

Débits biologiques secteurs estuariens

Comité de pilotage

- 21 octobre 2021 -

Ordre du jour

1. Rappel de la démarche et organisation
2. Présentation des premières orientations méthodologiques sur les secteurs estuariens
3. Questions/réponses
4. Suite de l'étude et calendrier prévisionnel



Rappel de la démarche

Définition Débits biologiques :

→ Déterminer des régimes hydrologiques biologiquement fonctionnels,
→ correspondant aux besoins des milieux aquatiques,
→ sur un cycle annuel complet, tout en restant cohérent avec l'hydrologie naturelle du cours d'eau.

→ Un préalable et un complément à l'étude des valeurs de référence existantes et de la réflexion autour des seuils de gestion de la ressource en eau.

→ Une détermination des débits biologiques attendue par les trois SAGE sur les secteurs fluviaux : Boutonne, Charente et Seudre

→ Une démarche novatrice du SAGE Charente (disposition E53) et du SAGE Seudre (disposition GQ1 – 3) sur l'étude de débits biologiques sur les secteurs estuariens

→ L'intégration à cette étude de la définition du DMB de l'ouvrage de Saint Savinien spécifiée dans l'arrêté préfectoral d'autorisation de l'ouvrage (arrêté du 19/08/2015 n°2015-2472; article 2.2.)



Les étapes de la démarche

- **2019 : Rédaction du cahier des charges et mise en place du groupement de commande**
 - ☐ En inter-SAGE, concertation avec les différents partenaires institutionnels
 - ☐ Un groupement de commande EPTB Charente / SMBS, et des conventions de partenariat technique et financier avec le SYMBO et le Département de la Charente-Maritime
 - ☐ 2 lots menés en parallèle :
 - ☐ Lot 1 : DB Fluviaux
 - ☐ **Lot 2 : DB Estuaires Charente et Seudre + DMB du barrage de Saint-Savinien**
 - ☐ Lancement de la consultation le 21 octobre 2019
- **19 février 2020 : Notification du marché à Eaucéa et engagement de la tranche ferme de définition de la méthodologie**
- Financement Agence de l'eau – Département de la Charente-Maritime – Région NA



Rappel de la démarche et organisation

Les instances de concertation

Des instances à l'échelle interSAGE

- **Comité de pilotage (COFIL)**
Coprésidé par les 2 présidents structures porteuses,
avec les présidents de CLE, la vice-présidente du département de la Charente-Maritime, financeurs, services de l'état, région, départements, acteurs du territoire et usagers ...
- **Comité technique (COTECH)**
Services de l'Etat et des départements,
Acteurs du territoire et usagers / milieux aquatiques

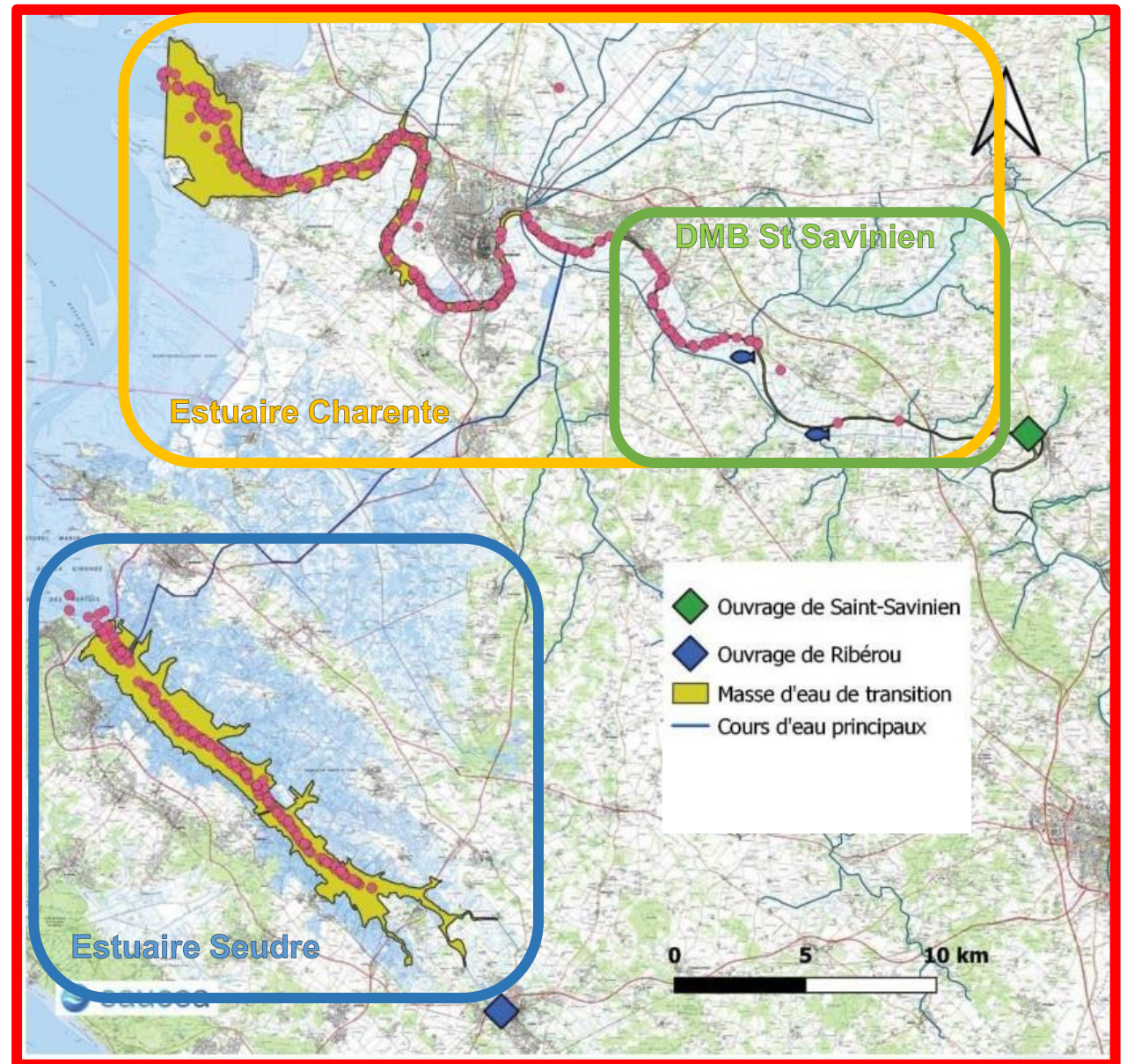
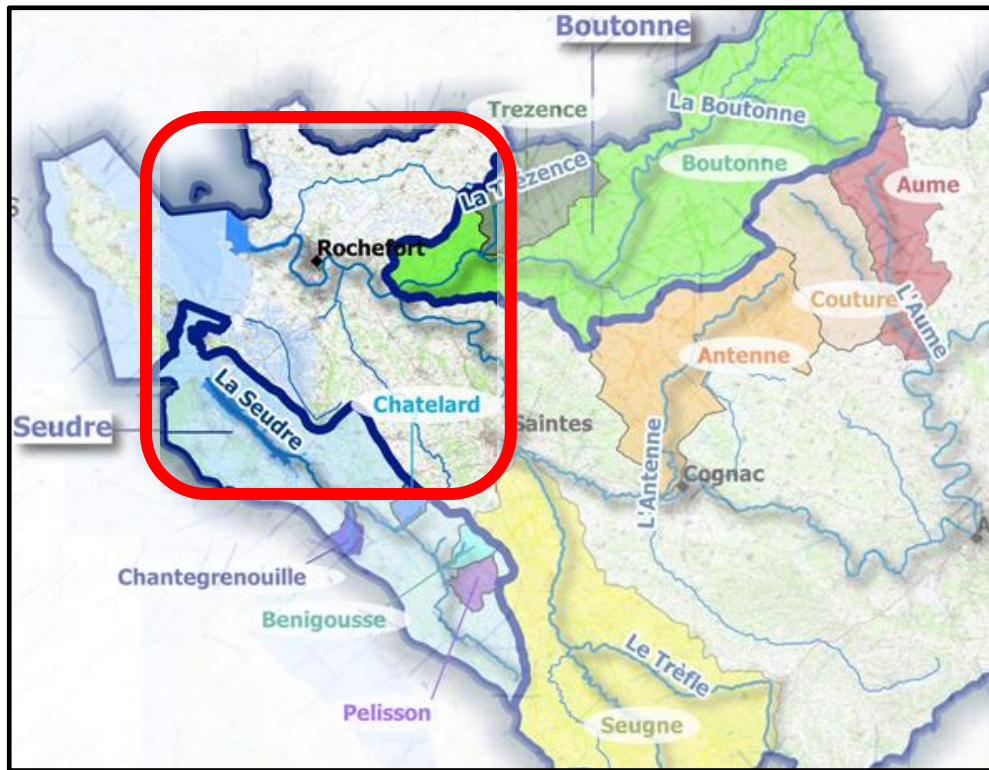
Des instances à l'échelle du territoire

- **Comité territorial (COMTER)**
Un COMTER par bassin d'étude, une composition axée sur les instances de CLE ou des comités dédiés
- **Commission Locale de l'Eau (CLE)**
Une CLE par SAGE

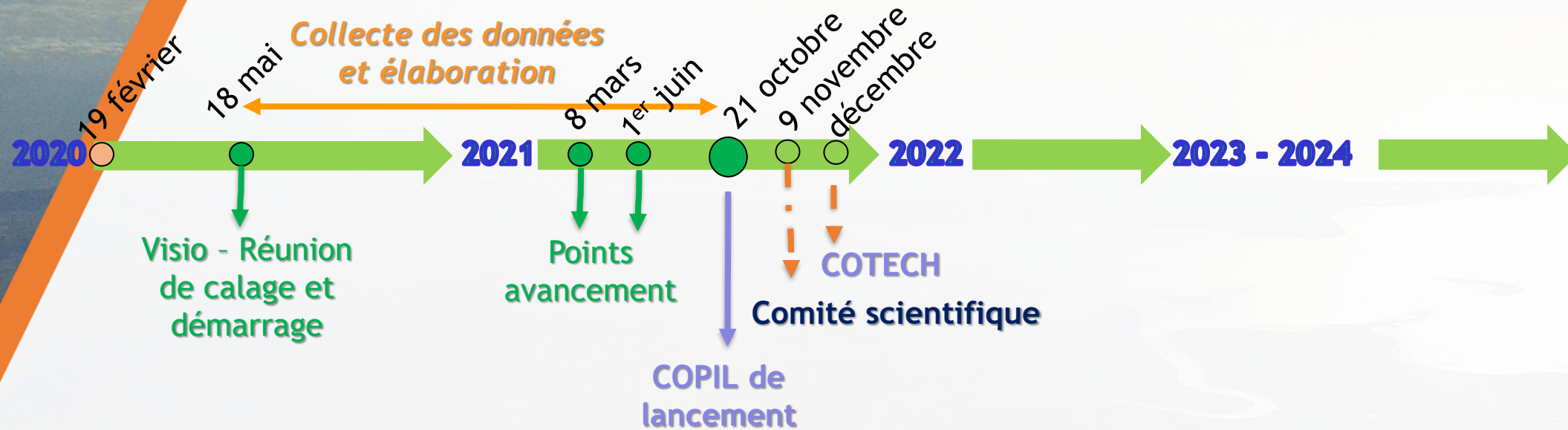


Rappel de la démarche et organisation

Les secteurs d'étude



Avancement de la prestation LOT 2 secteur estuaire



**DEFINITION DE LA METHODOLOGIE
estuaires Charente et Seudre (12 à 30 mois)**

**DEFINITION DE LA METHODOLOGIE
DMB Saint Savinien**

**DETERMINATION DB
ESTUAIRE CHARENTE**

**DETERMINATION DMB
Ouvrage de SAINT SAVINIEN**



Ordre du jour

1. Rappel de la démarche et organisation
- 2. Présentation des premières orientations méthodologiques sur les secteurs estuariens**
3. Questions/réponses
- 4. Suite de l'étude et calendrier prévisionnel**



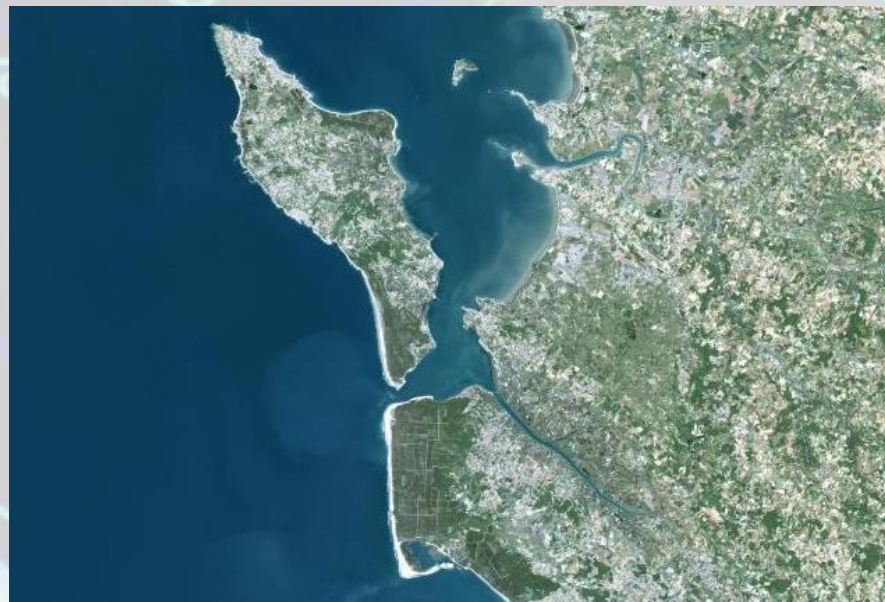
Etude de définition de débits biologiques pour les estuaires

Lot 2

Charente – Boutonne – Seudre

Tranche ferme :
Méthodologie

COPIL 1



Une démarche à plusieurs niveaux

Bloc I: Méthodologie

L'état de l'art

Le contexte local

Les objectifs
environ-
nementaux

Bloc II : Les outils de quantification

Données
disponibles

Modélisations
des forces motrices
(Hydrauliques et
physico chimie)

Suivis à
envisager

Bloc III : Les orientations pour des débits biologiques

Les indicateurs à
affiner

Les moyens à
mobiliser

Fixation
d'objectifs

Acteurs scientifiques rencontrés ou contactés + Analyse bibliographique

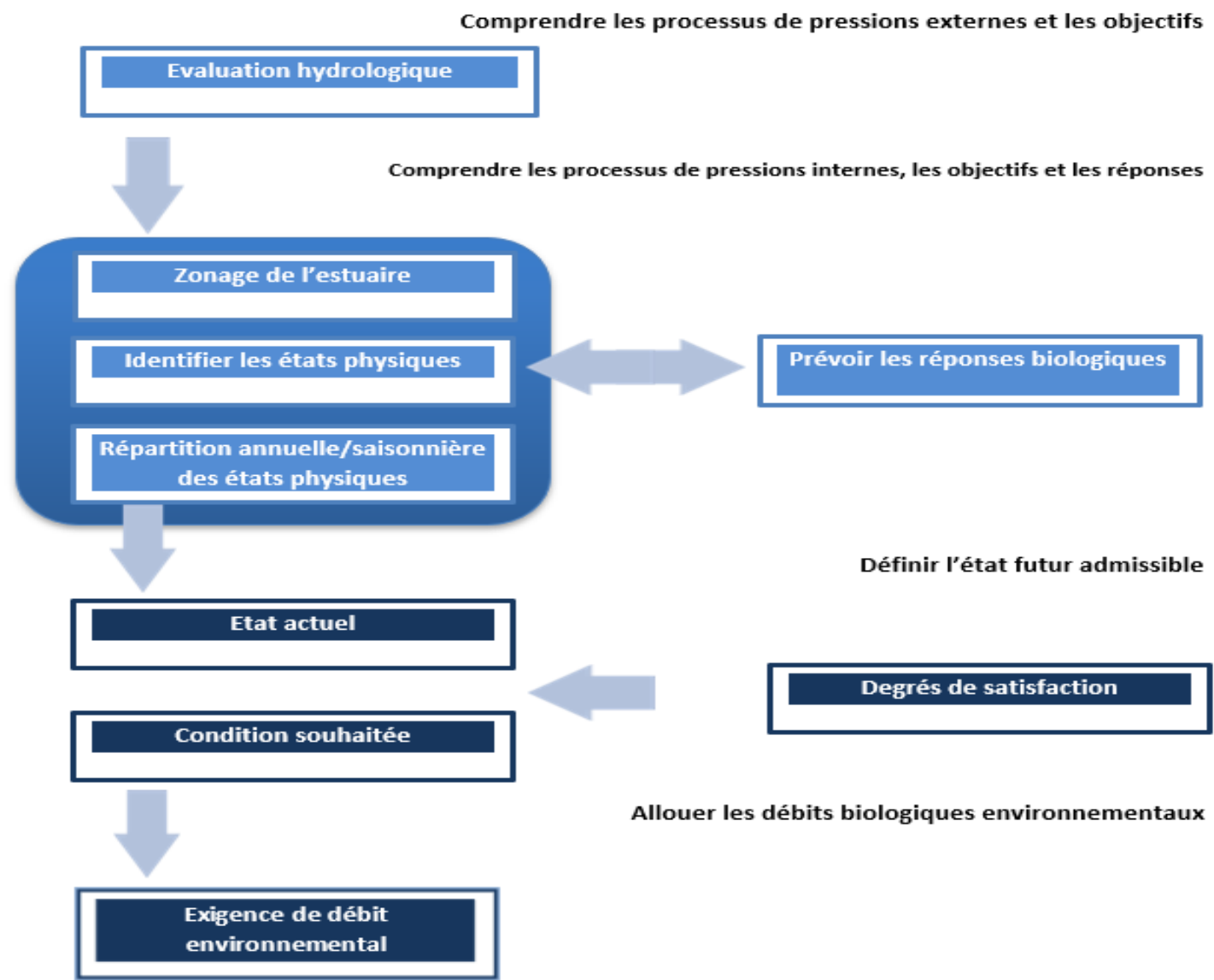
- INRAE : Mario Lepage (deux réunions de travail) Partage des éléments déterminants pour la biologie (DCE)
- CNRS EPOC : Sabine Schmidt (Fonctionnement estuarien)
- LIENS : Isabelle Brenon et Thibault Coulombier (Modélisation et suivis de la Charente) échange avec Benoit Lebreton
- Capena (ex Crea) : Anne Lise Bouquet ostréiculture et enjeux milieux
- Webinaire - 15 décembre 2020: la mission inter-estuaire : « Estuaires : traits généraux et spécificités de ces socio-écosystèmes pour l'appui à la gestion »
- Smiddest : journée d'échanges sur les données physico-chimiques de l'Estuaire de la Gironde

Conclusion : Il n'existe pas de méthodologie arrêtée mais une somme de considérations scientifiques ou d'usages qu'il faut coordonner

L'état de l'art

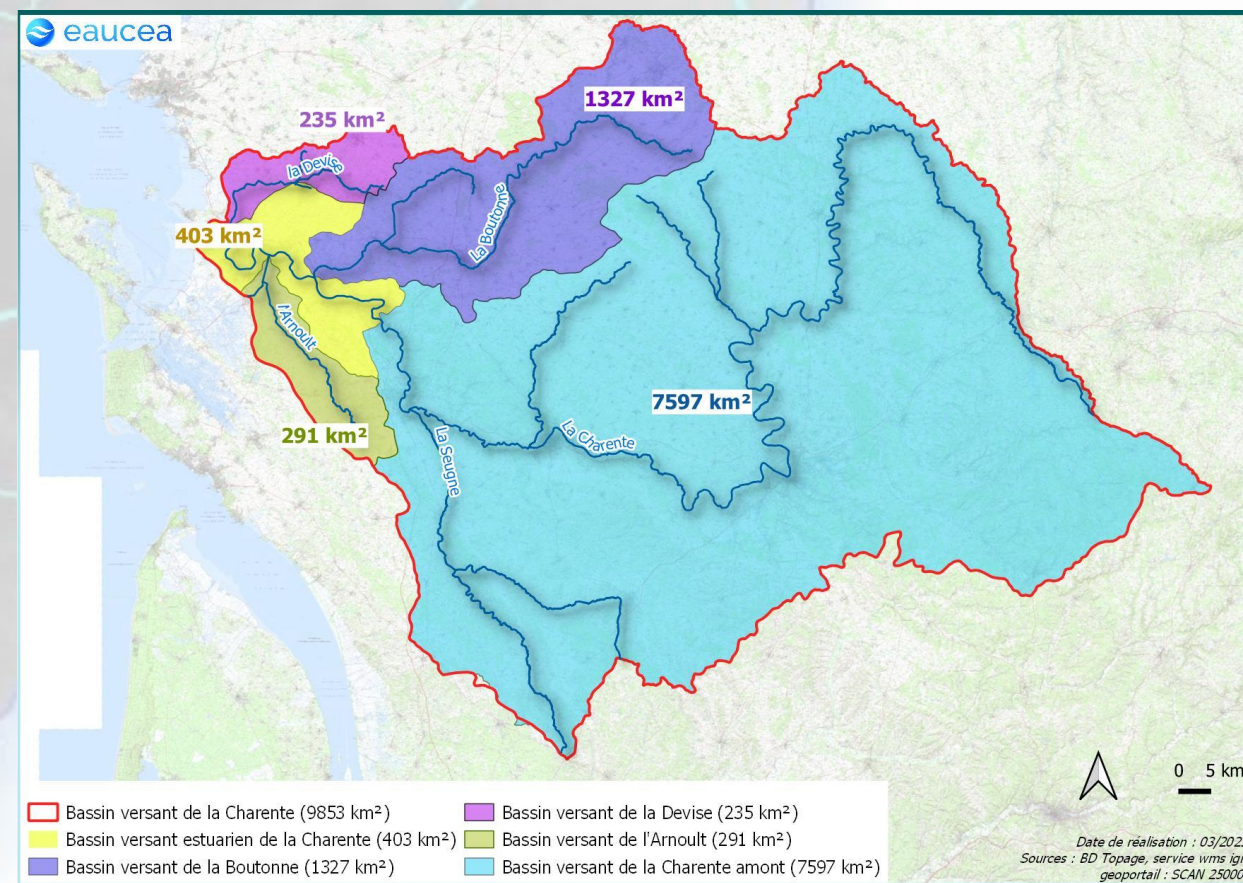
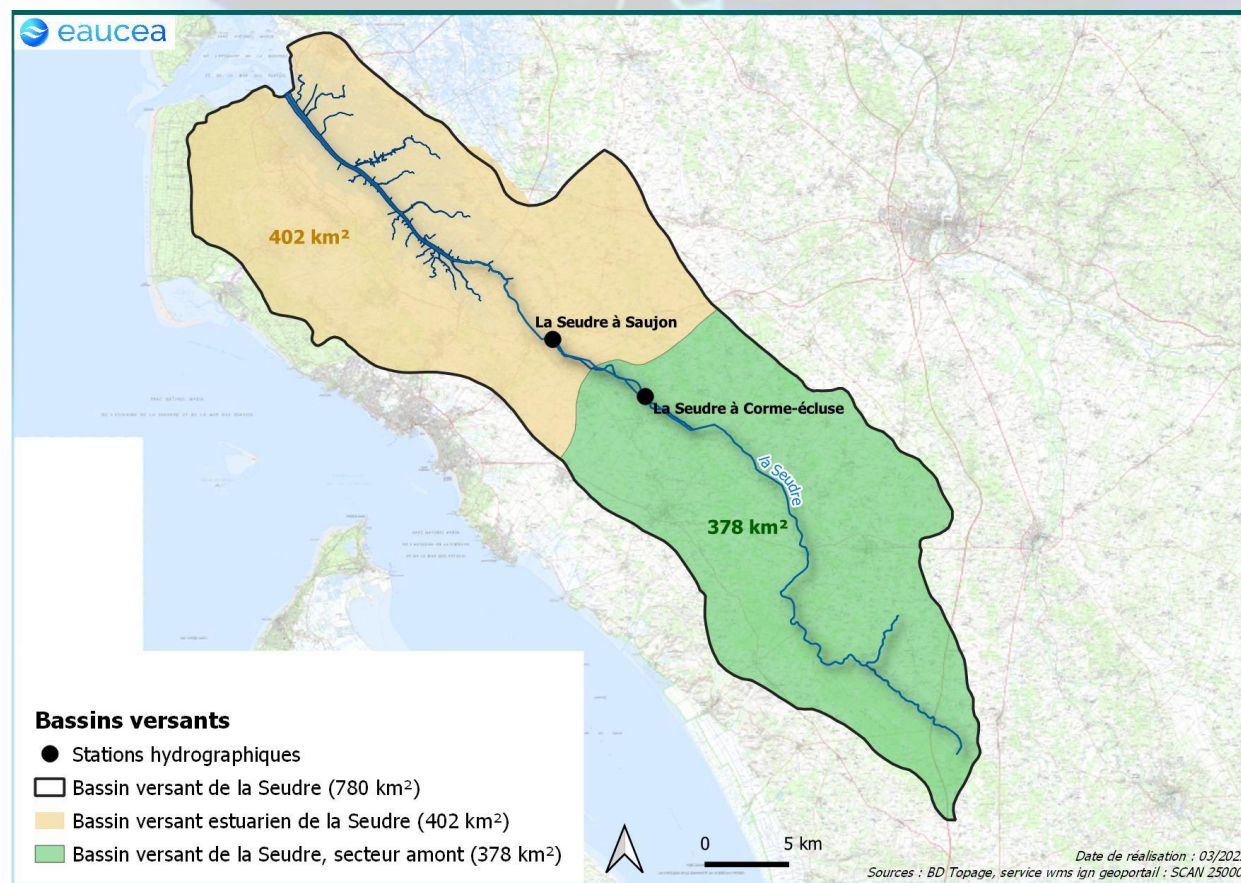
Logigramme pour la fixation du Débit Biologique estuarien

RÉSUMÉ GRAPHIQUE



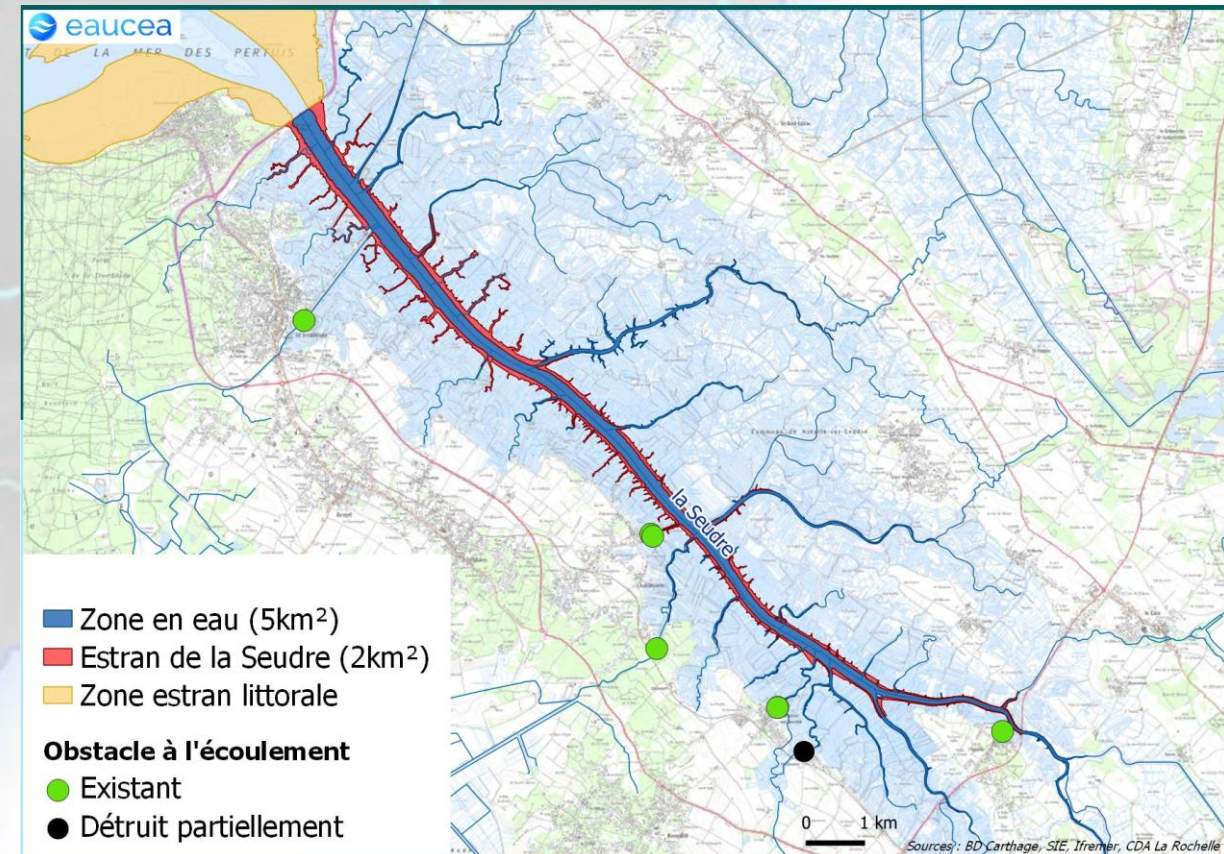
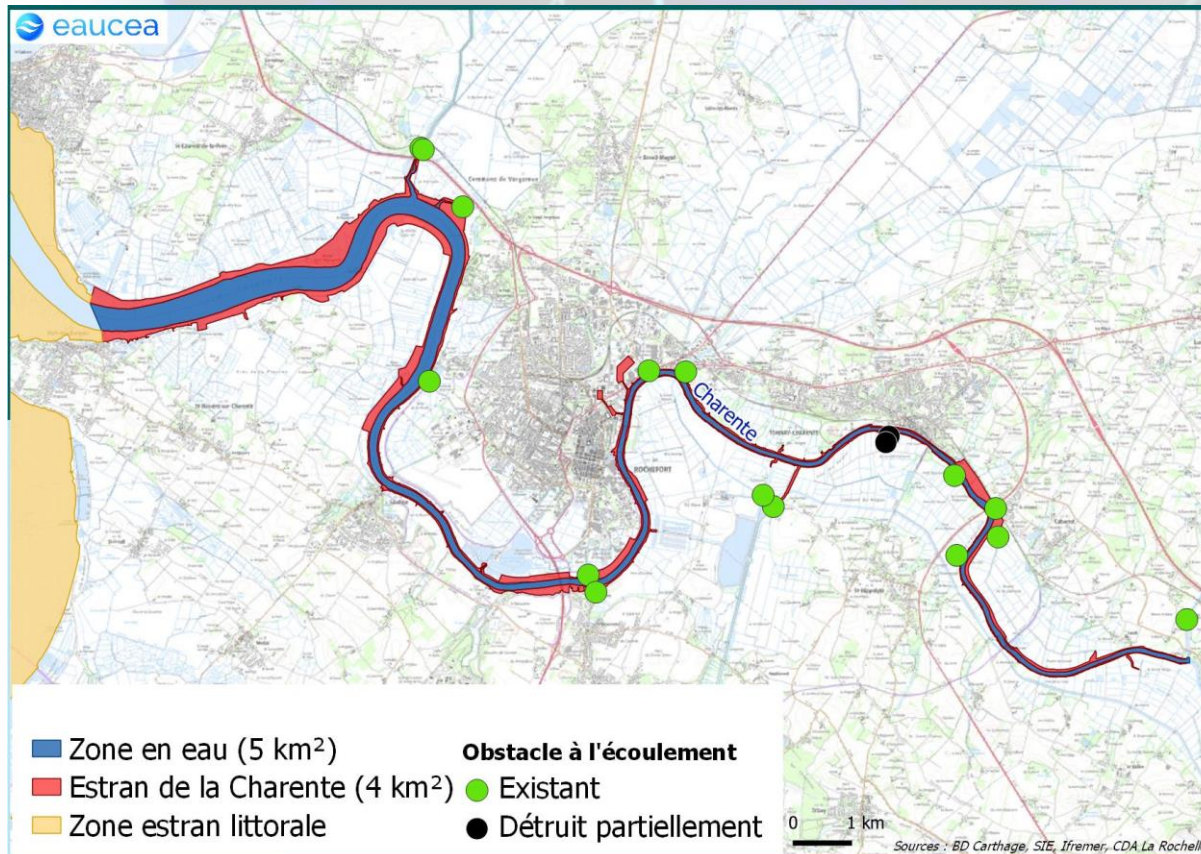
2 domaines d'études contrastés

	Bassins versants directs estuariens	bassins fluviaux
Charente	4%	96% (85 m3/s module)
Seudre	51%	49% (1,48 m3/s module)

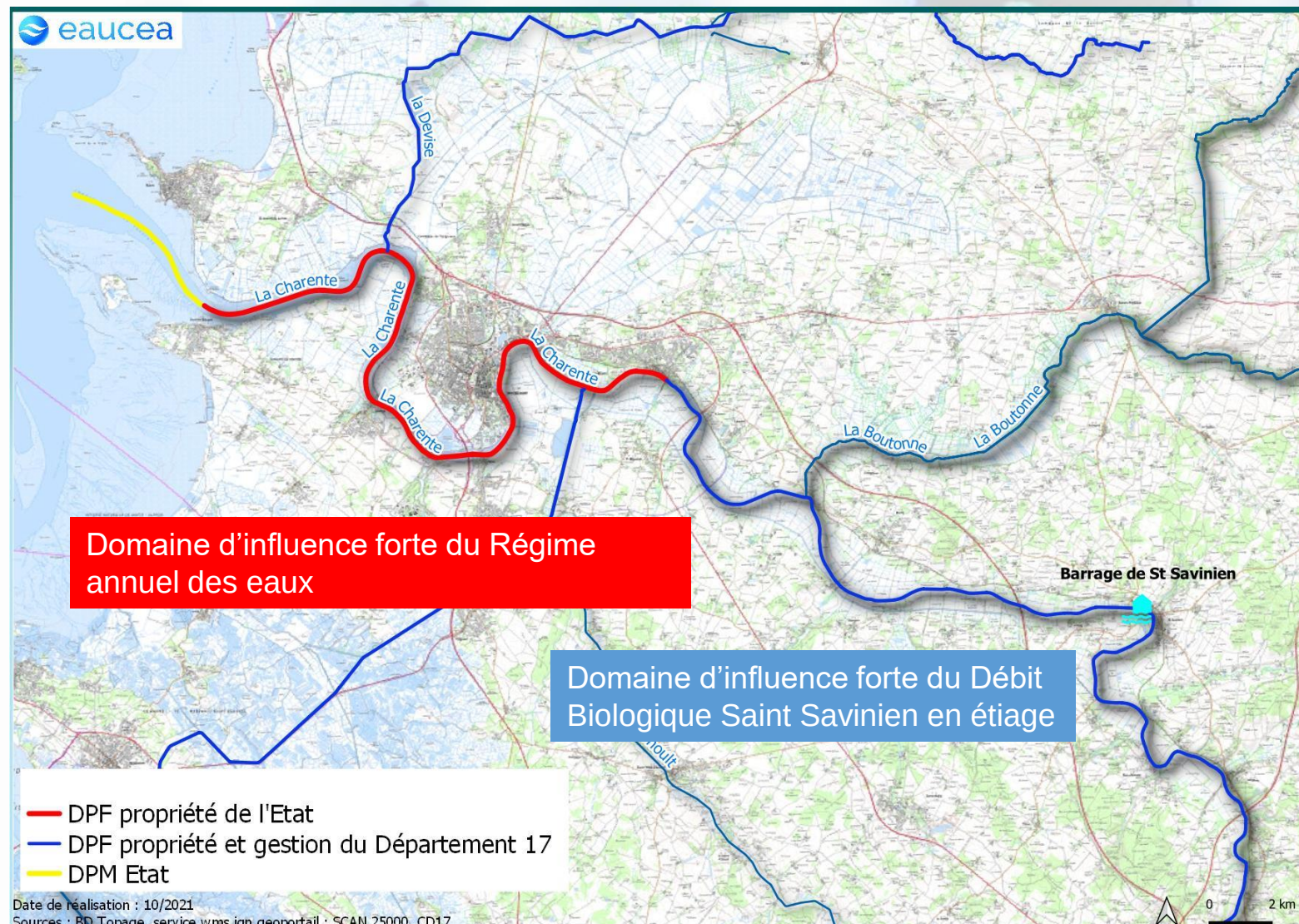


Contexte hydromorphologiques

Deux estuaires comparables car vaseux et même exutoire mais dissemblables dans leur contexte (emprise des marais) et leur fonctionnement (influence fluviale)



La question du débit biologique de Saint Savinien



Proposition de
Périmètre
De Saint Savinien à
l'amont du pont de
Tonnay-Charente.

Zone limite du DPF et
zone de changement
écologique

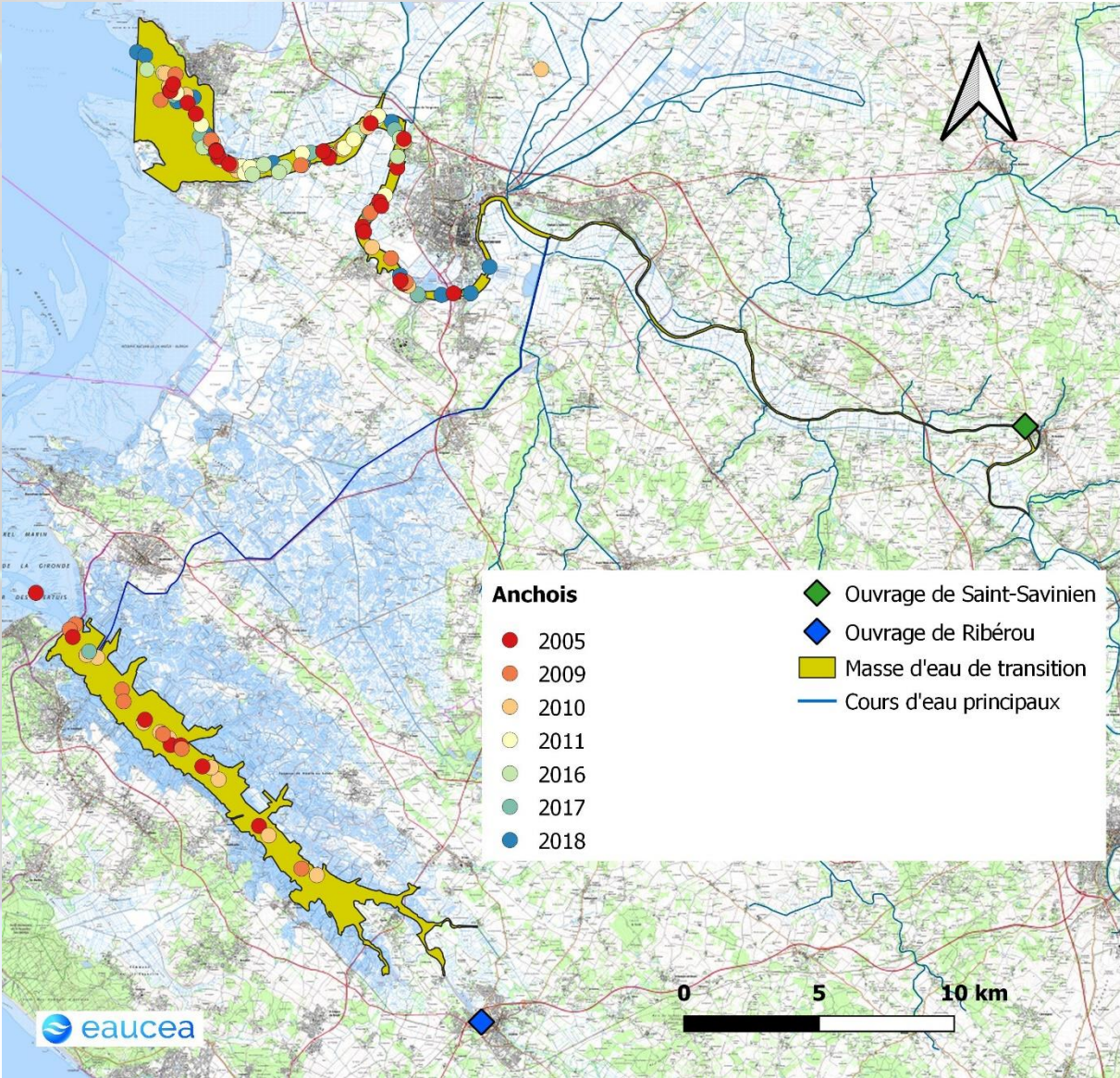
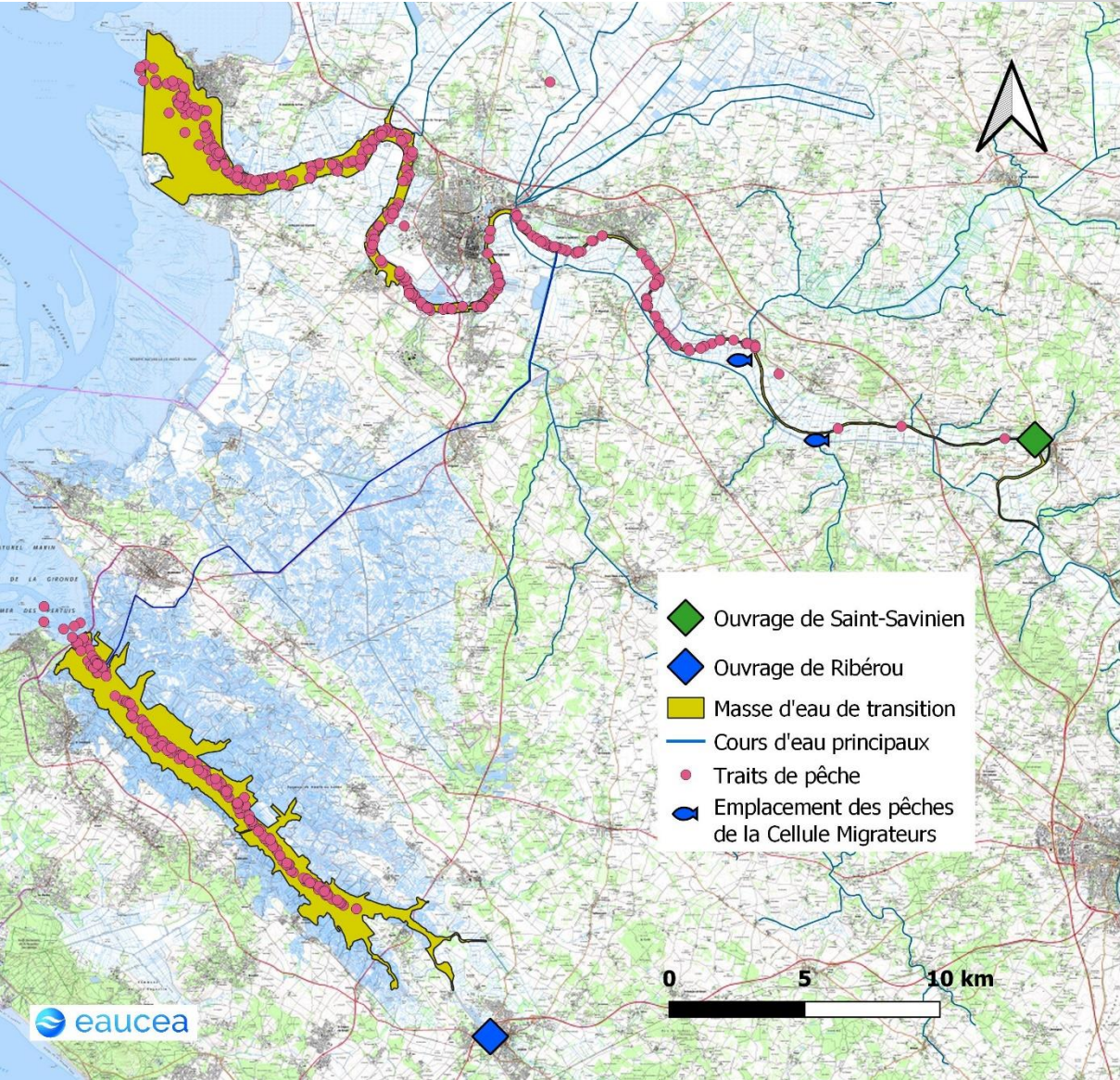
Caractériser les fonctions écologiques à préserver

4 fonctions majeures sont identifiées dans la bibliographie scientifique des estuaires (Jean Paul Ducroy)

- Reproduction et nurserie => cartographie x exigence x espèces ;
- Zone d'alimentation=> cartographie x exigence x espèces ;
- Refuge=> cartographie x exigence x espèces ;
- Voie de migration => caractérisation des obstacles x espèces. = > Données enregistrées aux passes à poissons

Les objectifs environnementaux

Les espèces présentes (DCE)



Les objectifs environnementaux

Fixation d'objectifs milieux

La salinité : facteur de structuration longitudinal de l'écosystème

L'oxygène : Limite physiologique
Seuil de la DCE 3 mg/l et 5 mg/l

La turbidité : frontière écologique dans certains cas

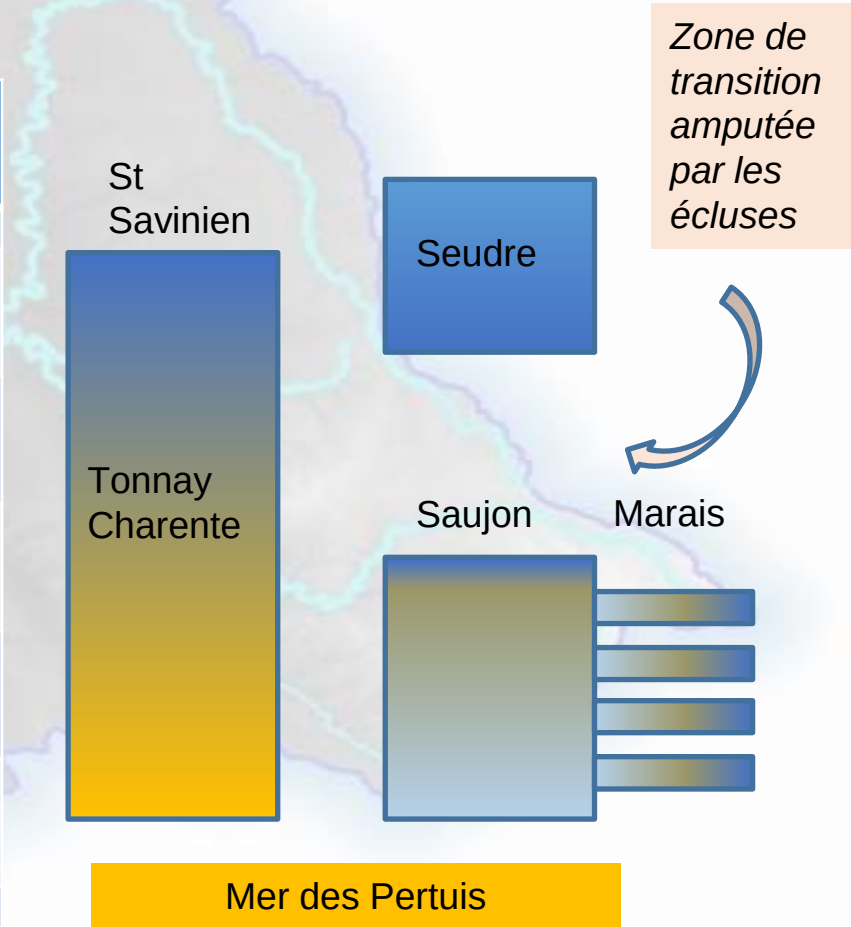
Tableau 13. Grille proposée en oxygène dissous, température, turbidité et salinité pour les poissons dans les masses d'eaux de transition françaises.

Classes	Oxygène	Température (°C)		Turbidité (NTU) : masse		Salinité (PSU)
	OD mg.L ⁻¹	Estuaire	Lagune	Tidale	Non tidale	Lagune (*)
Très bonne	≥ 7	< 20	< 22	≤ 50	< 5	< 40
Bonne	< 7 et ≥ 5	≥ 20 et < 23	≥ 22 et < 25			
Moyenne	< 5 et ≥ 3	≥ 23 et < 28	≥ 25 et < 30	> 50 et ≤ 500	> 5 et ≤ 50	≥ 40 et < 100
Médiocre	< 3 et ≥ 2	≥ 28	≥ 30	> 500	> 50	≥ 100
Mauvaise	< 2					

Les objectifs environnementaux

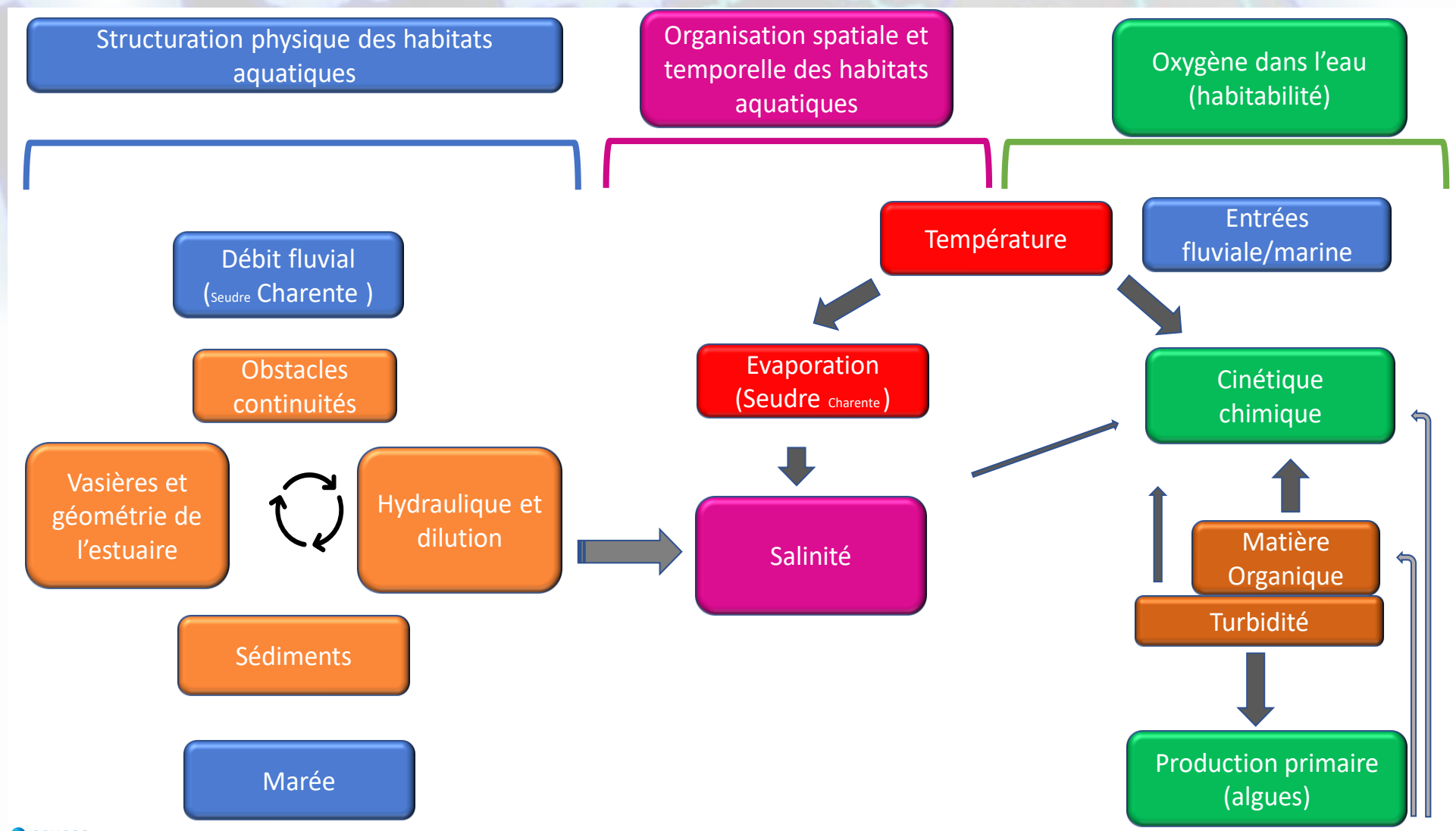
La salinité un critère majeur de sectorisation

code de l'élément	Mnémonique de l'élément	Libellé de l'élément	Statut de l'élément	Définition de l'élément
F	Freshwater	< 0,5 pour mille	Validé	"Eau douce" : eau très peu salée, < 0,5 psu [unité pratique de salinité]
O	Oligohaline	0,5 à 5 pour mille	Validé	Oligohaline : eau peu salée, de 0,5 à 5-6 psu [unité pratique de salinité]
M	Mesohaline	5 à 18 pour mille	Validé	Mésohaline : eau moyennement salée, de 5-6 à 18-20 psu [unité pratique de salinité]
P	Polyhaline	18 à 30 pour mille	Validé	Polyhaline : eau fortement salée, de 18-20 à 30 psu [unité pratique de salinité]
E	Euhaline	30 à 40 pour mille	Validé	Euhaline : eau totalement salée, > 30 psu [unité pratique de salinité]
0	Inconnu	Inconnu	Validé	



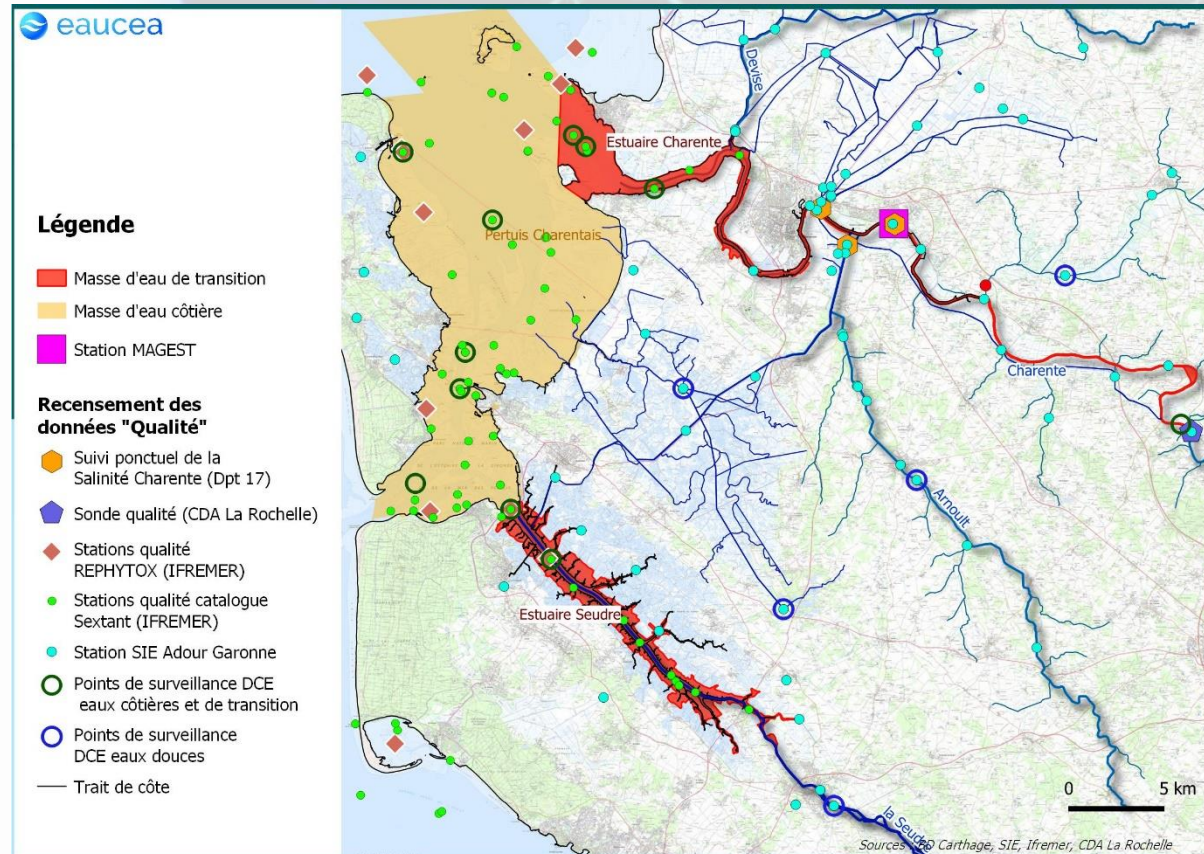
Une conséquence opérationnelle : le DR de Saint Savinien s’arrêterait au domaine fluvio estuarien à la limite des 5 g/L au pont de Tonnay (limite DPF) => Influence possible de la gestion du barrage

Le débit comme objectif impose de répondre à plusieurs questions



Données ponctuelles réseau de suivi

Données Continues



MAGEST Tonnay Charente >2019
MAGEST Seudre > 2021
CD 17 L'Houmée > 2021
Etiage 2017/2018/2019 St Savinien
Sonde CRC Pb en 2021

Données discontinues mais précieuse du Crea
car 20 ans de suivis (20 000 données de salinité)

Essort des données en continu

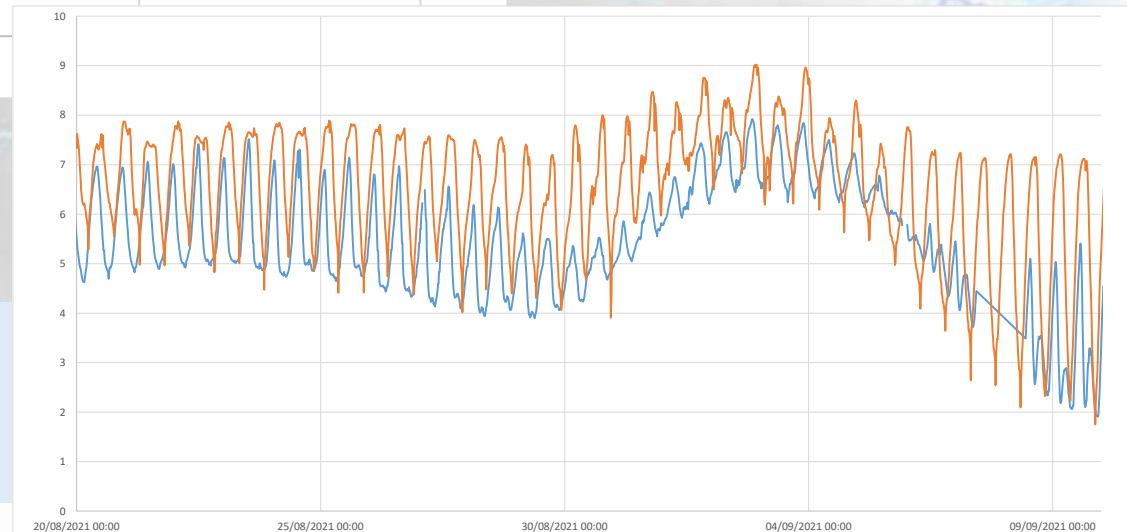
Plusieurs échelles d'analyse autorisées par ces nouveaux capteurs

Oxygène (mg/l) Tonnay Charente



Suivi pluriannuel
(moyenne journalière) et
effets saisonniers
hydrologiques et
thermiques

Suivi haute fréquence
et cycle des marées +
comparaison entre
capteurs



L'enjeu des modèles physiques : le couplage débit et marée

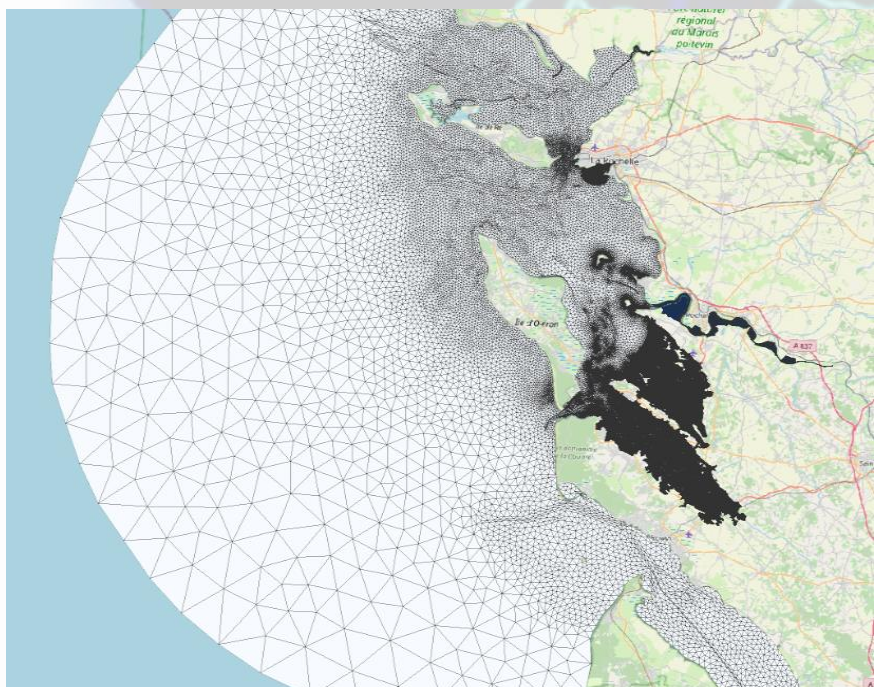
- Prédiction des conditions géométriques : profondeurs, zones découvertes;
- Prédiction des conditions d'écoulement : vitesse et hétérogénéité entre surface et fond, condition de mélange;
- Prédiction de la salinité;
- Prédiction des conditions sédimentaires, l'emprise du bouchon vaseux.

Modélisation hydrodynamique et salinité/pas sédimentaire

Plan Initial : Pour la Charente Mars 3 D avec le LIENS
Exploitation des connaissances acquises

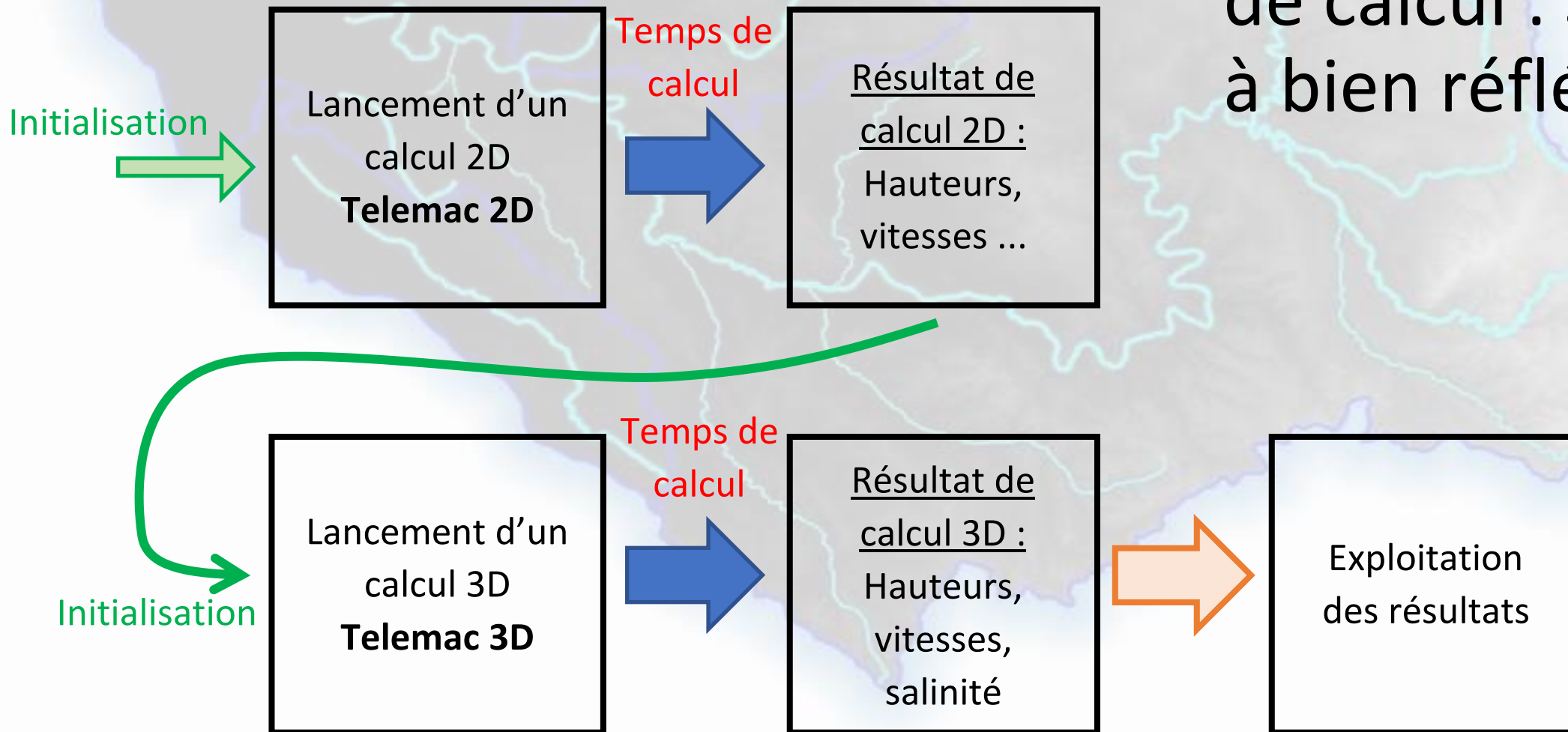
Plan B : Telemac 2D/3D
Plus étendue vers l'amont que Mars 3D => enjeu Débit biologique Saint
Savinien
Modélisation Seudre

Données mobilisées et traitées => maillage



Seudre	Charente
• <u>Zone maritime et estuarienne :</u> ○ Bathymétrie Moch, résolution 10 m (travail de recalage effectué) ○ Bathymétrie SHOM (MNT côtier pertuis HOMONIM, résolution 20 m) en complément ou remplacement sur des secteurs précis • <u>Chenaux et partie amont de l'estuaire :</u> ○ Bathymétrie Moch, résolution 10 m (travail de recalage effectué) ○ RGE Alti 2019, résolution 1 m. Sur les secteurs levés à marée basse ○ MNT Brouage Seudre, résolution 50 cm. Ponctuellement sur des secteurs levés à marée basse en vérifiant la cohérence avec les autres données altimétriques. ○ Modèle Artelia, pour la partie amont du canal de la Seudre et du canal de Darcie car les autres données ne sont pas suffisamment fines ou cohérentes. • <u>Secteurs hors d'eau (marais, plages, ...)</u> ○ RGE Alti 2019, résolution 1 m ○ MNT côtier Pertuis HOMONIM, résolution 20 m en complément sur des secteurs précis.	• <u>Zone maritime et estuarienne :</u> ○ Bathymétrie Moch, résolution 10 m (travail de recalage effectué) ○ Bathymétrie SHOM (MNT côtier pertuis HOMONIM, résolution 20 m) en complément ou remplacement sur des secteurs précis • <u>Chenaux et partie amont de l'estuaire :</u> ○ Bathymétrie Moch, résolution 10 m (travail de recalage effectué) ○ Lidar Charente, résolution 0,5 m ○ RGE Alti 2019, résolution 1 m. Sur les secteurs levés à marée basse ○ Bathymétrie 2009 jusqu'à St-Savinien ○ Bathymétrie HOMONIM • <u>Secteurs hors d'eau (marais, plages, ...)</u> ○ RGE Alti 2019, résolution 1 m ○ Lidar Charente, résolution 0,5 m ○ MNT côtier Pertuis HOMONIM, résolution 20 m en complément sur des secteurs précis.

Simulation :
Processus lourd
couteux en temps
de calcul : Scénarios
à bien réfléchir



Bloc II : Les outils de quantification

Modélisations

des forces motrices (Hydrauliques et physico chimie)

Couplage envisagé et en cours
de test mesure/modélisation
hydrodynamique et modèle
boîte noire Sturi'eau

Modèle 1

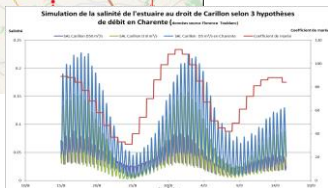
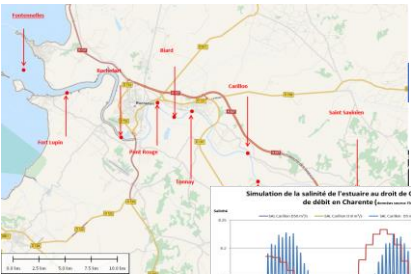
Mesures
expérimentales



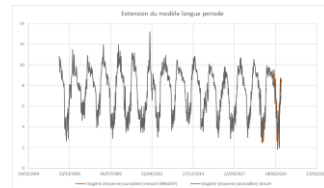
Modèle
explicite Ifremer
(Mars 3D)



Production de Jeux de données
théoriques simulées réparties sur
l'estuaire
(exemple thèse F.Toublanc)



Interprétation DMB



Production de
scénarios
hydrologiques



Calage de N
modèles sturi'eau



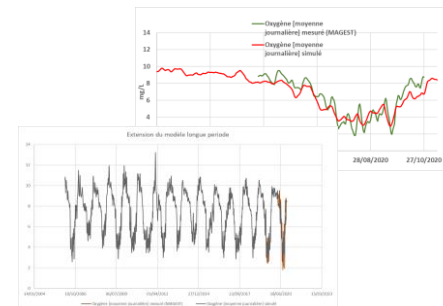
Modèle 2



Mesures expérimentales
Continues
Magest, autres

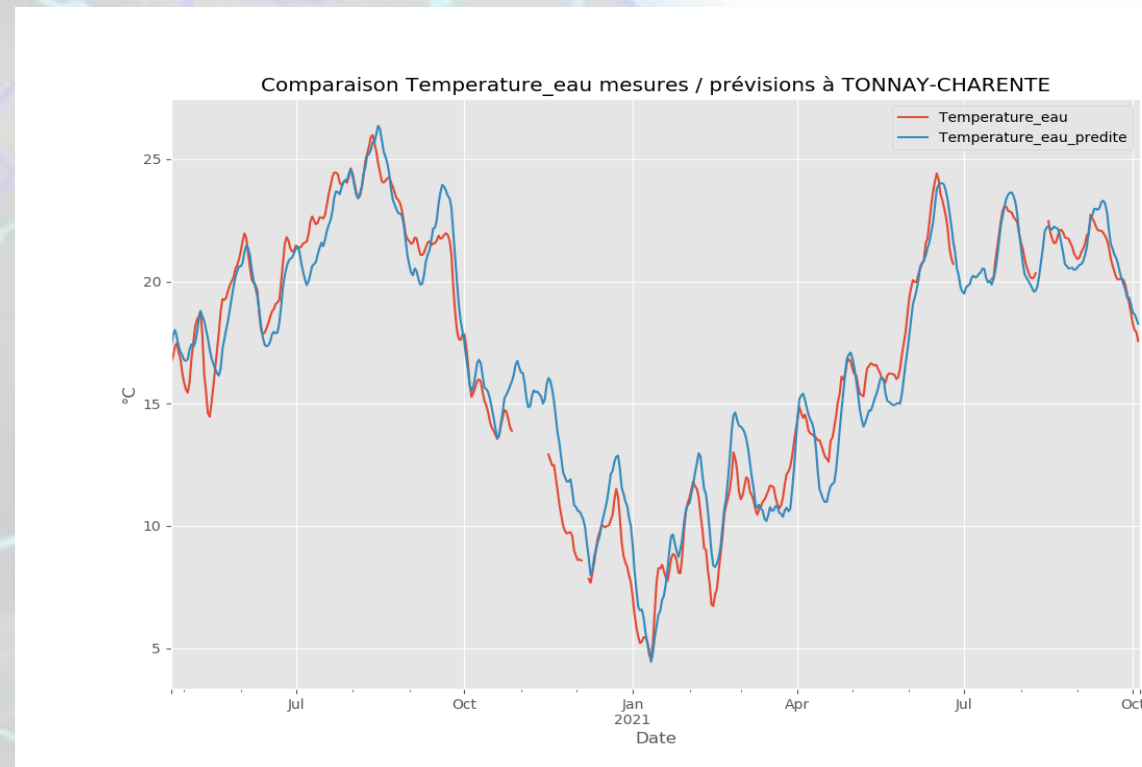


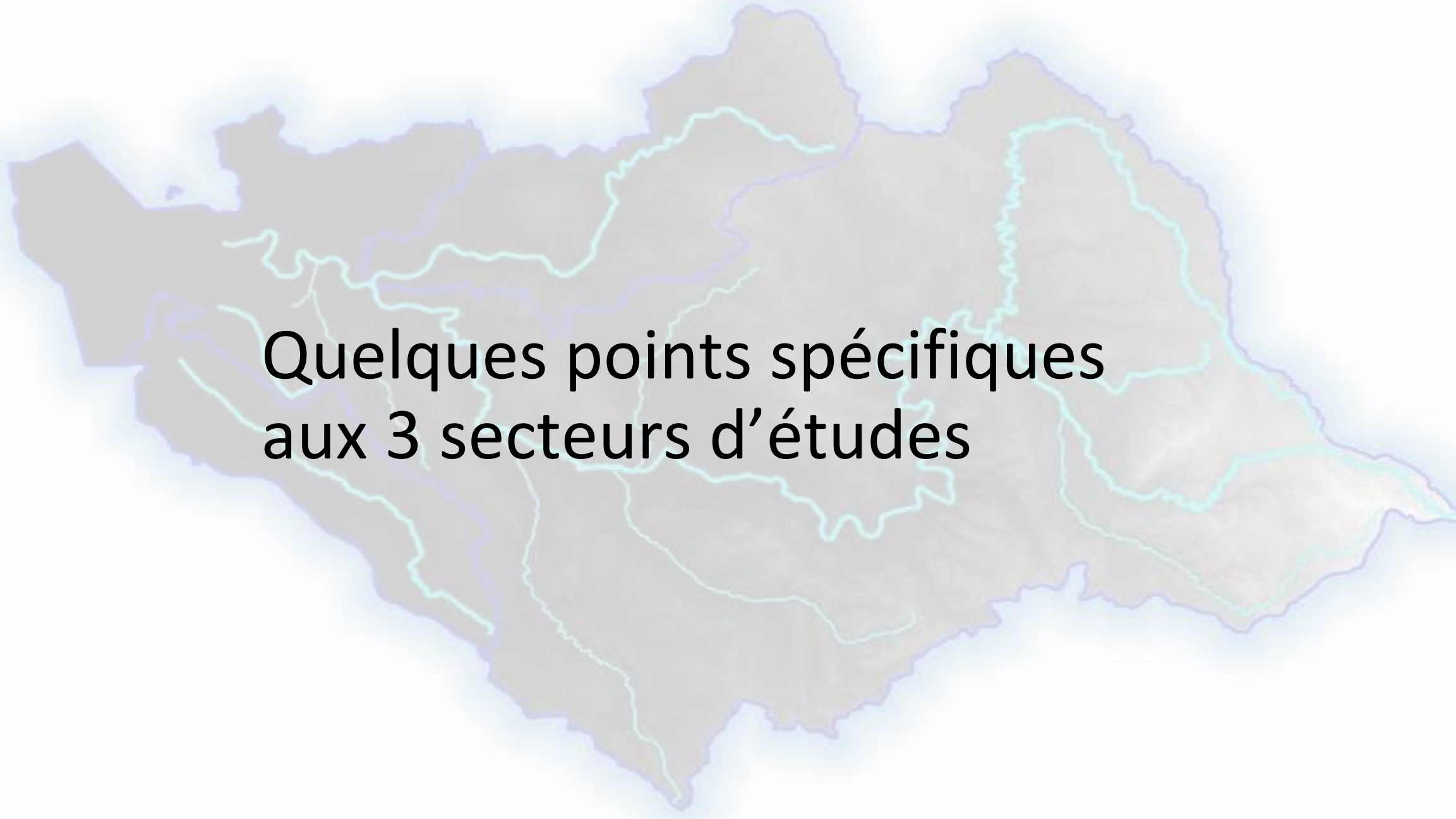
Formalisation
Modèle boîte
noire
« Sturi'eau »



Suivis à envisager

- Calage des modèles hydrodynamiques (en cours) et de mélange (salinité)
- Calage des modèles qualités oxygènes (Sturieu dans un premier temps)
- Mesures spécifiques à déterminer (selon recommandation du conseil scientifique)
- Compréhension du cycle de la matière organique estuarienne





Quelques points spécifiques
aux 3 secteurs d'études

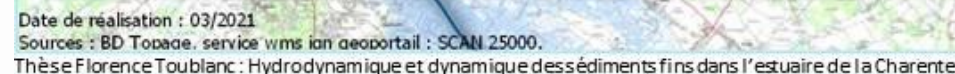
Fonctionnement physique : Des connaissances académiques très hétérogènes selon les secteurs

- Modélisation hydro-sédimentaire (thèse LIENS) pour la Charente jusqu'à l'Houmée + modélisation crue/inondation
- Modélisation exclusivement hydraulique inondation pour la Seudre (études)

Fonctionnement écologique : Des connaissances académiques très hétérogènes selon l'estuaire

- Thèses sur la structuration de l'estuaire de la Charente
- Suivis migrateurs à saint Savinien
- Connaissances plus empiriques par les acteurs sur la Seudre

Confirme le caractère oligohalin dominant (< 5 g/L) du tronçon en amont de Tonnay Charente



Charente: estuaire et Saint Savinien

Le bouchon vaseux
(maximum de turbidité) :
mécanisme

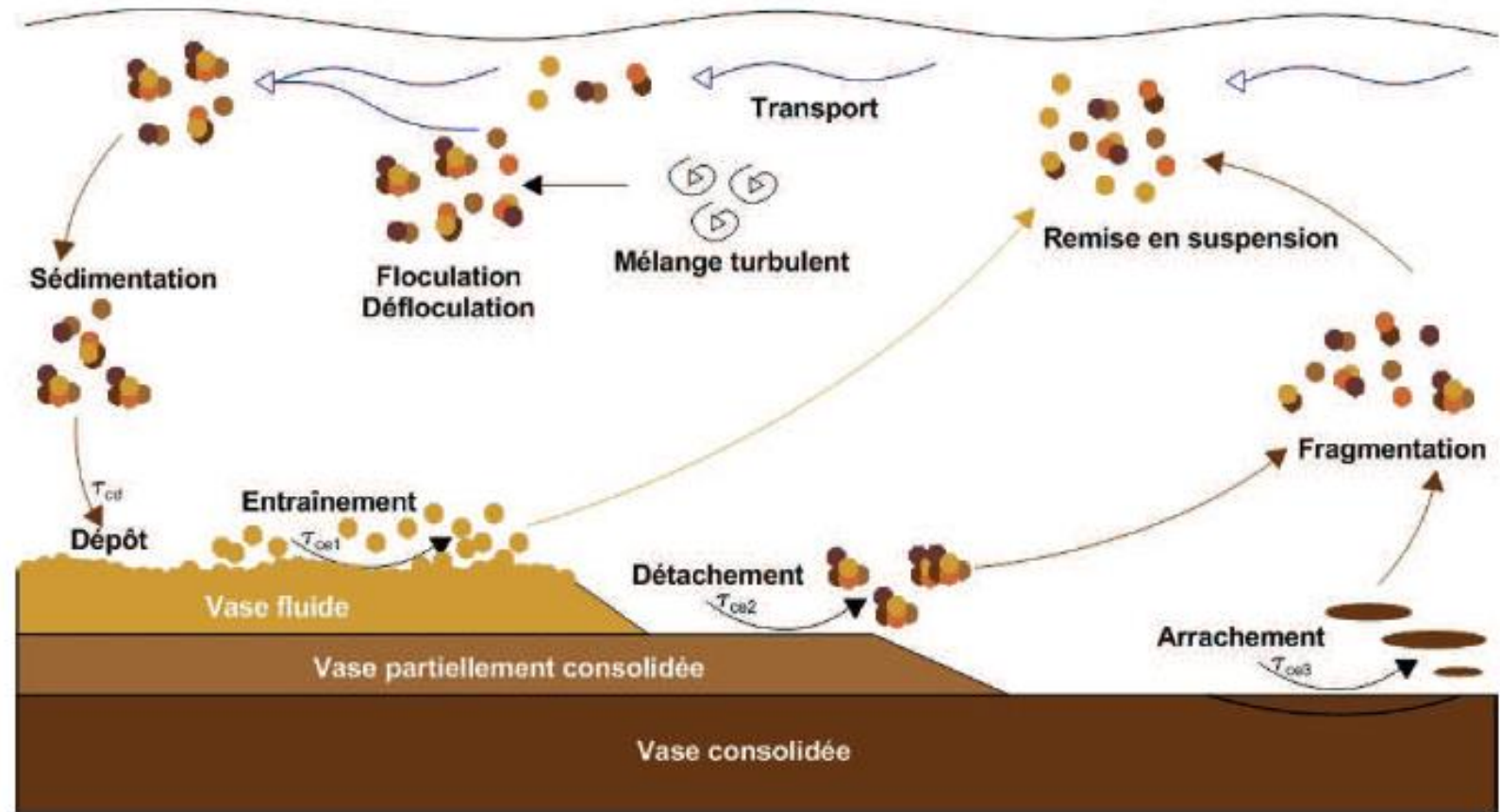


FIGURE 1.11 – Cycle des sédiments fins en estuaire, d'après Maggi [2005] et Verney [2006]

τ_{cd} : Contrainte critique de dépôt

τ_{ce} : Contrainte critique d'érosion ($\tau_{ce1} < \tau_{ce2} < \tau_{ce3}$)

Charente: estuaire et Saint Savinien

Le bouchon
vaseux
(maximum de
turbidité) :
Centré sur
Rochefort

Modélisation
LIENS en
étiage sévère
(5 m³/s)

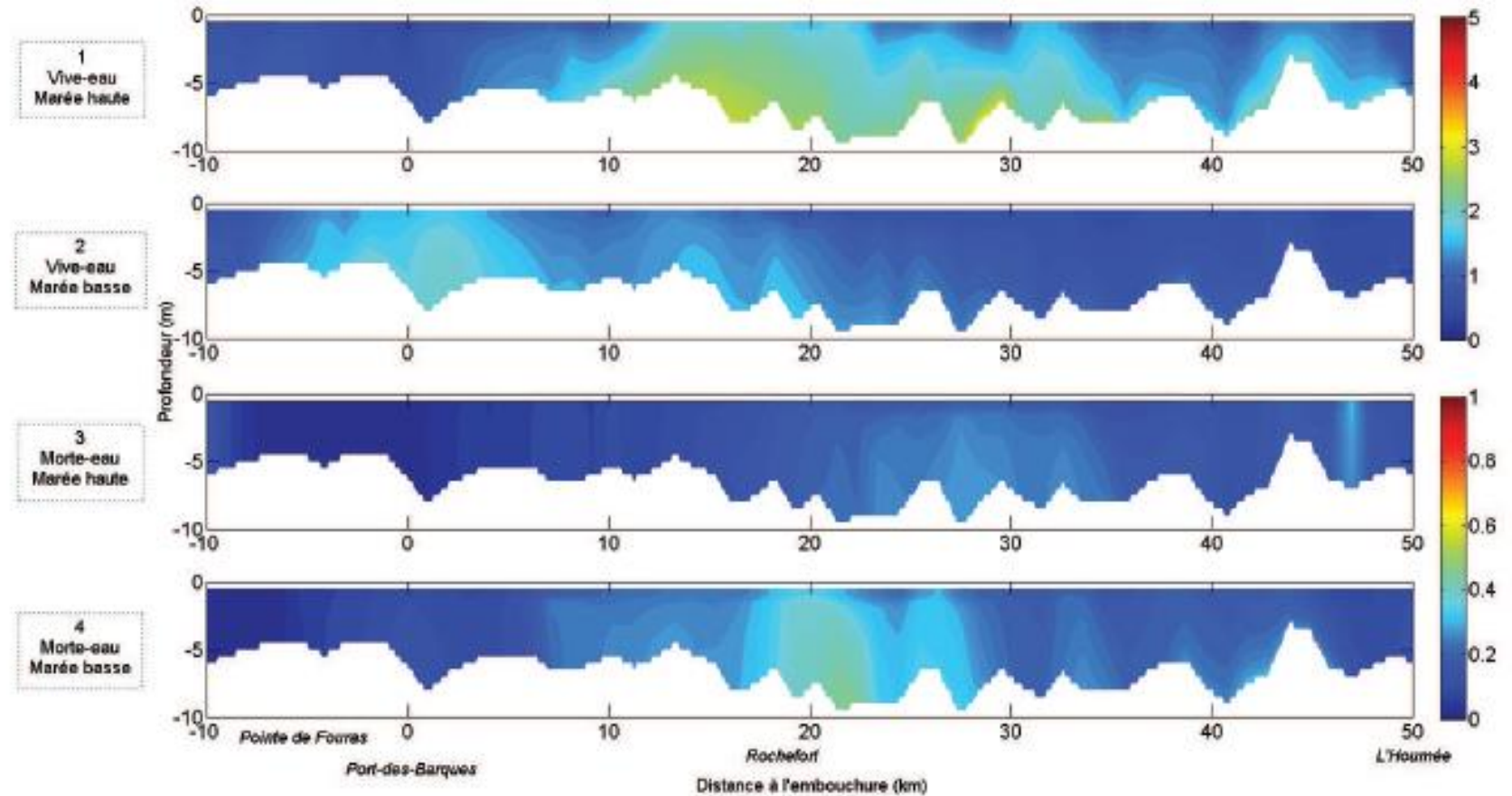


FIGURE 5.20 – Concentrations en sédiments en suspension, pleines et basses mers de vive-eau et morte-eau (g/L) - Débit d'étiage (5 m³/s)

Le bouchon de turbidité un élément structurant pour l'écosystème planctonique estuarien

Confirme le caractère écologique spécifique amont Rochefort (=> Débit Biologique saint Savinien)
Aval Rochefort (=> débit biologique estuaire)

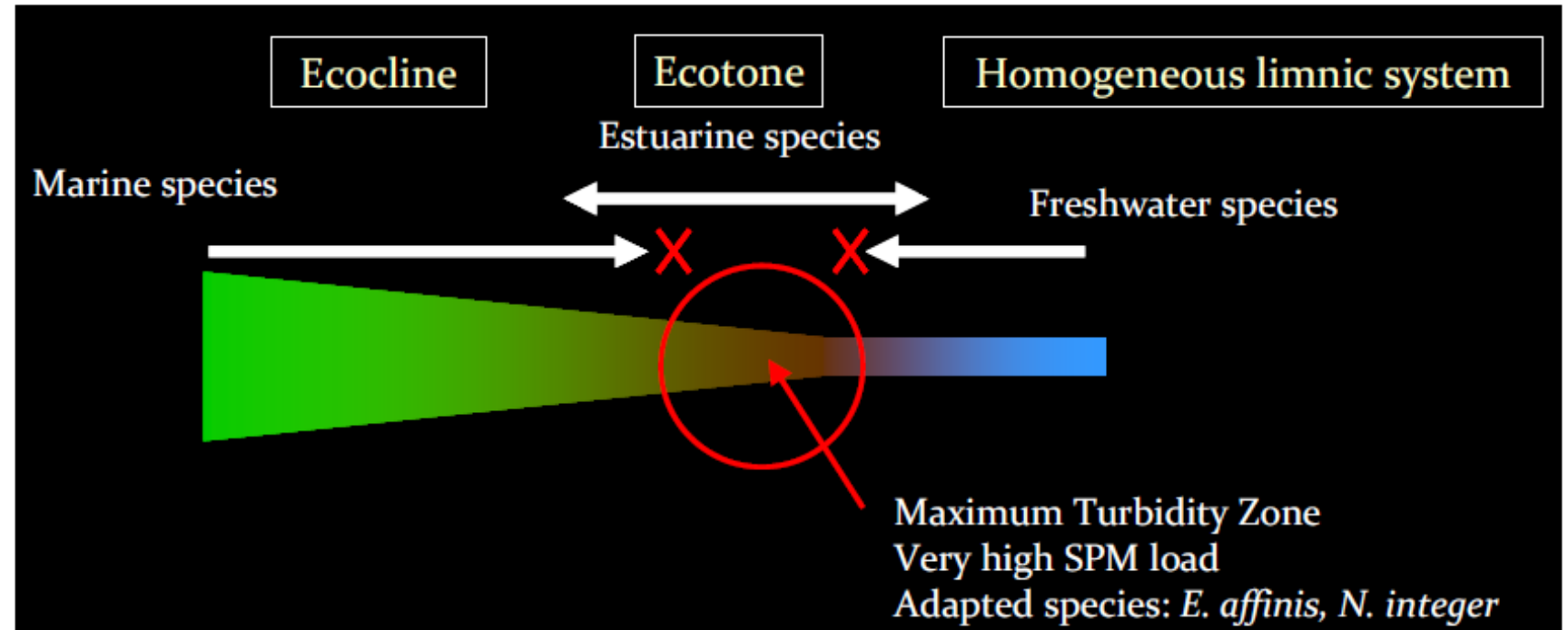


Fig. 2.11 Frontières écologiques en estuaire: modèle conceptuel tel que proposé à la suite de la présente étude pour la communauté zooplanctonique d'un estuaire turbide, la Charente.

Julien Modéran. Estuaire de la Charente : structure de communauté et écologie trophique du zooplancton, approche écosystémique de la contamination métallique.

Spécifique estuaire Charente aval : Modèle Télémac 2 D

Salinité

Systematisation de la démarche en plusieurs points d'intérêt des estuaires

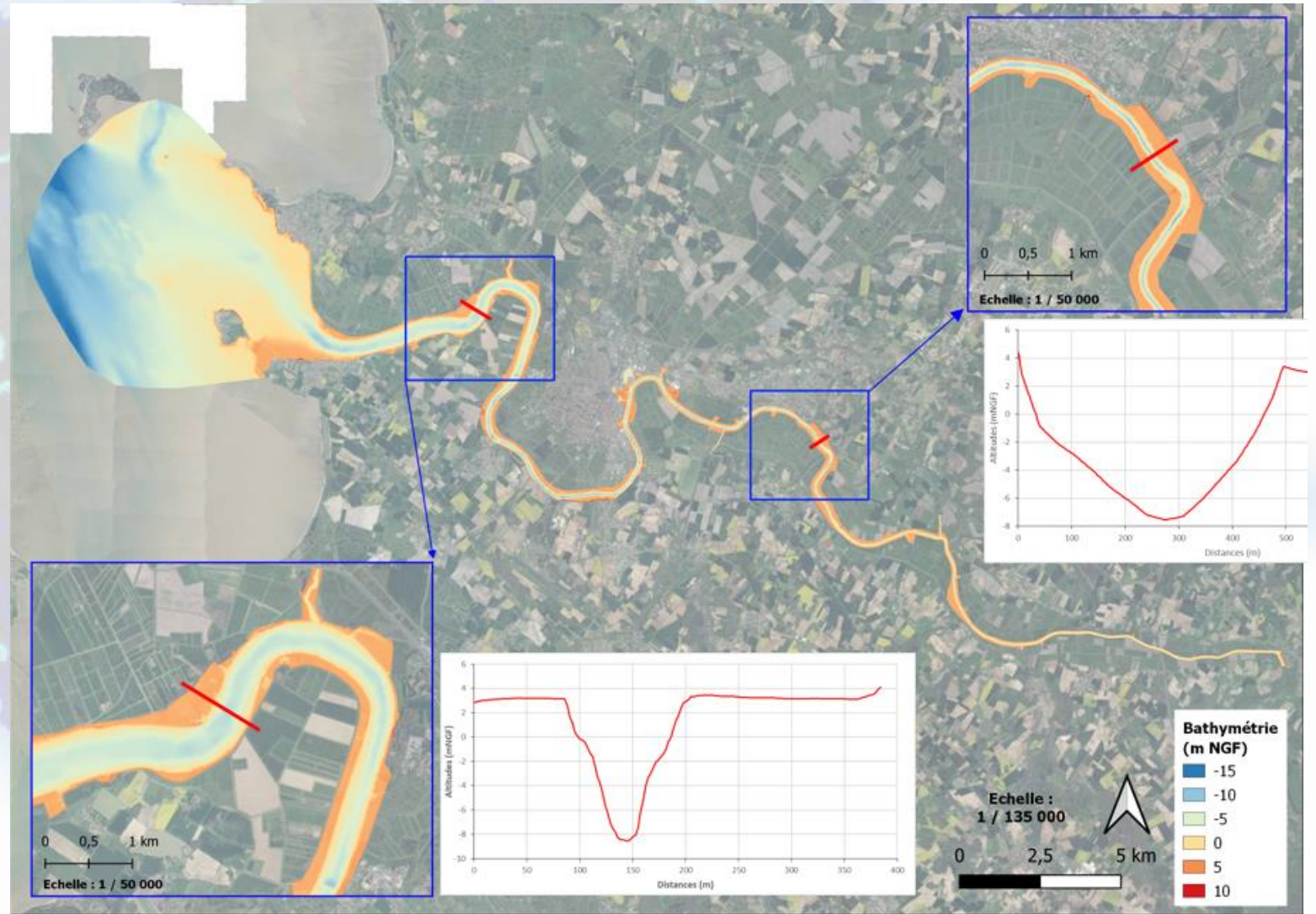


Spécifique estuaire Charente aval :

Hydromorphologie et production primaire

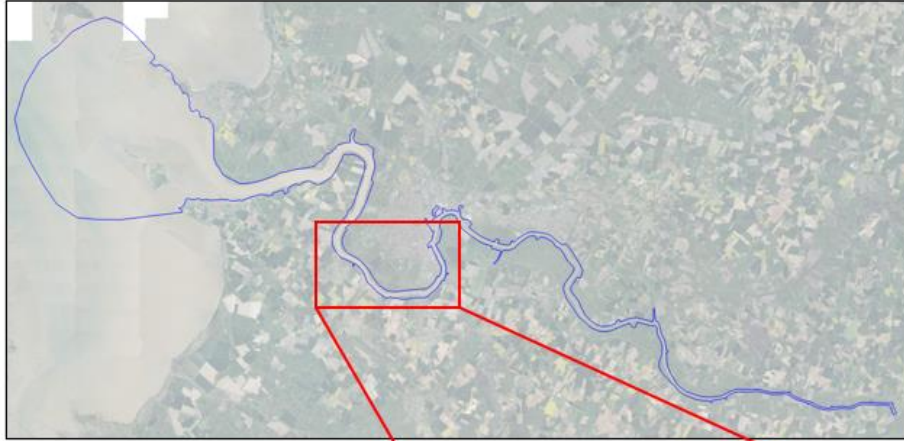
Enjeu Débit biologique
Estuaire :

- dynamique de production primaire sur les vasières 30% du lit (à long termes en lien avec les flux de nutriments)
- Bilan hydro-sédimentaire du bouchon vaseux



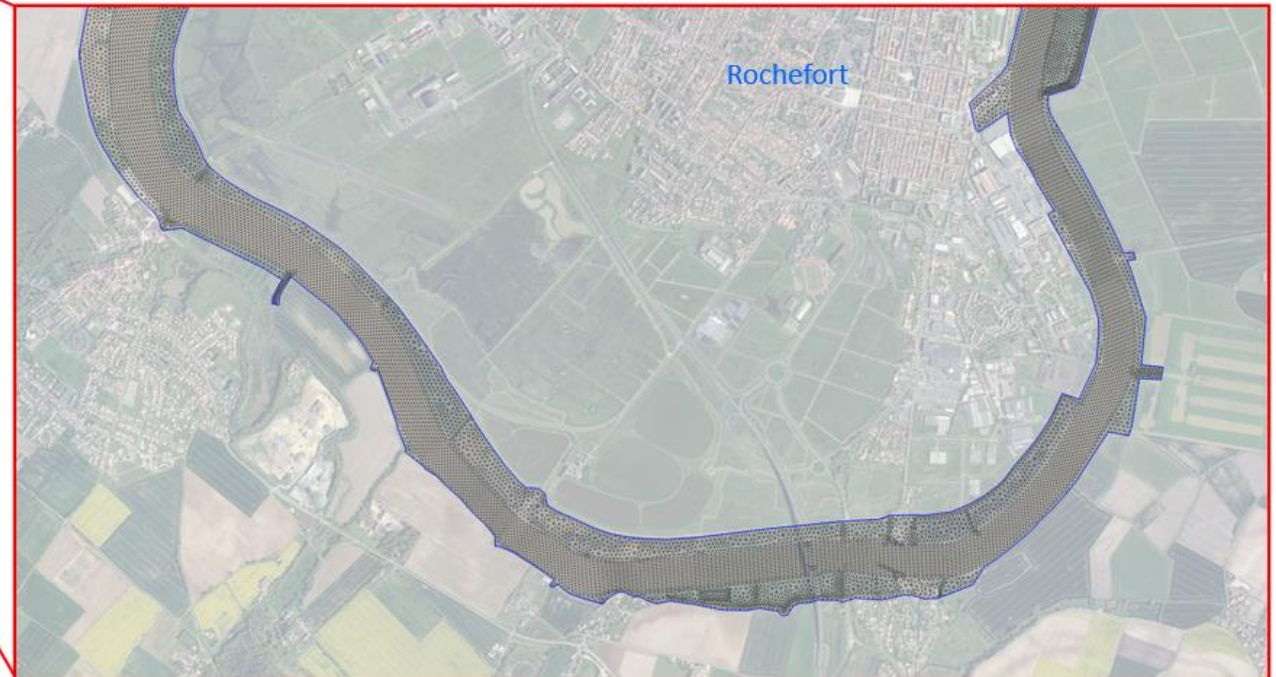
Modélisation Telemac **Charente** :

Enjeu 1: frontière saline et débit d'eau douce.



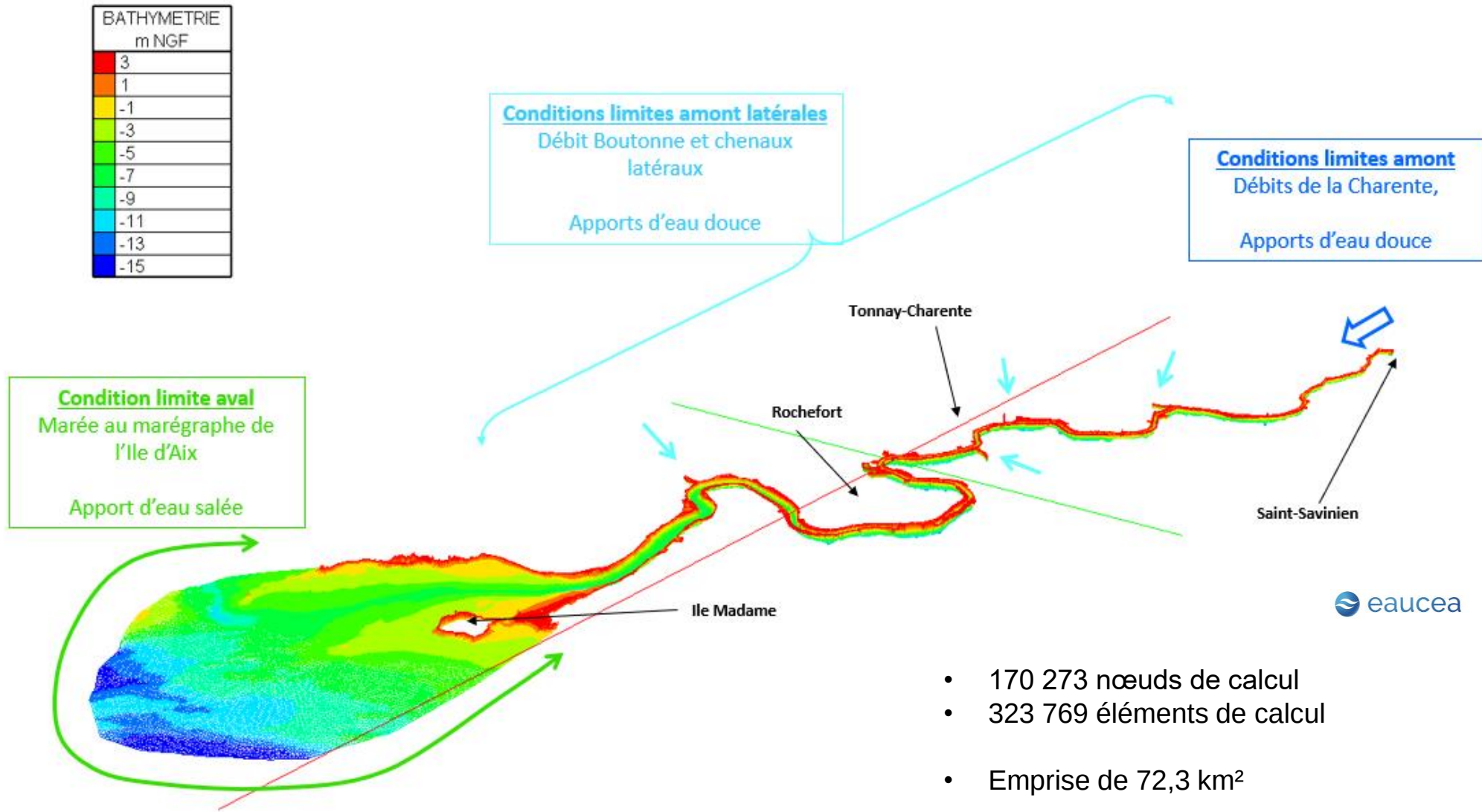
Maillage de calcul du modèle hydrodynamique Charente

- 170 273 nœuds de calcul
- 323 769 éléments de calcul
- Emprise de 72 km²



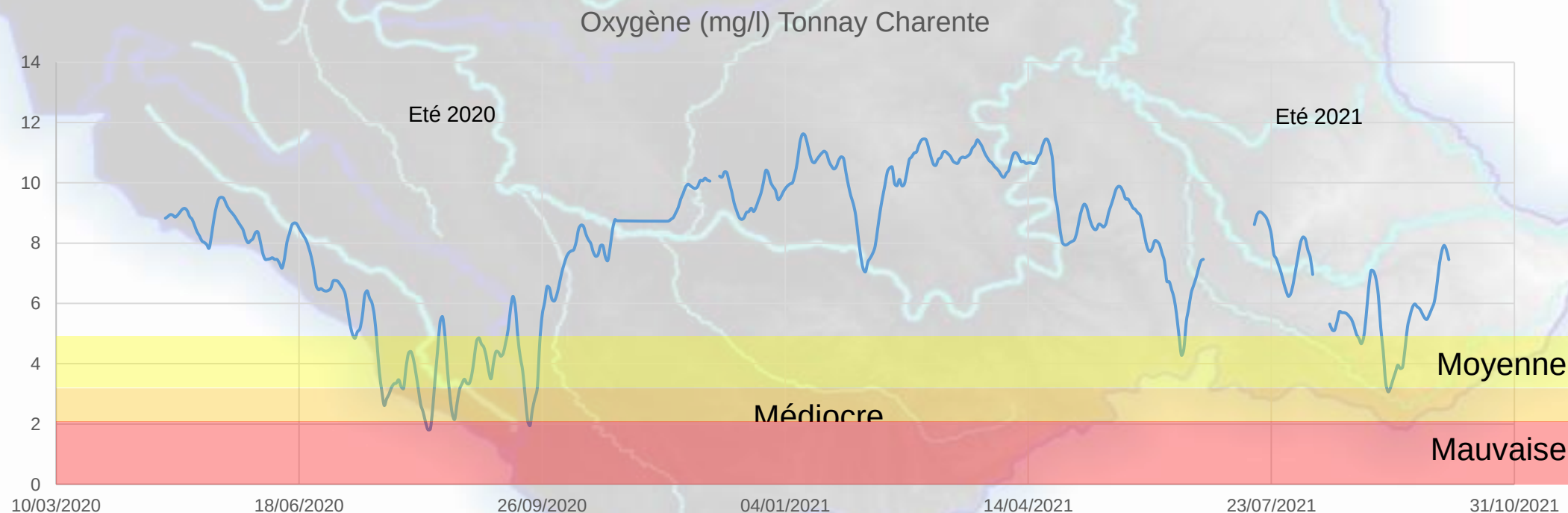
Spécifique Saint Savinien Modélisation Télémac :

enjeux 1: frontière saline et débit d'eau douce.



Spécifique Saint Savinien Mesures en continu

Tonnay et l'Houmée : enjeux 2: Oxygène.

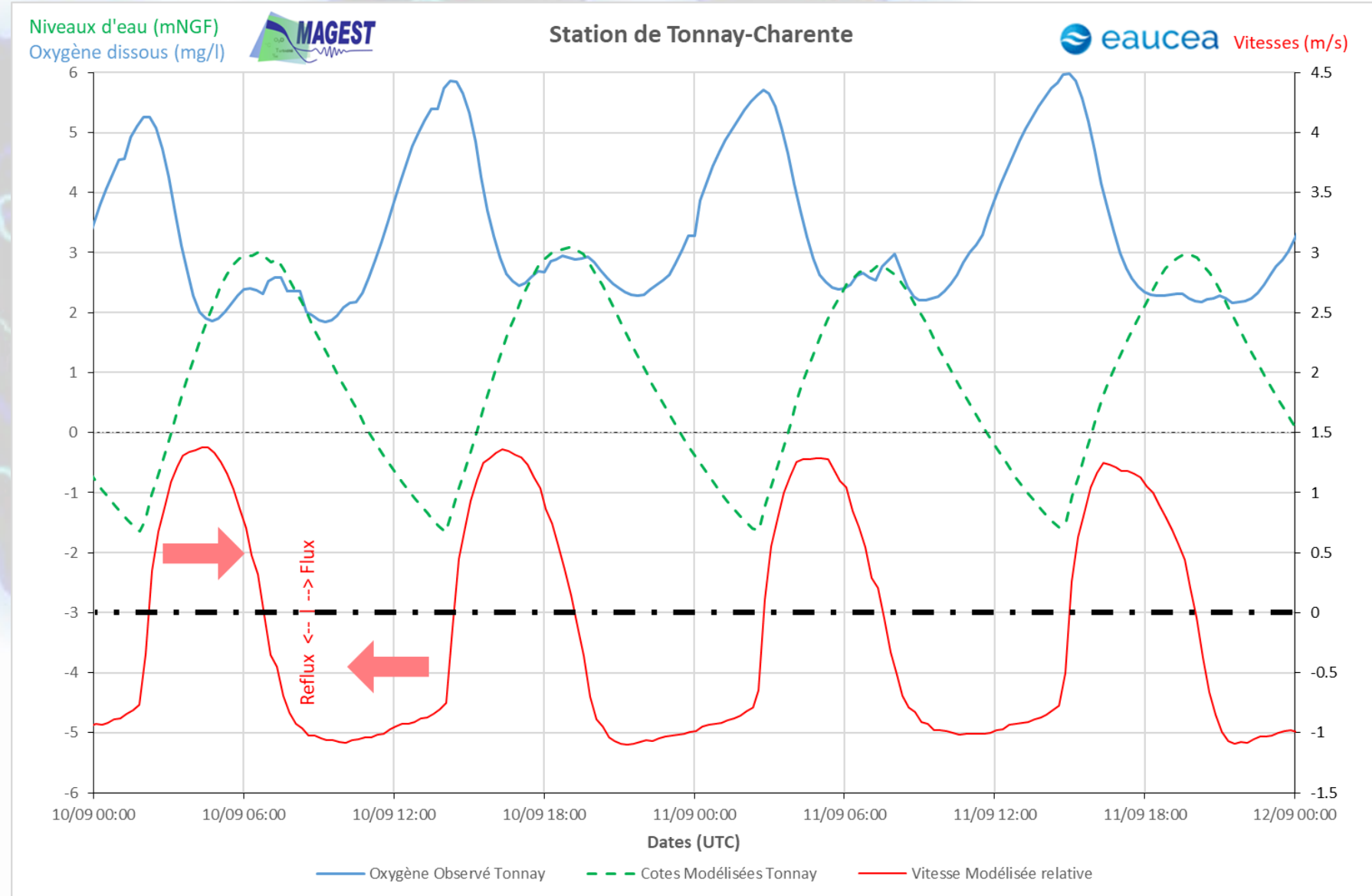


Données MAGEST moyennées par jour

Spécifique Saint Savinien De la mesure O₂ à la modélisation

Application du modèle hydraulique
Telemac

→ Hydrodynamique
[Hauteurs / vitesses] et [Débit / Marée]



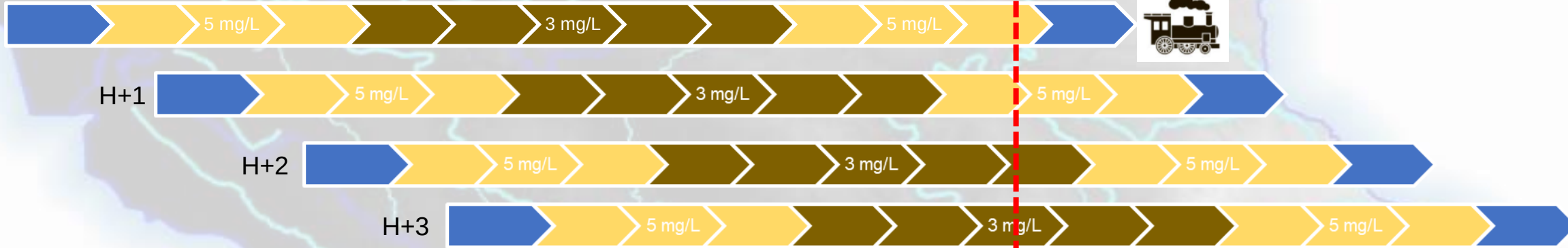
Spécifique Saint Savinien De la mesure O₂ à la modélisation



Observateur

Flux

H



H+1

H+2

H+3

Coef	Cycle	Distances parcourue (m)			
		3 mg/L		5 mg/L	
		Flux	Reflux	Flux	Reflux
100	1	7 327	- 12 702	16 604	- 25 037
101	2	11 745	- 15 793	16 596	- 23 157
100	3	12 239	- 15 941	16 689	- 24 260
99	4	11 712	- 14 819	15 567	- 19 976
96	5	10 603	- 13 788	14 963	- 20 663
92	6	9 167	- 9 570	13 540	- 17 467
87	7	9 612	- 11 696	13 941	- 19 362
81	8	6 687	- 6 110	12 688	- 15 238
73	9	4 956	- 4 295	11 254	- 16 166
66	10	3 547	- 2 295	11 468	- 14 114

Reflux

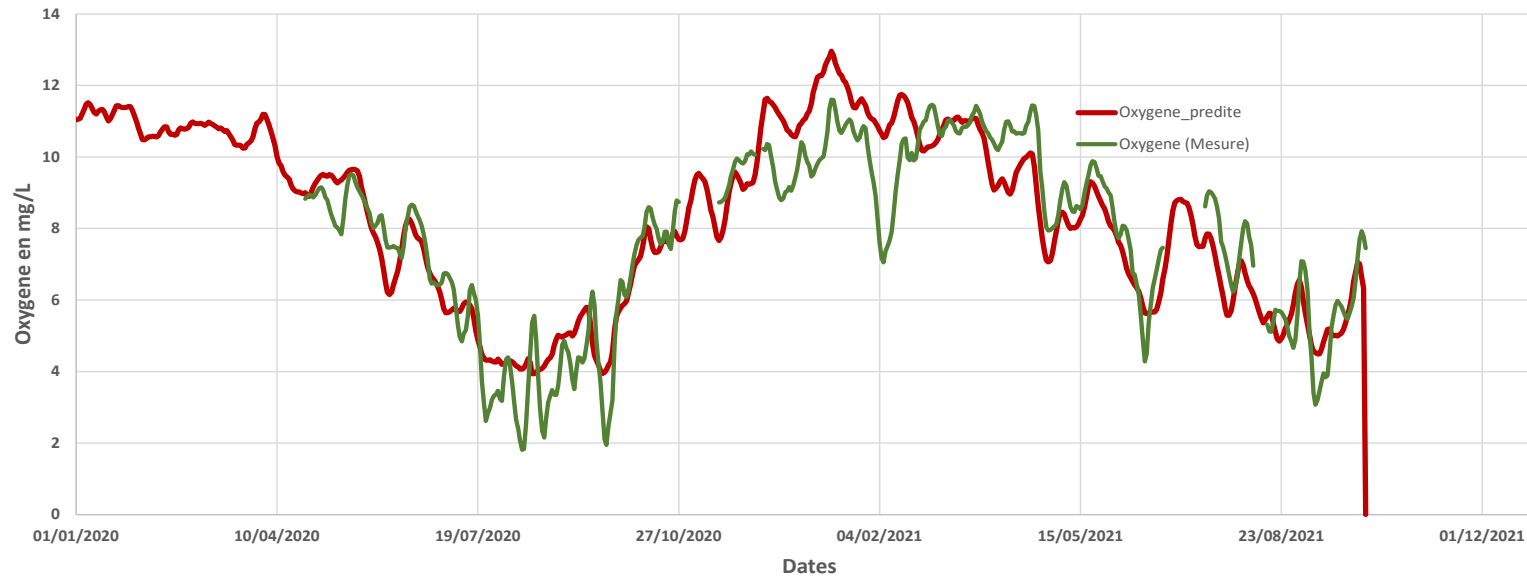


Le couplage Modèle – Observation permet d'évaluer la longueur minimum de la zone hypoxique en septembre 2021

→ Environ > 10 km

Spécifique Saint Savinien modélisation Sturieuu Tonnay et l'Houmée : enjeux 2: Oxygène.

Comparaison entre Oxygene Mesurée (MAGEST) et Oxygene Prédite (STURIEAU) - Tonnay



Extension des
chroniques
historiques

Analyse
statistique

Suivi MAGEST et modélisation STURI'EAU Tonnay Charente étiage 2020 et 2021

Calage modèle sur
observation MAGEST



Spécifique Saint Savinien Exemple d'interprétation possible : Matrice des débits pour la Charente à Tonnay

Le modèle est utilisé pour trouver le débit correspondant à un objectif sous condition

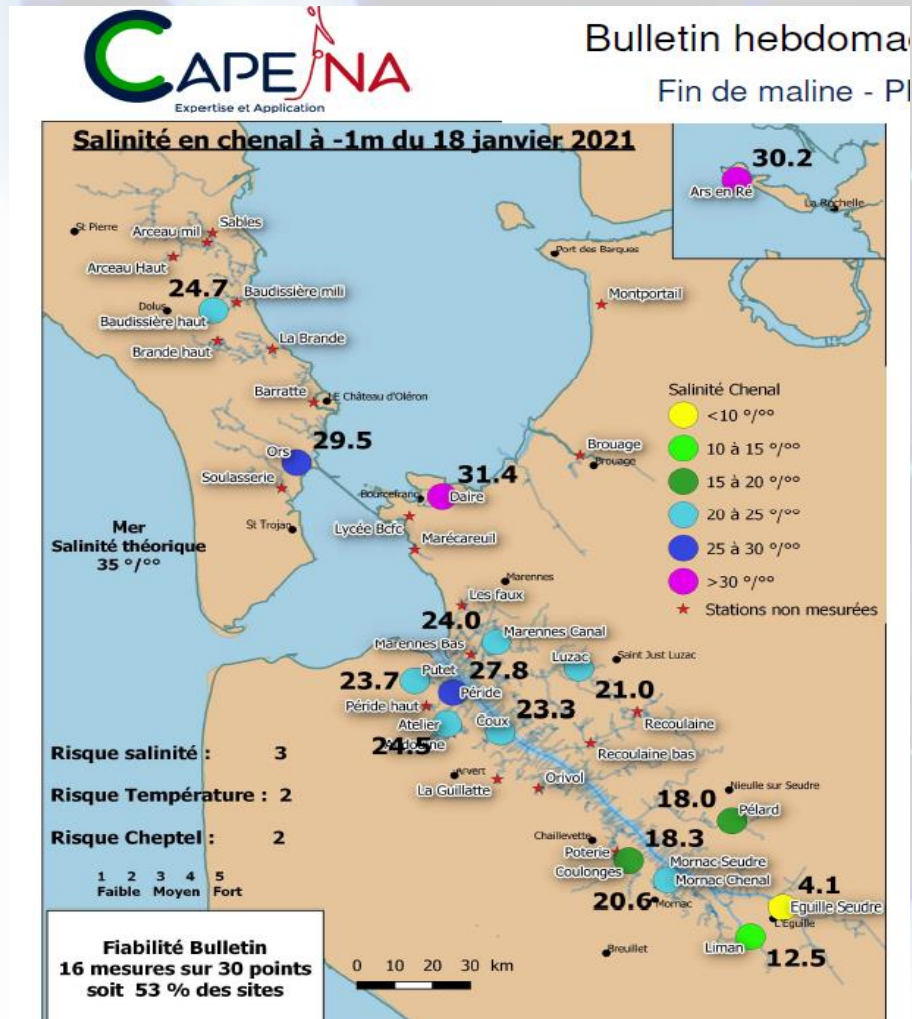
Oxygène		Température de l'eau						
Marée	5mg/L	18	20	22	24	26	28	30
	23			15	24	34	37	40
	30		15	25	33	37	40	42
	35	12	23	30	36	39	41	43
	40	10	21	28	33	36	38	40
	45	8	19	25	30	33	35	37
	50	6	17	22	26	29	31	33
	55	4	15	19	23	26	28	30
	60	3	13	17	20	23	25	27
	65	2	11	14	17	19	21	23
	70	1	9	11	13	15	17	19
	75	0	7	9	10	12	14	16
	80	0	5	7	8	10	12	14
	85	0	3	5	6	8	10	12

		seuil salinité	
Marée		0.5mg/L	5mg/L
	23	22	
	30	24	
	35	25	
	40	25	
	45	26	
	50	27	
	55	27	
	60	28	
	65	28	
	70	29	15
	75	29	16
	80	29	16
	85	30	16

Marée		0.5mg/L	5mg/L
	90	30	17
	95	30	17
	100	31	17
	105	31	18
	110	31	18

Spécifique Estuaire Seudre

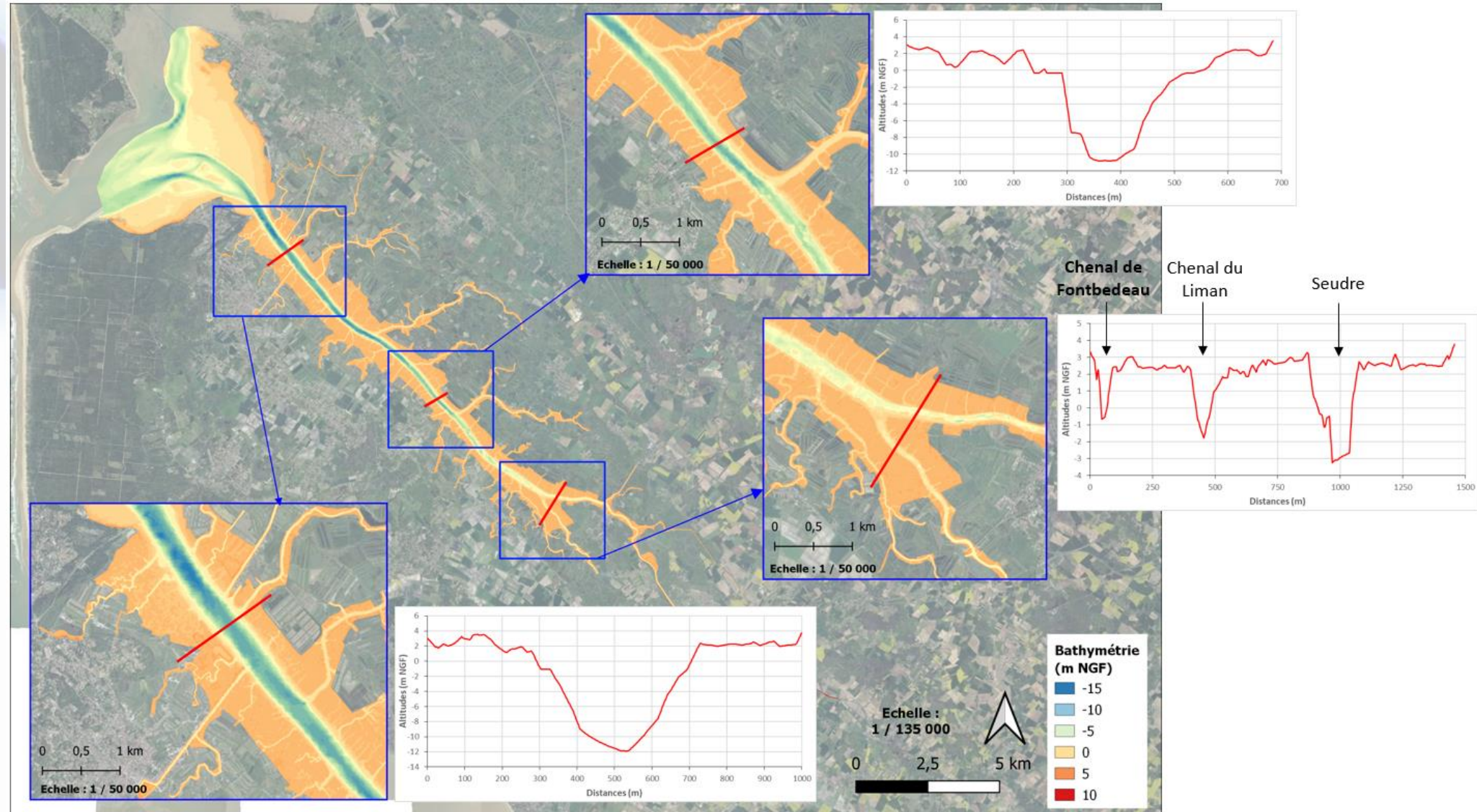
Systematisation de la démarche en plusieurs points d'intérêt des estuaires



Données disponibles

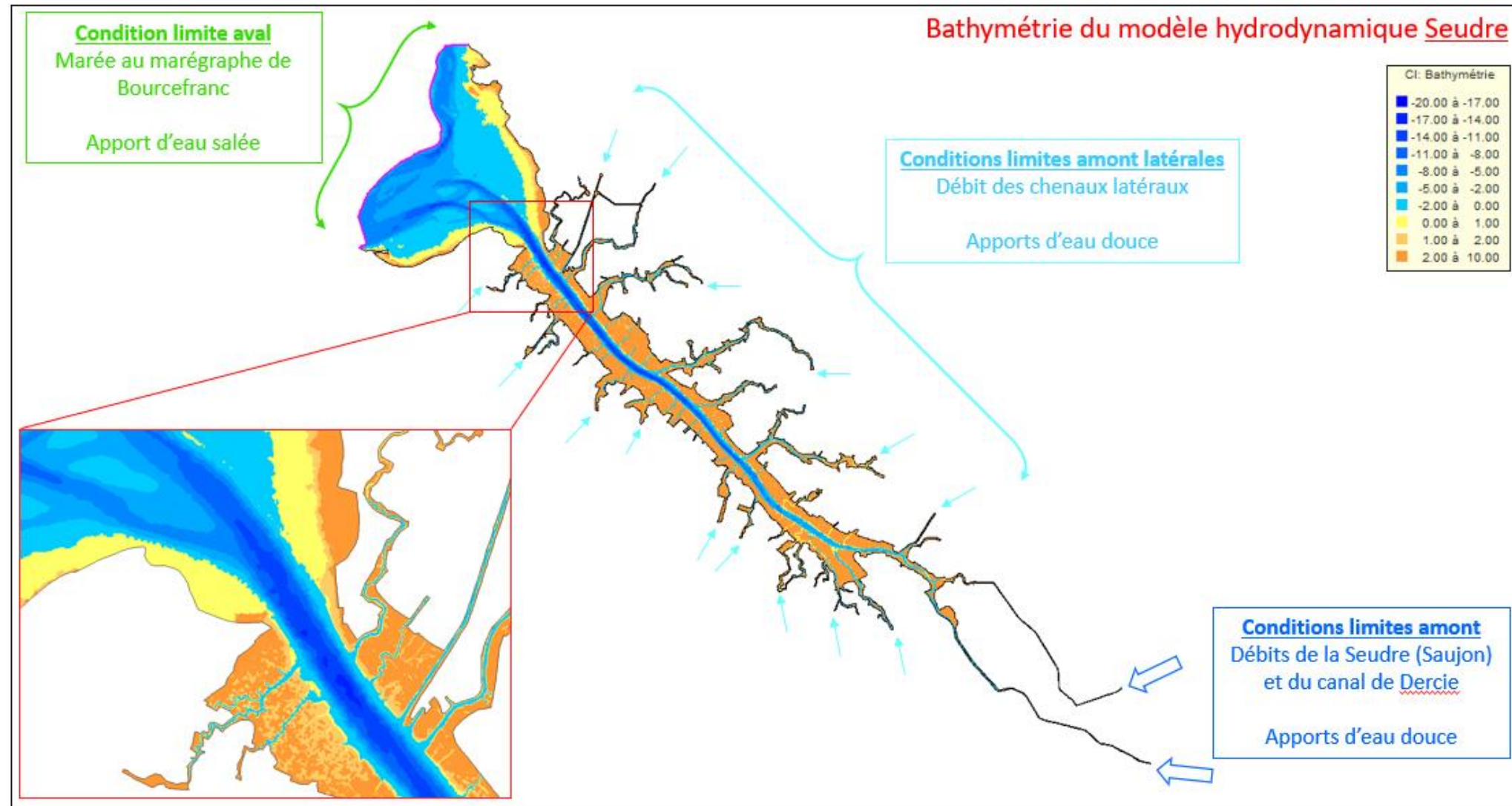
- 19 460 mesures de salinité (surface +fond)
- 15 047 mesures O2
- Au moins 1 sonde en continu en 2021: Pont de Seudre (CRC).
- 3 sites Seudre ancien : Ifremer (à demander)
- 1 sonde MAGEST

Spécifique Seudre Bathymétrie un chenal très marqué



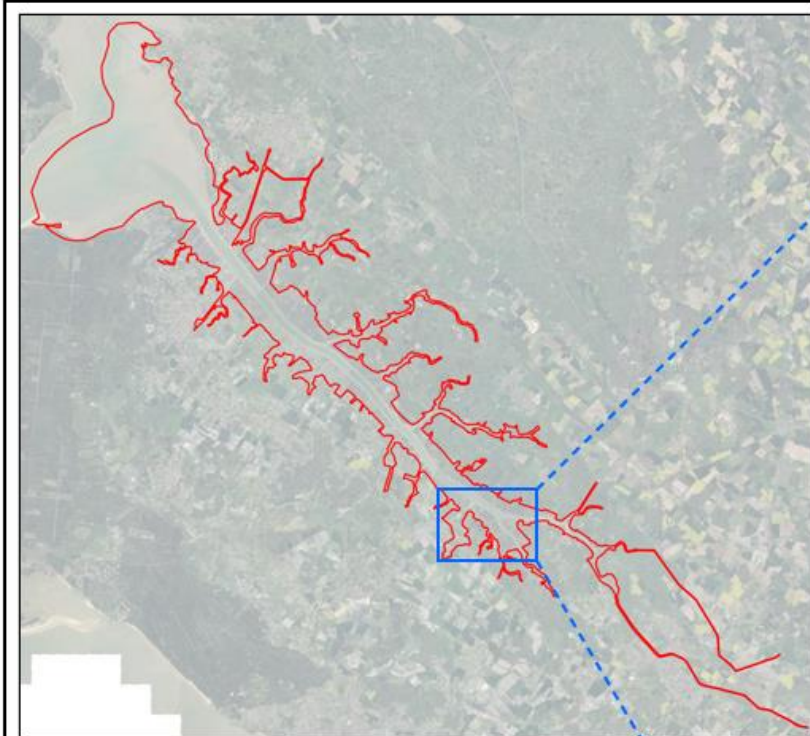
Spécifique Seudre Modélisation Telemac : Objectif hydrodynamique et salinité/pas sédimentaire

Anticipation
du rôle
hydrologique
des apports
des marais
latéraux et
des chenaux
ostréicoles



Spécifique Seudre Modélisation Télemac :

maillage très lourd avec les chenaux => temps de calcul



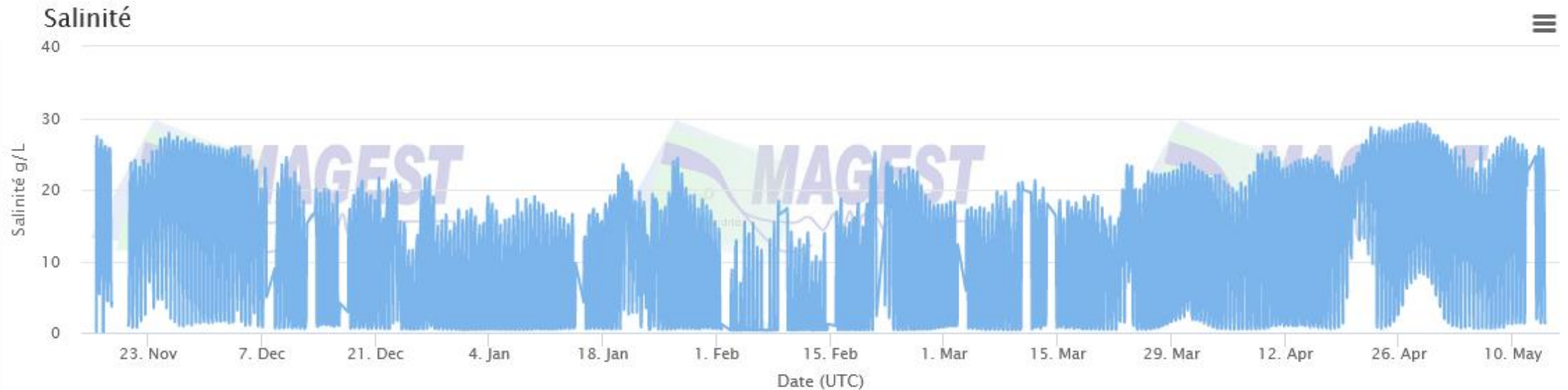
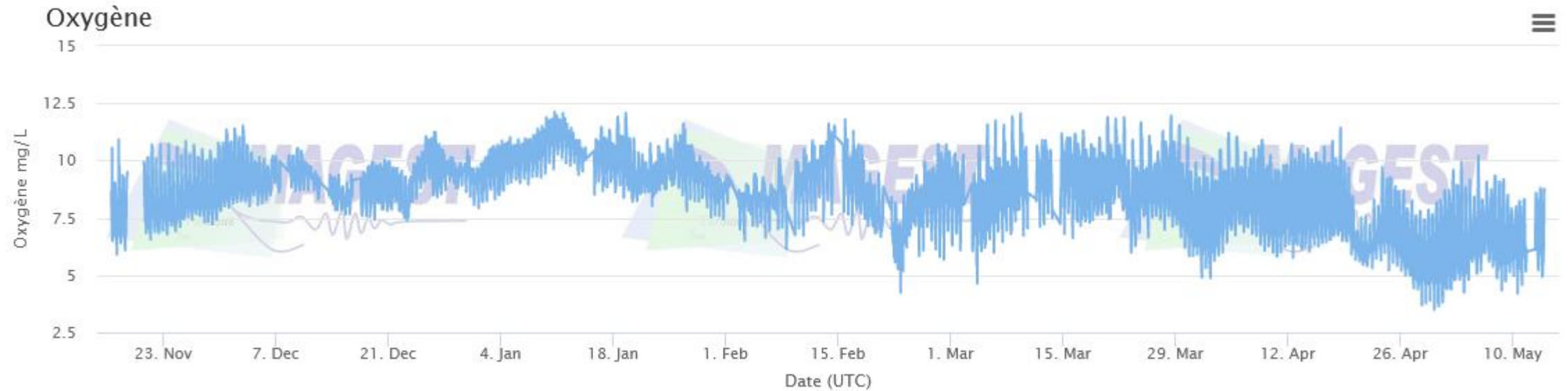
- 170 273 nœuds de calcul
- 323 769 éléments de calcul
- Emprise de 51,1 km²

Maillage de calcul du modèle hydrodynamique Seudre

Marais de la Seudre : prise en compte des chenaux latéraux;
possibilité théorique d'injecter des débits d'eau douces

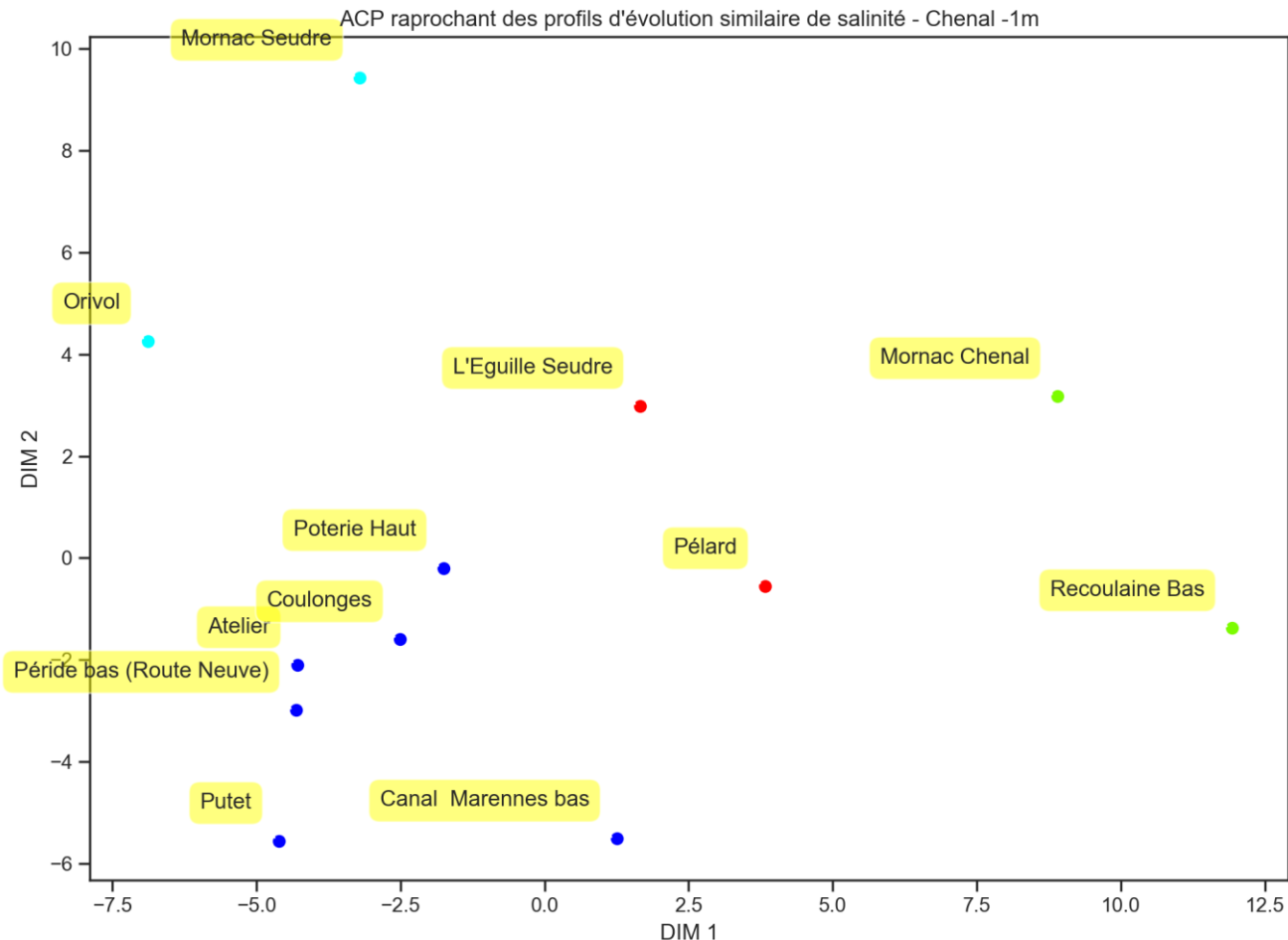


Spécifique Seudre: Sonde Magest



Spécifique Seudre L'apport des données de CAPENA

Analyse en composante principale



Classement des observations par « groupe de comportement » vis-à-vis du critère salinité

Salinité : les enjeux de la modélisation

Longitudinaux (amont ,aval, Seudre)

Latéraux (chenal principal , chenaux ostréicoles)

Verticaux (coin salé)

Les indicateurs à
affiner

Les moyens à
mobiliser

Fixation d'objectifs

Indicateurs estuariens : prioriser les enjeux avec les scientifiques et experts territoriaux

Estuaire Seudre

Estuaire
Charente aval

Estuaire aval
Saint Savinien

Hydromorpho

pression

Débit

Salinité

Turbidité

Taux d'oxygène

Flux Matières Organiques

Fonctions biologiques

Les étapes à venir

Finalisation de la définition des méthodologies sur les secteurs estuariens

2

9 novembre → discussions et échanges en comité scientifique

0

2

1

4^e trimestre 2021 → Présentation des éléments méthodologiques de DB estuariens Charente /Seudre et DMB Saint Savinien en COTECH

2

1^{er} semestre 2022 → Présentation des méthodologies finalisées DB estuariens Charente /Seudre et DMB Saint Savinien et validation en COPIL

0

Présentation en COMTER et/ou en CLE

2

2

Début des études de détermination des valeurs de débits biologiques et DMB Saint Savinien



COPIL – secteur estuariens

Merci de votre participation

