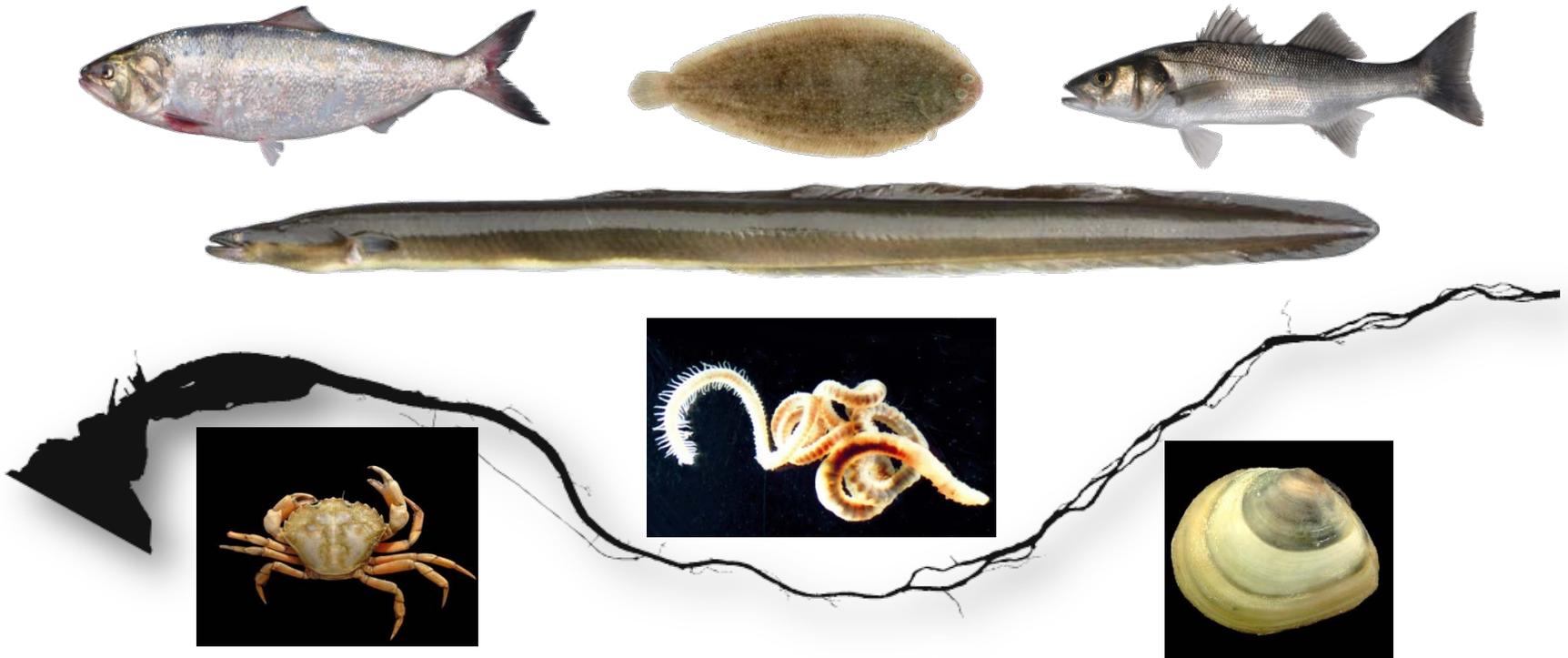


# Nage en eau trouble : lieux de passage et de vie dans les eaux estuariennes



**Stéphanie AUMEUNIER & Lise LEBAILLEUX**  
Mission « observation et communication »

- ✓ Place de l'estuaire dans le bassin versant
  - ✓ Vallée fluviale ouverte sur l'océan
  - ✓ Écotone, **zone de transition** et d'échange entre le milieu fluvial (continental) et le milieu marin
    - ✓ **Flux amont** => aval (eau, MES, substances dissoutes, poissons, ...)
    - ✓ **Flux aval** => amont (poissons)
  - ✓ La quantité et la qualité de l'eau douce en estuaire dépendent des activités sur l'ensemble du **bassin versant**



# Le bassin versant de la Loire

1/5 du territoire métropolitain français

118 000 km<sup>2</sup>

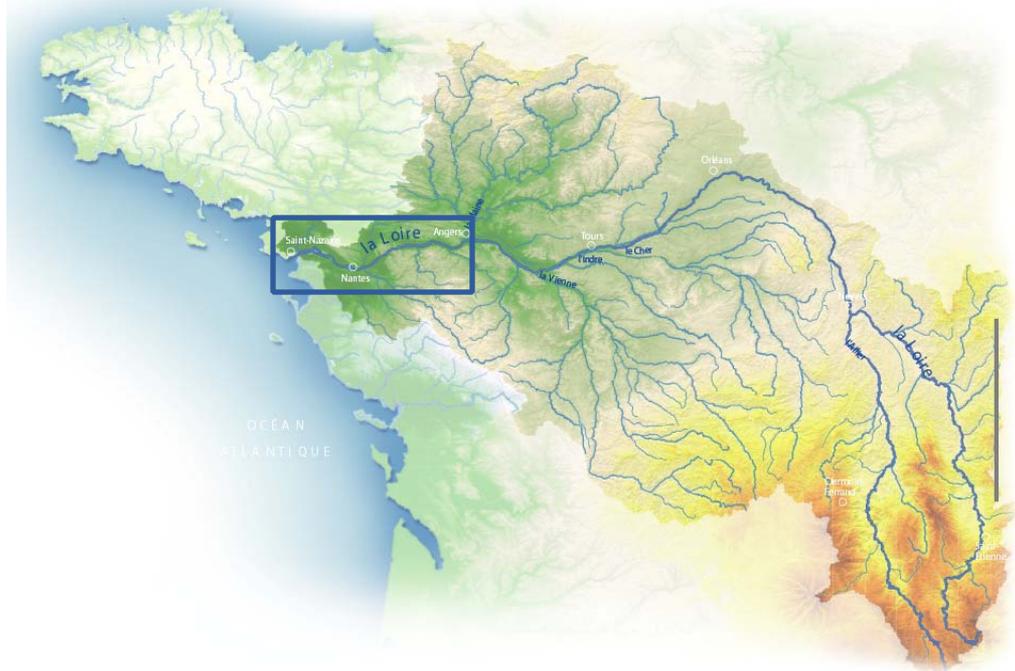
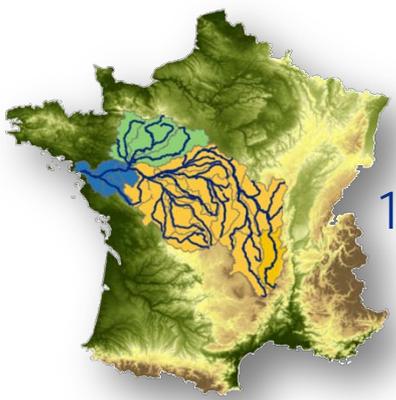
1012 km de long

11 millions d'habitants

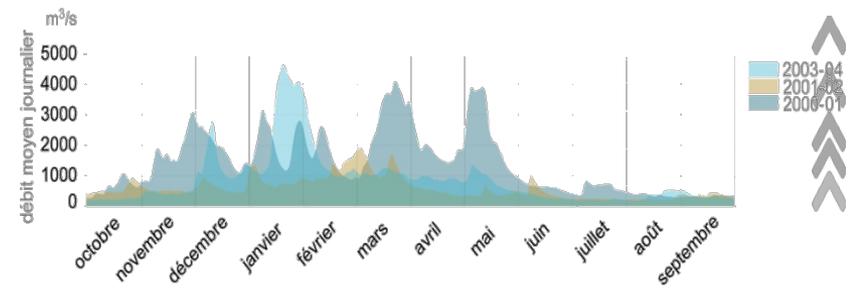
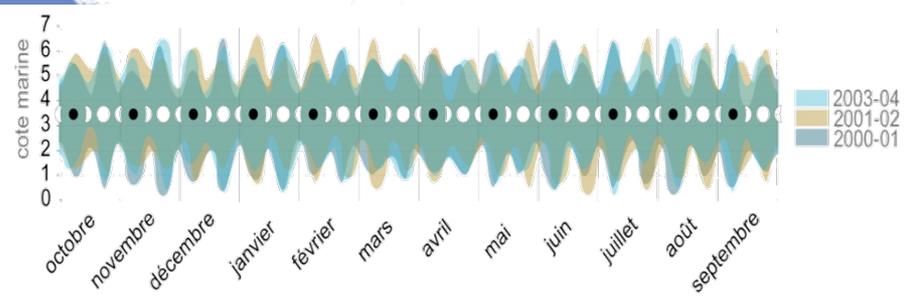
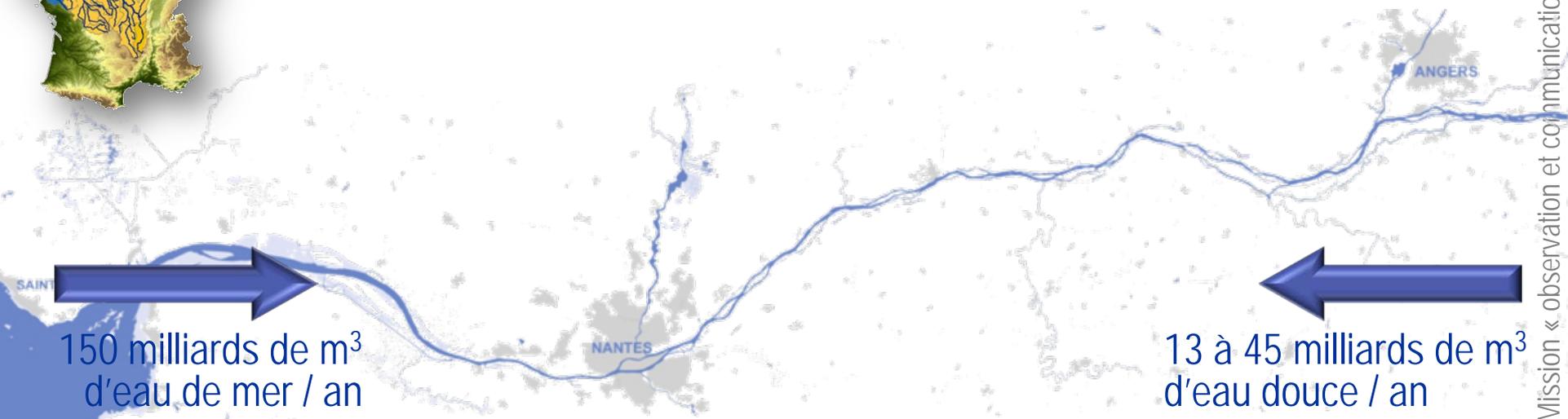
9 régions

27 départements

19 villes de plus de 30 000 habitants

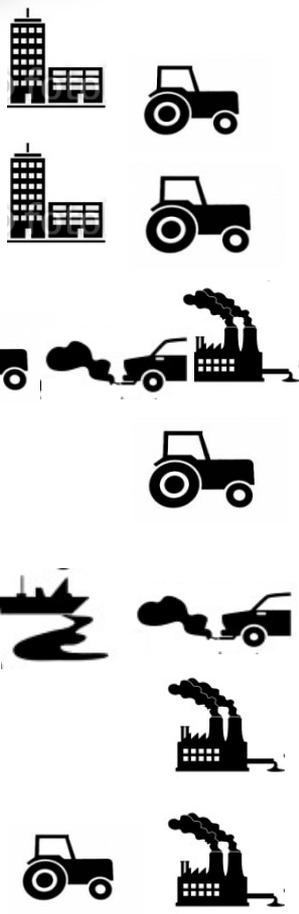


Mission « observation et communication »



✓ l'eau douce contient et transporte : apports terrigènes et anthropiques

# Les apports du bassin versant : dans l'eau



Paramètres généraux

Matières organiques et oxydables

Nutriments, sels minéraux

Bactériologie

Micropolluants minéraux ( dont ETM)

Pesticides

HAP: hydrocarbures aromatiques polycycliques

PCB: polychlorobiphényles

Autres polluants organiques



# Les apports du bassin versant : les nutriments

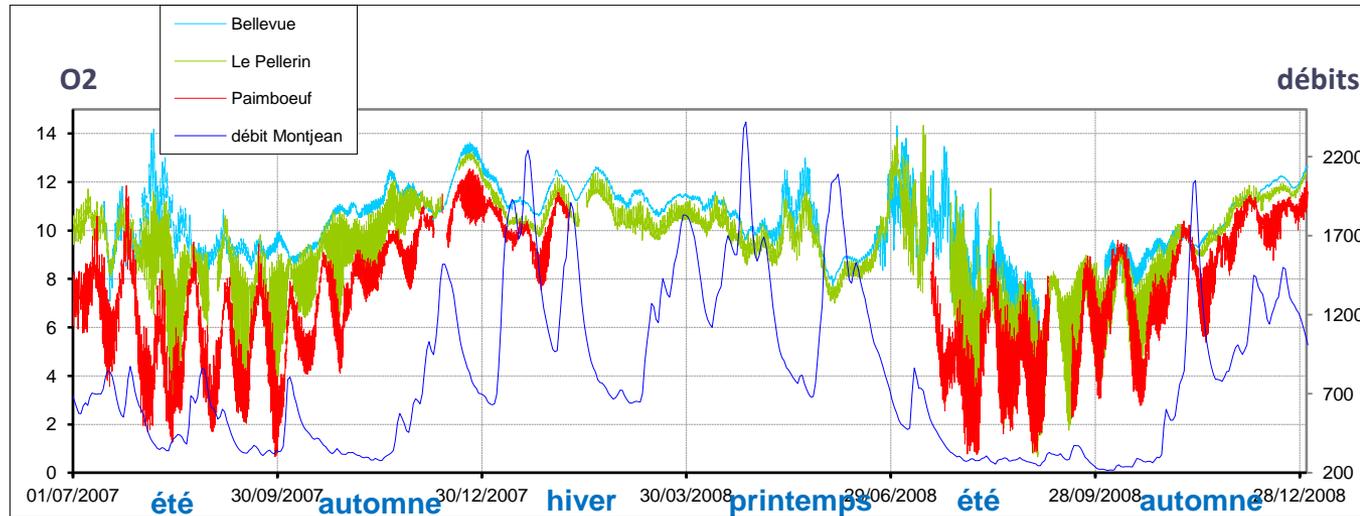


Nutriments, sels minéraux

Azote : 60 000 à 260 000 tonnes / an  
Phosphore : 5 000 à 20 000 tonnes / an

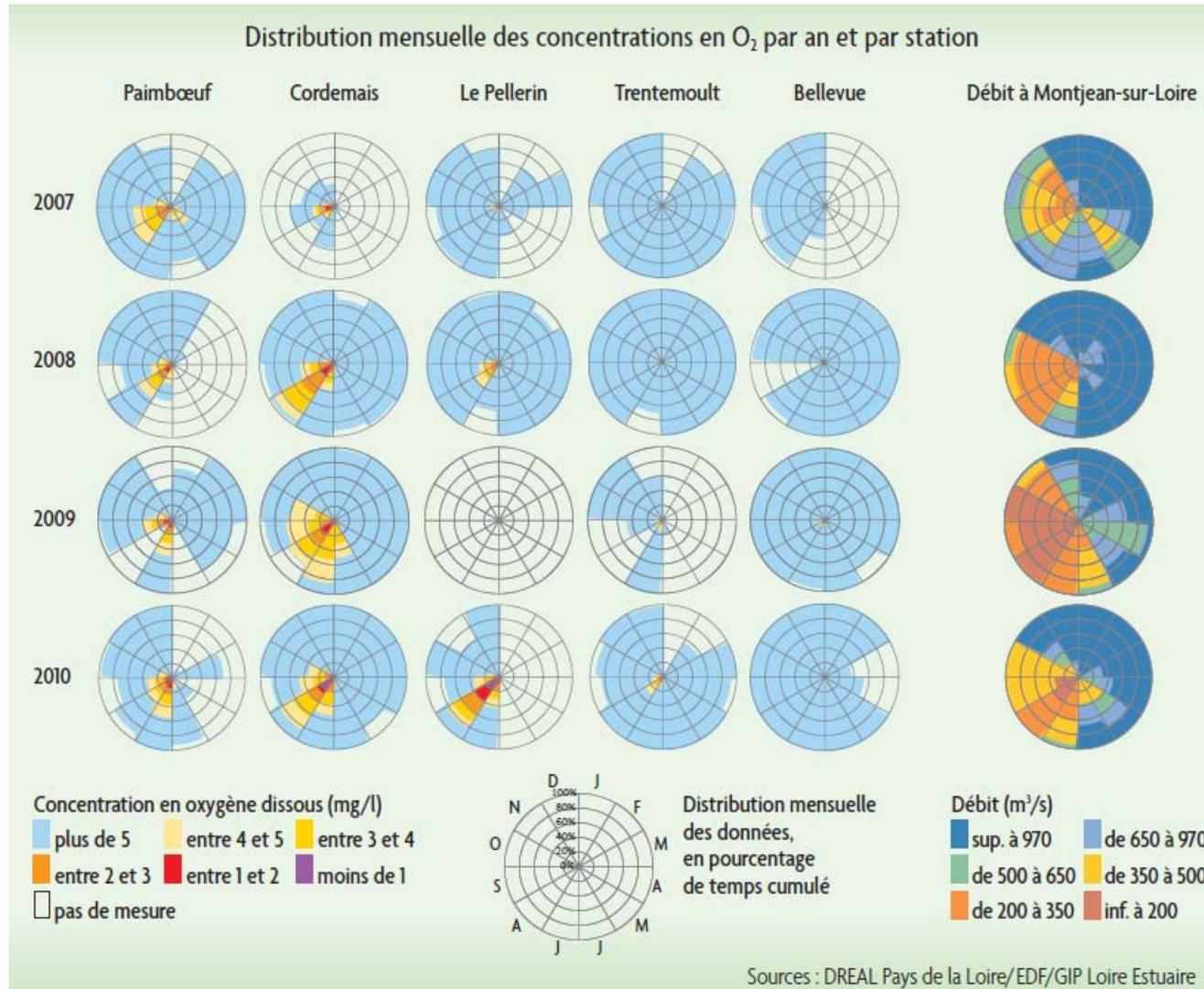
Grand-Lieu et Sèvre Nantaise  
Azote : 2 000 à 8 000 tonnes / an  
Phosphore : 100 à 450 tonnes / an

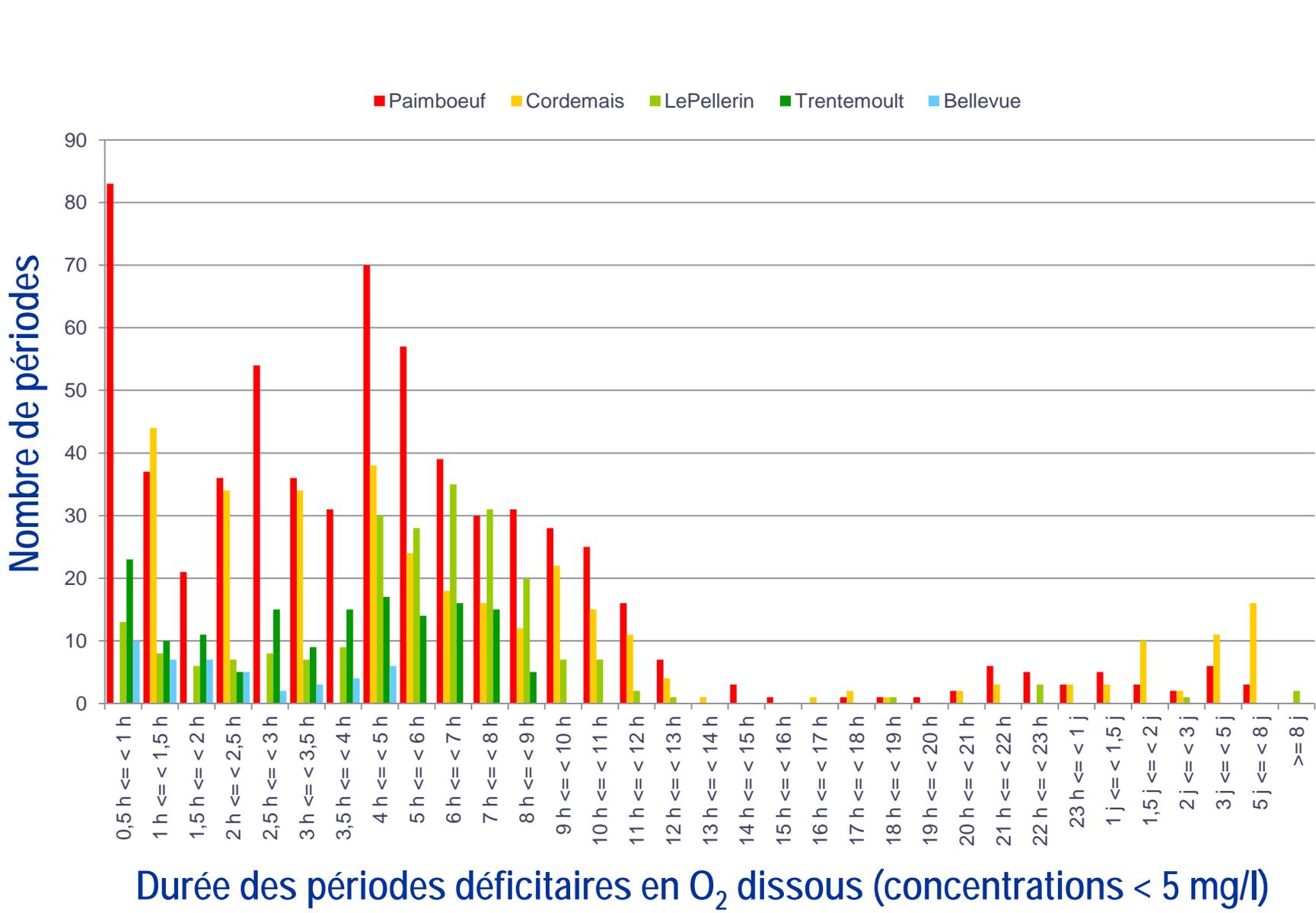
- ✓ L'oxygène dissous, indispensable aux organismes aquatiques

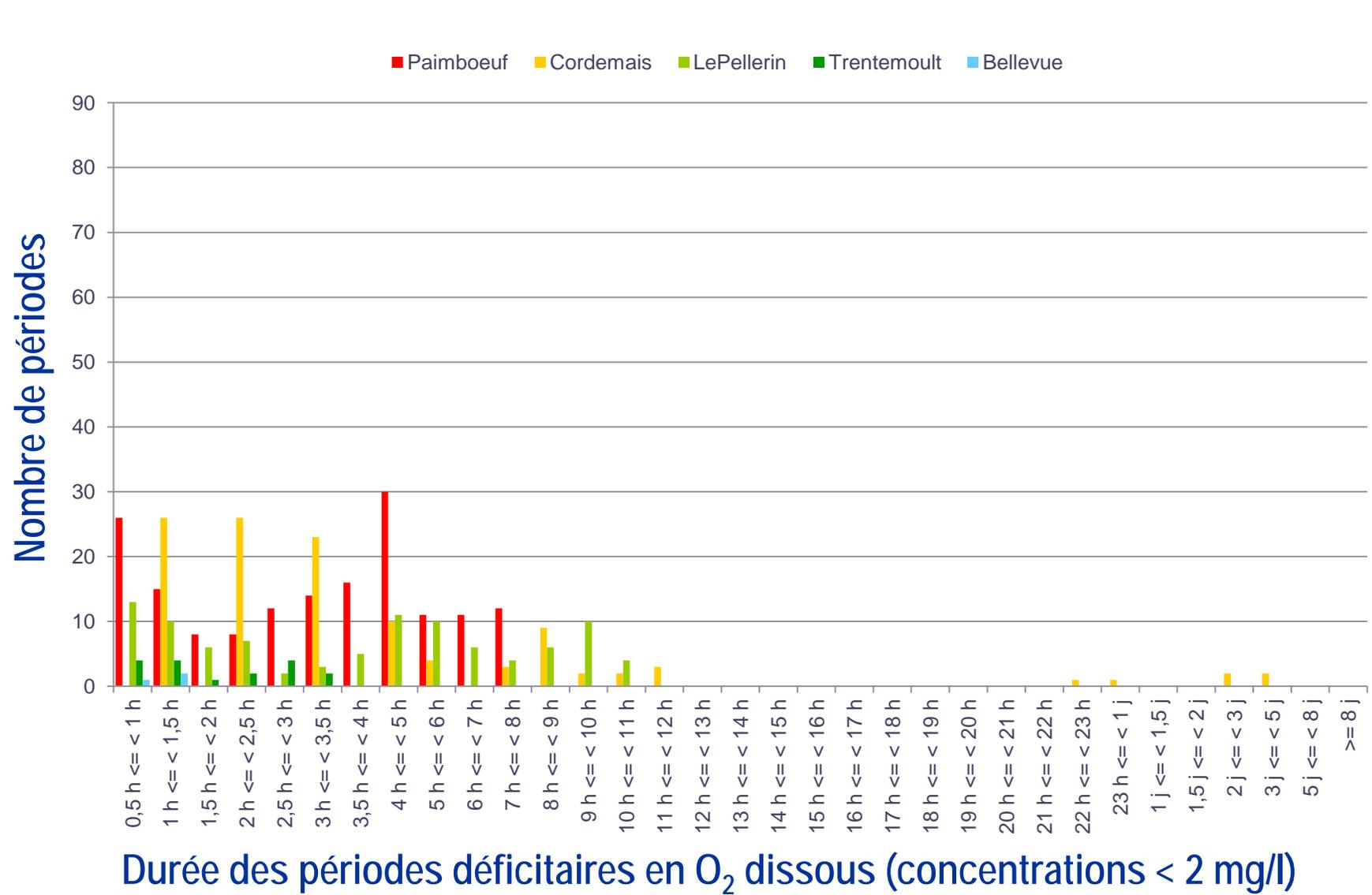


- ✓ Variations saisonnières, avec des débits élevés qui favorisent :
  - le renouvellement des eaux et diminuent donc le temps de résidence des particules dans l'estuaire
  - l'agitation et donc la réoxygénation par aération de la colonne d'eau

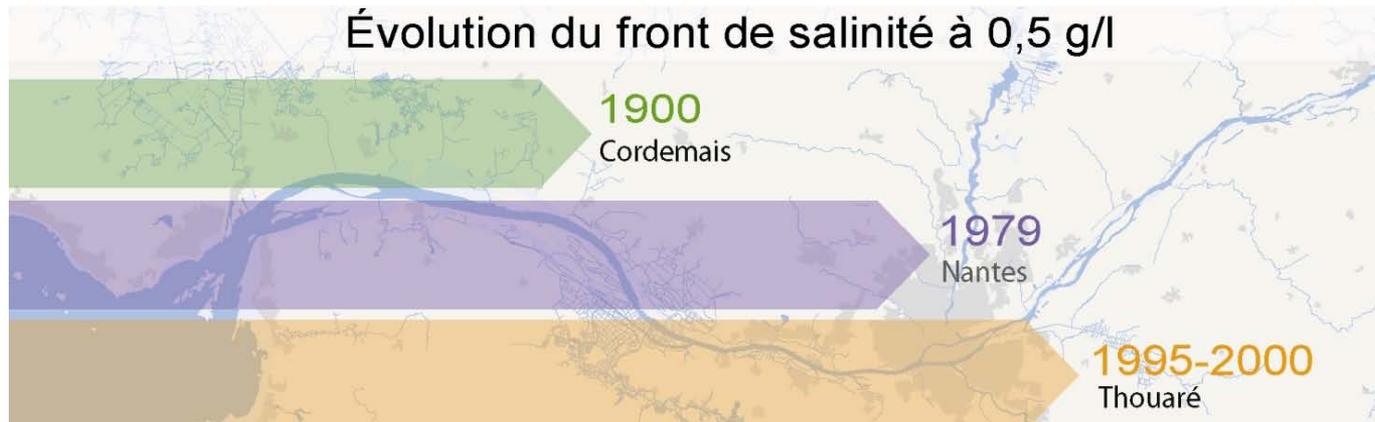
## ✓ Des déficits en oxygène dissous surtout en été





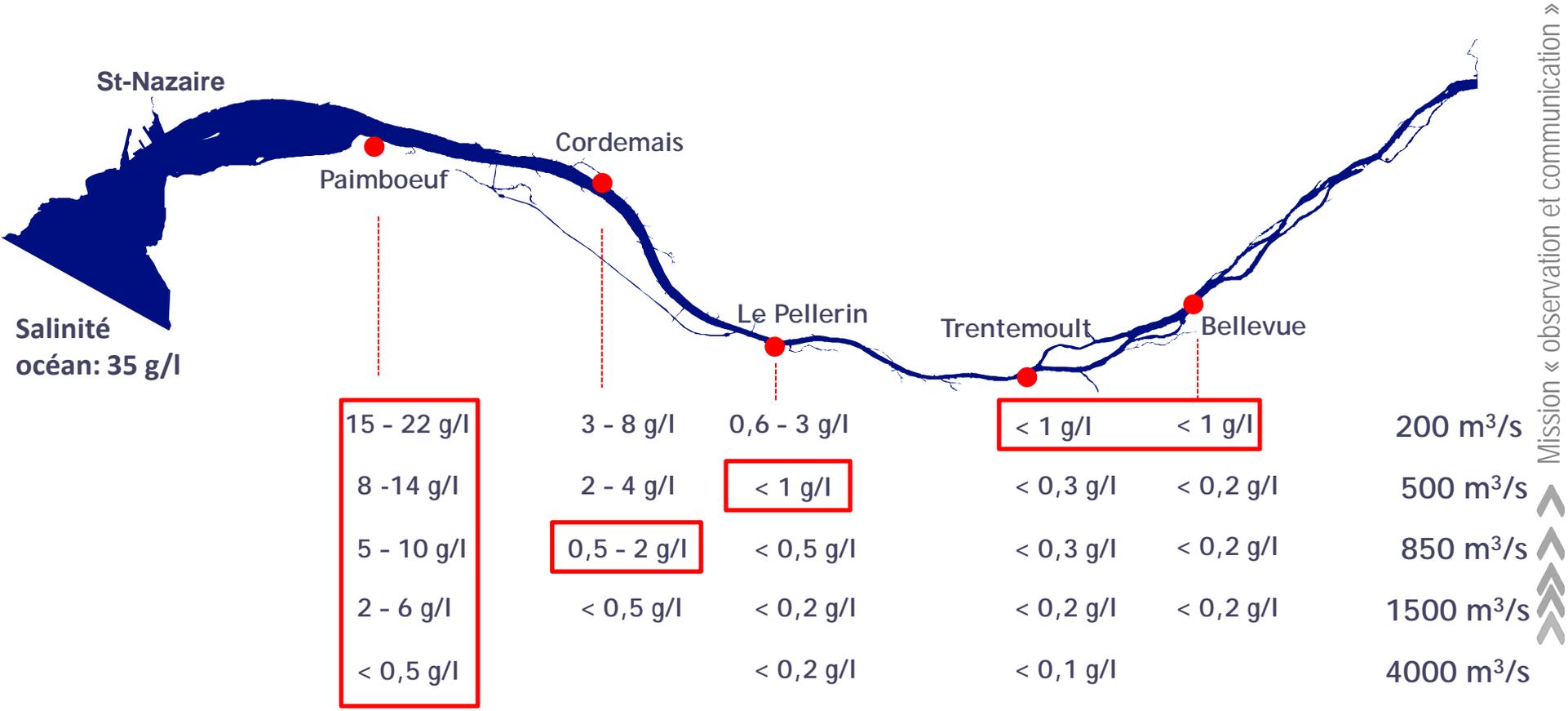


- ✓ Gradient longitudinal qui progresse vers l'amont au cours du 20<sup>e</sup> siècle
- ✓ Gradient vertical : en raison de la différence de densité, l'eau de mer pénètre par le fond et l'eau douce s'écoule en surface



Marinisation de l'estuaire.....et des peuplements

# Les conditions « locales »

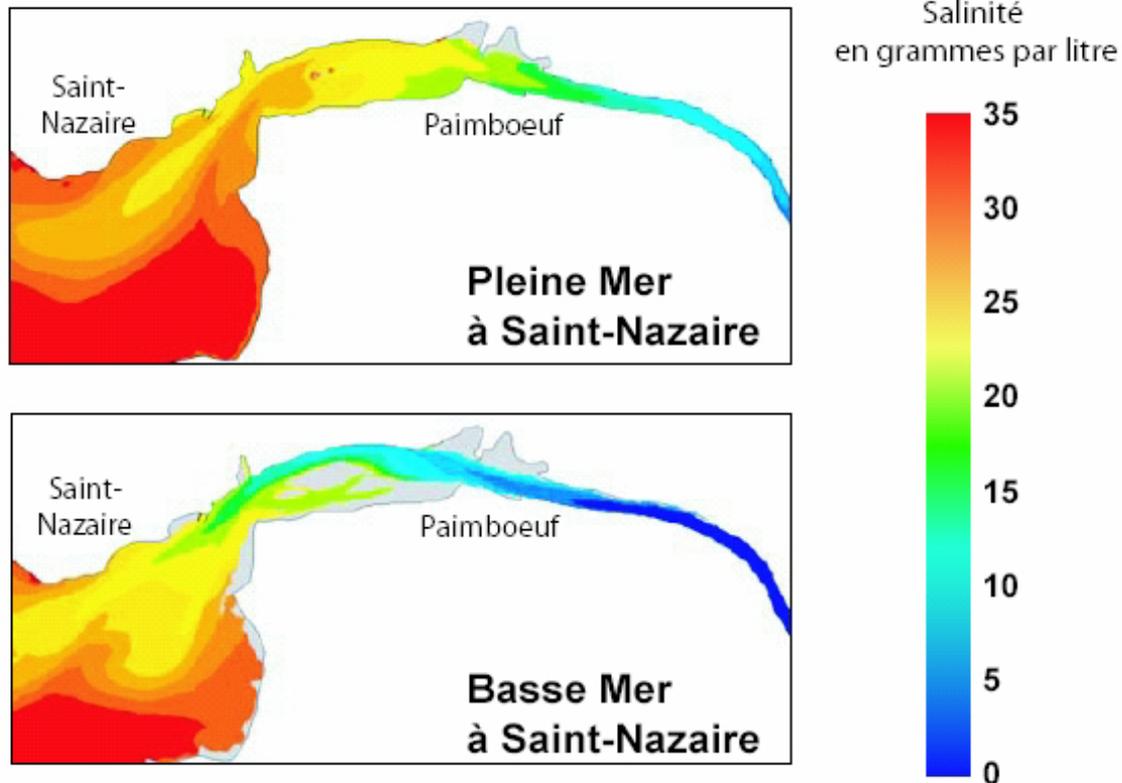


Tolérance variable selon les espèces: sténohalin → euryhalin  
 Salinité ↗ → Solubilité de l'oxygène dans l'eau ↘

- ✓ Variation au cours du cycle de marée

## Dynamique de la salinité dans l'estuaire

Journée du 13/10/2000



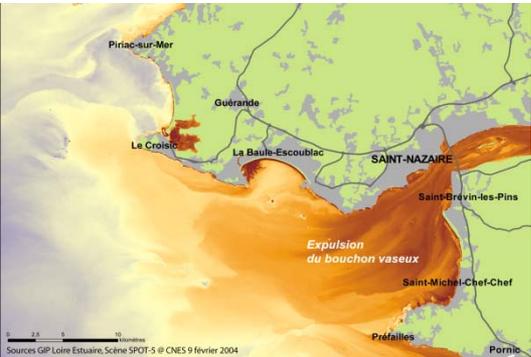
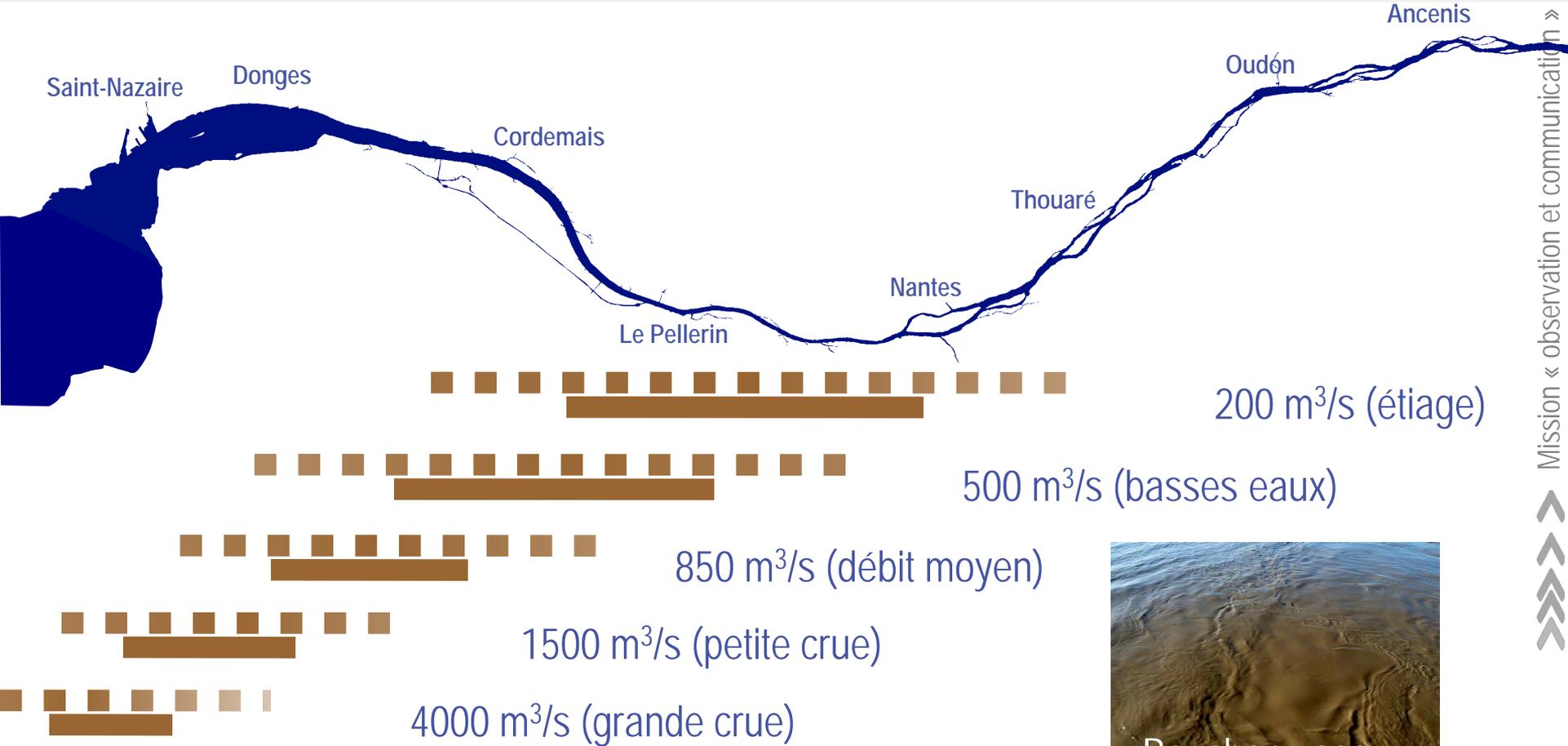
Source : GIP Loire Estuaire

Des masses d'eau qui ne se mélangent pas instantanément

- **Gradient longitudinal** de la mer vers les eaux douces, phénomène de floculation en estuaire
- **Gradient vertical** la turbidité est plus forte au fond qu'en surface

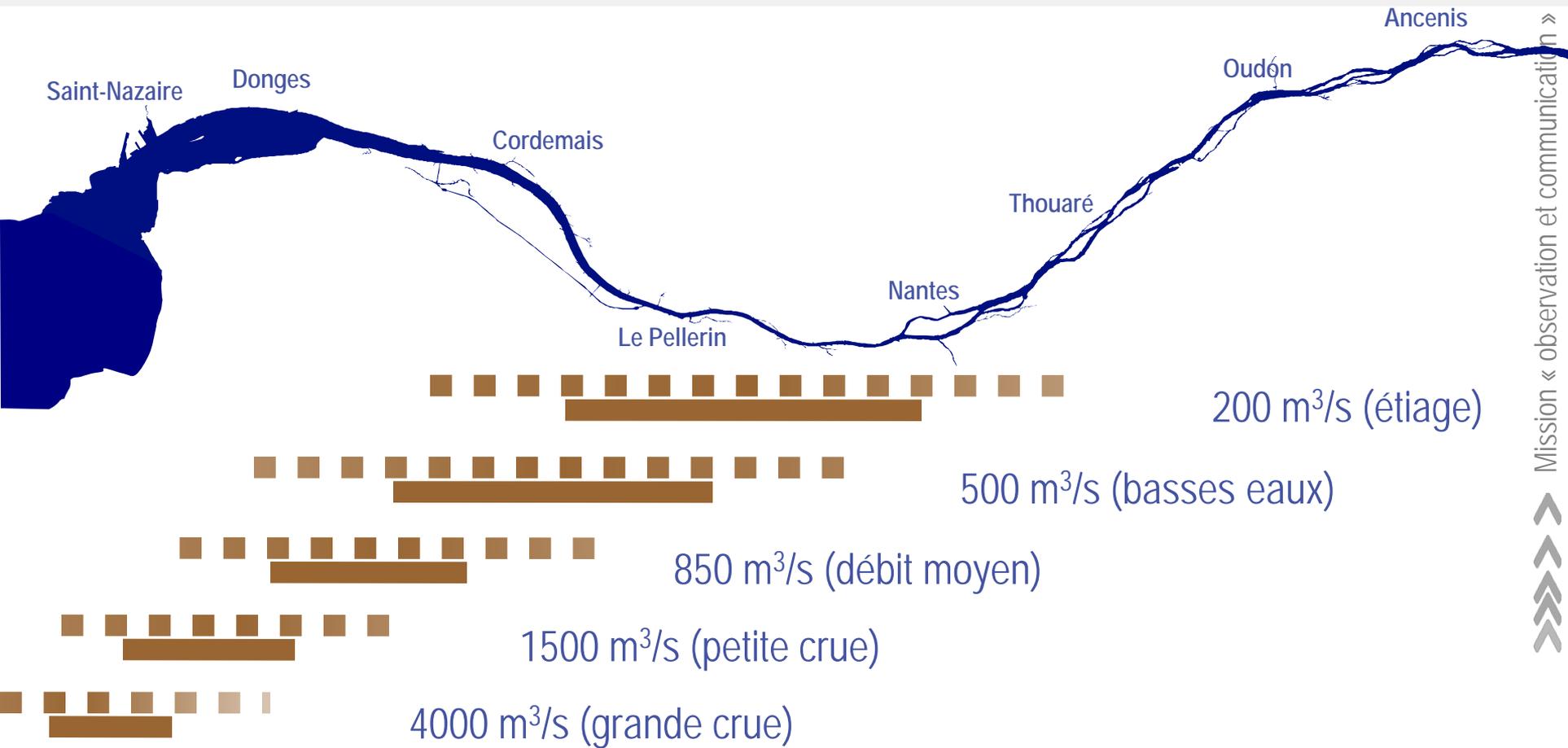


# Les conditions « locales »

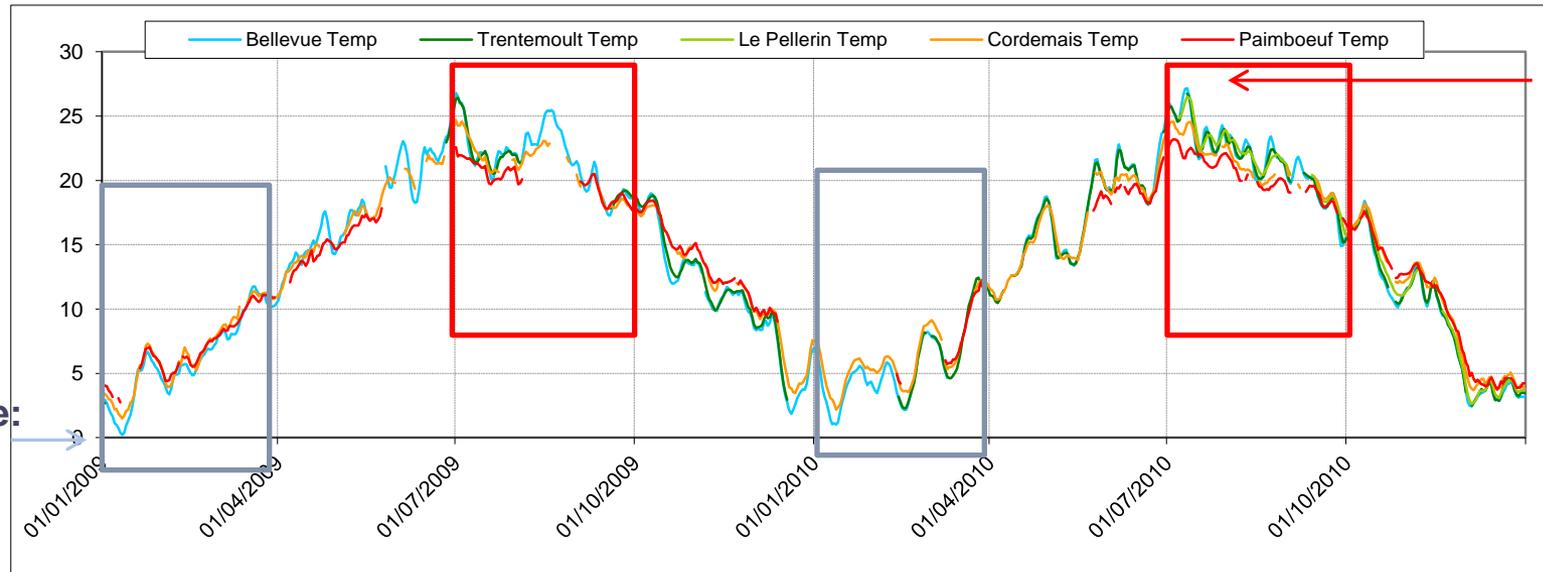



 Bouchon vaseux  
 Crème de vase

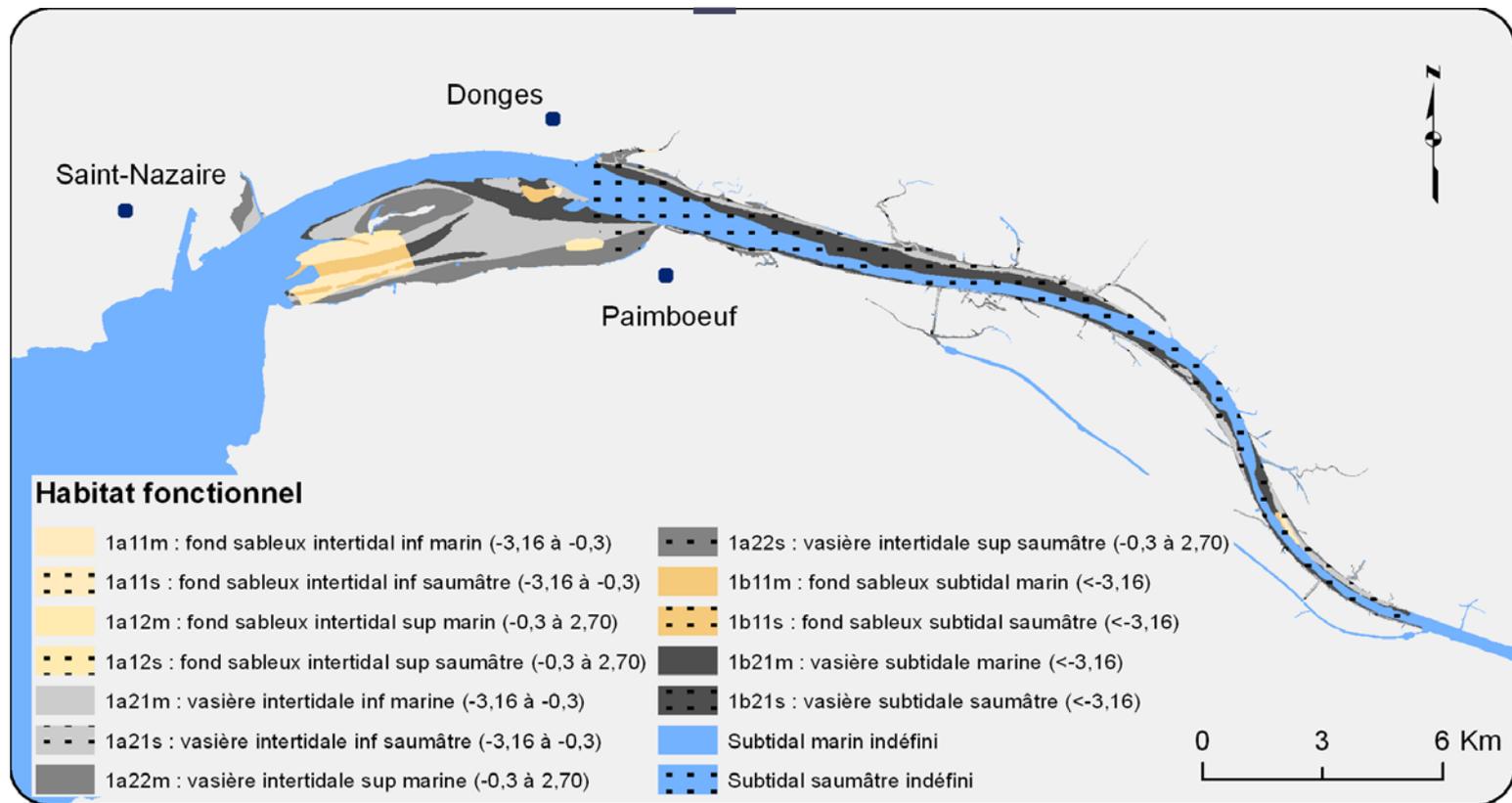
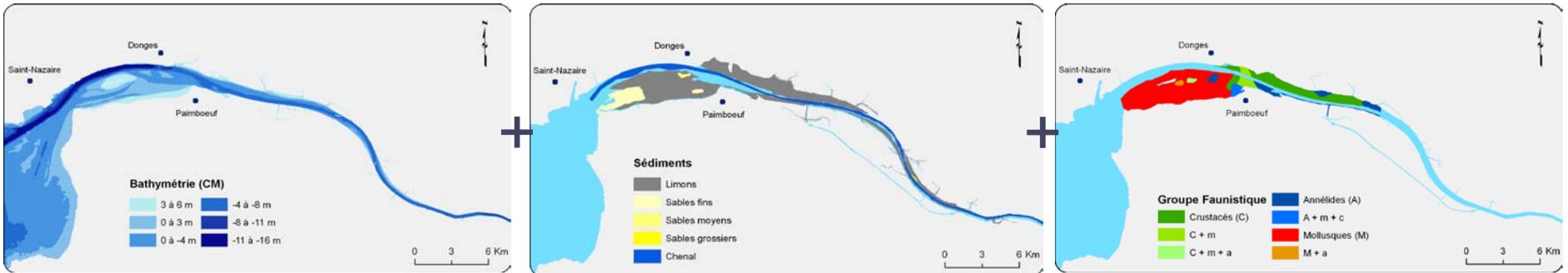
Mission « observation et communication »



- ✓ Limitation de la photosynthèse et donc de la production d 'oxygène
- ✓ La dégradation de la MO contenu dans le bouchon vaseux consomme de l'oxygène



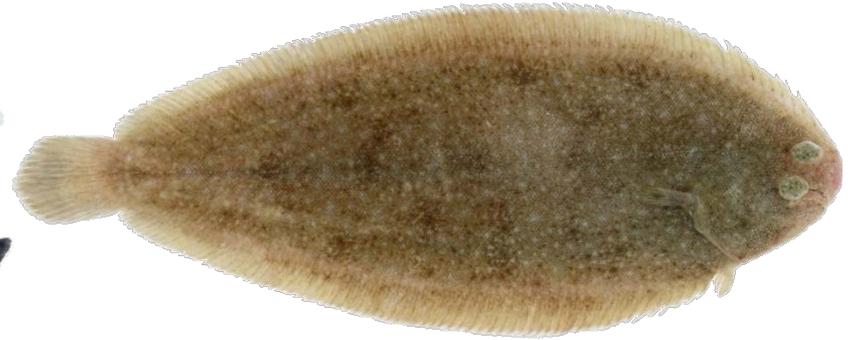
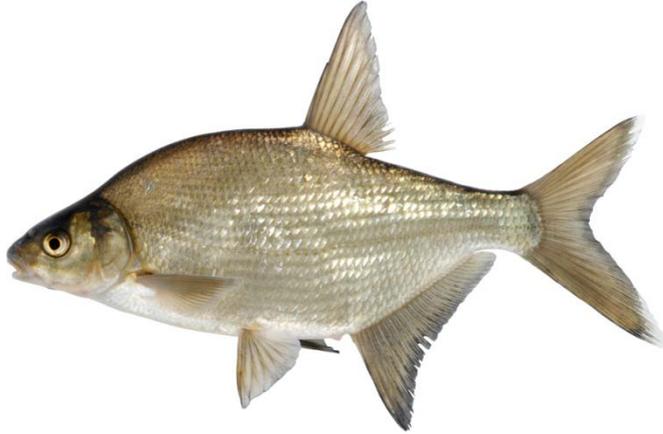
- Température ↗
- Solubilité de l'oxygène dans l'eau ↘
  - Vitesse réaction d'oxydation de la MO ↗
  - Demande biologique en oxygène ↗



Mission « observation et communication »

- Quelles espèces ?
- Quelle fonction l'estuaire remplit-il pour ces espèces ?
- Quelle répartition géographique ?
- Quelle période de présence ?
- Quelles ressources utilisent-elles ?
- L'estuaire peut-il être un obstacle ?





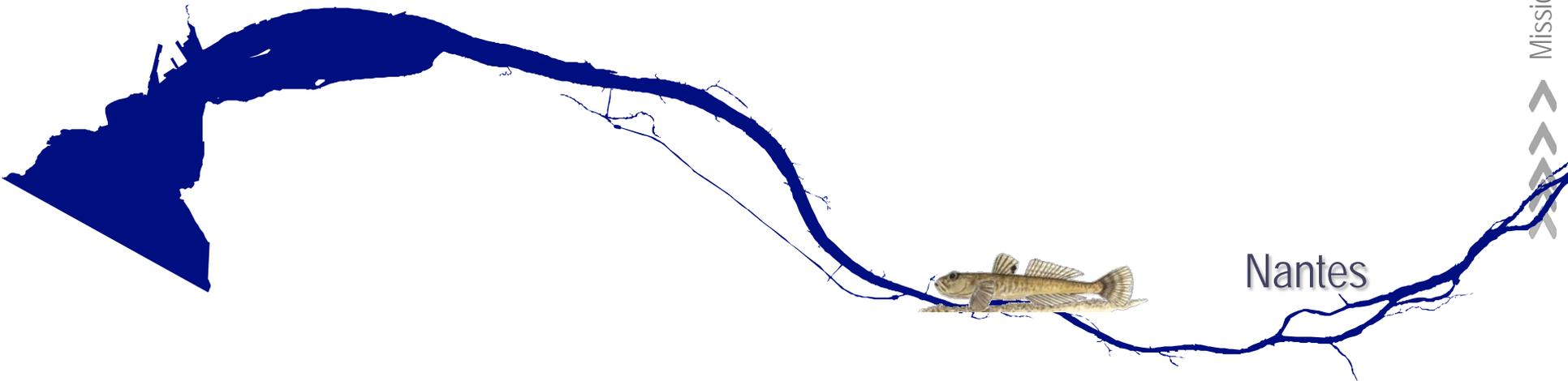
- 40 espèces de poissons qui transitent par l'estuaire
- 80 espèces recensées



## Estuariennes/résidentes:

Ensemble du cycle de vie (**reproduction, nourricerie, croissance, alimentation**)

Saint-Nazaire



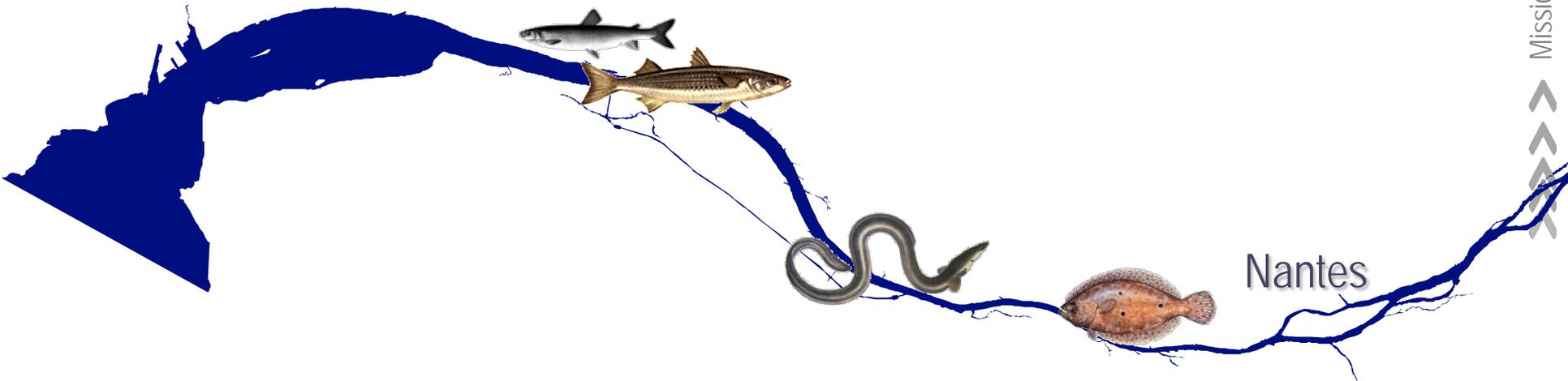
Nantes



## Amphihalines/ migratrices:

Migrations océan ↔ fleuve (corridor migratoire, alimentation, croissance)

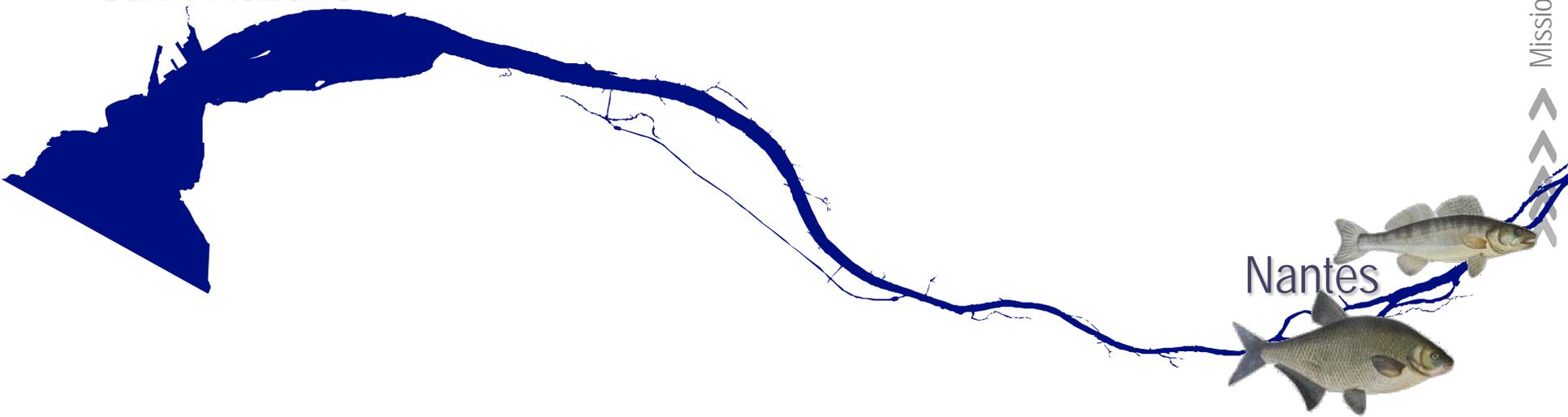
Saint-Nazaire



## Dulçaquicoles:

Incursions dans l'estuaire. Présence + ou - accidentelle  
(alimentation)

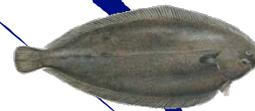
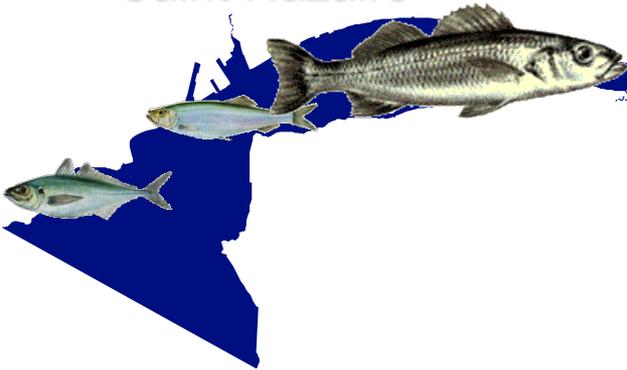
Saint-Nazaire



## Marines:

Incursions à toutes les saisons dans l'estuaire. Juvéniles (nourricerie, refuge) ou adultes (alimentation)

Saint-Nazaire



Nantes

MARines (MAR) (**Vives, Rouget**)

Marines Opportunistes (MAA) (**Merlu, Tacaud**)

Marines Juvéniles (MJA) (**Sole, Bar**)

CATadromes (CAT) (**Anguille, Mulet**)

Estuariennes (ESR) (**Gobies**)

ANAdromes (ANA) (**Aloses, Eperlan**)

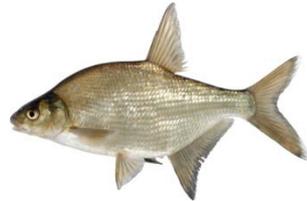
Fluviales opportunistes(FWA) (**Brèmes, Sandre**)

Fluviales (FWR) (**Barbeau**)

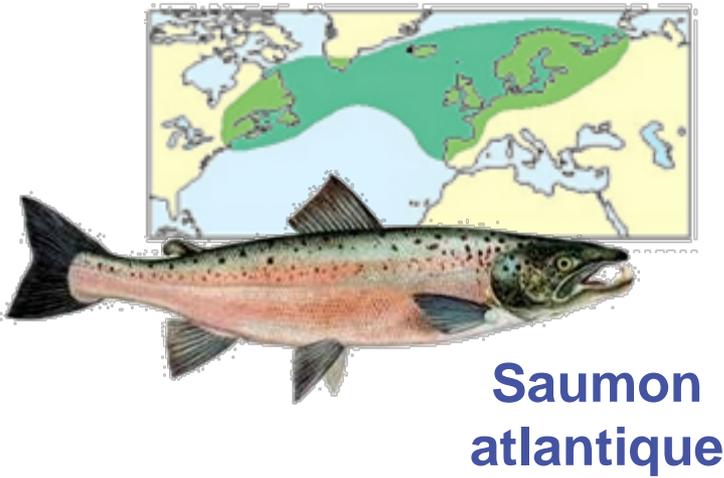
MILIEU MARIN

MILIEU FLUVIAL

Mission « observation et communication »



8 guildes écologiques



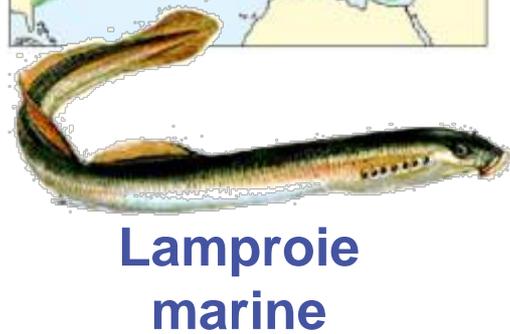
**Saumon  
atlantique**



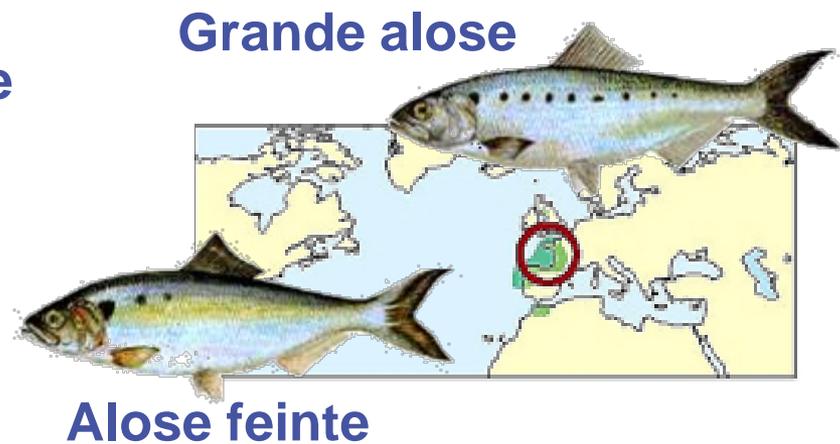
**Anguille**



**Lamproie fluviatile**



**Lamproie  
marine**



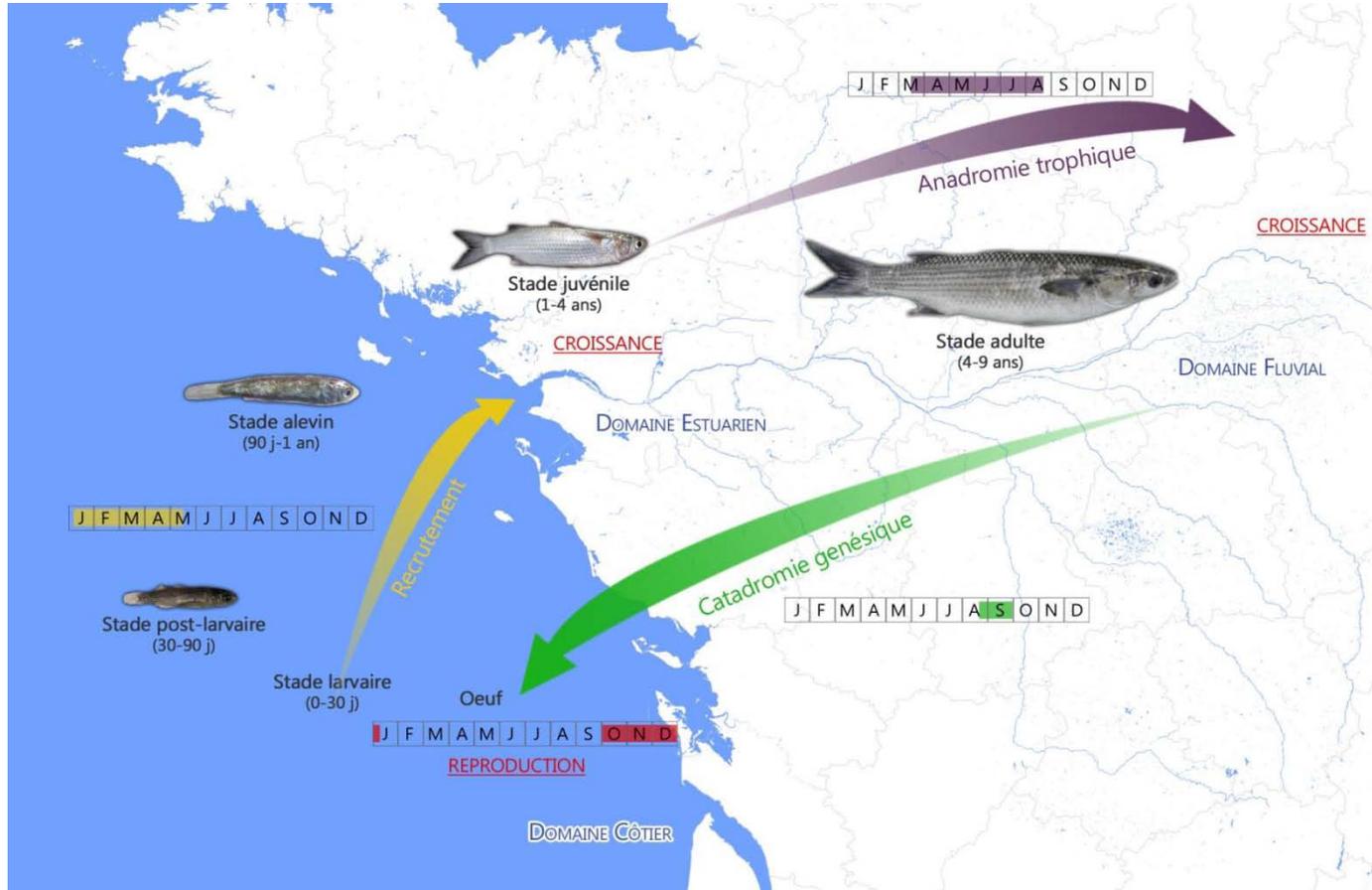
**Grande alose**

**Alose feinte**





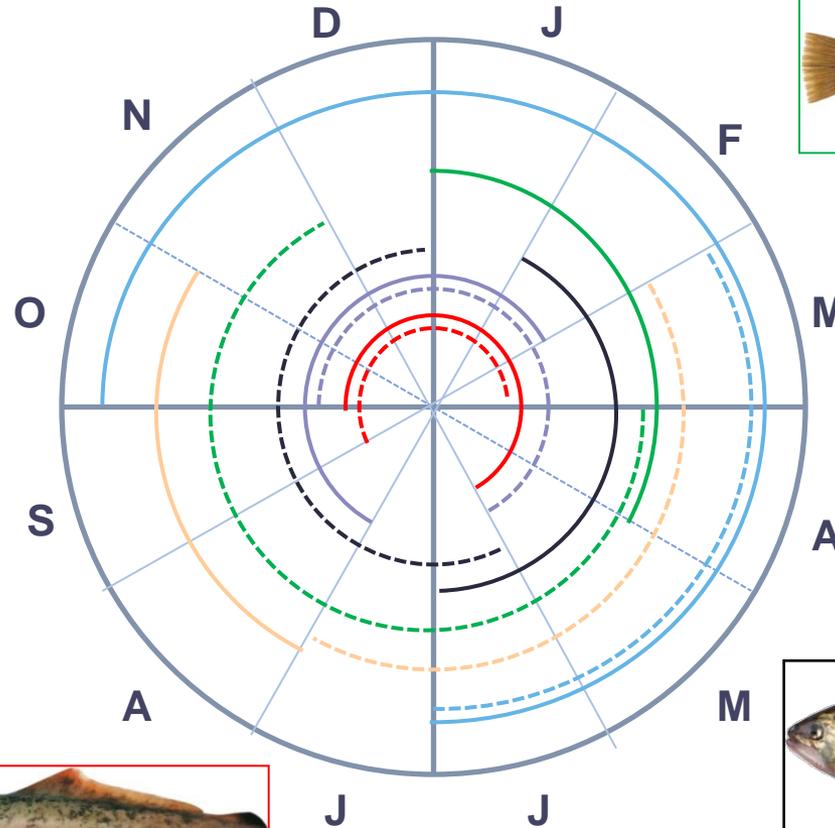
## Le Mulet porc (*Liza ramada*)



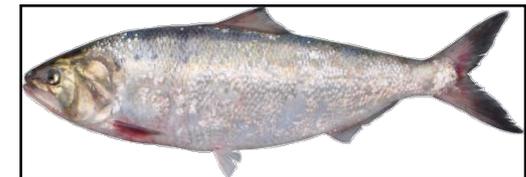
Cycle de vie du Mulet porc dans le bassin de la Loire d'après Sauriau (1990b), Gautier and Hussenot (2005), Trancart (2011) et Keith et al. (2011)

# L'estuaire : lieu de passage pour les poissons

Mardismuséum  
Nantes, le 4 juin 2013



- Saumon
- Mulet
- Flet
- Aloses
- Anguille
- Lamproie



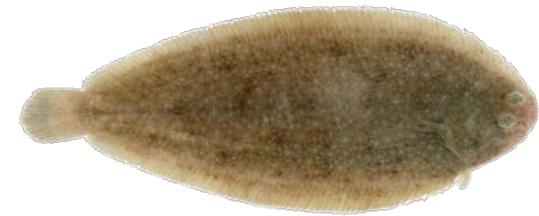
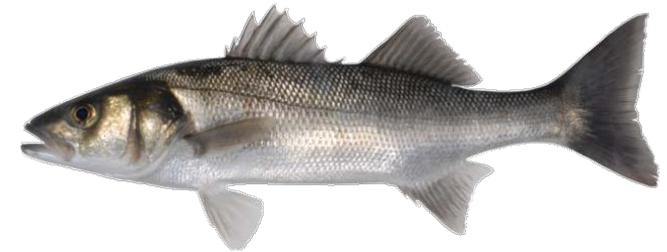
- Poissons qui pondent au large (sole, bar, merlan, anchois, sprat)
- Juvéniles qui migrent dans l'estuaire pendant 1 ou 2 étés du printemps à l'automne

## Le bar *Dicentrarchus labrax*

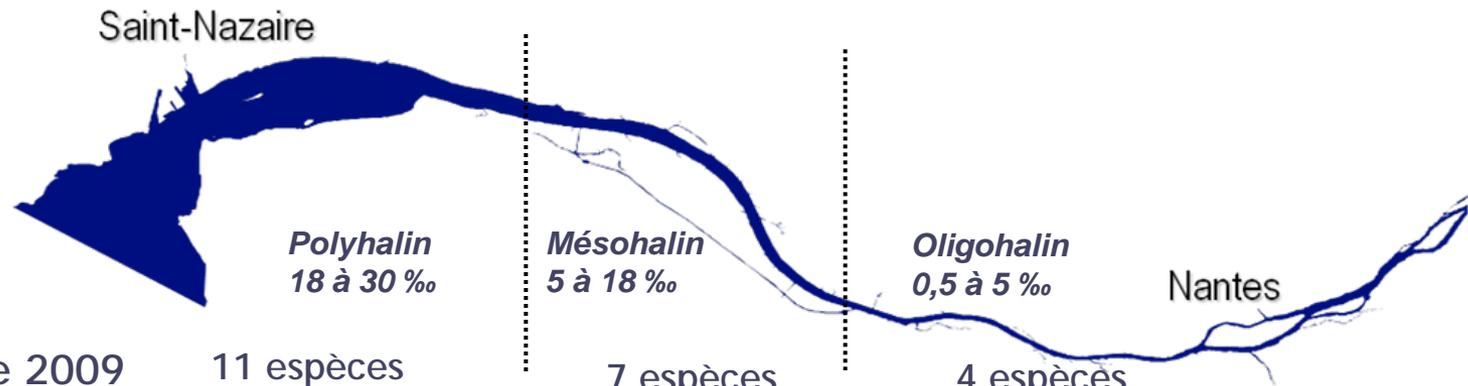
Les larves (10-15 mm) arrivent en avril /mai et en repartent vers 4/5 ans (30 cm)

## La sole *Solea solea*

Les juvéniles restent 2 ans (de 10 mm à 18 cm) dans l'estuaire toujours dans une salinité variant entre 10 et 30 ‰.



# Richesse spécifique par secteur



Automne 2009

11 espèces



Sole



7 espèces



4 espèces



← aval

Automne 2010

18 espèces

Tacaud



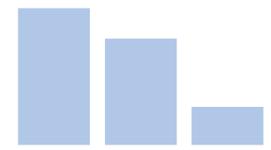
Sole



14 espèces



5 espèces

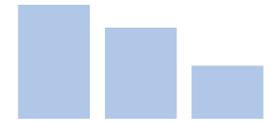


Printemps 2010

15 espèces

12 espèces

7 espèces



Printemps 2011

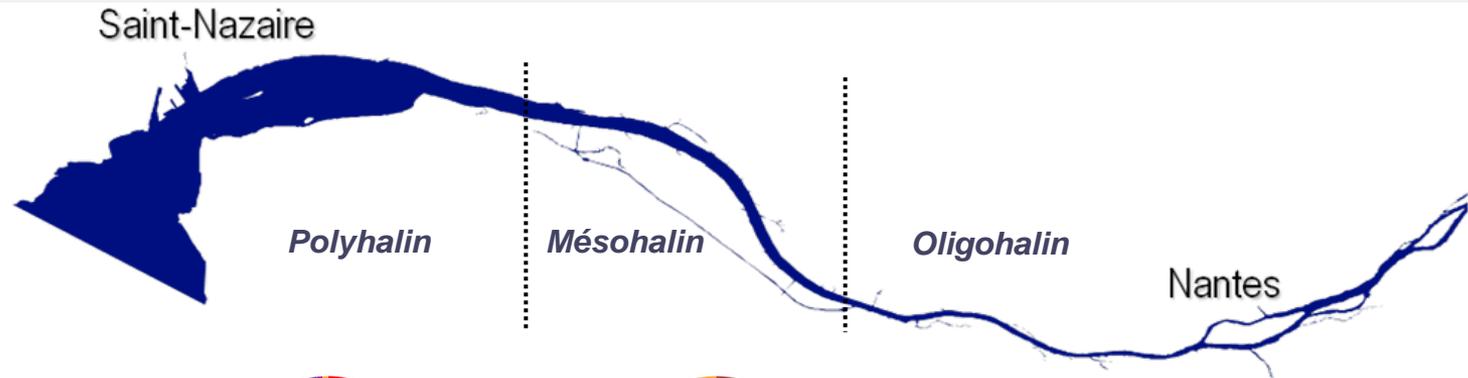
12 espèces

15 espèces

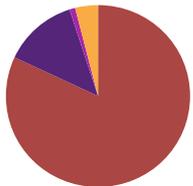
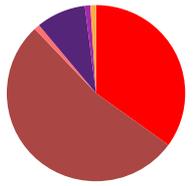
10 espèces



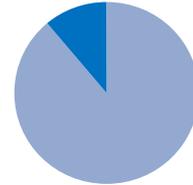
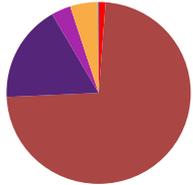
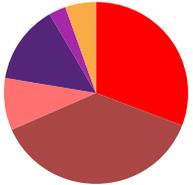
# Abondance relative des différentes guildes



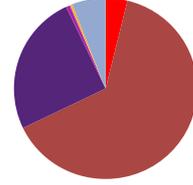
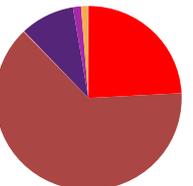
Automne 2009  
(180 m<sup>3</sup>/s)



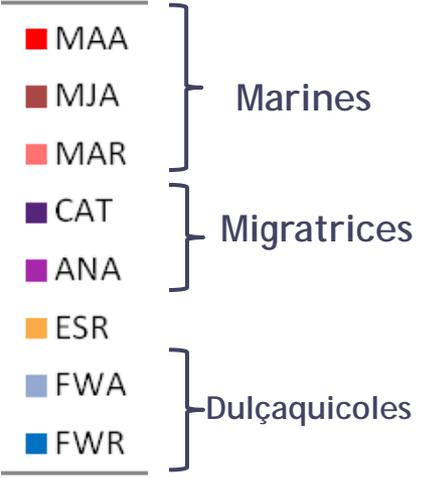
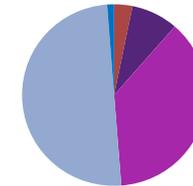
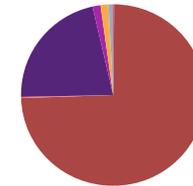
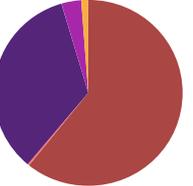
Automne 2010  
(250 m<sup>3</sup>/s)



Printemps 2010  
(450 m<sup>3</sup>/s)

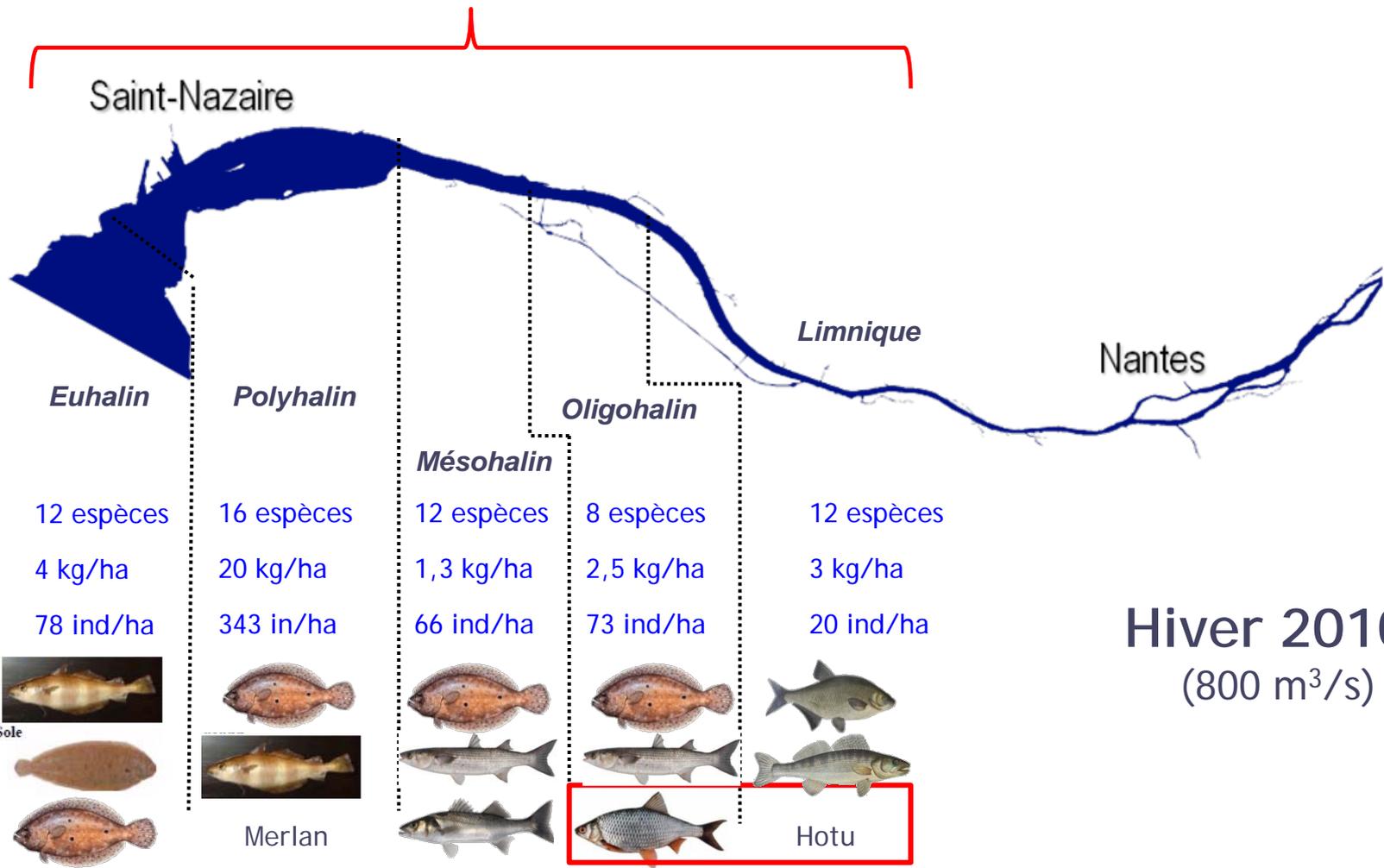


Printemps 2011  
(150 m<sup>3</sup>/s)

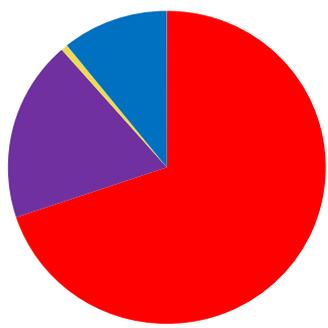


Mission « observation et communication »

**Automne 2006: 90 kg/ha et 323 ind/ha**

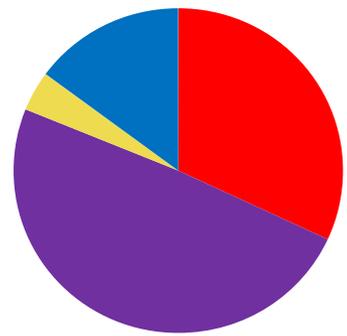


### Printemps 2010



450 m<sup>3</sup>/s

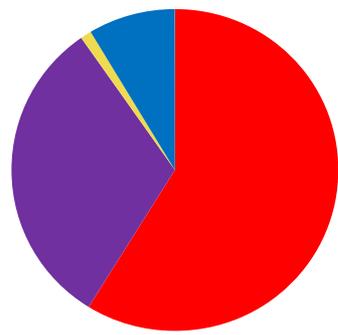
### Hiver 2010



800 m<sup>3</sup>/s

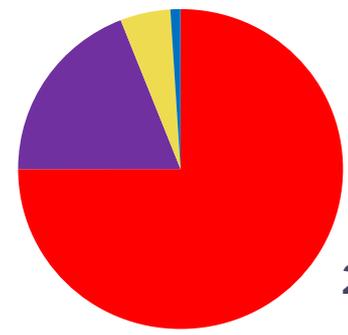
- marines
- amphihalins
- résidentes
- dulçaquicoles

### Printemps 2011



150 m<sup>3</sup>/s

### Automne 2010



250 m<sup>3</sup>/s

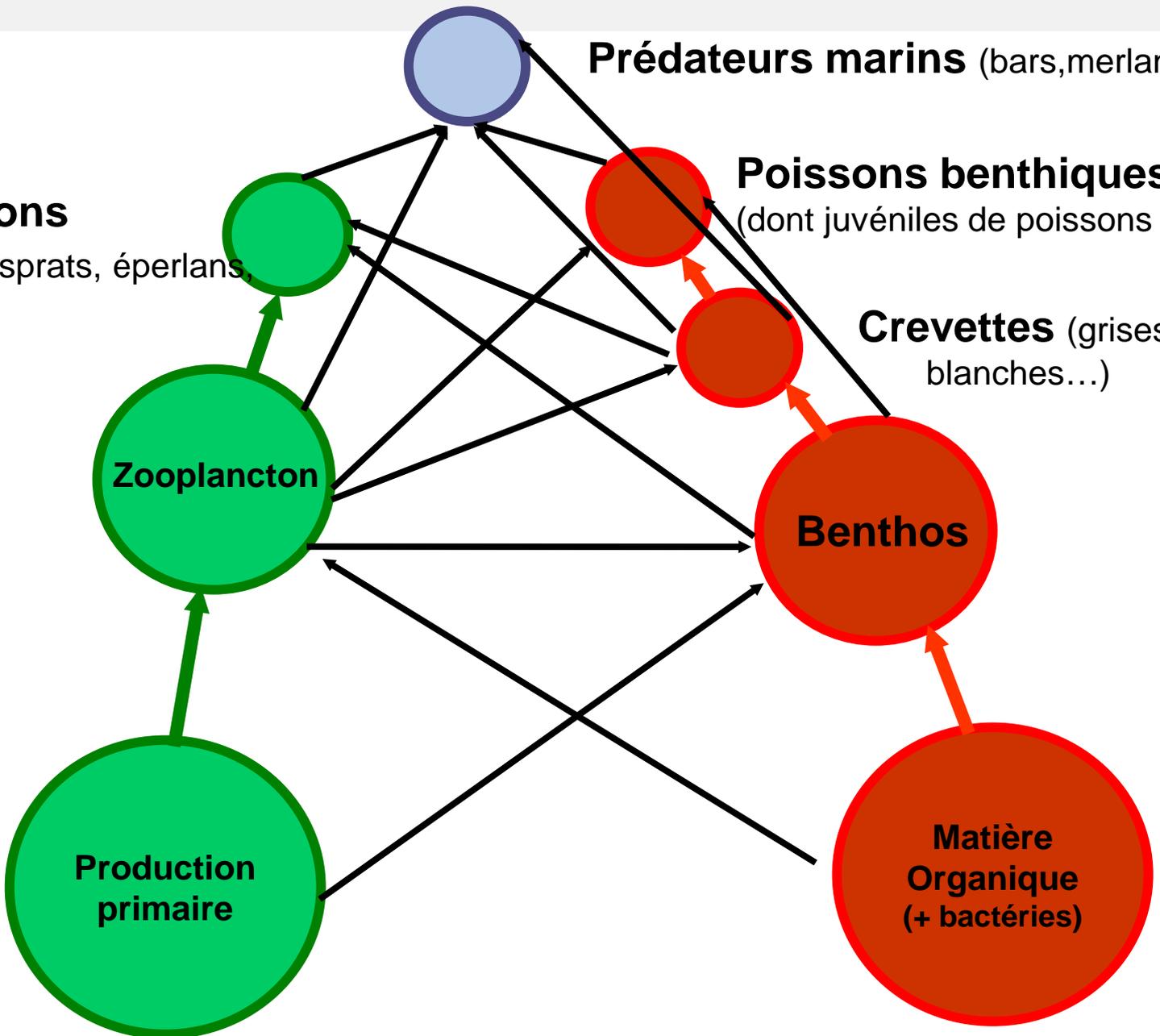
La variabilité n'est pas liée qu'au débit de la Loire.

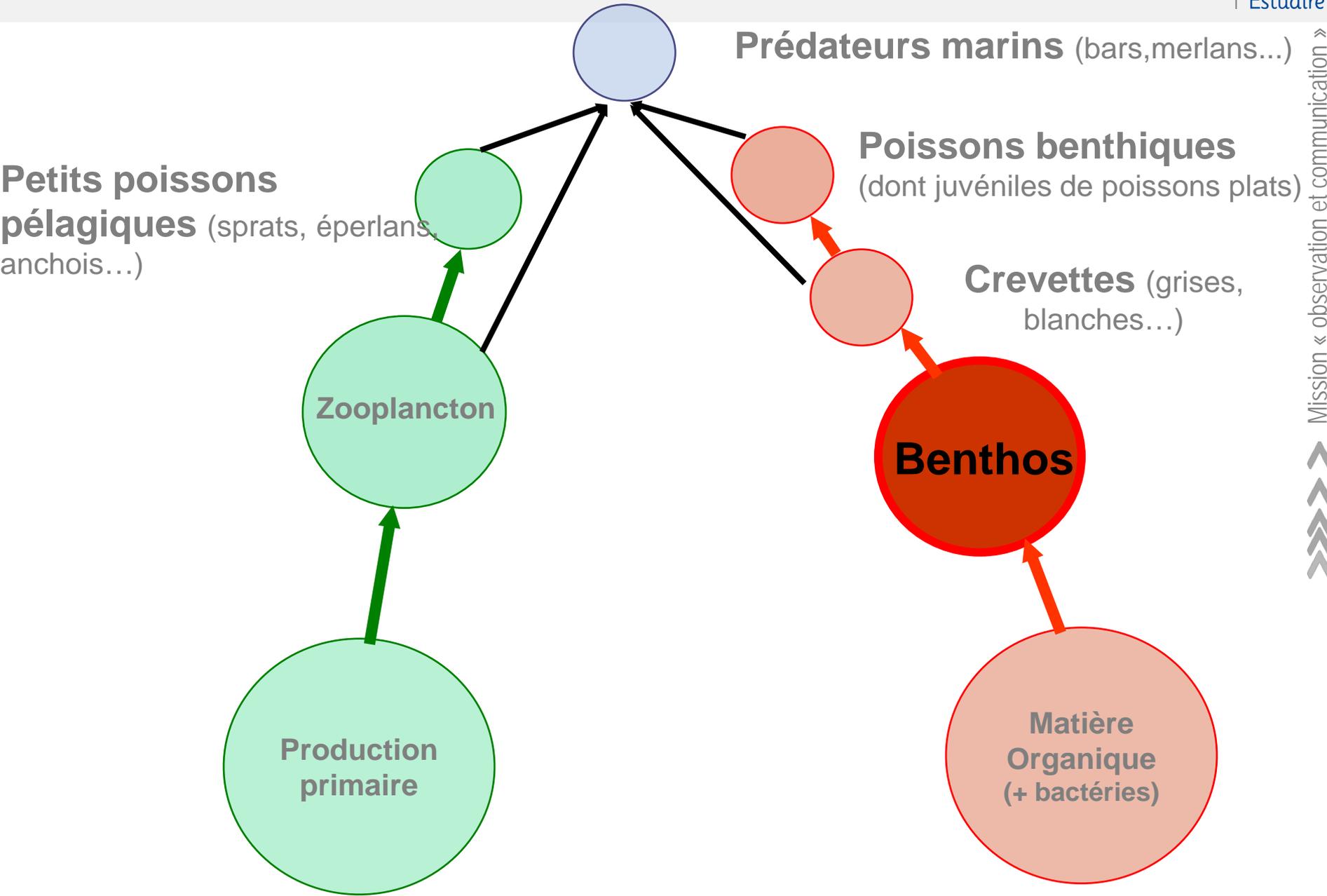
**Petits poissons pélagiques** (sprats, éperlans, anchois...)

**Prédateurs marins** (bars, merlans...)

**Poissons benthiques** (dont juvéniles de poissons plats)

**Crevettes** (grises, blanches...)





## Macrofaune: organismes de taille > 1mm

### Liste des espèces relevées sur les 6 campagnes, avec leur année de première observation

 <b>Annélides</b>		<b>Mollusques</b>	 <b>Crustacés</b>
Polychètes : 19 espèces Oligochètes : 6 espèces		 Gastéropodes : 3 espèces  Bivalves : 8 espèces	12 espèces
<i>Alitta succinea</i> (1979)	<i>Pectinaria koreni</i> (1981)	<i>Assiminea grayana</i> (2008)	<i>Amphipoda</i> (2008)
<i>Boccardiella ligerica</i> (1979)	<i>Pectinaria sp.</i> (1979)	<i>Hydrobia ulvae</i> (1979)	<i>Ampithoe</i> (2008)
<i>Capitella capitata</i> (2002*)	<i>Polydora sp.</i> (1981)	<i>Potamopyrgus jenkinsi</i> (2008)	<i>Bathyporeia pilosa</i> (1981)
<i>Chaetosone setosa</i> (1981)	<i>Pygospio elegans</i> (1981)	<i>Cerastoderma edule</i> (1979)	<i>Bathyporeia sp.</i> (2008)
<i>Cirratulidae</i> (2008*)	<i>Spio martinensis</i> (2008*)	<i>Corbicula fluminea</i> (2002)	<i>Corophium lacustre</i> (1981)
<i>Eteone cf. fauchaldi</i> (2002*)	<i>Streblospio shrubsolii</i> (1979)	<i>Dreissena polymorpha</i> (2002)	<i>Corophium volutator</i> (1979)
<i>Eteone longa</i> (1981)	<i>Branchiura sp.</i> (2002*)	<i>Macoma balthica</i> (1979)	<i>Cyathura carinata</i> (1979)
<i>Eteone sp.</i> (2008)	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> (1981)	<i>Mya arenaria</i> (1979)	<i>Gammaridae</i> (1994)
<i>Glycera sp.</i> (1981)	<i>Monopylephorus rubroniveus</i> (1979)	<i>Mytilus edulis</i> (1981)	<i>Gammarus zaddachi</i> (1981)
<i>Hediste diversicolor</i> (1981)	<i>Tubifex costatus</i> (1981)	<i>Ruditapes philippinarum</i> (2008)	<i>Gnathia maxillaris</i> (2008)
<i>Heteromastus filiformis</i> (2002*)	<i>Tubifex tubifex</i> (1981)	<i>Scrobicularia plana</i> (1979)	<i>Haus torius arenarius</i> (1981)
<i>Nephtys hombergii</i> (1981)	<i>Tubifex sp.</i> (2002*)		<i>Lekanesphaera rugicauda</i> (2008)
<i>Nerine cirratulus</i> (1981)			

\* : observation possible en 1994 mais espèce non spécifiée

Sources : CSEEL/GPMNSN/GIP Loire Estuaire

## Annélides



*Neanthes succinea*



*Hediste diversicolor*  
(Nereis)

## Mollusques



*Corbicula fluminea*



*Scrobicularia plana*



*Cerastoderma edule*  
(coque)

### Sensibilités :

- Granulométrie
- Salinité
- Hypoxie
- Emersion

## Crustacés

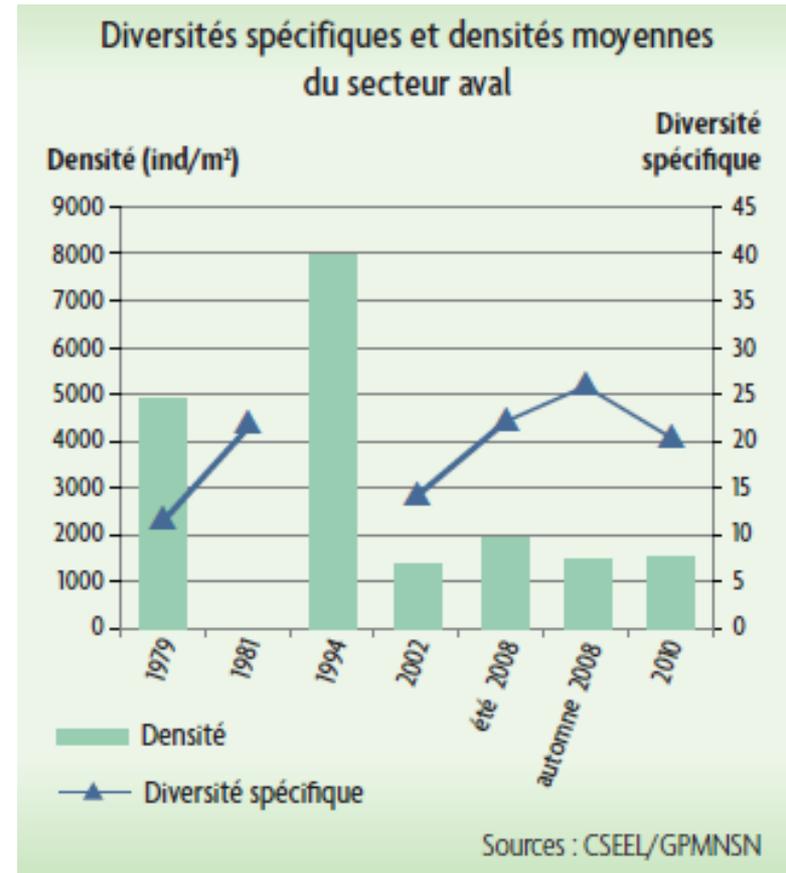
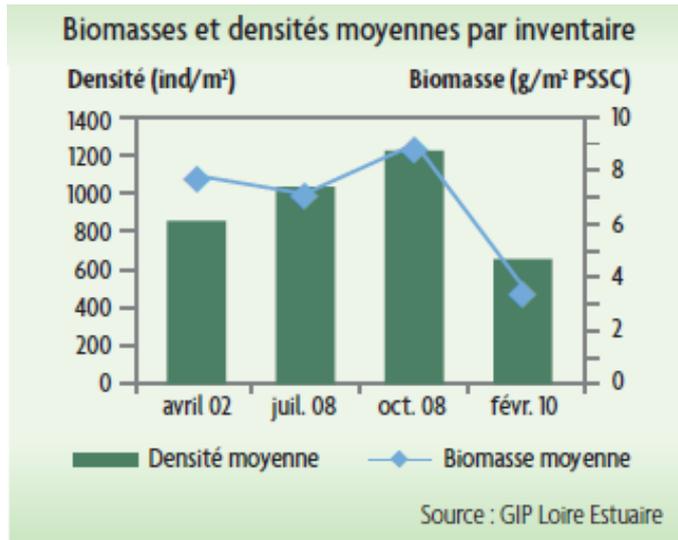


*Cyathura carinata*



*Talitrus saltator* (puce  
de sable)

Densités, biomasses, richesse spécifique:  
➡ Gradient croissant de l'amont vers l'aval.



- Beaucoup de ces espèces sont pêchables et pêchées.
- **Saumon**: risque faible pour l'UICN mais particularités du saumon de Loire-Allier: pêche interdite depuis 1994.
- **Anguille**: danger critique pour l'UICN, CITES annexe II.

Indice de recrutement  
des civelles du Golfe de  
Gascogne de 1960 à  
2010

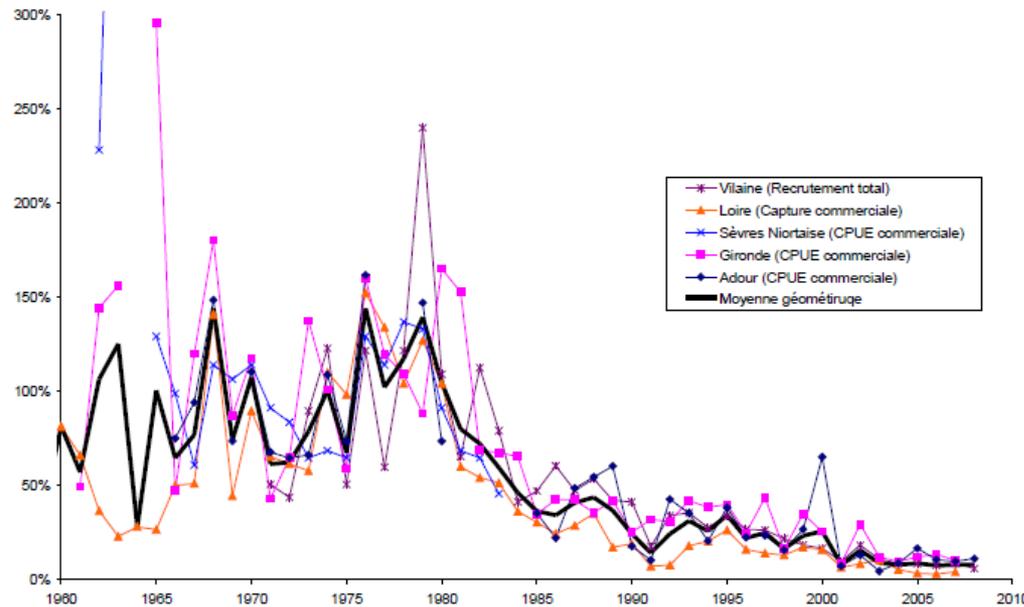


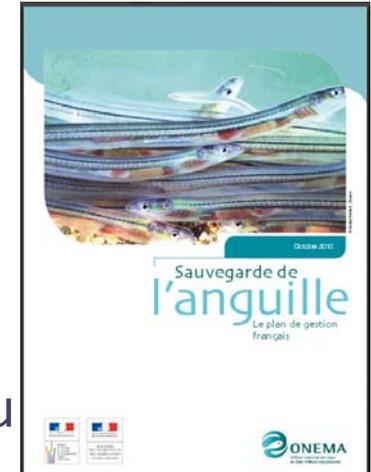
Figure 3 : Série d'indice de recrutement française du Golfe de Gascogne de 1960 à 2008  
(les séries ont été normalisées sur la période 1970-1979).



**2007: Plan de gestion demandé par l'Europe**

## Plan de gestion national:

- Braconnage
- Pêche légale
- Pollution et habitats
- Repeuplement
- Obstacles à la continuité écologique des cours d'eau



**Pêche:** Réduction de la mortalité par pêche de 60% d'ici 2015

➡ Quotas: - 37 t en 2011/2012 dont 19,5 t pour l'UGA Loire.  
- 34 t en 2012/2012 dont 17,6 t pour l'UGA Loire.

➡ Pêche amateur interdite pour la civelle et l'anguille argentée.

**Repeuplement:** La moitié des civelles pêchées  
Dans le même bassin

# Repeuplement

Mardismuséum  
Nantes, le 4 juin 2013



## ➤ Structuration spatiale

- Salinité
- Température
- Turbidité
- Oxygène

➡ Conditions physico-chimiques en estuaire limitantes pour les poissons?



- Structuration spatiale
  - Salinité
  - Température
  - Turbidité
  - Oxygène

➡ Conditions physico-chimiques en estuaire limitantes pour les poissons?



## ➔ Préférences écologiques et seuils de tolérance:

	Concentration en O <sub>2</sub>	Impact sur les poissons
Seuil sensible	plus de 5mg/l	Absence d'effets à long terme. Passage de l'ensemble des espèces migratrices
	de 4 à 5 mg/l	Salmonidés: migration incertaine, croissance altérée
Seuil critique	de 3 à 4 mg/l	
	de 2 à 3 mg/l	Survie des juvéniles incertaine. Croissance et fécondité altérée. Arrêt ou retard du développement embryonnaire. Migration impossible pour beaucoup d'amphihalins. Mortalité des salmonidés
Seuil léthal	de 1 à 2 mg/l	Mortalité pour la plupart des espèces
	moins de 1mg/l	Milieu azoïque

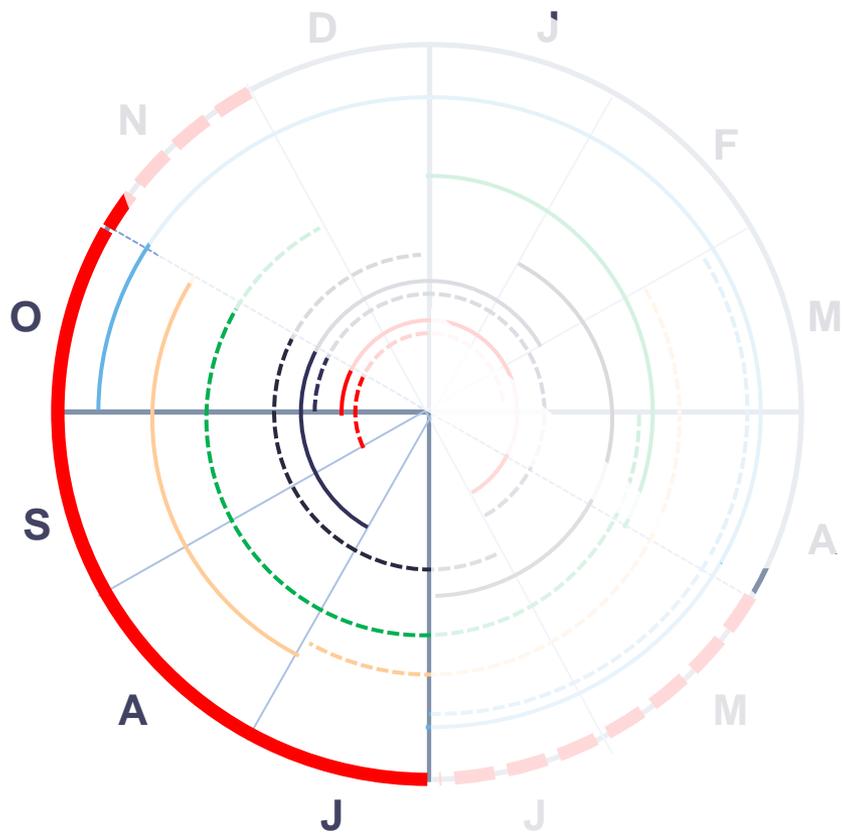
## ➔ Conséquences des hypoxies sur certaines espèces de poissons :

	< 5 mg/l	< 4 mg/l	< 3 mg/l	< 1 mg/l
Saumon	migration incertaine		mortalité	
Aloses	migration de moins de 50% des individus (à 20°C)		migration bloquée :	mortalité
Bar			évitement	mortalité
Flet			évitement	mortalité
Mulets		évitement		mortalité
Eperlan			évitement	mortalité
Anguille			évitement: retard de migration potentiel pour l'anguille argenté	mortalité

- **Évitement des juvéniles:** impact sur la fonction de nurserie de l'estuaire et donc la croissance des poissons.
- **Blocage migration:** effet négatif sur la reproduction si les individus n'atteignent pas les zones de frai à temps.

# L'estuaire peut-il être un obstacle?

➔ Périodes de présence dans l'estuaire:



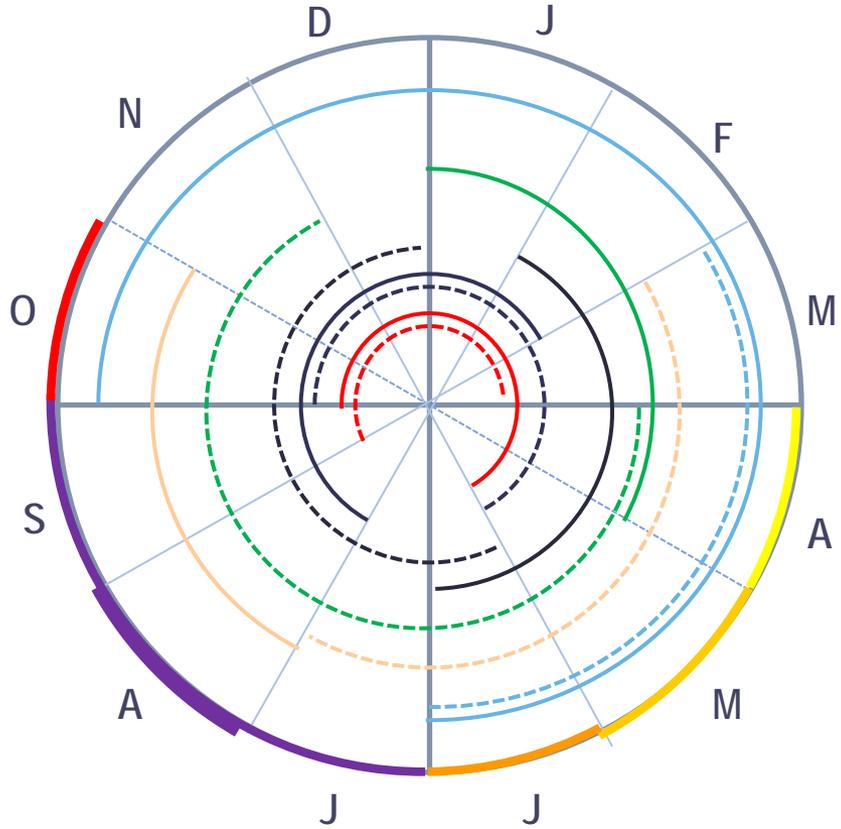
- Saumon
- Mulet
- Flet
- Aloses
- Anguille
- Lamproie
- Étiage
- - - Étiage précoce ou prolongé

➔ Toutes les espèces sont potentiellement impactées par les hypoxies.

# L'estuaire peut-il être un obstacle?

Concentrations minimales en oxygène (2007 - 2010):

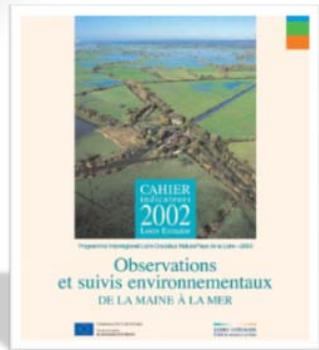
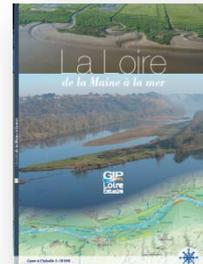
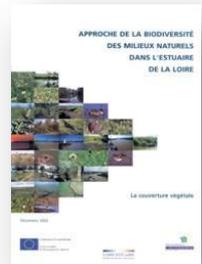
< 5 mg/l
< 4 mg/l
< 3 mg/l
< 2 mg/l
< 1 mg/l
pas de données



- Saumon
- Mulet
- Flet
- Aloses
- Anguille
- Lamproie

Etiage précoce: conditions difficiles pour certains juvéniles  
➡ Dévalaison saumon

## Pour en savoir plus... [www.loire-estuaire.org](http://www.loire-estuaire.org)



Mission « observation et communication »