

# Life 28/29 Oct 2020 COLLOQUE

## Baie de l'Aiguillon

**Restauration des fonctionnalités environnementales du littoral en contexte conchylicole**

*Restoration of coastal environmental functions in a shellfish farming area*

Forum des Pertuis, La Rochelle



Nature Hommes Vasières Oiseaux Eau douce Eau salée Littoral Botes Habitats Dunes Huîtres Conchyliculture Bouchots Terre Mer Crossats Salinité Estuaire...



# Travaux de restauration de vasières dans le cadre de l'agrandissement du Grand Port Maritime du Havre (Port 2000) : Retour d'expérience



*Christophe AULERT : Directeur délégué de la Délégation de la façade maritime Manche mer du Nord, Direction régionale Normandie de l'Office français de la biodiversité.*



*Chloé DANCIE : Ingénieur d'études Environnement littoral et marin – Habitats benthiques, Cellule de Suivi du Littoral Normand.*



*Faustine SIMON : Chargée de mission terrestre et avifaune, Coordination ZPS estuaire et marais de la basse Seine, Réserve naturelle de l'Estuaire de la Seine, Maison de l'estuaire.*



# Introduction :

Deux enjeux majeurs sont présents dans l'estuaire de la Seine :

- un économique, avec de multiples activités humaines notamment à caractères portuaire et industriel
- un écologique, avec des enjeux multiples (oiseaux, nourricerie de poissons, mammifères, flore, fonctionnalités estuariennes...). Création d'une RNN en 1997 étendue en 2004 sur une surface de 8 528 ha. Cette réserve couvre de nombreux milieux : prairies subhalophiles et dulçaquicoles, roselières, vasières, mares et milieu marin subtidal...



Les aménagements depuis plus d'un siècle ont des conséquences très fortes sur les surfaces intertidales disponibles.

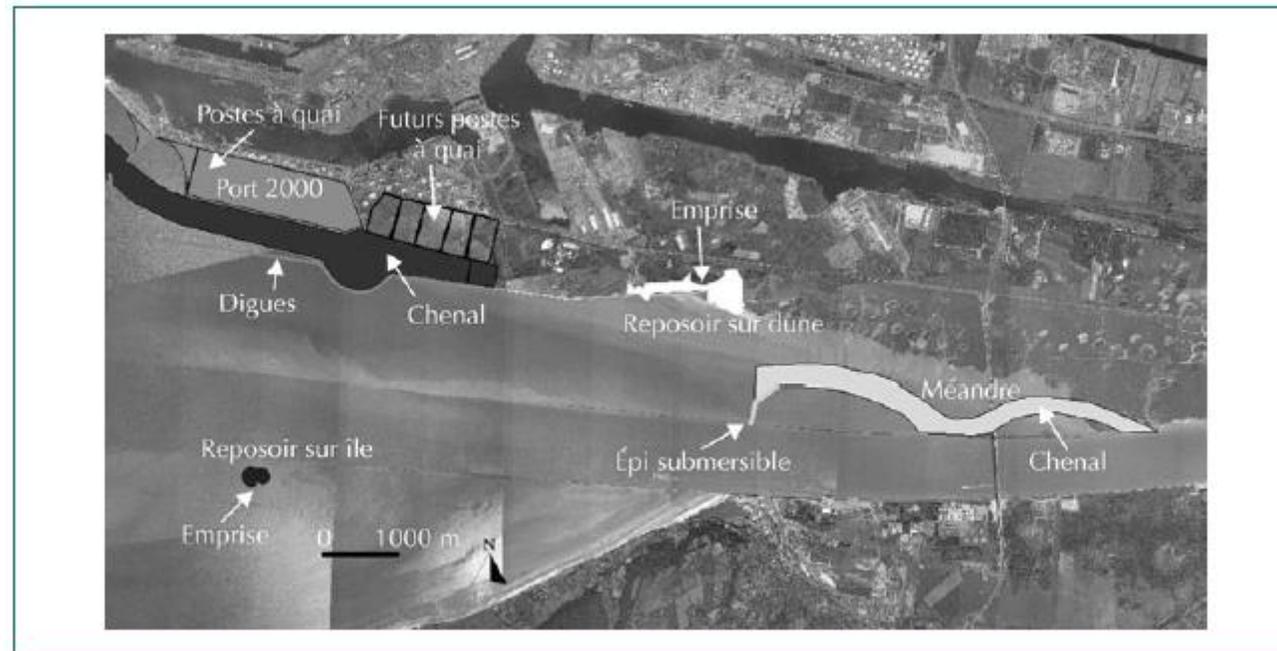


Extension du Port Autonome du Havre (Port 2000 : inauguration le 30 mars 2006) a :

- détruit le principal reposoir de pleine mer de l'estuaire pour les limicoles et d'autres espèces d'oiseaux d'eau (anatidés, sternidés, laridés...)
- contribué aux perturbations hydrosédimentaires.

Face aux enjeux environnementaux présents, des mesures compensatoires et d'accompagnement ont été réalisées dans le but de réduire l'impact du projet de Port 2000 sur les habitats, les espèces et les fonctions :

- Création d'un reposoir de pleine mer en arrière d'un cordon dunaire, avant destruction de l'ancien reposoir, achevée en février 2002
- Création d'une île artificielle pour l'accueil des oiseaux à marée haute opérationnelle depuis avril 2005
- **Création d'un épi submersible, transverse à la Digue Basse Nord, achevé en décembre 2004 et dragage d'un méandre de 2 800 m de long, mis en service en juillet 2005 dans le but de recréer des surfaces intertidales**



▲ Carte 1 – Localisation des aménagements (sources : MDE et IGN<sup>2D</sup> BD ortho 1999).

Un premier bilan de ces opérations a été dressé en 2009 à travers un article :

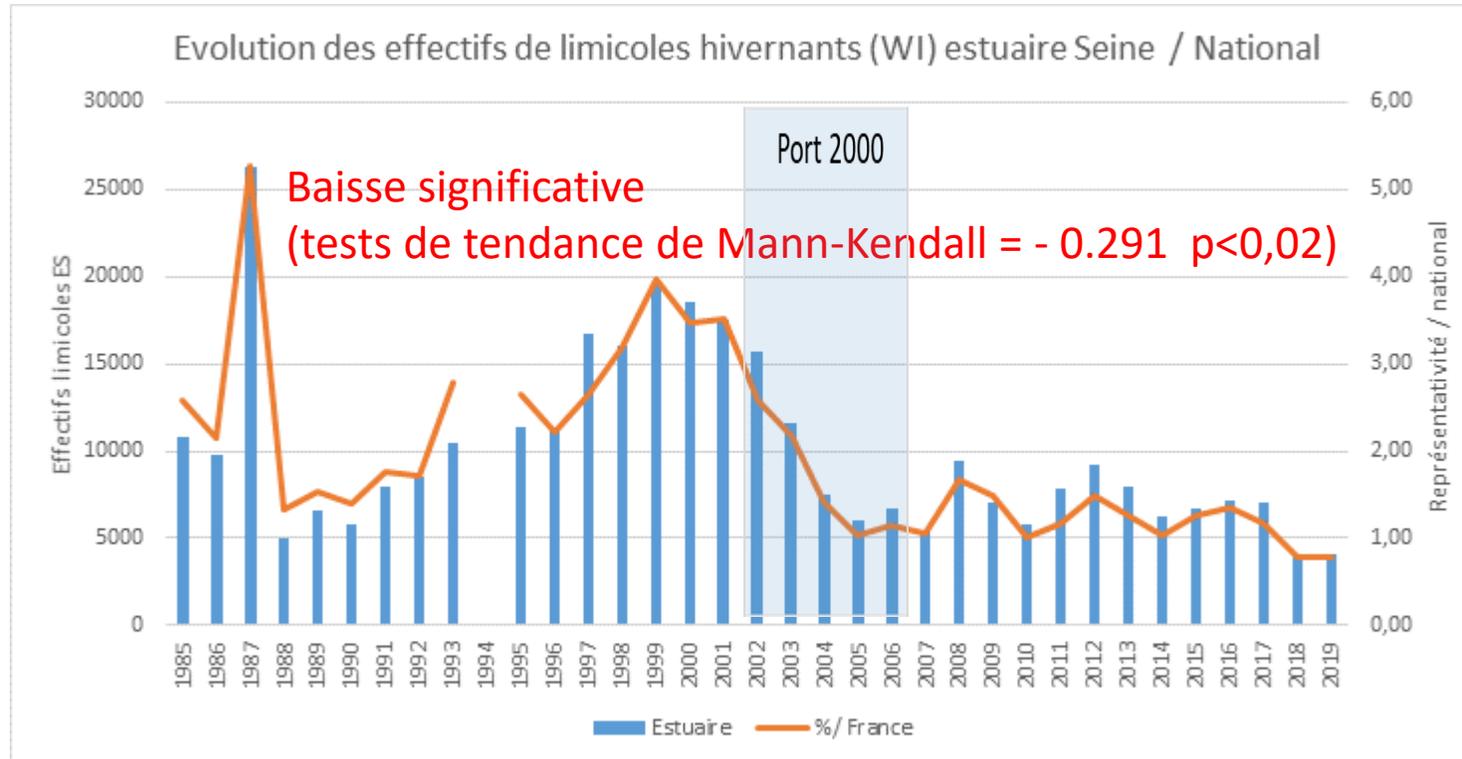
AULERT, C., PROVOST, P., BESSINETON, C., DUTILLEUL, C. (2009) – Les mesures compensatoires et d’accompagnement Port 2000 : retour d’expériences. *Ingénieries. Eau, agriculture, territoires*. Numéro spécial. Ecologie de la restauration et ingénierie écologique. Enjeux, convergences, application : 55-72.

Cet exposé se propose de faire :

- un deuxième bilan 14 ans après l’ouverture de Port 2000 et 18 ans après les premières mesures de compensation et d’accompagnement en particulier sur l’aspect de recréation de surfaces intertidales (habitats benthiques et conséquence sur les limicoles hivernants dans l’estuaire de la Seine).



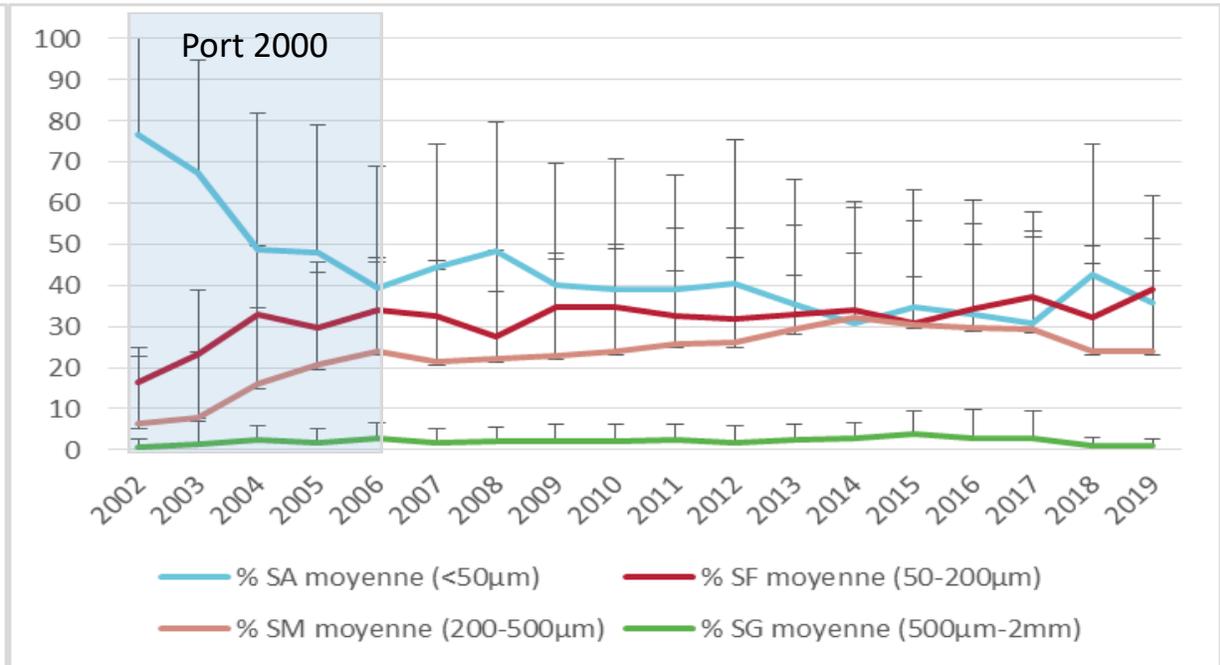
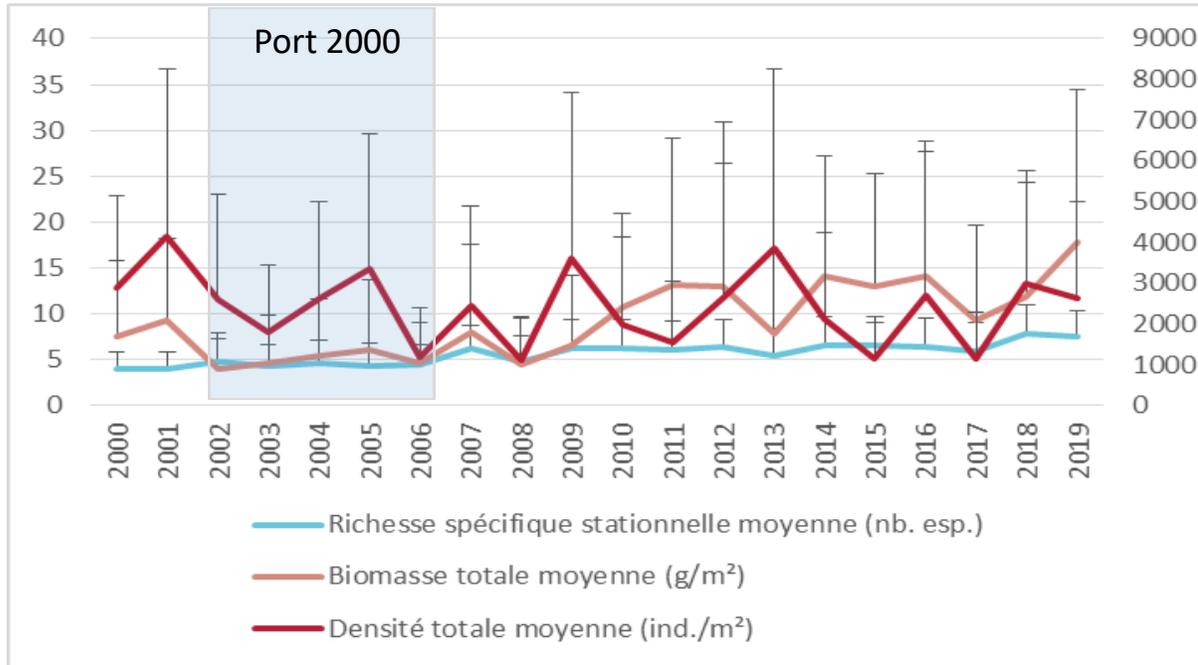
## Le constat : Les limicoles



Espèces concernées : Avocette élégante (2,63 %), Barge à queue noire (0,27 %), Barge rousse (0,13 %), Bécasseau maubèche (0,65 %), Bécasseau sanderling (0,14 %), Bécasseau variable (47,75 %), Chevalier gambette (0,23 %), Courlis cendré (7,19 %), Grand gravelot (0,68 %), Huîtrier pie (37,14 %), Pluvier argenté (2,22 %), Tournepierrre à collier (0,99 %)

Effets granulométrie ? Effets macrozoobenthos ? Autres facteurs ?  
Conjonction de facteurs ?

# Le constat : Le macrozoobenthos et la granulométrie



## Macrozoobenthos de la fosse Nord de l'estuaire de la Seine

Richesse spécifique : augmentation significative (tests de tendance de Mann-Kendall = 0,66 p<0,0001)

Biomasse : augmentation significative (tests de tendance de Mann-Kendall = 0,53 p<0,0008)

Densité : baisse non significative

## Granulométrie de la fosse Nord de l'estuaire de la Seine

Silts et Argiles : baisse significative (tests de tendance de Mann-Kendall = -0,65 p<0,0001)

Sables fins : augmentation significative (tests de tendance de Mann-Kendall = 0,42 p<0,01)

Sables moyens : augmentation significative (tests de tendance de Mann-Kendall = 0,7 p<0,0001)

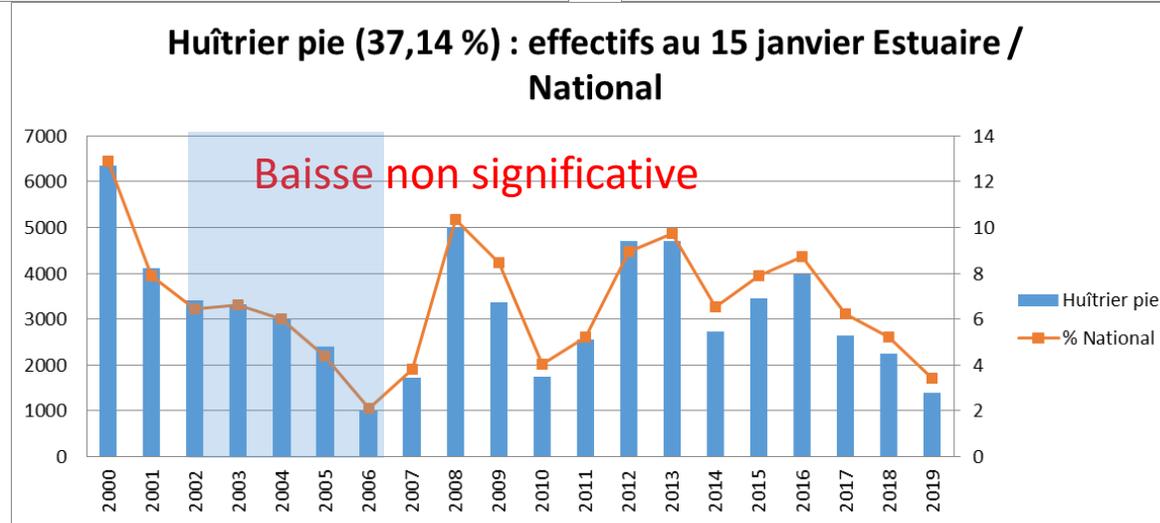
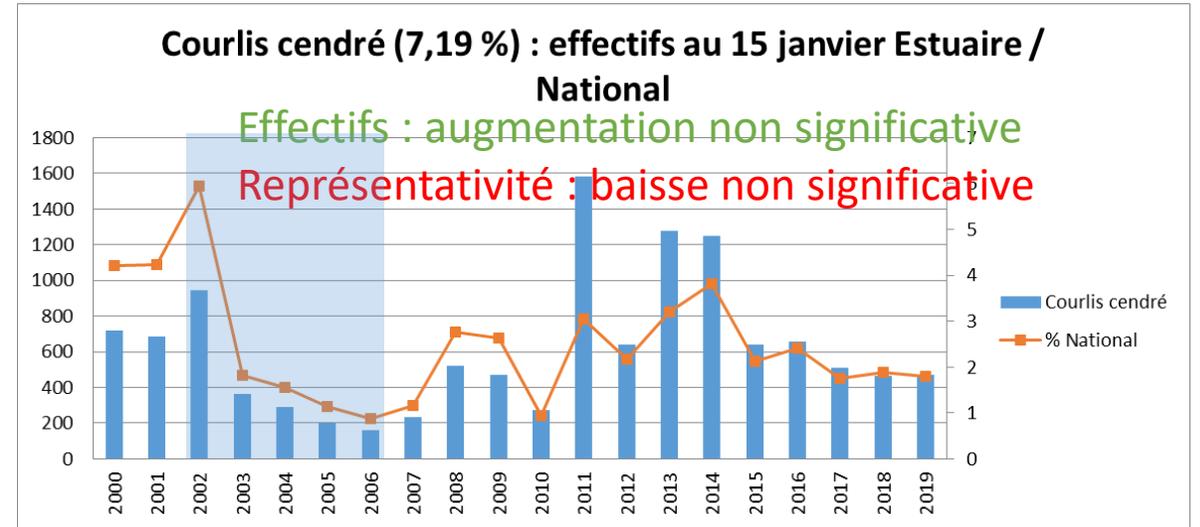
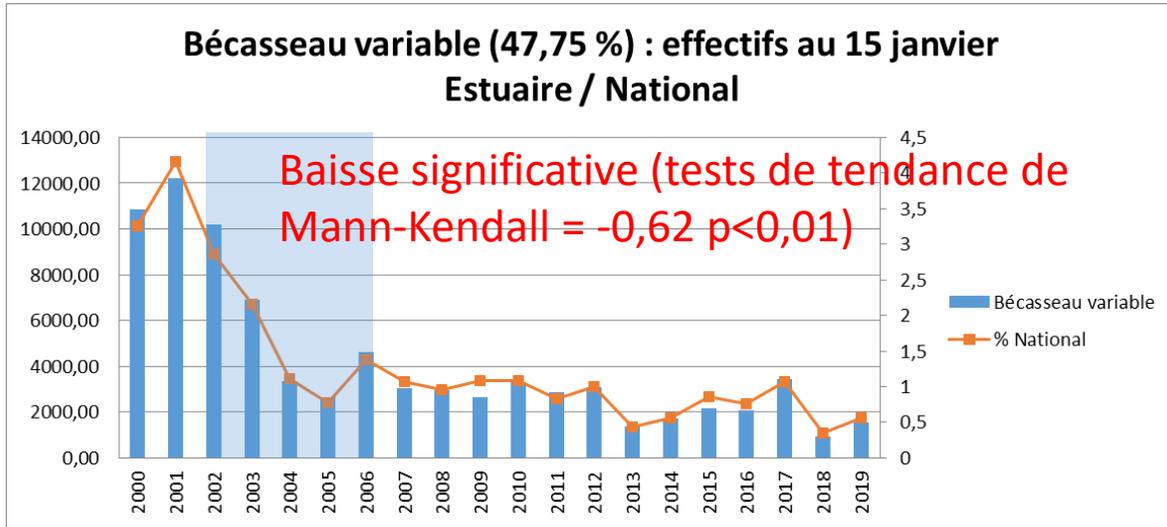
Sables grossiers : augmentation non significative

COLLOQUE - Restauration des fonctionnalités environnementales du littoral 28/29 Oct 2020

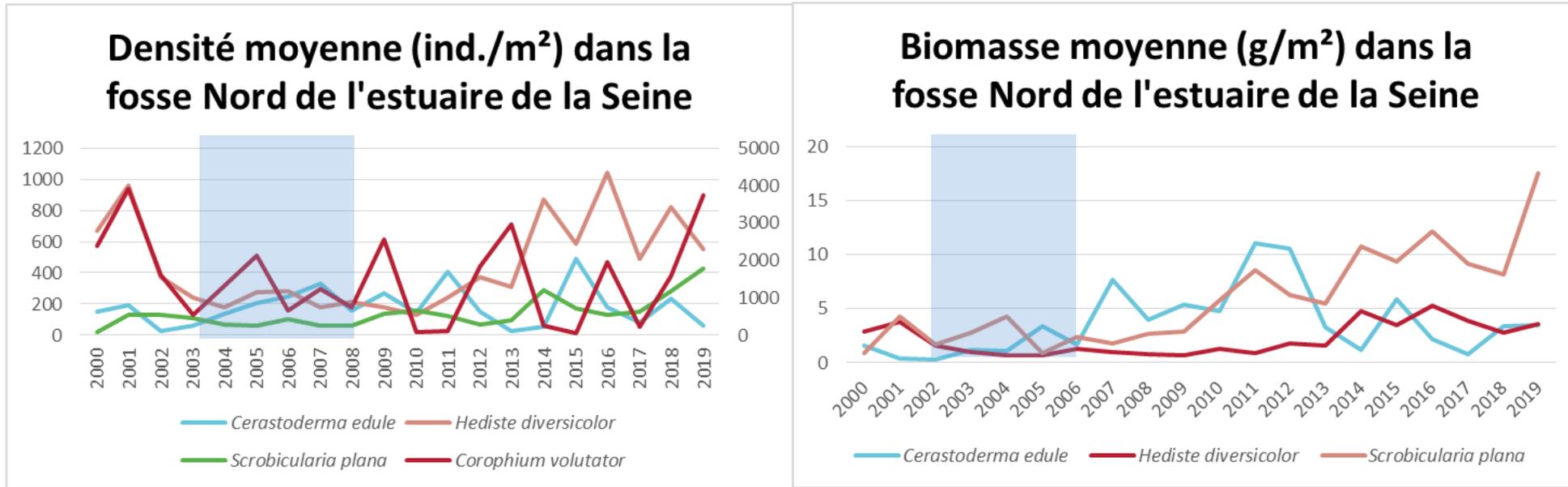
Liens avec l'évolution des limicoles côtiers ?



# Le constat : Tendances pour certaines espèces de limicoles côtiers (les 3 dominantes)



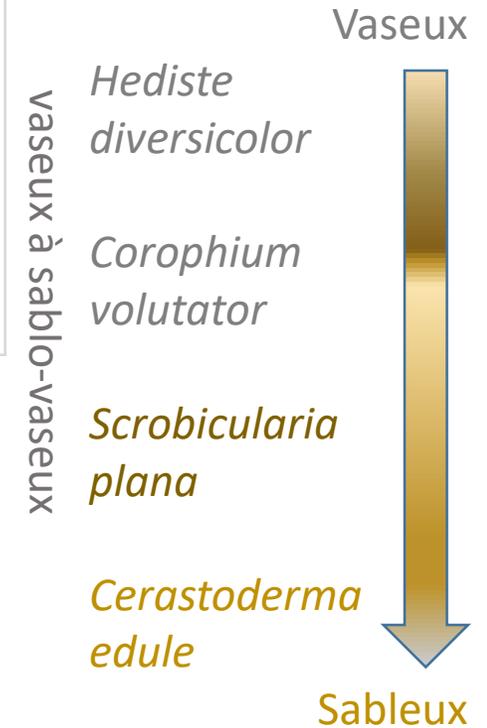
# Le constat : Tendances pour certaines espèces de macrozoobenthos



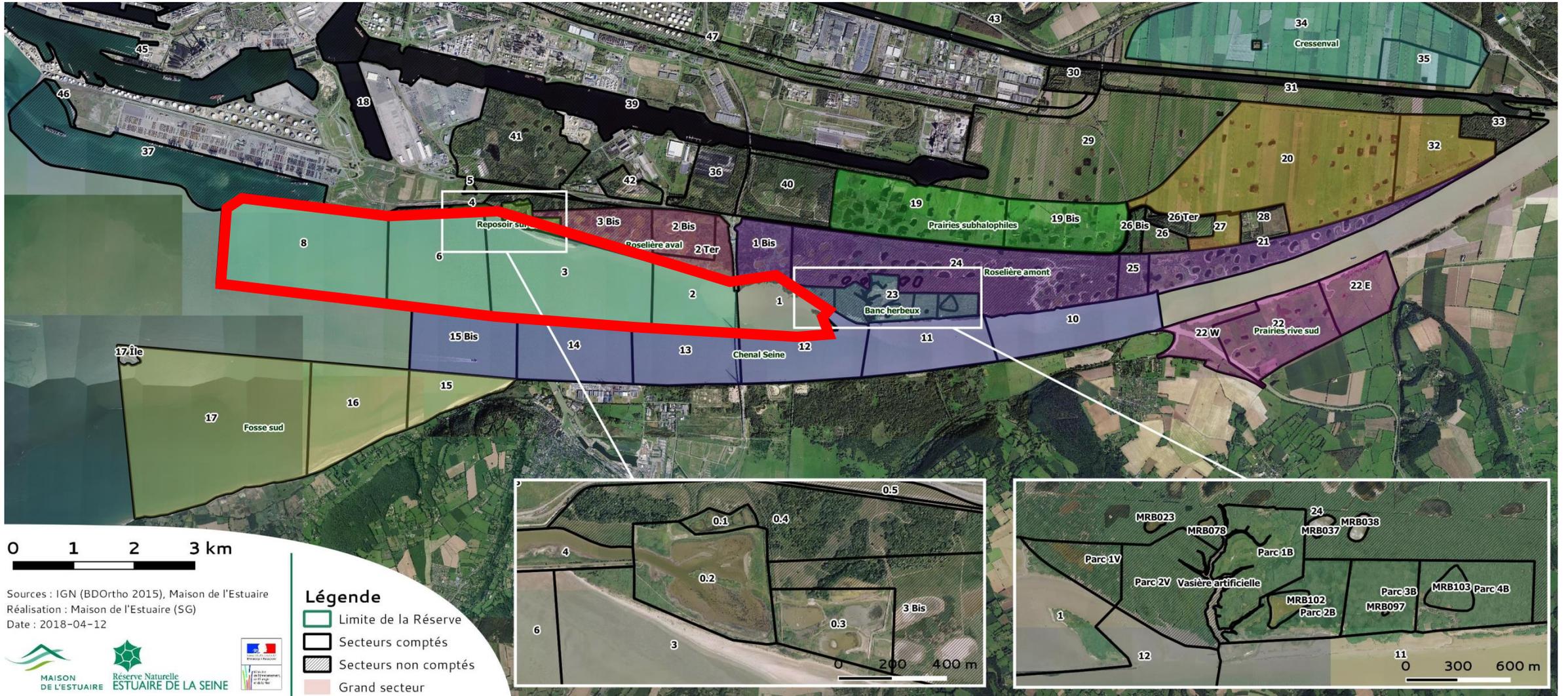
*Hediste diversicolor* : augmentation non significative  
*Cerastoderma edule* : stabilité  
*Corophium volutator* : baisse non significative  
*Scrobicularia plana* : augmentation significative (tests de tendance de Mann-Kendall=0,66 p<0,01)

*Cerastoderma edule* : augmentation non significative  
*Hediste diversicolor* : augmentation significative (tests de tendance de Mann-Kendall = 0,46 p<0,05)  
*Scrobicularia plana* : augmentation significative (tests de tendance de Mann-Kendall = 0,84 p<0,01)

Gradient granulométrique des 4 espèces



# Analyse par secteur de la vasière Nord de l'estuaire de la Seine



0 1 2 3 km

Sources : IGN (BDOrtho 2015), Maison de l'Estuaire  
 Réalisation : Maison de l'Estuaire (SG)  
 Date : 2018-04-12



- Légende**
- Limite de la Réserve
  - Secteurs comptés
  - Secteurs non comptés
  - Grand secteur

# Secteur 1 de la vasière Nord de l'estuaire de la Seine

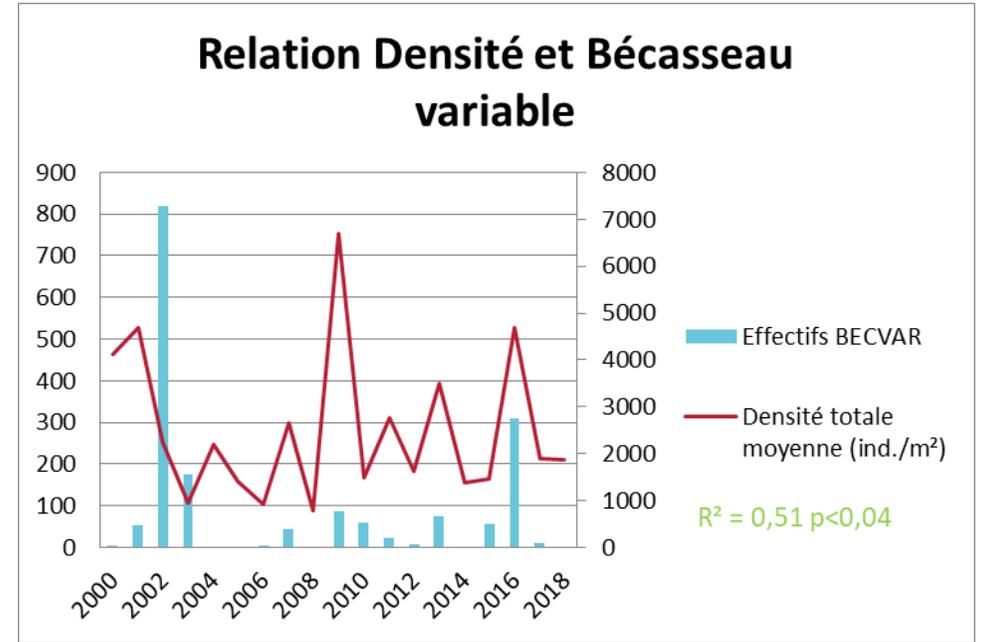
## Tendances significatives sur la période 2002-2018

% Silts et argiles moyenne (<50µm)	Diminution
% Sables Fins moyenne (50-200µm)	Augmentation
% Sables Moyens moyenne (200-500µm)	Augmentation
% Sables Grossiers moyenne (500µm-2mm)	Augmentation
Richesse spécifique stationnelle moyenne	Augmentation
Biomasse totale moyenne	Augmentation
Densité <i>Corophium volutator</i> moyenne (ind./m <sup>2</sup> )	Diminution
Densité <i>Hediste diversicolor</i> moyenne	Augmentation
Densité <i>Scrobicularia plana</i> moyenne	Augmentation
Biomasse <i>Scrobicularia plana</i> moyenne	Augmentation

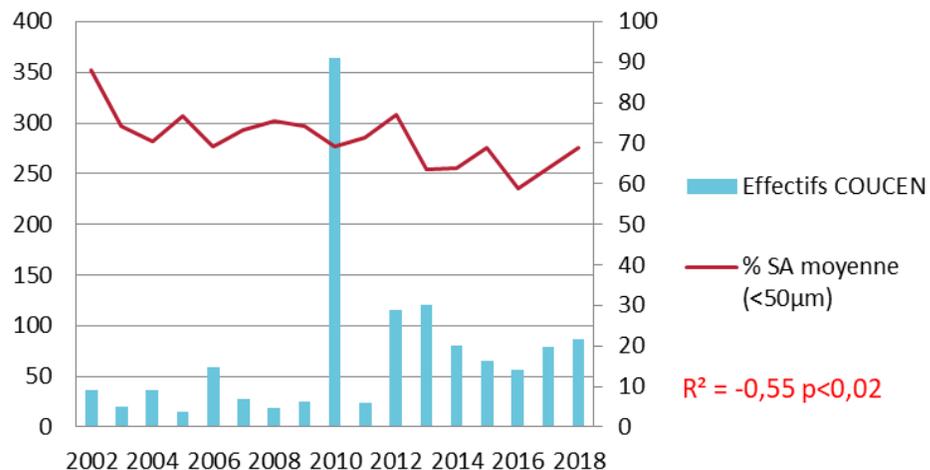
Diminution  
 Augmentation



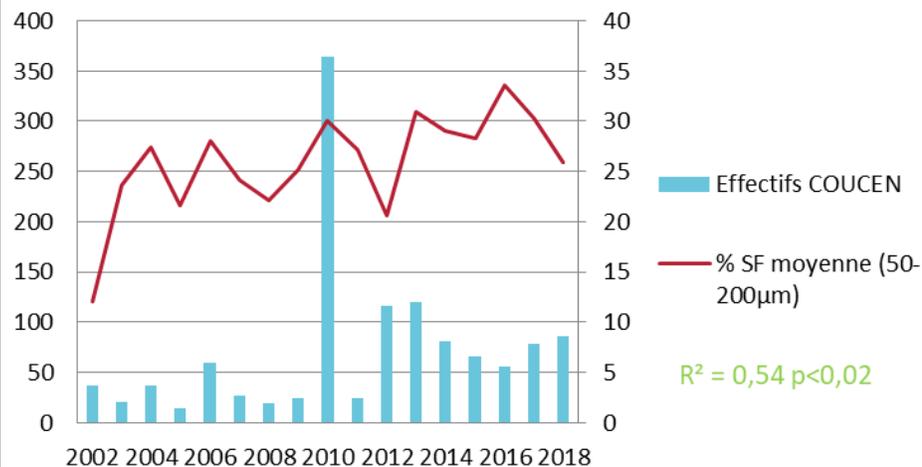
⇒ **Corrélation positive entre Densité totale et Bécasseau variable**



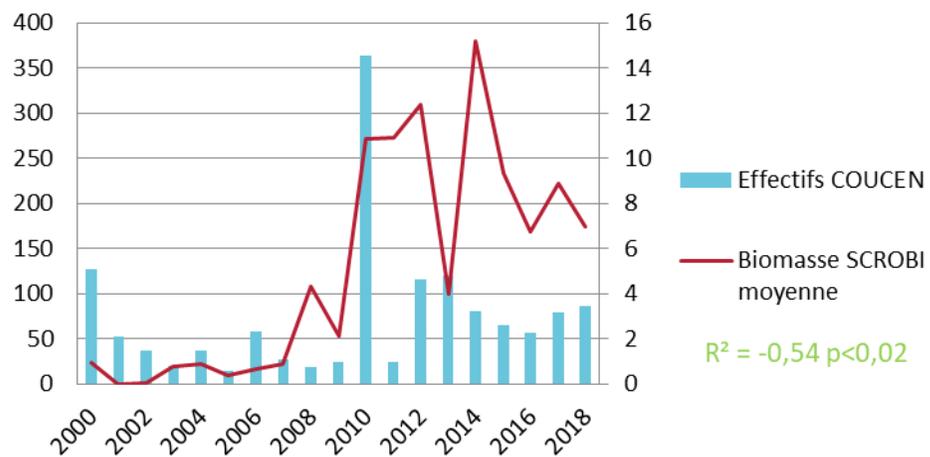
### Relation Silts et argiles et Courlis cendré



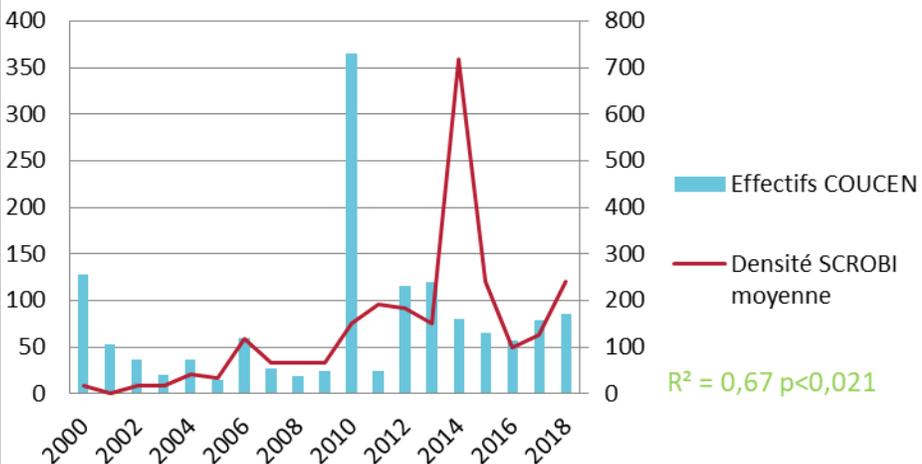
### Relation Sables fins Courlis cendré



### Relation Biomasse *Scrobicularia plana* et Courlis cendré



### Relation Densité *Scrobicularia plana* et Courlis cendré



⇒ Corrélation positive entre Sables fins Courlis cendré

⇒ Corrélation négative entre Silts et Argiles et Courlis cendré

⇒ Corrélation positive entre *Scrobicularia plana* (densité et biomasse) et Courlis cendré

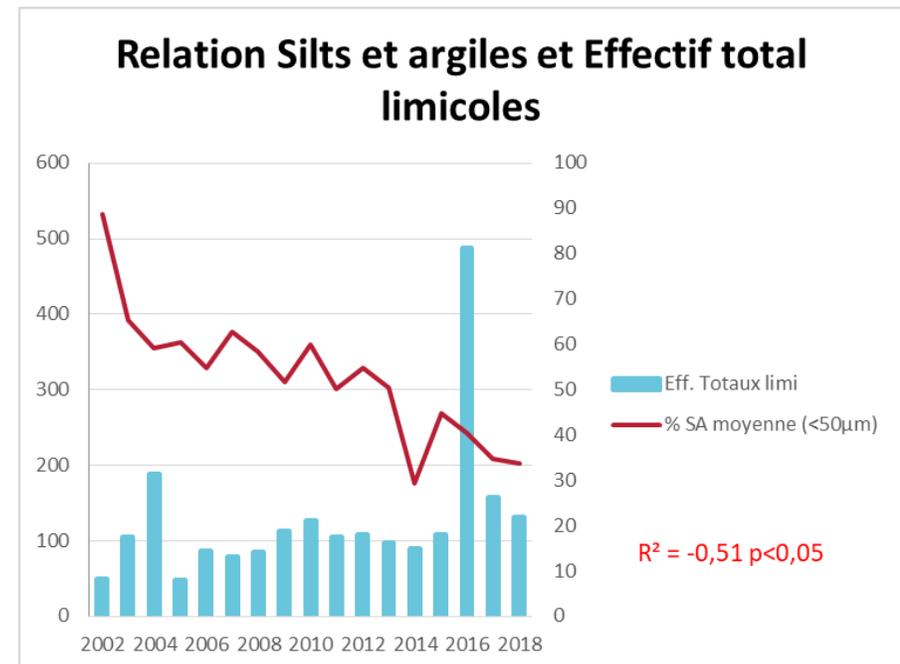
⇒ Sur le Secteur 1, l'augmentation de la granulométrie et l'évolution des cortèges benthiques qui en découle semblent favorables au Courlis cendré

## Secteur 2 de la vasière Nord de l'estuaire de la Seine

### Tendances significatives sur la période 2002-2018

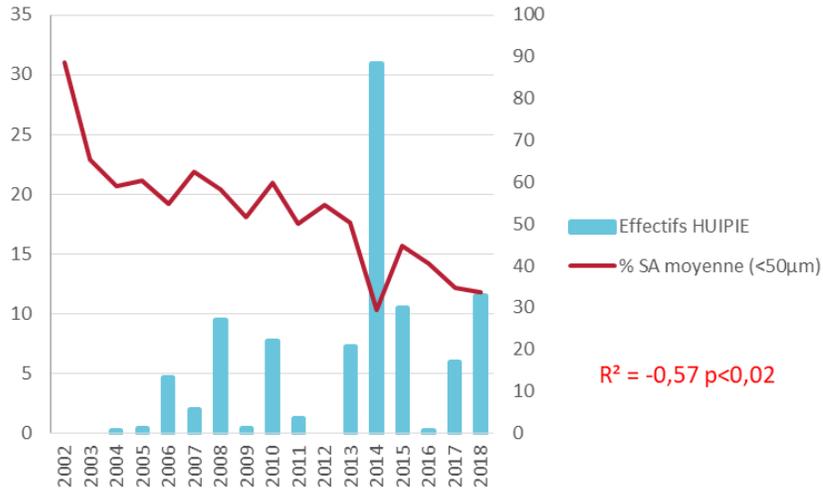
% Silts et argiles moyenne (<50µm)	Diminution
% Sables moyens moyenne (200-500µm)	Augmentation
% Sables grossiers moyenne (500µm-2mm)	Augmentation
Richesse spécifique stationnelle moyenne	Augmentation
Biomasse totale moyenne	Augmentation
Densité <i>Cerastoderma edule</i> moyenne	Augmentation
Densité <i>Corophium volutator</i> moyenne	Diminution
Densité <i>Scrobicularia plana</i> moyenne	Augmentation
Biomasse <i>Cerastoderma edule</i> moyenne	Augmentation
Biomasse <i>Hediste diversicolor</i> moyenne	Augmentation
Biomasse <i>Scrobicularia plana</i> moyenne	Augmentation
Effectif moyen (nov-février) Huître pie (2000-2019)	Augmentation
Effectif moyen (nov-février) Courlis cendré (2000-2019)	Augmentation

Diminution  
 Augmentation

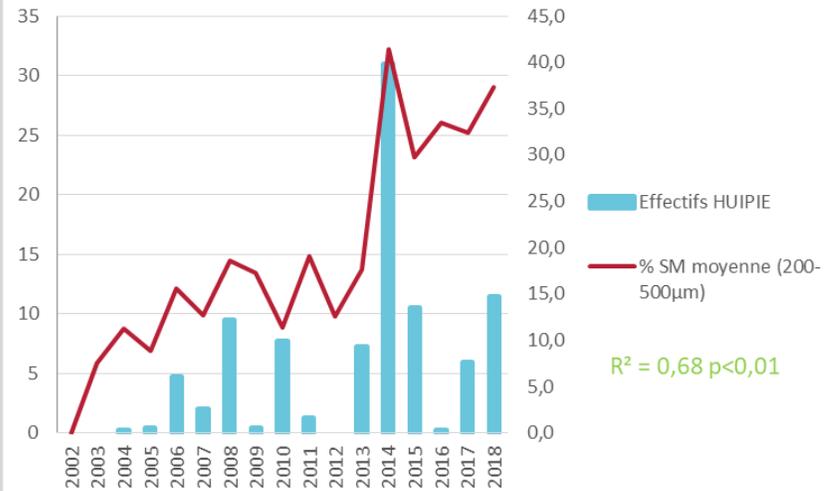


⇒ Corrélation négative entre Silts et Argiles et effectif total limicoles

### Relation Silts et argiles et Huître pie



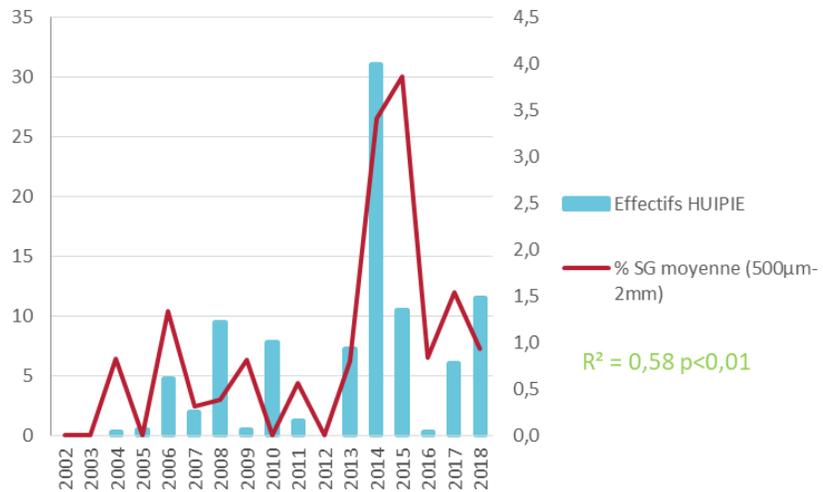
### Relation Sables moyens et Huître pie



⇒ **Corrélation négative** entre Silts et Argiles et Huître pie

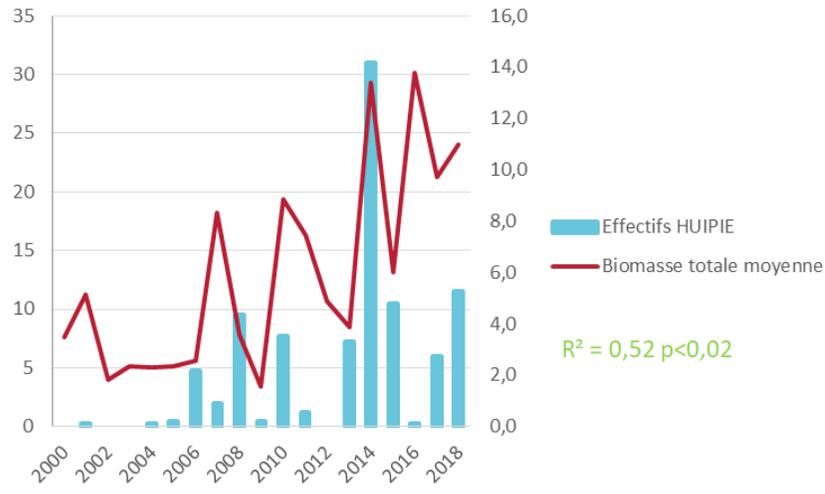
⇒ **Corrélation positive** entre Sables moyens et grossiers et Huître pie

### Relation Sables grossiers et Huître pie

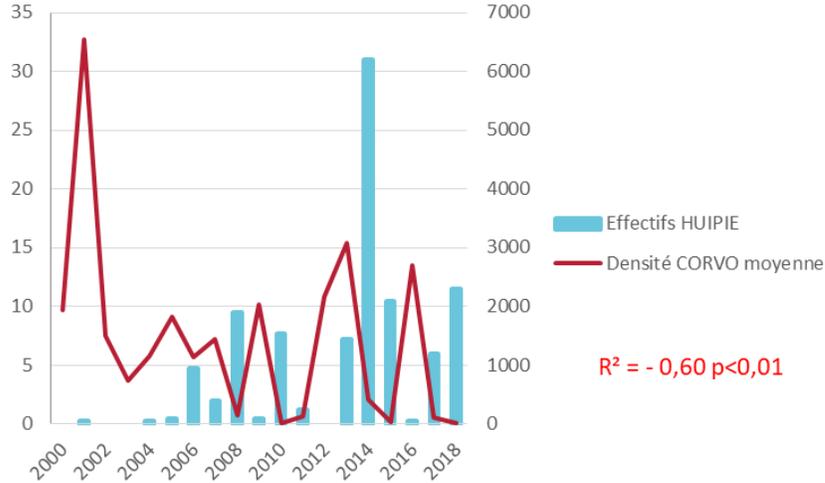


⇒ **Corrélation positive** entre Biomasse totale et Huître pie

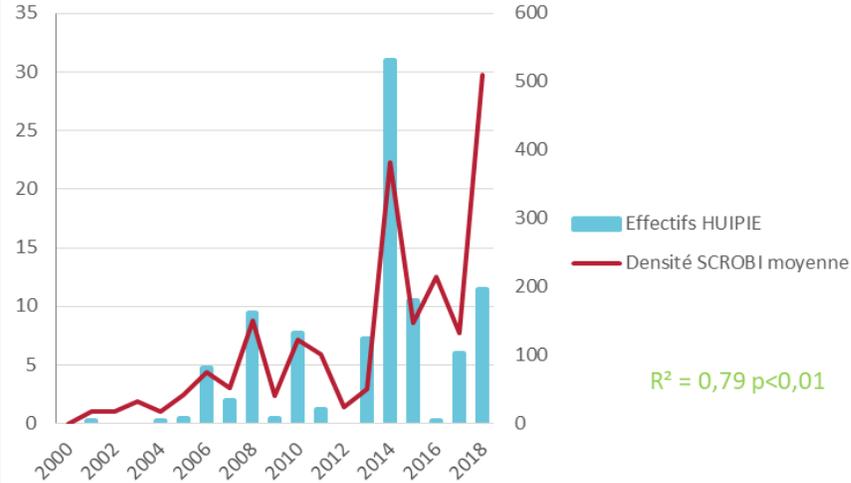
### Relation Biomasse totale et Huître pie



### Relation Densité *Corophium volutator* et Huître pie

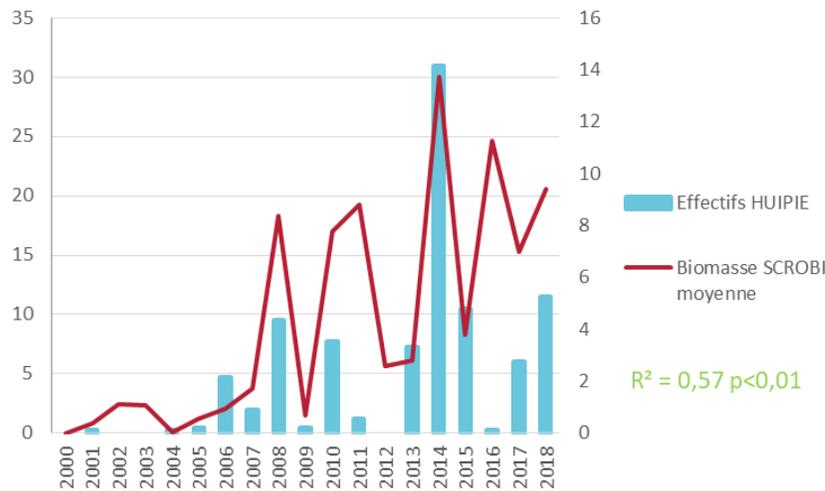


### Relation Densité *Scrobicularia plana* et Huître pie



⇒ **Corrélation négative** entre Densité *Corophium volutator* et Huître pie

### Relation Biomasse *Scrobicularia plana* et Huître pie



⇒ **Corrélation positive** entre *Scrobicularia plana* (Densité et Biomasse) et Huître pie

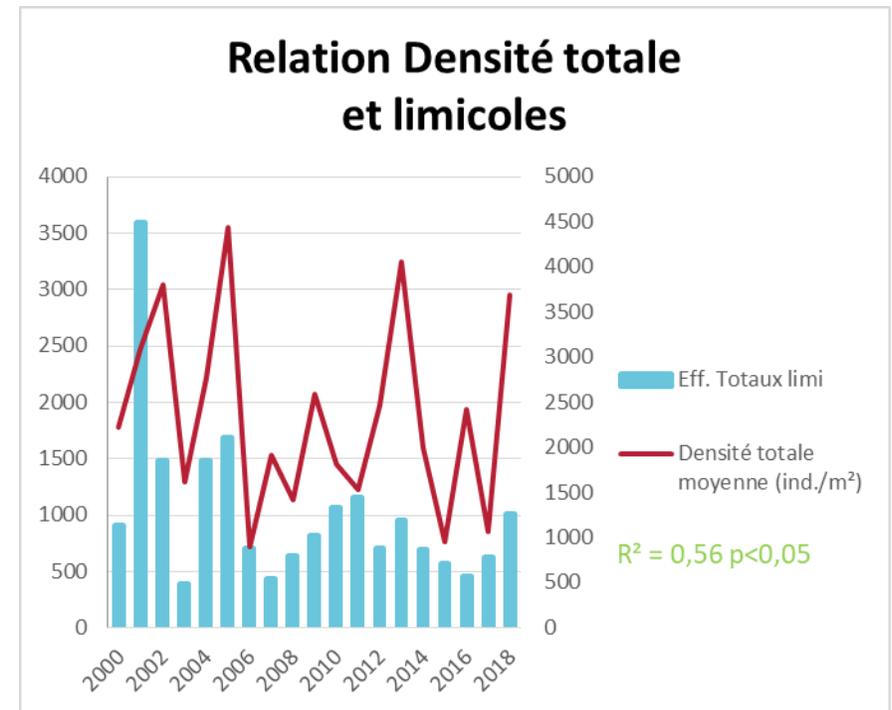
⇒ **Sur le Secteur 2, l'augmentation de la granulométrie et l'évolution des cortèges benthiques qui en découle semblent favorables à l'Huître pie**

# Secteur 3 de la vasière Nord de l'estuaire de la Seine

## Tendances significatives sur la période 2002-2018

% Silts et argiles moyenne (<50µm)	Diminution
% Sables moyens moyenne (200-500µm)	Augmentation
% Sables grossiers moyenne (500µm-2mm)	Augmentation
Richesse spécifique stationnelle moyenne	Augmentation
Biomasse totale moyenne	Augmentation
Biomasse <i>Scrobicularia plana</i> moyenne	Augmentation
Effectif moyen (nov-février) Huître pie (2000-2019)	Augmentation
Effectif moyen (nov-février) Bécasseau variable(2000-2019)	Diminution
Effectif moyen (nov-février) Limicoles (2000-2019)	Diminution

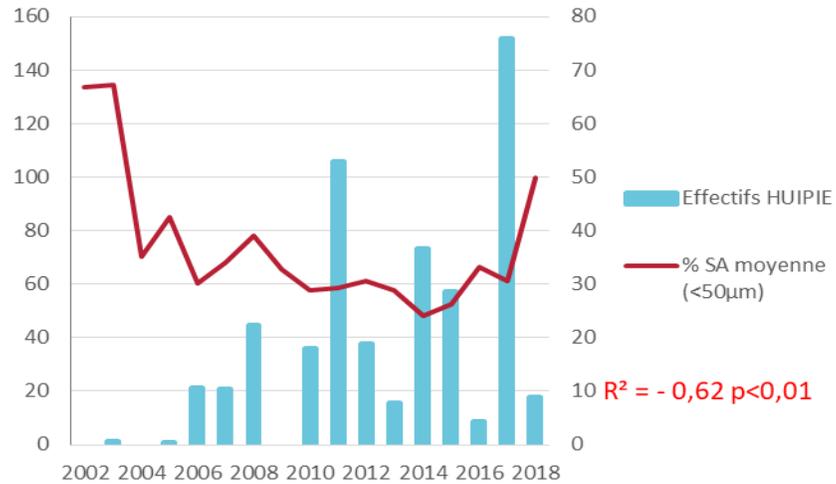
Diminution  
 Augmentation



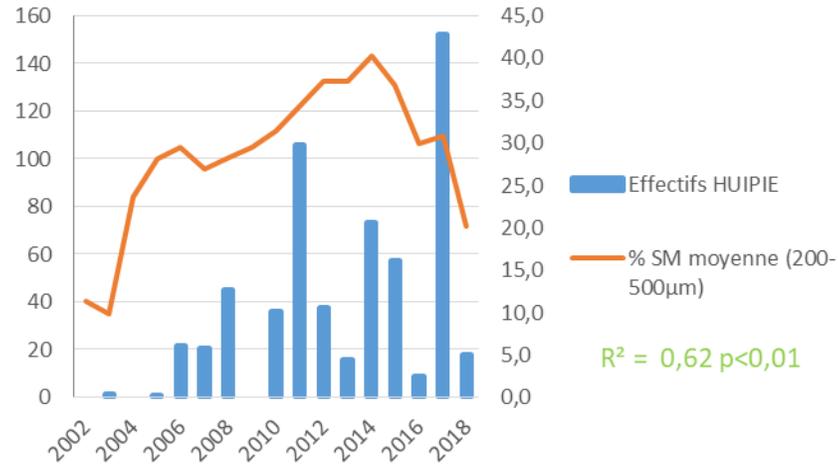
⇒ Corrélation positive entre Densité totale et effectif total limicoles



### Relation Silts et argiles et Huître pie



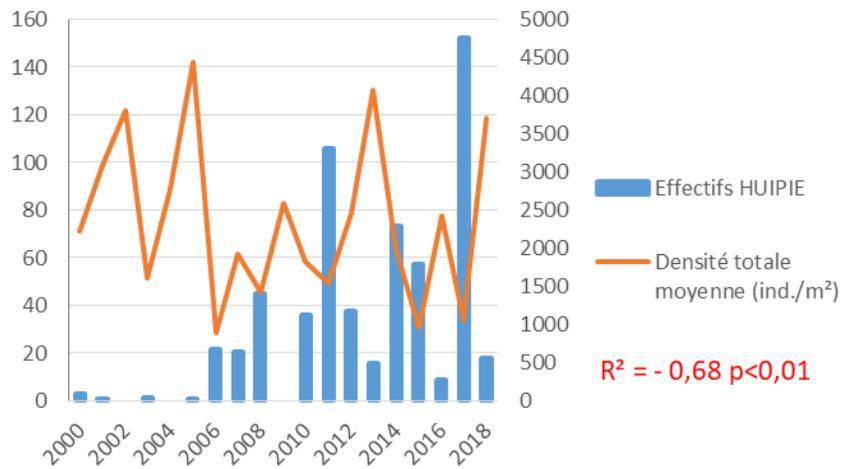
### Relation Sables moyens et Huître pie



⇒ **Corrélation négative** entre Silts et Argiles et Huître pie

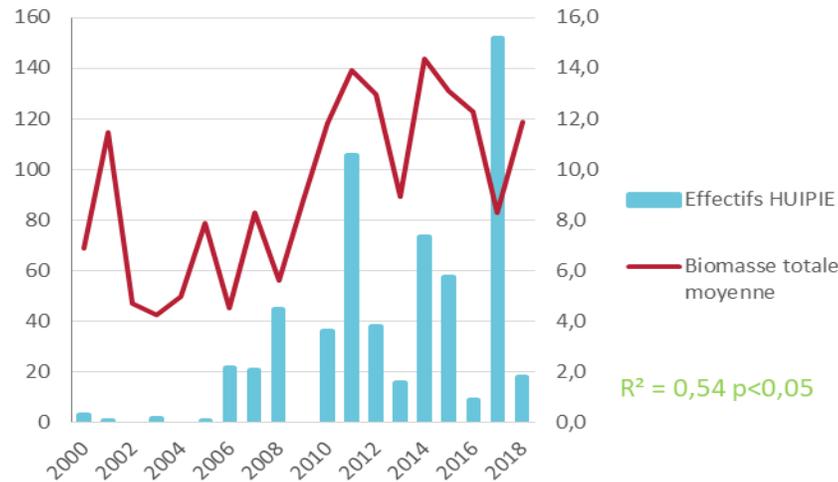
⇒ **Corrélation positive** entre Sables moyens et Huître pie

### Relation Densité totale et Huître pie



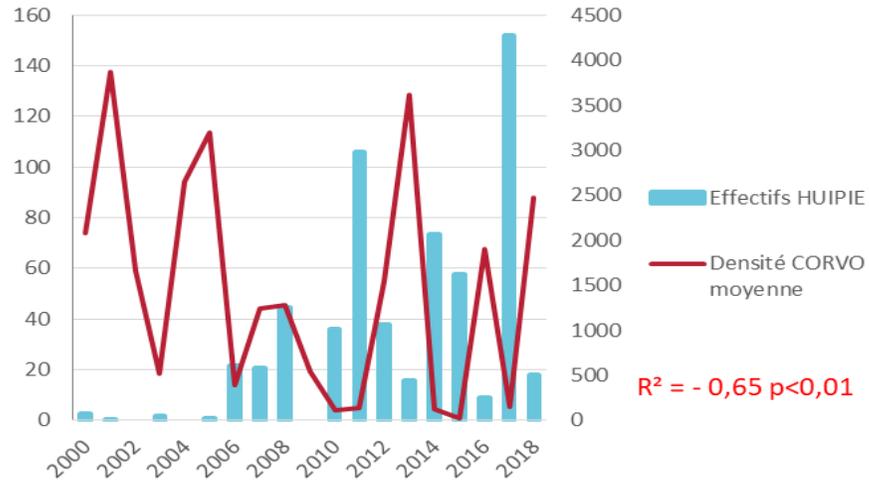
⇒ **Corrélation négative** entre Densité totale et Huître pie

### Relation Biomasse totale et Huître pie



⇒ **Corrélation positive** entre Biomasse totale et Huître pie

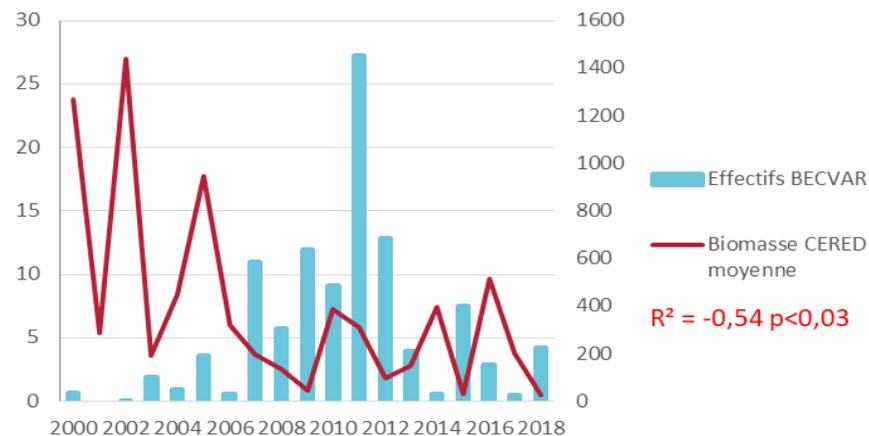
### Relation Densité *Corophium volutator* et Huître pie



⇒ Corrélation négative entre Densité *Corophium volutator* et Huître pie

⇒ Corrélation négative entre Biomasse *Cerastoderma edule* et Bécasseau variable

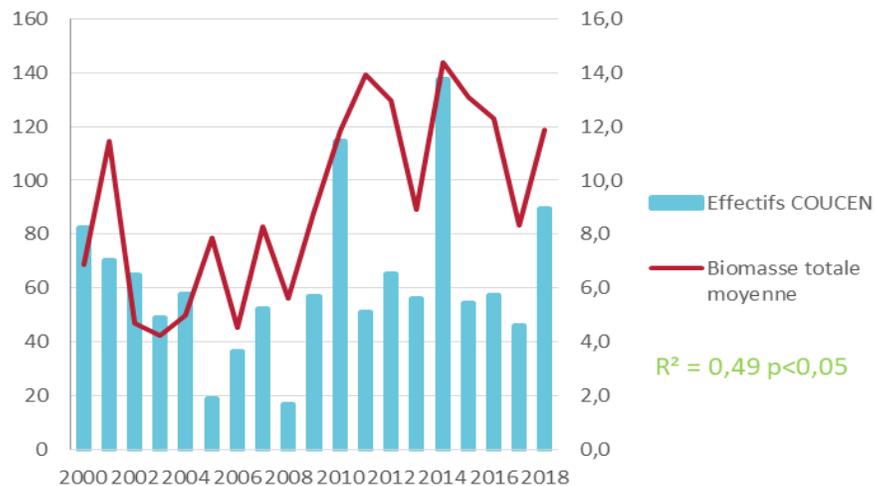
### Relation entre Biomasse *Cerastoderma edule* et Bécasseau variable



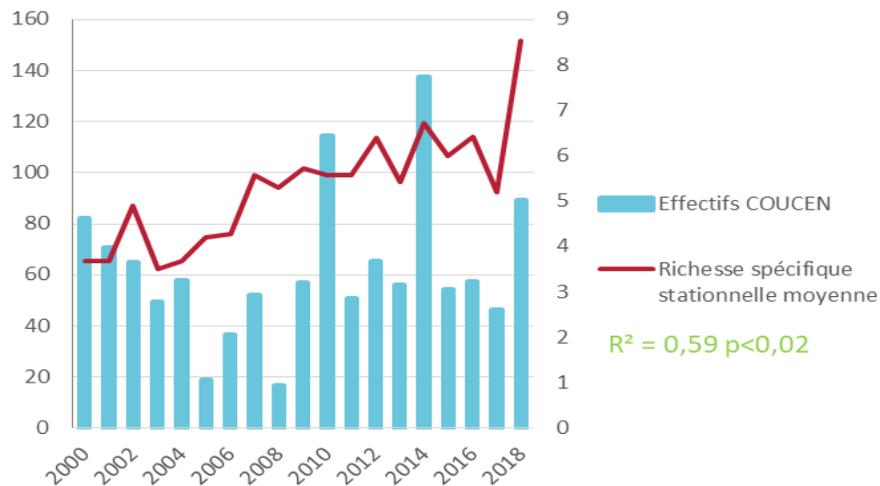
⇒ Sur le Secteur 3, l'augmentation de la granulométrie et l'évolution des cortèges benthiques qui en découle semblent favorables à l'Huître pie.

⇒ Pour le Bécasseau variable, plus il y a de coques (augmentation de la granulométrie) moins il y a de Bécasseaux.

### Relation entre Biomasse totale et Courlis cendré



### Relation Richesse spécifique et Courlis cendré

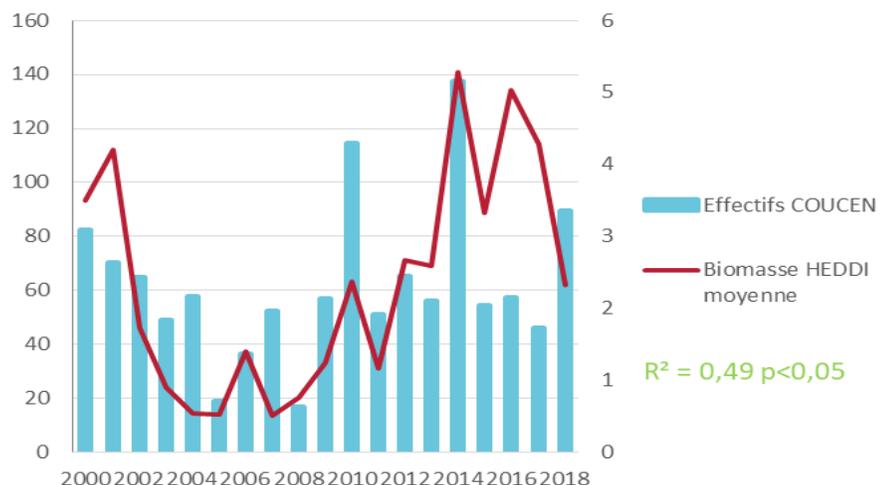


- ⇒ Corrélation positive entre Biomasse totale et Courlis cendré
- ⇒ Corrélation positive entre Richesse spécifique et Courlis cendré
- ⇒ Corrélation positive entre Biomasse *Scrobicularia plana* et Courlis cendré
- ⇒ Corrélation positive entre Biomasse *Hediste diversicolor* et Courlis cendré

### Relation entre Biomasse *Scrobicularia plana* et Courlis cendré



### Relation entre Biomasse *Hediste diversicolor* et Courlis cendré



⇒ Le courlis cendré semble plus ubiquiste et c'est la richesse spécifique et la densité en proies qui semblent les plus influentes

# Secteur 6 de la vasière Nord de l'estuaire de la Seine

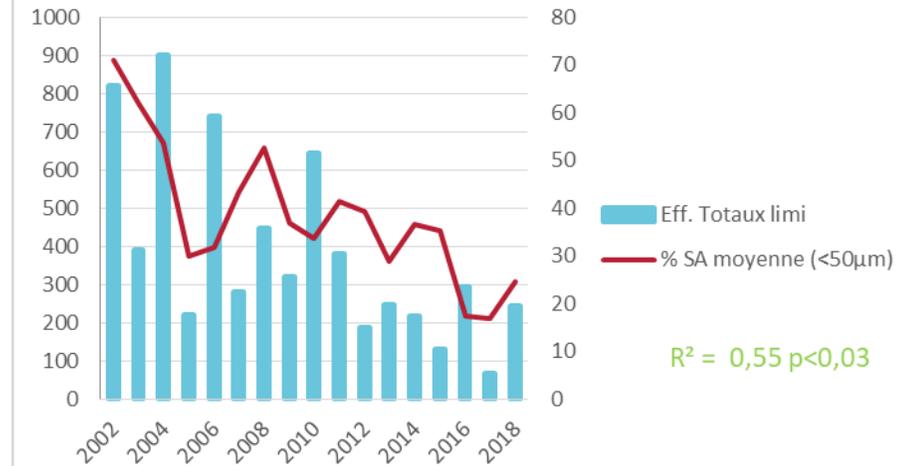
## Tendances significatives sur la période 2002-2018

% Silts et argiles moyenne (<50µm)	Diminution
% Sables Fins moyenne (50-200µm)	Augmentation
% Sables Moyens moyenne (200-500µm)	Augmentation
Richesse spécifique stationnelle moyenne	Augmentation
Densité <i>Scrobicularia plana</i> moyenne	Augmentation
Biomasse <i>Scrobicularia plana</i> moyenne	Augmentation
Effectif moyen (nov-février) Courlis cendré (2000-2019)	Augmentation
Effectif moyen (nov-février) Bécasseau variable(2000-2019)	Diminution
Effectif moyen (nov-février) Limicoles (2000-2019)	Diminution

Diminution  
 Augmentation



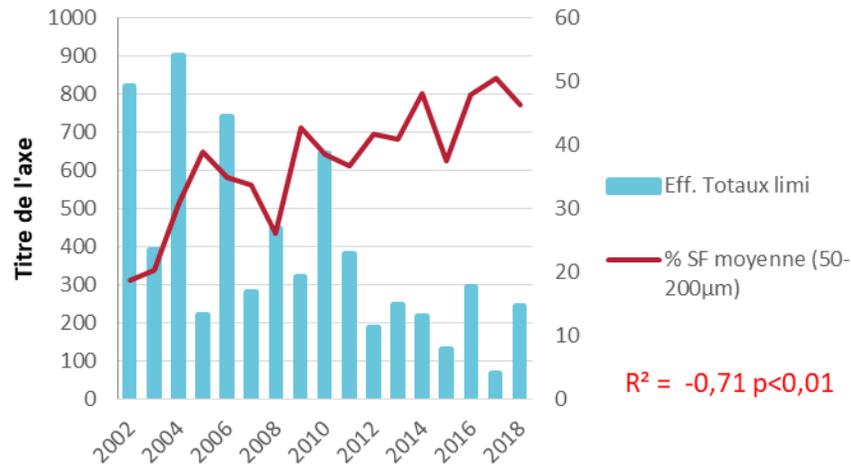
### Relation Silts et argiles et Limicoles toutes espèces



⇒ Corrélation positive entre Silts et Argiles et les effectifs de limicoles



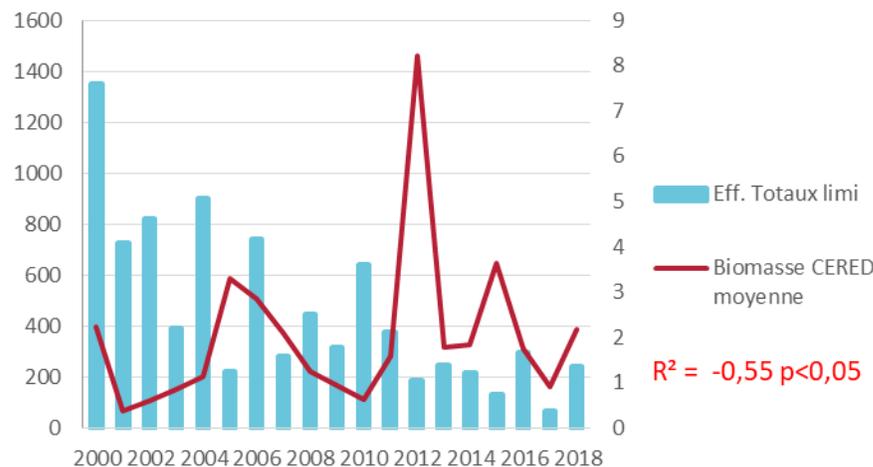
### Relation Sables fins et Limicoles toutes espèces



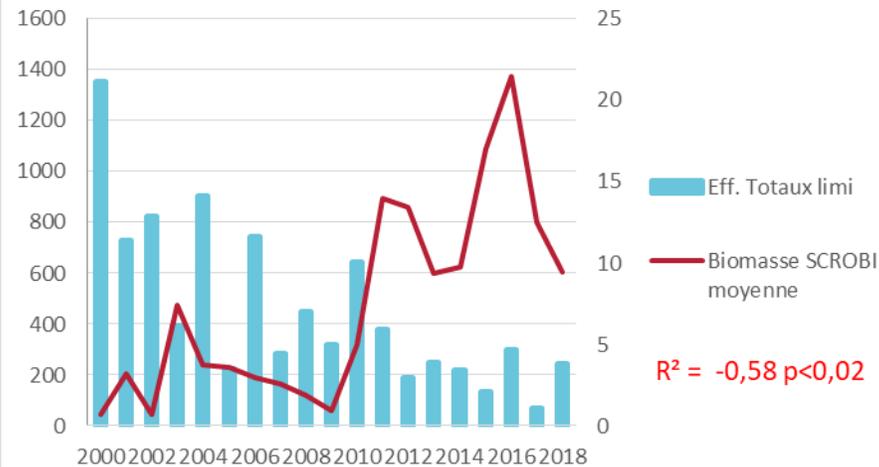
### Relation Biomasse totale et Limicoles toutes espèces



### Relation Biomasse *Cerastoderma edule* et Limicoles toutes espèces



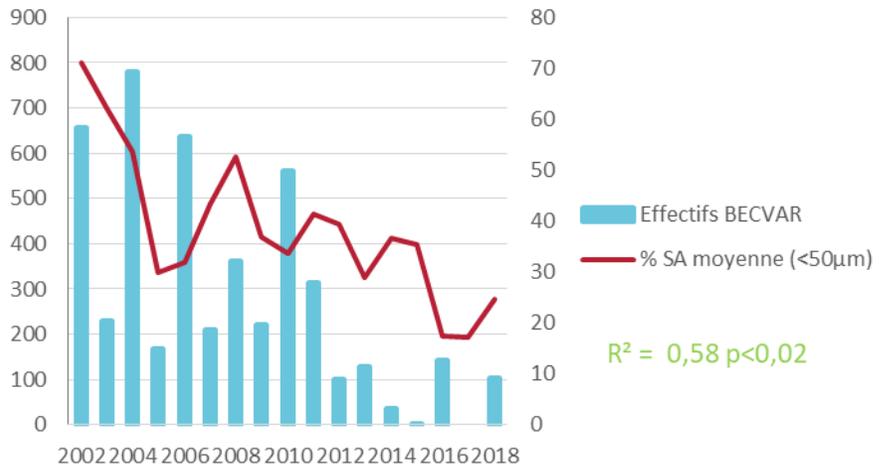
### Relation Biomasse *Scrobicularia plana* et Limicoles toutes espèces



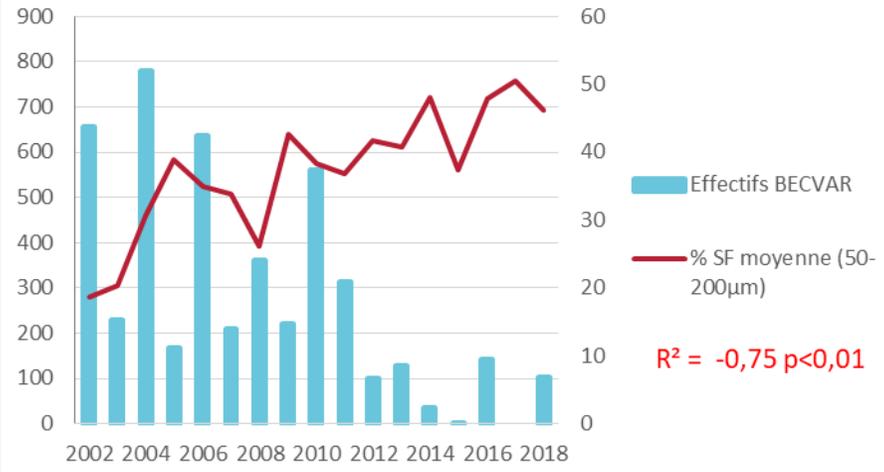
⇒ **Corrélations négatives** entre Sables fins, Biomasse totale, Biomasse *Cerastoderma edule*, *Scrobicularia plana* et les effectifs de limicoles toutes espèces confondues.

⇒ **Sur le secteur 6, l'augmentation de la granulométrie et l'évolution des cortèges zoobenthiques qui en découle ne sont pas profitables aux limicoles même si la biomasse totale augmente (prédominance du Bécasseau variable ?)**

### Relation Silts et argiles et Bécasseau variable



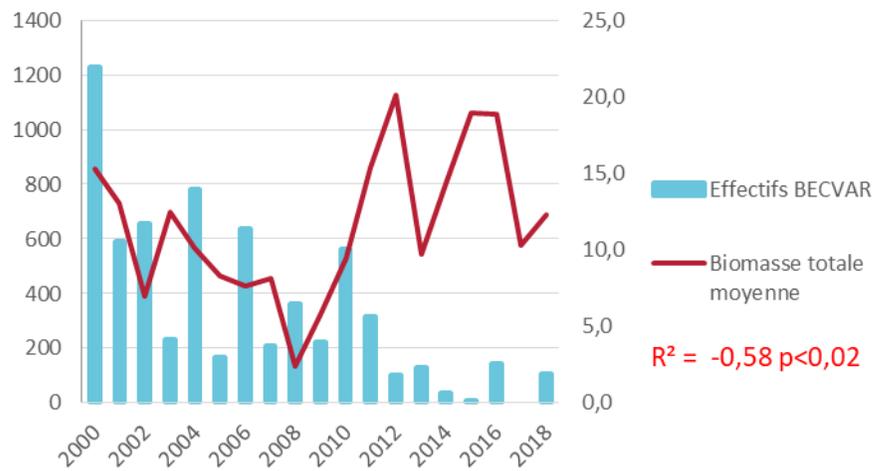
### Relation Sables fins et Bécasseau variable



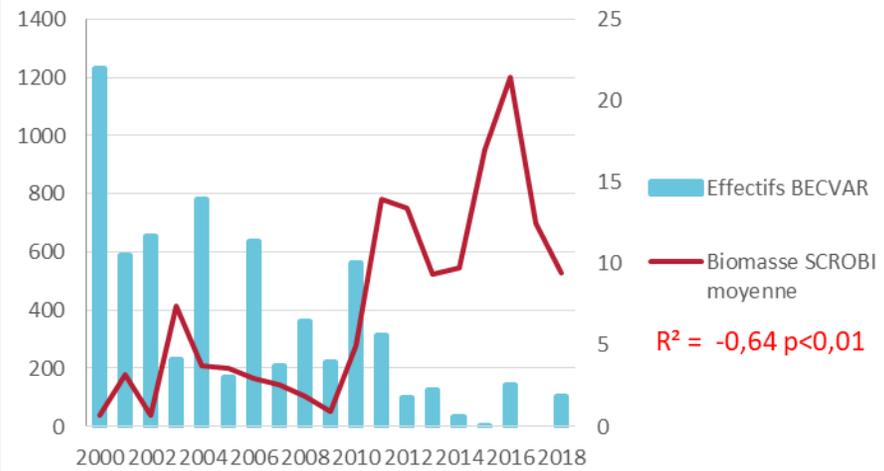
⇒ Corrélation positive entre Silts et Argiles et Bécasseau variable

⇒ Corrélations négatives entre Sables fins, Biomasse totale, Biomasse *Scrobicularia plana* et Bécasseau variable

### Relation Biomasse totale et Bécasseau variable

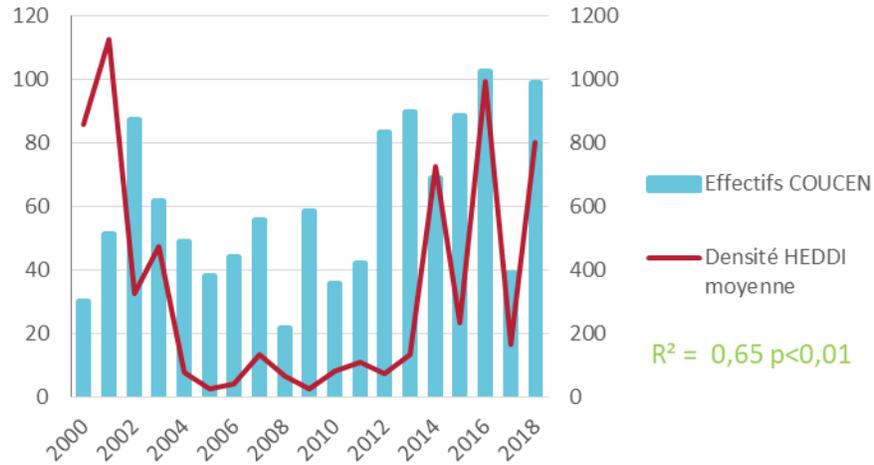


### Relation Biomasse *Scrobicularia plana* et Bécasseau variable



⇒ Sur le secteur 6, l'augmentation de la granulométrie et l'évolution des cortèges zoobenthiques qui en découle ne sont pas profitables au Bécasseau variable même si la biomasse totale augmente

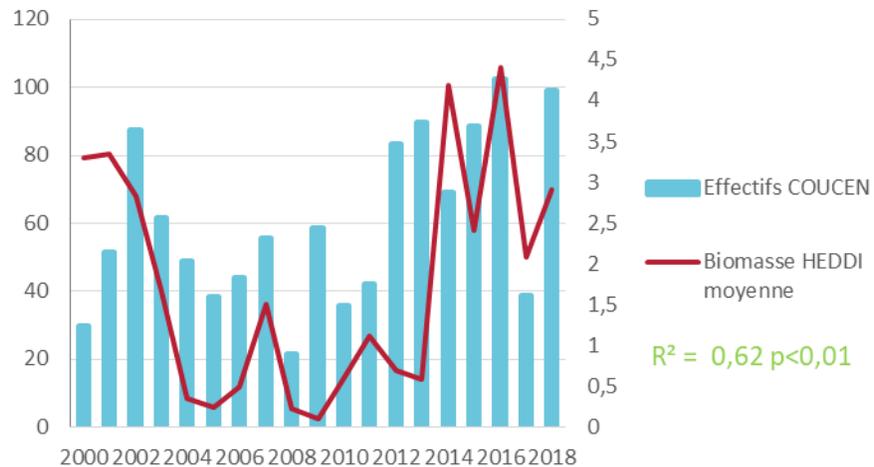
### Relation Densité *Hediste diversicolor* et Courlis cendré



⇒ **Corrélation positive entre *Hediste diversicolor* (densité et Biomasse) et Courlis cendré**

⇒ **Sur le secteur 6, les fluctuations observées sur *Hediste diversicolor* (densité et biomasse) semblent influencer la fréquentation du secteur par le Courlis cendré**

### Relation Biomasse *Hediste diversicolor* et Courlis cendré



## Conclusion

- ⇒ D'un point de vue global pour les limicoles :
  - ⇒ Baisse des limicoles côtiers passant de 3 % à moins de 1 % de la population nationale hivernante (15 janvier)
  - ⇒ Baisse drastique du Bécasseau variable
  - ⇒ Baisse non significative de l'Huîtrier pie
  - ⇒ Augmentation non significative (représentativité en baisse) du Courlis cendré
  
- ⇒ D'un point de vue global pour le macrozoobenthos et les sédiments :
  - ⇒ Augmentation de la Richesse spécifique et de la Biomasse
  - ⇒ *Scrobicularia plana* en augmentation (densité et biomasse)
  - ⇒ Biomasse de *Hediste diversicolor* en augmentation (augmentation des tailles d'individus significative depuis 2000)
  - ⇒ Baisse des fractions granulométriques les plus fines (SA) au profit d'une granulométrie plus grossière (SF et SM)



⇒ D'après les analyses par secteur :

⇒ Augmentation de la granulométrie et évolution des cortèges macrozoobenthiques qui en découlent (ensemble des secteurs)

⇒ Cette augmentation granulométrique semble favorable à Huître pie

⇒ Cette augmentation granulométrique semble défavorable aux limicoles et plus particulièrement au Bécasseau variable (fort poids de cette espèce dans le cortège limicoles côtiers de l'estuaire de la Seine).

⇒ Le Courlis cendré semble moins affecté par cette évolution.

⇒ Cela confirme assez bien les résultats d'une modélisation qui avait été effectuée au début des années 2000 (Centre for Ornithology and Hydrology, Maison de l'Estuaire, Groupe ornithologique normand, Cellule de Suivi du Littoral Normand : Modélisation de l'efficacité des mesures compensatoires et d'accompagnement proposées pour les oiseaux côtiers : étude de cas sur l'estuaire de la Seine.)

⇒ Créer une zone compensatoire de 100 ha de **même qualité** (ce qui n'est pas le cas) pourrait être efficace afin de maintenir la mortalité et la condition corporelle des limicoles aux mêmes niveaux qu'avant les aménagements.

⇒ le **Bécasseau variable** est l'espèce la plus susceptible d'être affectée par une perte d'habitat résultant du développement de Port 2000

⇒ l'**Huître pie** peut également être affecté, d'une certaine façon, par une réduction des vasières Nord de l'estuaire de la Seine.

⇒ La mortalité du **Courlis cendré** et sa condition corporelle ne sont aucunement affectées par une réduction de surface des vasières





**Merci de votre attention**



©Michel CREZE

Nature Hommes

Dunes Huîtres Conchyliculture

# Références bibliographiques :

AULERT, C., PROVOST, P., BESSINETON, C., DUTILLEUL, C. (2009) – Les mesures compensatoires et d’accompagnement Port 2000 : retour d’expériences. Ingénieries. Eau, agriculture, territoires. Numéro spécial. Ecologie de la restauration et ingénierie écologique. Enjeux, convergences, application : 55-72.

Centre for Ornithology and Hydrology, Maison de l’Estuaire, Groupe ornithologique normand, Cellule de suivi du littoral normand (2004) : Modélisation de l’efficacité des mesures compensatoires et d’accompagnement proposées pour les oiseaux côtiers : étude de cas sur l’estuaire de la Seine. 46 p.

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

LE V. dit DURELL, S. E. A., GOSS-CUSTARD, J. D., STILLMAN, R. A., TRIPLET, P., FAGOT, C., AULERT, C. (2004) - Les conséquences de la création de Port 2000 (Le Havre, France) sur les limicoles : première version d’un modèle prédictif. *Alauda*, 72 (2) : 87-106.

