



Les webinaires de l'estuaire
Webinaire # 7

23 juin 2025

Restauration écologique en estuaire de Seine :

Leçons du passé, défis actuels et perspectives

Manuel MUNTONI

mmuntoni@seine-aval.fr



GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

Plan de la présentation

La restauration en estuaire de Seine à partir des années 2000

Les verrous à lever pour des projets ambitieux

Construire une vision intégrée de restauration/adaptation : apports de la connaissance scientifique



Les estuaires et leur(s) fonctionnalité(s)

0,06 % de la surface terrestre
(300 K km² (Laruelle et al, 2023) sur 510 M km² (Pidwirny, 2006))

Fonctions de soutien au cycle de vie des organismes

Habitats Essentiels
(nourricerie, reproduction, migration, repos, croissance, alimentation...)

Fonctions hydro-morpho-sédimentaires

Flux de matière et structuration des habitats
(transport, stockage de nutriments, sédiments, contaminants)

Fonctions biogéochimiques

Transformation, épuration & stockage de sédiments, nutriments (C, N, P, Si) et contaminants

Productivité (primaire et secondaire)

Prairies humides

Roselières

Vasières

Colonne d'eau et milieux subtidaux



Estuaire de la Seine : quelques constats



Altérations écologiques



-42%

Zones de nurserie depuis
1850 pour la sole
Rochette et al, 2010



3%

Zones de fraie accessible
pour le brochet
Muntoni, PROJET PROPOSE, 2019



81 Kt/an

Nitrates an transitant à Poses
Morelle et al, PROJET SPORES, 2020

NO₃

-20%

Des effectifs des oiseaux prairiaux
nicheurs entre 2003 et 2019



Observatoire de l'avifaune, Ranvier
et al. 2020



Sequestration potentielle de carbone organique dans les sols (kg/m2)

High : 5
Low : 0

Chen et al, 2018

Diminution de la disponibilité et de la qualité (physique et chimique) des habitats (capacité d'accueil réduite)

Artificialisation et déconnexion des milieux naturels et répercussions sur la structure des communautés (diversité, abondance) et sur les rôles fonctionnels des habitats

Diminution de la Productivité Primaire globale et du pouvoir « filtrant » de l'estuaire (N)

Diminution des surfaces à fort potentiel productif (surfaces en eau/vasières divisées par 5...)

Diminution des surfaces à fort caractère épurateur et leur progressive déconnexion du lit mineur

Augmentation des intrants (agricoles)/changement des rapports stœchiométriques (N P C Si)

Diminution du potentiel de séquestration du C

Pratiques agricoles (labour/drainage) limitant fortement le potentiel des sols

Dégradation des tourbières (ex. assèchement) ou des stocks en place

Restauration écologique : késako?

La restauration écologique est définie comme
**l'action intentionnelle d'assister la
régénération d'un écosystème qui a été
dégradé, endommagé ou détruit**

**FONDATIONS
ÉCOLOGIQUES**

- Structure physique adaptée et intégrée dans le paysage
- Favoriser les processus écologiques
- Rétablir la structure biologique avec l'ensemble des groupes fonctionnels

**RESTAURATION
ÉCOLOGIQUE**

**VIABILITÉ
À LONGTERME**

- Réduction des dégradations et des menaces critiques
- Taille suffisante pour assurer la pérennité des populations et des fonctions
- **Autonomie et résilience** : un système qui se maintient et évolue sans intervention humaine majeure



Un premier pas vers une stratégie commune : le projet REPERE



Référentiel partagE sur les Priorités de restauration des fonctionnalitEs des milieux estuaRiEns de la vallée de Seine-Aval

- Définir les **orientations prioritaires** en matière de préservation et restauration sur les fonctionnalités écologiques
- Fournir un **cadre partagé** (science/administration/ gestion/porteurs de projets)





I. Diagnostic écologique

Altérations écologiques



-42%

Zones de nurserie depuis 1850 pour la sole
Rochette et al, 2010



3%

Zones de fraie accessible pour le brochet
Muntoni, PROJET PROPOSE, 2019



81 Kt/an

Nitrates an transitant à Poses
Morelle et al, PROJET SPORES, 2020

NO₃

-20%

Des effectifs des oiseaux prairiaux nicheurs entre 2003 et 2019
Observatoire de l'avifaune, Ranvier et al. 2020



Observatoire de l'avifaune, Ranvier et al. 2020



Sequestration potentielle de carbone organique dans les sols (kg/m2)

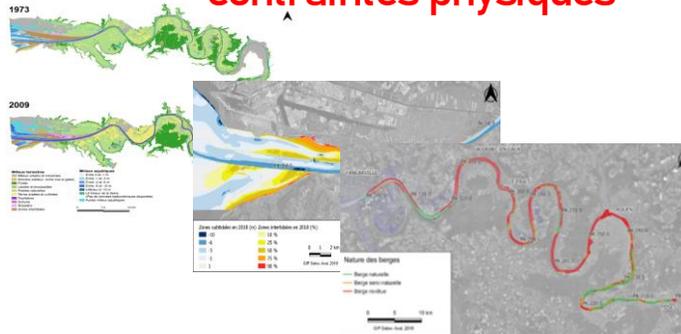
High : 5
Low : 0

Chen et al, 2018



II. Facteurs déterminant les altérations

Modifications/contraintes physiques



i. Banalisation des habitats

ii. Disparition du gradient latéral typique de la mosaïque d'écotones latéraux

iii. Diminution de l'accessibilité aux filandres et aux marais

iv. Rupture du continuum écologique entre lit mineur et lit majeur

v. Diminution des surfaces humides naturelles

vi. Imprégnation chimique des habitats et des organismes

vii. Déséquilibre des sels nutritifs (N en excès...)



III. Les leviers pour restaurer le système

Orientations prioritaires

0.1. Diversification des habitats aquatiques du lit mineur

0.2. Préservation, récréation et réhabilitation des vasières et de leur accessibilité

0.3. Restauration des gradients latéraux d'habitats de la continuité latérale

0.4. Préservation et restauration des milieux humides de la plaine alluviale

0.5. Limitation des impacts de la pollution

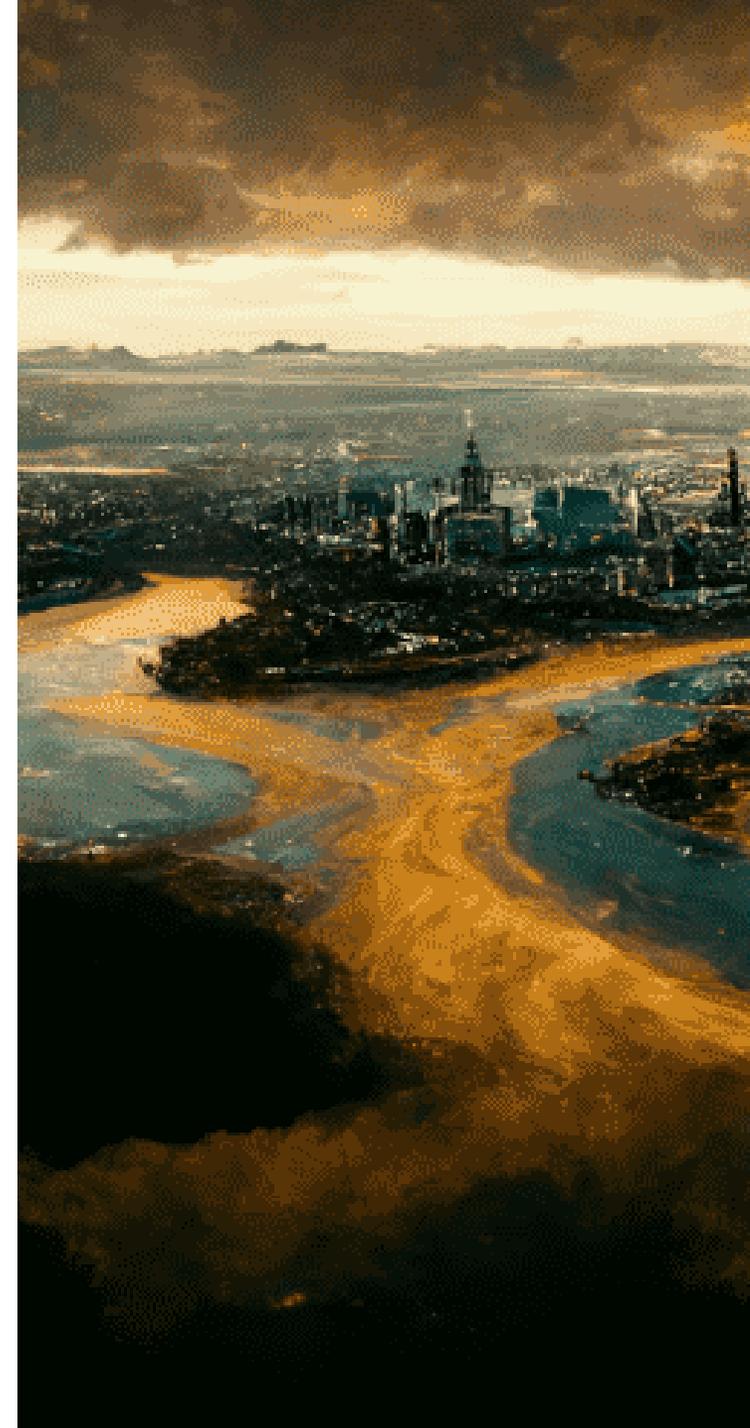
La restauration au service de l'adaptation

Les problèmes ne sont pas « seulement » d'ordre écologique

Les estuaires ne sont plus en mesure de fournir leurs services (protection inondation/submersion, pêche, épuration des eaux etc...)

Et le CC nous oblige à relever des nouveaux défis...

- i. SLR: **+ 12 cm** niveau de la mer enregistré au Havre depuis **1985** (REFMAR SONEL)
- ii. Augmentation de la fréquence d'évènements de forte intensité (crues, tempêtes)



La restauration au service de l'adaptation

Les problèmes ne sont pas « seulement » d'ordre écologique

Changement de paradigme :

Les estuaires ne sont plus en mesure de fournir leurs services (protection inondation/submersion, pêche, épuration des eaux

De la protection et la restauration de la nature pour « elle-même », à la mobilisation des dynamiques naturelles au service de l'adaptation des territoires

- i. SLR : **+ 12 cm** niveau de la mer enregistré au Havre depuis **1985** (REFMAR SONEL)

Un potentiel important pour mettre en place des projets d'ampleur

- ii. Augmentation de la fréquence d'évènements de forte intensité (crues, tempêtes)



La restauration au service de l'adaptation : Solutions fondées sur la nature (SFNs)

SFN = actions visant à protéger, gérer durablement et restaurer les écosystèmes naturels ou modifiés, tout en répondant de manière efficace aux défis sociaux, environnementaux et économiques (UICN 2016)

S'adapter c'est aussi renforcer les services écosystémiques



Reduction du risque inondation sur des secteurs à enjeux



Productivité (ex. nourriceries de sole ou de bar, zones d'accueil pour l'avifaune)



Séquestration et stockage de C



Augmentation des surfaces « filtrantes » (ex . N)

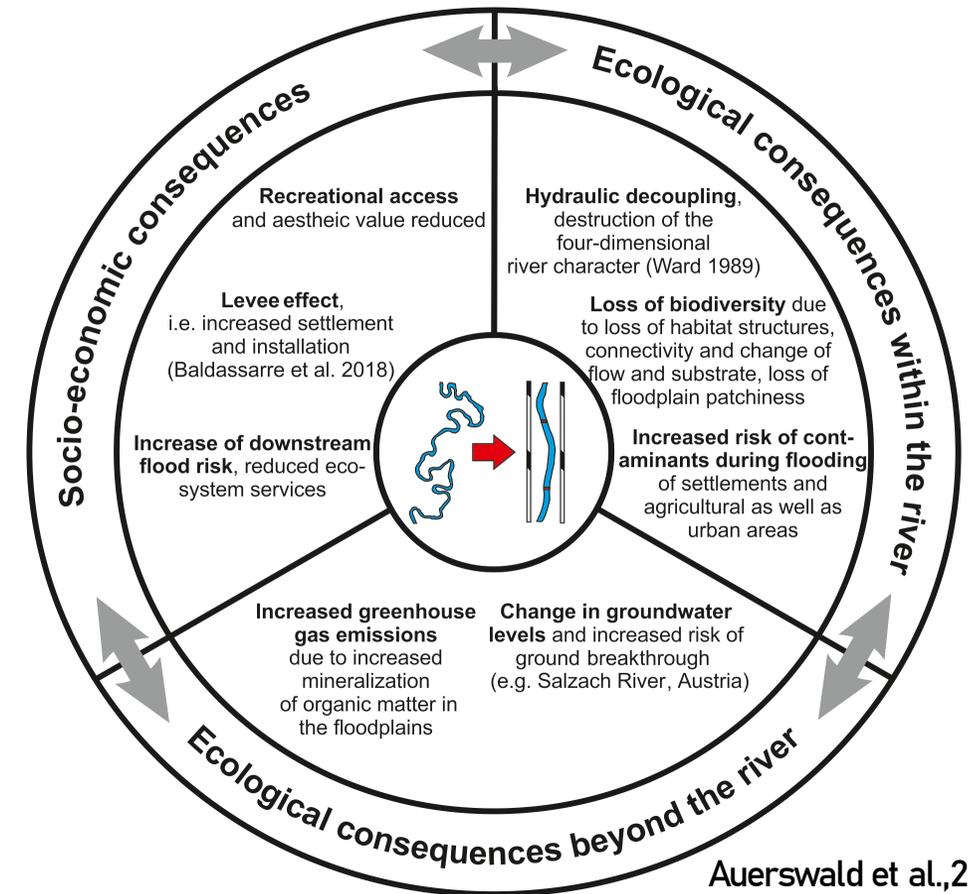


Les discontinuités : un de problèmes principaux en estuaire de Seine

→ **Continuité des habitats subtidaux et intertidaux**
(mosaïque latérale)

→ **Continuité lit mineur-lit majeur** (limitation de l'espace de mobilité latérale)

Perte de connectivité écologique mais aussi **aggravation du risque inondation à long terme**



Science of the Total Environment 837 (2022) 155773



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



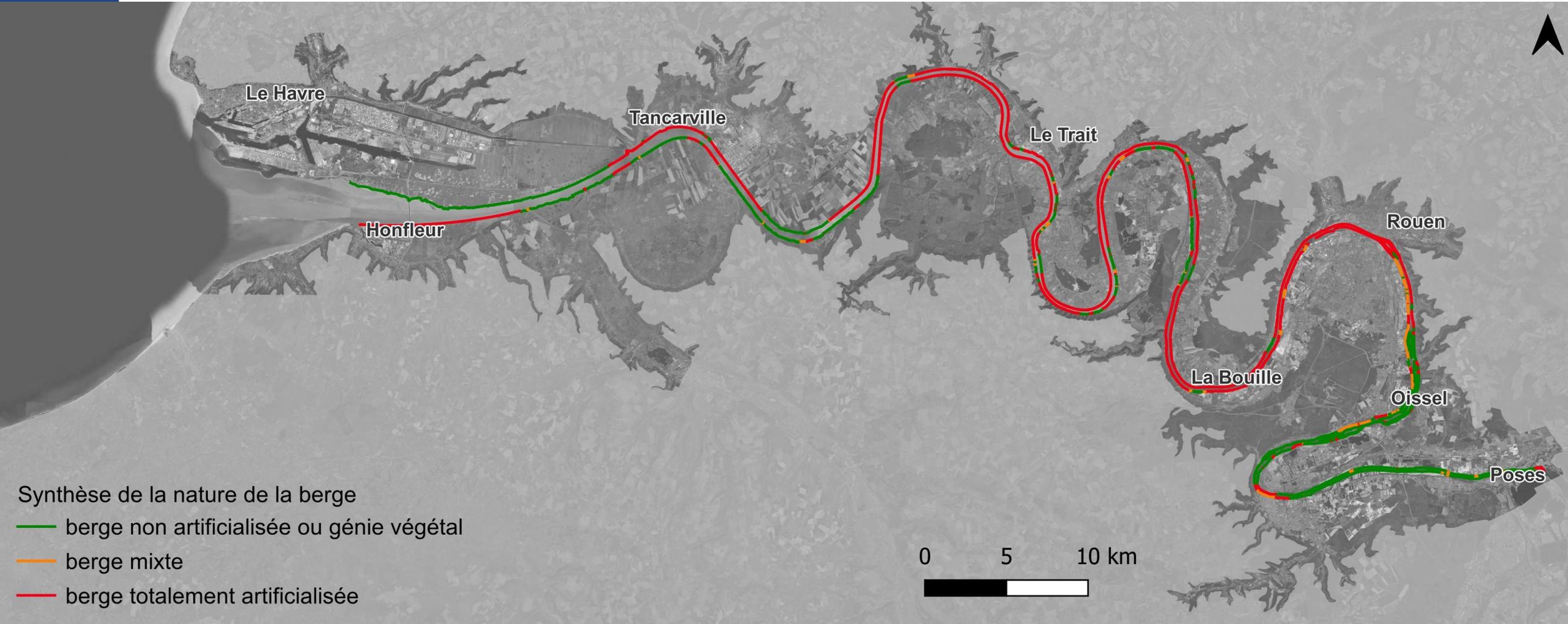
Review

Levees don't protect, they disconnect: A critical review of how artificial levees impact floodplain functions

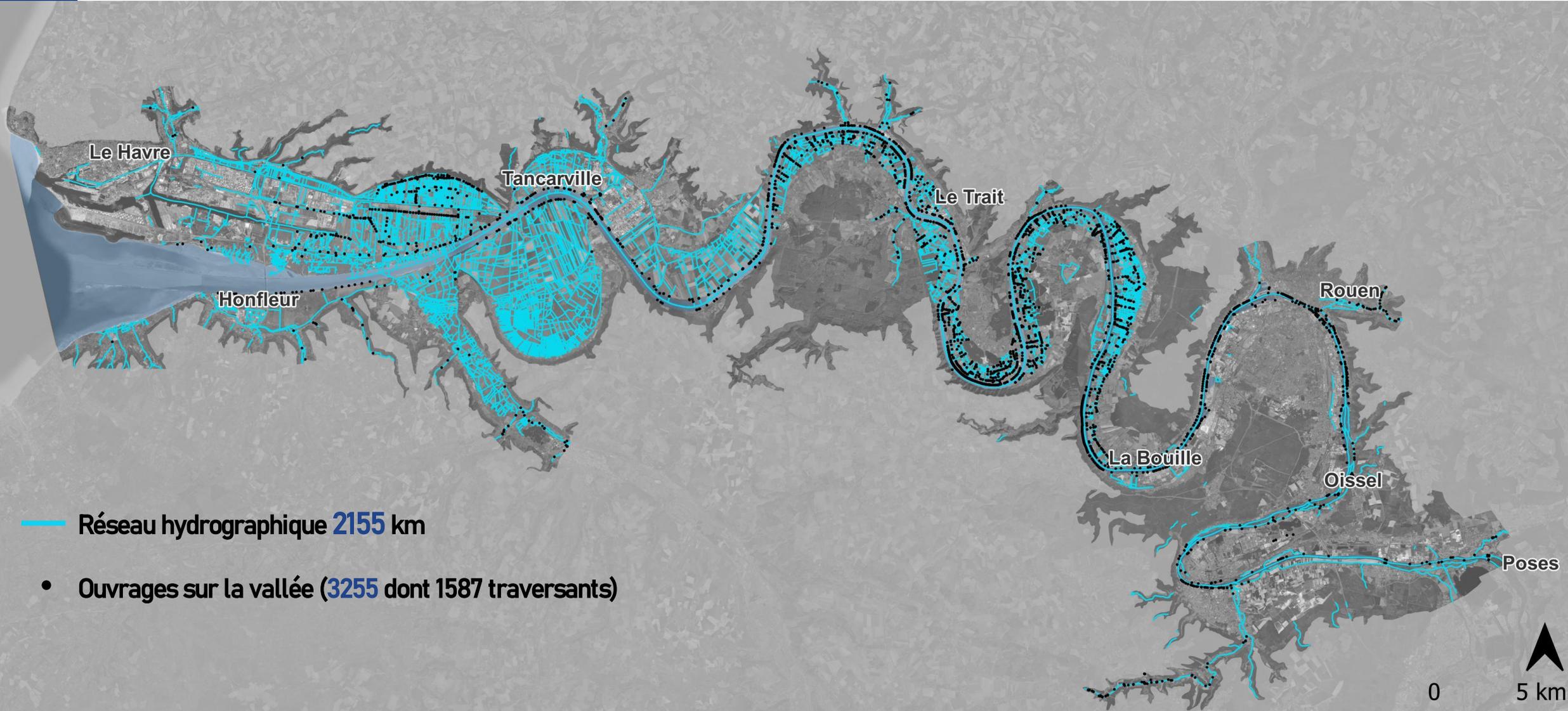
Richard L. Knox ^{a,*}, Ellen E. Wohl ^a, Ryan R. Morrison ^b



Les discontinuités : un de problèmes principaux en estuaire de Seine



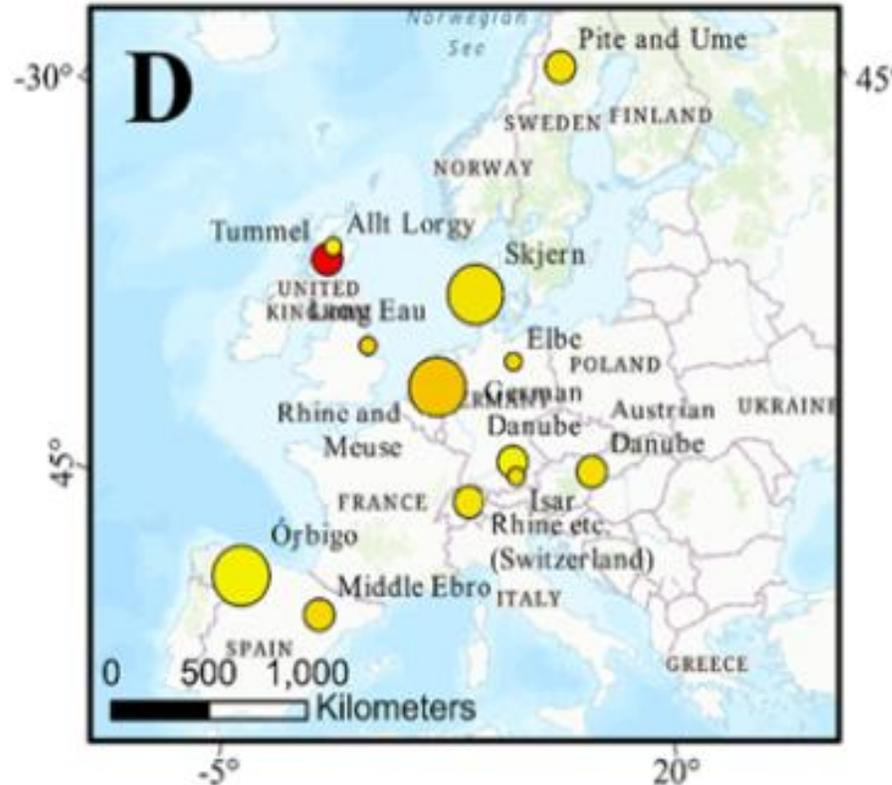
Les discontinuités : un de problèmes principaux en estuaire de Seine



Adaptation et SFN : Redonner de l'espace aux estuaires

Laisser des espaces de mobilité latérale du fleuve et relocaliser, reculer pour protéger d'autres secteurs à enjeu tout en favorisant les services écosystémiques

Knox et al, 2022



Magnitude of restoration

• • •
L M H

Elapsed time in years

1 100

River length impacted by restoration (levee modification or suppression)

Low less than 10 km
Medium between 10 and 100 km
High more than 100 km

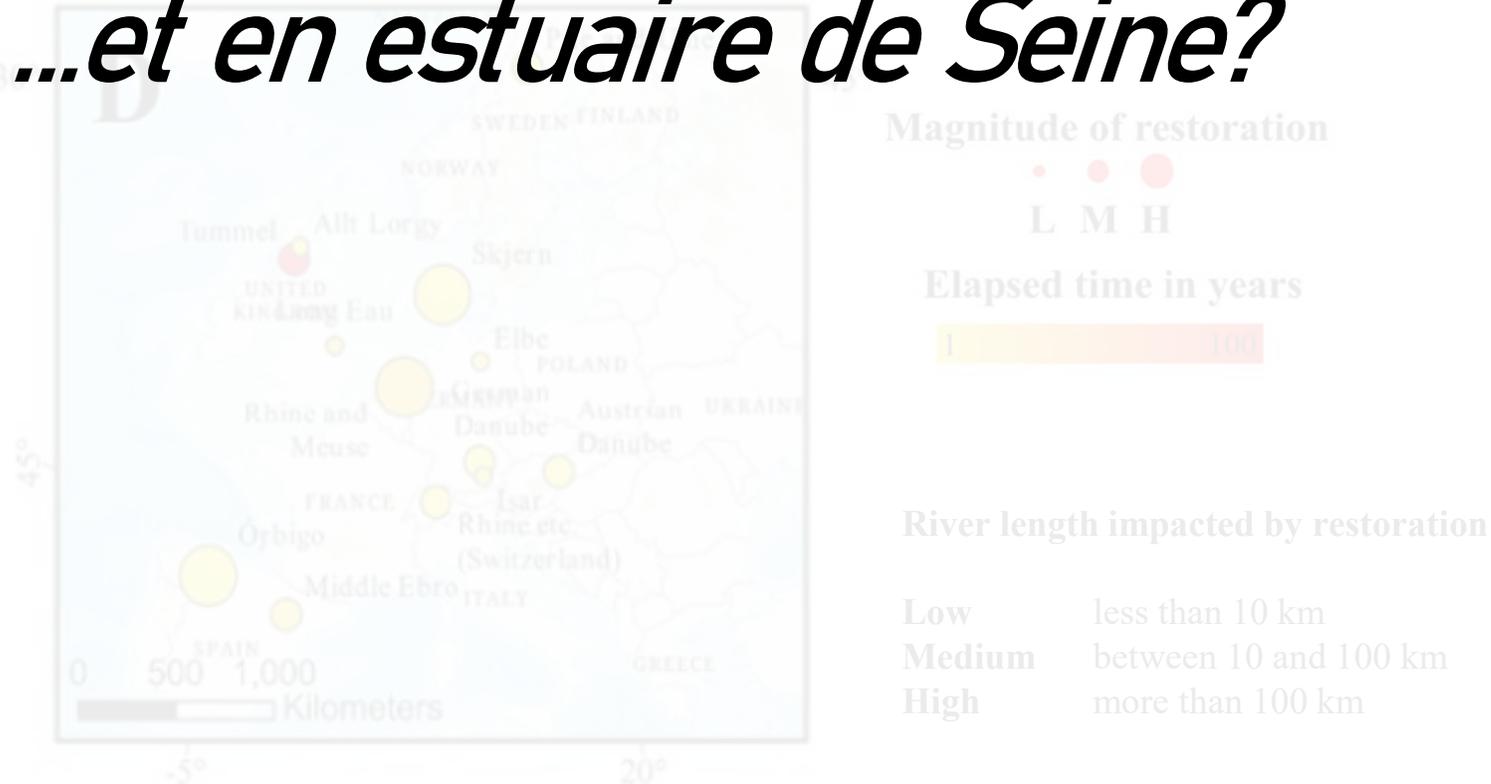
La restauration au service de l'adaptation

Adaptation et SFN : Redonner de l'espace aux estuaires

Quand possible laisser des espaces de mobilité latérale du fleuve et relocaliser, reculer pour protéger d'autres secteurs à enjeu tout en favorisant les services écosystémiques

Knox et al, 2022

...et en estuaire de Seine?



Regard rétrospectif de la restauration en estuaire de Seine

31 projets de restauration lors de dernières **30 années**...

≈ **80%** de projets de restauration naissent dans le cadre ERC ou RCE

≈ **70%** des projets sur des surfaces de moins de 20 ha pas à l' hauteur des pertes surfaciques et fonctionnelles

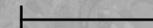
≈ **70%** des sites restaurés ne présentent pas un fonctionnement autonome

“Tyrannie des petits projets de restauration” (Romana, CSES, 2005)

Des effets locaux mais pas d'amélioration de l'état global de l'estuaire : Besoin de stratégie globale

Poses

5 km



Regard rétrospectif de la restauration en estuaire de Seine

31 projets de restauration lors de dernières 30 années...

≈ 80% de projets de restauration naissent dans le cadre ERC ou RCE

« ...nous avons vraiment avancé dans l'Escaut quand, suite à la prise en compte des tous les enjeux, on a fait des efforts pour sortir de la politique des petits projets. »

(Marcel Tall. comm. pers. 2024)

“Tyrannie des petits projets de restauration” (Romana, CSES, 2005)

Des effets locaux mais pas d'amélioration de l'état global de l'estuaire : Besoin de stratégie globale

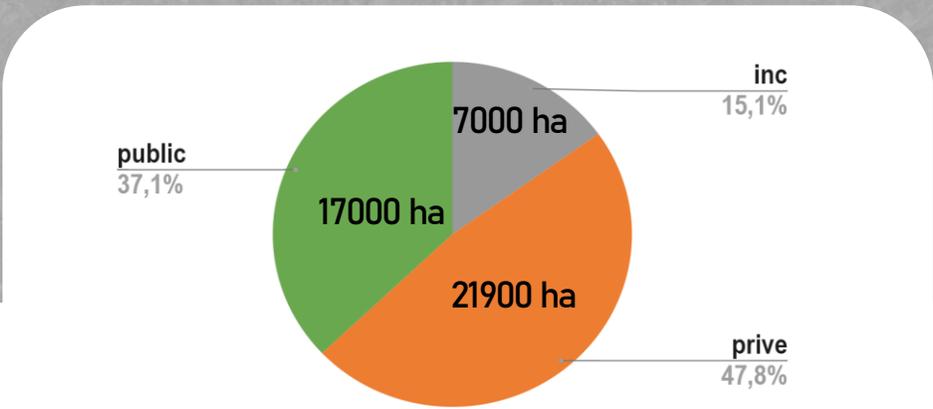
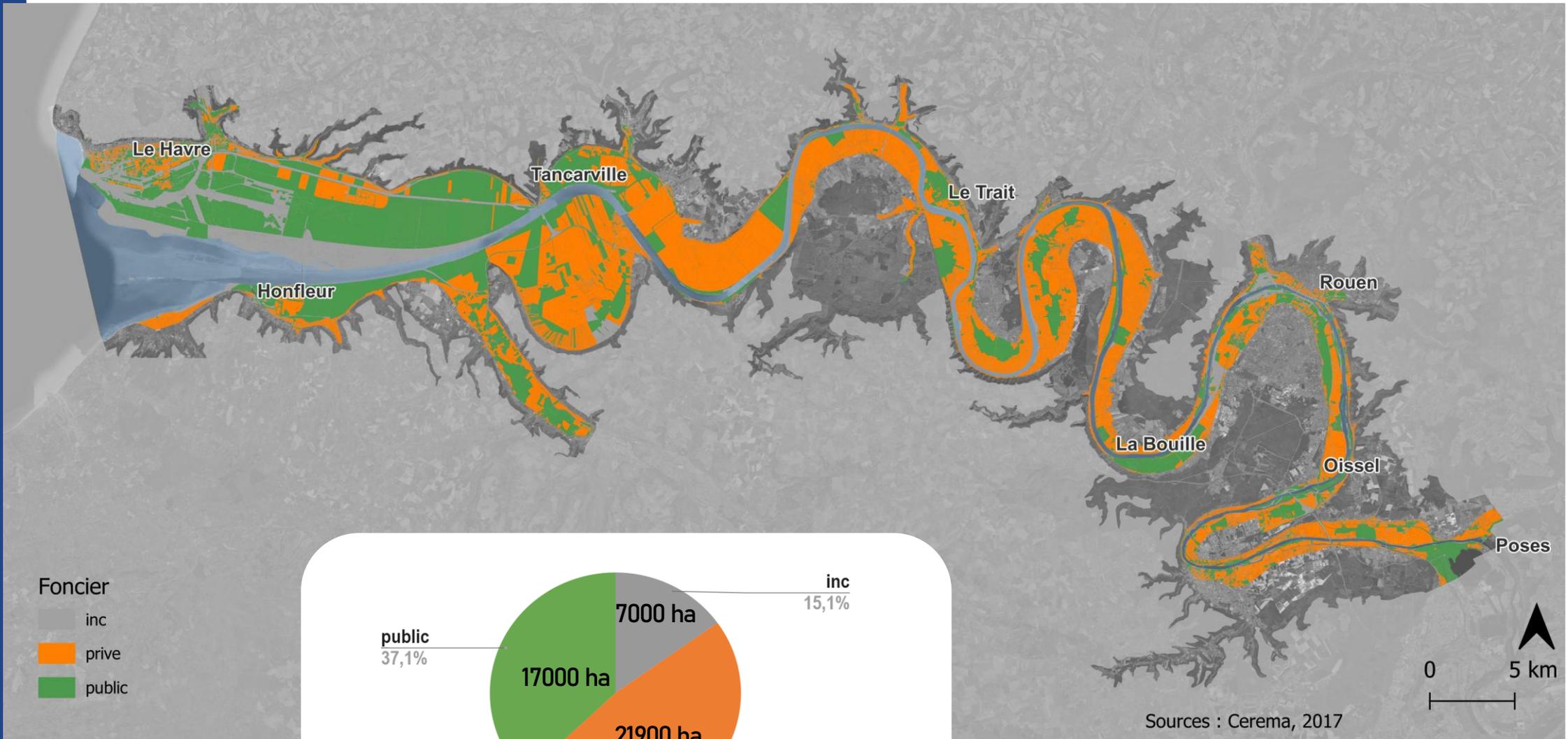
Les verrous à lever pour une restauration ambitieuse de l'estuaire

Mener des projets de restauration ambitieux n'est pas si simple....

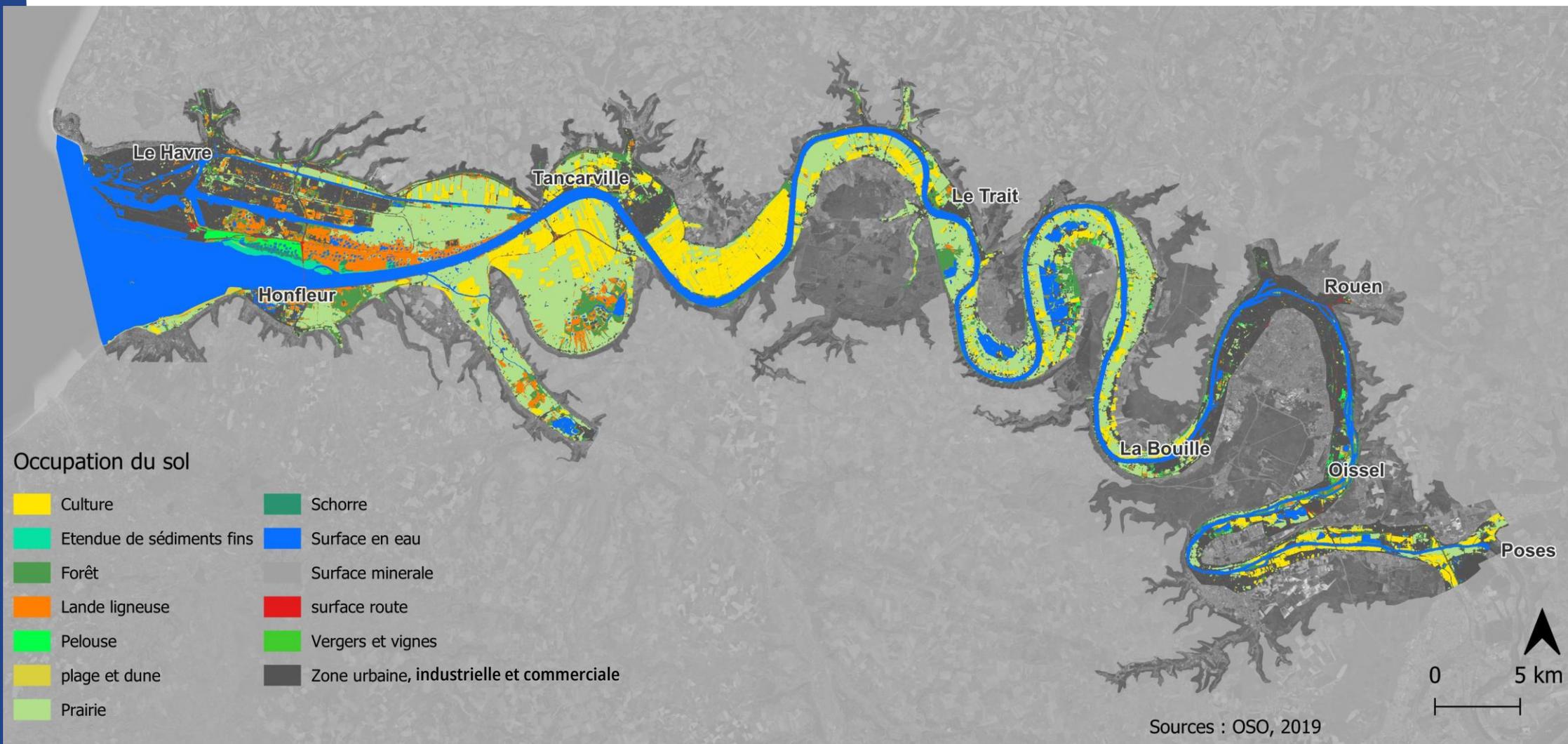
- **Foncier & Conflits d'Usages** : La restauration nécessite de l'espace, souvent déjà utilisé ou convoité.
- **Coûts & Contraintes Techniques** : Des projets complexes, des incertitudes sur les résultats, et des coûts potentiels de dépollution importants.
- **Manque de Vision Long Terme Partagée** : Difficile de concilier obligations de résultats et adaptation aux évolutions, notamment climatiques.
- **Gouvernance Complexe** : Multiplicité d'acteurs à différentes échelles.



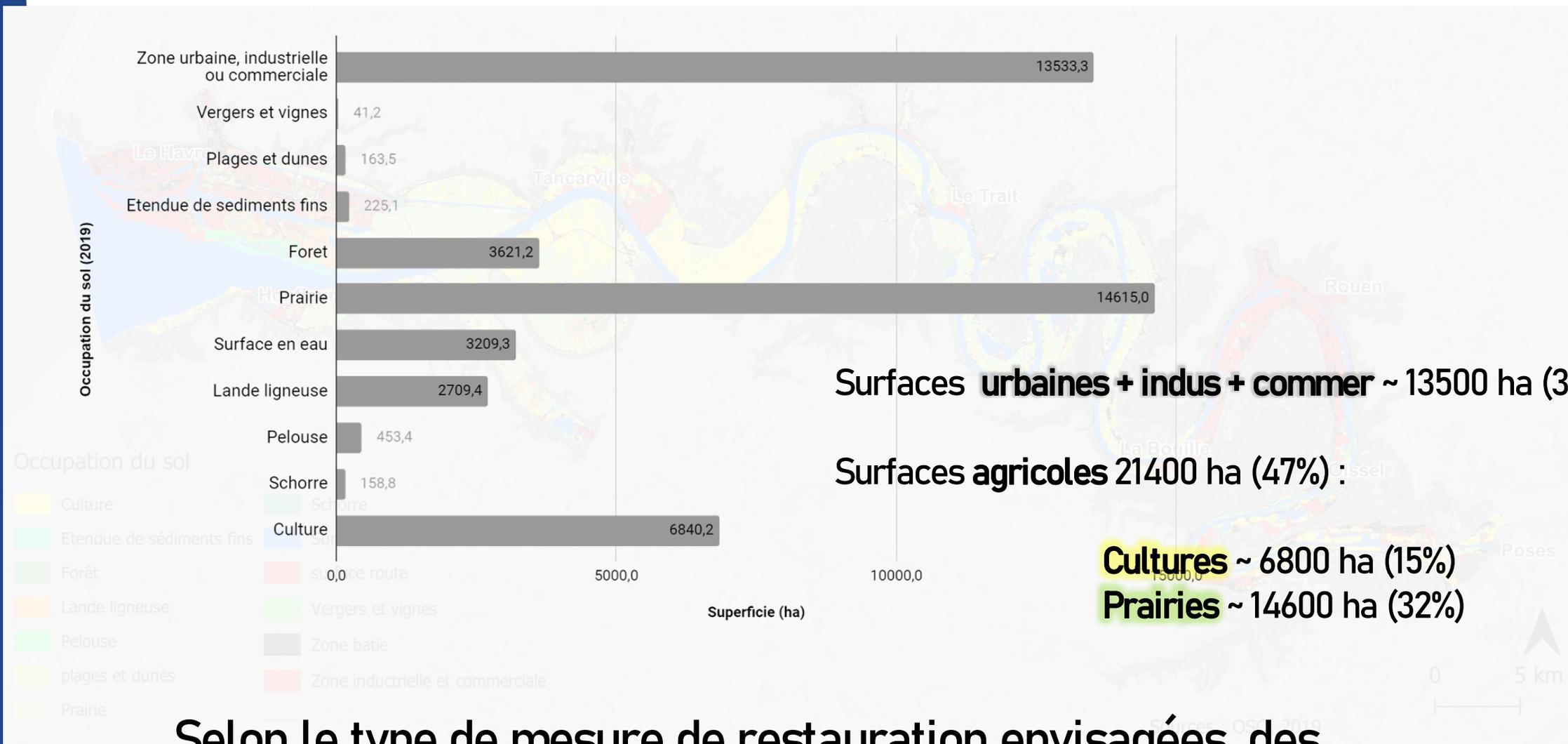
Les verrous à lever: Contraintes foncières



Les verrous à lever : le risque de conflit avec les usages



Les verrous à lever : le risque de conflit avec les usages



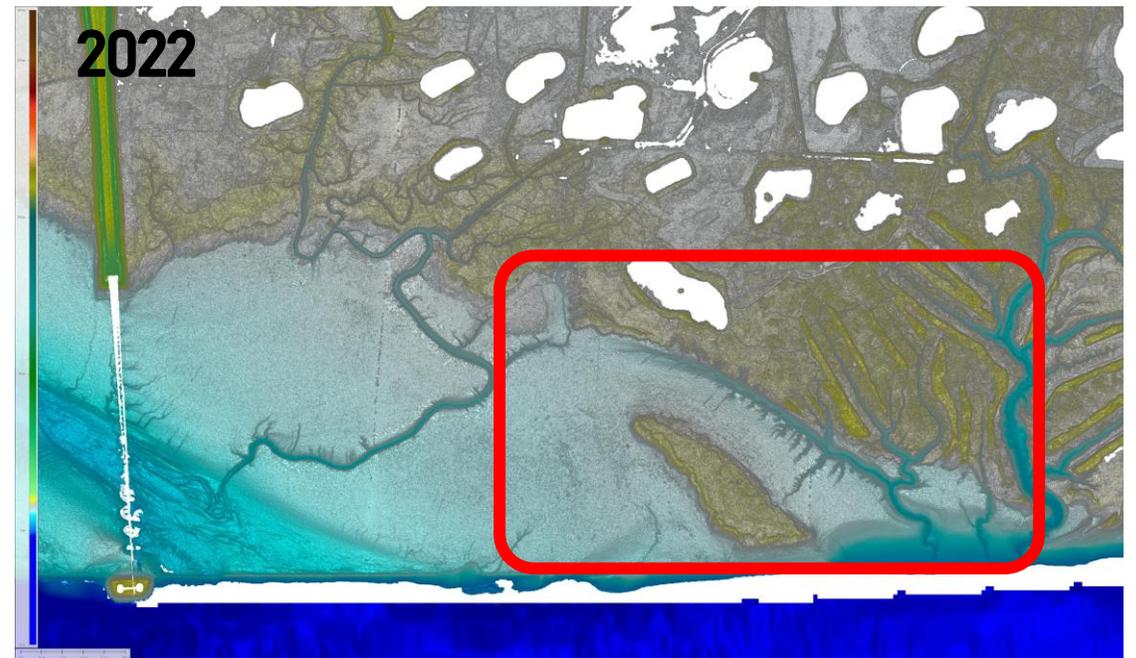
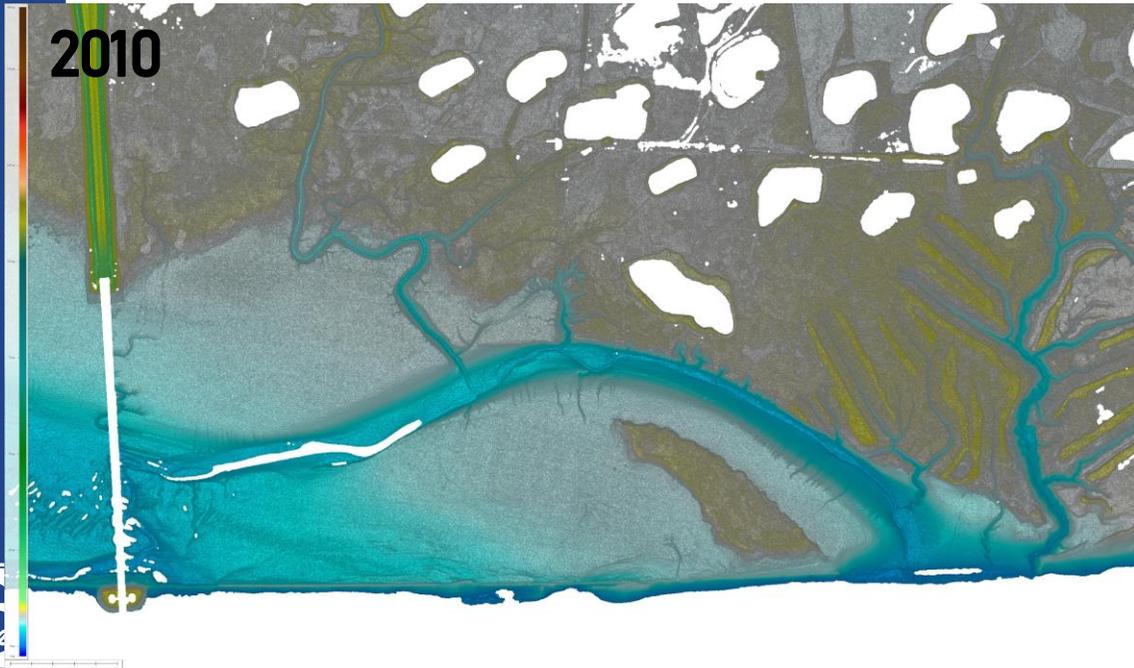
Selon le type de mesure de restauration envisagées, des changements profonds de pratique doivent être actés...

Les verrous à lever : contraintes techniques

Capacité limitée de prédire l'évolution du système suite à la restauration

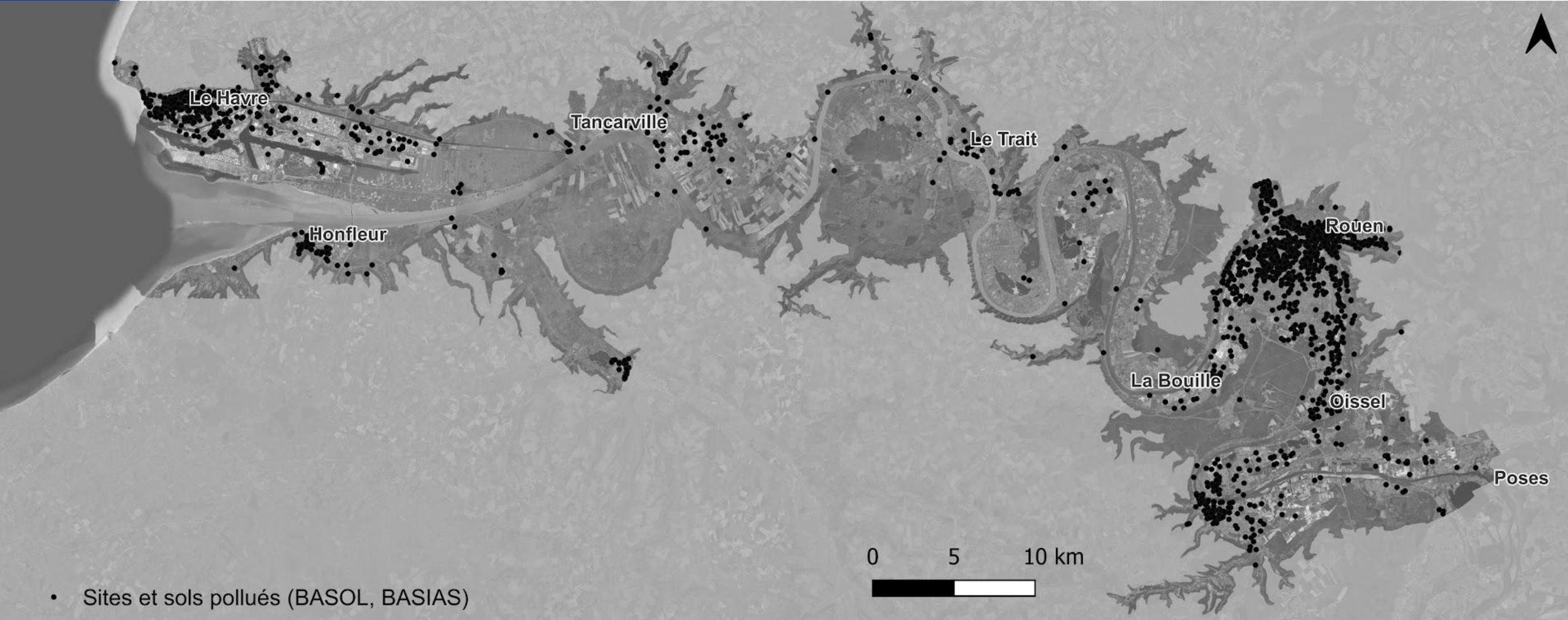
ex. Méandre artificiel : mesure accompagnement P2000

Modélisations n'ont pas estimé correctement les contraintes hydrauliques dans le secteur => **comblement du secteur et perte fonctionnalité**



Les verrous à lever : couts

ex. Dépollution et pollution



- Sites et sols pollués (BASOL, BASIAS)

Les verrous à lever : couts

ex. Dépoldérisation et pollution

Couts de dépollution
> 1 M €

+ usages agricoles

+ protection ZI

+ gestion du marais

• Sites et sols pollués (BASOL, BASIAS)

...

La filandre du Trait



Terrain à vocation agricole
(parcelle publique)

Parcelle fortement polluée
(ancienne raffinerie)

Filandre
(pollutions locales)

ZI du Malaquis

Les verrous à lever : difficulté à intégrer dans les projets une vision long terme partagée



Les verrous à lever : difficulté à intégrer dans les projets une vision long terme partagée

Restauration d'une parcelle dans le Marais Vernier



Quel avenir pour des parcelles restaurées face au CC ou à des projets de restauration plus ambitieux dans le secteur?



Les verrous à lever : difficulté à intégrer dans les projets une vision long terme partagée

Réestuarisation de la Vilaine



Les verrous à lever : une gouvernance complexe



État (Préfet, DREAL) : Pilote les politiques, coordonne le **Conseil de l'Estuaire**.

Agence de l'Eau Seine-Normandie : Fixe les objectifs de qualité de l'eau (SDAGE) et finance les actions

Région Normandie : Intègrent les objectifs environnementaux dans les schémas de planification (SRADDET, SCOT).

Acteurs économiques (HAROPA Port, industries, Agriculture)

Syndicat Mixte de la Seine Normande (SMGSN) : Nouveau rôle de coordinateur stratégique sur un périmètre étendu, de Vernon à la mer.

Structures dédiées à la préservation du patrimoine naturel (RNNES, PNRBSN, CEN, CBN, CdL, etc.) : Actions de terrain, expertise écologique fine

Départements, Intercommunalités (EPCI), Communes

Support scientifique

Conseil Scientifique de l'Estuaire

GIP Seine-Aval



Les verrous à lever : une gouvernance complexe



État (Préfet, DREAL) : Pilote les politiques, coordonne le Conseil de l'Estuaire.

Panorama complexe dans lequel chaque acteur coordonne une stratégie adaptée à son échelle répondant à ses besoins

Région Normandie : Intègrent les objectifs environnementaux dans les schémas de planification (SRADDET, SCOT).

Acteurs économiques (HAROPA Port, industries, Agriculture)

Syndicat Mixte de la Seine Normande (SMGSN) : Nouveau rôle de coordinateur stratégique sur un périmètre étendu, de Vernon à la mer.

Structures dédiées à la préservation du patrimoine naturel (RNNES, PNRBSN, CEN, CBN, CdL, etc.) : Actions de terrain, expertise écologique fine

Départements, Intercommunalités (EPCI), Communes

Support scientifique

Conseil Scientifique de l'Estuaire

GIP Seine-Aval



Lever les verrous pour une restauration ambitieuse

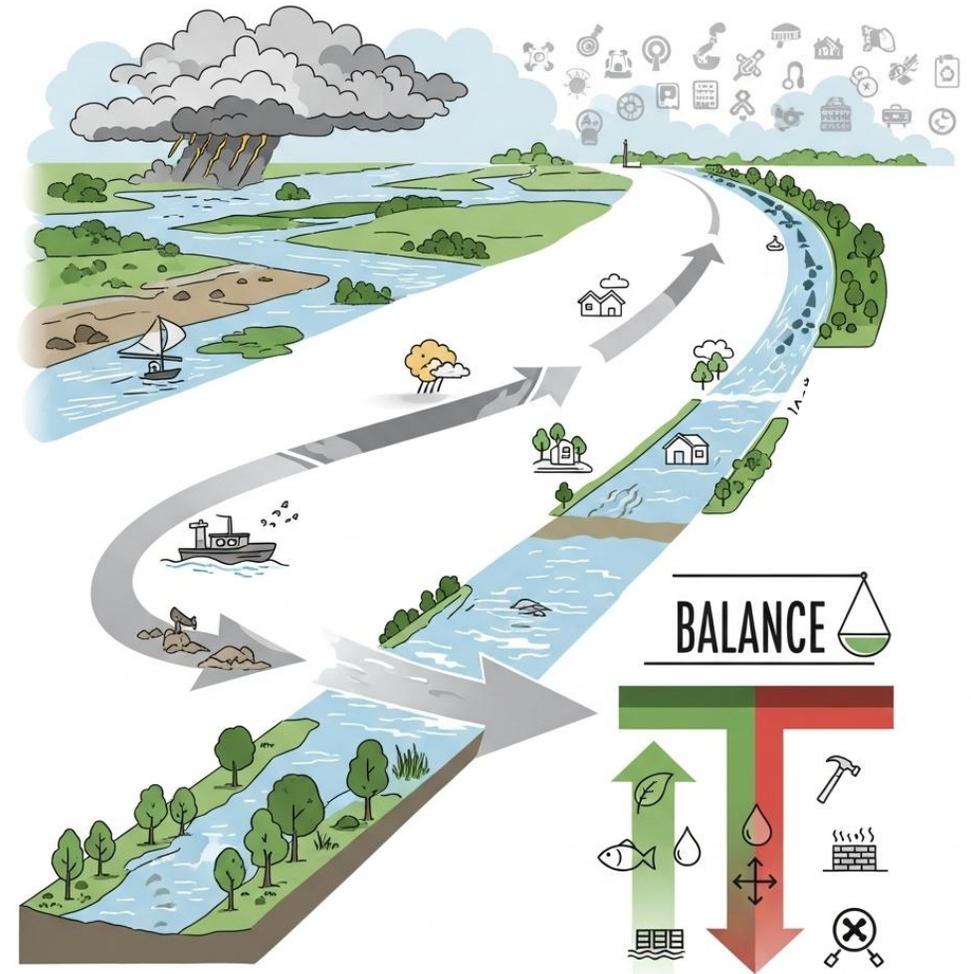
Le rôle de la connaissance



Comment identifier les meilleures opportunités en tenant compte des différents enjeux (usages, risque inondation)

Changement climatique peut être un levier pour repenser nos stratégies de restauration/adaptation.

- Anticiper l'évolution des habitats et de leur fonctionnement et des usages
- Dimensionner des mesures long terme
- Besoin d'analyses Coûts-Bénéfices : Maximiser les « gains » tout en sécurisant les usages et en maîtrisant les « contraintes »



Lever les verrous pour une restauration ambitieuse

Le rôle de la connaissance



Comment identifier les meilleures opportunités en tenant compte des différents enjeux (usages, risque inondation)

Changement climatique peut être un levier pour repenser nos stratégies de restauration/adaptation.

- **Anticiper l'évolution des habitats et de leur fonctionnement et des usages**
- **Dimensionner des mesures long terme**

- **Besoin d'analyses Coûts-Bénéfices : Maximiser les « gains » tout en sécurisant les usages et en maîtrisant les « contraintes »**



Reduction de l'alea inondation (ex. ATLANTIS)

Séquestration C
(ex. FEREE, CAFEZH, REPREF)

Productivité des milieux intertidaux
(ex. SUIVA, EVEREST)

Capacité d'accueil et continuité écologique (ex. REEL)

Services écosystémiques (VULPES)

Contamination des sédiments anciens (ex. DESTOX)

Futurs aménagements
Secteurs à enjeu socio-économique



Création d'un outil cartographique dédié....

Caractéristiques physiques et chimiques

- Bathy-topographie
- Annexes et réseaux hydrauliques
- Hydromorphologie de la vallée et exposition au risque inondation/submersion
- Sites pollués connus et présumés
- SEB : Schéma Environnemental des Berges

Caractéristiques bioécologiques (à venir...)

- Fonctionnalité des zones humides (ex. stockage C, productivité, dénitrification)
- Connexions lit mineur/majeur et capacité d'accueil (REEL, CONNECT)

Organisation du territoire et fonctionnement socio-économique

- Cadre réglementaire et périmètres de protection, réserves, sites N2000, PNR, SAGE..
- Mode d'occupation du sol (OSO 2019)
- Recensement des friches
- Nature foncière des parcelles (propriété)
- RPG (Registre Parcellaire graphique)G
- Documents d'urbanisme : PLU/PLUi, Cartes communales; RNU (Règlement National d'Urbanisme)
- Classement des digues (à venir très prochainement)



PROMESSE: une démarche itérative en lien avec la connaissance

Mise en place d'une démarche spatialisée, intégrée et itérative prenant en compte les différents enjeux territoriaux permettant d'identifier des opportunités de restauration



Reduction de l'alea inondation (ex. ATLANTIS)

Séquestration C
(ex. FEREE, CAFEZH, REPREF)

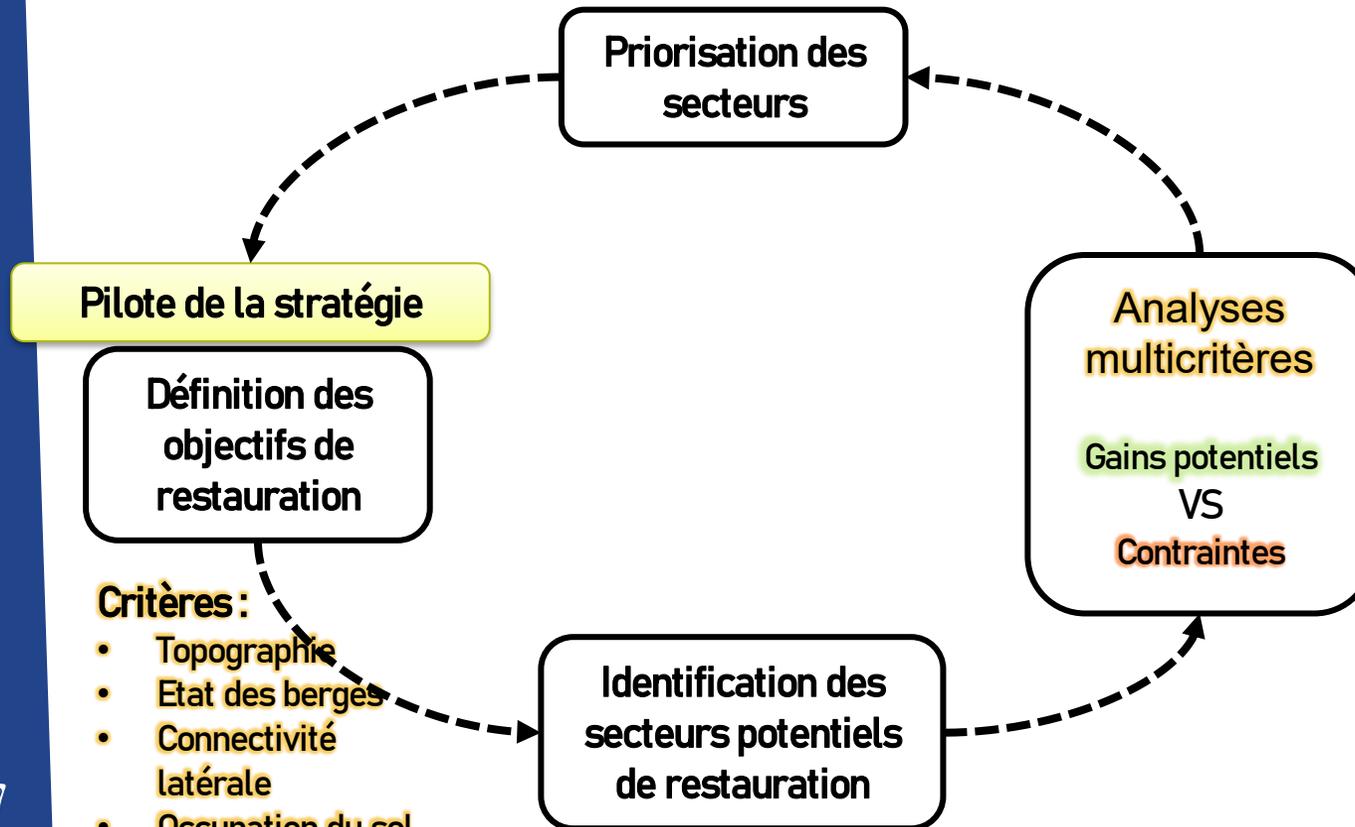
Productivité des milieux intertidaux
(ex. SUIVA, EVEREST)

Capacité d'accueil et continuité écologique (ex. REEL)

Services écosystémiques (VULPES)

Contamination des sédiments anciens (ex. DESTOX)

Futurs aménagements
Secteurs à enjeu socio-économique



Pilote de la stratégie

Définition des objectifs de restauration

Critères :

- Topographie
- Etat des berges
- Connectivité latérale
- Occupation du sol
- ...

Priorisation des secteurs

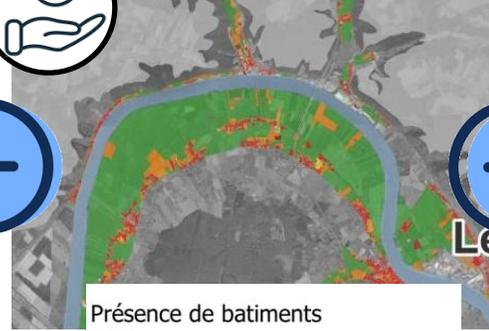
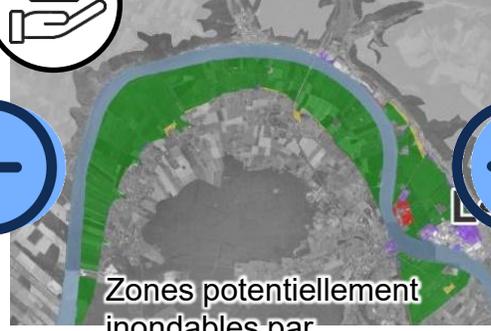
Analyses multicritères

Gains potentiels VS Contraintes

Identification des secteurs potentiels de restauration



Une démarche itérative en lien avec la connaissance



.....



Schéma des berges ESTUAIRE

Intérêt écologique

- nul
- faible
- moyen
- fort
- très fort

Zones potentiellement inondables par submersion (T5)

Présence de bâtiments

- Usage agricole
- Usage industriel et commercial
- Usage Résidentiel
- Usage indéfini
- Non bati

Projet PROMESSE

ApPROche spatiale intégrée pour une stratégie de restauration écologique des Milieux ESTuariens de la SEine

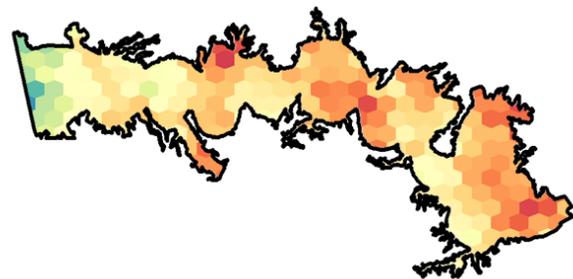
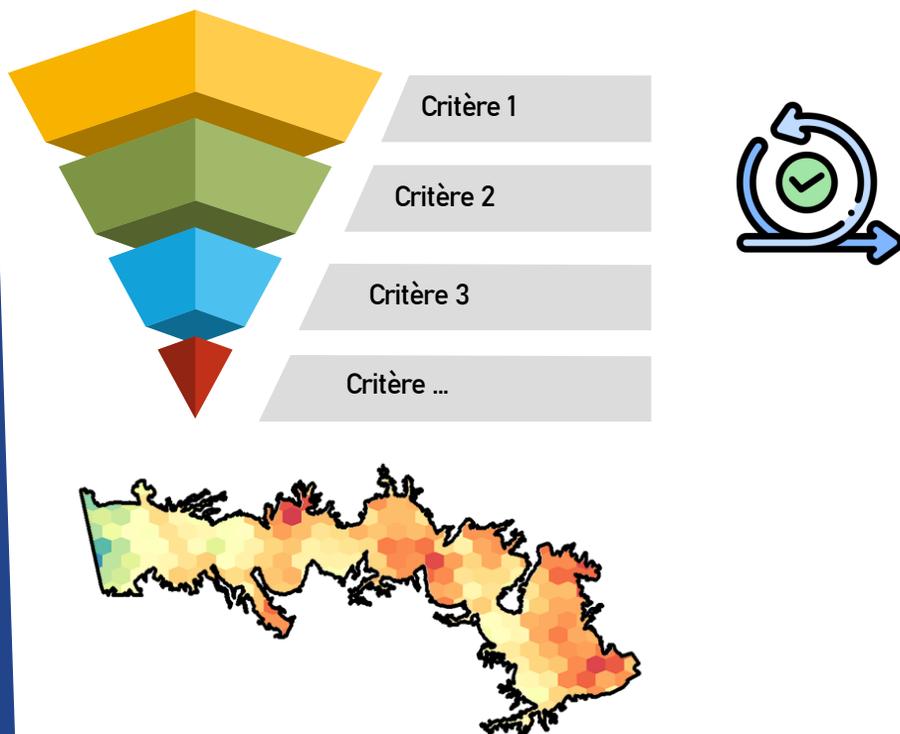


Sites potentiels de restauration

Les étapes clés de la démarche

I. Identification des critères

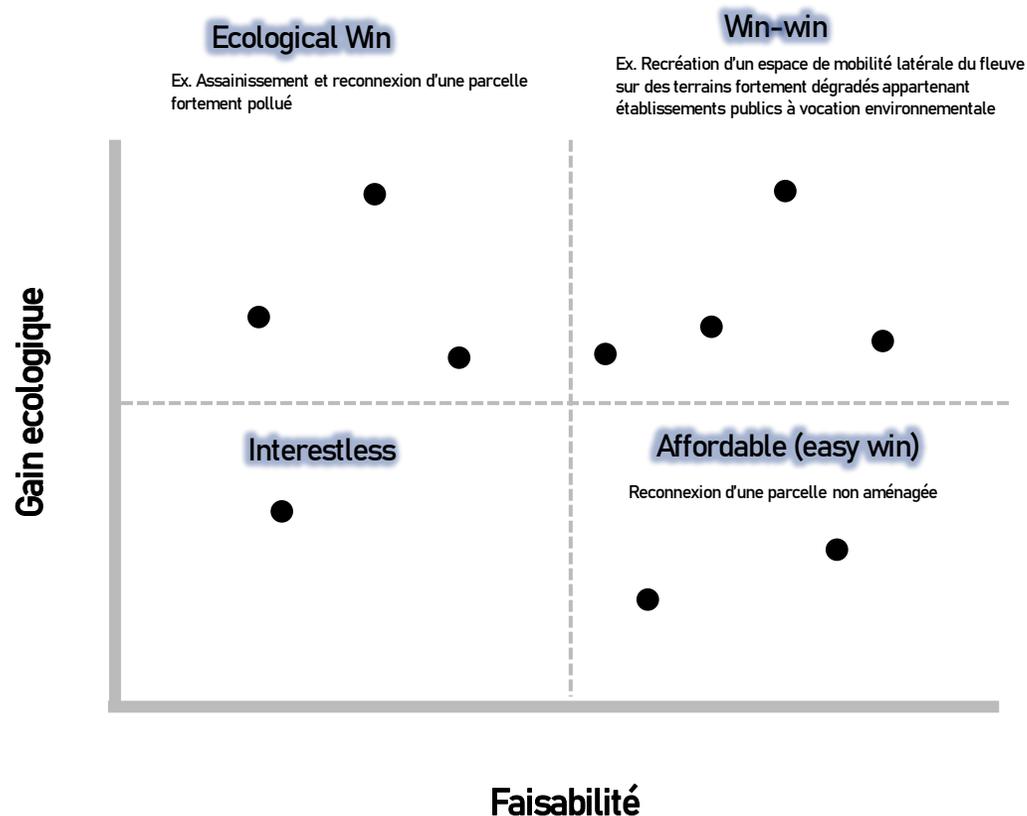
Critères « morphologiques » (sur la base des différents objectifs écologiques) et de « faisabilité » (classification des contraintes...)



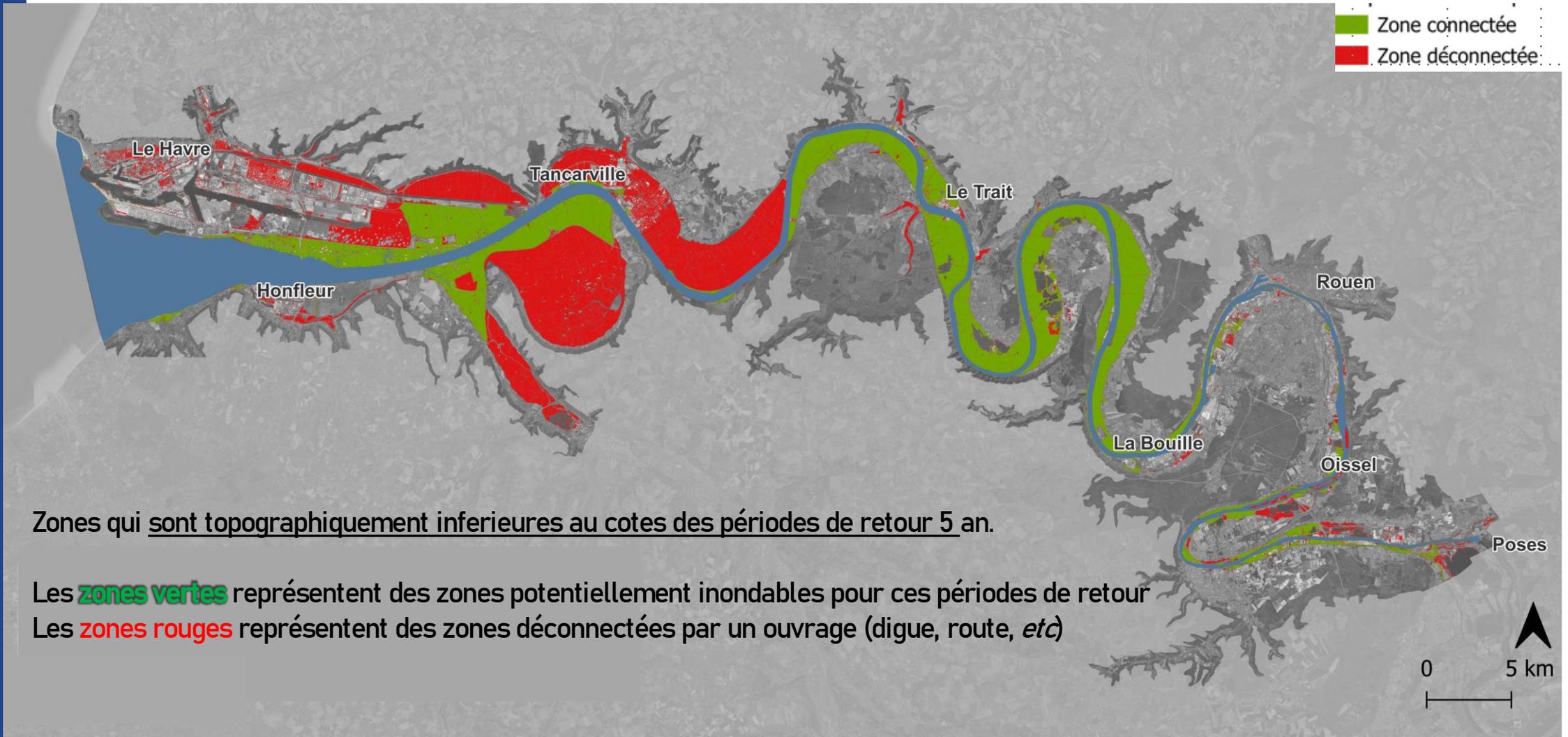
Zones à forte potentiel de restauration

II. Analyse multicritères (*coûts/bénéfices*) et réalisation des différents scénarios

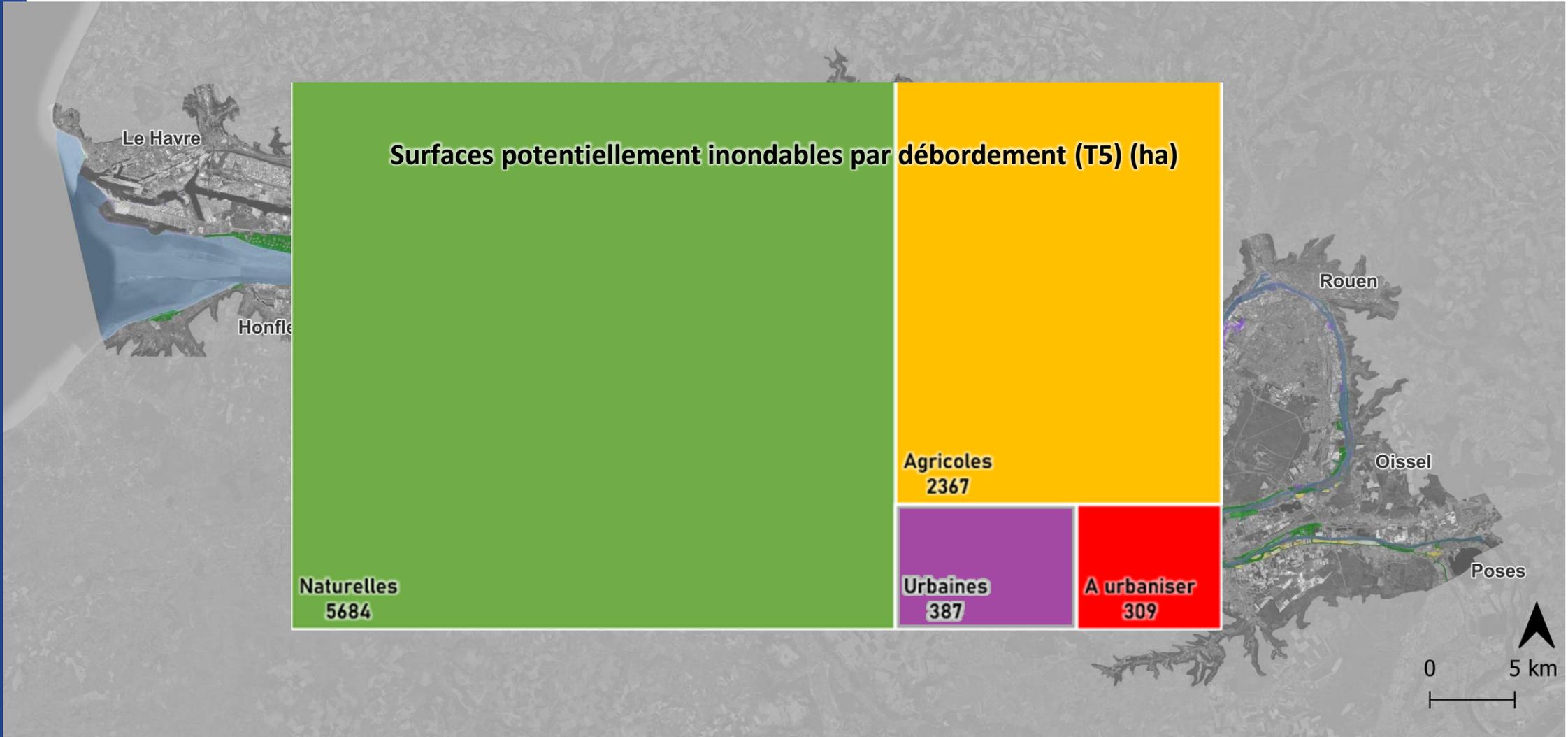
Pondération et hiérarchisation des différents critères définis pour les besoins de gestion (ex. minimiser des impacts sur l'agriculture)



Transformer les contraintes en opportunités ?



Transformer les contraintes en opportunités ?



Considérer les zones inondables pour définir des opportunités (ex. terrains agricoles ou prairies dans des zones inondées fréquemment)

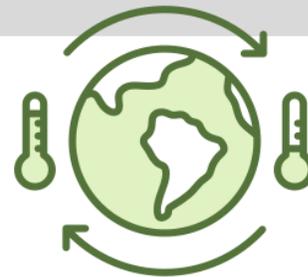
Vers une stratégie d'adaptation intégrée



Les **solutions d'adaptation «écosystémiques»** fondées sur la **nature** peuvent être mobilisées pour restaurer la **fonctionnalité** estuarienne et ses SE tout en renforçant la **résilience** des territoires estuariens face au changement climatique

Changement Climatique comme une **opportunité de repenser nos stratégies...**

si on saisit l'occasion pour anticiper les effets négatifs liés à ses manifestations



Solidarités territoriales : nécessité de mener des réflexions stratégiques sur l'ensemble de la vallée, et dans une démarche partagée à plusieurs échelles (spatiales, temporelles ou politiques)

Merci pour votre attention



La parole est à vous :
questions, échanges...

Automne 2025



GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

LES WEBINAIRES DE L'ESTUAIRE

45 MINUTES POUR COMPRENDRE UNE THÉMATIQUE

Lundi 06 octobre 2025, 13h00 – 13h45

Aléas inondation



Inscription

www.seine-aval.fr/webinaires-estuaire

Revoir

www.youtube.com/@gipseine-aval8714