux, criques et Dunes », rapport d'activité.
- Maison de l'Estuaire, 2002. Etude du fonctionnement hydraulique de la roselière. Programme LIFE Butor n°LIFE00NAT/F/7269 :42p.
- SOGETI, 2002. Réserve Naturelle de l'Estuaire de la Seine. Etude du fonctionnement hydraulique des prairies humides de l'estuaire – Point zéro, rapport d'étude pour la Maison de l'Estuaire : 50p + annexes.