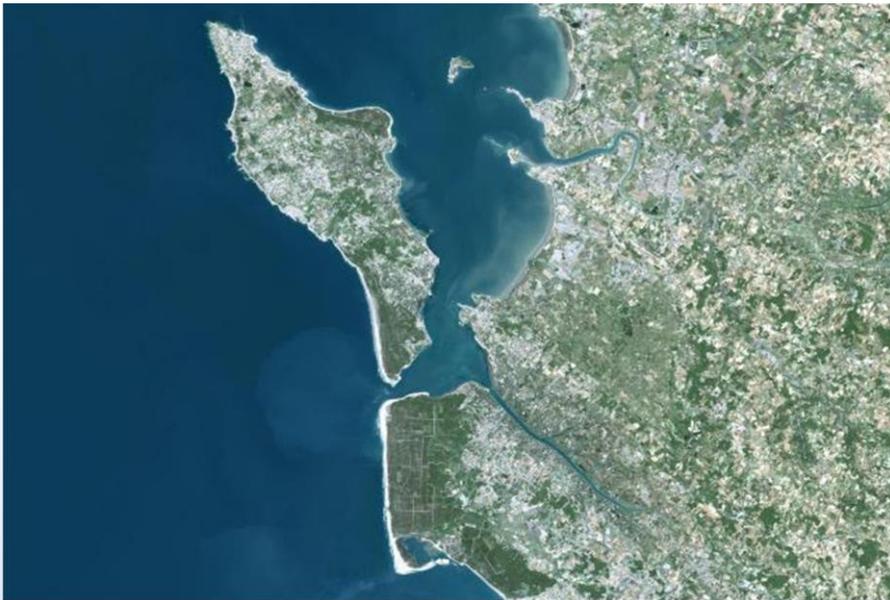


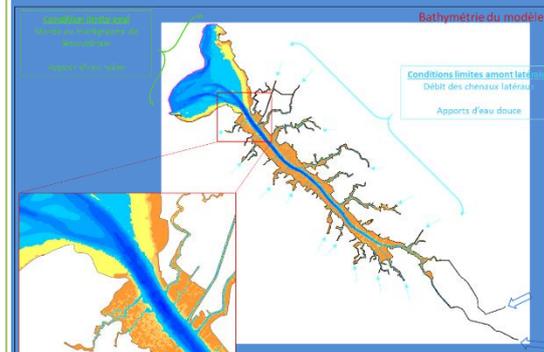
# Etude de définition de débits biologiques et débits objectifs complémentaires pour les bassins Charente – Boutonne – Seudre

## Proposition de débit biologique pour l'estuaire de la Seudre



### LOT 2

### Estuaire de la Seudre



Phase II

Aout 2024



## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PREAMBULE</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>RAPPEL DES ELEMENTS METHODOLOGIQUES POUR DEFINIR DES DEBITS BIOLOGIQUES</b> .....	<b>7</b>
2.1	Objectifs poursuivis.....	7
2.1.1	<i>Résumé de la démarche théorique de définition des débits biologiques</i> .....	7
2.1.2	<i>Spécificité de l'estuaire de la Seudre</i> .....	8
2.2	Le calendrier hydrologique de la Seudre .....	9
2.2.1	<i>Hydrologie mesurée</i> .....	9
2.2.2	<i>Hydrologie naturelle en étiage</i> .....	11
2.2.3	<i>Hydrologie extrapolée à Saujon mesurée et naturelle</i> .....	12
<b>3</b>	<b>ELEMENTS RETENUS POUR APPROCHER LE DEBIT BIOLOGIQUE ESTUARIEN DE LA SEUDRE</b> .....	<b>13</b>
3.1	Objectifs poursuivis sur l'estuaire maritime .....	13
3.1.1	<i>Périmètre</i> .....	13
3.1.2	<i>Constats</i> .....	13
3.1.3	<i>Scénarios de gestion volumétrique des marais</i> .....	15
3.1.4	<i>Résultats des simulations</i> .....	21
3.2	Le haut estuaire.....	31
3.2.1	<i>Enjeux</i> .....	31
3.2.2	<i>Hydraulique du chenal et valeurs testées</i> .....	32
3.2.3	<i>La dynamique du haut estuaire sans écluse</i> .....	32
3.2.4	<i>Un impact significatif des écluses mais faible du débit fluvial</i> .....	34
3.2.5	<i>Habitat aquatique</i> .....	34
3.2.6	<i>Qualité des eaux mesurée en continu au travers de la sonde Magest de l'Eguille</i> .....	36
3.2.7	<i>Modélisation Sturi'eau : une clé pour l'interprétation</i> .....	39
<b>4</b>	<b>PROPOSITION DE DEBIT BIOLOGIQUE</b> .....	<b>51</b>
4.1	Saisonnalité des objectifs.....	51
4.2	Rappel des conclusions vis-à-vis de la continuité écologique .....	52
4.3	Des valeurs seuils aux débits biologiques, une situation nécessitant une approche matricielle et sectorielle.....	52
4.3.1	<i>Les exigences écologiques prises en compte</i> .....	52
4.3.2	<i>Rapprochement des enjeux débit et oxygène sur le cycle annuel</i> .....	61
4.3.3	<i>Rapprochement avec l'hydrologie mesurée et naturelle</i> .....	65
4.4	Conclusion générale .....	66
<b>5</b>	<b>ANNEXES</b> .....	<b>67</b>
5.1	Modélisation des champs de vitesse à l'embouchure de l'estuaire de la Seudre par fortes marées .....	67
5.1.1	<i>Marégraphe de référence et évènement testé</i> .....	67
5.1.2	<i>Périodes analysées</i> .....	68
5.1.3	<i>Résultats obtenus sur les vitesses</i> .....	68
5.1.4	<i>Analyse et commentaires</i> .....	71
5.2	Mesures Doppler : Estuaire de la Seudre (lundi 1 <sup>er</sup> août 2022).....	72
5.2.1	<i>Conditions de mesure</i> .....	72
5.2.2	<i>Mesures</i> .....	73
5.3	Enquête gestion des écluses à Saujon .....	74
5.4	Suivi SIE qualité des eaux à Saujon .....	76

## SOMMAIRE ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Les périmètres de l'étude .....	6
Figure 2 : Emprise du modèle hydraulique .....	6
Figure 3 : Hydrogramme statistique des débits de la Seudre à Corme Ecluse 2006 à 2023 .....	9
Figure 4 : Les étiages mesurés (QMNA et VCN10) à Corme écluse.....	10
Figure 5 Les étiages naturels selon le BRGM.....	11
Figure 6: ACP réalisée sur les données de salinité de surface en période estivale entre juillet et octobre .....	14
Figure 7 : Tableaux des valeurs hydrologiques simulées sur un épisode de hautes eaux hivernales pour modèle Telemac .....	19
Figure 8 Extraits des bulletins de CAPENA encadrant la période du test.....	20
Figure 9 : Tests de déplacement des particules dans l'estuaire de la Seudre. Modèle Telemac 2D, petites marées et grandes marées .....	25
Figure 10 : Graphes des marnages et des débits en amont et en aval de Saujon dans l'hypothèse d'écluse ouverte et en étiage fluvial. ....	33
Figure 11 : Evolution des profondeurs dans le chenal à Saujon et Eguille, pour des débits d'étiage et des grandes marées.....	35
Figure 12 : répartitions des vitesses en phase de reflux dans le chenal à Eguille, pour des débits d'étiage et des grandes marées. ....	35
Figure 13 : Traçage numérique des circulations hydrauliques longitudinales du haut estuaire en étiage .....	36
Figure 14 : Salinité g/L Mesurée à Eguille (moyenne journalière MAGEST), Salinité Simulée (STURIEAU).....	41
Figure 15 : Enregistrement MAGEST de la turbidité et débit associé à Corme Ecluse. ....	43
Figure 16 : Turbidité Mesurée (MAGEST), Turbidité Simulée (STURIEAU).....	43
Figure 17 : Calage du modèle thermique de l'estuaire de la Charente à Tonnay Charente (T° en moyenne journalière).....	44
Figure 18 : Simulation pluriannuelle (1991-2023) de la température [moyenne journalière] de l'eau à Eguille..	45
Figure 19 : Oxygène Mesuré (MAGEST), Oxygène Simulé (STURIEAU) à Tonnay Charente.....	47
Figure 25 Analyse statistique des écarts négatifs de la concentration en O2 dissous par rapport à la valeur moyenne journalière (quantile) Magest Seudre .....	48
Figure 26 Amplitude statistique des baisses probables de la valeur de concentration en oxygène par plage de concentration moyenne .....	50
Figure 20 : Proposition d'une grille qualité pour la température, l'oxygène dissous, la salinité et la transparence. Source étude CEMAGREF C. Taverny et al 2009.....	52
Figure 21 : Annexe 6 de l'arrêté du 27 juillet 2018 en application de la DCE pour l'oxygène dissous dans les masses d'eau littorales (y compris eaux de transition).....	56
Figure 22 : Les enjeux de l'hypoxie pour les migrateurs Source (Foussard and Lepage, 2016) .....	57
Figure 23 : Profil thermique de l'air à Royan.....	62
Figure 24 : Profil thermique de l'eau de l'estuaire de la Seudre à l'Eguille 2000 à 2023 .....	62
Figure 25 : Matrice des débits favorables à l'atteinte des seuils en oxygène pour 75% des marées (coef 90) ....	63
Figure 26 : Régime des débits à Saujon statistiquement nécessaires à l'atteinte en moyenne journalière des seuils d'oxygène du bon et du très bon état DCE et celui de 6 mg/l.....	64
Figure 27 : Marée du 1er août 2022 au port de l'île d'Aix (encadré : temps de présence sur site) .....	73
Figure 28 : Positions des transects échantillonnés sur la Seudre.....	73
Figure 29 : Transects sur l'estuaire de la Seudre d'amont en aval .....	74
Figure 30 : Station hydrométrique - S012 0010 01 : La Seudre à Saujon (source Hydroportail).....	75

## 1 PREAMBULE

Le maintien d'un flux d'eau douce vers les deux estuaires de la Seudre et de la Charente et plus largement vers la mer des pertuis est un objectif partagé par les 2 SAGE concernés et par le plan de gestion du Parc Marin. La notion de « débit biologique pour les estuaires » est à ce jour quasi inexistante dans la littérature scientifique française et rare à l'international alors même qu'il ne peut y avoir d'estuaire sans fleuve. Pourtant, la question du partage de la ressource en eau douce s'exacerbe sous la triple contrainte des changements globaux, de l'évolution des usages et des objectifs de bon état environnemental. La question posée dans cette démarche reste donc largement exploratoire et il est nécessaire de considérer la suite de cette étude comme une contribution à la définition de ces débits biologiques.

Le cahier des charges de l'étude doit aboutir à la détermination de débits biologiques sur l'année hydrologique pour trois secteurs ci-dessous.

- **Estuaire de la Seudre (SAGE Seudre) : en aval de l'Ecluse de Ribérou. Le SMBS attend une gamme de débits à l'écluse de Ribérou sur l'ensemble de l'année hydrologique ;**
- Estuaire de la Charente (SAGE Charente). Le périmètre d'étude envisagé s'étend de Saint Savinien (barrage) à l'île d'Aix. L'EPTB Charente a les mêmes attentes que le SMBS pour la Charente ;
- L'étude devra aussi aboutir à la détermination de DMB à l'aval de l'ouvrage de Saint-Savinien sur la Charente pour le compte du Département de Charente-Maritime, propriétaire de cet ouvrage.

Un premier travail de partage des éléments de bibliographie et des données a été réalisé dans le cadre de la première phase de ce travail et a conduit à repréciser ces éléments de cahier des charges en regard des données disponibles ou mobilisables ou utiles à la réflexion.

En plus des travaux à caractère méthodologiques, les éléments recueillis concernent

- Géographie et notamment la cartographie des obstacles aux connexions latérales et longitudinales ;
- Hydrologie ;
- Bathymétries, hydrauliques et notamment une modélisation hydraulique 2 D pour la Seudre ;
- Qualité des eaux recensant l'ensemble des données disponibles et les mécanismes estuariens connus sur la Seudre ;
- Hydrobiologie des estuaires Seudre et notamment le suivi des migrateurs.

Le présent document traite essentiellement de l'estuaire de la Seudre.

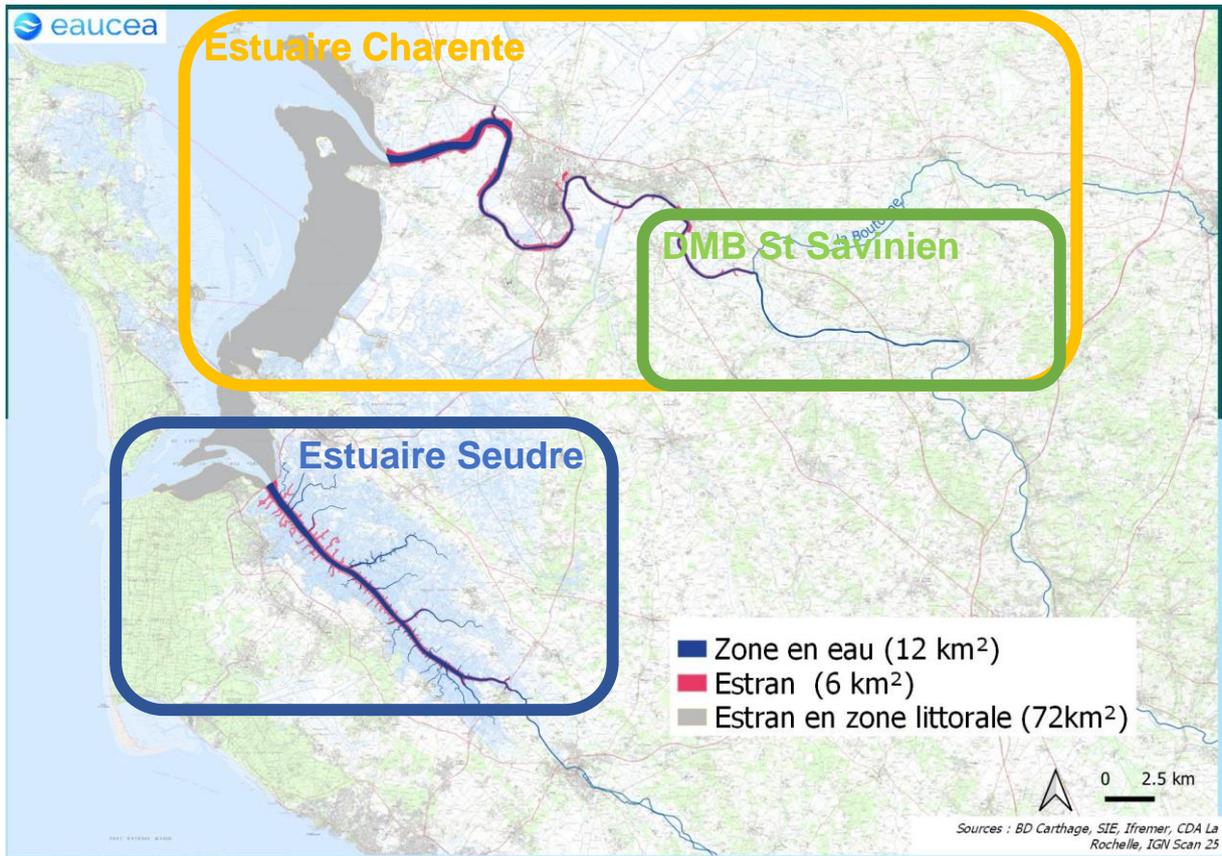


Figure 1 : Les périmètres de l'étude

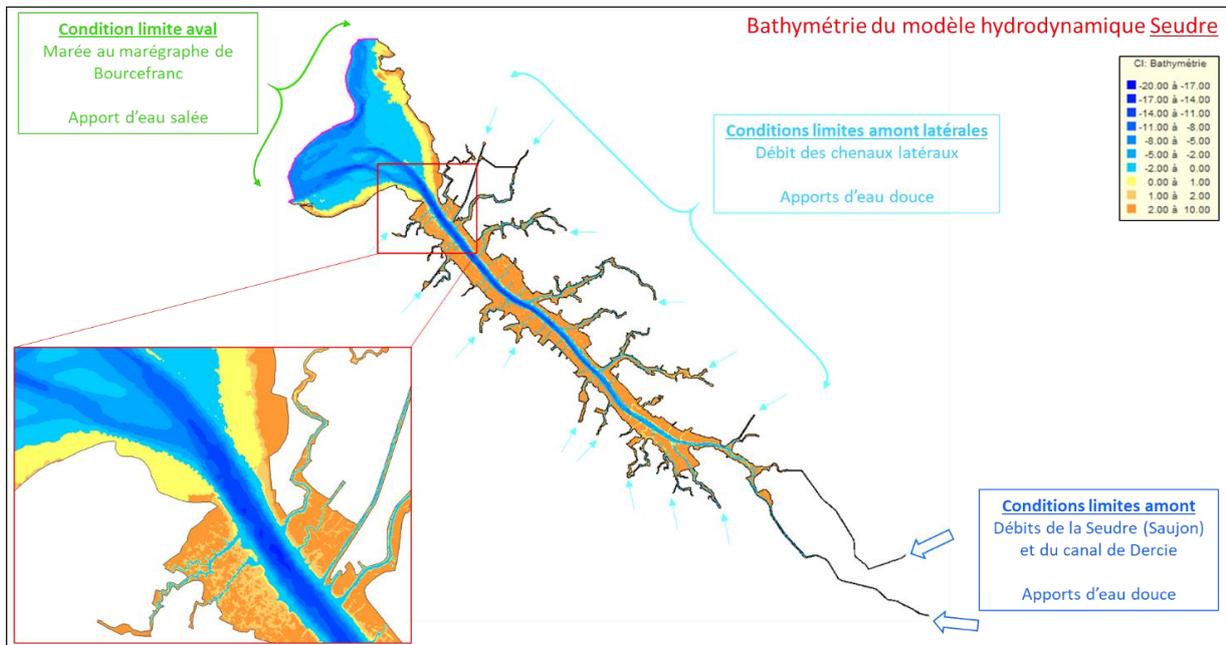


Figure 2 : Emprise du modèle hydraulique

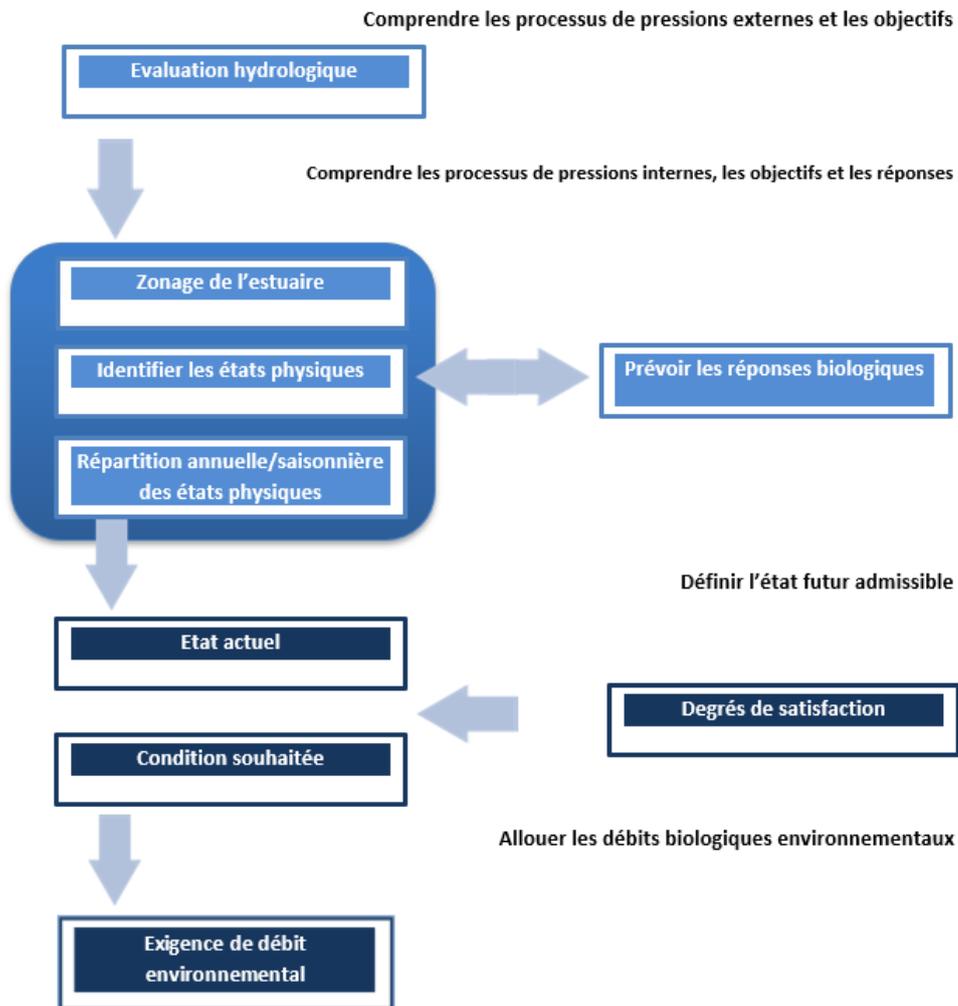
## 2 RAPPEL DES ELEMENTS METHODOLOGIQUES POUR DEFINIR DES DEBITS BIOLOGIQUES

### 2.1 Objectifs poursuivis

#### 2.1.1 Résumé de la démarche théorique de définition des débits biologiques

La démarche proposée pour aboutir à la définition d'objectif de débit est bien décrite dans le diagramme suivant issue de la littérature scientifique sud-africaine.

#### RÉSUMÉ GRAPHIQUE



L. Van Niekerk et al. Science of the Total Environment 656 (2019) 482–494

Traduit par le bureau d'études EAUCEA (source : anglais)

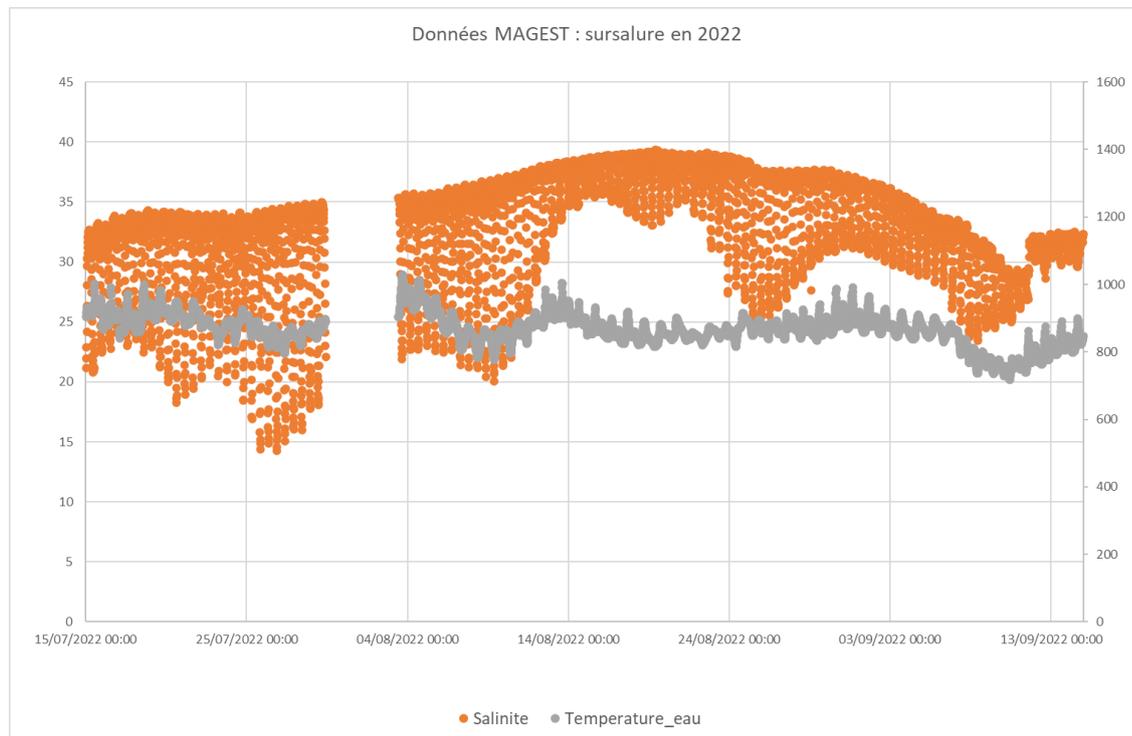
Le premier rapport méthodologique a permis une première description des processus internes à prendre en compte et identifie les connaissances et insuffisances concernant l'état actuel des masses d'eau. Il s'agit donc de définir les attentes collectives (conditions souhaitées) et les moyens hydrologiques ou autres à allouer à ces objectifs. Il propose aussi une synthèse des principaux enjeux pour l'estuaire de la Seudre.

### 2.1.2 Spécificité de l'estuaire de la Seudre

L'estuaire de la Seudre est un estuaire salé (poly-halin). Il est peu attractif pour les migrateurs amphihalins (hormis pour l'anguille) en raison des faibles débits d'eau douce entrant dans l'estuaire (débit d'attrait très faible voire nul en période d'étiage). Un ouvrage ferme l'estuaire en amont : l'ouvrage de Ribérou.

En période d'étiage, où le débit sortant du bassin versant de la Seudre est très faible, une inversion de la salinité est alors observable : le caractère confiné et l'évaporation engendrent une augmentation progressive de la salinité en amont qui devient plus importante que celle de l'estuaire aval (38/40 ‰ de sel contre environ 35 ‰ à la limite de l'océan).

Sur le plan biologique, la seule espèce migratrice amphihaline présente est l'anguille.



Les 4 orientations majeures qui se dégagent sont donc :

- L'impossibilité d'une dessalure significative pilotée par la gestion des débits pour l'estuaire de la Seudre du moins en période estivale ; en revanche, des analyses plus locales du panache de dessalure au droit des exutoires de marais peuvent être importantes notamment pour la profession conchylicole ;
- Une caractérisation des habitats du haut estuaire (cartographie hydraulique) selon les scénarios de marée et débit dans le chenal pour la définition d'un débit biologique estuarien ;
- L'évaluation des débits permettant la continuité piscicole (Seudre et marais), objectif hydraulique prioritaire nécessitant des débits d'alimentation ;
- L'examen de l'extension du domaine d'hypoxie, de part et d'autre de l'Eguille (suite enregistrement sonde Magest).

## 2.2 Le calendrier hydrologique de la Seudre

Ce chapitre permet de contextualiser l'analyse en rappelant les grandes lignes du fonctionnement hydrologique du bassin en termes d'apport d'eau douce à l'estuaire.

### 2.2.1 Hydrologie mesurée

Le point « d'entrée » dans l'estuaire se situe à Saujon mais l'artificialisation de la ligne d'eau ne permet pas un suivi d'hydrométrie générale. La station la plus proche est celle de Corme Ecluse qui dispose de plus de 17 ans de données disponibles.

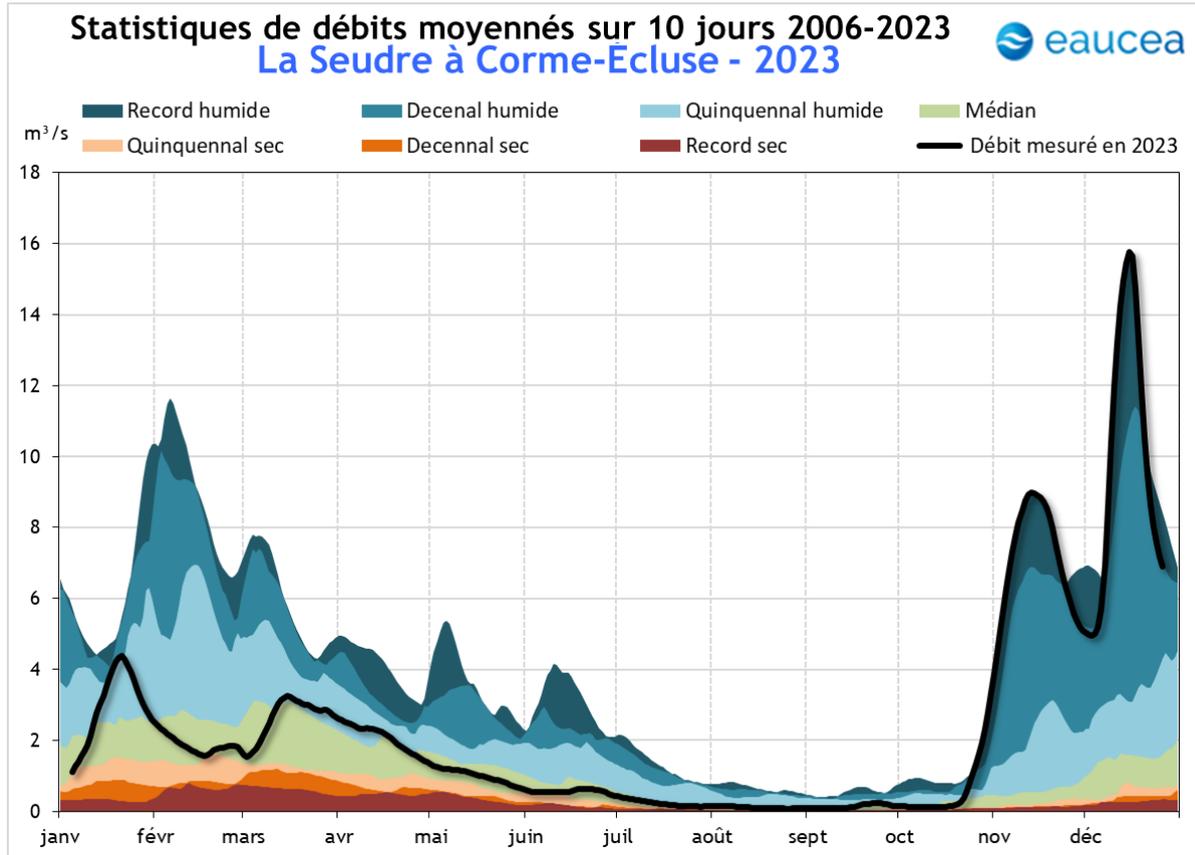


Figure 3 : Hydrogramme statistique des débits de la Seudre à Corme Ecluse 2006 à 2023

Sur la période d'étiage l'historique des indicateurs mesurés sont présentés dans les graphes VCN10 et QMNA. Les étiages sévères de l'ordre de 50L/s sont très fréquents.

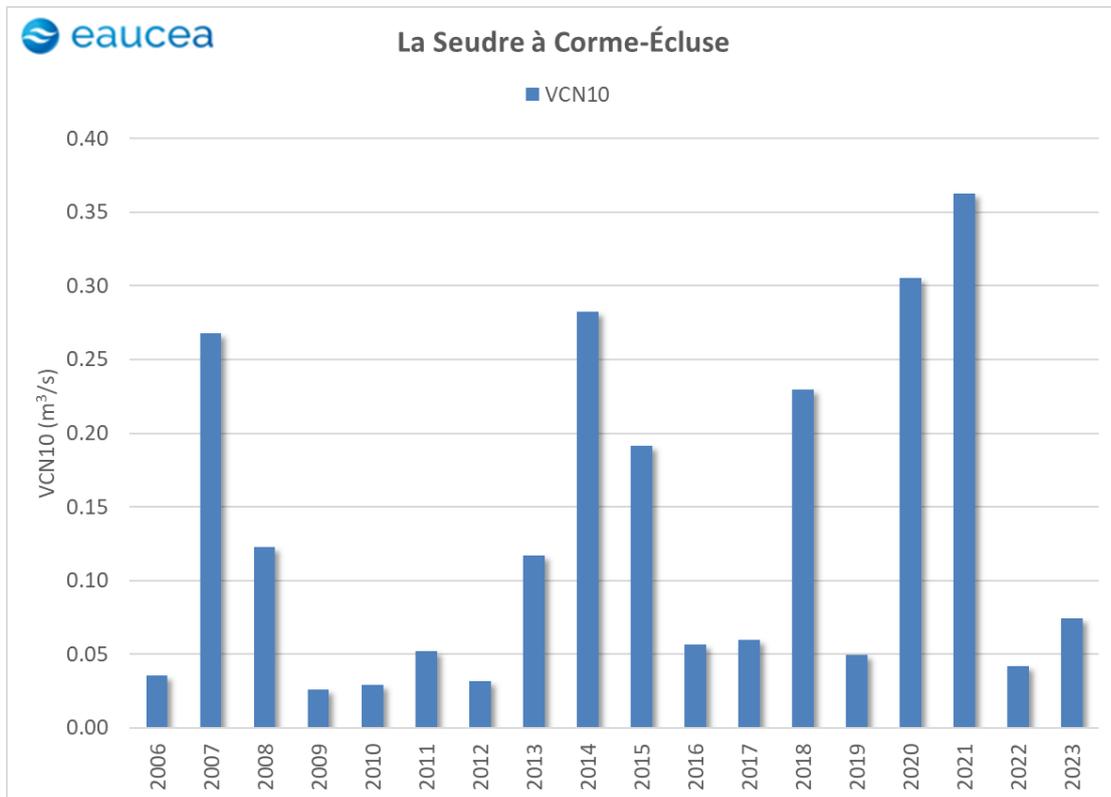
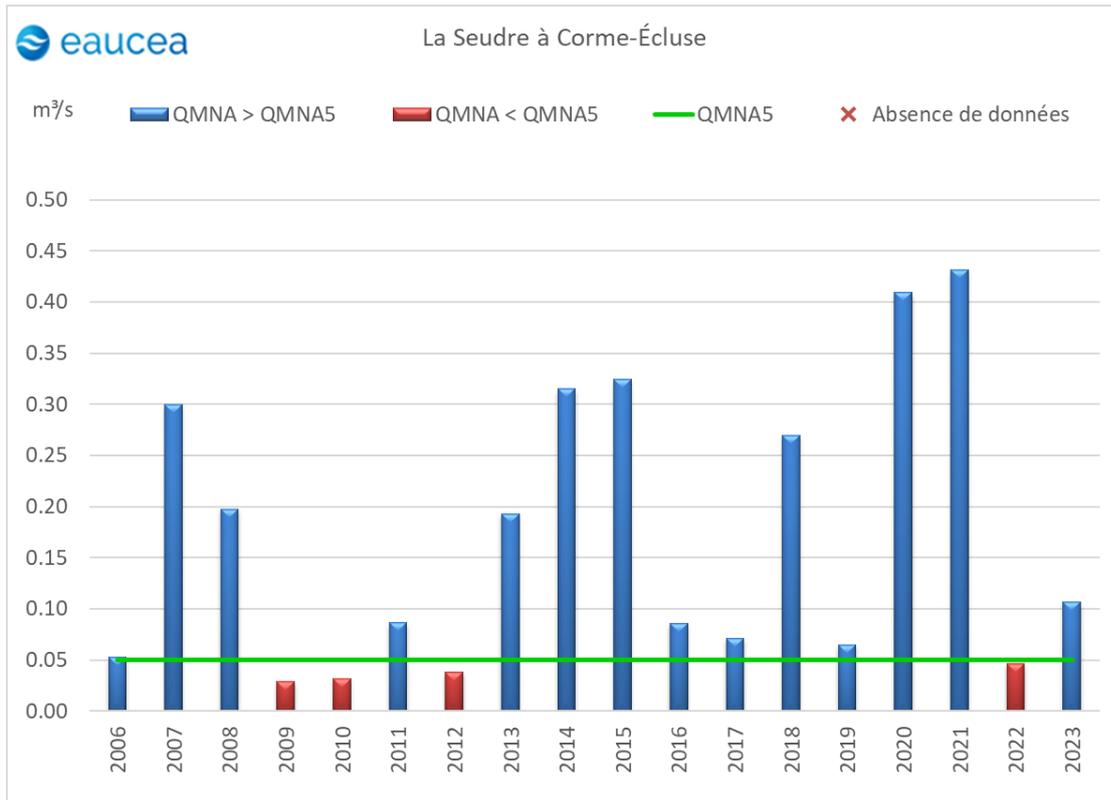
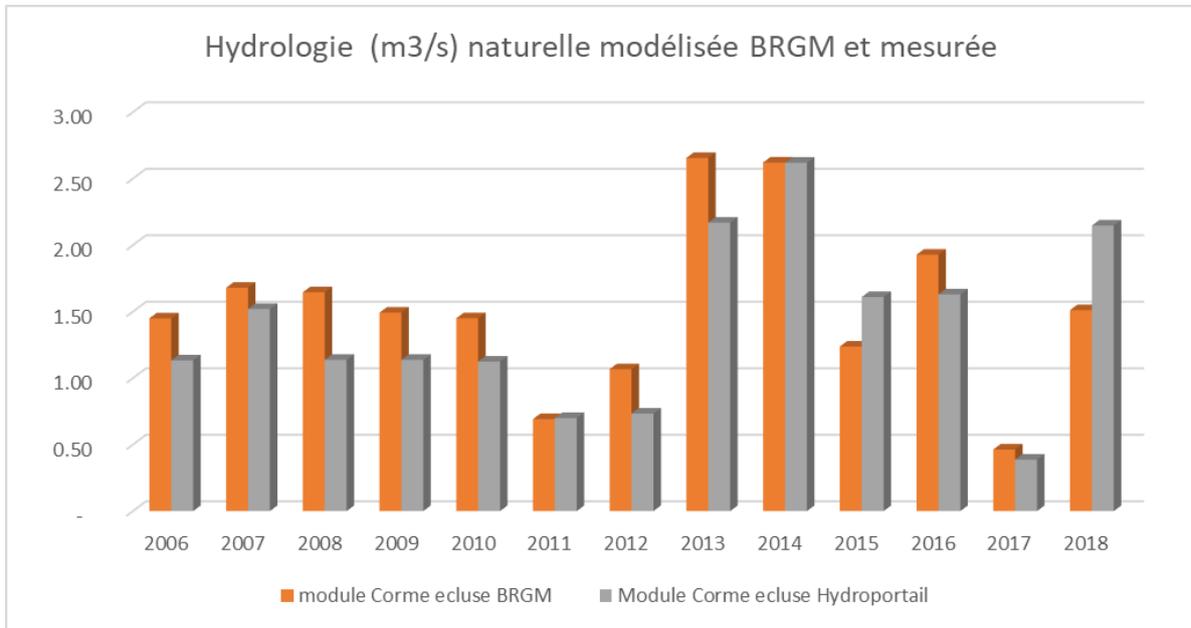


Figure 4 : Les étiages mesurés (QMNA et VCN10) à Corme écluse

### 2.2.2 Hydrologie naturelle en étiage

Une chronique de débit naturalisé a été produite par le BRGM dans le cadre de l'étude sur les volumes prélevables de la Seudre. Ces travaux datent de 2020-2021 et sont issus du modèle créé par le BRGM<sup>1</sup>. La chronique couvre la période 1970-2018. Si l'on compare à Corme Ecluse les débits moyens annuels (modules) mesurés de 2006 à 2018 et les débits naturels simulés par le BRGM, nous observons l'impact négatif des usages préleveurs sur les débits transitant vers l'estuaire.



Les étiages naturels seraient ainsi significativement plus élevés que les étiages observés et de l'ordre de 250 L/s en année sèche.

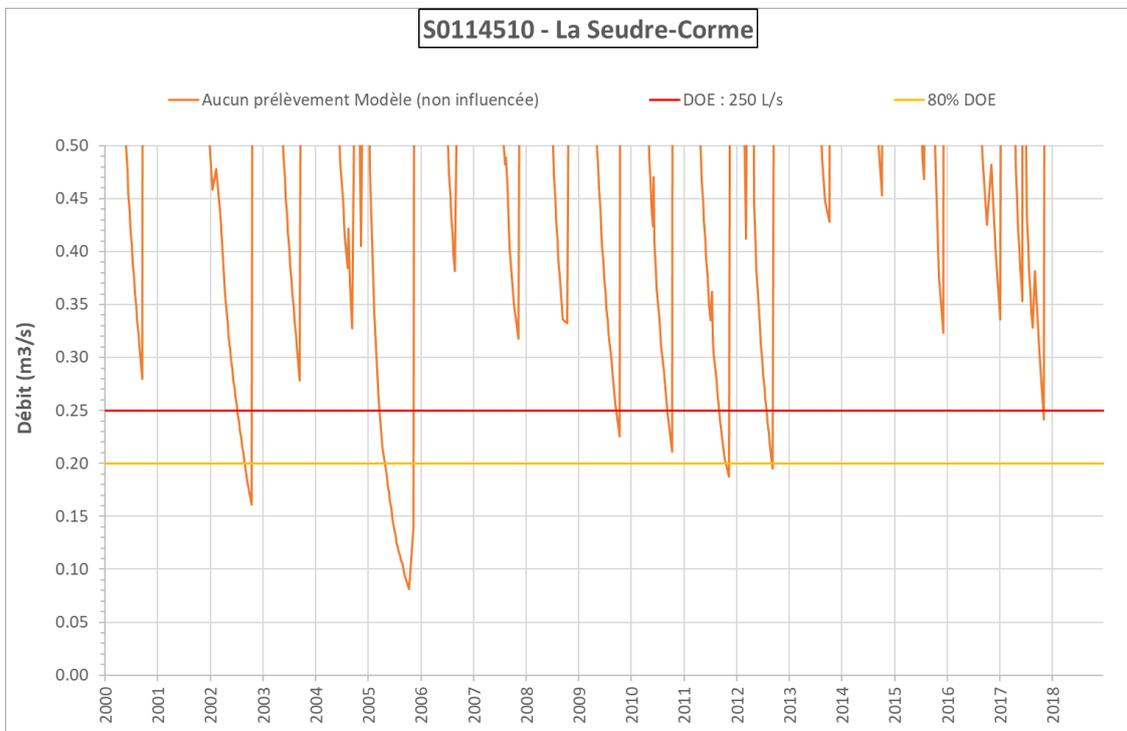


Figure 5 Les étiages naturels selon le BRGM

<sup>1</sup> Chronique de débits désinfluencés reconstitués à partir du modèle GARDENIA. Travail réalisé par le groupement EauMéga + EauRoche en 2020.

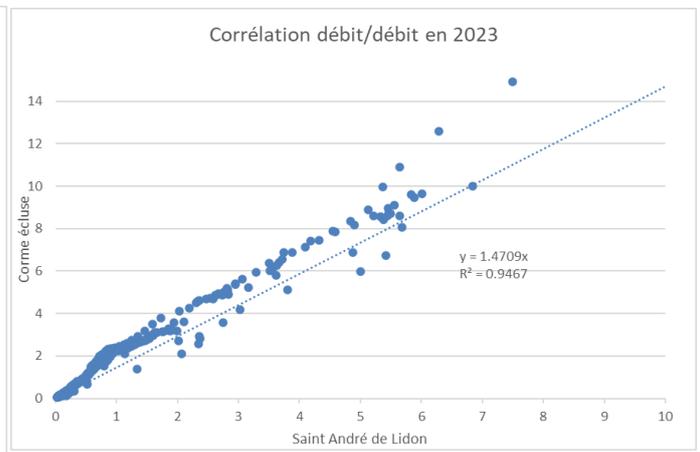
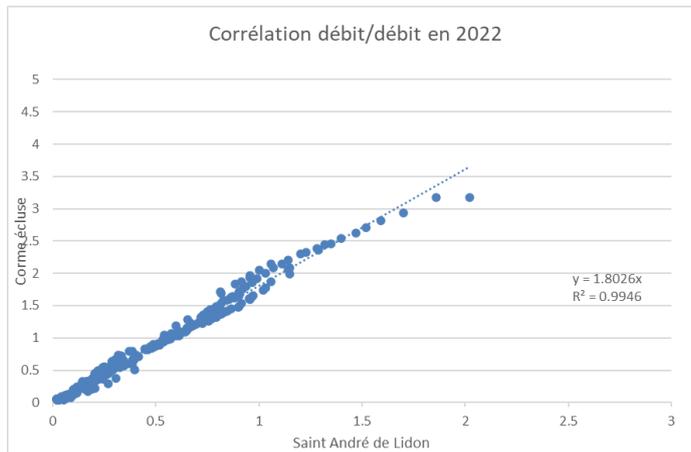
### 2.2.3 Hydrologie extrapolée à Saujon mesurée et naturelle

Pour évaluer la situation à Saujon la méthode la plus simple est d'établir un prorata simple de bassin versant entre Saujon 377 km<sup>2</sup> et Corme Ecluse 307 km<sup>2</sup>, soit un ratio de 1,23.

Néanmoins, une vérification indirecte de la pertinence de cette règle de stricte proportionnalité peut être effectué en comparant les débits journaliers sur des périodes communes des stations de Saint André et de Corme Ecluse. Le rapport de BV est de 1,35 sachant que le rapport de débit est plutôt supérieur (1,47 en 2023 et jusqu'à 1,80 en basses eaux 2022 !). Cela signifierait que le bassin versant est plus productif en aval qu'en amont, situation plutôt atypique mais pouvant s'expliquer au travers d'une pression de prélèvement hétérogène sur le bassin versant.

**Dans la suite du rapport la transformation par le rapport de bassin versant sera conservée pour alimenter les simulations hydrauliques et le débit injecté dans le calage du modèle STURI'EAU.**

**Ce mécanisme sera aussi appliqué aux statistiques de débits annuels et d'étiage, mesurés et naturalisés par le BRGM pour analyser l'écart entre les besoins environnementaux et les débits naturels.**



## 3 ELEMENTS RETENUS POUR APPROCHER LE DEBIT BIOLOGIQUE ESTUARIEN DE LA SEUDRE

La proposition s'appuie sur deux axes de travail reliant le débit continental aux conditions du milieu

- L'aval de l'estuaire de la Seudre largement maritime et recevant les nombreux exutoires des marais latéraux, dont les domaines d'incidence hydraulique sont mal connus. Une première approche de ce que nous avons nommé un poly-estuaire peut justement consister à préciser ce probable domaine d'influence sans méconnaître le caractère très contrôlé et artificiel de la gestion des vidanges des marais ;
- Le haut estuaire en tant que domaine de transition entre le domaine maritime et le domaine fluvial, ce dernier ayant fait l'objet de plusieurs études de débit biologique ; C'est le seul secteur où les débits fluviaux pourrait avoir une influence significative sur le fonctionnement écologique en étiage.

### 3.1 Objectifs poursuivis sur l'estuaire maritime

#### 3.1.1 Périmètre

Le domaine d'étude correspond au domaine sous influence marine dominante mais susceptible d'interaction locale avec la gestion des marais. Rappelons que les surfaces en jeu des marais sont du même ordre de grandeur que le bassin de la Seudre lui-même.

Bassins versants directs estuariens Aval Ecluse de Saujon	Bassin fluvial
51%	49% (1,48 m <sup>3</sup> /s module) Débits hautes eaux (10 % du temps) = 3,8 m <sup>3</sup> /s

#### 3.1.2 Constats

L'analyse par ACP – Analyse en Composantes Principales - (eaucea 2022) des suivis pluriannuels de la salinité des chenaux a pu montrer le lien d'un débit fluvial avec la salinité de l'estuaire et les relations entre stations de contrôle. Les stations de mesures utilisées pour cette analyse et les points kilométriques associés sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Stations	pk à partir de l'exutoire
Putet	200
Canal Marennes bas	1300
Péride bas (Route Neuve)	1900
Péride (haut)	1900
Atelier	2100
Audouine	2100
Recouline Bas	5700
Orivol	6500
Pélard	9700
Poterie Haut	9800
Coulonges	11100
Mornac Chenal	12600
Mornac Seudre	12600
L'Eguille Seudre	16800

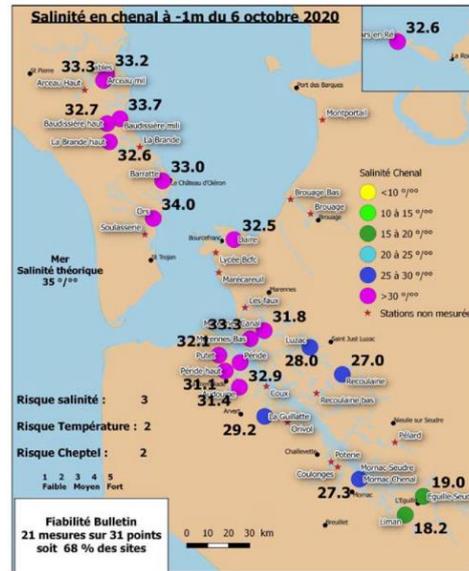


Tableau 1: Stations de mesure de salinité et les points kilométriques (en m) associés.

Le graphique de l'ACP appliquée sur les données de salinité de surface en période bas débit (cf. Figure 6), montre les différents groupes de stations ayant des similitudes en termes d'évolution de salinité dans le temps. Ce graphique montre que les stations appartenant à une même classe sont proches les unes des autres sur le plan que représente les deux axes factoriels de l'ACP. Le graphique montre également que les trois classes de stations sont identifiées géographiquement comme :

- Le groupe des stations amonts de l'estuaire
- Le groupe des stations entre l'amont et l'aval de l'estuaire
- Le groupe des stations aval de l'estuaire (proche de l'embouchure)

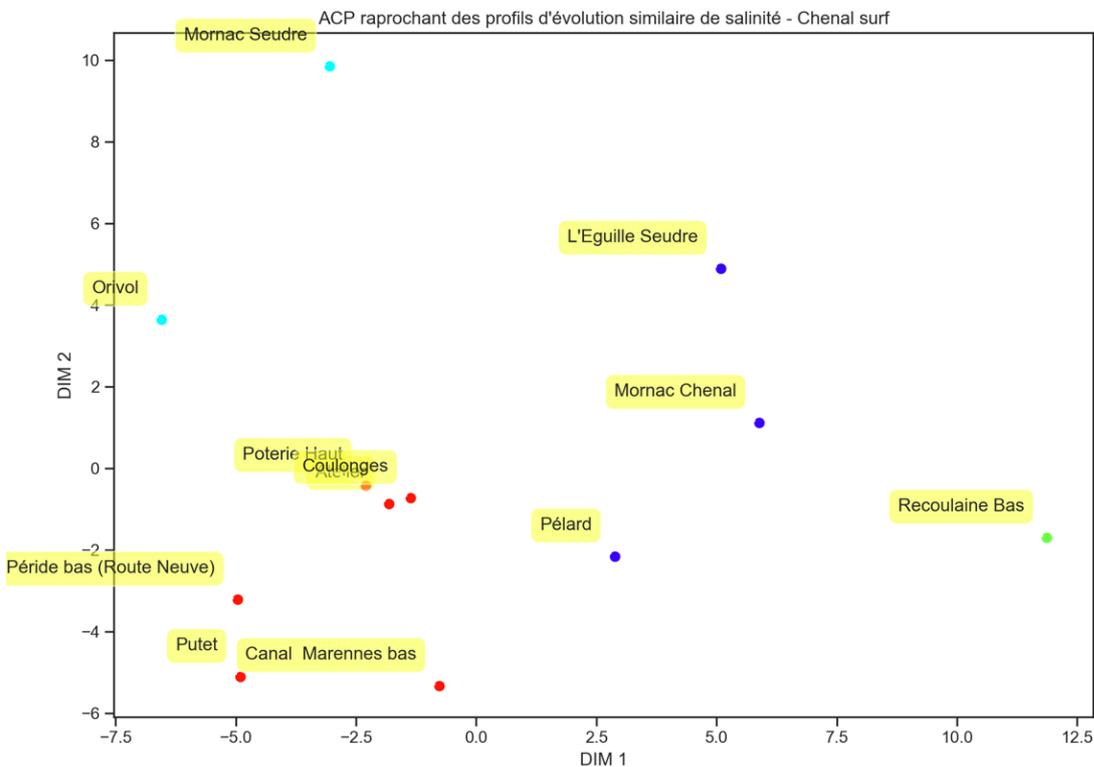


Figure 6: ACP réalisée sur les données de salinité de surface en période estivale entre juillet et octobre

De cette analyse nous retiendrons que le comportement de chaque station de suivi peut montrer des similarités en période estivale et au contraire des différences significatives le reste de l'année. L'ensemble de ces constats nous conduit à considérer que la salinité de chaque entité dépend sans doute de conditions multiples dont le débit de la Seudre et la dessalure générale de l'estuaire d'une part, mais aussi de phénomène propre à chaque bassin versant et de la gestion des rejets d'eau douce. Ce dernier point, interroge aujourd'hui les modalités de gestion des marais en période de hautes eaux.

Nous explorons donc cette situation au travers du prisme écologique mais avec des limites liées aux capacités de modélisation hydraulique et à la finesse du maillage bathymétrique.

L'objectif recherché est d'identifier le domaine d'influence hydraulique de chacun de ces exutoires en analysant :

- Les ordres de grandeurs des débits d'eau douce évacués ;
- Les modalités de gestion de ces restitutions séquencées par le rythme des marées ;
- Les débits oscillants caractéristiques à la sortie de chaque exutoire et plus largement au niveau du grand estuaire ;
- Une simulation 2D du panache d'influence de chaque exutoire sur le grand estuaire pour évaluer cartographiquement le confinement ou le mélange de ces eaux.

Cette information reste difficile à interpréter en termes de débit biologique mais apporte une information nouvelle sur le périmètre d'interaction probable entre la gestion des marais et du bassin versant et l'écosystème estuarien.

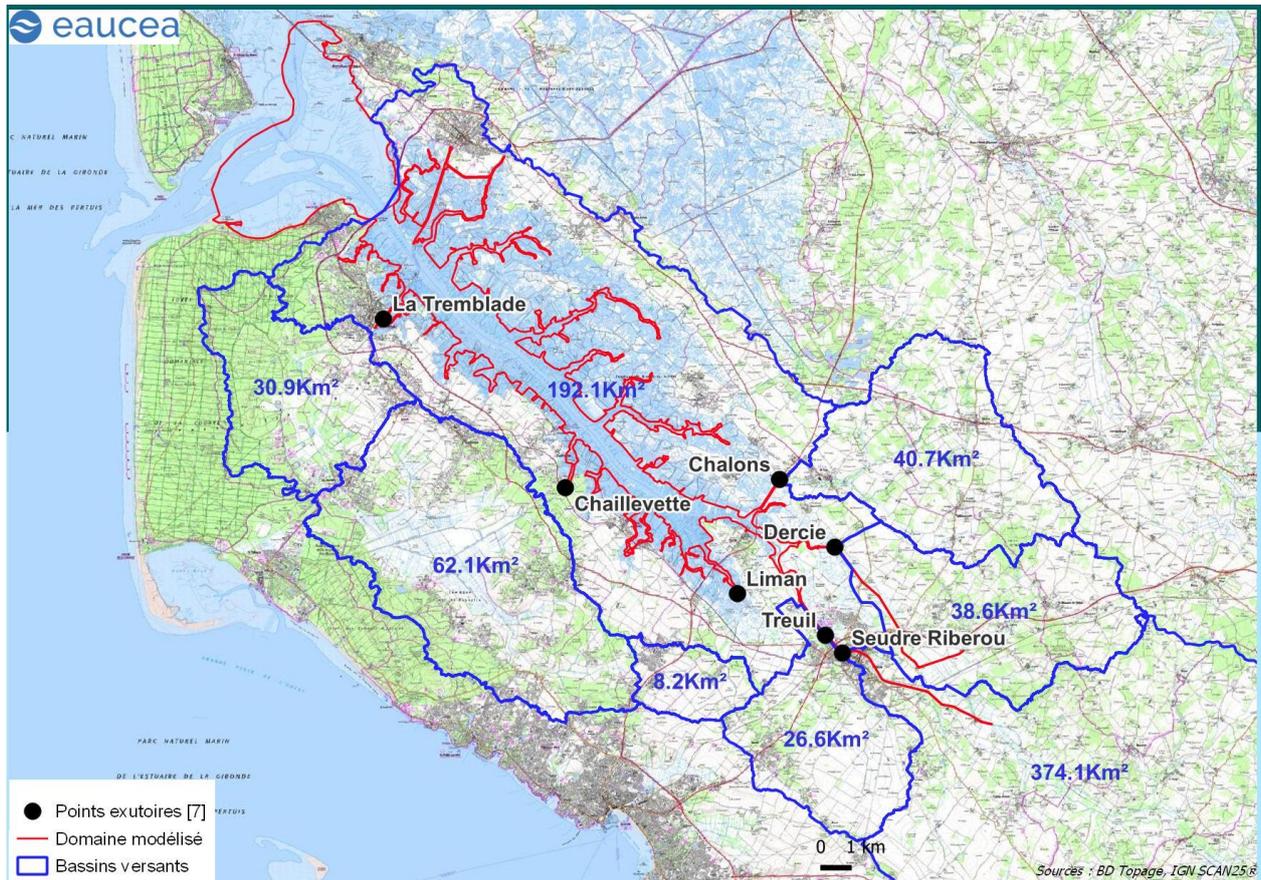
### *3.1.3 Scénarios de gestion volumétrique des marais*

#### *3.1.3.1 Bassins versants et volumétrie, première approche*

La volumétrie des eaux douces apportées par les marais qui encadrent l'estuaire de la Seudre n'est pas mesurée mais a fait l'objet de plusieurs estimations qui passent par une description surfacique des bassins versants collectés et dont les points de restitutions se concentre sur une porte à flot ou une pompe.

Le schéma ci-dessous réalisé par Jacques Piaud et transmis par Jean Philippe David, illustre bien la complexité de circulations hydrauliques au sein de ces marais.





En première approche, les productions hydrologiques de ces marais peuvent être considérées comme proportionnelles aux bassins versants des principaux exutoires (cf. carte) et calculées sur la base des débits enregistrés à Corne Ecluse (S011 4510 01- 307 km<sup>2</sup>). Le rapport de bassin versant avec Corne écluse se déduit donc du rapport des bassins versants.

Notons que cette approche sommaire a été raffinée par le SMBS pour le marais d'Arvert et Saint Augustin avec prise en compte de l'occupation du sol (avril 2022) qui peut changer les proportions. Cette étude montre ainsi que l'usage urbain, couvre environ 15 % de la surface mais contribue à 34 % des volumes ruisselés vers le marais. Ces nuances non mobilisées dans le cadre de la présente étude, invite à la prudence dans le cadre d'une analyse spécifique à l'un ou l'autre marais.

### 3.1.3.2 Modalité de gestion des rejets d'eau douce à l'estuaire

Un échange réalisé avec Joël Thomas, président de l'ASCO des marais doux d'Arvert et de Saint-Augustin, et attentif aux enjeux ostréicoles du chenal de la Poterie, qui constitue l'exutoire du marais mais bon connaisseur des marais de la Seudre en général.

Les hypothèses de simulation pourraient être :

1. Pour Arvert Saint Augustin, l'évacuation de l'eau s'effectue par pompage avec un débit instantané minimum de 2 m<sup>3</sup>/s (une pompe sur les 3 disponibles) rejeté dans le chenal de la Poterie (Chaillevette sur la carte IGN). Le processus est cohérent avec le règlement intérieur des marais de 1994 :
  - Pour des coefficient inférieurs à 70, pompage 20h/sur 24 avec deux interruptions liées au prix de l'électricité entre 8 h et 10 h puis entre 20h et 24 h ;

- Pour des coefficients supérieurs à 70, pompage à marée haute puis arrêt une heure avant la basse mer.

#### I - REGLEMENT APPLICABLE DU 1er FEVRIER AU 1er OCTOBRE

##### A) Mortes eaux (coefficient inférieur à 70) :

- pompage 20 heures sur 24 heures. (Coupures électriques de 8 H à 10 H et de 17 H à 19 H), tous les jours de Février, hormis le dimanche.
- pompage 24 heures sur 24 heures, tous les dimanches de Février, et tous les jours, du 1er Mars au 1<sup>er</sup> Octobre.

B) Vives eaux : D'un coefficient égal ou supérieur à 70 jusqu'au coefficient de 70 fin de marée, les pompes pourront fonctionner à partir de la marée haute jusqu'à 1 heure avant la marée basse.

Arrêt TOTAL des pompes, le jour et le lendemain de la lune ; éventuellement la veille, sur demande des représentants ostréicoles et après concertation locale ce qui est susceptible d'annuler (l'arrêt du lendemain de la lune.)

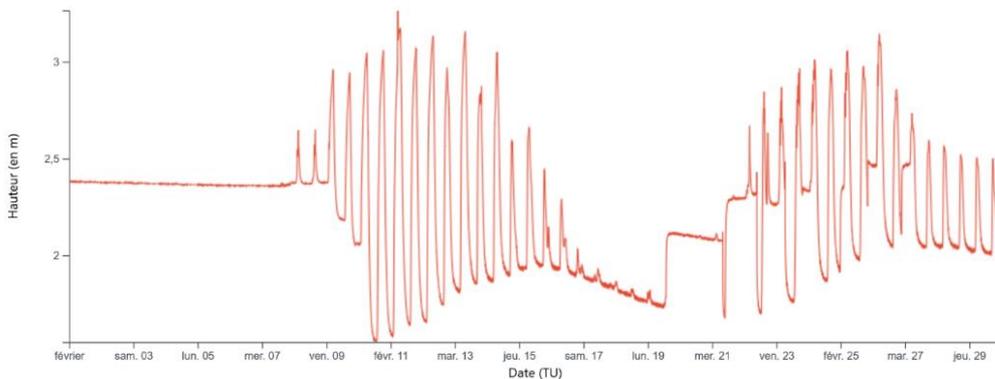
C) Période d'été : tout pompage massif en cas d'orage d'été devra se faire au coup par coup après consultation.

2. Pour les marais vidangés par écluse (gravitaire), la vidange des volumes s'effectue autour de la basse mer 2 heures avant et 2 heures après, soit en 4 heures par cycle de marais. Le volume rejeté en hautes eaux est probablement proportionnel à la surface du BV et à l'hydrologie spécifique ( $l/s/km^2$ ) mesurée à Corme Ecluse. Le principe de calcul est donc un débit restitué constant<sup>2</sup> et concentré pendant 2 fois 4 heures soit, débit journalier du marais  $\times 24/8$  ;
3. Pour la Seudre à Ribérou, la gestion par « écluses » du tronçon canalisé de la Seudre peut jouer un rôle important dans la dynamique observée dans la première partie du chenal en amont de l'Eguille avec des débits instantanés fluctuants. Une analyse spécifique (cf. annexe) montre que le placement de l'eau en période de fort coefficient s'effectue en environ 5 heures par cycle de marée. Dans les simulations, les débits restitués seront constants.

#### Station hydrométrique - S012 0010 01 : La Seudre à Saujon

Hauteur instantanée - Données les plus valides de l'entité - S012 0010 01 - La Seudre à Saujon - du 01/02/2024 00:00 au 29/02/2024 23:59 (TU)

Généré le 25/04/2024 09:26 (TU)



<sup>2</sup> En réalité, le débit restitué dépend des conditions hydrauliques de chaque ouvrage de restitution et parfois de la différence de charge amont aval.

3.1.3.3 Débits hors étiage et test de gestion

Cette grande complexité nous a conduit à proposer dans le cadre de cette étude un premier test visant à identifier le rôle possible de l'hydrologie interne au marais vis-à-vis de l'estuaire. L'objectif est donc de proposer un scénario d'injection d'un débit issu des marais vers l'estuaire et de décrire l'enveloppe probable du panache d'influence.

L'objectif du test est d'évaluer des incidences potentielles en période de débit fluvial significatif. Nous avons retenu la séquence du 1<sup>er</sup> au 12 février 2024 comme caractéristique d'un cycle de marée de mortes eaux puis de vives eaux à partir du 9 février avec des débits d'eau douce caractéristiques d'un hiver plutôt humide (environ 14 m<sup>3</sup>/s d'apports).

Test hiver hautes eaux			Marais								
			Corme-Écluse	Saujon	Bertu	Griffarin	Les Pradelles	Chenal de Chalons	Arvert Saint-Augustin	La Tremblade	Total
Coeff marée Ile d'Aix		BV (km2)	307	377	27	39	8	41	62	31	891
		Exutoire		Riberou	Le Treuil	Dercie	Liman	Chalons	Chavaillette	La Tremblade	Total
jeudi 1 février 2024	59	55	4.6	5.65	0.40	0.58	0.12	0.61	0.93	0.46	13.35
vendredi 2 février 2024	50	46	4.53	5.56	0.39	0.57	0.12	0.60	0.92	0.46	13.15
samedi 3 février 2024	42	38	4.43	5.44	0.38	0.56	0.12	0.59	0.90	0.45	12.86
dimanche 4 février 2024	35	35	4.33	5.32	0.38	0.54	0.12	0.57	0.88	0.44	12.57
lundi 5 février 2024	34	36	4.25	5.22	0.37	0.53	0.11	0.56	0.86	0.43	12.34
mardi 6 février 2024	39	45	4.19	5.15	0.36	0.53	0.11	0.56	0.85	0.42	12.16
mercredi 7 février 2024	52	59	4.2	5.16	0.36	0.53	0.11	0.56	0.85	0.42	12.19
jeudi 8 février 2024	67	76	4.63	5.69	0.40	0.58	0.12	0.61	0.94	0.47	13.44
vendredi 9 février 2024	83	91	4.75	5.83	0.41	0.60	0.13	0.63	0.96	0.48	13.79
samedi 10 février 2024	97	103	5.59	6.86	0.48	0.70	0.15	0.74	1.13	0.56	16.23
dimanche 11 février 2024	107	109	6.53	8.02	0.57	0.82	0.18	0.87	1.32	0.66	18.95
lundi 12 février 2024	110	110	7.68	9.43	0.67	0.97	0.21	1.02	1.55	0.77	22.29

Test hiver hautes eaux			Marais						
			Saujon	Bertu	Griffarin	Les Pradelles	Chenal de Chalons	Arvert Saint-Augustin	La Tremblade
Coeff marée Ile d'Aix		BV (km2)	377	27	39	8	41	62	31
		Exutoire	Riberou	Le Treuil	Dercie	Liman	Chalons	Chavaillette	La Tremblade
jeudi 1 février 2024	59	55	5.65	1.20	1.73	0.37	1.83	2.79	1.39
vendredi 2 février 2024	50	46	5.56	1.18	1.71	0.36	1.80	2.75	1.37
samedi 3 février 2024	42	38	5.44	1.15	1.67	0.36	1.76	2.69	1.34
dimanche 4 février 2024	35	35	5.32	1.13	1.63	0.35	1.72	2.63	1.31
lundi 5 février 2024	34	36	5.22	1.11	1.60	0.34	1.69	2.58	1.28
mardi 6 février 2024	39	45	5.15	1.09	1.58	0.34	1.67	2.54	1.26
mercredi 7 février 2024	52	59	5.16	1.09	1.58	0.34	1.67	2.55	1.27
jeudi 8 février 2024	67	76	13.65	1.20	1.75	0.37	1.84	2.81	1.40
vendredi 9 février 2024	83	91	14.00	1.24	1.79	0.38	1.89	2.88	1.43
samedi 10 février 2024	97	103	16.48	1.45	2.11	0.45	2.22	3.39	1.69
dimanche 11 février 2024	107	109	19.25	1.70	2.46	0.53	2.60	3.96	1.97
lundi 12 février 2024	110	110	22.63	2.00	2.90	0.62	3.05	4.66	2.32

24h/24h (jaune)

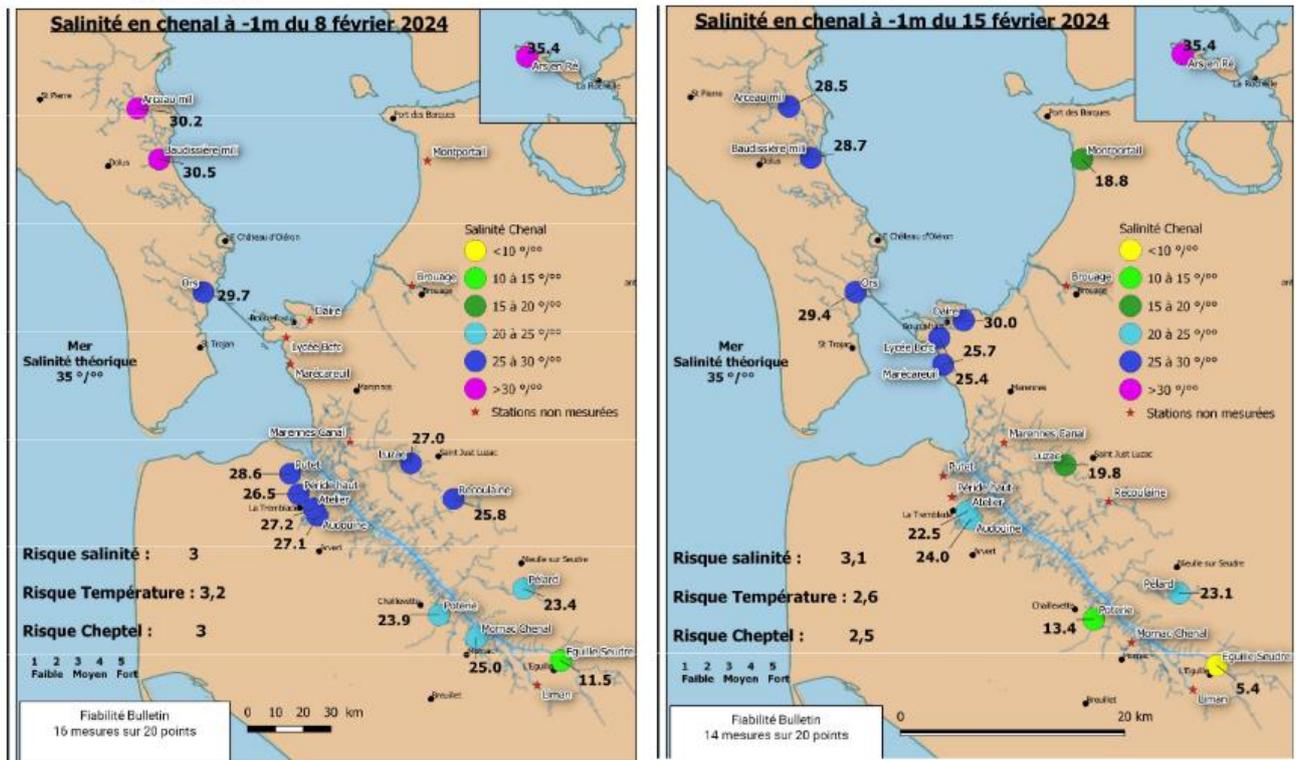
2 x 5h/24H (vert)

2x4 h/24 H (bleu)

Figure 7 : Tableaux des valeurs hydrologiques simulées sur un épisode de hautes eaux hivernales pour modèle Telemac

### Contexte de salinité observé

Sur cette période de tests, les enregistrements effectués par Capena le 8 février puis le 15 février montrent l'effet d'une dessalure de l'estuaire par les apports de la Seudre. Cette observation n'aura pas de conséquence concrète sur la modélisation hydraulique 2D mais confirme un rôle significatif des apports d'eau douce continentaux.



L'eau en chenal					L'eau en bassin				Pluie des 15 derniers jours
Salinité moyenne -1m	T°C moyenne -1m	Var. Sal. sur 1 sem.	% points > 30%	Différence de salinité entre la surface et -1m	Salinité Haut de Seudre*	Salinité claires - réserves	T°C moy.	Var. T°C sur 1 sem.	
22,6‰	11,2°C	-4‰	7%	≤ 1‰ sauf Atelier : 6‰ et Montportail : 2,4‰	9,7‰	25,7‰	11,6°C	+0,2°C	68,9 mm 246% Norm. <sup>2</sup>

\* Pélard ; Eguille Seudre ; Pélard.

Risque « Salinité » Assez fort : 3,1 ⊕	Risque « Température » Assez fort : 2,6 ⊕	Risque « Cheptel » Assez fort : 2,5 ⊕
Salinités en baisse malgré les forts coefficients des derniers jours, avec de très faibles valeurs en haut de Seudre.  Les écoulements des bassins versants impactent la salinité en chenaux ; Attention aux risques de contamination du milieu ; Préférez la fermeture des claires.	Température de l'eau au-dessus de la normale, supérieure à 10°C, favorisant la capacité de filtration des huîtres.  De 15°C à 20°C : Capacité de filtration de 100% A 10°C : Capacité de filtration de 80% A 5°C : Capacité de filtration de 50% *Absèques fournies par Ifremer	Pas de mortalités signalées ; Eviter les fortes variations de salinité et éviter les entrées d'eau en cas d'écoulement des bassins versants.  Rappel : Risque de mortalité si : * Écarts de salinité de plus de 5‰. * Oxygène dissous < 70%. * Densité trop élevée.

Surveillez la salinité en chenal avant tout renouvellement d'eau et Préférez la fermeture des claires pour éviter tout risque de contamination extérieure.

Dragage du port de Ribérou et du Chenal de la Seudre, du 16 février au 1<sup>er</sup> mars.

<sup>1</sup> Réseau Conchylicole en Marais Salé : Moyenne sur 23 ans, d'octobre 2000 à avril 2023 (chenal) ; Moyenne hebdomadaire : 24,4‰ ; 17,4°C.  
<sup>2</sup> Normale saisonnière selon Météo-France (1991-2022) : Pluviométrie mensuelle de février au Château d'Oléron : 55,9 mm

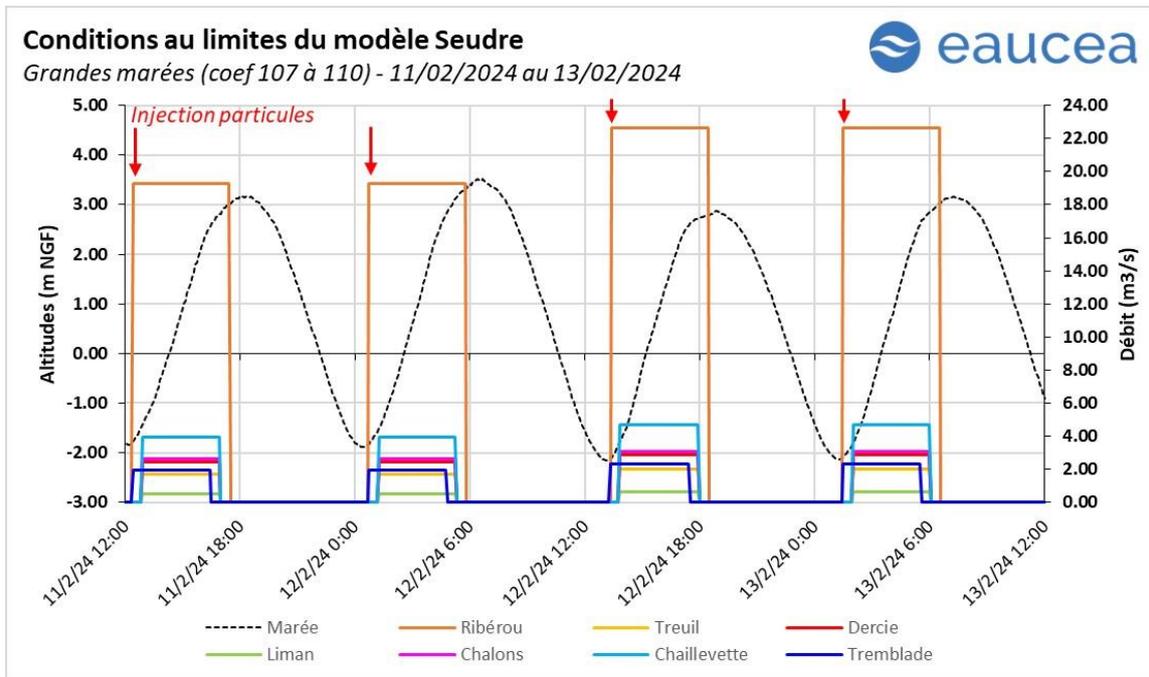
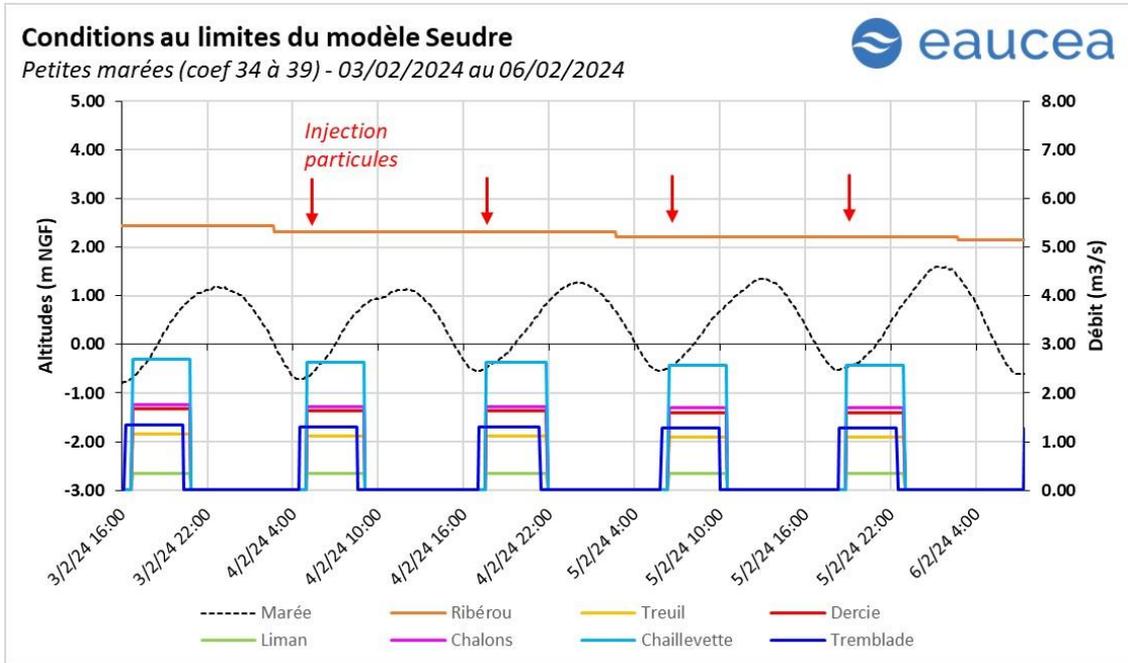
Bouquet Anne Lise - al.bouquet@cape-na.fr  
CAPENA - Expertise et Application  
05 46 47 49 52 - https://www.cape-na.fr/

Prochaines mesures :  
**Jeudi 22 février 2024**

Figure 8 Extraits des bulletins de CAPENA encadrant la période du test

### 3.1.4 Résultats des simulations

Dans cette modélisation 2D, le panache est représenté par un traceur « virtuel » qui permet de décrire quelques principes qui pourraient être raffinés au travers de scénarios de gestion, hors de propos de cette étude. Deux tests sont réalisés sur 48 heures consécutives<sup>3</sup> avec deux gammes de marée, petites et grandes.



<sup>3</sup> Un premier test sur 24 h s'est avéré insuffisant en termes de dispersion.

### 3.1.4.1 Des débits relatifs disproportionnés entre l'estuaire et les chenaux

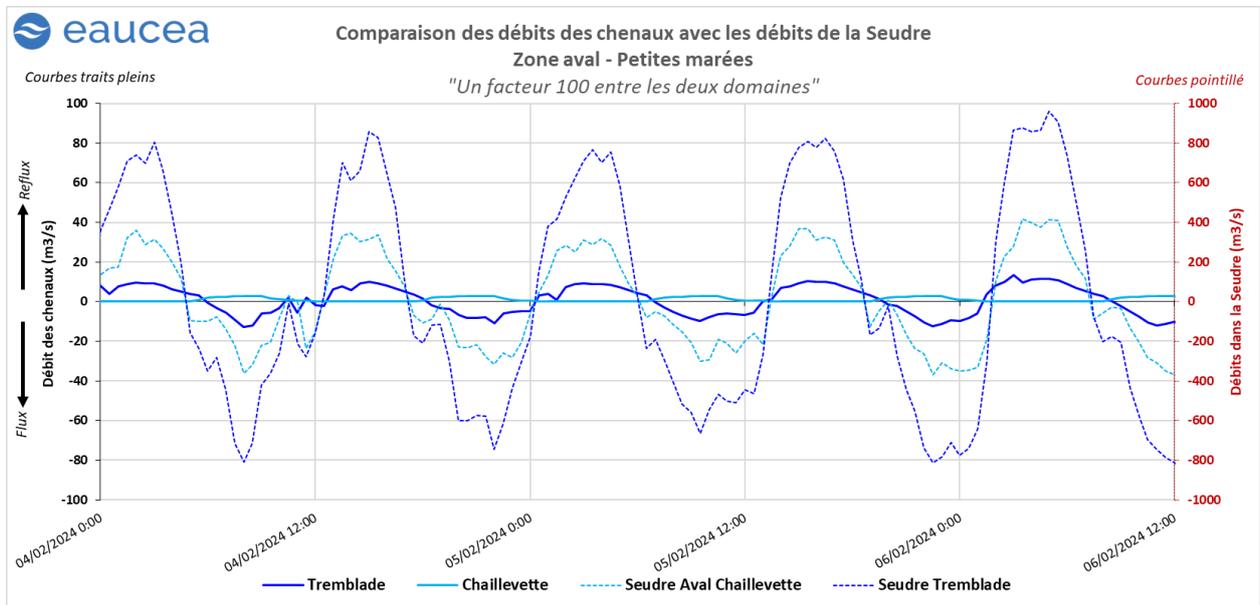
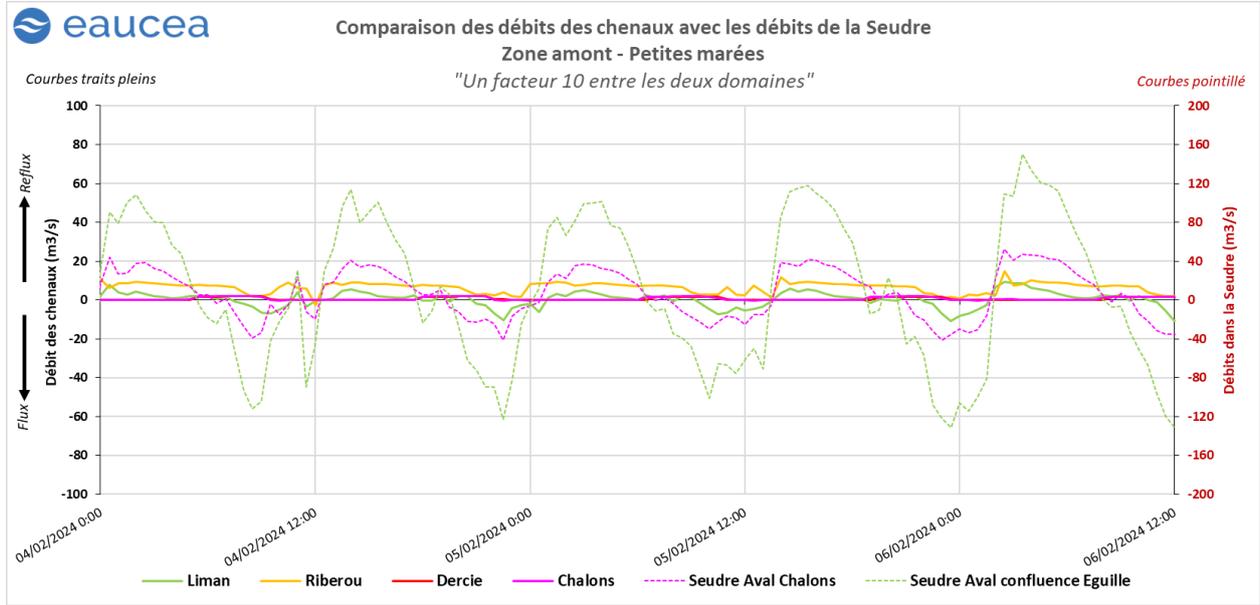
Les volumes d'eau issus des chenaux et donc en partie saumâtre, s'avèrent très inférieurs aux débits liés au cycle de la marée dans le grand estuaire avec des facteurs de proportionnalités allant de 10 à 100. L'impact hydraulique sur l'estuaire apparaît donc comme faible à très faible.

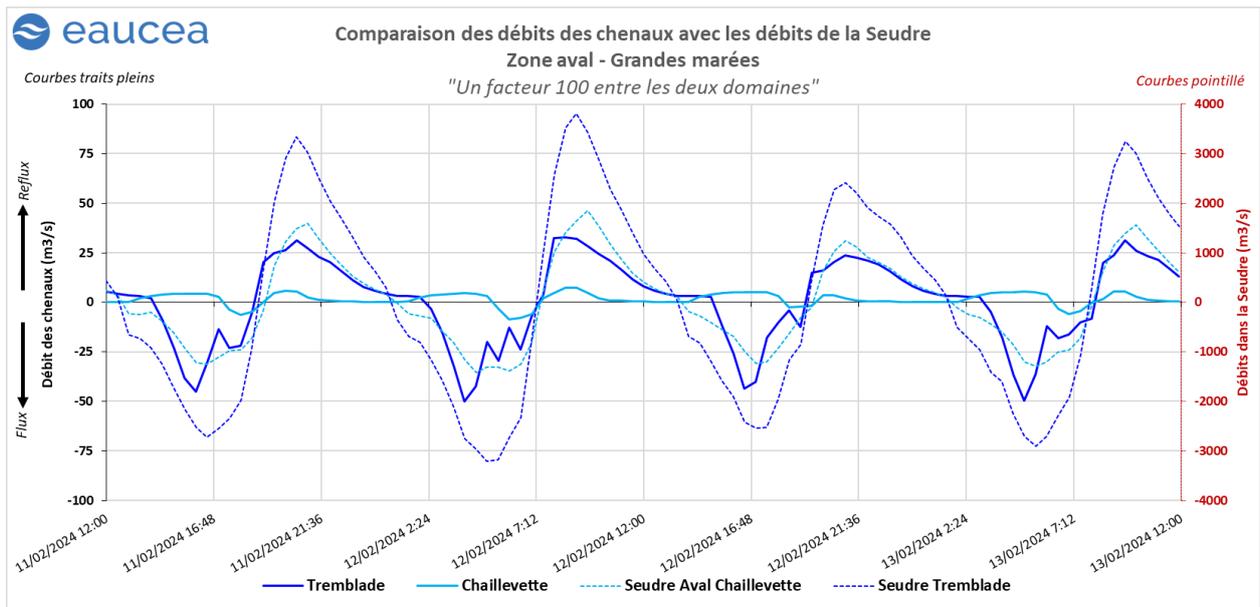
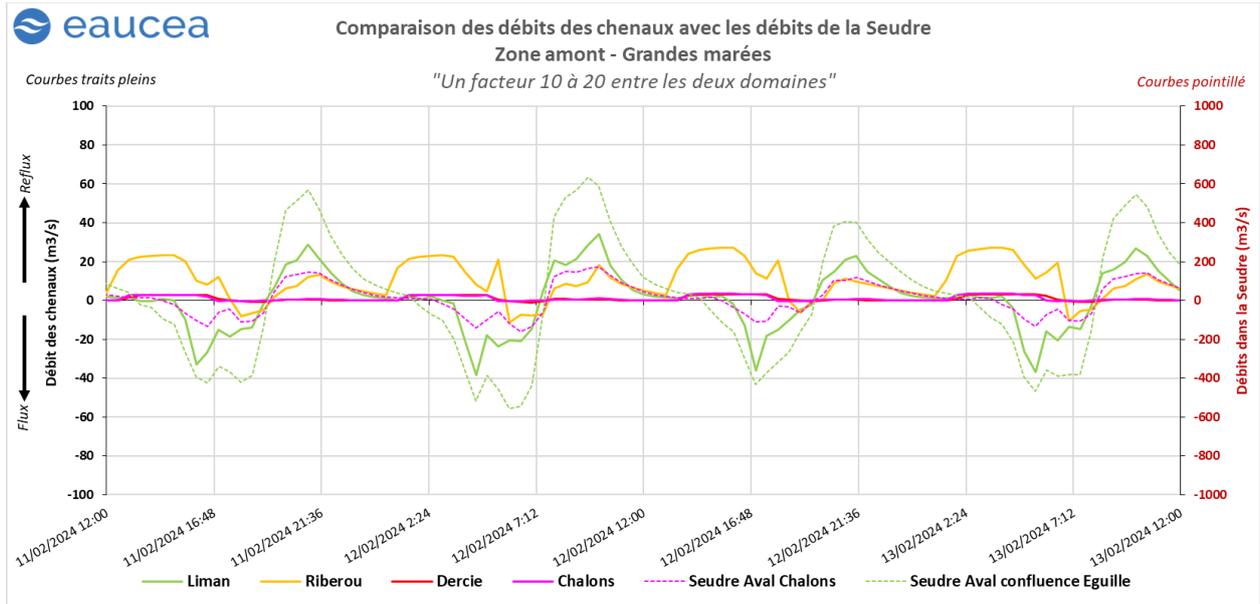
Les volumes oscillants dans l'estuaire sont en effet très élevés et augmentent de l'amont vers l'aval et avec les coefficients de marée. Ainsi à Eguille les débits évoluent entre +/- 120 m<sup>3</sup>/s par petit coefficient et +/-600 m<sup>3</sup>/s par grand coefficient et respectivement pour l'embouchure de +/- 800 m<sup>3</sup>/s à +/- 3000 m<sup>3</sup>/s.

Les débits oscillants dans les chenaux sont eux de l'ordre de quelques m<sup>3</sup>/s et jusqu'à 50 m<sup>3</sup>/s pour la Tremblade, à marée montante et en fort coefficient.

- Pour les petites marées :
  - Les débits en aval de l'estuaire (Tremblade et Chaillevette) : facteur 100 évalué ;
  - Les débits en amont de l'estuaire (Riberou, Dercie, Chalons, Liman) : facteur 10 évalué.
  
- Pour les grandes marées
  - Les débits en aval de l'estuaire (Tremblade et Chaillevette) : facteur 100 évalué ;
  - Les débits en amont de l'estuaire (Riberou, Dercie, Chalons, Liman) : facteur 10 à 20 évalué.

Attention chaque graphe présente deux échelles, en rouge l'estuaire, en noir les chenaux

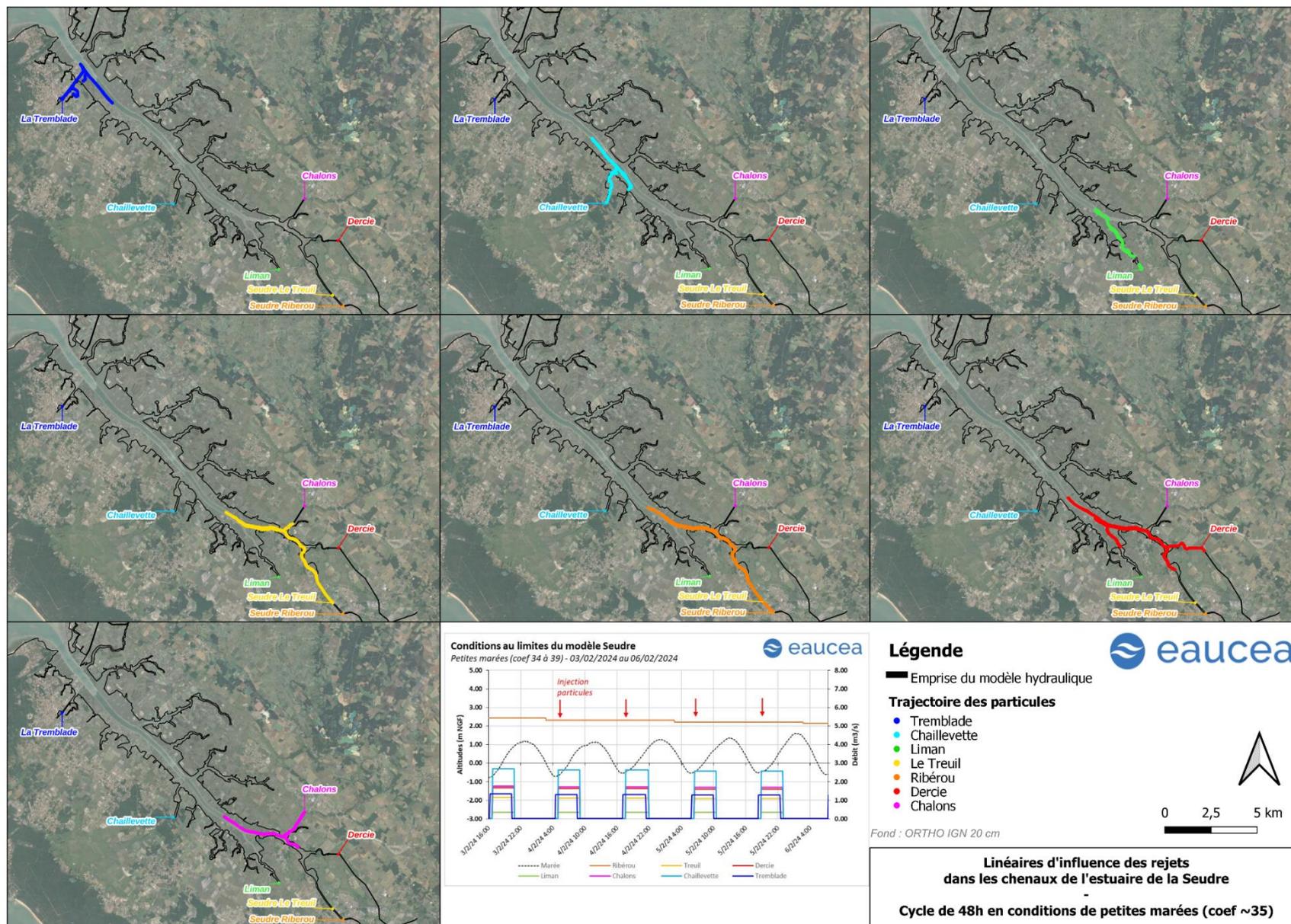


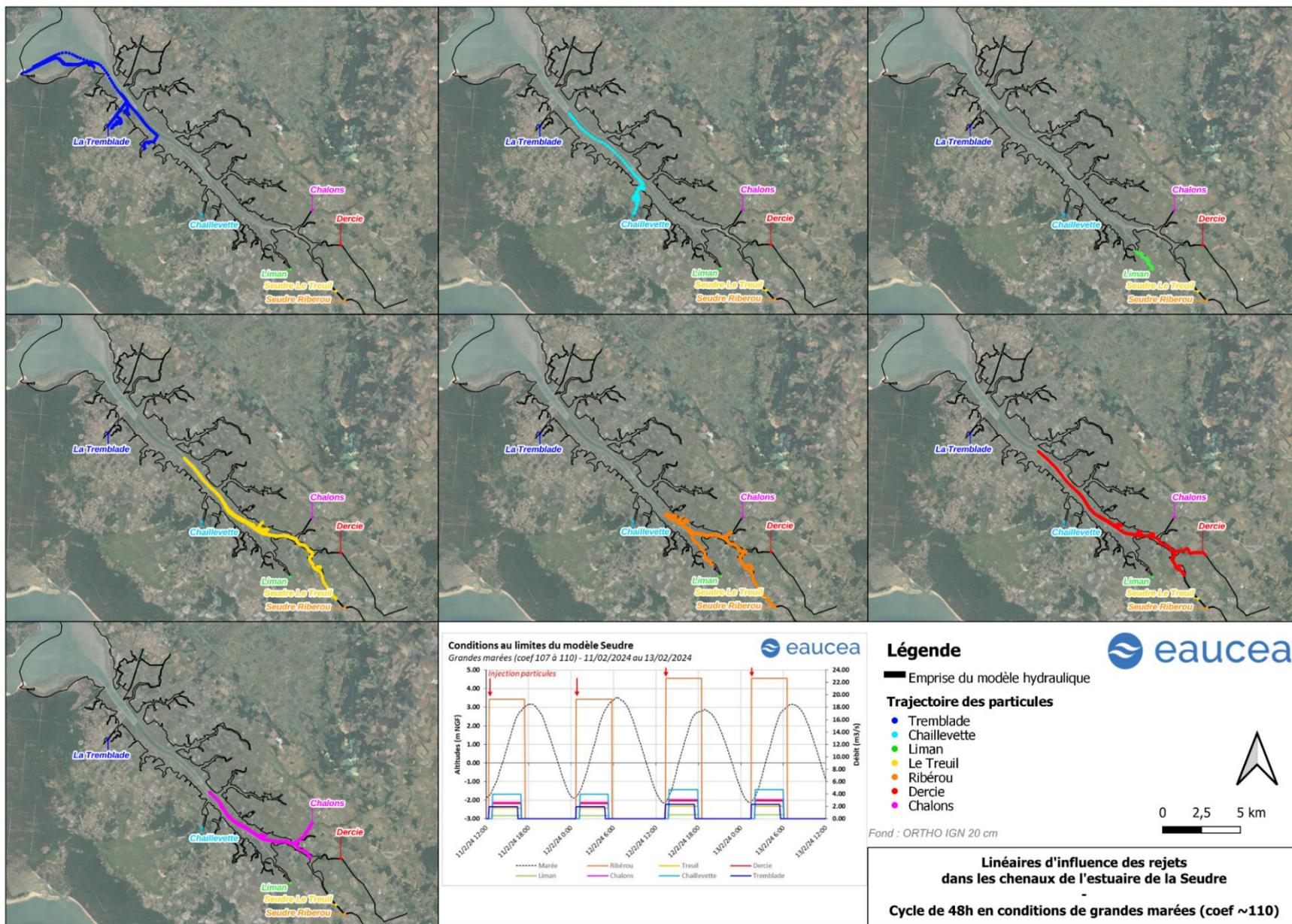


### 3.1.4.2 Des effets de confinements longitudinaux perceptibles sur 48 heures et plus marqués pour les petits coefficients

L'analyse de plusieurs cycles consécutifs montre que la dispersion longitudinale augmente avec le temps jusqu'à recouvrir l'ensemble de l'estuaire au bout de plusieurs jours. Néanmoins sur 48 heures, les panaches restent relativement circonscrits pour les petits coefficients et s'étendent logiquement pour les grands coefficients sans toutefois dépasser la moitié d'une longueur de l'estuaire.

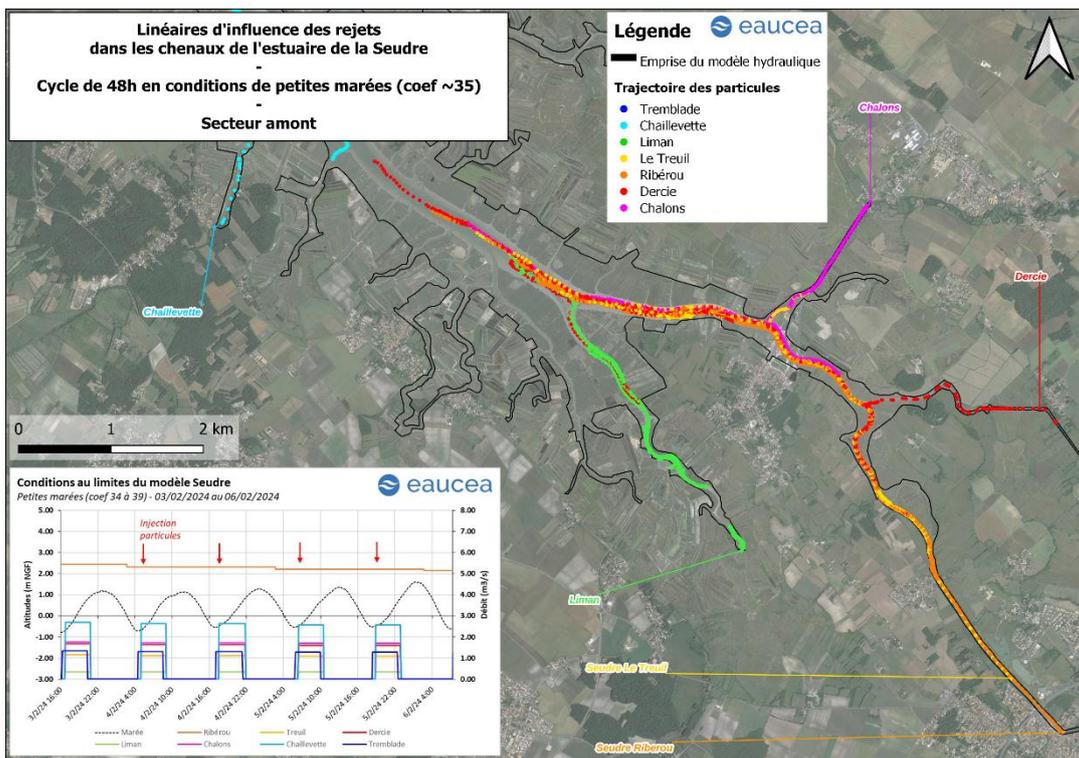
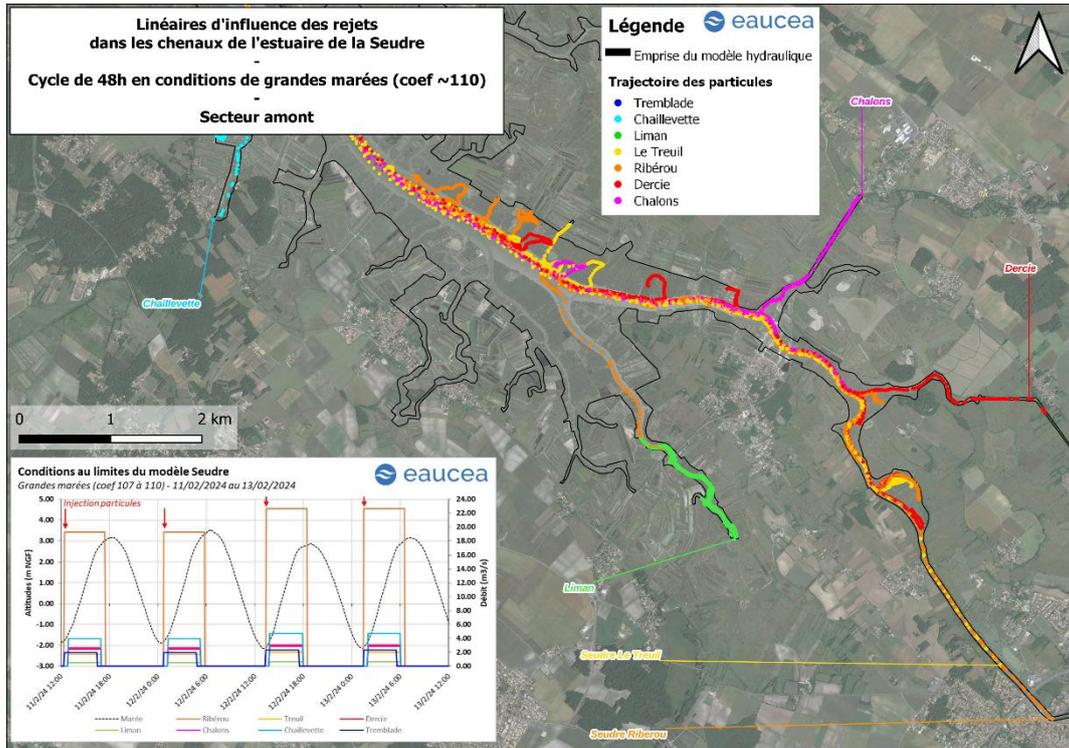
Figure 9 : Tests de déplacement des particules dans l'estuaire de la Seudre. Modèle Telemac 2D, petites marées et grandes marées



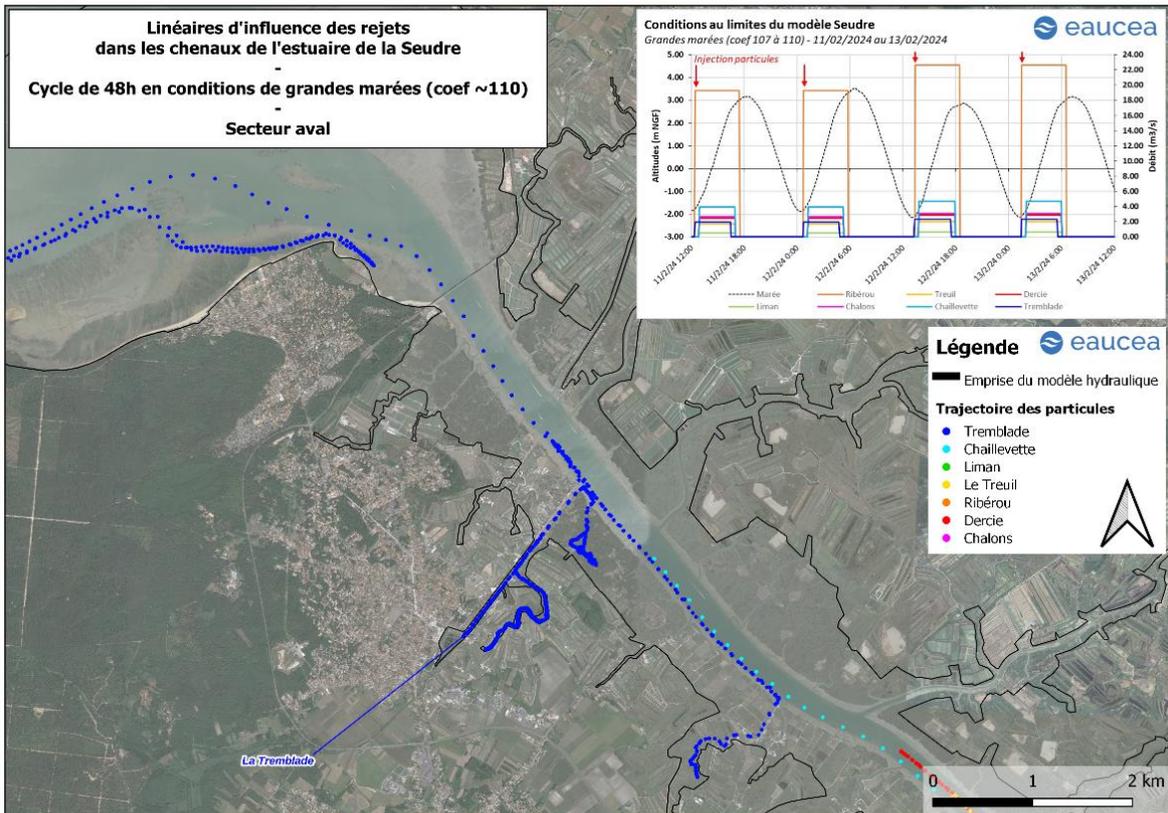
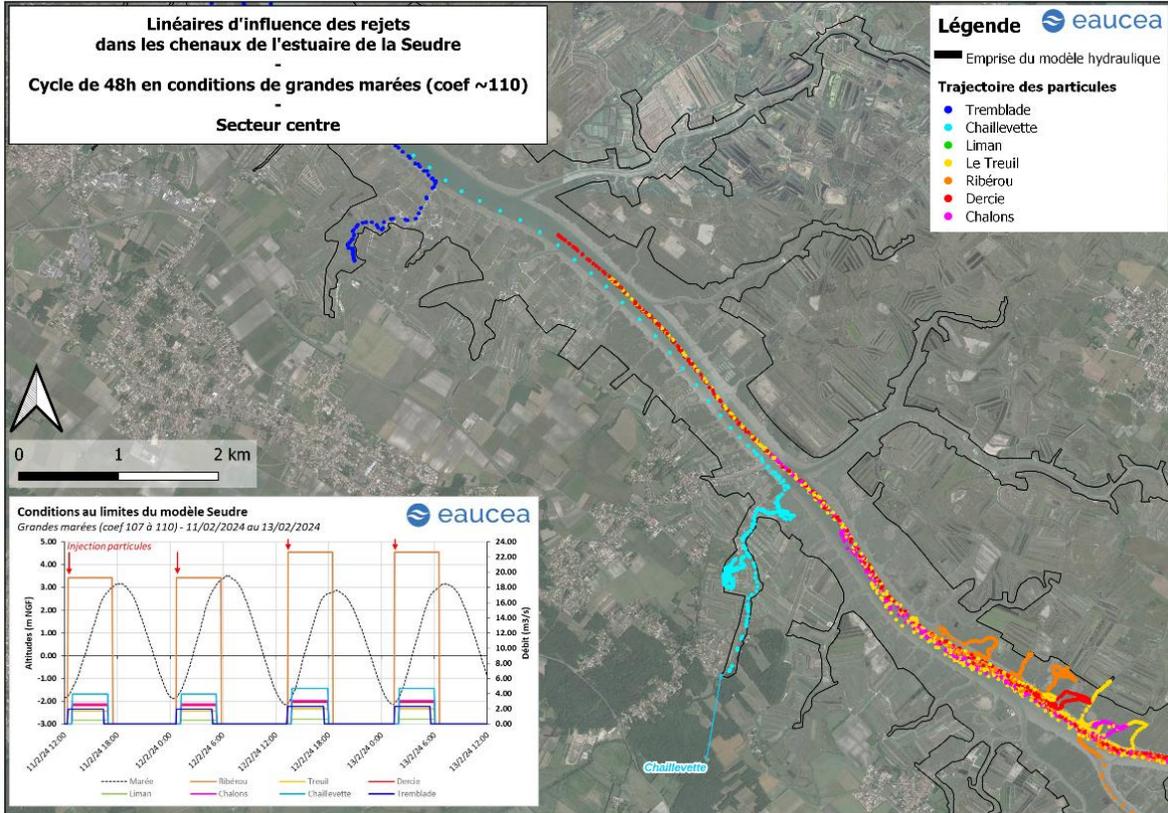


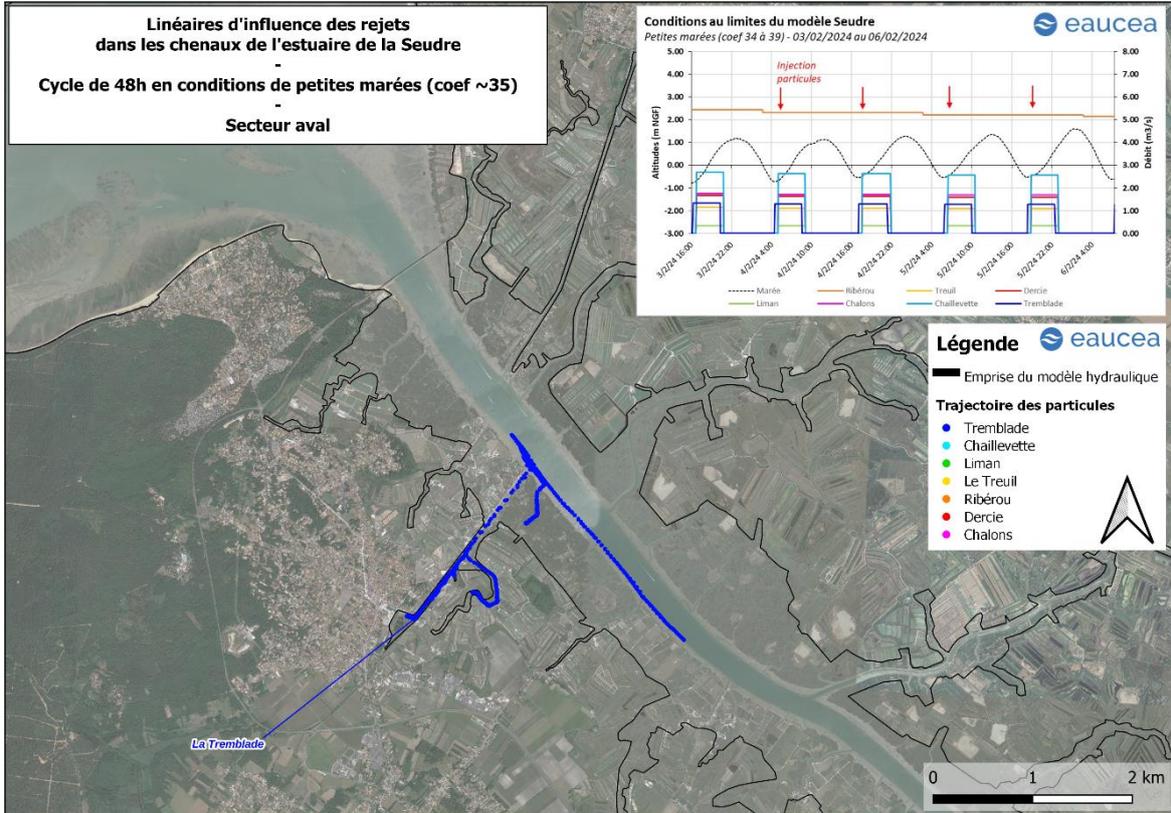
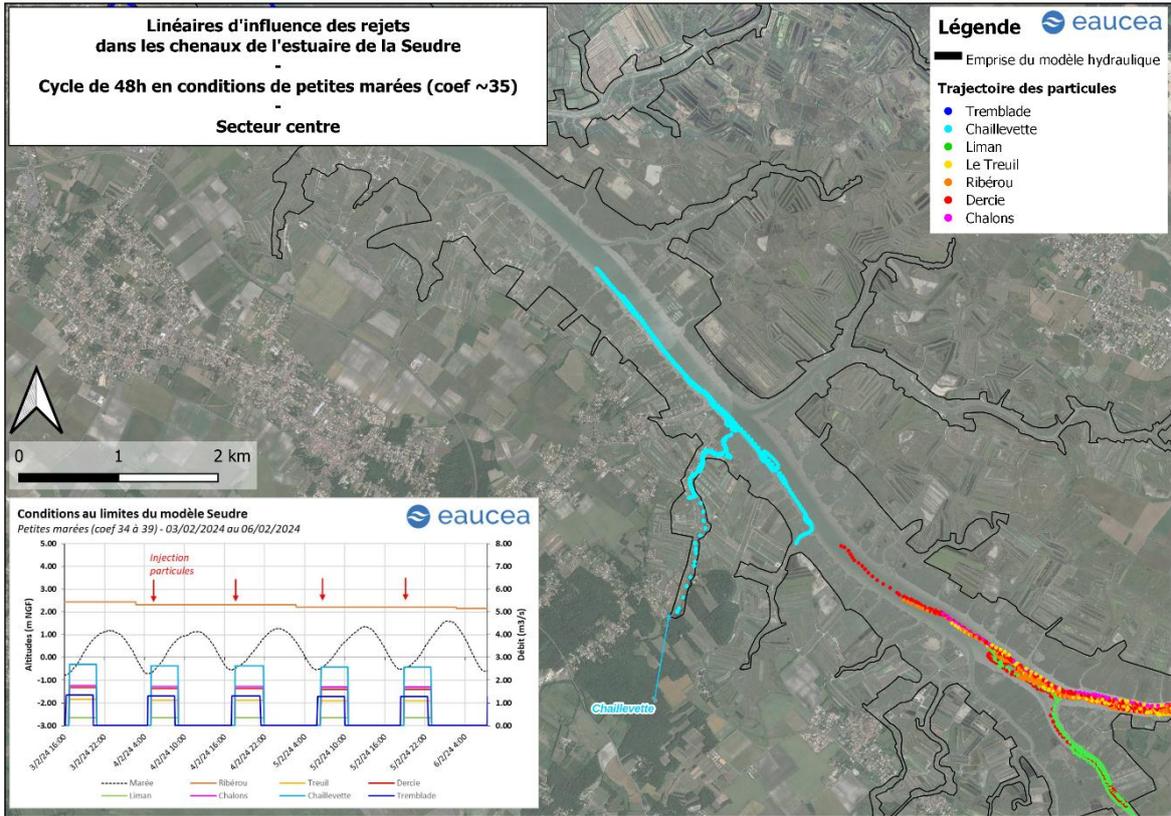
3.1.4.3 *Un faible mélange des eaux issus des chenaux latéraux avec le flux principal, mais des circulations possibles d'un chenal à l'autre*

Sur les flux issus de la Seudre sur le haut estuaire le mélange des eaux est favorisé en raison de débits estuariens plus faibles et d'une largeur plus petite. Des circulations s'effectuent donc aussi vers la rive droite et les chenaux du nord de l'estuaire.



Sur le centre et l'aval de l'estuaire, un enseignement intéressant de ces simulations est que le flux des chenaux reste comme plaqué sur la rive gauche par le courant principal de l'estuaire. Avec les déplacements longitudinaux, certains rejets peuvent ainsi être transportés et remontés dans un autre chenal latéral.

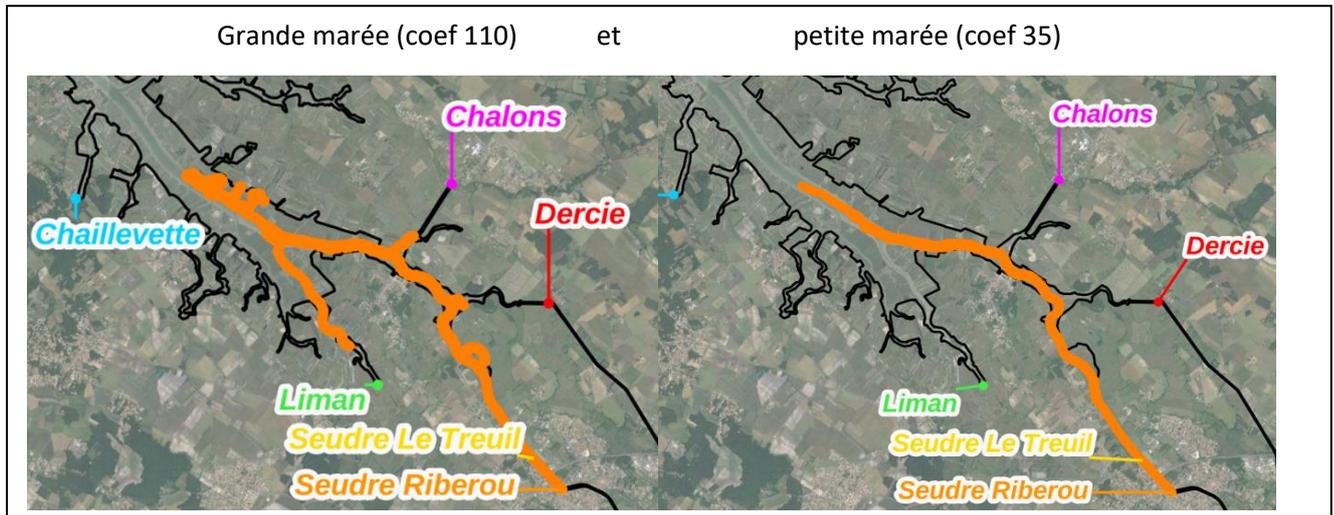




### 3.1.4.4 Conclusions

Quelques constats se dégagent de ces simulations :

- Sur le plan de la modélisation, la topographie des systèmes de chenaux introduite dans le modèle est sans doute trop sommaire ce qui constitue une limite intrinsèque à l'exercice réalisé ; elle conduit parfois les simulations de transport à « des impasses » hydrauliques ce qui a conduit à relancer plusieurs fois les simulations et surtout à étendre la durée du test de 12 h (un cycle de marée) à 48 h (4 cycles de marées) avec des durées de calcul importantes ; L'extension et la direction du déplacement étant aussi étroitement liées au moment de l'injection dans le cycle de marée, la simulation sur 48 h apparaît donc comme la plus robuste car elle atténue ce type d'effets ;
- Sur le plan écologique, le modèle montre que des circulations d'eau peuvent favoriser le renouvellement régulier des eaux ainsi qu'une dispersion passive de nombreux organismes aquatiques dont les larves d'anguilles ou les juvéniles de poissons qui constituent un enjeu écologique de ce secteur. Ces circulations concernent l'estuaire mais aussi les chenaux soumis à marée et jusqu'au marais salés et parfois d'un chenal à l'autre avec cependant une différenciation probable entre les deux rives. Ce mécanisme joue sans doute un rôle important dans les échanges faunistiques et floristiques entre marais littoraux. Il est cependant essentiellement conditionné par les courants de marée. L'hydrologie continentale est univoque, allant des marais doux vers l'estuaire et sous contrôle de la gestion de vannes ou de pompes et avec un rôle quantitatif très modeste en regard des courants de marée ;
- Sur le secteur amont de l'estuaire, le mélange des eaux apparaît être la règle en raison d'une largeur beaucoup plus faible du lit mouillée. Pour des débits hivernaux (environ 5 m<sup>3</sup>/s à Saujon), l'extension géographique de l'influence fluviale est inférieure à une dizaine de km au bout de 48 heures avec une plus grande dispersion vers les chenaux latéraux pour les grands coefficients que pour les petits coefficients, qui favorisent donc un certain confinement.

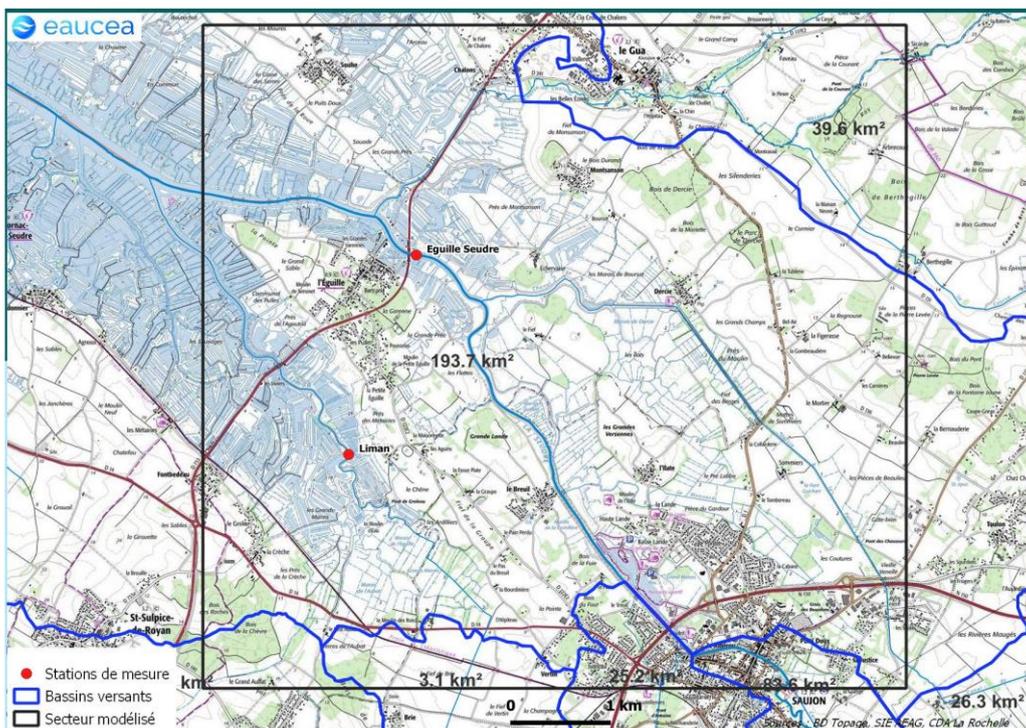


	Extension du déplacement particulière (km) sur 2 cycles de marée (évaluation)	
	Petite marée	Grande marée
Marais		
Tremblade	2,7 km	3,8 km
Chaillevette	3,3 km	4,5 km
Ribérou	7,4 km	5,6 km
Dercie	5,5 km	7 km
Liman	0,6 km	1,4 km
Chalons	3 km	2,2 km

## 3.2 Le haut estuaire

### 3.2.1 Enjeux

Le périmètre estuarien est celui compris entre le fleuve en amont actuellement fermé par la frontière hydraulique de l'écluse de Saujon et la Pointe en aval avec la station Magest d'Eguile comme point d'intérêt particulier.



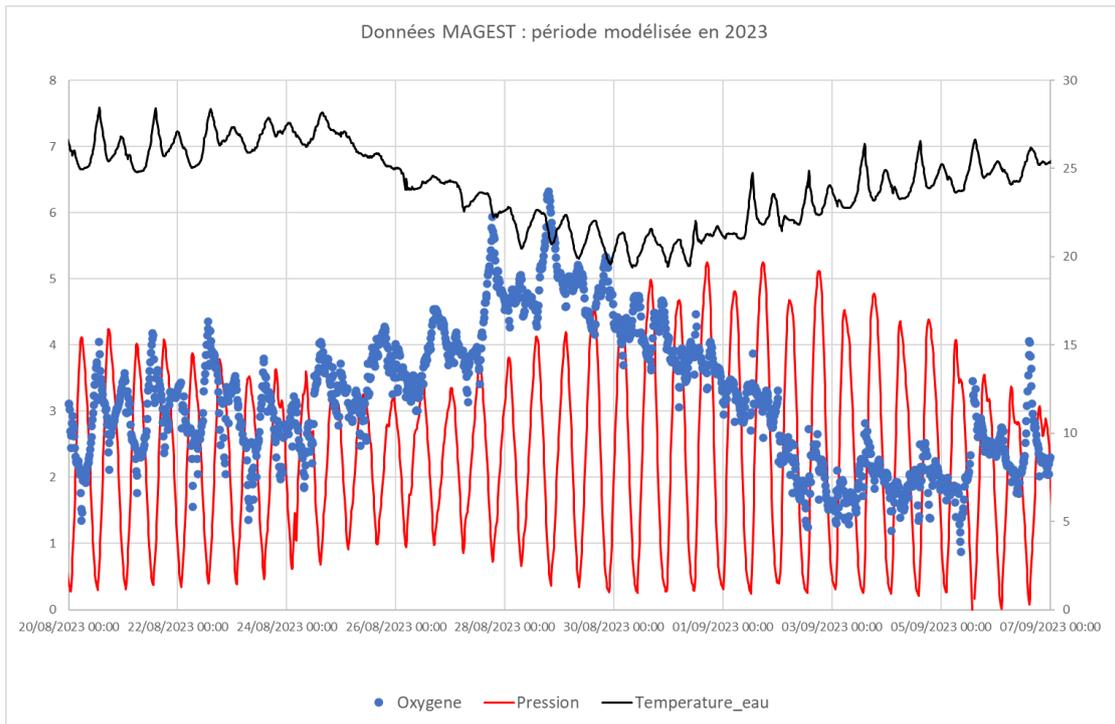
Deux enjeux ont été évoqués sur ce secteur :

- La continuité écologique et de la pérennité physique des habitats aquatiques notamment en phase de jusant et de basse mer. Il s'agit de vérifier si dans des conditions d'étiage estival et selon la gestion de l'écluse de Ribérou, les niveaux d'eau dans le chenal sont compatibles avec le maintien de condition d'habitat piscicole sur le chenal ;
- La qualité des eaux dont le suivi permis par la sonde MAGEST d'Eguile constitue à ce jour la source d'information la plus complète concernant les interactions débit et amplitude de la marée. L'analyse permettra :
  - une contextualisation hydraulique (vitesse de l'eau, profondeur) du site de mesure MAGEST ;
  - une interprétation statistique des mesures MAGEST et des extrapolations au travers du modèle Sturi'eau afin de proposer des recommandations pour les débits biologiques.

### 3.2.2 Hydraulique du chenal et valeurs testées

Sur ce secteur nous disposons de données bathymétriques qui permettent de tester les conditions d'habitat physique au travers d'un modèle hydraulique 2D avec des temps de calcul raisonnables mais avec une représentation bathymétrique très simplifiée du chenal.

Les conditions testées en hautes eaux sont les mêmes que pour l'étude des marais. En étiage, elles couvrent une séquence de période chaude et de débit faible en 2023 avec des conditions de marée contrastées. La période du 20 août au 7 septembre 2023 est retenue pour la simulation hydraulique et l'interprétation qualitative qui montre une situation à enjeu pour la biologie (température et dioxygène).



### 3.2.3 La dynamique du haut estuaire sans écluse

Le modèle hydrodynamique a été construit pour prendre en considération la Seudre canalisée<sup>4</sup> en amont de l'écluse de Ribérou et jusqu'à Corme Ecluse. L'hypothèse théorique d'un effacement de l'écluse de Ribérou (écluse ouverte) a permis de constater que l'onde de marée dynamique remonte bien jusqu'à Corme Ecluse.

Cette intrusion dans les terres aurait des conséquences hydrauliques significatives en raison du volume oscillant que cela représente avec des marnages qui s'atténuent de l'aval vers l'amont. Pour illustrer ce mécanisme nous avons extrait les données hydrauliques au niveau du pont de la D117 en amont de Saujon et au droit de l'écluse supposée ouverte.

Dans les deux sites les marnages peuvent atteindre 3,5 m pour des coefficients de 110. On observe que la phase de flux est beaucoup plus « raide » que la phase de reflux. En effet, les effets de freins hydrauliques s'expriment plus fortement lors de la vidange du bief naturel que lors de son remplissage.

<sup>4</sup> Sur ce secteur l'ancien lit de la Seudre, court circuité par le chenal artificiel présente de nombreux méandre et n'a pas été intégrée dans la modélisation.

Ce décalage s'observe de façon plus manifeste sur le graphe des débits instantanés avec une phase de très forts débits, 4 fois plus intenses au moment de la renverse à l'étales de basse mer que pendant le jusant.

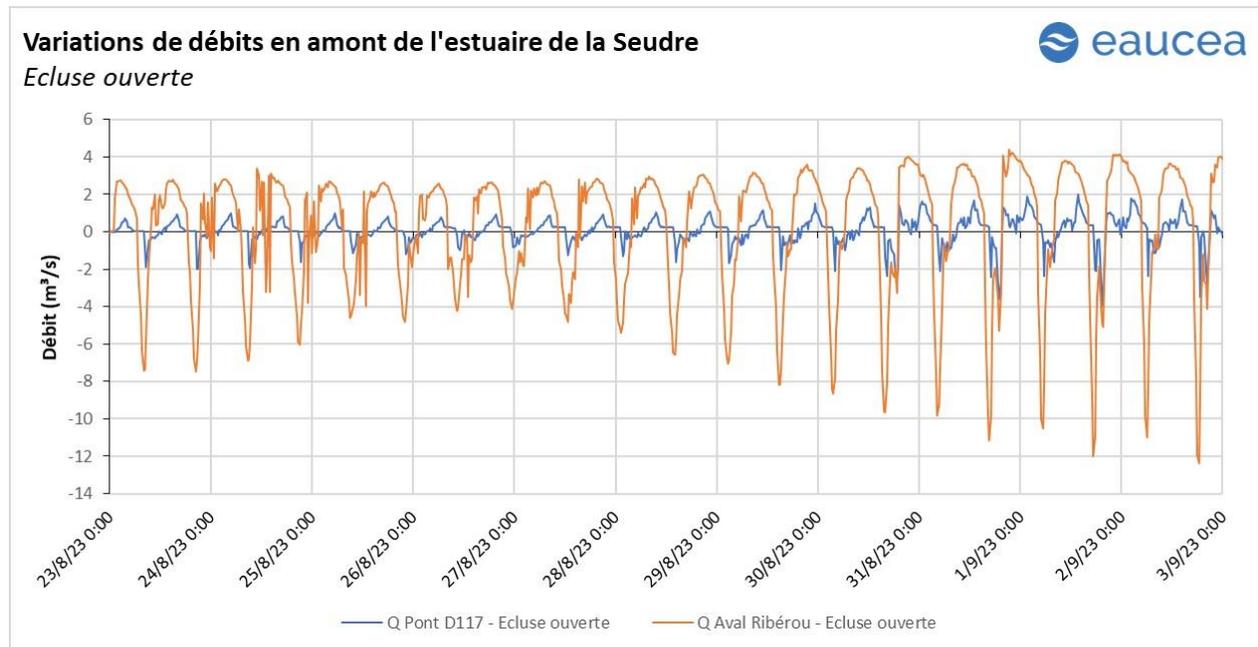
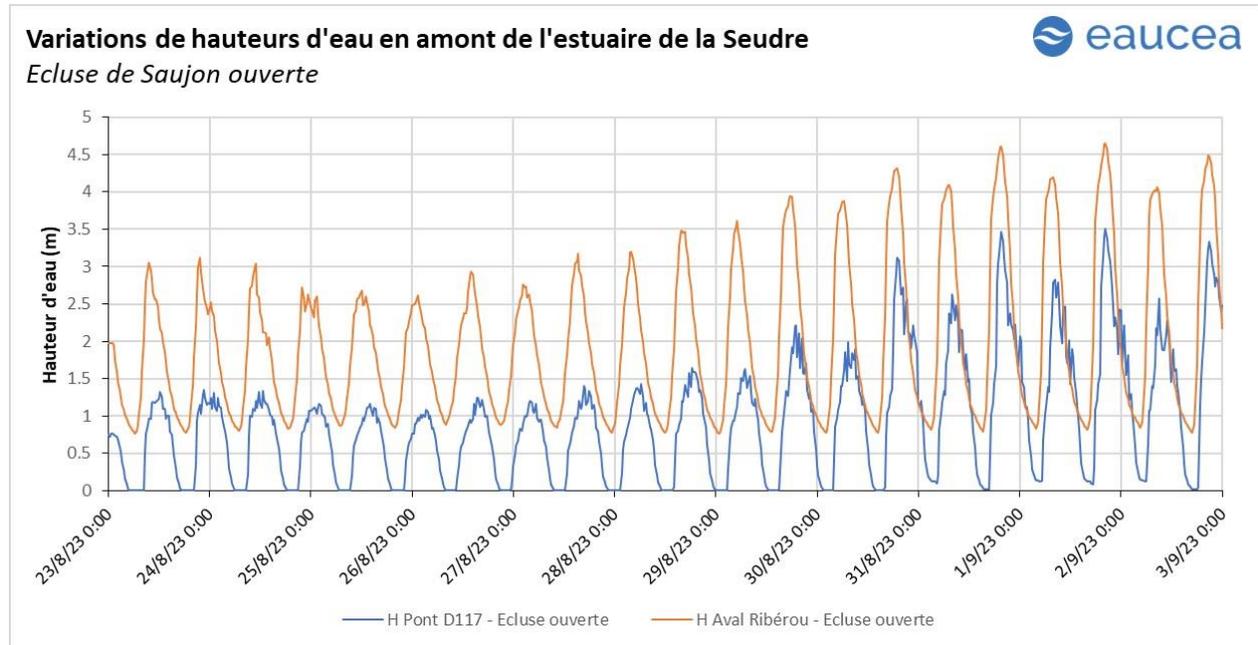
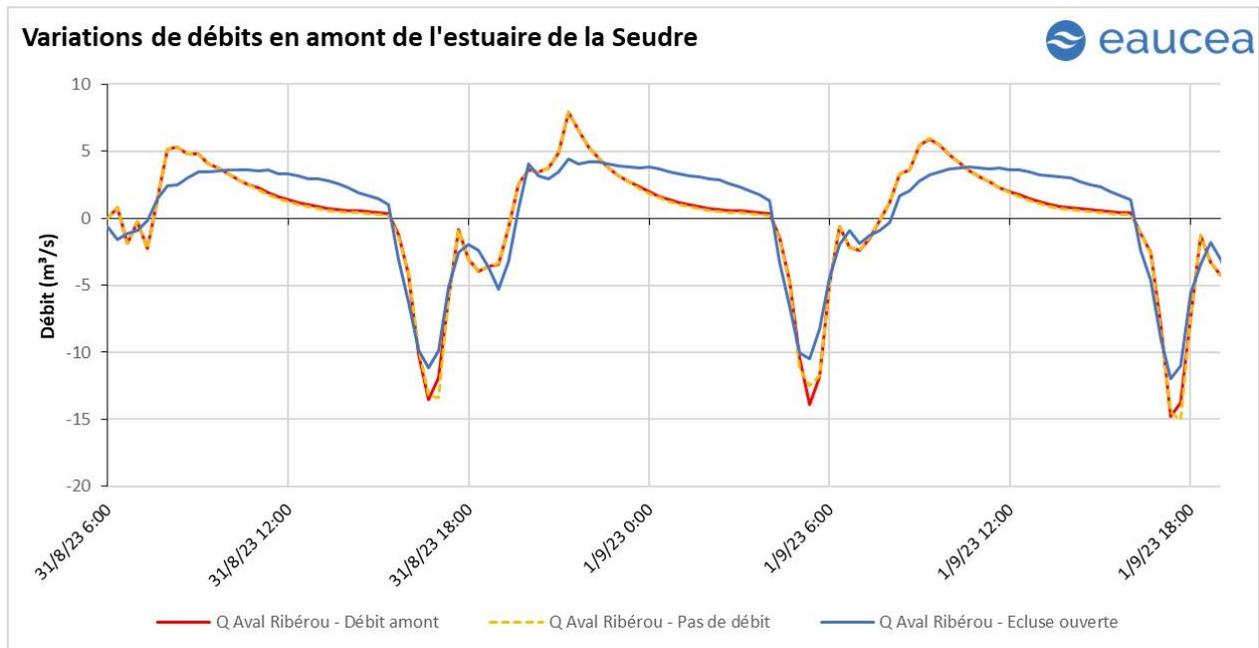


Figure 10 : Graphes des marnages et des débits en amont et en aval de Saujon dans l'hypothèse d'écluse ouverte et en étiage fluvial.

Remarque : les valeurs négatives de débit correspondent à des débits de flux de l'aval vers l'amont fluvial.

### 3.2.4 Un impact significatif des écluses mais faible du débit fluvial

La comparaison des profils de débits en aval immédiat de Ribérou avec un débit d'étiage nul (0L/s) ou équivalent au DOE à St André de Lidon qui a été réglementairement arrêté à 90l/s en 2022. A Saujon le rapport de bassin versant se traduirait par un débit de 144L/s arrondi à 150 L/s pour les simulations. Le graphe illustre très clairement le caractère marginal des apports fluviaux sur l'hydrodynamique estuarienne en période d'étiage. En revanche, le graphe illustre aussi l'impact du blocage de l'onde de marée qui augmente les débits de pointe et accentue le tarissement au jusant en raison de la réduction du volume oscillant dans le domaine fluvial.



### 3.2.5 Habitat aquatique

En étiage le risque d'un assèchement du chenal serait dépendant de la marée et du débit fluvial restitué au niveau de l'écluse de Ribérou. La situation a donc été modélisée. Néanmoins, la qualification des conditions d'habitats (vitesse, profondeur) à l'étape de marée basse sous différentes conditions de marée et de débit d'étiage est incertaine en raison de l'imprécision des données de bathymétrie du chenal amont notamment le fait que le chenal resterait toujours en eau. Les profils hydrodynamiques indiquent des situations de blocage hydraulique (haut fonds) avec des effets significatifs sur ce secteur. Une difficulté résulte aussi des travaux réguliers de dragage sur ce secteur navigable et navigué.

Les résultats des simulations apportent cependant des enseignements intéressants. Pour des coefficients de grande marée, l'impact du débit fluvial de 150 L/s sur les côtes de la ligne d'eau est négligeable. Rappelons que la largeur du chenal à pleine mer est d'environ 20 m.

L'impact de l'écluse se traduit par une baisse de la cote observée à Saujon bien plus significative que celle du débit d'étiage.

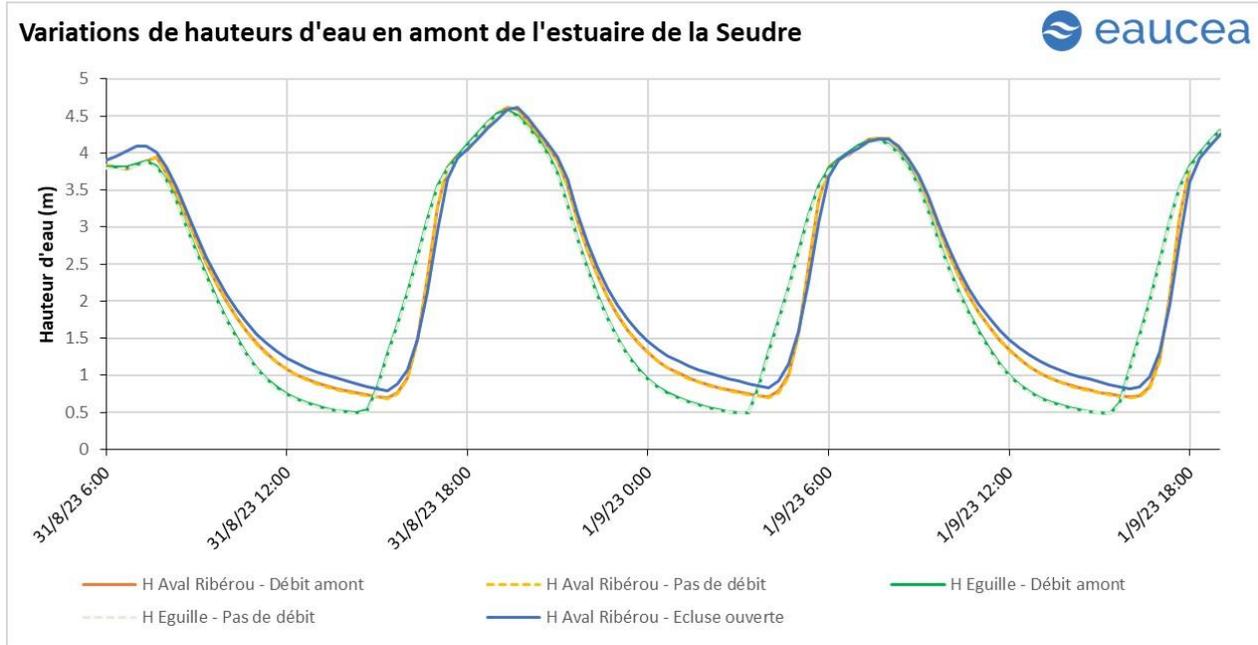


Figure 11 : Evolution des profondeurs dans le chenal à Saujon et Eguille, pour des débits d'étiage et des grandes marées.

Les vitesses de l'eau enregistrées en pointe sur ces secteurs pendant les situations de reflux restent inférieures à 80 cm/s et toujours localisées au centre du lit ou dans des zones de constriction. Cette situation induit sans doute un comportement d'attente dans des fosses moins exposées ou de positionnement au plus près des berges pour les jeunes anguilles en montaison.

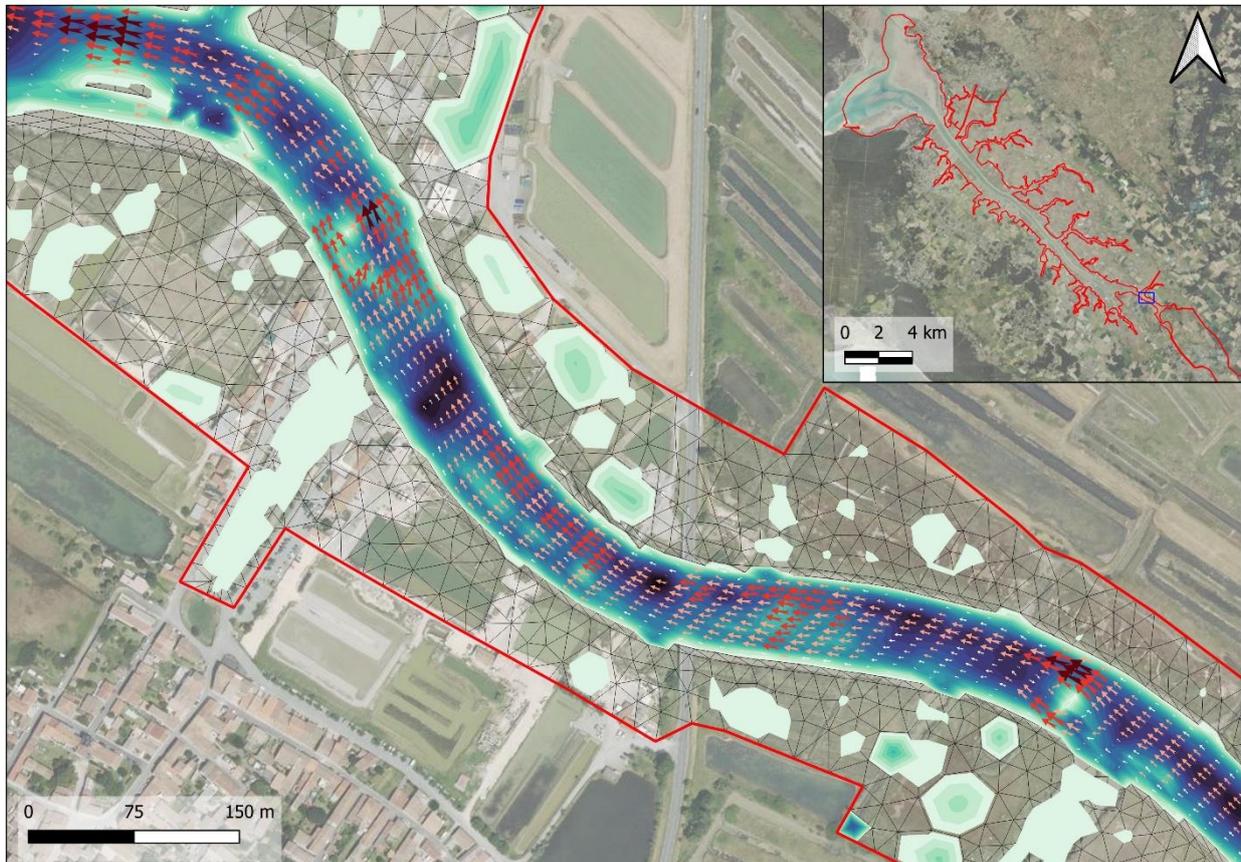


Figure 12 : répartitions des vitesses en phase de reflux dans le chenal à Eguille, pour des débits d'étiage et des grandes marées.

### Conséquences pour le débit biologique

Ces constats décrivant les conditions d'habitats n'ont cependant pas de portée opérationnelle pour la définition d'un débit biologique en étiage. La qualité de l'habitat liée au maintien en eau du chenal apparait peu dépendante du débit et déjà médiocre en raison du fond vaseux uniforme. Même en l'absence d'une influence de la marée sur les niveaux d'eau, les sections hydrauliques sont trop importantes pour que l'on puisse imaginer un impact significatif du débit en étiage sur les conditions d'habitats.

#### 3.2.6 Qualité des eaux mesurée en continu au travers de la sonde Magest de l'Eguille

##### 3.2.6.1 Une mesure représentative du haut estuaire sous influence fluviale

La sonde est installée à une altitude constante sous le seul pont en aval de Saujon, dans un secteur où l'estuaire est encore un chenal assez peu large et largement dépendant des conditions hydrauliques (marée surtout et débit).

Les modélisations hydrauliques en étiage (test de trajectoire particulière) montrent que la sonde permet un suivi de la masse d'eau sur un linéaire d'environ 10 km pour les grandes marées et en étiage couvrant l'intégralité du chenal en amont d'Eguille et environ jusqu'à 5 km en aval. Il est intéressant d'observer sur la carte qu'en aval, un nombre significatif des particules emprunte le centre du chenal, mais que certaines peuvent remonter dans les chenaux latéraux. Il y a donc bien au niveau du pont de l'Eguille une situation favorable au suivi du fonctionnement d'ensemble du réseau hydrographique du haut estuaire.

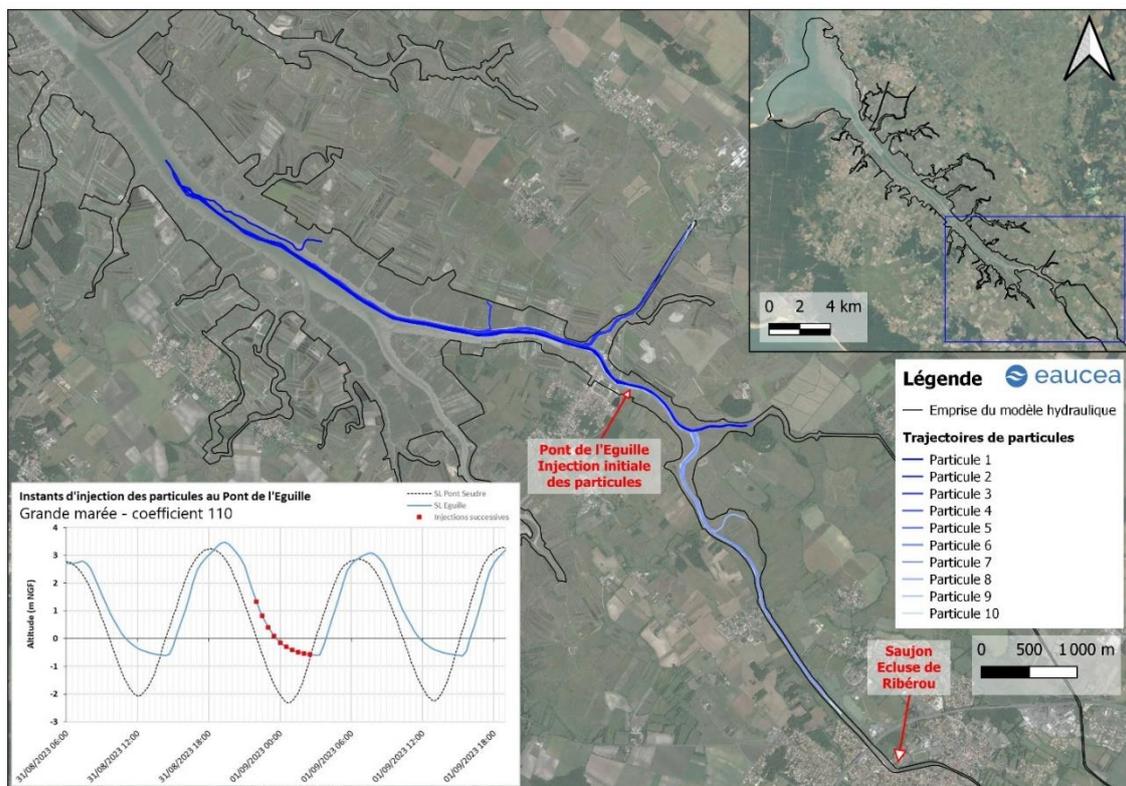


Figure 13 : Traçage numérique des circulations hydrauliques longitudinales du haut estuaire en étiage

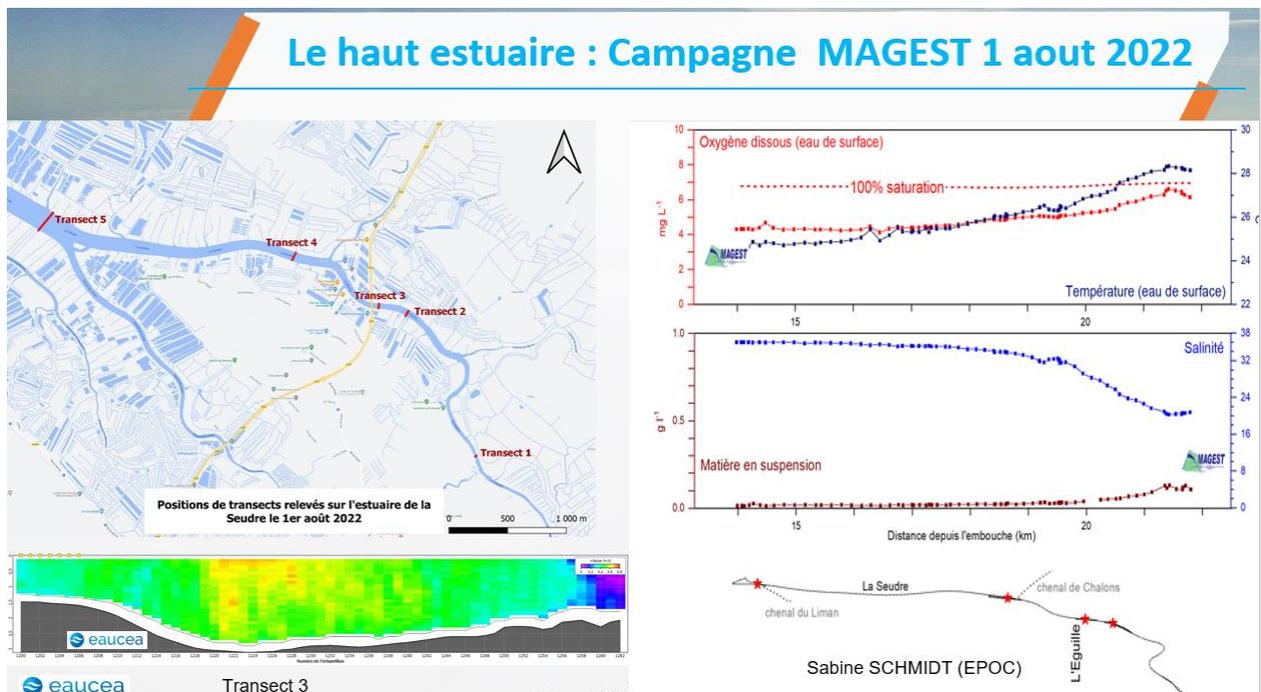
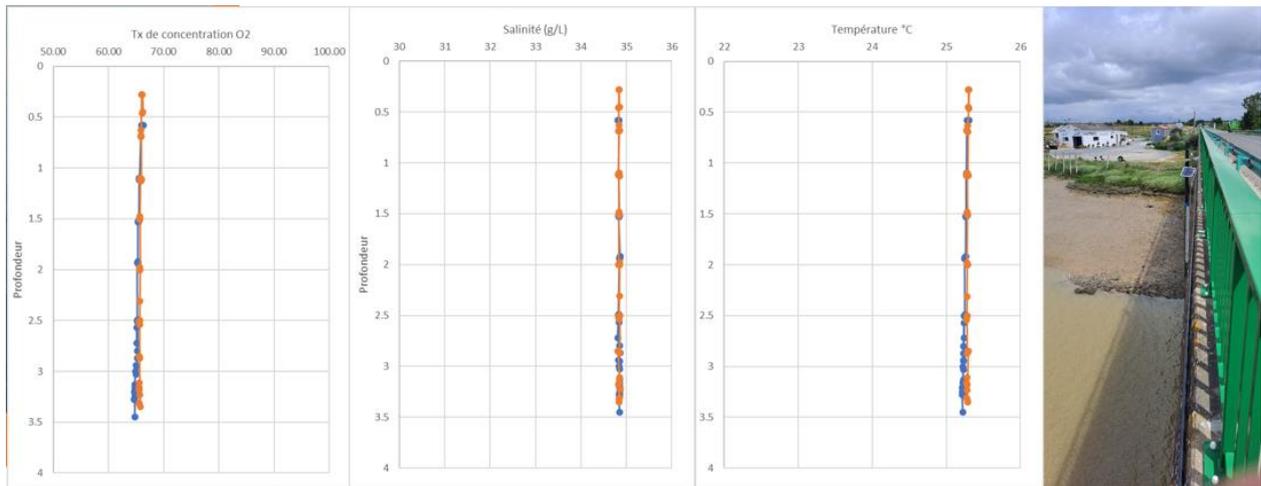
**Le positionnement correspond bien à une zone de transition intéressante pour caractériser ce tronçon amont de l'estuaire mais il n'est pas représentatif du reste de l'estuaire en aval, largement plus maritime.**

### 3.2.6.2 Une bonne représentativité de la tranche d'eau

Une campagne de mesure réalisée le 1 août 2022 (débit fluvial de 60L/s à Corme Ecluse) a permis de caractériser le profil qualitatif longitudinal, vertical mais aussi le profil des vitesses sur 4 transects.

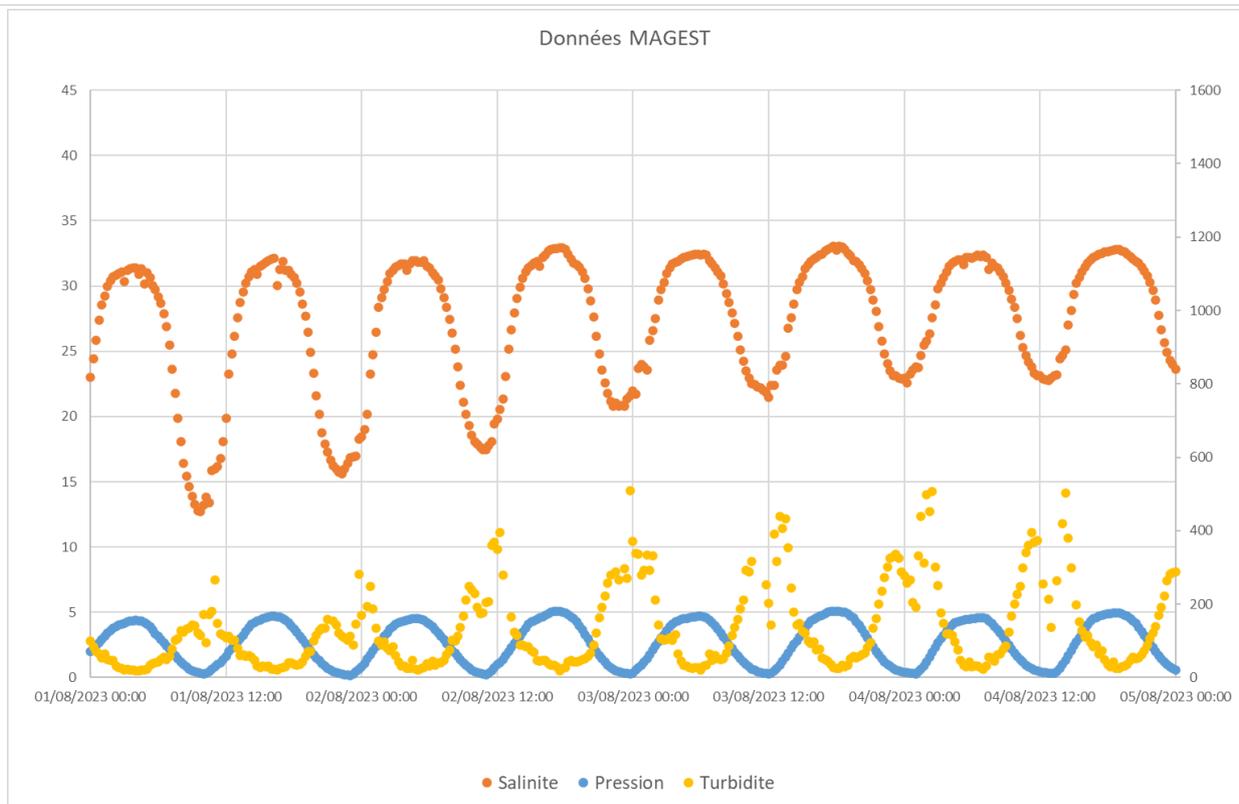
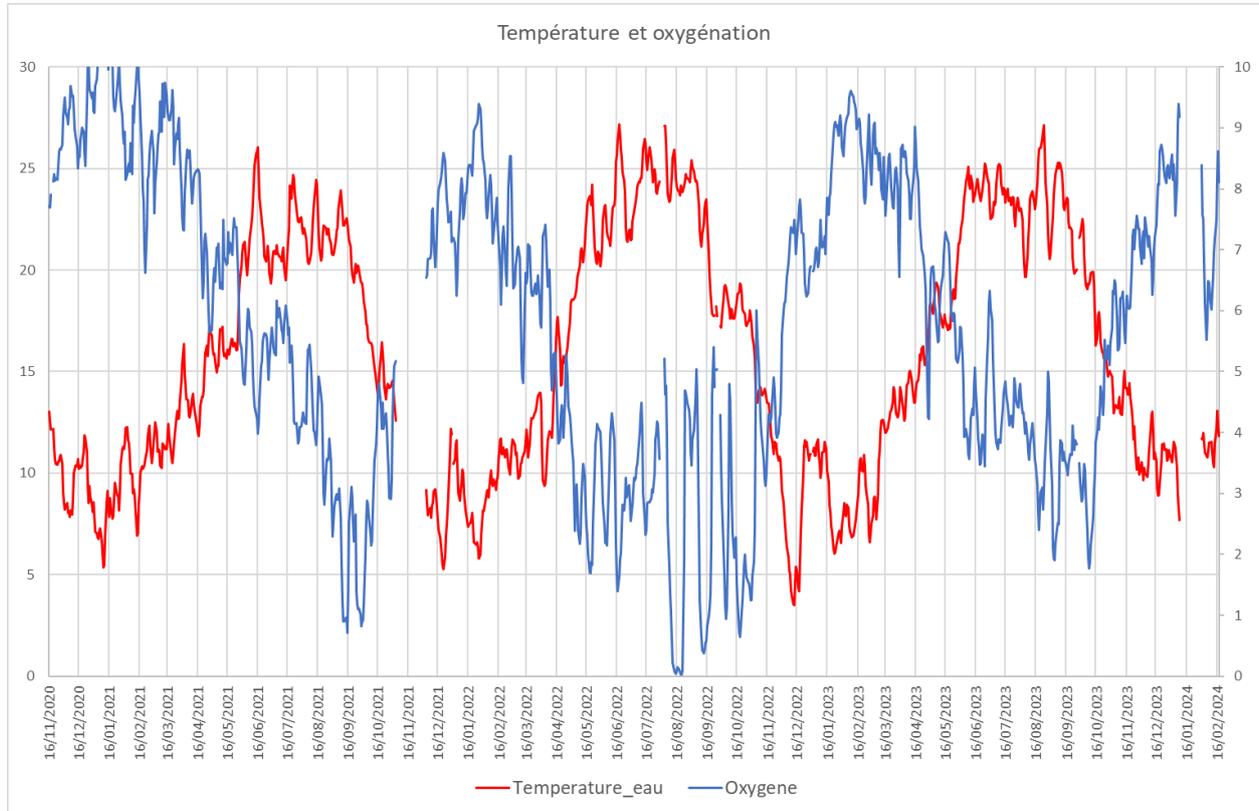
Les principaux enseignements sont que :

- La position centrale du capteur par rapport au lit le place aussi dans la zone de plus forte énergie (cf. champs de vitesse mesurés par Doppler ou modélisés) ;
- Le mélange des eaux sur le profil vertical est acquis ce qui s'explique par les vitesses élevées dans une zone à fort marée.



### 3.2.6.3 Une variabilité des paramètres qualitatifs

Les suivis en continu de la sonde Magest montrent une forte variabilité des paramètres.



Le premier graphe sur 3 ans indique les valeurs moyennes journalières et fait apparaître un régime saisonnier contracyclique entre concentration en oxygène et température de l'eau. Ce sont les valeurs hautes des températures, en lien avec les températures de l'air en été, qui induisent des effets directs sur la physiologie des poissons mais aussi une baisse des taux d'oxygène préjudiciable aux écosystèmes.

Le second sur 5 jours, zoome sur des pas de temps plus fins. On perçoit alors le cycle des marées mesuré par les variations de pression et ses effets sur le paramètre salinité et turbidité.

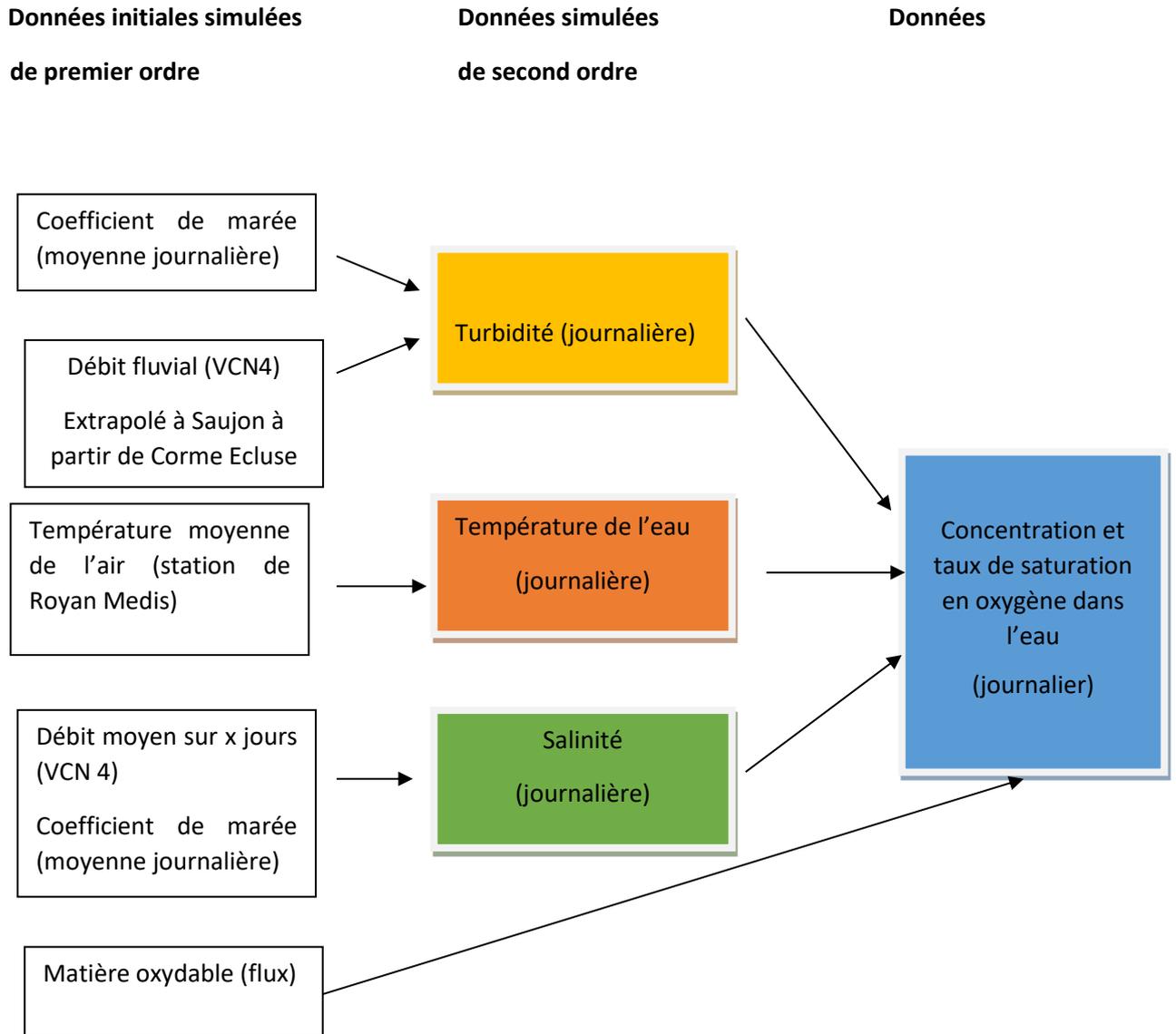
Cependant les périodes chaudes étant aussi celles de moindre débit, c'est ce type de relation qui est décrypté au travers du modèle STURI'Eau, en identifiant les facteurs de dépendance entre paramètres et donc de prédictibilité des phénomènes.

### 3.2.7 Modélisation Sturi'eau : une clé pour l'interprétation

Le modèle STURI'Eau été mobilisé pour exploiter les données de suivi en continu produite par la sonde MAGEST. En attendant des historiques de mesures assez longs, seul des modèles permettent de reconstituer des chroniques historiques nécessaires à une analyse fréquentielle ou pour tester les conséquences de différentes combinaisons de paramètres clés que sont le débit fluvial, la température, les coefficients de marée.

Ce modèle est issu de travaux réalisés dans le cadre du SAGE de l'estuaire de la Gironde (Eaucéa 2007). Il s'agit de réunir, au travers de différents facteurs explicatifs en interaction, les valeurs des paramètres physiques mesurés par la sonde MAGEST (données simulées de premier ordre), puis à partir de ces indicateurs évalués, la concentration en oxygène (données simulées de second ordre). Toutes les simulations sont effectuées sur la base de relations mathématiques qui sont figées dans le modèle STURI'EAU puis calées au cas par cas selon un processus d'optimisation à partir des chroniques mesurées. Le modèle ne décrit que des grandeurs journalières. Plus la chronique est longue meilleur est le calage. Notons que par conception, le modèle étant calé sur des observations, les extrapolations pour des situations significativement éloignées du champ des observations seront sujettes à caution. En revanche, la robustesse du modèle permet de générer de nombreuses simulations rapidement dès lors qu'elles s'inscrivent dans le champ des observations historiques.

### Schéma de la modélisation de la concentration en oxygène à l'Eguille



### 3.2.7.1 La salinité

Le graphique suivant présente les valeurs de salinité mesurées et calculées à l'Eguille. Le meilleur résultat est trouvé en prenant en compte le débit moyen sur 4 jours consécutifs précédents l'observation. La simulation de la salinité de l'eau entre 2021 et 2023 est globalement satisfaisante. Notons que les étiages 2022 et 2023 ont permis d'observer des salinités significativement élevées pour Eguille, confirmant les possibilités de sursalure. Le risque écologique induit par ce mécanisme serait limité pour une salinité inférieure à 40 g/L.

Malgré une adaptation du modèle, l'épisode au-delà de 30G/L semble mal décrit dans le modèle actuel. D'autres observations de sursalure permettraient d'affiner le modèle statistique en alternative à une modélisation 3D complexe avec intégration d'un facteur d'évaporation à prévoir dans le bilan de l'eau. Rappelons que ces sursalures observées en conditions de fortes températures et de vent trouvent leur explication dans un bilan négatif apport d'eau douce/évaporation pour le volume d'eau insuffisamment renouvelé du haut estuaire.

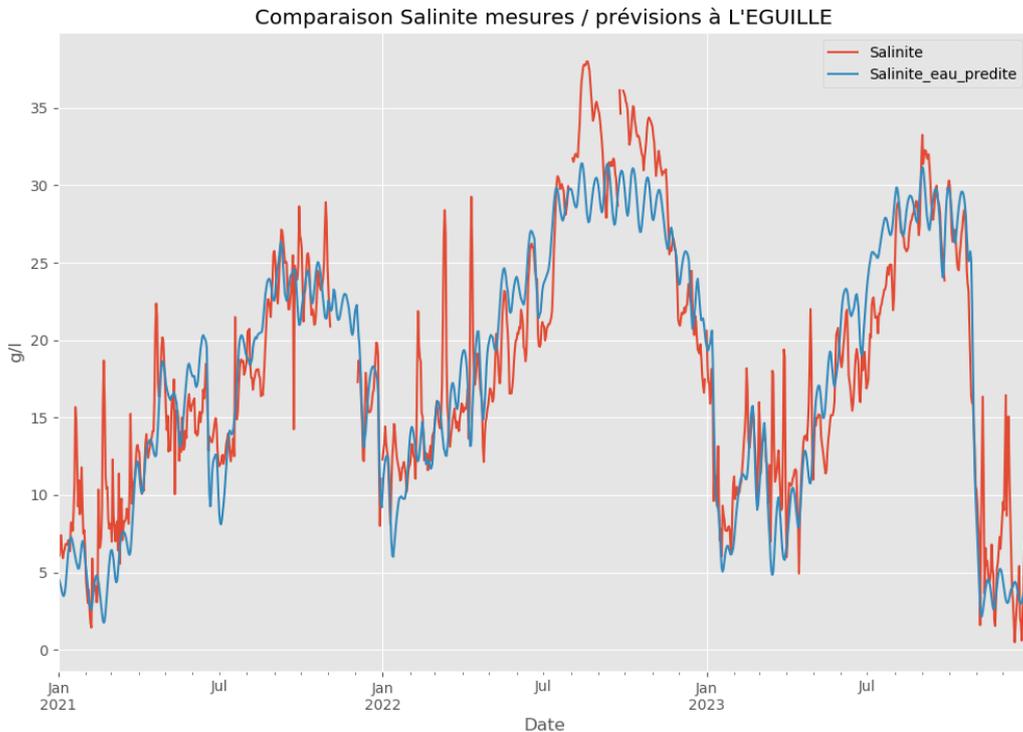
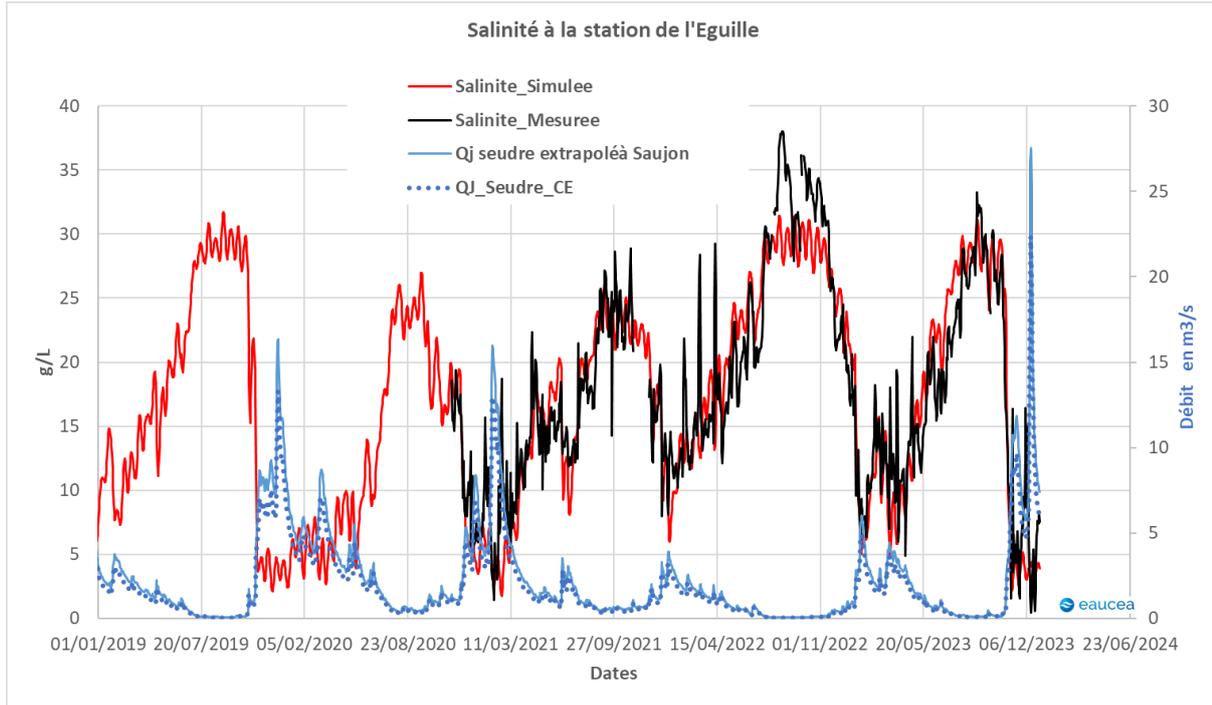


Figure 14 : Salinité g/L Mesurée à Eguille (moyenne journalière MAGEST), Salinité Simulée (STURIEAU)

Sur la base de ces équations et de la connaissance des paramètres débit fluvial estuarien et coefficient de marées il est possible de reconstituer « l'histoire » récente de la salinité à Eguille, avant la mise en place de la sonde Magest.



### 3.2.7.2 La turbidité

La turbidité mesurée reste contenue dans des valeurs plutôt faibles comparées à celles de la Charente ou de la Gironde.

Dans l'analyse des données enregistrées sur la sonde qualité à Eguille (MAGEST), nous identifions des pics de turbidité atypique le 4 puis le 23 juin 2023 et des pics moins marqués à l'occasion de pointes de débit de la Seudre comme le 8 mars 2023 ou le 18 février 2022. Ces observations suggèrent une interaction avec la gestion de la Seudre en amont (exemple du dragage du chenal ou des chasses hydrauliques du bief de Saujon).

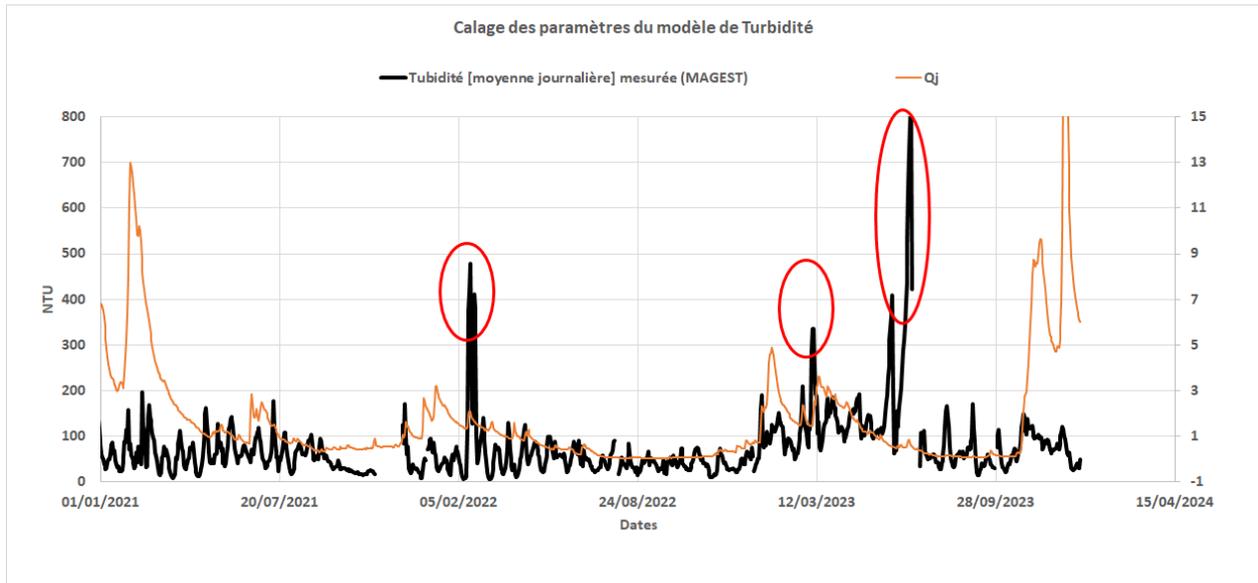


Figure 15 : Enregistrement MAGEST de la turbidité et débit associé à Corme Ecluse.

La turbidité a été simulée exactement selon les mêmes principes que ceux développés pour la salinité :

- Première corrélation avec le coefficient de marée, sur la base d'une équation linéaire ;
- Application de l'influence du débit sur la base d'une courbe sigmoïde donnant une valeur comprise entre 0 et 1.

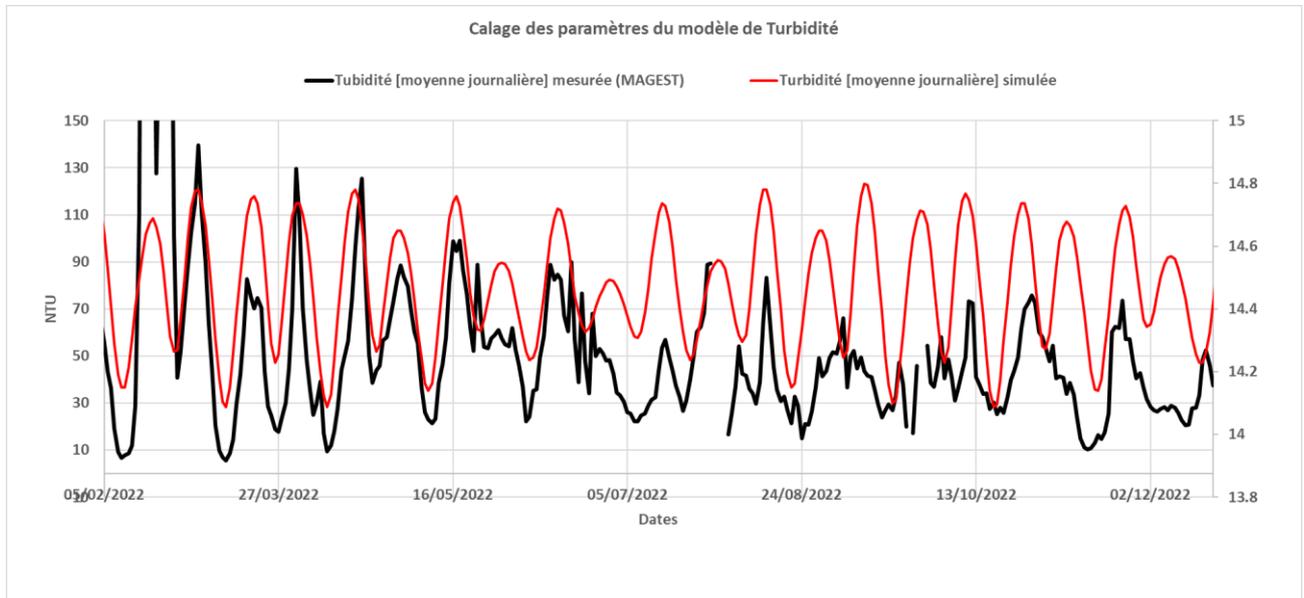


Figure 16 : Turbidité Mesurée (MAGEST), Turbidité Simulée (STURIEAU)

Le calage est médiocre même si le motif reliant la turbidité au coefficient de marée est globalement respecté et largement dominant sur le débit fluvial. Cela signifie que des effets hydrauliques locaux peuvent induire des érosions ou des dépôts mal décrits par le modèle statistique, ou que la précision des mesures est en limite pour cet estuaire ou que des travaux ponctuels de dragage perturbent le cycle naturel.

### 3.2.7.3 La température de l'eau, un paramètre largement indépendant du débit

Une modélisation (modèle Sturi'eau) sur le site de L'Eguille, montre que ce paramètre peut être évalué avec une bonne confiance sur la base des températures atmosphériques. La station météorologique de référence retenue est celle de Royan.

La première équation utilise la température moyenne sur 30 jours afin de retranscrire les variations lentes et fortes liées aux grands changements de temps qui impactent sans doute la masse d'eau océanique. La deuxième utilise la température moyenne de l'air sur 10 jours. Elle permet de retranscrire les variations rapides de températures en lien avec des passages caniculaires ou des vagues de froid.

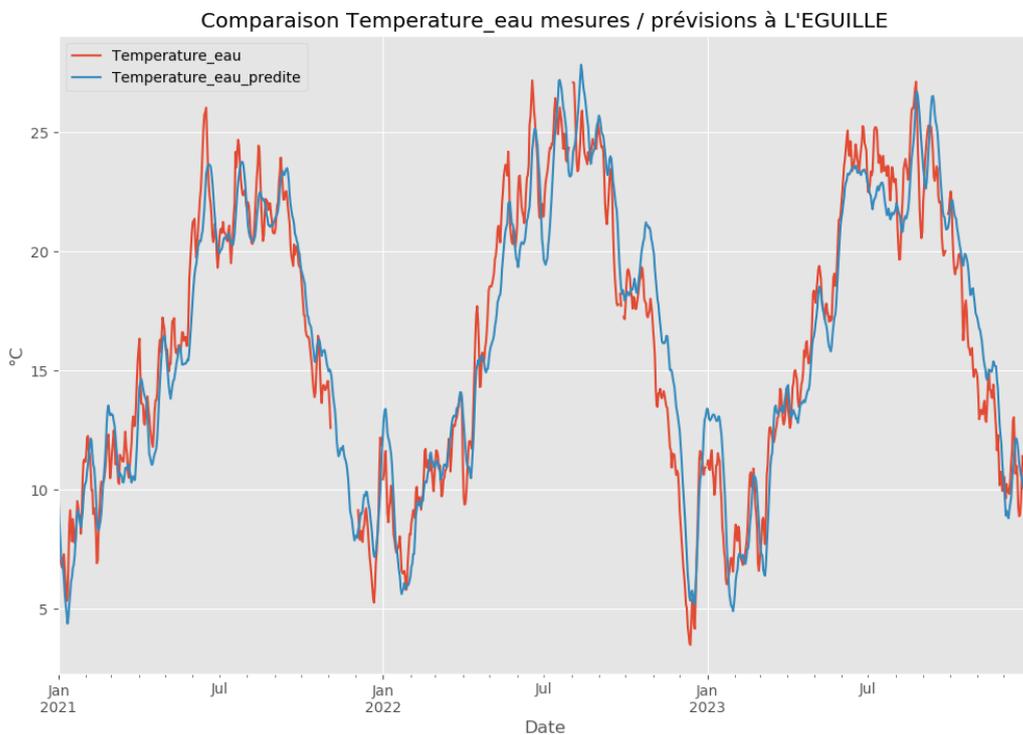


Figure 17 : Calage du modèle thermique de l'estuaire de la Charente à Tonnay Charente (T° en moyenne journalière)

Sur les deux dernières années on note que la température maximale a dépassé les 25°C. L'application du modèle précédent permet aussi de remonter le temps et de décrire l'ambiance thermique de l'estuaire sur des cycles longs (ici depuis 1991 jusqu'en 2023). Ces données sont modélisées à partir du modèle STURI'EAU l'Eguille, calé sur les données MAGEST et alimenté par les données Météo France des Températures moyennes de l'air à Royan Médis (17).

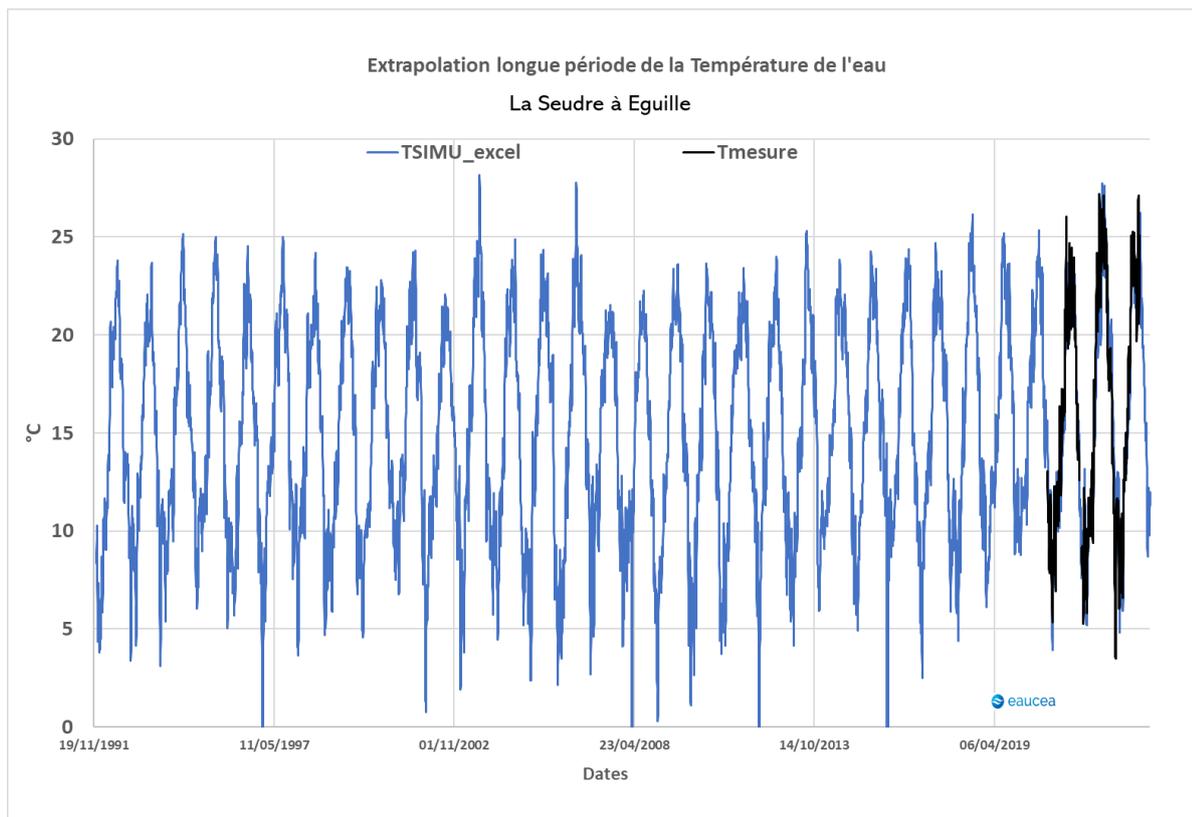


Figure 18 : Simulation pluriannuelle (1991-2023) de la température [moyenne journalière] de l'eau à Eguille

Cet usage des modèles est intéressant pour analyser statistiquement des risques. Dans le graphe ci-dessus on discerne une tendance à l'augmentation des minimales. La série est trop courte pour en tirer une conclusion argumentée sur ces seules valeurs mais il est évident que les changements climatiques pèsent déjà sur ce paramètre.

**La gestion de la température des eaux estuarienne ne peut pas être pilotée par la gestion des débits de la Seudre. Ce critère n'est donc pas une cible du débit biologique mais un élément de contexte « imposé » des conditions écologiques.**

### 3.2.7.4 L'oxygène

#### 3.2.7.4.1 Indicateur « moyenne journalière »

La concentration en oxygène dans l'eau était prioritairement liée à la quantité maximum d'oxygène que l'eau peut contenir (concentration à saturation, fonction de la température et de la salinité). La concentration en oxygène dépend ensuite également de la consommation d'oxygène dans le bouchon vaseux issue de l'activité biologique de type cinétiques de biodégradation bactériennes. Cette dernière est fortement corrélée à la température de l'eau, à la densité du bouchon vaseux (NTU) et à la quantité de matière oxydable disponible. Des paramètres tels que la réaération et la consommation benthique sont négligés. Par ailleurs, la concentration en matières oxydables a été considérée comme homogène au sein du bouchon vaseux (compte tenu de la turbulence dans ce milieu agité).

L'activité biologique intervient en consommant une quantité d'oxygène sur ce niveau de base. Cette cinétique de dégradation est fonction de trois éléments :

1. Une fonction de surface d'échange, directement liée à la turbidité moyenne, La fonction de surface d'échange a été évaluée par l'équation suivante :

$$k' = \frac{NTU}{Kk + NTU}$$

2. Une fonction de substrat, liée à la quantité de matières biodégradables disponible, qui peut être décrite par la branche ascendante de l'équation de Monod : Le facteur S a été évalué en prenant en compte des hypothèses d'apports en DBO5. Dans notre modèle il s'agit sans doute de la variable la moins « expliquée » car nous n'avons pas pu la mettre en relation avec les flux de matière biodégradable connus dans l'estuaire (cf. annexe). Comme pour la Charente, le rôle de l'estran est sans doute déterminant comme source de matière organique, alimentant le moteur de la biodégradation et donc les phases les plus critiques pour l'oxygène de l'eau.

$$k = k_{max} \frac{S}{K_s + S}$$

3. Le taux de croissance bactérien, directement fonction de la température qui a été calculé à l'aide de l'équation de Gotaas, qui donne la relation suivante :

$$KT = K_{20} \times 1.042^{T-20}$$

Avec :

- T, la température de l'eau en °C ;
- La valeur du  $K_{20}$  est issue de la littérature.

En utilisant les trois équations précédentes, il est ainsi possible de simuler la quantité d'oxygène consommée dans le bouchon vaseux. Les résultats de simulation de l'oxygène de 2020 à 2023 compris sont présentés sur le graphique ci-après. Nous pouvons les considérer comme très satisfaisants compte tenu de la complexité des mécanismes réels impliqués.

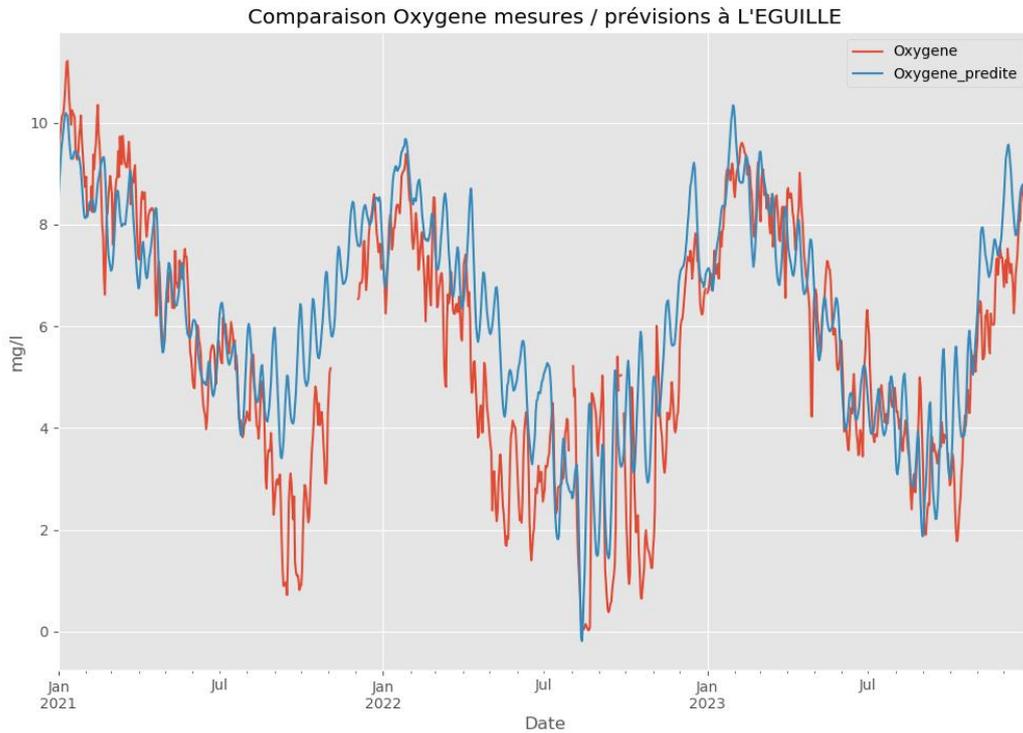


Figure 19 : Oxygène Mesuré (MAGEST), Oxygène Simulé (STURIEAU) à Tonnay Charente

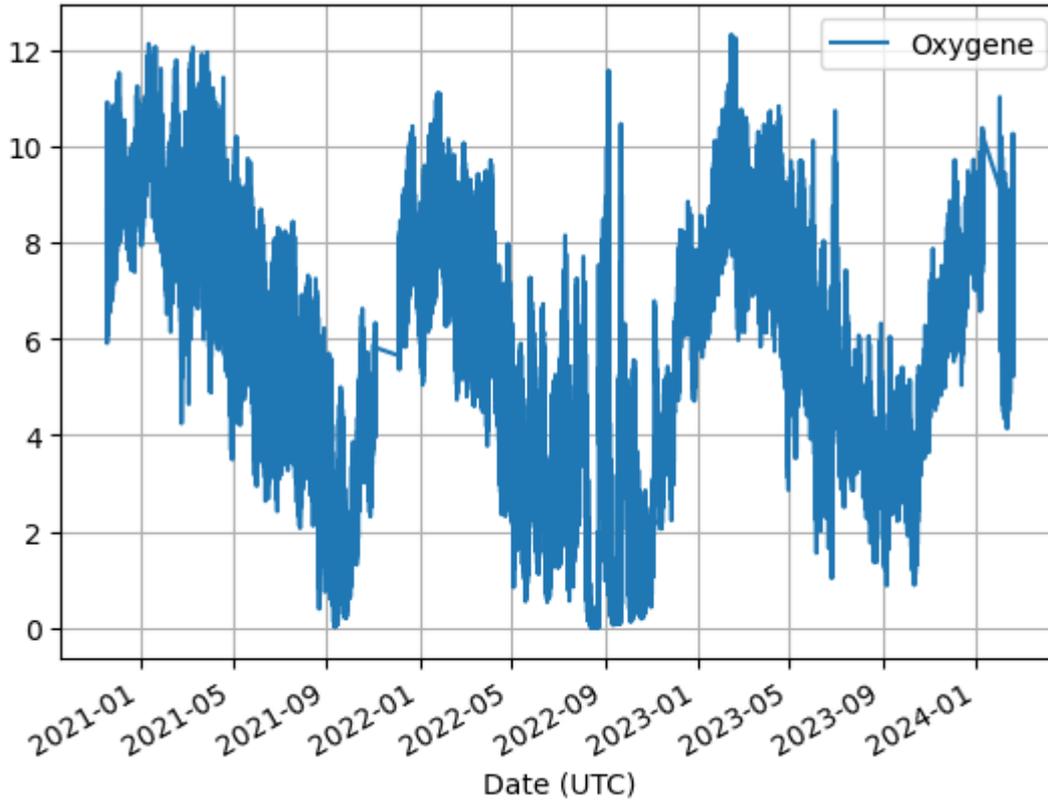
**Les valeurs d'oxygène du haut estuaire sont en parties liées aux débits de la Seudre.**

#### 3.2.7.4.2 L'oxygène à des pas de temps infra journaliers, une recommandation du conseil scientifique

Le conseil scientifique a recommandé de s'intéresser aux phases de concentration minimale considérées comme limitante de l'habitat même si elles sont de faible durée.

Les mécanismes extrêmement complexes qui président au bilan de l'oxygène rendent une prédiction explicite hors de portée de nos outils de modélisation, et sans doute hors de portée des systèmes de modélisation physique et biologique actuellement disponibles.

Pour résoudre ce frein scientifique, nous approchons le risque de franchissement de ce seuil sous forme statistique en s'appuyant sur les données expérimentales. En effet, le modèle STURIEAU produit un indicateur journalier qui a le mérite de pouvoir être relié aux conditions physiques du milieu, dont le débit fluvial, avec une certaine robustesse. Le traitement des données vise à décrire la variabilité des concentrations observées autour de chaque situation moyenne.



Le nombre de données instantanées disponibles est de 105692 sur la période avril 2020 à février 2024 soit 1094 données journalières exploitées. On note que le nombre de situations observées est significatif pour les très basses concentrations (inferieures à 2 mg/L en moyenne journalière = 49 événements). Au-delà et jusqu'à 10 mg/L l'échantillon est suffisant pour proposer une lecture statistique du risque d'écart.

	2020/2023	Analyse des écarts négatifs à la valeur moyenne (quantile)							
Valeur moyenne journalière (plage)	Nb données instantanées	min	5e	25e	Mediane	Moyenne	75e	95e	max
1-2 mg/L	49	-1.91	-1.48	-1.14	-1	-1.02	-0.88	-0.6	-0.52
2-3 mg/L	91	-2.61	-2.12	-1.73	-1.29	-1.35	-1.01	-0.65	-0.39
3-4 mg/L	133	-3.18	-2.27	-1.65	-1.34	-1.4	-1.08	-0.74	-0.38
4-5 mg/L	158	-4.53	-2.42	-1.66	-1.31	-1.42	-1.02	-0.63	-0.2
5-6 mg/L	103	-4.36	-2.37	-2.08	-1.58	-1.63	-1.17	-0.65	-0.26
6-7 mg/L	141	-2.48	-2.22	-1.76	-1.46	-1.43	-1.06	-0.62	-0.43
7-8 mg/L	149	-2.68	-2.12	-1.73	-1.36	-1.38	-1.07	-0.67	-0.41
8-9 mg/L	160	-3.45	-2.45	-1.76	-1.41	-1.49	-1.14	-0.68	-0.53
9-10 mg/L	90	-2.75	-2.36	-1.71	-1.48	-1.49	-1.23	-0.83	-0.58
10-11 mg/L	18	-2.7	-2.69	-1.65	-1.35	-1.49	-1.17	-1	-0.67
11-12 mg/L	2	-1.57	-1.54	-1.45	-1.33	-1.33	-1.22	-1.12	-1.1
	1094								

Figure 20 Analyse statistique des écarts négatifs de la concentration en O2 dissous par rapport à la valeur moyenne journalière (quantile) Magest Seudre

Une représentation en boîte à moustache permet de décrire le domaine de variabilité négative, et donc à risque autour des valeurs moyennes de chaque plage de débit (au pas de de 1mG/L et de 0,5 mg/L autour de la gamme de 3 à 6 mg/L). La fluctuation autour de la valeur moyenne apparaît ainsi relativement circonscrite.

Le dernier graphe est sans doute le plus explicite car il montre que dans la gamme des valeurs recherchées dans cette étude soit entre 3 et 6mg/L, l'écart à la situation moyenne est souvent supérieur à 1,7 mg/L dans 75% des cas (quantile 25). Il dépasse 2 mg/l dans 95% des cas.

**Compte tenu de la précision recherchée et raisonnable au vu des performances de la modélisation, nous pourrions considérer que pour sécuriser un plancher de 4 mg/L, il faudrait rechercher une valeur journalière de 6 mg/l. Cette valeur plancher étant celle recommandée par le conseil scientifique, l'objectif DCE de très bon état pour l'oxygène évalué au travers de la moyenne journalière constitue donc un seuil biologique insuffisant pour l'estuaire de la Seudre sur ce secteur critique de l'Eguille.**

**Le maintien d'un objectif journalier de 5 mg/L sécurise le non franchissement du seuil de bon état fixé à 3 mg/L.**

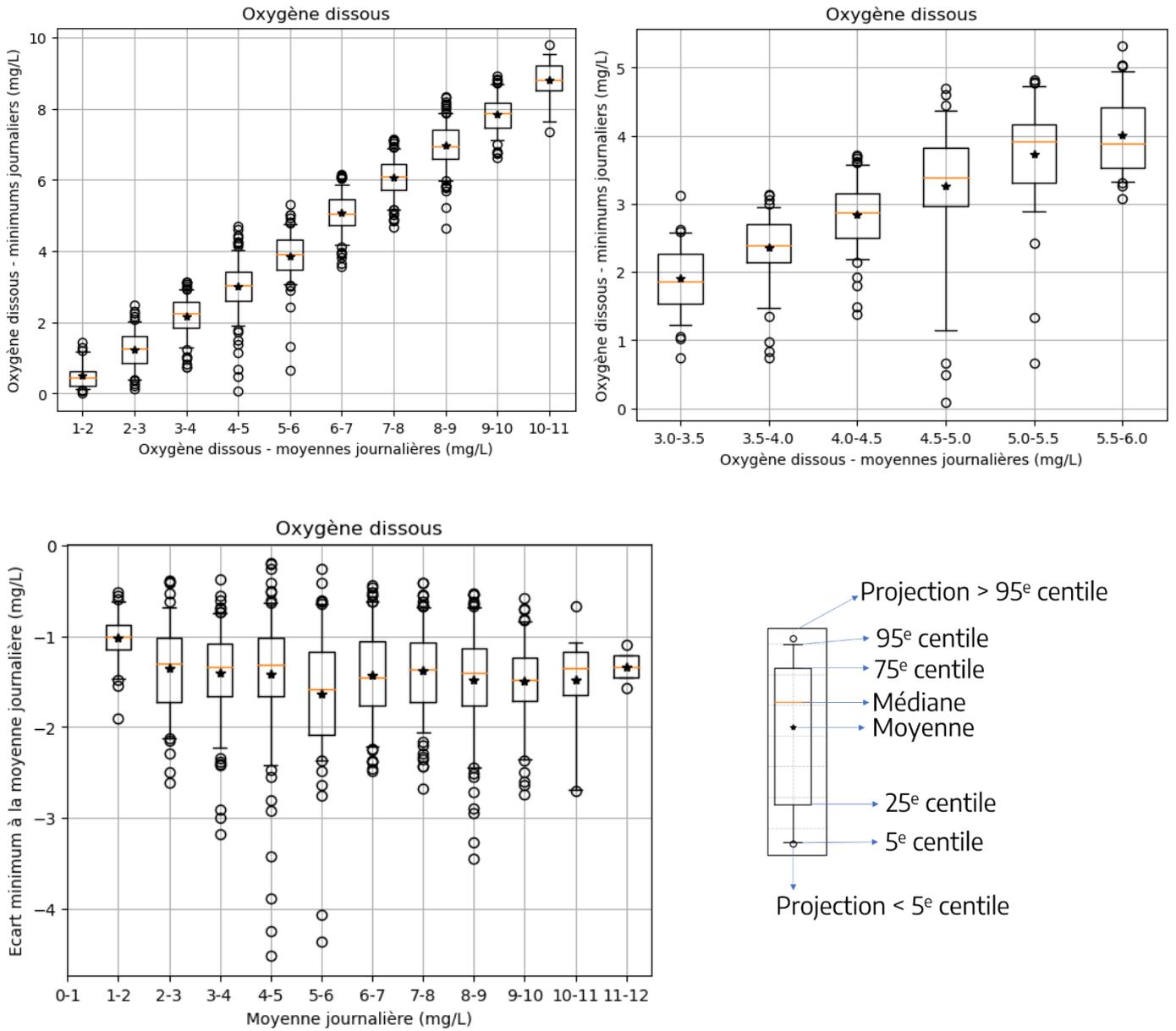


Figure 21 Amplitude statistique des baisses probables de la valeur de concentration en oxygène par plage de concentration moyenne

## 4 PROPOSITION DE DEBIT BIOLOGIQUE

La proposition de débit biologique pour l'estuaire de la Seudre, s'articule autour de 3 objectifs complémentaires :

- La cohérence avec le débit biologique proposé pour la station de Saint André de Lidon, extrapolé à Saujon, soit environ 150 L/s ;
- La continuité hydraulique sur le haut estuaire en aval de l'écluse de Ribérou ;
- Les besoins spécifiques estuariens pour le respect des gammes de la DCE ou d'objectifs hydrobiologiques spécifiques.

### 4.1 Saisonnalité des objectifs

L'estuaire est un milieu habité de façon continue ou temporaire par différentes espèces animales et constitue une voie de migration obligatoire pour l'anguille. Sans sous-estimer la complexité des mécanismes écologiques estuariens, la question des débits biologiques annuels peut être abordée au travers d'une grille des principaux facteurs limitants évoqué précédemment en regard de leur sensibilité saisonnière et du contexte hydrologique.

Critère	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Année
<b>Continuité écologique</b>	Selon calendrier migratoire de l'anguille (Ribérou et portes à flot)				
<b>Salinité</b>	Structuration estuarienne/risque usage conchylicole Risque de piégeage de poissons d'eau douce dans le haut estuaire				
<b>Turbidité</b>	Travaux de dragage	Position dans le haut estuaire	Selon années		
<b>Oxygène dissous et température</b>		Exigence piscicole	Risque maximal DCE	Etiage tardif	
<b>Synthèse</b>	Facteurs limitants le plus exigeant Confrontation au régime hydrologique naturel et influencé				

## 4.2 Rappel des conclusions vis-à-vis de la continuité écologique

Sur l'estuaire aval et moyen les conditions de « circulations » sont largement satisfaites par le niveau des marées. Sur le plan écologique, le modèle montre que des circulations d'eau peuvent favoriser le renouvellement régulier des eaux ainsi qu'une dispersion passive de nombreux organismes aquatiques dont les larves d'anguilles ou les juvéniles de poissons qui constituent un enjeu écologique de ce secteur. Ces circulations concernent l'estuaire mais aussi les chenaux soumis à marée et jusqu'aux marais salés et parfois d'un chenal à l'autre avec cependant une différenciation probable entre les deux rives. Ce mécanisme joue sans doute un rôle important dans les échanges faunistiques et floristiques entre marais littoraux. Il est cependant essentiellement conditionné par les courants de marée. L'hydrologie continentale est univoque, allant des marais doux vers l'estuaire et sous contrôle de la gestion de vannes ou de pompes et avec un rôle quantitatif très modeste en regard des courants de marée.

L'habitat physique et la circulation des poissons en aval de Ribérou ne sont pas dépendants du débit fluvial mais seraient garantis si l'on en croit le modèle hydraulique par le jeu des marées. Des données bathymétriques plus précises du haut estuaire sont peut-être nécessaires pour améliorer cette modélisation hydraulique.

Rappelons que sans l'aménagement de Ribérou, l'influence hydraulique de la marée remonterait au moins jusqu'à Corme Ecluse et que cet aménagement constitue un obstacle à la migration de montaison des poissons dont les anguilles. En l'état des dispositions actuellement prises pour assurer la continuité écologique à l'écluse de Ribérou, le débit doit donc surtout satisfaire l'alimentation de la passe à anguilles.

## 4.3 Des valeurs seuils aux débits biologiques, une situation nécessitant une approche matricielle et sectorielle

### 4.3.1 Les exigences écologiques prises en compte

Nous rappelons ici des éléments présentés dans le cadre du premier rapport méthodologique et qui permettent d'analyser les résultats des modélisations précédentes.

En effet, les valeurs de la DCE peuvent différer de celles présentées dans le tableau ci-dessous mais qui seraient sans doute plus pertinentes au dire de certains experts<sup>5</sup>.

**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 <sup>-1</sup>	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					

Figure 22 : Proposition d'une grille qualité pour la température, l'oxygène dissous, la salinité et la transparence. Source étude CEMAGREF C. Taverny et al 2009

<sup>5</sup> Catherine Taverny, Pierre Elie, Philippe Boët. La vie piscicole dans les masses d'eau de transition : proposition d'une grille qualité pour la température, l'oxygène dissous, la salinité et la transparence. [Rapport de recherche] irstea. 2009, pp.51. hal-02592725

Les analyses précédentes montrent qu'un même débit peut conduire à des situations très diverses selon le coefficient de marée ou la température atmosphérique. C'est pourquoi nous proposons de définir pour différents couples des paramètres, la valeur de débit qui satisfait un objectif environnemental.

Remarque importante : la valeur de débit testée, s'appuie sur les débits mesurés à Corme Ecluse mais sera ramenée au débit estuarien probable à Saujon, par application d'un rapport de bassin versant de 1,23. Les débits moyens journaliers sont limités à 18 m<sup>3</sup>/s dans les recherches de valeurs cibles, correspondant à une crue de période de retour supérieure à 20 ans.

Les débits fluviaux actuels sont décrits par la station de Corme Ecluse dont nous présentons ici les valeurs classées qui permettent de repérer le réalisme de certains résultats de débits nécessaires à l'atteinte des objectifs.

Débits classés à Saujon			5 426 jours		
Fréquence	0.99	0.98	0.95	0.9	0.8
Débits (m <sup>3</sup> /s)	9.8	8.3	6.0	4.6	3.0
Fréquence	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
Débits (m <sup>3</sup> /s)	2.14	1.62	1.08	0.68	0.42
Fréquence	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Débits (m <sup>3</sup> /s)	0.262	0.103	0.062	0.041	0.038

#### 4.3.1.1 Objectif turbidité

Certaines espèces comme les mulets sont classés comme des espèces préférant des eaux claires à partiellement turbides (< 50 NTU) (CYRUS et BLABER, 1987). Elles sont donc potentiellement sensibles aux conditions observées sur le haut estuaire. Les valeurs enregistrées à l'Eguille sont majoritairement en dessous de 200 NTU ce qui classe ce secteur du haut estuaire en qualité moyenne dans la grille proposée C.Taverny en 2009<sup>6</sup>.

**Comme vu précédemment, il n'est pas possible à ce stade des connaissances d'envisager une gestion de la turbidité qui serait en lien avec les débits de la Seudre.**

#### 4.3.1.2 Objectif salinité

Le premier paramètre est la salinité, paramètre structurant de l'écosystème estuarien mais délicat à analyser en termes d'objectif écologique car il est normal que cette salinité évolue dans le cycle annuel. Il renvoie aussi à des enjeux de gestion si l'on devait laisser l'onde de marée franchir le seuil de Ribérou vers l'amont.

<sup>6</sup> Catherine Taverny, Pierre Elie, Philippe Boët. La vie piscicole dans les masses d'eau de transition : proposition d'une grille qualité pour la température, l'oxygène dissous, la salinité et la transparence. [Rapport de recherche] irstea. 2009, pp.51. hal-02592725

Pour Delphine NICOLAS<sup>7</sup> « *Puisque la composition en espèces de poissons varie avec la salinité, la richesse spécifique totale est plus élevée dans un grand estuaire, qui dispose en permanence d'un large continuum de salinité, que dans un petit estuaire qui est essentiellement influencé par les eaux marines à marée haute* ».

La question d'une gestion de la salinité au travers d'un débit minimum a été évoquée en conseil scientifique. Dans le cas de la Seudre, l'estuaire est aujourd'hui clairement amputé d'une zone oligohaline significative. La frontière imposée par l'écluse de Ribérou à Saujon et sa gestion a réduit l'emprise de la marée dynamique (qui sans cet ouvrage atteindrait le voisinage de Corme-Ecluse en amont), et perturbé l'hydraulique du haut estuaire. D'autre part, la canalisation de ce tronçon de la Seudre en amont a modifié les conditions d'habitat mais aussi favoriserait la remontée des eaux salines. Il est donc assez théorique de spéculer sur les conséquences écologiques éventuelles d'une reconquête d'un domaine de « transition oligohalin ».

La restauration éventuelle de mouvement d'eau salée vers l'amont soulève plusieurs points de vigilance :

- La mobilité et donc la capacité d'accompagner ou d'échapper aux déplacements de la masse d'eau joue un rôle important. Les espèces tolérantes à une forte variabilité de la salinité sont assez peu nombreuses et cette tolérance varie pour les poissons en fonction de l'espèce bien sûr mais aussi du stade de développement (adulte ou juvénile). Dans le cas de la Seudre, l'effet d'obstacle partiel de l'écluse de Ribérou est donc très important pour des espèces dulcicoles « piégées » dans le haut estuaire ;
- Pour les espèces végétales fixées d'eau douce aquatiques ou riveraines, le seuil de tolérance est de l'ordre de 0,7%. Une rupture des conditions de salinité entrainera donc une évolution rapide de la végétation rivulaire. Cet effet peut être exploité dans des stratégies de maîtrise de plantes envahissantes. Des expérimentations portées par l'agro-campus de Rennes indiquent un effet limitant sur les propagules de Jussie. Pour les prairies et l'élevage des seuils de tolérance de 0,3 à 0,5 % sont aujourd'hui le maximum accepté ;
- Le risque de pollution par le sel des nappes d'eau douce souterraines dans la zone d'affleurement.

La matrice ci-dessous présente les **débits minima à Saujon** qui permettent de respecter ces seuils caractéristiques à Eguille. L'absence de donnée (case grisée) indique une situation où aucun débit testé ne correspond à la situation cherchée. En étiage, le secteur de l'Eguille est caractéristique de la zone Mésohaline (> 18g/L) à polyhaline (> 30 g/L). Il faudrait entre 2 et 4 m<sup>3</sup>/s pour basculer dans le domaine des concentrations inférieures à 8 g/L. Les débits sont plafonnés à 18 m<sup>3</sup>/s qui correspond à un débit de crue pour la Seudre à Saujon.

<sup>7</sup> D. Nicolas. Des poissons sous influence ? Une analyse à large échelle des relations entre les gradients abiotiques et l'ichtyofaune des estuaires tidaux européens. Sciences de l'environnement. Doctorat Ecologie Aquatique, Université Bordeaux 1, 2010. Français. (tel-02594063)

		Seuil Salinité (g/l)					
		Oligohaline		Mesohaline		Polyhaline	Euhaline
		0.5	5	8	18	30	40
<b>Mariées</b>	25	18	3.75	2.62	0.90		
	30	18	3.89	2.69	0.92		
	35	18	4.03	2.77	0.95		
	40	18	4.19	2.85	0.98		
	45	18	4.35	2.93	1.01		
	50	18	4.55	3.01	1.05		
	55	18	4.76	3.11	1.07		
	60	18	4.99	3.20	1.11		
	65	18	5.26	3.30	1.13		
	70	18	5.57	3.41	1.17	0.02	
	75	18	5.95	3.52	1.21	0.05	
	80	18	6.42	3.63	1.24	0.06	
	85	18	7.05	3.76	1.27	0.09	
	90	18	8.00	3.90	1.30	0.10	
	95	18	9.99	4.03	1.34	0.12	
	100	18	18	4.19	1.38	0.14	
105	18	18	4.37	1.41	0.16		
110	18	18	4.55	1.45	0.17		
115	18	18	4.76	1.49	0.20		
120	18	18	5.01	1.53	0.22		

On retiendra de cette matrice que le maintien d'une « zone oligohaline » dans le chenal jusqu'à Eguille nécessite des débits moyens sur 4 jours consécutifs, supérieurs ou égaux à 3 m<sup>3</sup>/s en bas coefficient mais intenable dans les épisodes de forts coefficients.

Une extension du domaine oligohalin en amont de Ribérou et en aval de Corme Ecluse est théoriquement possible y compris pour des débits plus faibles ? Cette hypothèse suppose cependant une modification majeure de l'aménagement physique de ce tronçon de la Seudre aval qui s'écarte du périmètre de la présente étude.

Un objectif hivernal de maintien d'un domaine Mésohalin sur le haut estuaire peut être obtenu en maintenant de 1 à 2 m<sup>3</sup>/s.

Le piégeage de poisson d'eau douce au pied de l'écluse de Ribérou est donc possible consécutivement à des épisodes de crues et de phénomène de dévalaison forcée des poissons. Cependant, le chenal ne constitue pas un habitat pérenne pour les espèces les plus exigeantes<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> A souligner toutefois la présence de sources en aval immédiat de l'ouvrage de Ribérou représentant un apport d'eau douce à l'amont de l'estuaire susceptible de créer des « ilots oasis ».

### 4.3.1.3 Objectif oxygène

#### 4.3.1.3.1 Des seuils variables selon les outils d'expertises, analysés en conseil scientifique

**L'oxygène est un paramètre majeur du bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Ce paramètre est souvent couplé à la température qui interagit à la fois sur les conditions du milieu mais aussi sur la physiologie des poissons. C'est pourquoi, le paramètre oxygène apparaît à ce jour comme l'un des paramètres les plus importants de l'habitat et comme il est sensible au débit fluvial comme le paramètre cible majeur des débits biologiques.**

**Le conseil scientifique de juillet 2024, a recommandé de s'intéresser aux phases de concentration inférieure à 4 mg/l considérées comme limitante de l'habitat même si elles sont de faible durée.**

Les estuaires présentent de fortes spécificités comparées aux rivières. Le projet de Plagepomi GDCSL 2022-2027, rappelle l'hypothèse forte d'une incidence migratoire possible des faibles taux d'oxygène, évoquant « une véritable barrière chimique pour les alosons voire occasionner des mortalités ». L'alose n'est pas une cible biologique pertinente pour la Seudre mais la plupart des organismes aquatiques, y compris l'anguille, est sensible à ce paramètre avec des exigences qui sont rapelées ci après.

Pour la biologie, le seuil de référence fixée par la DCE pour le bon état est de 3 mg/L. Formellement ce seuil pourrait constituer un objectif suffisant pour qualifier le Débit Biologique estuarien. Les seuils DCE serviront donc de repères pour les simulations débits /qualité.

Pour l'oxygène dissous, la métrique retenue est le percentile 10. Elle se calcule sur des données mensuelles, acquises en période estivale, au fond, sur 6 ans. La grille de qualité pour l'oxygène dissous est présentée dans le tableau 68 ci-dessous.

Tableau 68 : grille de qualité pour l'indicateur oxygène dissous

TYPE européen	TYPES français concernés	MASSES D'EAU françaises concernées	GRILLE Oxygène dissous (mg/ L)
Sans objet	Tous types	Toutes masses d'eau côtières	Très Bon : > 5 Bon : 5-3 Inférieur à Bon : ≤ 3

Figure 23 : Annexe 6 de l'arrêté du 27 juillet 2018 en application de la DCE pour l'oxygène dissous dans les masses d'eau littorales (y compris eaux de transition).

Cependant d'autres expertises considèrent la valeur de 3 mg/L comme déjà très pénalisante pour la faune aquatique et notamment pour la continuité écologique. Pour Mario Lepage, les incidences physiologiques de la concentration en oxygène dépendent de la concentration absolue et non pas en % de saturation puisque l'augmentation de température augmente les besoins de ventilation alors même que la concentration à saturation diminue.

**Tableau 11. Conséquences des teneurs en oxygène sur la faune ichthyologique en zones estuariennes inspiré de BEAUPOIL & BORNENS (1997)**

Classe	Qualité	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	
1	Très bonne à satisfaisante	OD ≥ 5	Absence d'effet à long terme. Passage de l'ensemble des espèces migratrices
2	Moyenne	3 ≤ OD < 5	Survie et croissance des juvéniles d'espèces marines et autochtones. Migration des salmonidés incertaine
3	Mauvaise	2 ≤ OD < 3	Survie des juvéniles d'espèces marines et autochtones possible mais incertaine. Nombre d'individus présents faible Croissance altérée ou impossible. Migration impossible pour beaucoup de migrateurs amphihalins
HC	Hors classe	1 ≤ OD < 2	Mortalité pour la plupart des espèces Mortalité des espèces marines les plus sensibles, survie des espèces les plus résistantes (annelides, lamellibranches) Milieu azoïque pour le poisson
		OD ≤ 1	Milieu anaérobie, totalement azoïque Mortalités massives de poissons et crustacés

Le GIP Loire estuaire propose une clé d'analyse des risques vis-à-vis des migrations piscicoles en fonction des espèces.

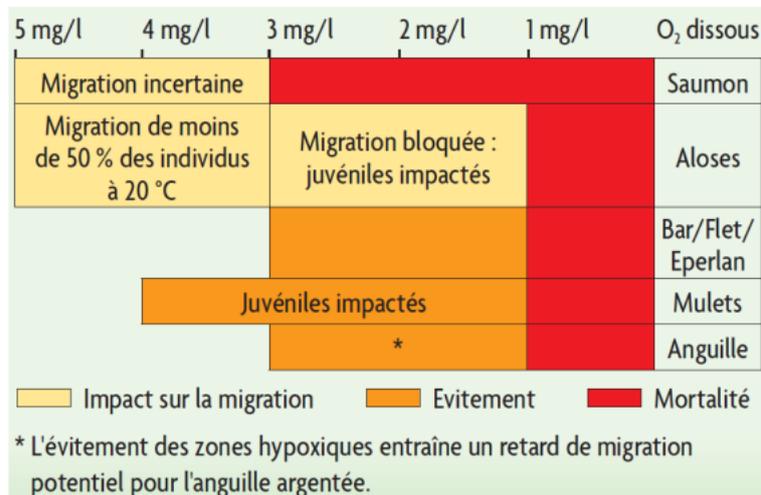


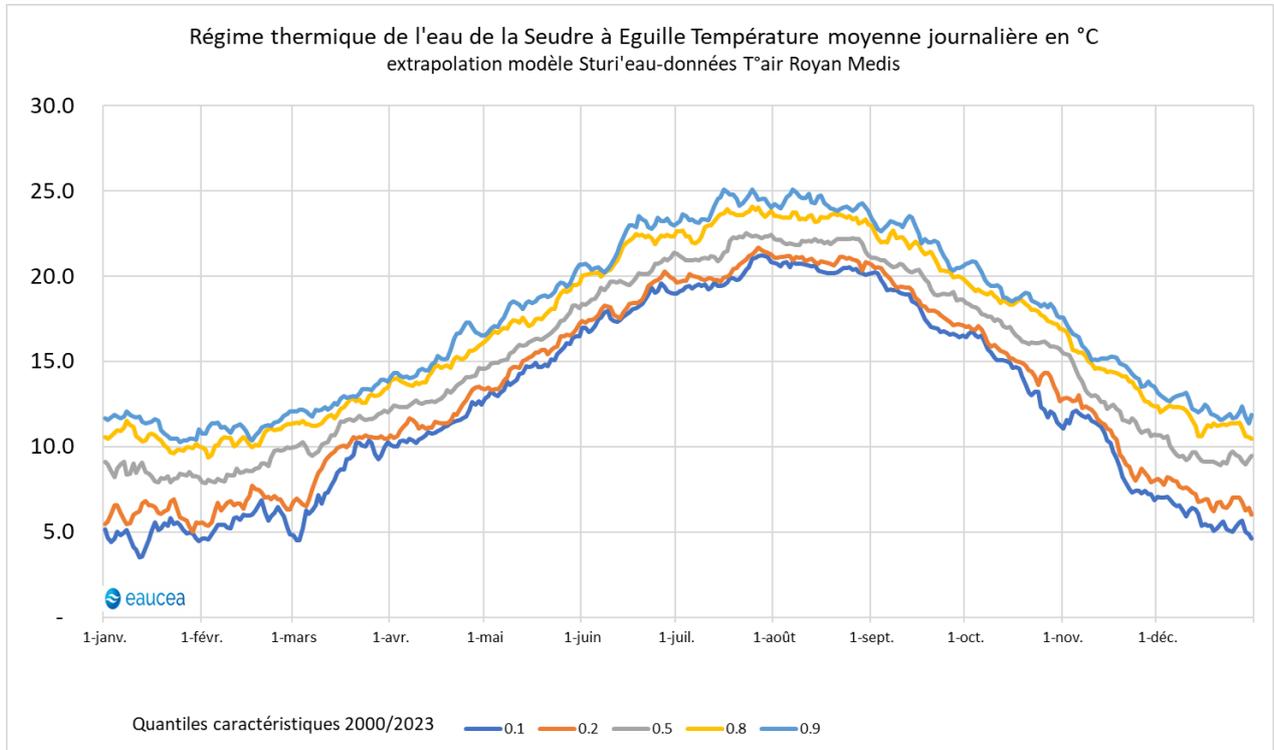
Figure 24 : Les enjeux de l'hypoxie pour les migrateurs. Source (Foussard and Lepage, 2016)

#### 4.3.1.3.2 Un risque couplé à celui de température élevée

La démarche proposée est de décrire en fonction du couple (température de l'eau, coefficient de marée) la valeur de débit minimal qui garantit le maintien d'une concentration supérieure d'oxygène au seuil de 6 mg/l, 5mg/L ou de 3 mg/l.

Nous proposons donc deux matrices qui correspondent au seuil de la DCE de bon état ou de très bon état.

Le régime thermique saisonnier de la Seudre a été recalculé en partant des hypothèses précédentes sur la période 1992 à 2023.



**Avec les périodes chaudes actuelles et des températures de l'ordre de 24°C à 26°C, le très bon état écologique ne peut pas être garanti en période estivale en dehors des périodes de mortes eaux.**

**Pour le bon état et un débit équivalent au DOE fluvial (environ 150 L/s à Saujon), le seuil de température critique est de 20°C. Il est donc régulièrement dépassé de mi-juin à mi-septembre.**

**A 22°C la situation se dégrade ponctuellement en fort coefficient (> 110). A 24°C ce sont les coefficients supérieurs à 70 qui deviennent limitant.**

DiOxygène

Débits nécessaire à Saujon (m3/s) pour le très bon état écologique

		Température de l'eau °C								
		6 mg/L	16	18	20	22	24	26	28	30
	Marée	25	-	0.05	0.17	0.54	1.33	2.95	18	18
		30	0.04	0.10	0.33	0.91	2.07	6.41	18	18
		35	0.06	0.18	0.55	1.38	3.21	18	18	18
		40	0.10	0.30	0.84	1.97	6.06	18	18	18
		45	0.15	0.44	1.18	2.78	18	18	18	18
		50	0.21	0.64	1.59	4.13	18	18	18	18
		55	0.31	0.87	2.09	9.53	18	18	18	18
		60	0.42	1.13	2.76	18	18	18	18	18
		65	0.55	1.44	3.71	18	18	18	18	18
		70	0.71	1.80	5.58	18	18	18	18	18
		75	0.90	2.21	18	18	18	18	18	18
		80	1.09	2.74	18	18	18	18	18	18
		85	1.32	3.43	18	18	18	18	18	18
		90	1.57	4.48	18	18	18	18	18	18
		95	1.85	6.69	18	18	18	18	18	18
		100	2.18	18	18	18	18	18	18	18
		105	2.55	18	18	18	18	18	18	18
110	3.00	18	18	18	18	18	18	18		
115	3.58	18	18	18	18	18	18	18		
120	4.38	18	18	18	18	18	18	18		

DiOxygène

Débits nécessaire à Saujon (m3/s) pour le très bon état écologique

		Température de l'eau °C								
		5 mg/L	16	18	20	22	24	26	28	30
	Marée	25				0.02	0.07	0.17	0.49	1.22
		30			0.02	0.06	0.14	0.37	0.97	2.26
		35			0.04	0.10	0.25	0.69	1.67	4.56
		40		0.02	0.07	0.16	0.43	1.13	2.76	18.45
		45		0.05	0.10	0.26	0.70	1.75	5.28	18.45
		50	0.02	0.06	0.15	0.39	1.06	2.62	18	18
		55	0.04	0.09	0.22	0.59	1.51	4.18	18	18
		60	0.05	0.12	0.31	0.84	2.09	16.59	18	18
		65	0.07	0.16	0.42	1.13	2.92	18	18	18
		70	0.09	0.21	0.58	1.50	4.31	18	18	18
		75	0.11	0.27	0.75	1.94	9.90	18	18	18
		80	0.14	0.36	0.97	2.51	18	18	18	18
		85	0.17	0.46	1.22	3.28	18	18	18	18
		90	0.21	0.57	1.51	4.55	18	18	18	18
		95	0.26	0.70	1.85	8.22	18	18	18	18
		100	0.31	0.86	2.25	18	18	18	18	18
		105	0.37	1.03	2.74	18	18	18	18	18
110	0.44	1.23	3.39	18	18	18	18	18		
115	0.53	1.44	4.35	18	18	18	18	18		
120	0.63	1.69	6.16	18	18	18	18	18		

DiOxygène

Débits nécessaire à Saujon (m<sup>3</sup>/s) pour le bon état écologique

		Température de l'eau °C							
		16	18	20	22	24	26	28	30
Marée	3 mg/L								
	25							-	-
	30							-	0.025
	35							0.025	0.049
	40						0.025	0.037	0.074
	45						0.037	0.062	0.123
	50					0.025	0.049	0.098	0.185
	55				0.025	0.037	0.074	0.135	0.271
	60				0.025	0.049	0.098	0.185	0.418
	65				0.037	0.074	0.123	0.258	0.640
	70			0.025	0.049	0.086	0.160	0.369	0.959
	75			0.037	0.062	0.111	0.221	0.517	1.415
	80		0.025	0.037	0.074	0.135	0.283	0.726	2.042
	85		0.025	0.049	0.086	0.172	0.369	0.996	2.977
	90		0.025	0.062	0.111	0.209	0.492	1.353	4.809
	95		0.037	0.062	0.123	0.258	0.640	1.808	18
100	0.025	0.037	0.074	0.148	0.320	0.836	2.423	18	
105	0.025	0.049	0.086	0.172	0.394	1.070	3.321	18	
110	0.025	0.062	0.098	0.209	0.492	1.353	4.957	18	
115	0.037	0.062	0.123	0.246	0.603	1.710	13.985	18	
120	0.037	0.074	0.135	0.283	0.738	2.140	18	18	

Remarque : Les valeurs correspondantes aux températures supérieures à 28 °C, sont présentées pour donner une idée du risque lié aux situations de canicules mais n'ont encore jamais été rencontrées sur la Seudre (contrairement à la Gironde). Elles sont présentées en orange dans les tableaux et sont donc à aborder avec prudence. Les valeurs de débits sont plafonnées à 18 m<sup>3</sup>/s valeur de la crue de période de retour supérieure à 20 ans à Saujon.

### 4.3.2 Rapprochement des enjeux débit et oxygène sur le cycle annuel

#### 4.3.2.1 Choix des marées de référence

Nous constatons qu'un coefficient de marée élevé constitue un facteur explicatif important des situations observées notamment vis-à-vis de l'oxygène dissous. Il est proposé (de façon un peu arbitraire) que la valeur cible corresponde à un risque d'occurrence des situations à problème inférieur à 25%, qui sera qualifié de modéré.

Une analyse fréquentielle du cycle des marées sur l'année 2021 montre la distribution suivante qui conduit à sélectionner la ligne des coefficients de 90 (limite des marées de vive-eau moyenne) comme caractéristique d'un risque d'occurrence faible (24% des coefficients lui sont supérieurs).

*Borne sup de la plage*

0	Nombre	Fréquence	Risque cumulé	
<b>25</b>	1	0%		100%
<b>30</b>	17	2%	2%	100%
<b>35</b>	23	3%	5%	98%
<b>40</b>	28	3%	8%	95%
<b>45</b>	48	6%	14%	92%
<b>50</b>	59	7%	20%	86%
<b>55</b>	65	8%	28%	79%
<b>60</b>	72	8%	36%	72%
<b>65</b>	64	7%	44%	63%
<b>70</b>	61	7%	51%	56%
<b>75</b>	76	9%	60%	49%
<b>80</b>	69	8%	68%	40%
<b>85</b>	64	7%	75%	32%
<b>90</b>	66	8%	83%	24%
<b>95</b>	65	8%	91%	17%
<b>100</b>	25	3%	94%	9%
<b>105</b>	28	3%	97%	6%
<b>110</b>	18	2%	99%	3%
<b>115</b>	7	1%	100%	1%
<b>120</b>	0	0%	100%	0%
	856	100%		

Nom	Coefs	
	min	max
<i>morte-eau minimale</i>	0	20
<i>petite morte-eau</i>	21	39
<i>morte-eau moyenne</i>	40	49
<i>grande morte-eau</i>	50	59
<i>marée moyenne</i>	60	79
<i>petite vive-eau</i>	80	85
<i>vive-eau moyenne</i>	86	99
<i>grande vive-eau</i>	100	119
<i>vive-eau maximale théorique</i>	120	1000

#### 4.3.2.2 Prise en compte du régime thermique

La deuxième clé d'interprétation est celle du profil thermique de l'estuaire modélisé jour par jour à partir de la station atmosphérique de Royan, dont le profil annuel est décrit par les quantiles journaliers suivants sur la période de référence 2000/2023.

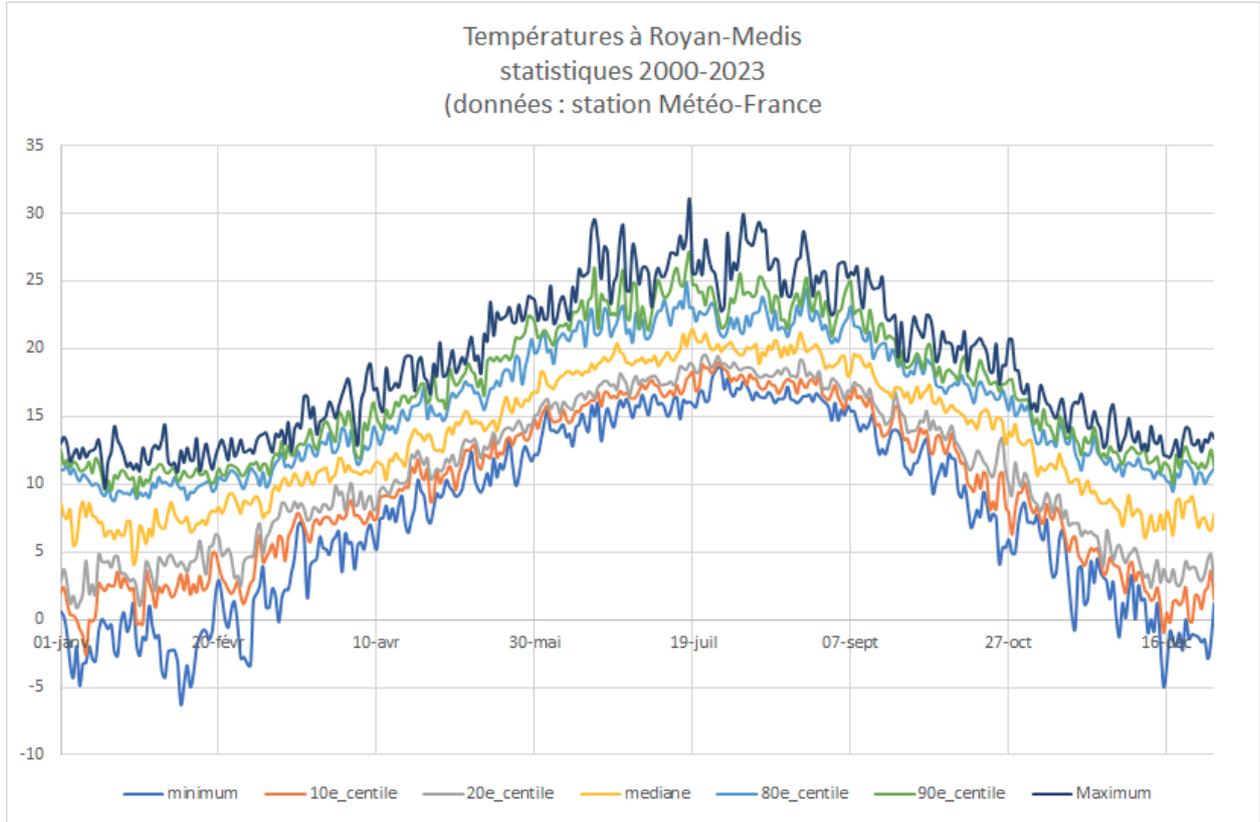


Figure 25 : Profil thermique de l'air à Royan

La projection de cette information permet de reconstituer la température de l'eau et donc de décrire comme pour la température atmosphérique le régime thermique de la Seudre à l'Eguille de 2000 à 2023.

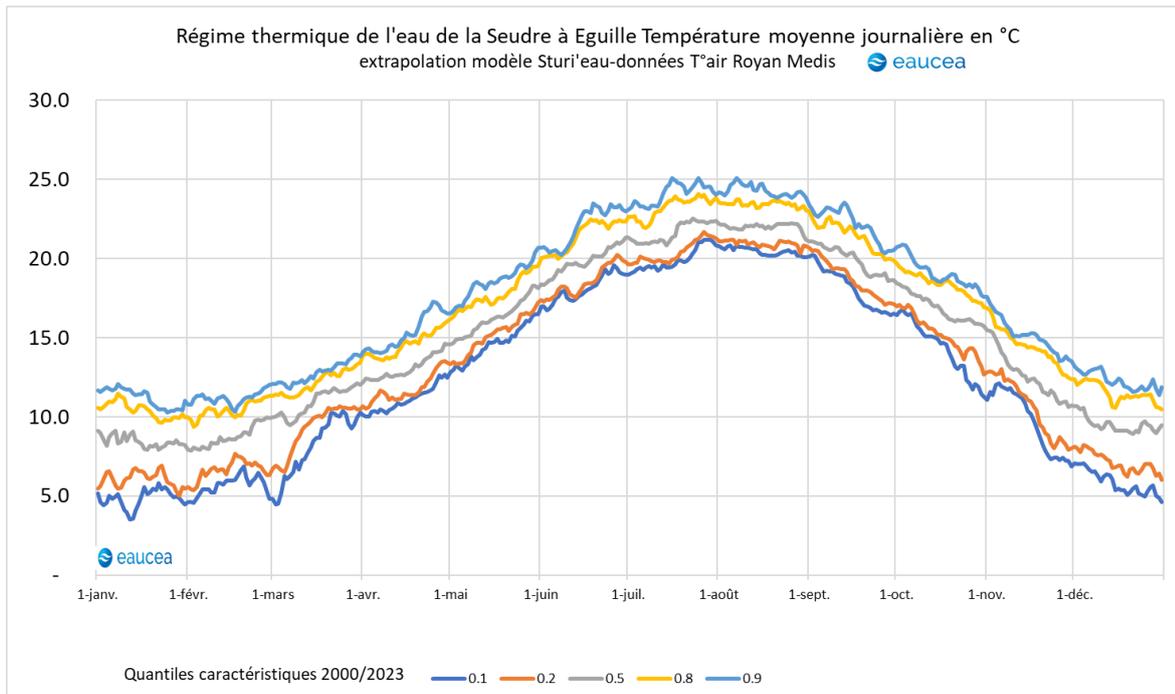


Figure 26 : Profil thermique de l'eau de l'estuaire de la Seudre à l'Eguille 2000 à 2023

4.3.2.3 Conséquence sur le régime des débits souhaitables

Pour permettre une analyse sur l'ensemble du cycle annuel, le modèle STURI'EAU a été mobilisé pour tester une gamme de température plus grande allant de 10°C à 28 °C et pour les valeurs de dioxygène de 3 mg/L ; 4 mg/L et 5 mg/L. Le tableau ci-dessous

Débit seuil (m3/s) à Saujon	Température de l'eau °C										
	0	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
3 mg/L	90	0	0	0	0	0.025	0.062	0.111	0.21	0.49	1.35
4 mg/l	90	0	0	0.025	0.049	0.098	0.21	0.52	1.41	4.50	18
5 mg/l	90	0	0	0.037	0.086	0.21	0.57	1.51	4.55	18	18
6 mg/l	90	0	0.074	0.20	0.60	1.57	4.48	18	18	18	18

Figure 27 : Matrice des débits favorables à l'atteinte des seuils en oxygène pour 75% des marées (coef 90)

Cette information appliquée au régime thermique de la Seudre, permet de positionner le besoin en eau dans le calendrier annuel et de faire apparaître les phases les plus critiques en fonction des exigences visées.

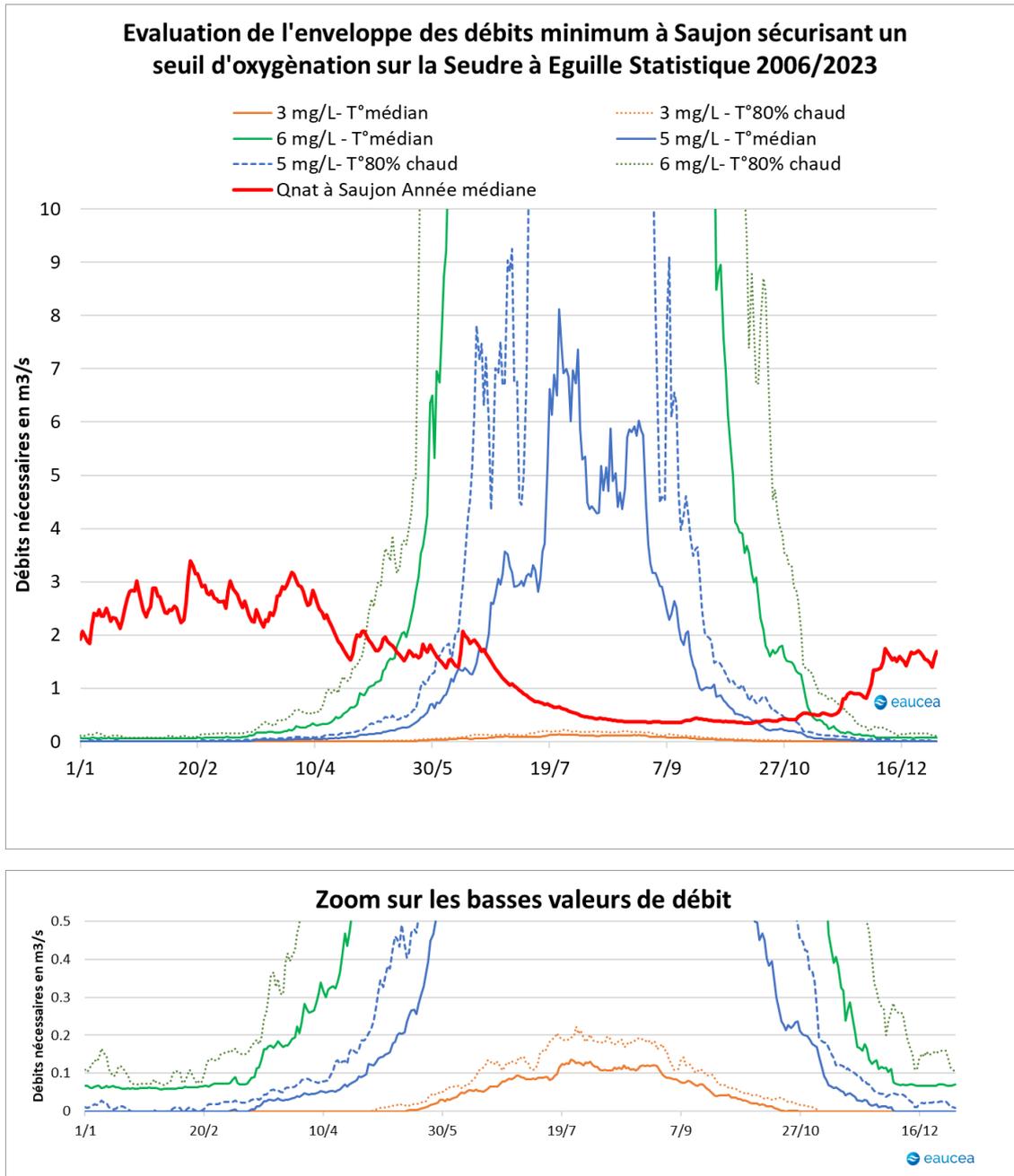


Figure 28 : Régime des débits à Saujon statistiquement nécessaires à l'atteinte en moyenne journalière des seuils d'oxygène du bon et du très bon état DCE et celui de 6 mg/l

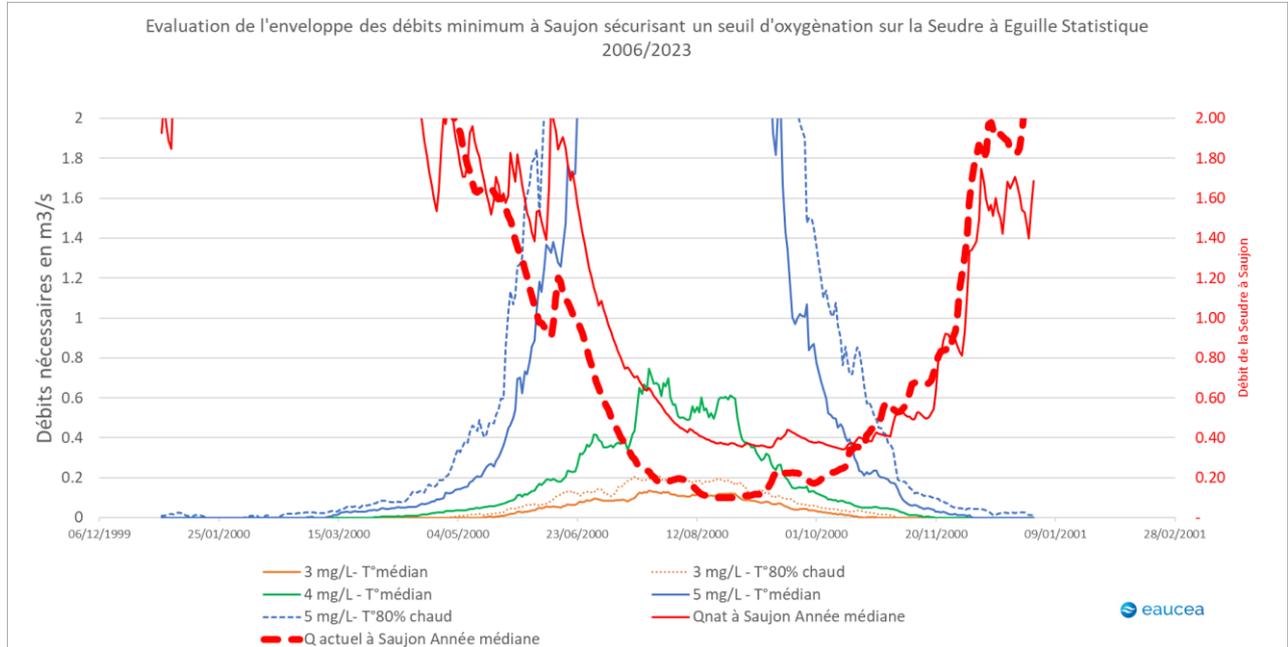
Les objectifs les plus élevés (6 mg/L en moyenne journalière soit 4 mg/l en instantané) sont contracycliques avec le régime des débits et hors de proportion avec l'hydrologie naturelle de la Seudre du 15 avril au 1 décembre.

En été, un débit cible de 100 L/s à Saujon, couvre la médiane des risques de franchissement du seuil de bon état 3 mg/L, sauf pour les grandes marées de vive eau, et qu'il faut tendre vers 200L/s pour couvrir un risque plus rare (80% d'occurrence thermique).

Le seuil de très bon état 5 mg/L ne peut être garanti qu'en dehors de la période chaude avec un débit de 300 L/s de novembre à avril compris. Pour ce seuil la valeur d'oxygène instantané peut être inférieure au seuil de 4 mg/l recommandé par le conseil scientifique.

### 4.3.3 Rapprochement avec l'hydrologie mesurée et naturelle

Le graphe ci-dessous rapproche ces exigences du régime des débits de la Seudre à Saujon. Pour simplifier l'analyse ne sont présentés que les quantiles médians des débits mesurés extrapolés à Saujon et des débits naturels modélisés par le BRGM et extrapolés à Saujon.



Statistiquement, la situation hydrologique à risque de non-respect du seuil de très bon état est faible en hiver de la mi-novembre à la mi-mai. En étiage l'objectif atteignable est le bon état (3 mg/L). L'hydrologie naturelle permettrait de satisfaire un objectif médian de 4 mg/L en moyenne journalière.

L'objectif écologique de 4 mg/l en valeur instantanée (soit 6 mg/L en valeur moyenne représentée sur la courbe) nécessite des valeurs de débit incompatibles avec l'hydrologie et le régime thermique pendant plus de la moitié de l'année.

#### 4.4 Conclusion générale

Le débit biologique proposé est donc la combinaison de tous ces débits avec la proposition suivante fondée sur l'oxygène et l'acceptation de conditions instantanées médiocres pendant l'étiage estival.

Critère	De janvier à mai	De juin à octobre	De novembre à Décembre
O2 6 mg/L soit 4 mg/L en instantané	600 L/s	Impossible à respecter du 15 avril au 15 novembre	
O2 5 mg/L	300 L/s	Impossible à respecter	300 L/s
O2 3 mg/L	Sans objet garantis par l'environnement thermique	100 à 200	Sans objet garantis par l'environnement thermique
Continuité hydraulique	Sans objet sauf pour la passe à poissons. Les circulations d'eau internes à l'estuaire sont très largement pilotées par le jeu des marées		
Salinité	Objectif d'une zone mésohaline sur le haut estuaire 1 à 2 m <sup>3</sup> /s	Sursalure non modélisée mais réel besoin de renforcer la compréhension des effets de dilution en été sur le haut estuaire	Objectif d'une zone mésohaline sur le haut estuaire 1 à 2 m <sup>3</sup> /s
Turbidité	Situation générale plutôt favorable mais des observations de pics très ponctuels non expliqués par les débits		

## 5 ANNEXES

### 5.1 Modélisation des champs de vitesse à l'embouchure de l'estuaire de la Seudre par fortes marées

Analyse des champs de vitesse pour les fortes marées de Mars 2022

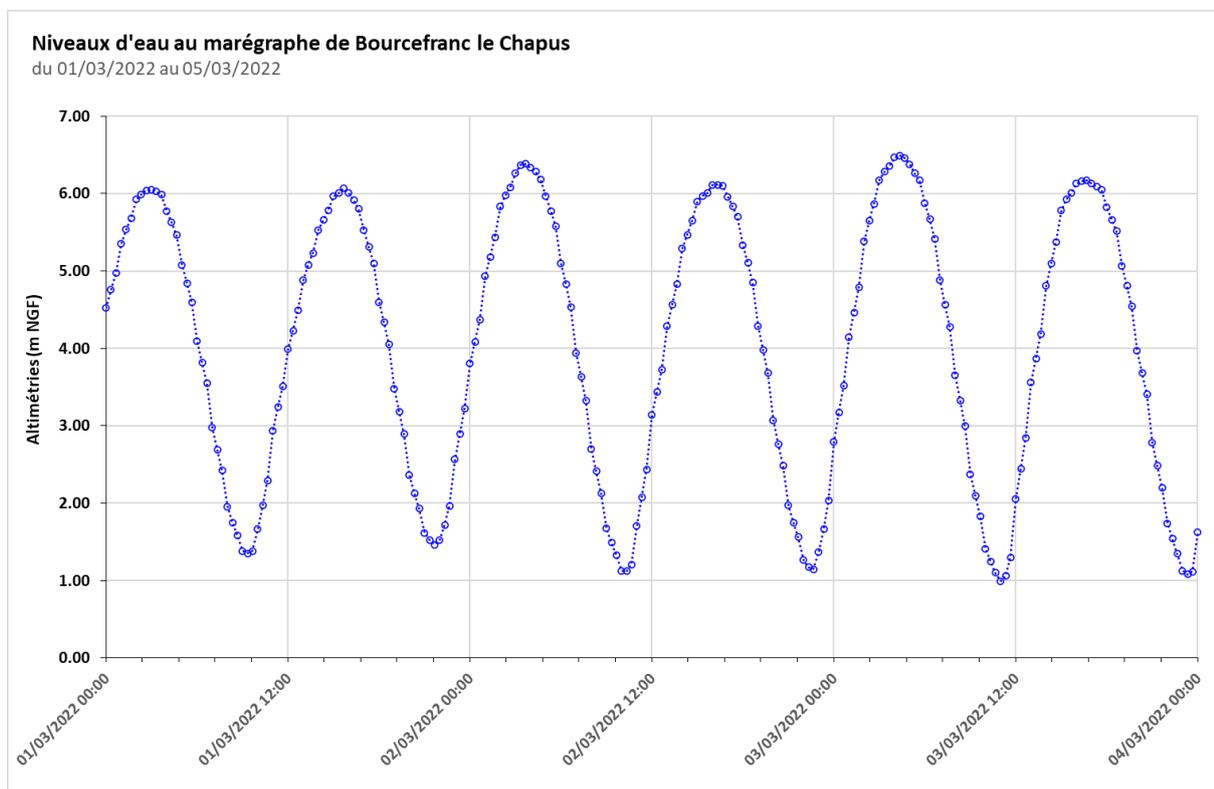
Le modèle Seudre 2D construit dans le cadre de l'étude Estuaires a été mis à contribution pour analyser la répartition des champs de vitesse dans l'estuaire au droit du Pont de la Seudre, lors des fortes marées de Mars 2022.

Cette analyse fait suite à une demande en lien avec le Plan POLMAR. En effet en cas de marée noire, des protections de l'entrée de l'estuaire peuvent être installées sous la forme de barrages flottants.

#### 5.1.1 Marégraphe de référence et évènement testé

Le marégraphe de référence est celui de Bourcefranc le Chapus, situé en sortie rive droite de l'estuaire. Sa référence altimétrique (zéro) est située à la cote 3,515 m NGF.

L'évènement testé couvre la période du 01/03/2022 au 05/03/2022 correspondant à une période de forte marée. Les plus hauts pics de niveaux ont été observés au marégraphe lors des marées matinales du 02/03 et 03/03.

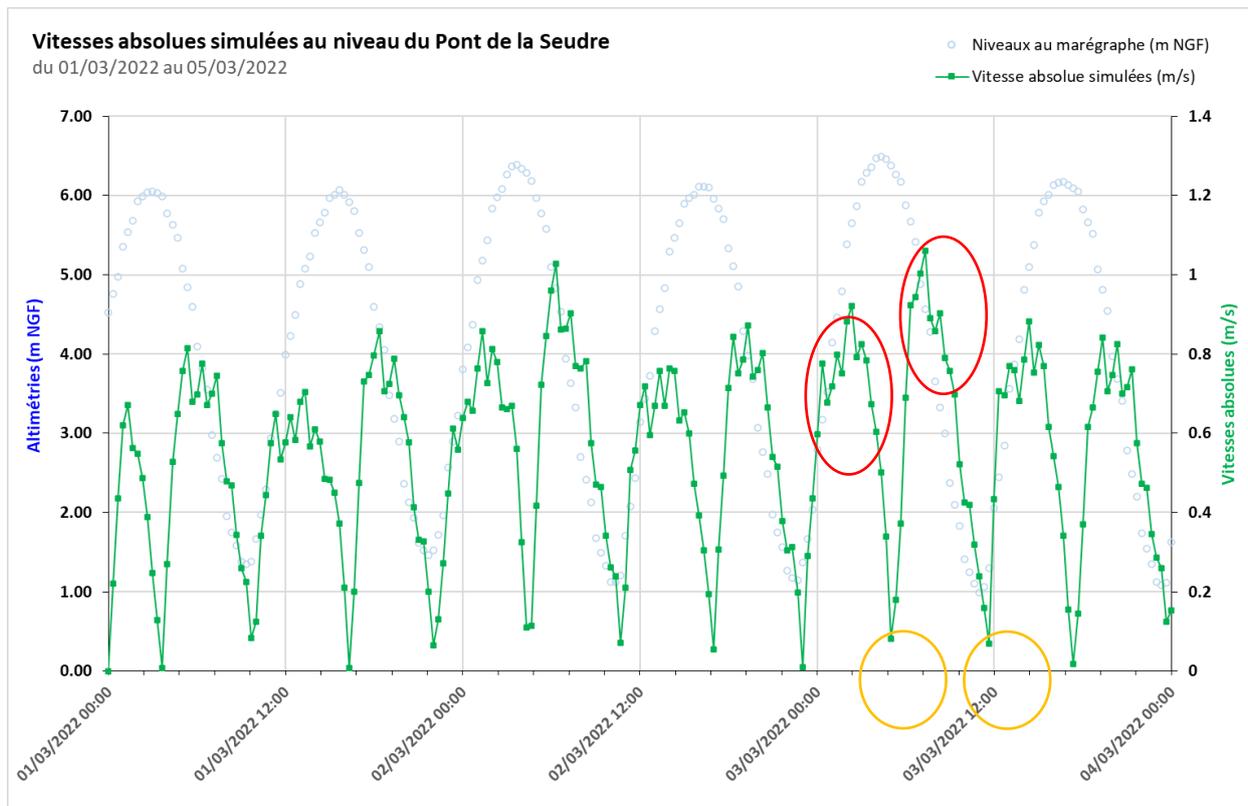


### 5.1.2 Périodes analysées

On propose d'analyser la répartition des champs de vitesse à plusieurs instants de la simulation présentant un intérêt particulier :

- Au début du flux et du reflux (moments de vitesses maximales)
- Au moment des étales de marée basse et haute (moments de vitesses minimales)

Les vitesses simulées représentent la valeur moyenne d'une verticale. Ces vitesses de l'estuaire peuvent être cartographiées en tout point à chaque pas de temps de la modélisation (cf exemple cartes ci-après). Le choix d'un point caractéristique au niveau du pont de la Seudre permet de visualiser les maxima et minima sur 4 jours consécutifs (cf Graphe).



### 5.1.3 Résultats obtenus sur les vitesses

La modélisation 2D met en évidence une répartition assez symétrique des champs de vitesse dans l'estuaire au niveau du Pont de la Seudre.

On représente cartographiquement ces vitesses en pages suivantes.

Les vitesses les plus élevées se concentrent au centre du « chenal » d'écoulement, atteignant lors du maxima de la marée du 03/03/2022 au matin une valeur simulée de 1,1 m/s environ. A l'inverse lors des moments d'étales, les vitesses s'annulent quasiment à ce niveau (inférieures à 0,1 m/s).



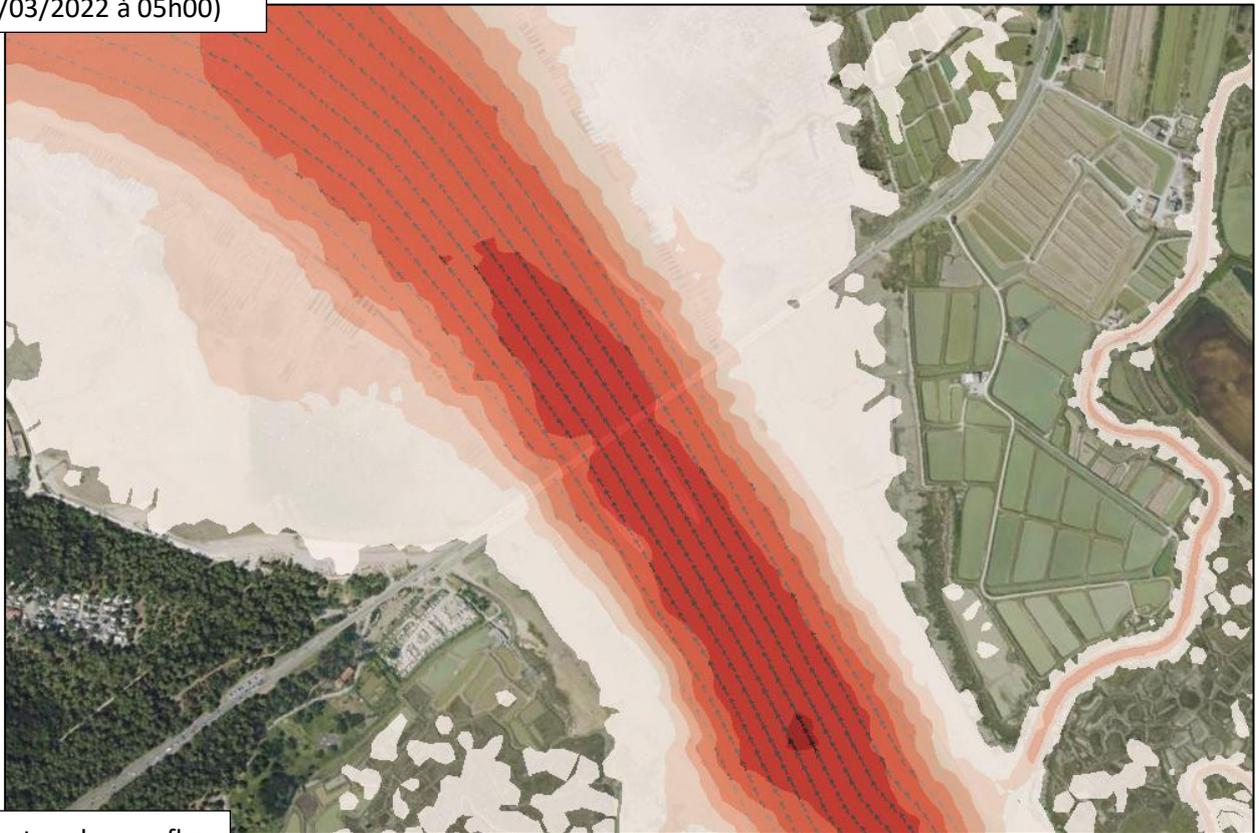
Début du flux  
(03/03/2022 à 2h20)

Légende des vitesses :

Couleur	Valeur inférieure	Valeur supérieure
	0.01	0.2
	0.2	0.4
	0.4	0.6
	0.6	0.8
	0.8	1.0
	1.0	1.2
	1.2	1.4
	1.4	1.6



Etale de marée haute  
(03/03/2022 à 05h00)



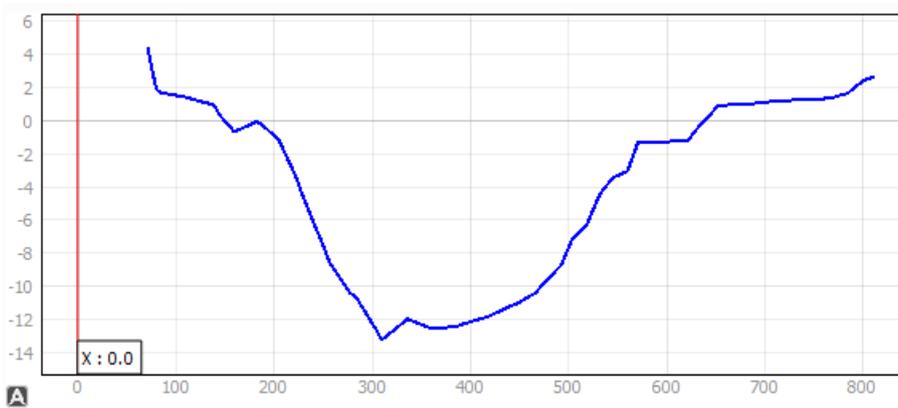
Début du reflux  
(03/03/2022 à 7h20)



Étale de marée basse  
(03/03/2022 à 11h40)

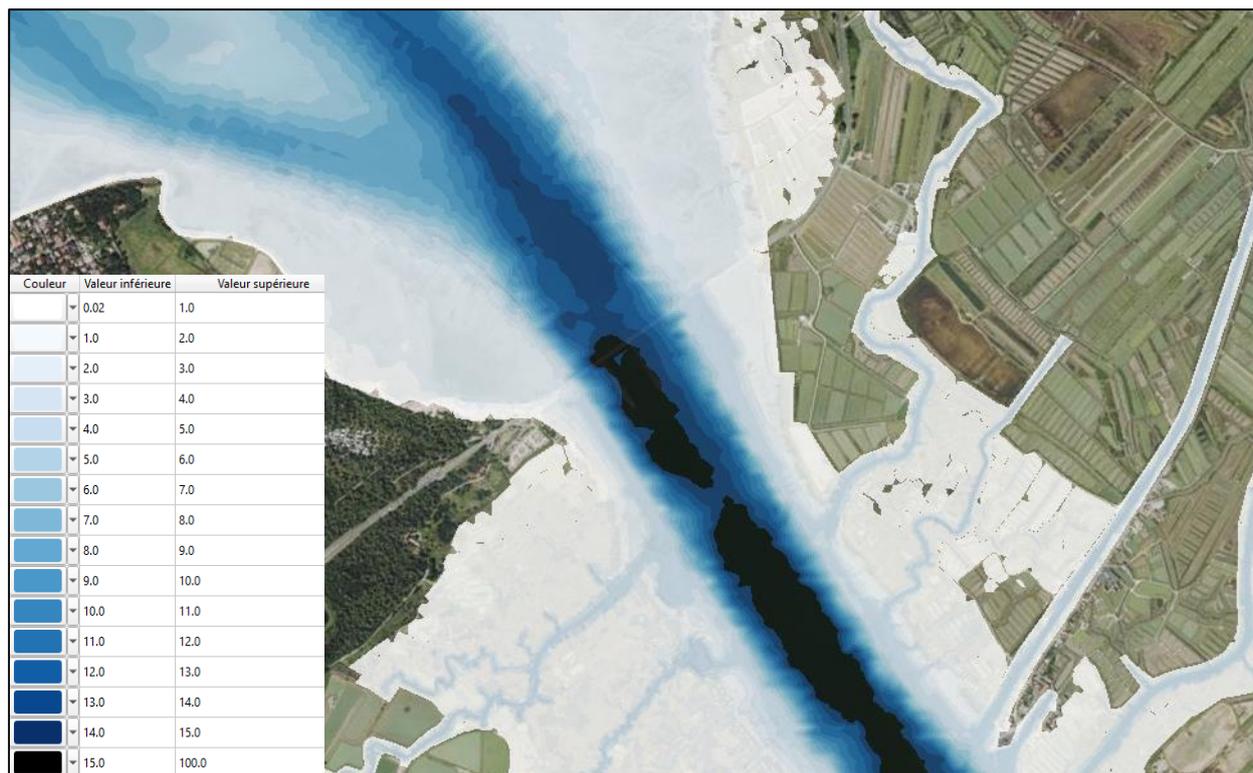
#### 5.1.4 Analyse et commentaires

La modélisation 2D ne permet de distinguer que la répartition horizontale des vitesses, permettant toutefois déjà d'appréhender le fonctionnement hydraulique à ce niveau, sous la forme d'un chenal d'écoulement assez symétrique. Cette symétrie est par ailleurs cohérente avec le profil bathymétrique à ce niveau qui l'est tout autant.



Profil en travers de l'estuaire de la Seudre au droit du Pont

En situation de marée haute (étale) les hauteurs d'eau dépassent 15 m dans cette partie de l'estuaire.



Hauteurs d'eau atteinte au maximum de la marée (03/03/2022 à 7h20) au Pont de la Seudre

La modélisation 3D apporterait quant à elle des informations supplémentaires en ce qui concerne la répartition verticale des paramètres hydrauliques. Permettant d'observer de potentiels axes d'écoulement sous-surface ou des zones de recirculation et/ou courants inverses en profondeur, que la modélisation 2D ne représente pas. Mais la mise en œuvre de ce type de modélisation est extrêmement coûteuse en temps et en ressources de calcul.

D'ailleurs, au bout de 96 heures de calcul une panne de serveur !

## 5.2 Mesures Doppler : Estuaire de la Seudre (lundi 1<sup>er</sup> août 2022)

### 5.2.1 Conditions de mesure

Les mesures ont commencé le lundi 1<sup>er</sup> août à 14h30 sur l'estuaire de la Seudre. Les conditions environnementales ce jour-là (station météorologique de Rochefort-Saint Aignan) étaient de 27,1°C à 15h avec un vent Ouest-Nord-Ouest de 13 km/h.

Le coefficient de marée était de 76 à l'île d'Aix pour une basse mer à 13h54 et une pleine mer à 19h39. Les mesures ont donc été effectuées à marée montante.

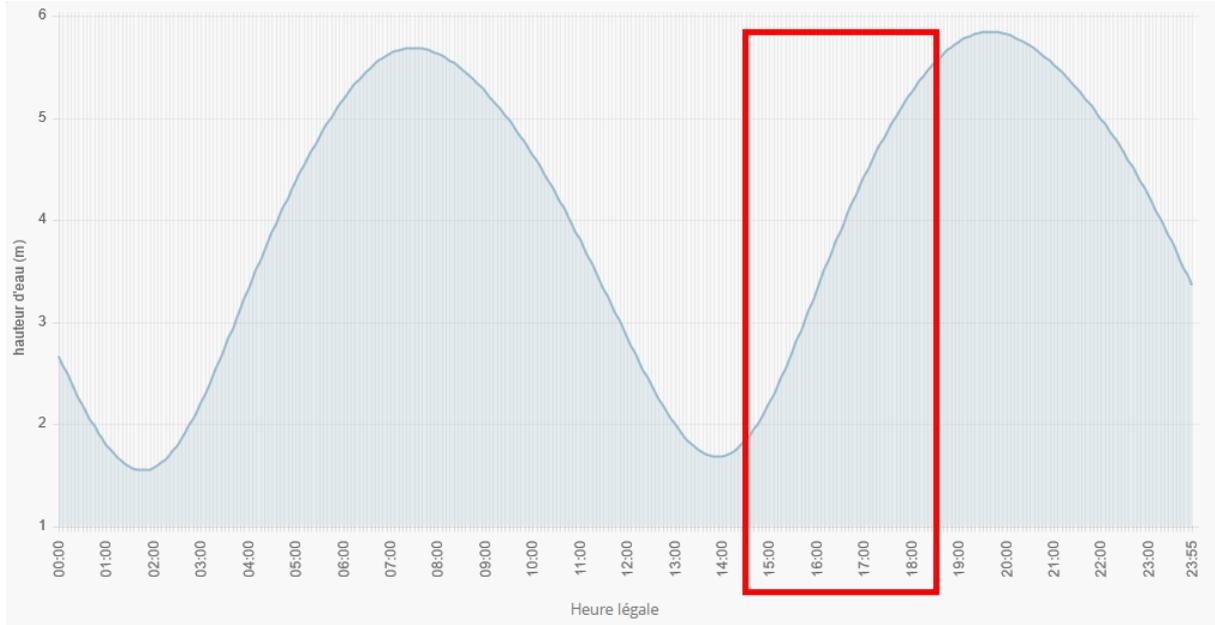


Figure 29 : Marée du 1er août 2022 au port de l'île d'Aix (encadré : temps de présence sur site)

### 5.2.2 Mesures

La mise à l'eau a eu lieu à la cale du port de Chatressac et remontée vers l'amont. Début des mesures bien en amont du pont de l'Eguille et réalisation de 5 transects perpendiculairement au sens des écoulements et se recoupant avec la position des mesures physico-chimiques. Le début des mesures est concomitant avec le début de la marée montante, le but étant d'observer l'influence de celle-ci sur les paramètres enregistrés.

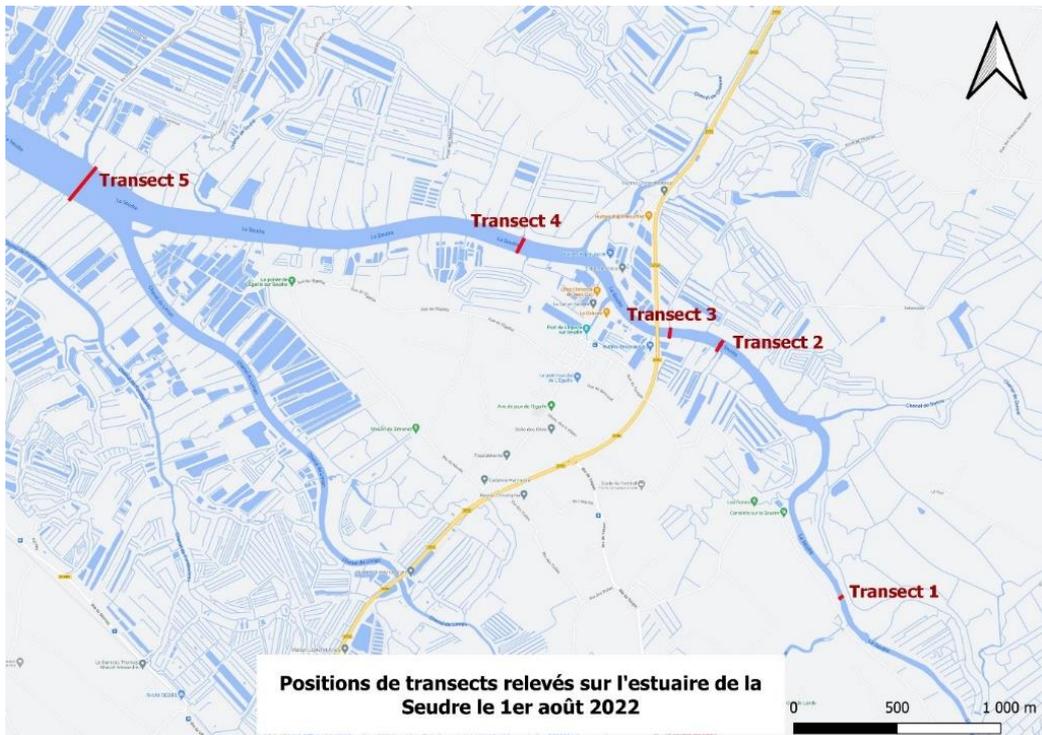


Figure 30 : Positions des transects échantillonnés sur la Seudre

Les champs de vitesses mesurés sont dans le sens aval → amont dans la plupart des cas du fait de la remontée des eaux avec la marée. Néanmoins, ces résultats bruts peuvent être affinés car le doppler est sensible à la salinité.

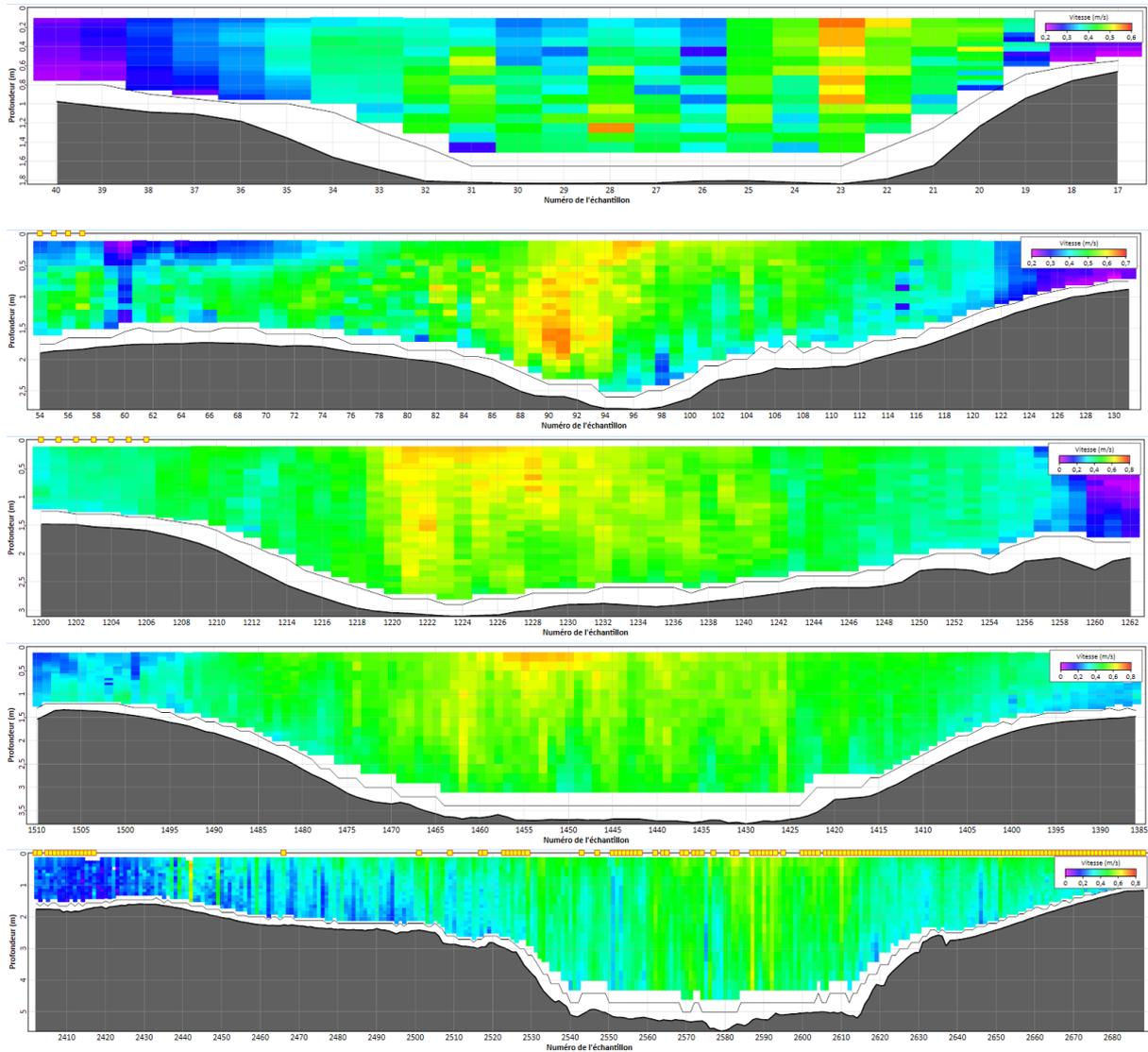


Figure 31 : Transects sur l'estuaire de la Seudre d'amont en aval

### 5.3 Enquête gestion des écluses à Saujon

Les principes de fonctionnement de la gestion ont été expliqué par Michael Marchand, éclusier depuis 7 à 8 ans, et relai de l'expérience de ses prédécesseurs. Le principe de la gestion est de bloquer la remontée des eaux salées depuis l'aval. Le blocage de l'eau salée en période de marée montante se traduit aussi par un stockage de l'eau douce de la Seudre qui arrive dans le bief amont ; A marée descendante lorsque la cote du niveau aval est 5 cm en dessous de la cote amont, l'eau douce est évacuée gravitairement par des vannes. La gestion accompagne au mieux la baisse du niveau aval pour éviter un déstockage brutal qui produirait des érosions néfastes aux berges et au lit en pied de l'ouvrage. Le bief pourrait être totalement vidangé en 15 minutes en situation de marée basse en aval ! Les vannes hautes régulent le déversement pour maintenir le mieux possible une cote de référence du bief amont (maintien d'un tirant d'eau).

La gestion est appuyée sur les côtes de Saujon (hauteur amont et aval de l'écluse indexées sur NGF 69-dispositif municipal) et les débits à Corme écluse. La station Vigie crue de Saujon restitue les variations de cotes mais avec un effet de pente hydraulique qui rend cette sonde peut apte pour piloter la gestion. Un automate régule cette gestion en jouant sur 2 séries de deux vantelles d'environ 4 m de large chacune. Deux vantelles en surface permettent de gérer les déversements. Le battement de ces vantelles est d'environ 1,5 m entre les cotes NGF 69 3,5 m et 2m. Deux vantelles en fond permettent de compléter le dispositif et favorisent la chasse des sédiments.

L'éclusier doit prévenir des risques d'inondation liée à une surcote dans le bief amont induite par trop d'eau douce amont soit en raison d'un débit élevé mais surtout si le niveau aval trop élevé ne permet pas la vidange ; Cette situation s'observe parfois en cas de forts vents. La gestion manuelle prend alors le dessus sur l'automate pour optimiser la gestion. Pour les coefficients inférieurs à 70 avec de forts débits (> 10 m<sup>3</sup>/s) la sous verse (double vantelle) est constante pour laisser le système libre puisque le flux d'eau douce suffit à prévenir la salinisation.

En résumé l'éclusier doit gérer des séquences très variées avec des situations d'étiage longues qui nécessitent un déversement prudent, des séquences de fort coefficient parfois aggravées par le vent, des séquences de crues qui favorisent parfois la transparence hydraulique de l'ouvrage. Les échanges avec les professionnels ostréicoles sont actuellement plutôt limités mais pourraient être relancés si nécessaire.

Remarque : Dimension de la vantelle environ 2x 4 m de large et une fermeture entre 3,5 m et 2 m. au moment de la discussion (15 avril 2024) charge de 47 cm. Vigie crue : 5,8 m<sup>3</sup>/s à Corme écluse."

Les journées du 1 au 12 février 2024 illustre une modalité « habituelle » de gestion du bief de Saujon.

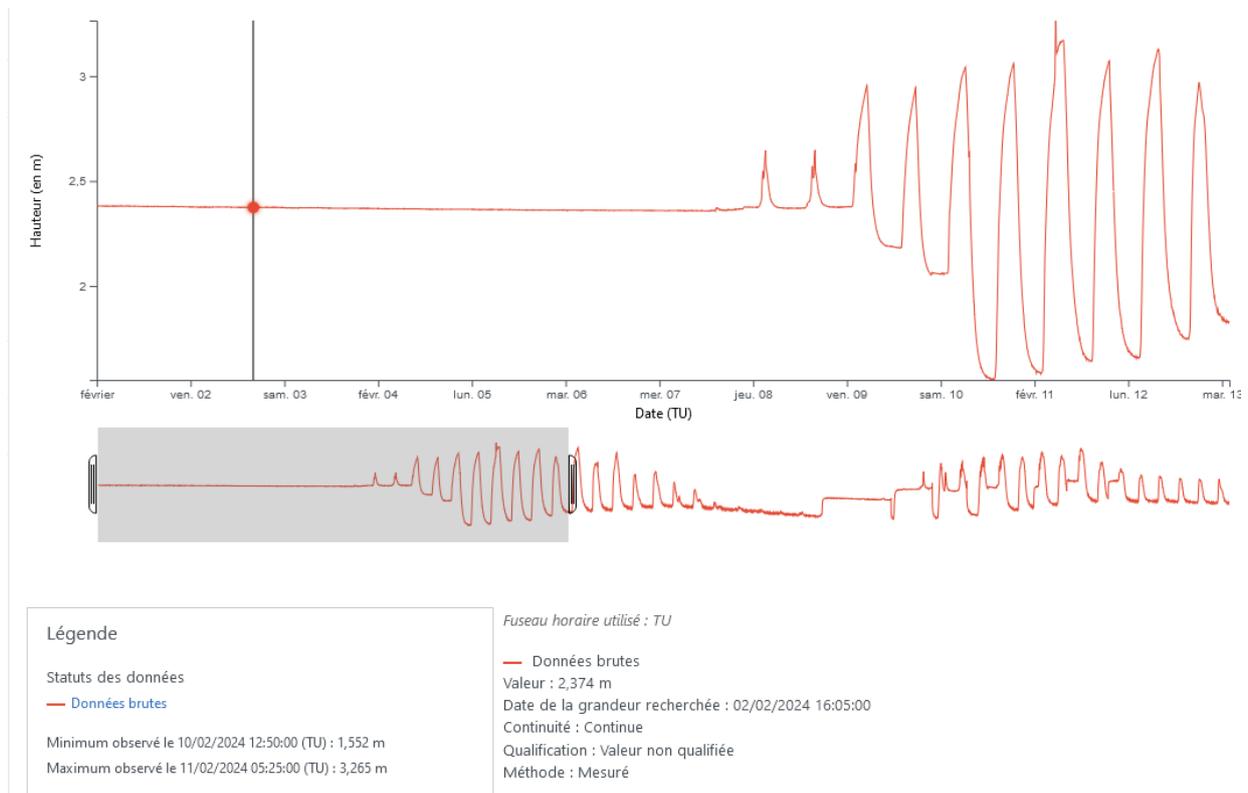


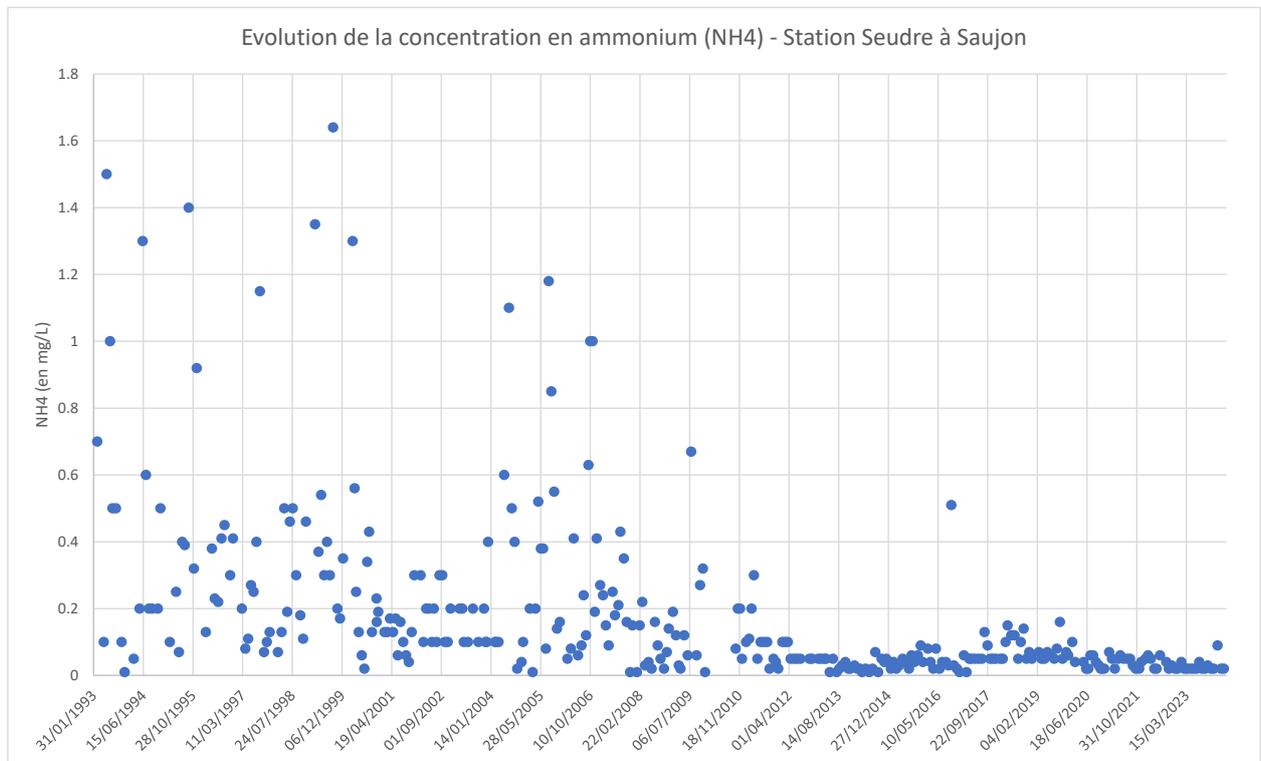
Figure 32 : Station hydrométrique - S012 0010 01 : La Seudre à Saujon (source Hydroportail)

Le débit journalier entrant est estimé sur la base du débit de Corme éclusé. La période où le bief est constant correspond à des coefficients de marée inférieurs à 70. Le débit entrant est égal au débit sortant. Soit environ 5 m<sup>3</sup>/s durant cette période. La phase de fortes oscillations couvre des coefficients allant de 76 à 110. L'analyse fine du signal montre un déstockage du bief concentré sur deux fois 5 heures environ. Le débit moyen restitué sur ces séquences est de l'ordre de 20 m<sup>3</sup>/s.

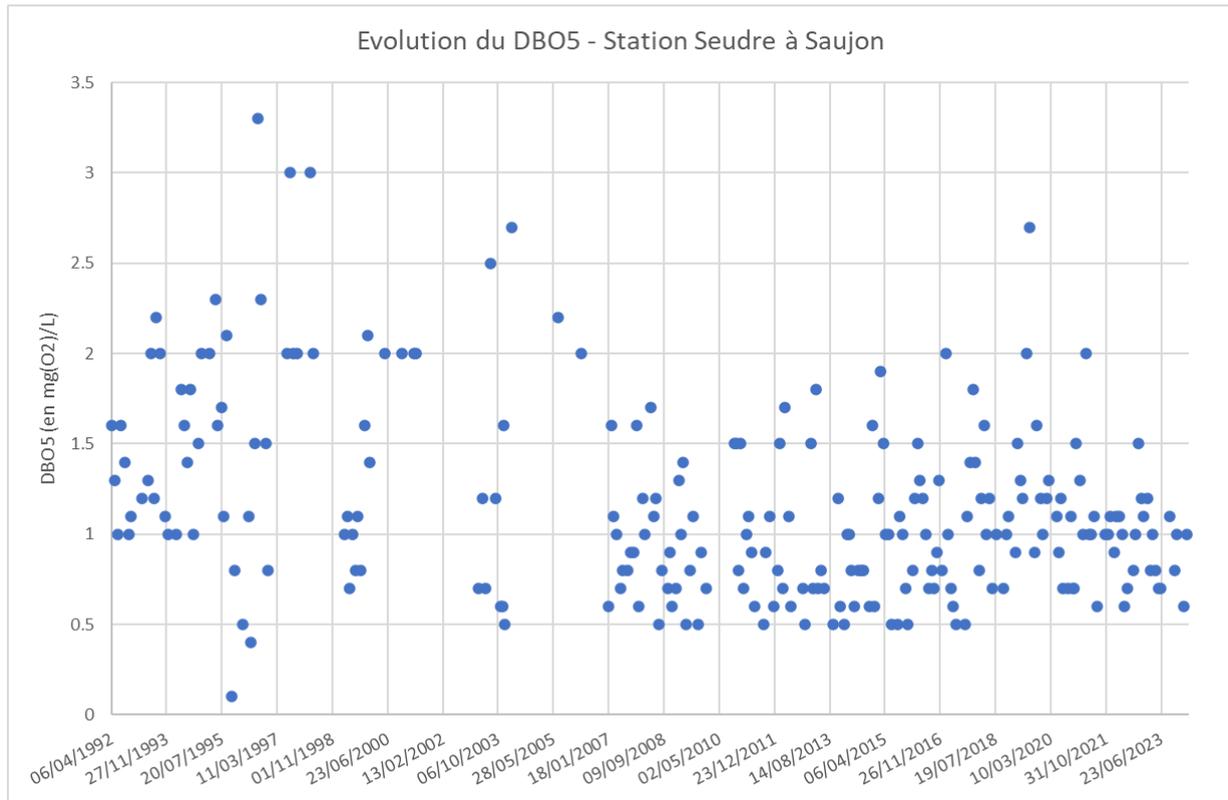
La Seudre en 2024				Suivi des cotes							
coeff de marée		Corme-Écluse	Saujon	Volume cycle vidange (m3)	Début	Cote	Fin	Cote	Durée	Variation de cote	Débit équivalent (m3/s)
		BV km2	307		377						
103	sam 10-févr	5.59	6.86	296 550	18:40:00	3.06	23:35:00	1.62	04:55:00	-1.44	16.8
107	dim 11-févr	6.53	8.02	346 418	07:05:00	3.17	12:15:00	1.69	05:10:00	-1.48	18.6
109				346 418	19:10:00	3.07	23:59:00	1.69	04:49:00	-1.38	20.0
110	lun 12-févr	7.68	9.43	407 425	07:50:00	3.13	13:10:00	1.78	05:20:00	-1.35	21.2
110				407 425	18:10:00	2.97	23:59:00	1.85	05:49:00	-1.12	19.5

### 5.4 Suivi SIE qualité des eaux à Saujon

Les principaux paramètres cités dans les cinétiques de l'oxygène estuariens sont la DBO5 mais aussi l'ammonium en raison de sa forte réactivité. Les valeurs enregistrées sur la longue période à Saujon (Station 5025000 La Seudre à Saujon (Amont immédiat de Saujon)) sont présentées dans les graphes ci-dessous.



Pour l'ammonium, la situation c'est clairement améliorée dans la dernière décennie avec ces dernières années des valeurs inférieures à 0,1 mg/L. L'épuration des eaux usées explique cette tendance.



Pour la DBO5, la tendance est la même mais il subsiste toujours un fond de matière organique irréductible liée à la vie biologique de n'importe quel cours d'eau.