EPTB
RANCE FRÉMUR
BAIE DE BEAUSSAIS
Établissement public territorial de bassin

SOUS-COMMISSION SÉDIMENTS

PLAN DE GESTION DE LA RANCE

13 juillet 2021

Ordre du jour

- Repères sur le fonctionnement de l'estuaire
- Retours d'expérience sur les opérations de gestion sédimentaires réalisées (dragage et valorisation)
  - Opération St-Jouan 2020/2021
  - Opération Nessie La Richardais 2021
  - Valorisation agricole des sédiments : épandage 2020 + retours par la Chambre d'agriculture
- Programmation des opérations futures
  - Opérations 2021/2023
  - Projet Suricates sur la valorisation 2021/2023

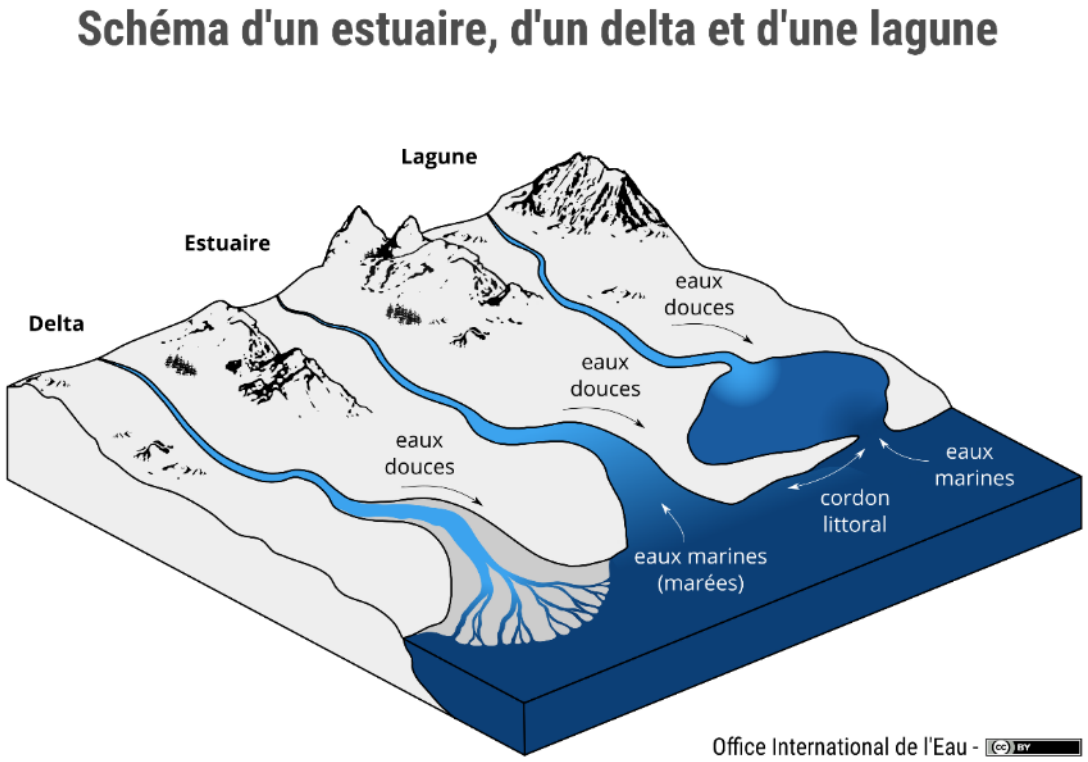
3

Repères sur le fonctionnement de l’estuaire

Caractéristiques d’un estuaire

Caractéristiques d'un estuaire

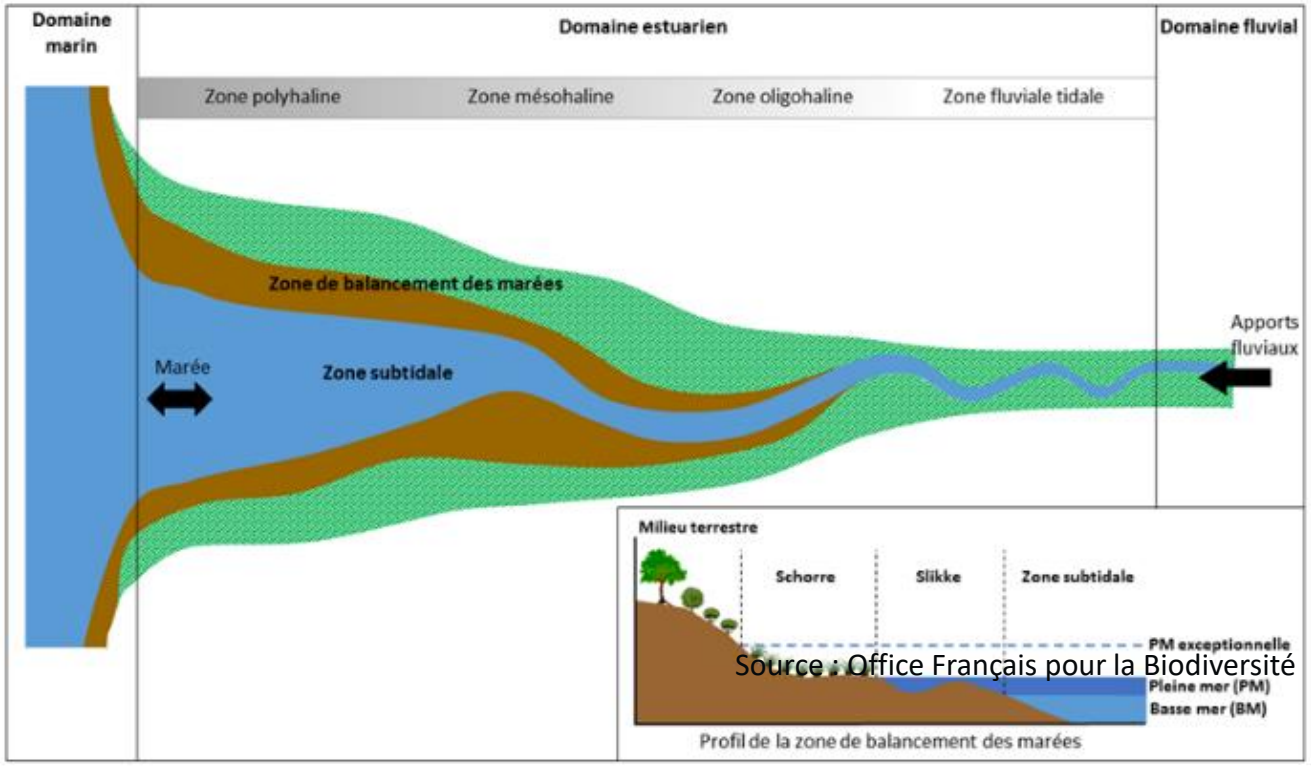
- Zone de transition entre les domaines fluvial et marin => Zone de mélange des eaux douces et salées
  - Limite amont : limite maximale de propagation de l'onde de marée (marée dynamique)
  - Limite aval : limite d'influence des eaux douces notamment sur la salinité (repère : eaux estuariennes avec salinité entre 0 et 35 g/L)
- Morphologie d'un estuaire qui varie selon « l'héritage géologique » (falaise rocheuse…), le débit des cours d'eau, la force de la marée, de la houle et des vagues (embouchure plus ou moins large et profonde, estuaire plus ou moins long…)



Caractéristiques d'un estuaire

- Milieu dominé par la marée ce qui lui confère des caractéristiques particulières :
  - Influence la morphologie de l'estuaire
  - Des niveaux d'eau oscillant à chaque marée avec un marnage qui s'atténue vers l'amont
  - Une salinité variable avec un gradient amont/aval
  - Des habitats spécifiques aux fonctionnalités écologiques importantes.

Schéma théorique d'un estuaire



Source : Office Français pour la Biodiversité

Caractéristiques d'un estuaire

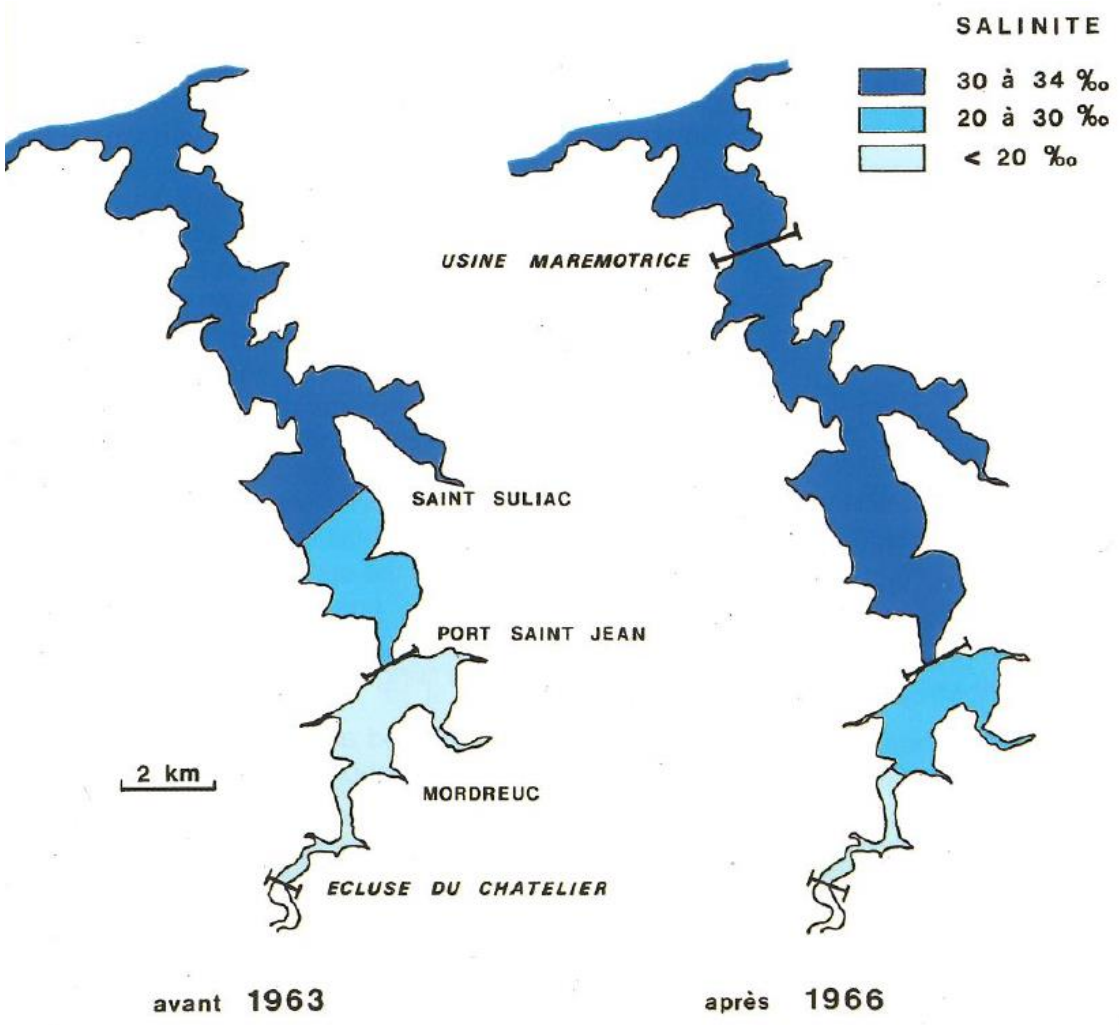
Qu'en est-il pour l'estuaire de la Rance ?

- **Des apports fluviaux (eau et particules) contrôlés** par l'écluse du Châtelier mais aussi par toutes les écluses et barrage situés plus en amont
- **Apports latéraux** issus des cours d'eau se jetant dans l'estuaire **non négligeables**
- **Propagation de la marée et temps de résidence des eaux marines modifiés** par le barrage marémoteur, **pas de la houle**

⇒ Apports fluviaux tamponnés qui « lissent » l'influence de la Rance sur l'estuaire

⇒ Renforcement de la dominance de la marée par rapport à la Rance

⇒ Modification des fonctionnements hydrosédimentaire et écologique de l'estuaire



Salinité moyenne des eaux dans l'estuaire de la Rance (Bonnot-Courtois et al, 2002

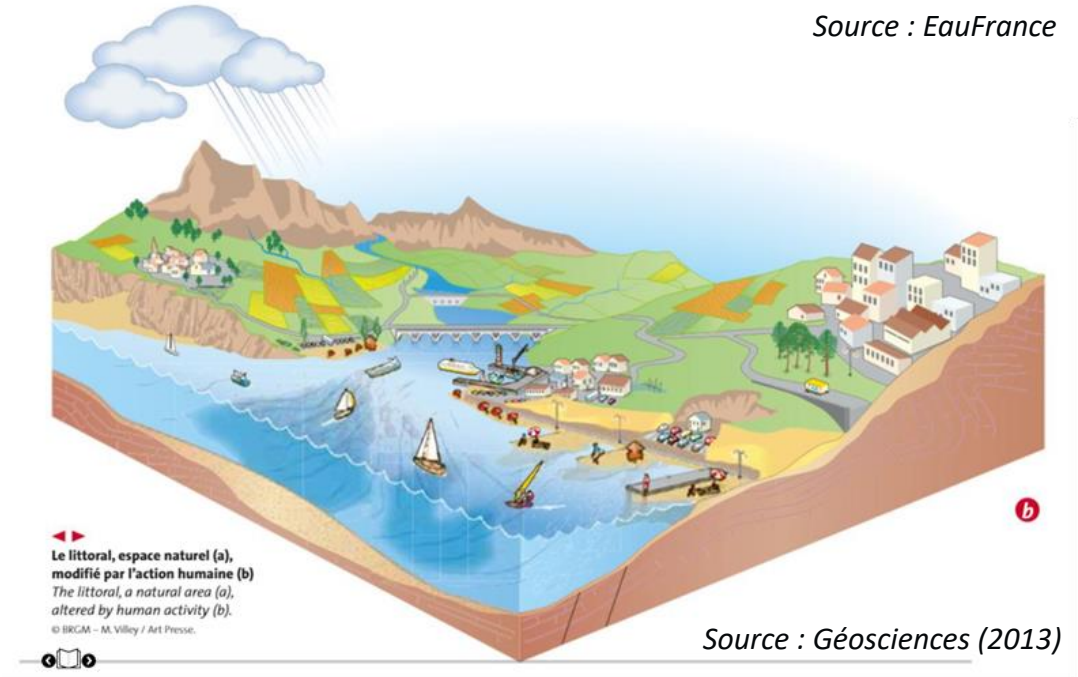
Repères sur le fonctionnement de l’estuaire

Fonctionnement hydrosédimentaire d’un estuaire

Fonctionnement hydrosédimentaire d'un estuaire

- Estuaire = **réceptacle de tous les apports** fluviaux, latéraux (ruissellement) et maritimes en sédiments, nutriments, matières organiques, éléments chimiques, microbiologiques…
- Une **nature des sédiments estuariens qui varie** selon leur source :
  - **Fraction minérale** issue de l'érosion des roches mères et des sols : graviers, sables, limons et argiles
  - **Fraction organique** (matières qui peut se décomposer ou être dégradées / 5 à 10 % de MO dans les dépôts) issus :
    - de la décomposition de végétaux ou animaux continentaux ou marins
    - de rejets anthropiques (ex station d'épuration, épandage agricole)
- Sources des apports sédimentaires dans l'estuaire :
  - Source continentale : apportés par les cours d'eau, ruissellement, rejets anthropiques
  - Source marine : apports marins ou remobilisation des apports continentaux issus des bassins versants

Source : EauFrance



Source : Géosciences (2013)

Fonctionnement hydrosédimentaire d'un estuaire

- Processus d'érosion / dépôts dans l'estuaire qui dépendent de la morphologie de l'estuaire et des courants :
  - **Des dépôts favorisés dans les zones plus ou moins profondes** avec de courants faibles ou ralentis

    Soit dans les anses, zones abritées des courants… dépôts plus intenses en période d'étales de basse mer et pleine mer
  - **Des érosions dans les zones profondes avec fort courant**

    Soit dans les chenaux et plus intense à marée descendante/vidage du bassin
- Des déplacements de sédiments selon la vitesse et le sens du courant :
  - Longitudinaux : cours d'eau -> Estuaire amont <-> Estuaire aval <-> mer
  - Latéraux : chenal <-> bords de Rance / anse

Fonctionnement hydrosédimentaire d'un estuaire

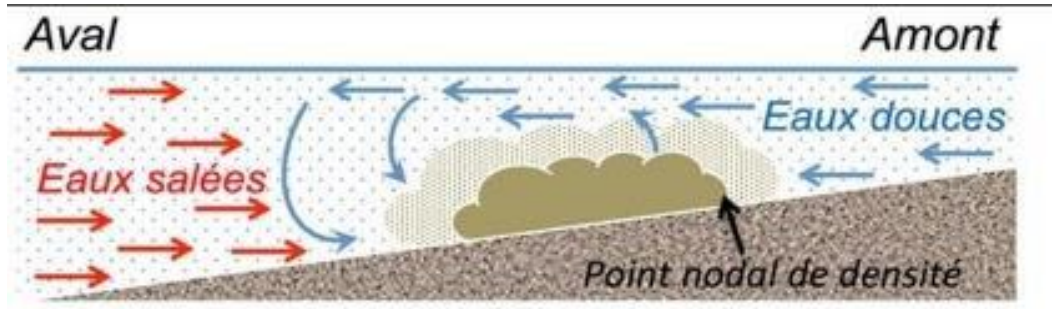
- **Dynamique des sédiments fins : le « bouchon vaseux »**
- Zone de concentration maximale en particules fines caractéristique des estuaires dominé par la marée, formé par :
  - La rencontre des eaux douces et salées (plus denses) qui freine la circulation des particules fines dans l'eau
  - Sa position peut fluctuer en fonction du débit du fleuve :
    - fort débit (crue) : déplacement vers l'embouchure voire même expulsion vers la mer
    - Faible débit (étiage) : remontée du bouchon vaseux vers l'amont de l'estuaire

Estuaire de la Rance : bouchon vaseux cantonné entre l'écluse du Châtelier et la cluse de Port-St-Jean en raison des faibles débits d'eaux douces par rapport à l'intrusion marine et de la morphologie de l'estuaire amont.

- Rôles du bouchon vaseux :

  Rôle épurateur : « bioréacteur » qui permet de dégrader les éléments provenant du bassin versant (azote, phosphore, nitrate…) pour les rendre assimilables par la faune et la flore.

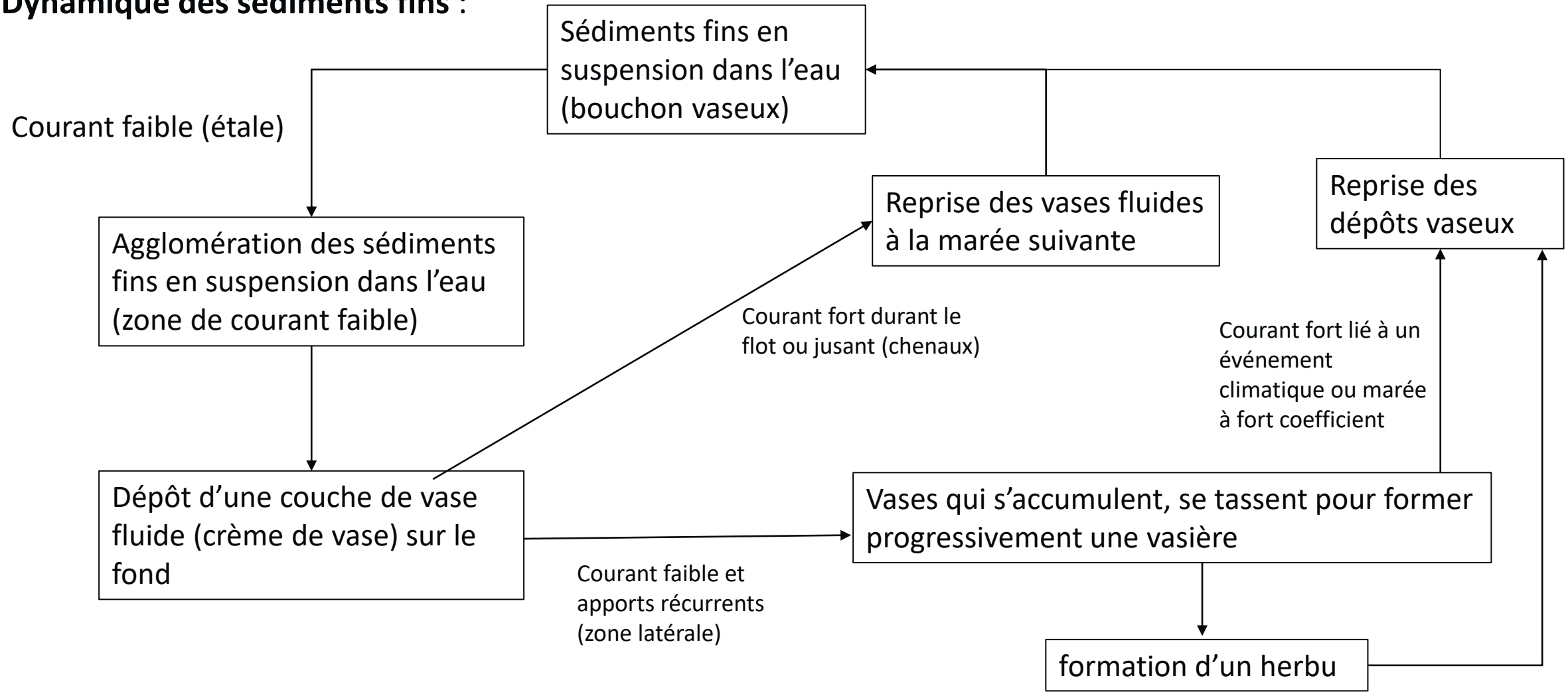
  Contribution à la dynamique des vasières (alimentation en MES)



Source : F. Druine, 2019

Fonctionnement hydrosédimentaire d'un estuaire

- **Dynamique des sédiments fins** :

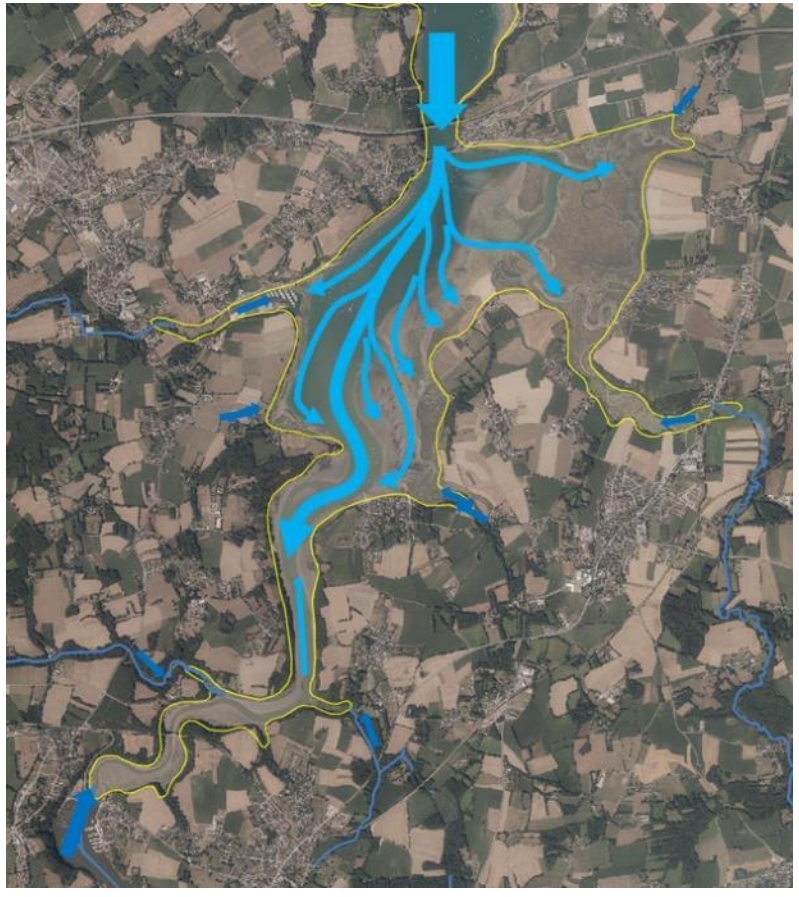


Fonctionnement hydrosédimentaire d’un estuaire

- Focus sur l’hydrodynamisme dans le secteur Chêne vert / Port-St-Jean

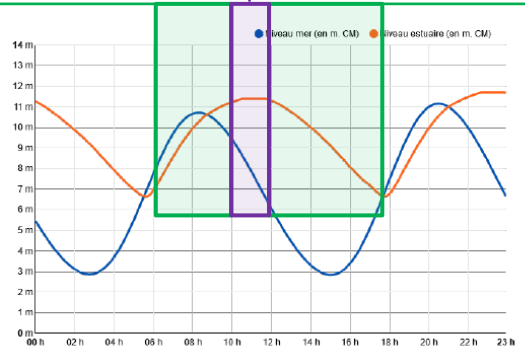
Marée montante/remplissage du bassin

Erosion où les courants sont plus forts (plus intense au fond des chenaux)



Etale de pleine mer / tenue du plein

Phase d’inversion des courants pendant laquelle les dépôts sont favorisés

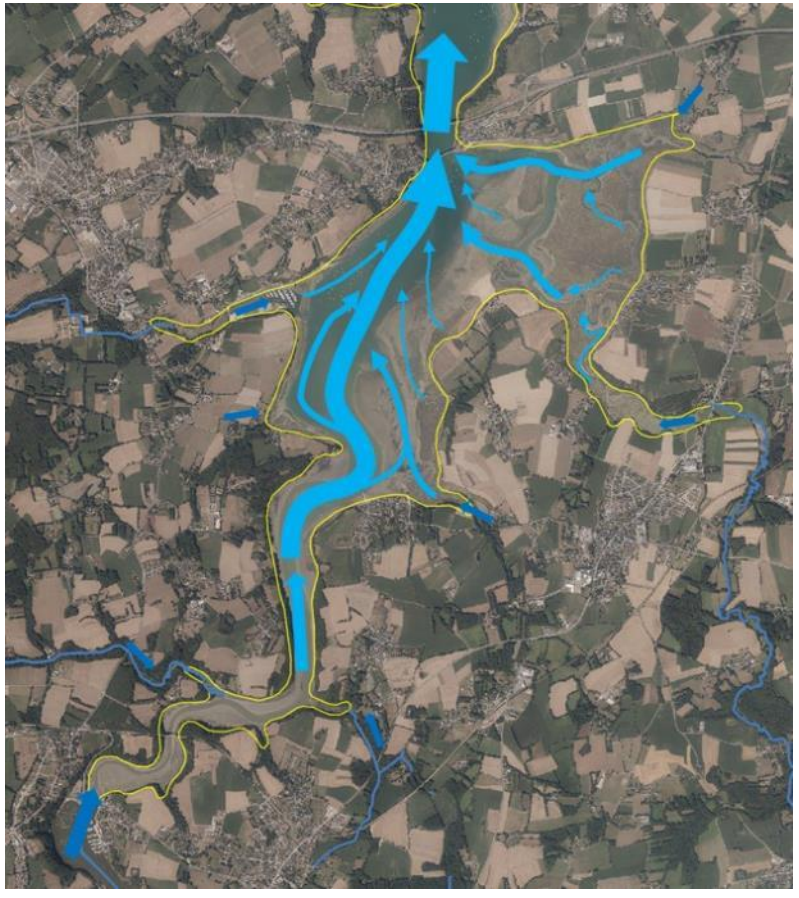


Apports d’eaux douces

Flux d’eaux saumâtres

Marée descendante / vidage du bassin

Erosion plus ou moins intense selon le niveau de consolidation des dépôts / érosion plus forte dans le chenal principal



Fonctionnement hydrosédimentaire d'un estuaire

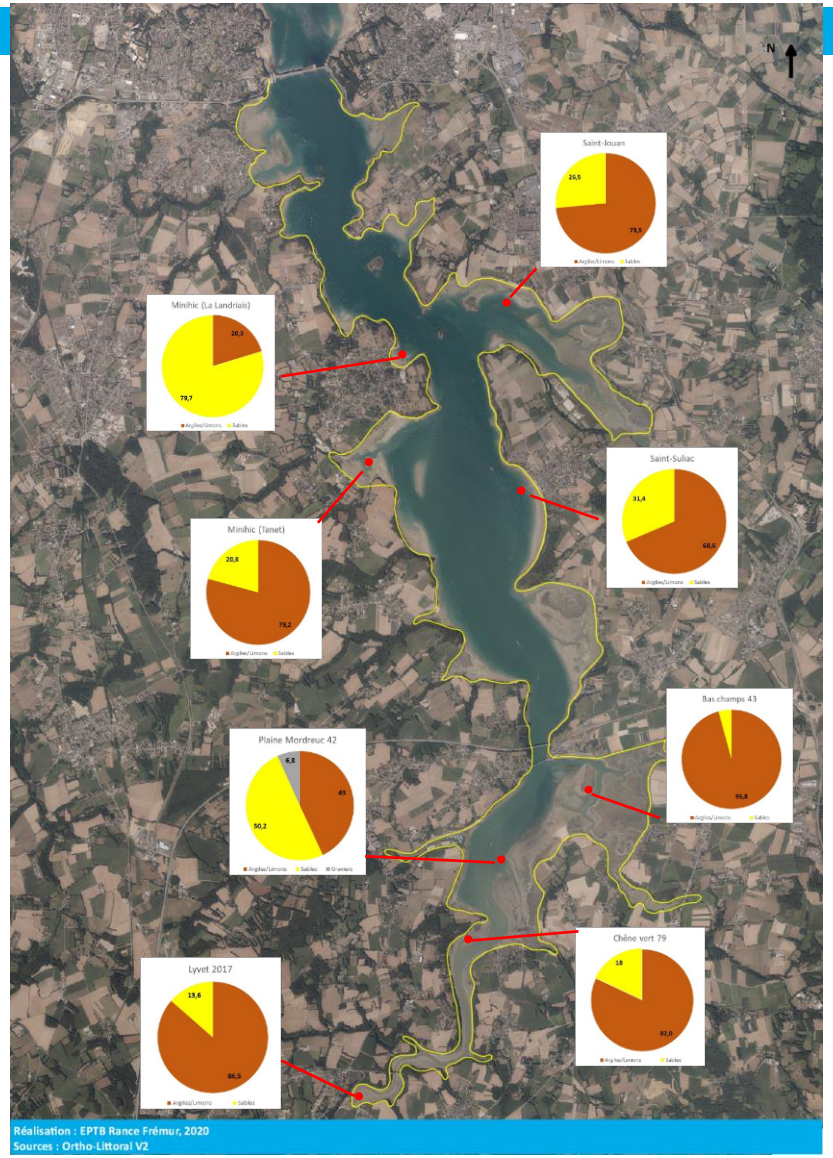
- Début 20è siècle : fonds majoritairement sableux avec quelques vasières historiques (Bas-champs, Plumazon, anse du Minihic, anse de Châteauneuf, La Passagère, Troctin…).
- Extension des zones vaseuses depuis plusieurs décennies plus ou moins rapide et avec des épaisseurs plus ou moins importantes selon les secteurs.
- Fonds sableux dans les zones plus profondes (chenal et environ)

  ⇒ Envasement amplifié en raison d'apports en particules fines importants et de la modification des flux d'eau (réduction des débits fluviaux par l'écluse du Châtelier et modification de la propagation de la marée par le barrage marémoteur)

Composition des dépôts superficiels (sur 5 à 10 cm) dans la plaine de Mordreuc (Données EPTB, 2020)

Composition des dépôts superficiels

- sur 0 à 50 cm à St-Jouan, St-Suliac, Minihic (EPTB, 2019)
- Sur 5 à 10 cm dans la plaine de Mordreuc (Données EPTB, 2020)



Repères sur le fonctionnement de l’estuaire

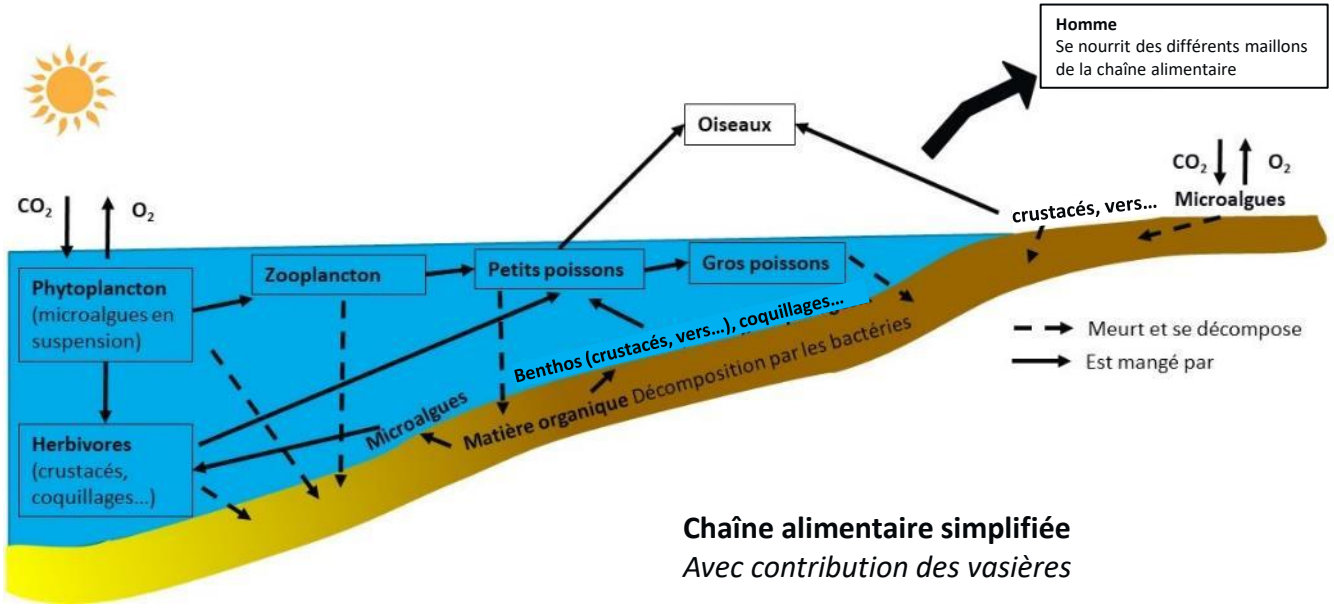
Fonctionnement écologique

Fonctionnement écologique (biologique et physico-chimique)

- Forte variabilité des conditions environnementales dans l'estuaire liés à l'influence des cours d'eau et de la marée
  - Présence **d'espèces végétales et animales relativement résistantes** pouvant supporter les variations des conditions environnementales au rythme de la marée et des débits fluviaux
  - Biodiversité limitée par rapport à celles mesurées dans les domaines continental fluvial et marin : **moins d'espèces mais présentes en grande quantité** (forte biomasse)
  - Malgré cela, une diversité d'espèces :
    - Espèces résidentes estuariennes dans les eaux saumâtres (gobie tacheté, crevette blanche…) ;
    - Espèces marines dans les eaux saumâtres - les plus nombreuses (herbiers à zostères, sole, bar, divers mollusques…) ;
    - Espèces amphihalines - migratrices (anguille, flet, saumon, alose…).

Fonctionnement écologique (biologique et physico-chimique)

- Présence d'habitats spécifiques conditionnés par la hauteur d'eau, les durées d'immersion, la salinité et la nature des fonds (vasières, fonds et bancs sableux ou rocheux, herbus, herbiers…)
- Habitats qui jouent un rôle écologique important pour les organismes vivants :
  - Zone d'alimentation pour les poissons, les oiseaux, le benthos (vers, crustacés…) / forte production primaire (micro-algues) à la base de la chaîne alimentaire ;
  - Zone de refuge (face aux prédateurs ou à des conditions du milieu défavorables)
  - Zone de reproduction ;
  - Zone de nourricerie pour les juvéniles de poissons marins.
- Mais aussi pour la qualité physico-chimique du milieu :
  - Transformation des matières (nitrate, divers contaminants…)
  - Stockage / piégeage dans les vasières en particulier de l'azote, carbone, phosphore, des contaminants… provenant du bassin versant, du milieu estuarien et marin



Chaîne alimentaire simplifiée
Avec contribution des vasières

Retours d’expérience sur les opérations de gestion sédimentaires réalisées

Dragage à St Jouan et St Suliac et aménagement d’un site de transit sur St Jouan (fin 2020/mi-janvier 2021)

Retours d'expérience - opération St Jouan et St Suliac

<u>Rappel</u> :

- **Piste de gestion sédimentaire** étudiée lors de l'AMO (2019) : **créer plusieurs petits sites de stockage** le long de l'estuaire pour pouvoir intervenir en différents lieux :
  - ⇒ Emergence du projet dans le secteur de St-Jouan-des-Guérets
  - ⇒ Permet aussi de disposer de sédiments de composition différente de ceux du piège du Lyvet pour des tests de valorisation
- Travaux réalisés d'octobre 2020 à mi-janvier 2021 :
  - **Dragage mécanique de 7 034 m3 de sédiments** à proximité des cales de St-Jouan-des-Guérets et St-Suliac

=> Maitrise d'œuvre : 45 246 € / Prépa Chantier : 1 200 € / Travaux : 455 000 €

  - **Stockage des sédiments dans des lagunes mises à disposition par la commune de St-Jouan** qui ont été aménagées à cette occasion en site de transit (utilisation de 3 lagunes en site de stockage + 1 lagune préservée pour les amphibiens)

=> Maitrise d'œuvre : 37 305 € / Prépa Chantier : 15 664 € / Travaux : 99 264 € / Suivi-mesure écologique : 12 982 €

Retours d'expérience - opération St Jouan et St Suliac

Retours d'expérience : stockage dans les lagunes

- **Suivi des eaux de rejet des lagunes** (durant les travaux puis lors des phases de rejet)
  - Pas de rejet direct d'eau salée dans le ruisseau mais via une canalisation vers la Rance maritime.
  - **Bilan** : système mis en place fonctionnel (stabilité des digues et de l'imperméabilisation des lagunes, pas de contamination du ruisseau par les rejets : analyses mensuelles conformes de janvier à mars 2021)
- **Suivi des sédiments** en cours de ressuyage :
  - Déshydratation : test du retournement dynamique à l'été 2021 pour l'accélérer
  - Désalinisation : suivi en cours. Analyse programmée mi-juillet après les pluies hivernales et printanières.
- **Contraintes rencontrées** :
  - Problématique des amphibiens possible sur tout site en eau quelque qu'il soit. Sur ces lagunes : enjeu amphibien très limité mais choix de préserver une des lagunes par précaution.
  - Principale difficulté rencontrée : acceptabilité de la mise en place d'un site de stockage par certaines personnes

Retours d'expérience - opération St Jouan et St Suliac

Retours d'expérience : dragage et transport

- Peu de contrainte de mise en œuvre d'un dragage mécanique en haut d'estran (pelle sur ponton, pelle amphibie…), à l'exception de **l'accessibilité des sites pour les engins de chantier**
- Cas de St-Jouan et St-Suliac : sites de dragage non accessibles par la route (traversée de bourg interdite)
  - Transfert du matériel et des sédiments par voie maritime uniquement
  - Peu de cale dans l'estuaire susceptible de supporter les pelles pour mettre le matériel à l'eau ou pour décharger les sédiments des barges dans les tracteurs benne, imposant :
    - un transport par barge sur une longue distance + contrainte de niveaux d'eau pour décharger les barges
    - un transport terrestre plus ou moins long selon le site de reprise et de stockage

  ⇒ Coûts des travaux fortement impactés par le transport terrestre lors de l'opération 2020.
- Mise à jour possible de déchets enfouis en Rance pouvant créer un problème de sécurité pour les usagers (valable sur de nombreux sites dans l'estuaire et peu prévisible).

Retours d’expérience - opération St Jouan et St Suliac

Premières observations au droit des zones draguées

Site de St-Jouan :

- Pas d’envasement signalé des zones conchylicoles à proximité.
- Suivi de l’évolution du site de St-Jouan : **modification localement de la dynamique hydrosédimentaire**
  - **Vase fluide** commençant à s’accumuler (non consolidée donc potentiellement remobilisable) => bathymétrie de suivi envisagée à l’hiver 2022 pour quantifier cette évolution
  - **Mise à jour** plusieurs mois après la fin des travaux, **d’objets métalliques** installés sur site par le passé

Site de St-Suliac :

- Merlon existant en bout de cale surplombant l'exutoire d'évacuation des eaux pluviales : les moyens de dragage utilisés n'ont pas permis le dégagement de l'exutoire.

Suivi de l'évolution des deux sites : réalisation d'une bathymétrie à l’hiver prochain (un an après les travaux).

Retours d’expérience
Opérations de gestion sédimentaires réalisées

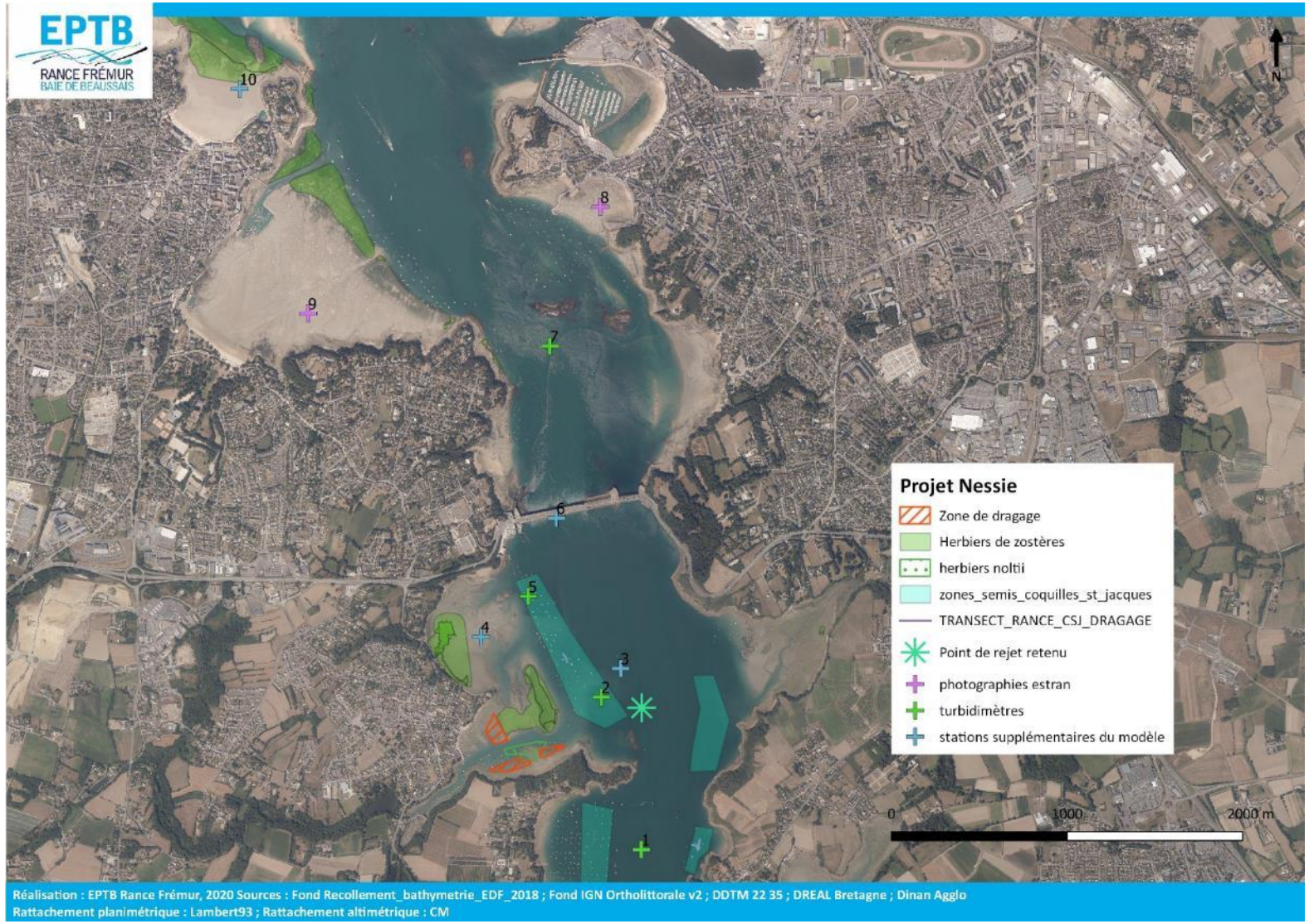
Dragage à La Richardais avec le robot Nessie (2021)

Retours d'expérience - dragage à La Richardais avec le robot Nessie (2021)

Test d'un dragage en haut d'estran avec redistribution des sédiments vaseux vers l'extérieur du bassin maritime de la Rance.

- **Zone de dragage ciblée en concertation avec les acteurs locaux** (communes, pêcheurs, associations environnementales, Natura 2000) **et le conseil scientifique du plan de gestion**, en s'appuyant sur les études antérieures.
- **Objectifs** :
  - **Expérimenter de nouveaux procédés de dragage** en Rance en employant un robot autonome de dragage, Nessie® ;
  - **Dragage hydraulique de sédiments avec refoulement** à 950 mètres du lieu de dragage, dans le courant de jusant, **dans le but de faire sortir les sédiments de l'estuaire** en leur faisant passer le barrage
  - **Tester le dragage hydraulique en haut d'estran ;**
  - **Apprécier le transport des sédiments** par le courant de jusant vers l'aval du barrage.
  - **Volume à extraire de 10 à 15 000 m3** pour analyser le rejet.

Retours d’expérience - dragage à La Richardais avec le robot Nessie (2021)

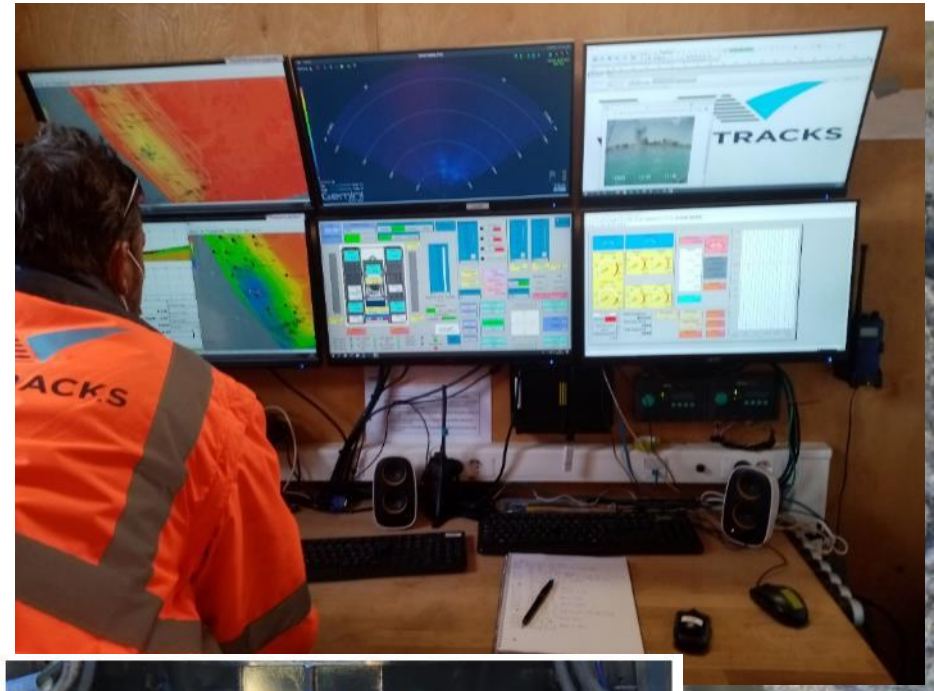


Retours d'expérience - dragage à La Richardais avec le robot Nessie (2021)

Retour d'expérience :

- **Des contraintes de mise en œuvre importantes** :
  - **Plan d'ancrage** de la conduite de refoulement conséquent ;
  - **Des niveaux d'eau en haut d'estran variables** dans l'estuaire limitant les fenêtres d'intervention en haut d'estran et la maniabilité du robot
  - Des **sédiments indurés** qui ont baissé le rendement d'extraction à environ 35 m3/h en nominal, au lieu des 100 m3/h prévus.
- Chantier débutée de mi-mars à fin avril - **29 jours effectifs de dragage**
- **Volume dragué de 5200 m3** selon les levés bathymétriques de contrôle (objectif minimum de 10 000 m3 non atteint)
- **Quantité draguée relativement faible -> résultats partiels, cf. Etudes opérationnelles ci-après.**

Retours d’expérience - dragage à La Richardais avec le robot Nessie (2021)



Double cutter propre

Robot à marée basse en Zone 3

Retours d'expérience - dragage à La Richardais avec le robot Nessie (2021)

La modélisation de la dispersion des sédiments lié au projet de dragage avec refoulement :

Des paramètres de rejets appliquées :

- rejet continu à 100 m3/h pendant 5h de sédiments fins à chaque jusant,
- pendant 19,5 jours consécutifs
- simulation prolongée pendant 27,5 jours après le dernier rejet.

Des résultats de la modélisation encourageants :

- **26 % des sédiments resteraient dans l'estuaire**,
- 14 % à l'embouchure de l'estuaire en aval proche du barrage,
- 16 % dans la zone entre Saint-Malo et Cézembre
- **44 % seraient évacués au-delà de Cézembre**.

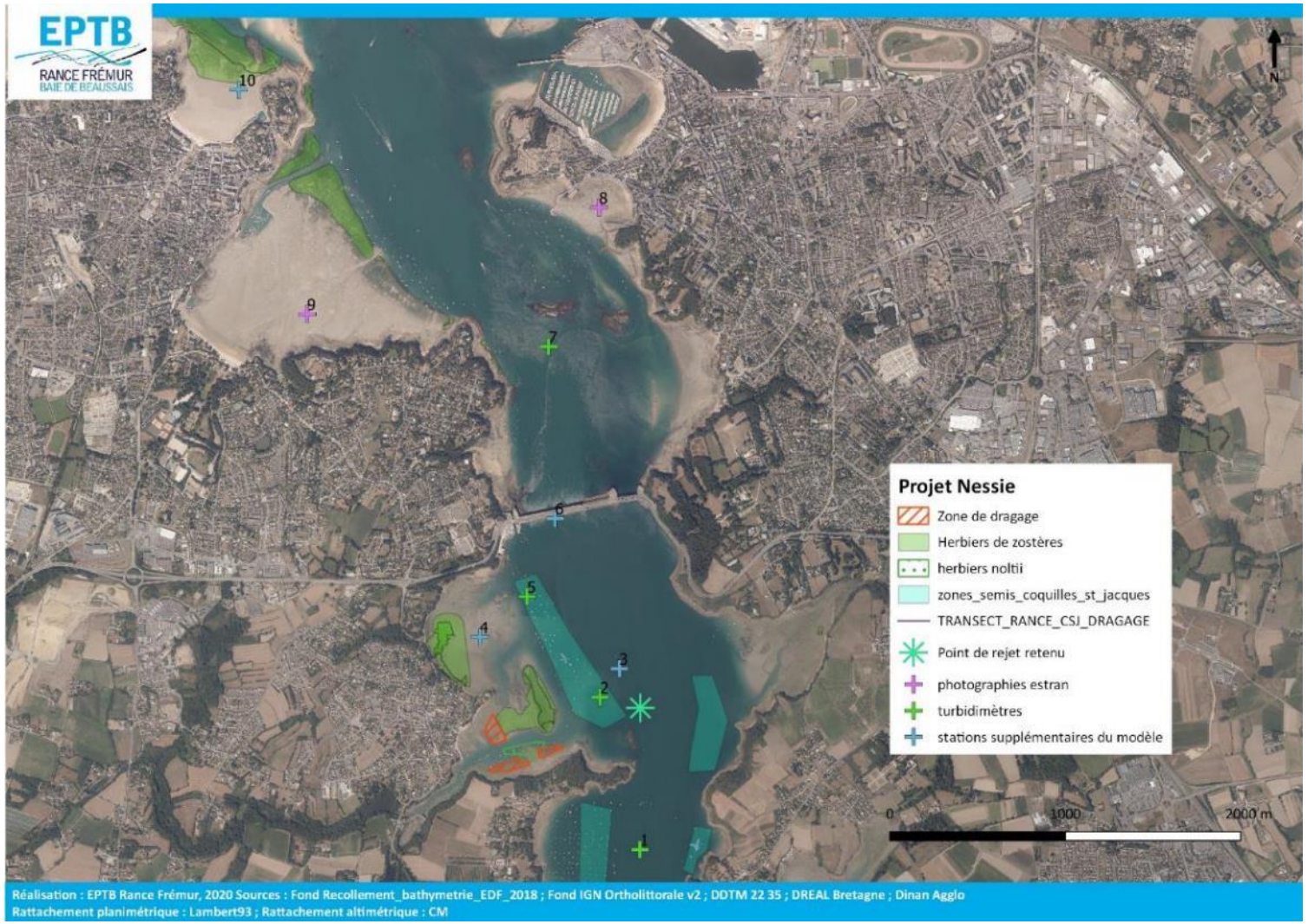
Retours d'expérience - dragage à La Richardais avec le robot Nessie (2021)

Suivi de la turbidité en surface :

4 stations de mesure mises en place et opérationnelles à partir du 11 mars 2021 et jusqu'au 7 mai.

Seuils de vigilance (aux stations 1, 5 et 7) : 100mg/L alerte ; 250mg/L arrêt chantier.

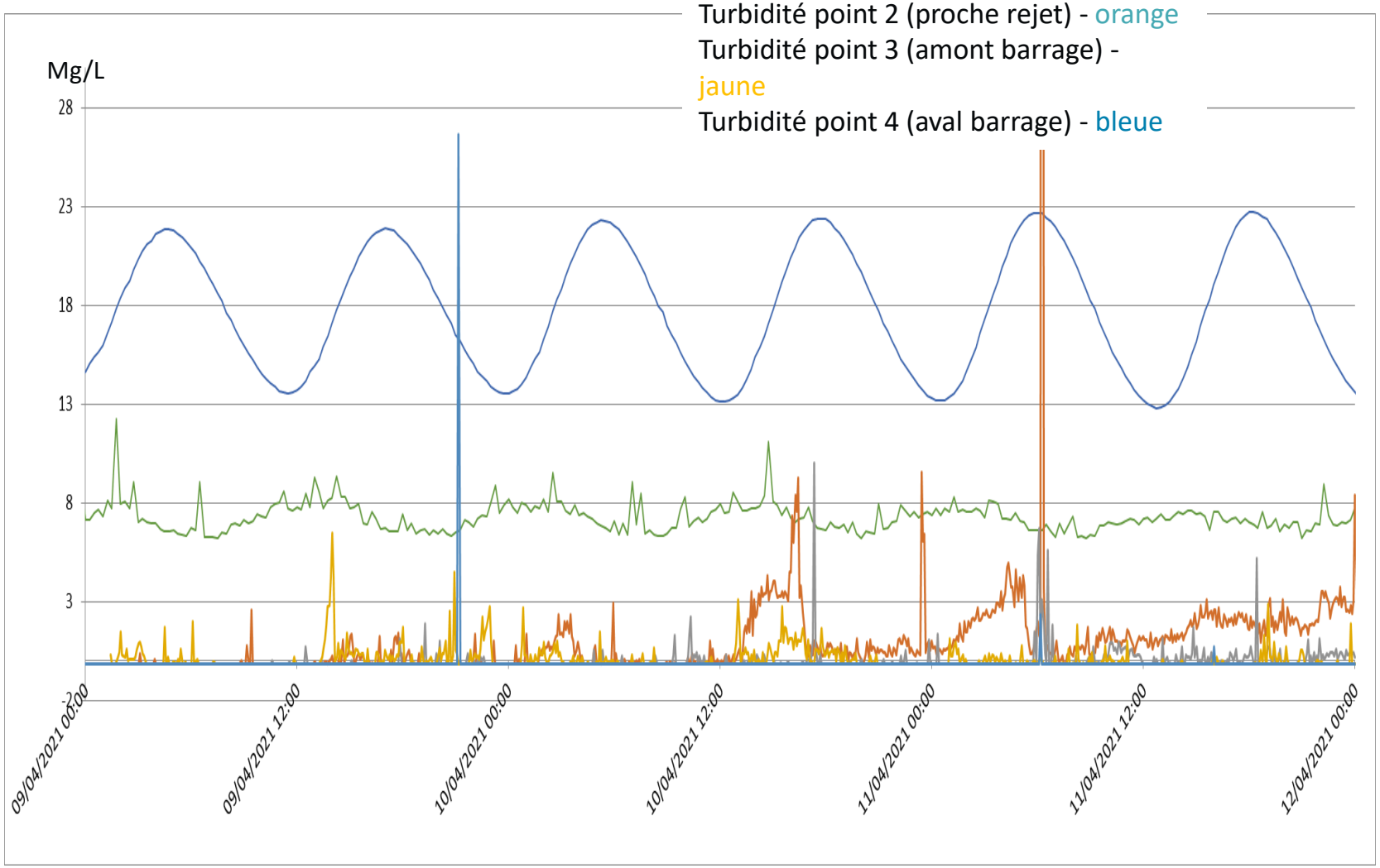
Aucune turbidité relevée aux stations.



Retours d'expérience - dragage à La Richardais avec le robot Nessie (2021)

LEGENDE

Courbe de Marée
Turbidité fond aval barrage - vert
Turbidité point 1 (amont rejet) - violet
Turbidité point 2 (proche rejet) - orange
Turbidité point 3 (amont barrage) - jaune
Turbidité point 4 (aval barrage) - bleue



Turbidité relevée du 9 au 11 avril :

Période choisie selon les rejet de dragage effectifs réalisés par le robot Nessie.

Pas d'impact lisible sur les turbidimètres installés.

Retours d'expérience - dragage à La Richardais avec le robot Nessie (2021)

Suivi de l'estran :

- Suivi journalier visuel et photographique au niveau de plages du Prieuré et de Solidor avant et pendant dragage.

Aucun dépôt notable de sédiment constaté.

Suivi des populations de coquilles Saint-Jacques :

- Prélèvements de coquilles Saint-Jacques réalisés le 05 mars 2021 selon le protocole utilisé par IFREMER/CRPMEM.
- 2 sites ciblés en **concertation avec le Comité des pêches d'Ille-et-Vilaine (CDPMEM35)**.
- Quantification du nombre de Coquilles Saint-Jacques et détermination de leurs âges.
- **Données à comparer avec les données acquises par le CDPMEM35 en juillet 2021.**

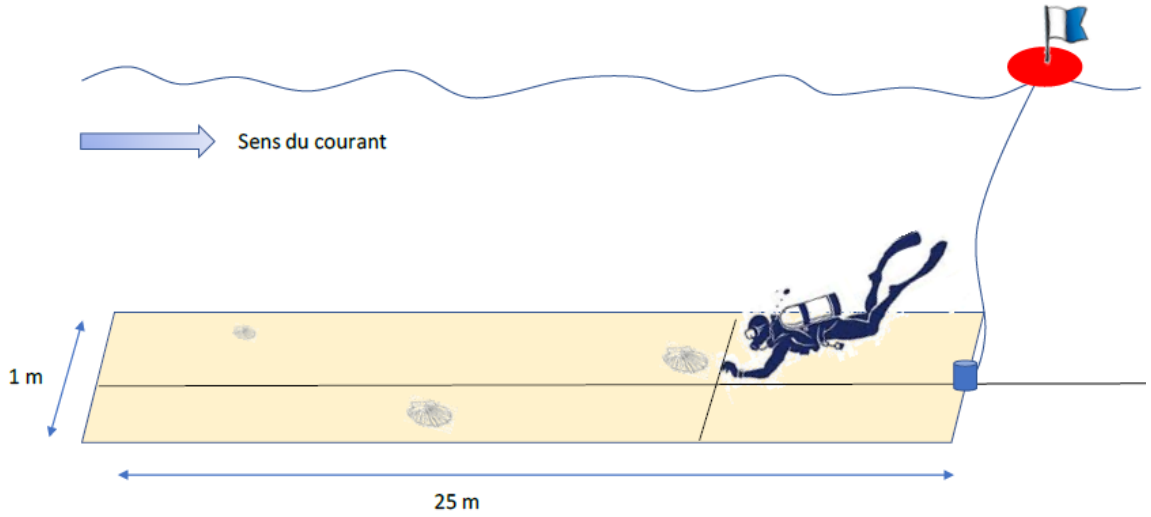


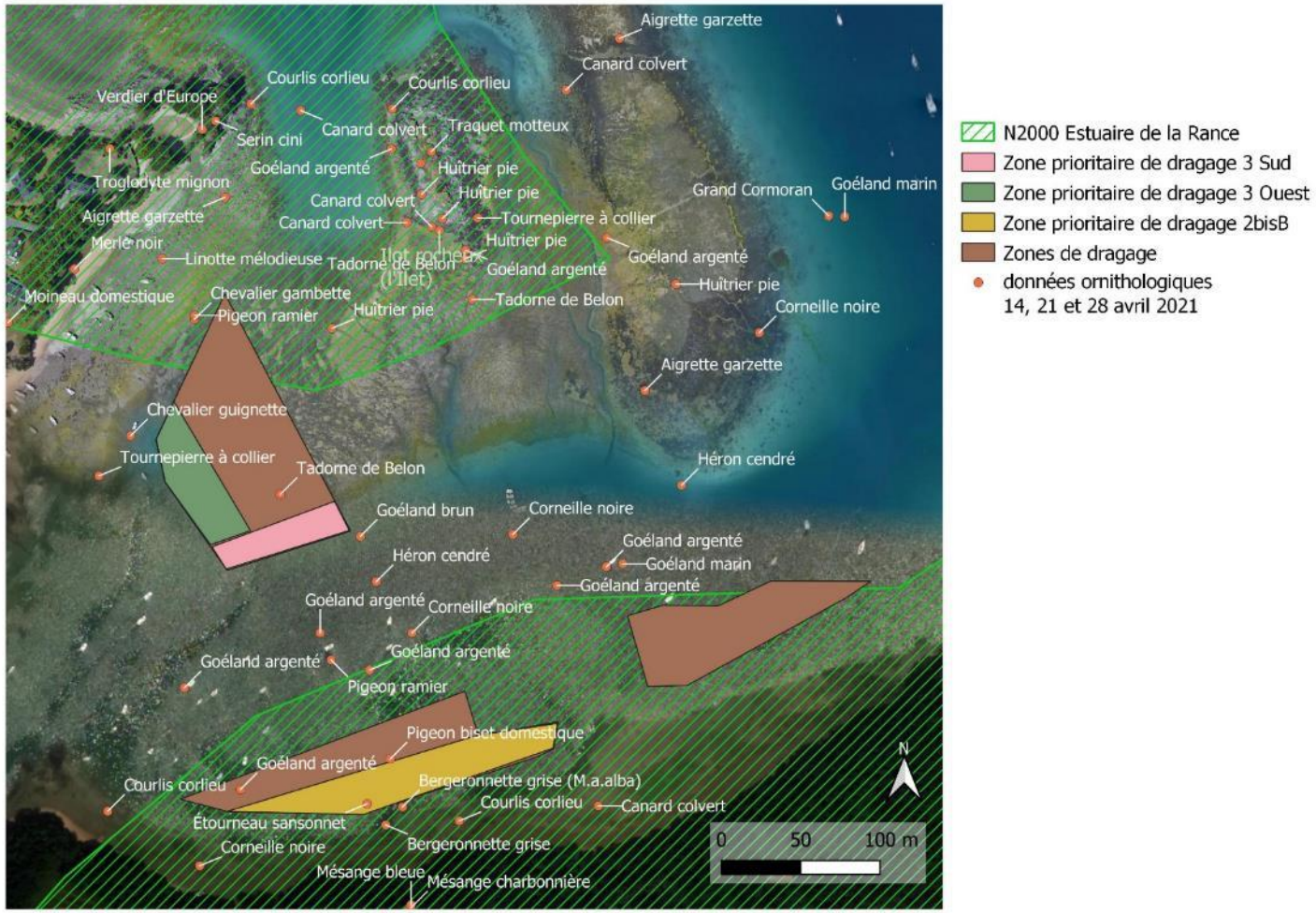
Illustration d'un transect.

Retours d’expérience - dragage à La Richardais avec le robot Nessie (2021)

Suivi ornithologique hebdomadaire au mois d’avril :

- Suivi de l'évolution temporelle de l'utilisation du site par les oiseaux nicheurs et migrateurs.
- Aucun regroupement ou nidification n'a été repéré sur l’îlet.
- Pas ou peu de dérangement des oiseaux pendant les périodes d’alimentation (niveaux bas)

- **Pas d’impact notable des travaux sur l’avifaune.**



Retours d'expérience - dragage à La Richardais avec le robot Nessie (2021)

Budget de l'expérimentation :

- Montant initial maximal des travaux : 345 000 € TTC *(en cours de révision)*
- 95 223 € TTC de suivis
- 31 337 € TTC de modélisation.

Conclusions sur le dragage avec le robot Nessie :

Permet le dragage de zones peu profondes avec un tirant d'eau minimum de 2 m, tout en limitant l'impact environnemental, **mais** :

Efficacité de la méthode réduite selon la nature des sédiments à draguer, l'accessibilité des sites, les conditions de marée, les zones à enjeux à proximité.

Retours d’expérience - dragage à La Richardais avec le robot Nessie (2021)

Pour plus d’efficacité et d’efficience :

- **Draguer des sédiments avec une forte proportion de vase pour optimiser les rendements**
- **Avoir le tirant d’eau minimum suffisamment longtemps sur la zone à draguer** (par exemple : à proximité de chenaux).
- **Limiter si possible la distance de refoulement** (contraintes techniques et budgétaires).
- **Draguer hors de zones de mouillage** ou de zones où il y a suspicion d’obstacles enfouis.

Retours d’expérience
Opérations de gestion sédimentaires réalisées

Valorisation agricole des sédiments de la Hisse 2020

Retours d’expérience - Valorisation agricole des sédiments de la Hisse 2020

- Sédiments de l’opération Lyvet 3 (fin de dragage mars 2019) – 1ère valorisation après 1,5 an de stockage
- **23 280 m3** extraits et épandus sur 48 ha
- Coût des travaux = 323 385.91 € TTC
- Bon retour des agriculteurs
- Salinité limitant le volume épandable
- Difficultés à étaler sur des faibles épaisseurs

Retours d’expérience
Opérations de gestion sédimentaires réalisées

Suivi agronomique des épandages de Plouër-sur-Rance (2019) et retours d’expérience des épandages du Lyvet 2

par la Chambre d’Agriculture

Valorisation agricole des sédiments de la Rance

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE
BRETAGNE

Intérêts pour l'agriculture

- Présence importante de carbonates de calcium → effet amendant intéressant pour relever et stabiliser le pH (un apport de 15-20 T/ha tous les 4-5 ans serait suffisant)

- Des effets plus mesurés sur la structure, la texture du sol et sa fertilité (argiles + calcaire actif) ainsi que sur le taux de matière organique

- Des effets également modérés concernant les éléments fertilisants, dépendant de la composition initiale du sol. La minéralisation de l'azote contenu dans les sédiments est équivalente à celle du sol

Des éléments obtenus à partir de suivis d'épandages et retours d'expérience anciens, et de tests en laboratoire

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE BRETAGNE

Amélioration de la connaissance

- 2016 : synthèse des connaissances, analyses en laboratoire et retour d'expérience + diagnostic agronomique sur différents niveaux d'apports antérieurs

- Dans le cadre du plan de gestion, des actions complémentaires ont été prévues :
  - Essai avec plusieurs doses d'apport et suivis en plein champ
  - Retours d'expérience sur la base des épandages de 2017 et diagnostic agronomique complémentaire sur 3 parcelles
  - Essai stockage de vases fraîches en andain et épandage

→ Confirmer l'intérêt agronomique

→ Compléter l'évaluation des risques sanitaires et environnementaux

→ Envisager d'autres méthodes de valorisation agricole

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE BRETAGNE

Essai Plouër

- Objectifs :
  - Evaluation du comportement des cultures sur 2 campagnes
  - Evaluation de l'état du sol et de son évolution (à court et moyen terme)
  - Analyse des principaux paramètres dans le sédiment, le sol et les cultures

- Modalités :
  - Epandage en septembre 2019
  - 3 doses d'apports + 1 témoin
  - Cortège d'analyses (pH, conductivité, reliquats, ETM,…)
  - Profils de sol
  - Suivi du développement des cultures

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE BRETAGNE

Essai Plouër

- Comportement de la culture (RGI)

Au 05/11/2019

T1

T2

T3

→ Bon développement du RGI, 4 coupes réalisées pour un rendement moyen de 8 T de MS/ha

→ Des absences de levées dans le T3, essentiellement dues à des amas de sédiments

→ Biomasse globale moins importante au mois d'avril également sur T3

Essai Plouër

Etat du sol

Avant épandage

T3, après récolte

→ Bon potentiel agronomique initial (limon profond)

→ Pas d'effet marqué de l'épandage

→ Une répartition hétérogène des vases sur les 3 modalités

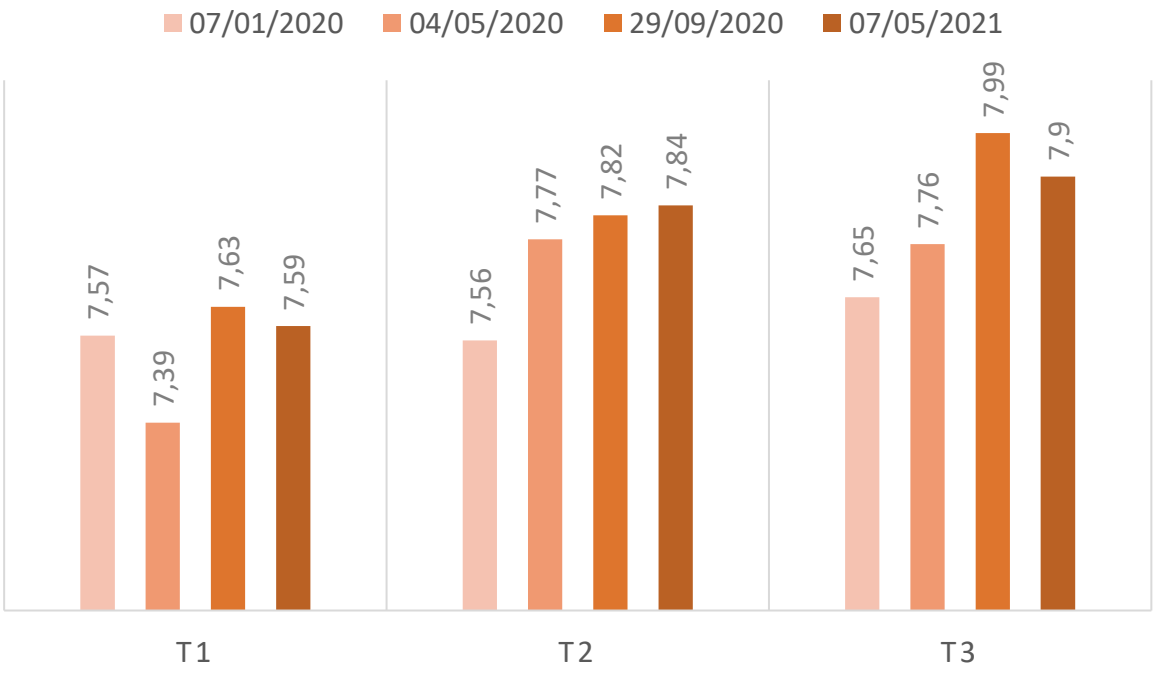
→ Des blocs de vases peu ou pas colonisés par les racines, particulièrement pour le T3

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE BRETAGNE

Essai Plouër

- Evolution du pH

pH sol initial
6.4



→ Evolution forte et rapide du pH, proche des mesures effectuées en laboratoire

→ Stabilisation observée un an après épandage

→ Sol saturé, risques de blocage à surveiller

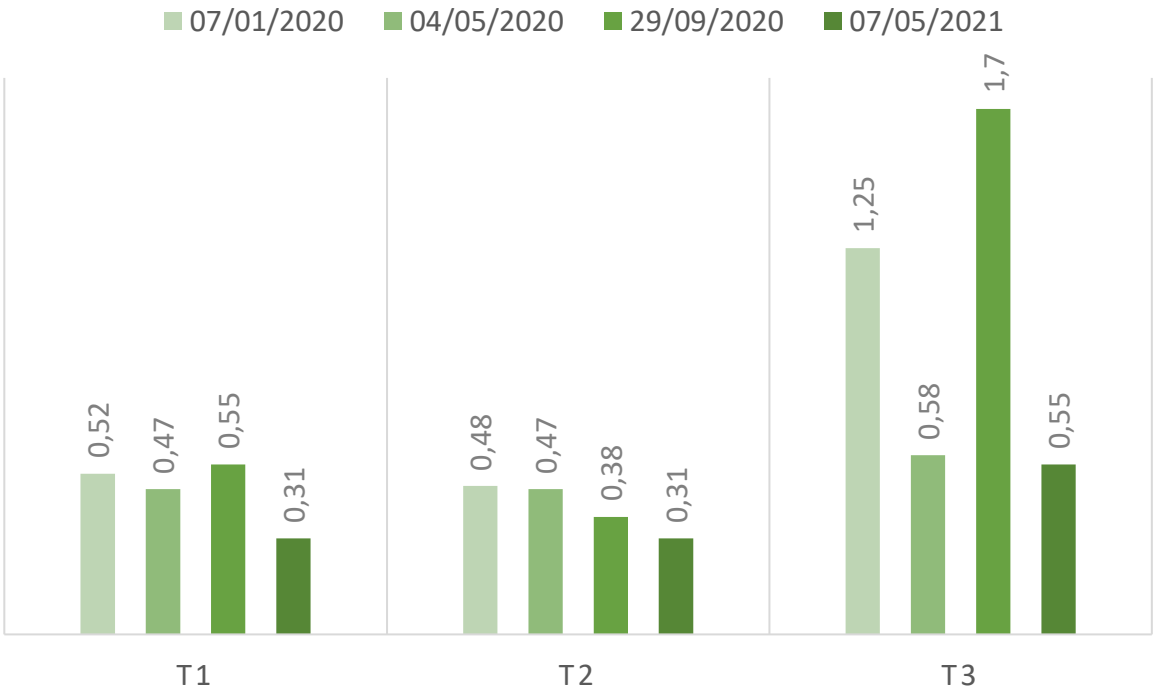
AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE BRETAGNE

Essai Plouër

- Evolution de la conductivité électrique

CE sol initial
0.09

CE vase
4.19



→ Pas d'écart entre T1 et T2, sol légèrement salé (horizon 0-30 cm)

→ Résultats hétérogènes pour T3, dus aux difficultés d'échantillonnage

→ Peu d'impact à priori sur la culture : forte pluviométrie et graminées plus tolérantes

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE BRETAGNE

Essai Plouër

- Eléments traces métalliques
  - Une analyse des ETM a été réalisée dans le RGI
  - Exemple T3 :

Détermination	Unité	Brut	Sec
Matiere seche	%	14.8	
Arsenic en As	mg/kg	<0.5	<0.5
Cadmium en Cd	mg/kg	< 0.5	< 0.5
Chrome en Cr	mg/kg	<0.5	1.0
Cuivre en Cu	mg/kg	1.2	8.4
Mercure en Hg	mg/kg	< 0.1	< 0.1
Nickel en Ni	mg/kg	<0.5	1.1
Plomb en Pb	mg/kg	<0.5	<0.5
Selenium en Se	mg/kg	<0.5	0.7
Zinc en Zn	mg/kg	4.9	33.4

→ Aucune différence significative entre les 3 modalités

→ Des valeurs cohérentes avec les valeurs moyennes de ce type de fourrage

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE BRETAGNE

Essai Plouër

Bactériologie - Sédiment

Détermination	Résultats	Unité
Entérocoques	<100	UFC/g
Clostridium perfringens présumés	4300	UFC/g
Spores de Clostridium perfringens présumés	<100	UFC/g
Salmonelles	absence	dans 25 g
Listeria monocytogenes	absence	dans 25 g
Oeufs d Helminthes (dans 25g)	Absence	dans 25 g
Escherichia coli Béta-glucuronidase positive	30	UFC/g

→ Pas de référence pour ce type de matériau

→ Par comparaison à différentes normes (amendements organiques, qualité sanitaire eaux de baignade et conchylicole), à priori pas de problème particulier sur ce paramètre

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE BRETAGNE

Essai Plouër

- Synthèse provisoire :
  - Effet le plus notable concerne l'évolution du pH
  - Aucun paramètre chimique de nature à limiter le développement de la culture
  - Un effet sur la germination essentiellement lié à la difficulté d'incorporation pour la dose la plus élevée (1200 T/ha)
  - Pas de différence significative des teneurs en ETM dans le fourrage récolté
  - A ce stade, les conclusions de la synthèse de 2016 sur l'évaluation environnementale ne sont pas remises en cause
  - Compléments à venir avec 2nde campagne culturale (maïs) + minéralisation azote + état du sol

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE BRETAGNE

Retour d'expérience Lyvet 2

- 6 agriculteurs contactés sur les 8 livrés en 2017 (67 ha épandus)
- Approche qualitative :
  - Incorporation difficile des vases, nécessité d'utiliser du matériel spécifique, plusieurs passages nécessaires
  - Avis mitigés sur l'impact sur la culture suivante (diversité de cultures implantées : colza, maïs, blé, pomme de terre)
  - La moitié des agriculteurs a réduit la dose d'azote sur la culture suivante
  - Peu d'avis sur l'impact des vases sur le sol
  - Regret de l'absence de suivi technique
  - 4 agriculteurs sur 6 prêts à reprendre des vases

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE BRETAGNE

Retour d'expérience Lyvet 2

- Diagnostic agronomique sur 3 parcelles (pas de comparaison état 0)
- Effet pH de longue durée (7.8 – 8.2 – 8.3)
- Dégradation assez lente des vases mais pas d'obstacle majeur
- Présence de zones de compaction mais pas nécessairement liées à l'épandage des vases
- Bonne fertilité des sols analysés (rétention des éléments nutritifs) – manque des éléments sur la structure et texture du sol
- Des valeurs d'ETM largement inférieures aux valeurs médianes des sols français

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE BRETAGNE

Retour d'expérience Lyvet 2

- En matière de pratiques et conseil:
  - Importance de l'incorporation après épandage pour éviter les « blocs » de vase
  - Cultures de printemps à privilégier pour bénéficier du lessivage hivernal
  - Conseil technique à apporter, en particulier sur l'adaptation de la fertilisation
  - Information à faire sur l'impact des épandages sur le sol

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE BRETAGNE

Perspectives

- Une évaluation à finaliser : évolution sur le moyen terme, analyses de substances complémentaires

- Des pistes à explorer pour une valorisation agricole plus simple et moins coûteuse :

  - recherche sur du matériel d'épandage adapté, permettant des apports de quelques dizaines de tonnes/ha

  - mise en andain directement au champ

  - autres débouchés agricoles

Programmation des opérations futures

Opération de dragage 2021/2022 :

Dragage au Chêne Vert avec Clapage devant le barrage

Pistes à l'étude pour 2022/2023 :

Dragage à Injection d'eau

Dragage au Camp Viking avec valorisation directe

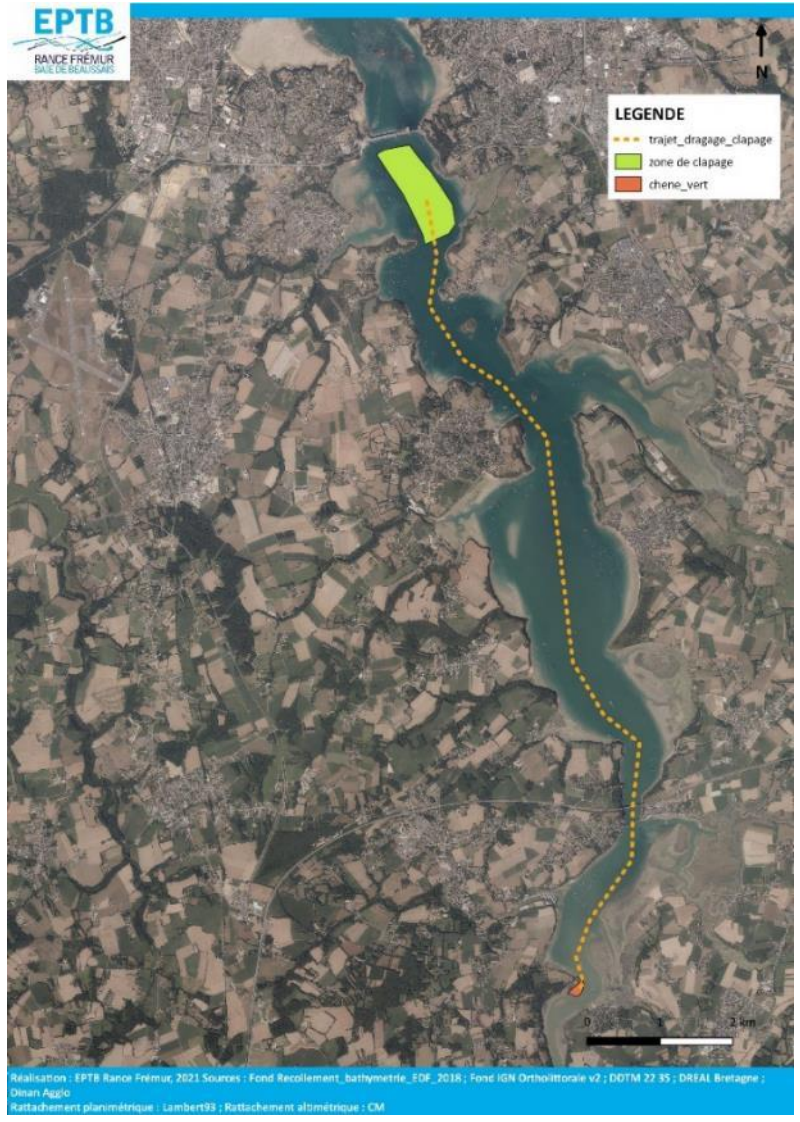
Opération de dragage 2021/2022

Prochaine opération prévue dans la partie amont de l'estuaire :

- **Dragage au chêne vert, avec clapage des sédiments devant le barrage**
- Échéances : **dragage en février / mars 2022** - concertation préalable à l'automne 2021

Objectifs :

- Draguer des sédiments en amont de l'estuaire
- Tester le clapage devant le barrage



Opération de dragage 2021/2022

→ Expérimentation au stade de l'Avant Projet

Suite aux premières réflexions engagées avec le Conseil scientifique, les services de l'Etat, N2000 :

- **Zone de dragage ciblée au chêne vert**
- Dragage d'un minimum de 10 000 m3 pour avoir un retour pertinent sur l'expérimentation.
- Eléments préliminaires **à préciser au regard des moyens techniques et du budget disponible**.

Pistes à l’étude pour 2022/2023

Poursuites des réflexions avec le conseil scientifique pour définir des opérations pertinentes à tester pour le plan de gestion pérenne

Parmi les pistes étudiées (à préciser en fonction de la faisabilité technique et financière) :

- Dragage à injection
- Dragage de sédiments autour du « Camp Viking » *(St-Suliac / La Ville-es-Nonais*), avec valorisation directe des sédiments.

  L’objectif visé est double :

  - Isoler le camp viking, des pressions anthropiques.
  - Valoriser directement des sédiments fraîchement dragués.

Projet européen SURICATES 2021/2023

Réemploi des sédiments de dragage comme ressource pour l’économie locale dans la perspective d’une économie circulaire

Projet européen SURICATES 2021/2023

- **Objectif** : définir une stratégie long terme de réemploi des sédiments de la Rance dans une perspective d'économie circulaire pour le territoire
- Coordination du projet par l'Université de Lilles
- 7 partenaires impliqués dont l'EPTB
- **Durée du projet :** du 1er juillet 2021 au décembre 2023 (2,5 ans) // Fin 2022 : date limite fixée par l'EPTB pour vider le site de la Hisse
- **Budget global** tous partenaires confondus : 2,3 Millions d'euros dont 60 % subventionnés avec des fonds européens
- **Budget alloués à l'EPTB** : 650 000 € dont 390 000 € de subvention européenne

Projet européen SURICATES 2021/2023

Tâche 1 : études de faisabilité avec les sédiments de la Hisse (déshydratés ou en l'état) + avec des sédiments récemment extraits selon les opportunités

- **Evaluation de la faisabilité technique** (en laboratoire) pour les filières suivantes *(IMT Lille-Douai, BRGM)* :
  - Restauration de perrés (remplacement des pierres sèches et/ou du liant) ;
  - Création de merlon paysager et de digue de protection contre les inondations et/ou l'érosion ;
  - Optimisation de la valorisation agricole avec recherche de solution de pré-traitement pour faciliter les épandages (déshydratation, désalinisation).
- **Evaluation économique** de mise en œuvre *(Cork Institute of Technology - Irlande)*
- **Evaluation des impacts environnementaux** (bénéfices pour l'environnement, consommation d'énergie, nuisances…) *(Université de Strathclyde, Royaume-Uni)*

Objectifs du projet SURICATES 2021/2023

Tâche 2 (piloté par l'EPTB) : expérimentations in situ et suivis (selon les résultats de la tâche 1 et l'obtention des autorisations) :

- **Réalisation de démonstrateurs à petite échelle** sur le site de la Hisse ou sur un site pilote communal (à confirmer avec l'Europe) + suivis de leur stabilité… *(EPTB avec l'appui du bureau d'études Ixsane et l'IMT Lille-Douai)*.
- **Suivi de l'évolution des propriétés des sédiments** en cours de stockage à la Hisse (disparités dans la déshydratation et désalinisation selon la morphologie des lagunes) *(BRGM)*
  - ⇒ Appui pour une gestion optimisée des sédiments en cours de stockage pour cibler les filières de valorisation selon leur degré de désalinisation et déshydratation
  - ⇒ Recherche de solutions pour accélérer ces processus
- **Mise à disposition des matériaux bruts ou transformés auprès des acteurs** pour mettre en œuvre les solutions de valorisation sur leur territoire (entre 12 à 13 000 m3 à valoriser).

Objectifs du projet SURICATES 2021/2023

Tâche 3 : Quantification des besoins à court et long-terme *(EPTB, Université de Lille)*

- **Définition des besoins à court terme** via une concertation des acteurs du territoire pour valoriser les 12 à 13 000 m3 de sédiments stockés à la Hisse (d'ici fin 2022) ;
- **Définition des potentialités du territoire** à plus long terme comprenant :
  - Une analyse spatiale des potentialités (par ex. en épandage dans les 10 ans selon la disponibilité de parcelles admissibles, les contraintes réglementaires…).
  - Une évaluation des « besoins présumés » en aménagement futur de perré, merlons… (concertation locale)

Tâche 4 : définition d'une stratégie de valorisation des sédiments de la Rance à long-terme *(EPTB, Université de Lille avec l'appui des autres partenaires)*

Synthèse des opérations menées et à venir

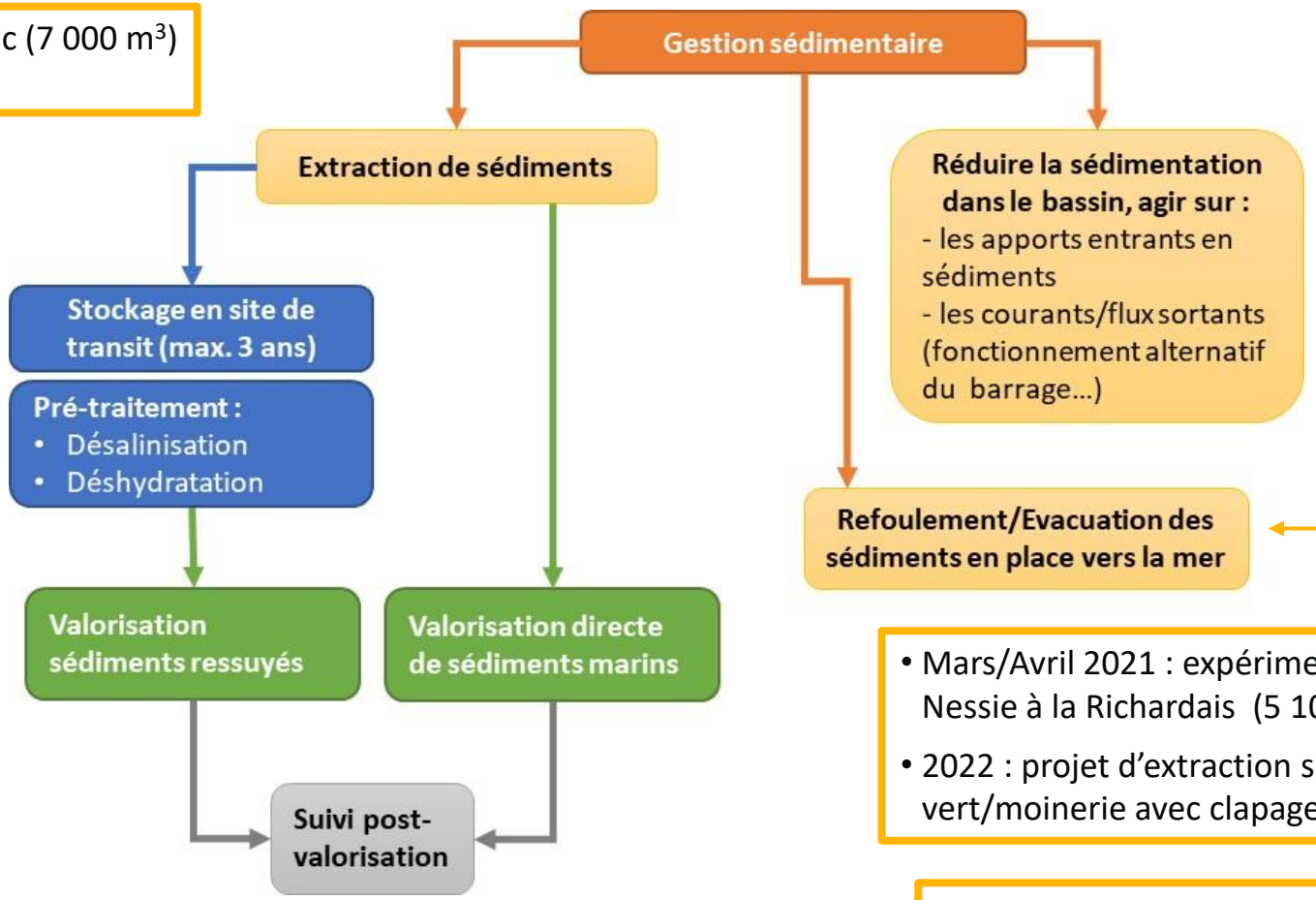
Synthèse des actions menées et à venir (2020/2023)

Déc. 2020/2021 : dragage à Saint-Jouan/Saint-Suliac (7 000 m³)
Lyvet 4 fin 2023/2024 si financement

Remplissage :
- Site de la Hisse : 80 000 m³ en 2019 (soit env. 50 000 m³ à valoriser après tassement)
- Site de St-Jouan : 7 000 m³ fin 2020/début 2021 à valoriser avant 2023

Recherche d'un second site de stockage grand volume (secteur chêne vert)

- Sept. 2020 : épandage agricole de 23 000 m3 de sédiments de la Hisse
- Juillet 2021/déc. 2023 : projet SURICATES sur perrés, digues, merlon, optimisation de la valorisation agricole (cf pré-traitement)
- 2021/2022 : étude de faisabilité pistes cyclables, béton selon projets et opportunités sur le territoire



2021/2023 : Recherche d'un fonctionnement alternatif du barrage + tests in situ

- Mars/Avril 2021 : expérimentation robot Nessie à la Richardais (5 100 m³)
- 2022 : projet d'extraction secteur chêne vert/moinerie avec clapage devant barrage

2019/2022 : retours d'expérience épandages (Chambre d'Agriculture

- Autres projets à l'étude pour 2023 : extraction camps Viking avec valorisation quasi directe, dragage par injection d'eau