

Webinaire Inter-estuaire
15 décembre 2020



Session 3 : Restauration du fonctionnement écologique : influence des facteurs environnementaux et anthropiques

Réflexions et avancées du groupe de travail national « Restauration écologique estuarienne »

Cécile Capderrey – BRGM

Maud Berlincourt – OFB, GIP Seine Aval

Jean-Michel Olivier – UMR CNRS 5023

Maïa Akopian - OFB



Contexte

Restaurer des fonctionnalités écologiques en estuaire

Démarche réglementaire

Levier des politiques publiques
(DCE, DHFF, DI, SNB, CC, etc.)

Mise en œuvre des mesures,
accompagnement, définition des OE,
modalités techniques, etc.

Démarche scientifique

Connaissances pointues de ces
environnements (drivers des habitats et leur rôle,
cycle de vie des espèces, etc.)

Consensus scientifique (pertinence, choix des
sites, etc.)

Sources d'échec

→ Environnements complexes

→ Des difficultés administratives

→ REX absents/inaccessibles

→ Manque de cadre méthodologique

→ Etc.

→ Concepts flous

→ Objectifs ?

→ Suivis ?

→ Evaluation ?

De quoi parle-t-on?

Contexte

OFB : opérationnaliser les concepts et soutenir une démarche transversale (ex: GT interdisciplinaire restauration 2018)

	Cours d'eau https://professionnels.ofb.fr/fr/node/138	Plans d'eau	Milieus humides http://www.zones-humides.org/	Littoral (côtier et estuarien) https://professionnels.ofb.fr/fr/node/279#mission
Etat de l'art de la pratique – cadre méthodologique	 Travaux de B. Morandi (thèse + publications)		 MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE	 Géosciences pour une Terre durable Capderrey et al. 2016, 2019
Dimensionnement	Ex: dispositifs de franchissement, débits minimums biologiques			
Suivi	Ex: réseau de sites de suivis (restauration hydromorphologiques) REX > 10 ans			

Niveau de maturité de la réflexion



OFB et MIE travail en 3 étapes

Travaux

Etape 1

Identifier le cadre méthodologique et l'état de l'art de la pratique
→ Retours internationaux

Etape 2

Structurer la méthodologie
→ Identifier les outils mobilisables face à des problématiques de restauration

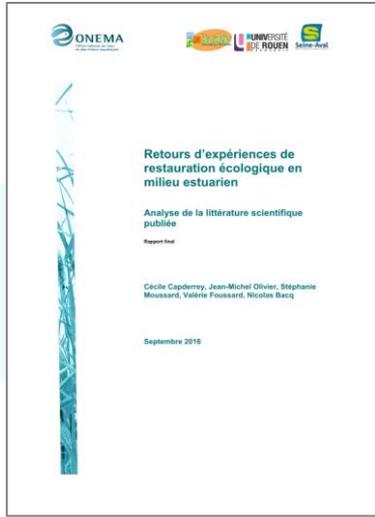
Etape 3

Mettre en commun : mutualiser les problématiques partager les acquis
→ Création d'un GT national et d'un outil partagé (plateforme)

S'appuyer sur les retours internationaux

Etape 1

Identifier le cadre méthodologique et l'état de l'art de la pratique
 → Retours internationaux



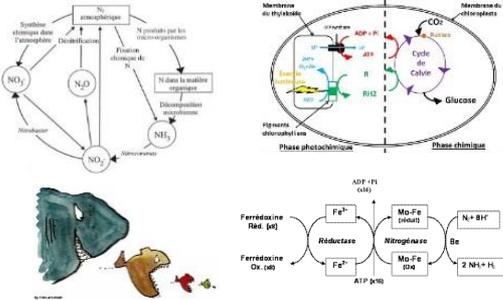
Les habitats (= les structures)

...abritent des processus...

... qui soutiennent des fonctions écologiques



Modifié (techniques de restauration)



Alimentation
 Nourricière
 Production primaire
 Recyclage des nutriments
 Etc.

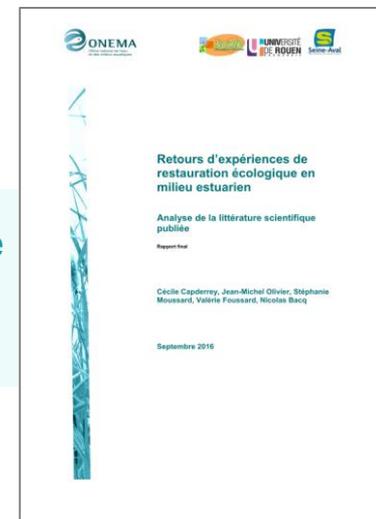
Visé par la restauration (les objectifs)



S'appuyer sur les retours internationaux

Etape 1

Identifier le cadre méthodologique et l'état de l'art de la pratique
→ Retours internationaux



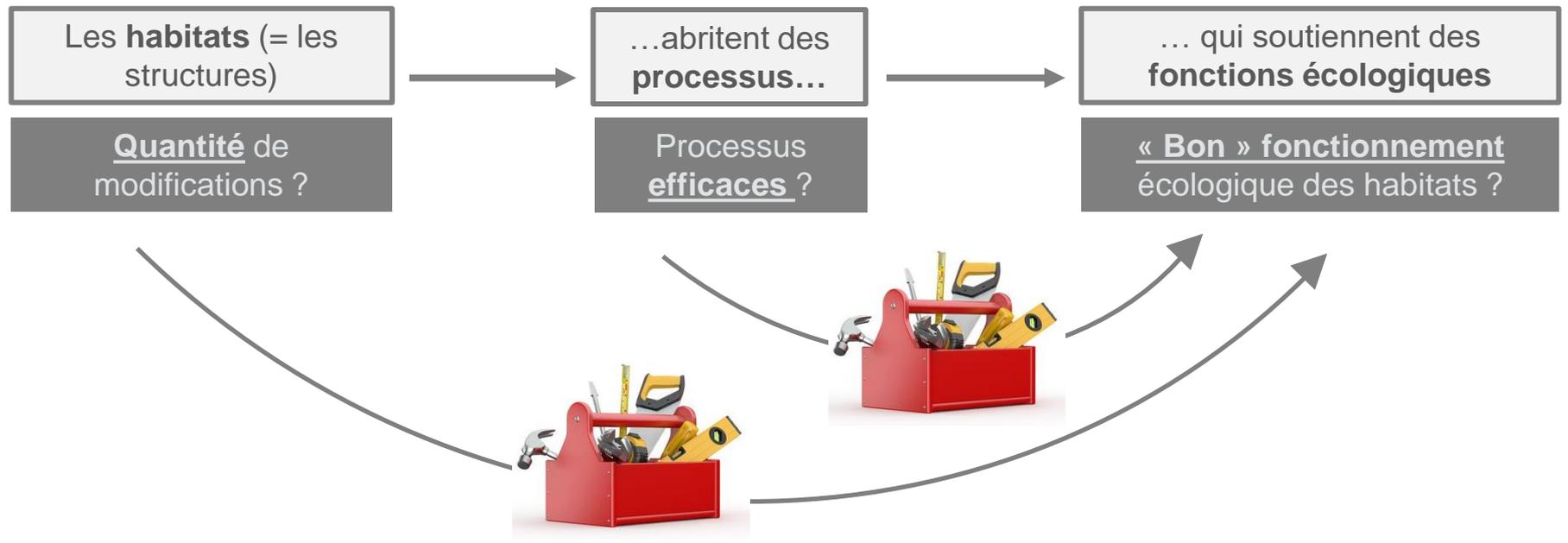
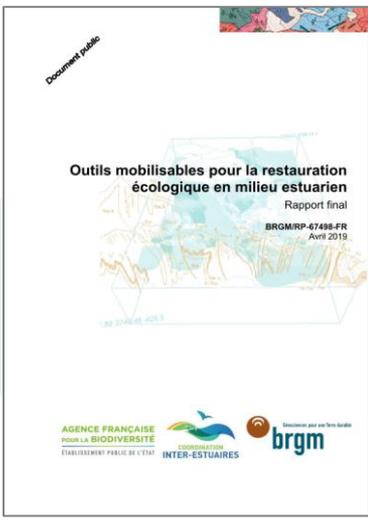
→ Forces et les faiblesses par rapport à chaque grand type d'objectif: manque de connaissances ou non utilisation des méthodes?

→ Manques qui compliquent les futures formulations d'objectif

S'appuyer sur les retours internationaux

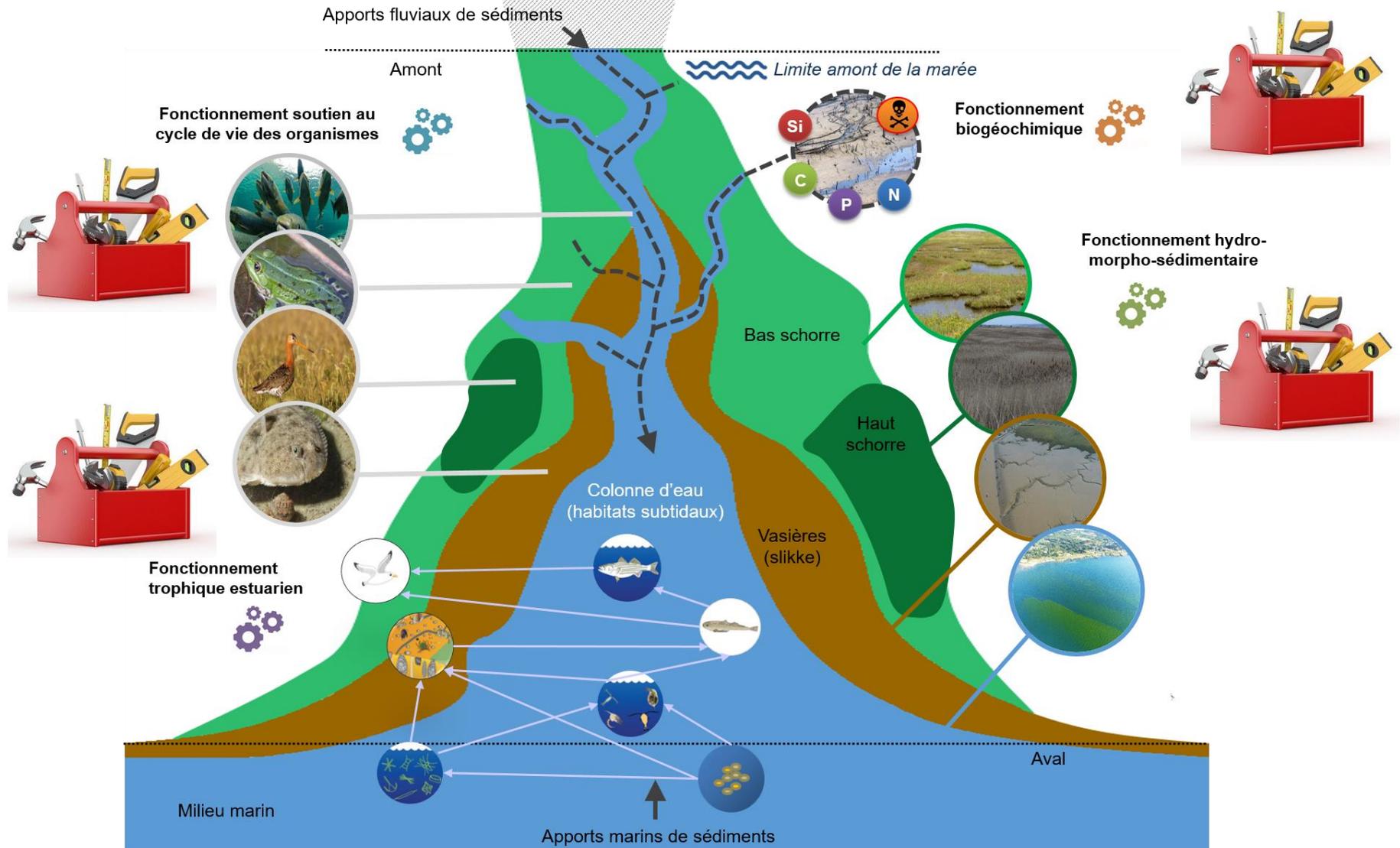
Etape 2

Structurer la méthodologie
→ Identifier les outils mobilisables face à des problématiques de restauration



Outils de prédiction : modèles numériques (état attendu – état mesurable *a posteriori*)
→ récupérer efficacement une ou plusieurs fonctions
→ calibrer les efforts / coût financier

S'appuyer sur les retours internationaux



Modifié d'après M. Muntoni

S'appuyer sur les retours internationaux



Problématique(s) écologique(s)

(ex: désoxygénation, efflorescences, diminution des effectifs d'espèces, destruction des habitats)

Fonctionnalité(s) écologique(s) concernée(s)

(ex: production primaire, recyclage des nutriments, connectivité, alimentation, refuge, nurricerie, stockage des nutriments)

Définition des objectif(s) de restauration

(spécifiques à une ou plusieurs fonctionnalités écologiques)



Levier(s) de restauration

(ex: action sur les sources de nutriments, restaurer des habitats manquants, gestion des apports en eau douces)

Actions

Suivi et évaluation

Questionnements écologiques

(exemples fréquents)

Questionnements liés à la qualité de l'eau

Comment prédire :

- les effets des apports de nutriments sur l'écosystème estuarien?
- les effets des modifications physiques de l'estuaire sur la qualité de l'eau ?
- les effets des contaminants sur le vivant?

Questionnements liés aux habitats benthiques

Comment :

- restaurer/créer des habitats benthiques?
- prédire leur évolution?

Comment les rendre connectés (accessibles) pour permettre aux organismes d'accomplir les étapes de leur cycle de vie?

Comment s'assurer de l'utilisation efficace des habitats par les organismes et donc de leur contribution au réseau trophique de l'estuaire?

Outils

(grandes familles de modèles et exemples associés)

Modèles biogéochimiques



Dynamique des matières (nutriments) et transformations associées le long du continuum estuarien
Dynamique des contaminants (transport réactionnel)

Modèles hydro-morpho-sédimentaires



Dynamique sédimentaire des zones intertidales (développement de la végétation, dynamique des chenaux)
Evolution à long terme, effets du changement climatique

Modèles habitat-espèces



Cartographies prédictives des habitats fonctionnels
Connectivité / accessibilité des habitats

Modèles « réseaux trophiques »



Modélisation de la structure et du fonctionnement des réseaux trophiques

Modifié d'après M. Muntoni

Communiquer et partager les retours à l'échelle nationale

Etape 3

Mettre en commun : mutualiser les problématiques et partager les acquis
→ Création d'un GT national et d'un outil partagé (plateforme)



Confronter les travaux au panel d'acteurs nationaux (03/03/2020)

- 30 personnes, ouvert
- Apports du travail pour la pratique actuelle?
- Opérationnaliser (format de restitution le plus efficace ?)
- Comment évaluer, prioriser, co-construire les projets déposés pour demandes de financement (cadrage scientifique et administratif, ex: CCTP)
- Ok pour une démarche partagée et co-construite

Communiquer et partager les retours à l'échelle nationale

Etape 3

Mettre en commun : mutualiser les problématiques et partager les acquis
→ Création d'un GT national et d'un outil partagé (plateforme)



Centraliser et capitaliser les démarches

- Recenser les différents cas de figures sur des problématiques globales (panorama)
- Inventorier des catégories d'actions réalisées (objectifs, méthodologie, évaluation, analyse critique et bilan efficacité)
- Collecter dans un format assez standard pour des analyses ultérieures
- Agir à l'image d'un point focal de contact => orientations (pas d'assistance) (bons interlocuteurs, vocabulaire, échanges réguliers, cohérence avec les concepts développés pour la RE dans d'autres milieux, etc.)
- Entretiens individuels

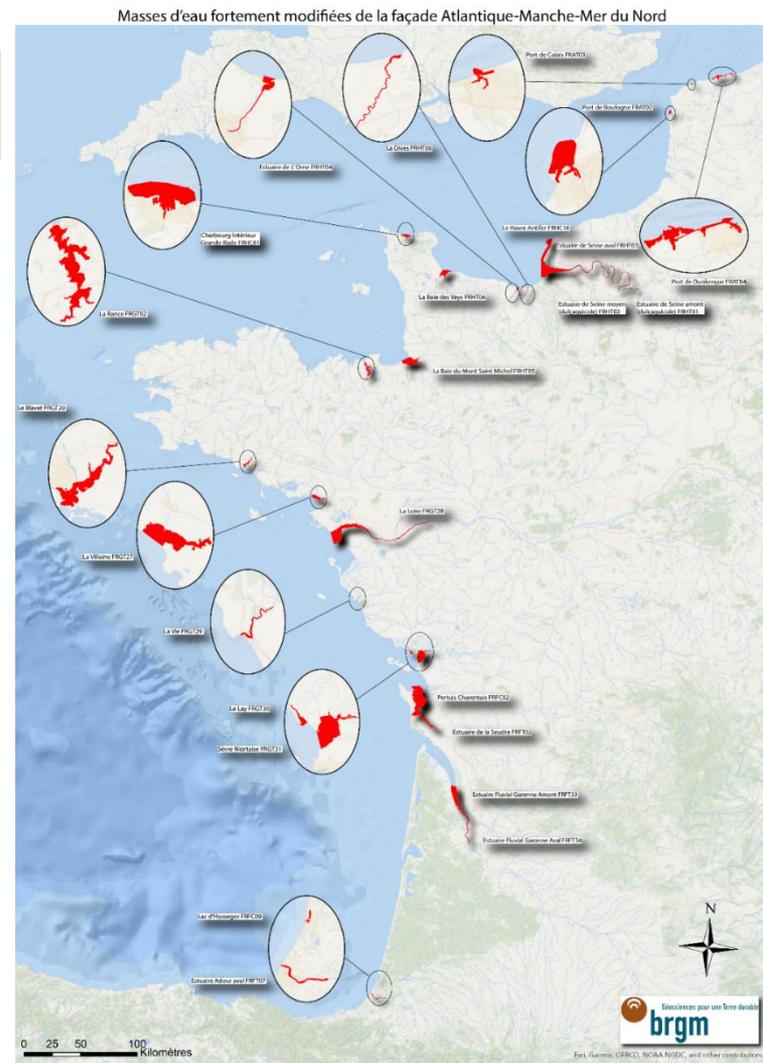
Communiquer et partager les retours à l'échelle nationale



Mettre en commun : mutualiser les problématiques et partager les acquis
 → Création d'un GT national et d'un outil partagé (plateforme)

Centraliser et capitaliser les démarches

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Intitulé de la base	Projet de restauration	Statut(s) de l'opération	Source de financement	Statut de la zone (déjà restaurée / en cours)	Localisation	Milieu et contexte de la zone en œuvre	Typologie d'habitat (naturelle / artificielle)	Typologie des pressions (origine / nature)	Dysfonctionnement constaté	Fonctions écologiques visées par la restauration (les objectifs)	État de l'habitat avant le projet (état de référence)	Actions d'ingénierie écologique prévues (les mesures sur le terrain)	Motivation de l'opération (enjeux / objectifs)	Suivi pré-projet	Environnement (autres habitats / enjeux)	Mise à disposition des données
1	Le ruisseau de la...															
2	Le projet de restauration...		AEDN	en cours												
6	Le projet de restauration...	PAPECO	AEDN	Effectivement terminé	La Sèvre affluant de la Sèvre (SE)	2 - Contraintes	Fond d'estuaire / zone de sables	Hydro-morphologie	Contraintes	Amélioration	Restauration de la Sèvre (SE)	Élargissement de la Sèvre (SE)				
7	Le projet de restauration...		AEDN	en cours												
8	Le projet de restauration...		AEDN	en cours												
9	Le projet de restauration...		AEDN	en cours												
10	Le projet de restauration...		AEDN	en cours												



Littoral : côtier + estuarien
 Métadonnées des projets (métriques, indicateurs, etc.)
 Harmoniser / réutiliser les données (format standard)

(+ recueil mesures
 → ex : MEFM, définition du Bon Potentiel Ecologique)



Communiquer et partager les retours à l'échelle nationale

Etape 3

Mettre en commun : mutualiser les problématiques et partager les acquis
→ Création d'un GT national et d'un outil partagé (plateforme)



Développer un outil numérique – plateforme des retours d'expérience

- Développement informatique (BRGM)
- Appui sur – comparaison avec l'existant (BDD déjà existantes et centres de ressources OFB, plateformes « NBS »)
- Réflexions sur interface utilisateur (dépôt-requête)
- Module IA pour le recueil bibliographique – « text mining » - (REX internationaux)
- Annuaire
- 2021



MERCI POUR VOTRE ATTENTION !



Outils mobilisables pour la restauration écologique en milieu estuarien (Capderrey, 2019)

Fiche Outil ANAQUALAND

Développement : ANAQUALAND 2.0 : un logiciel Disponible en libre accès <https://www6.rennes.inra.fr>

Principe : Estimation de la connectivité aquatiques pour diverses et L'approche de modélisation « l'alimentation optimale » voyage. Le modèle a été développé

Connectivité : Forme, taille, éléments dans le par la distance h points

Intégration des deux comme chaque maille, Les valeurs de résistance er qui accélèrent la dispersion Les valeurs >1 corresponde Finalement, les hauteurs physiques ou chimiques). Les cartes de résistance et logiciel calcule pour chaque atteindre la tâche d'habitat d'identifier les zones d'habitats d'identifier les zones (non-)

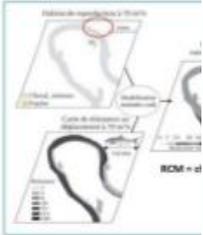


Schéma de principe de la mod Le Pichon et al., 2007). La résis est exprimée en mètres fonction rapport ANACONDHA (Projet Pichon et Alp, 2018).

References: Le Pichon, C., Gorges, G., Boët, P., fishes in riverscapes. Environment Le Pichon, C., Gorges, G., Beaudry, J., Bo contexte fluvial anthropique. (Methio Roy, M. L., & Le Pichon, C. 2017, M brown trout. Aquatic Conservation Le Pichon et Alp. 2018. Projet de recherche Seine-Aval 5, ANAC poissons à l'échelle de l'estuaire, mené par C. Le Pichon et M. A

Fiche Outil ECOPATH

les échelles régionales jusqu'aux échelles et qui peut intégrer des composantes

Développement : MARS3D MARS : Model for Applications at Regional Scales

is dominants dans les (ex: salinisation) et de is effets à long terme er (SLR) estaurées, cibler zones

Développement :

- Clough and Park 2008
- <http://www.warrenpinnacl.com/prof/SLAMM/>
- Employé pour projeter les changements se produisant dans de nombreuses régions côtières
- Open Source / interface

SLR accéléré sur les services écosystémiques, tels que la productivité qualité de l'eau dans les zones intertidales (voir Craft et al., 2009). affectent le devenir des zones intertidales au fur et à mesure du SLR : salinité / saturation du sol.

lisée dans SLAMM en utilisant une fonction « salt wedge »

scénarios SLR : scénarios et plages de temps e cartes pour des analyses

zones humides inclus comme optionnels dans e la végétation des zones

orties dans un environnement iser les sorties textes et

ition prédite des zones humides par le le 3m du niveau de la mer à l'horion for Montauk, NY (project funded by

ur simuler les effets du SLR sur la séquestration du carbone et les améliorations nitrification) sur l'Altamaha River Estuary, Georgia, USA et a permis de prédire ace de certaines zones. es écosystémiques reliés aux améliorations de la qualité de l'eau carbone déclinent avec l'augmentation de la fréquence de submersion des : subissent une conversion en marais saumâtres. e de zone humide intertidale est réduite de 12% alors que la dénitrification et l'uites de 10% et 19% (voir la revue établie par Fagherazzi et al. 2012).

Application of Sea-Level Affecting Marshes Model (SLAMM) to Long Island, NY and New York City and Environment Author's 2016. <http://www.warrenpinnacl.com/prof/SLAMM/>

beta Technical Documentation, Release 6.0 beta. Warren Pinnacl Consulting, Inc, USA, 95 S. Guo H. & Nechtemler M. 2008. Forecasting the effects of accelerated sea-level rise on tidal marsh atment. 7: 75-78.

egen, G. R., Temmerman, S., D'Alpaos, A. van de Koppel, J., Rybczyk J.M., Reyes E., Craft C. & Cough, J. 2012. éomorphie, and climatic factors. Reviews of Geophysics, 50(L1).

Fiche Outil Protocole de modélisation LOICZ (Land Ocean Interactions in the Coastal Zone)

Description, principe : Appliqué à plus de 250 estuaire Modèle permettant de suivre

Principe : → Le modèle travaille sur 3 masses d'eau en 3 b

→ Il se base sur un salinité et fournit l'Estuaire.

Paramètres d'entrée :

- DIP (Phosphore in)
- DIN (azote inorgan)
- Salinité
- Débits
- Quantité de matiè

Résultats : Calcul des charges



Adaptations / couple → Adaptable aux es → Modifiable pour le Modèle qui nécessit (vase, boue, sédime particulière = LOICZ

Adaptations / couple → Adaptable aux es → Modifiable pour le Modèle qui nécessit (vase, boue, sédime particulière = LOICZ

Fiche Outil CE-QUAL-ICM (ou ICM)

Description :

- Modèle de qualité de l'eau (lacs, rivières, estuaires et ea côtières)

Développement :

- The Defense Coastal /Estuarine Research Program (DCERP)
- <http://129.252.139.114/model/marsh/mem.asp>

Sorties : Projections de la productivité et élévation des marais (sorties graphiques et tabulaires)

Projections obtenues par le MEM des élévations et de la biomasse pour différents scénarios d'augmentation du niveau de la mer. Les prédictions ont été faites pour des marais témoins non fertilisés et des marais fertilisés. Les scénarios d'augmentation du niveau de la mer s'étalent d'un taux constant (24 cm/an) à un taux d'accélération atteignant 200 cm/an à la fin du siècle.

Possibilités de couplage : Possibilité de couplage avec un modèle hydrodynamique : MEM + ADCIRC (Morris & Hagen, 2014) Hydro-MEM (Alizad et al., 2016; Alizad et al., 2018)

Applications : Problématiques de résilience côtière Gestion/conservation/restauration des zones intertidales face à l'augmentation du niveau de la mer

Image de l'interface utilisateur web

Fiche Outil MEM (Marsh Equilibrium Model)

Description, principe : Modèle qui incorpore les données organiques et inorganiques pour modéliser l'accrétion/projeter les élévations des zones intertidales (marais) sous divers scénarios d'augmentation du niveau de la mer. → Prédire le devenir des zones côtières face à l'augmentation du niveau de la mer.

Entrées :

- Biomasse végétale
- Ratio racine/pousses (« root:shoot ratio »)
- Fraction réfractaire de la biomasse souterraine (i.e. insoluble)
- Taux de turnover de la biomasse souterraine
- Élévation du marais (m)
- Amplitude tidale
- Taux d'augmentation du niveau de la mer
- Concentration en sédiments en suspension
- Coefficient de piégeage des sédiments

Sorties : Projections de la productivité et élévation des marais (sorties graphiques et tabulaires)

Projections obtenues par le MEM des élévations et de la biomasse pour différents scénarios d'augmentation du niveau de la mer. Les prédictions ont été faites pour des marais témoins non fertilisés et des marais fertilisés. Les scénarios d'augmentation du niveau de la mer s'étalent d'un taux constant (24 cm/an) à un taux d'accélération atteignant 200 cm/an à la fin du siècle.

Possibilités de couplage : Possibilité de couplage avec un modèle hydrodynamique : MEM + ADCIRC (Morris & Hagen, 2014) Hydro-MEM (Alizad et al., 2016; Alizad et al., 2018)

Applications : Problématiques de résilience côtière Gestion/conservation/restauration des zones intertidales face à l'augmentation du niveau de la mer

Image de l'interface utilisateur web

Fiche Outil SLAMM (Sea Level Affecting Marshes Model)

Développement :

- Clough and Park 2008
- <http://www.warrenpinnacl.com/prof/SLAMM/>
- Employé pour projeter les changements se produisant dans de nombreuses régions côtières
- Open Source / interface

SLR accéléré sur les services écosystémiques, tels que la productivité qualité de l'eau dans les zones intertidales (voir Craft et al., 2009). affectent le devenir des zones intertidales au fur et à mesure du SLR : salinité / saturation du sol.

lisée dans SLAMM en utilisant une fonction « salt wedge »

scénarios SLR : scénarios et plages de temps e cartes pour des analyses

zones humides inclus comme optionnels dans e la végétation des zones

orties dans un environnement iser les sorties textes et

ition prédite des zones humides par le le 3m du niveau de la mer à l'horion for Montauk, NY (project funded by

ur simuler les effets du SLR sur la séquestration du carbone et les améliorations nitrification) sur l'Altamaha River Estuary, Georgia, USA et a permis de prédire ace de certaines zones. es écosystémiques reliés aux améliorations de la qualité de l'eau carbone déclinent avec l'augmentation de la fréquence de submersion des : subissent une conversion en marais saumâtres. e de zone humide intertidale est réduite de 12% alors que la dénitrification et l'uites de 10% et 19% (voir la revue établie par Fagherazzi et al. 2012).

Application of Sea-Level Affecting Marshes Model (SLAMM) to Long Island, NY and New York City and Environment Author's 2016. <http://www.warrenpinnacl.com/prof/SLAMM/>

beta Technical Documentation, Release 6.0 beta. Warren Pinnacl Consulting, Inc, USA, 95 S. Guo H. & Nechtemler M. 2008. Forecasting the effects of accelerated sea-level rise on tidal marsh atment. 7: 75-78.

egen, G. R., Temmerman, S., D'Alpaos, A. van de Koppel, J., Rybczyk J.M., Reyes E., Craft C. & Cough, J. 2012. éomorphie, and climatic factors. Reviews of Geophysics, 50(L1).

Outils mobilisables pour la restauration écologique en milieu estuarien (Capderrey, 2019)

Exemple : Déclin de productivité, désoxygénation et modifications des cycles biogéochimiques

Cas traité : Modéliser l'ensemble des dynamiques biogéochimiques (C, N, P, Si) d'un estuaire en se basant sur les relations entre la géométrie de l'estuaire et l'hydrodynamique.

Fonctionnalités concernées : Production primaire, recyclage, production secondaire

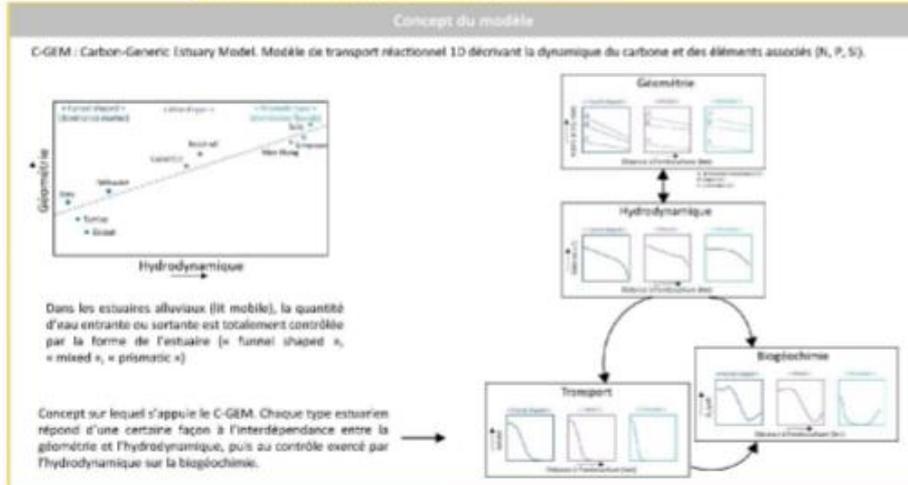
Processus concernés : (dé)nitrification, dégradation aérobie, mortalité des producteurs et consommateurs ...

Type d'habitat concerné : colonne d'eau

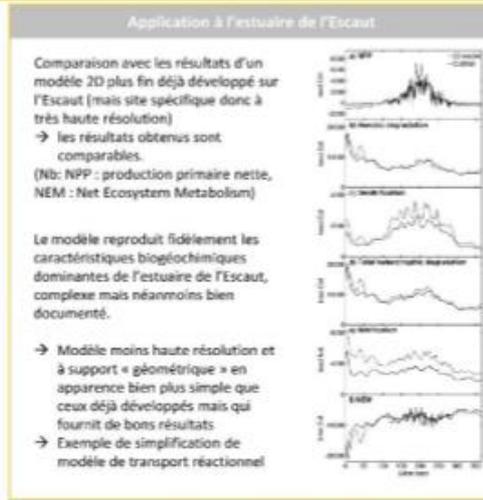
Outil mobilisé : modèle hydrodynamique bidimensionnel couplé à un modèle de transport réactionnel des éléments

Connaissances écologiques nécessaires : connaissance du réseau de réactions biogéochimiques du système étudié. Compétences en modélisation indispensables.

Localisation : Escaut (Belgique) **Echelle d'application :** estuaire



- Requis pour le C-GEM**
- Hydrodynamique (débits, amplitude tidale à l'embouchure, séries temporelles des niveaux d'eau)
 - Conservation de la masse des solutés (salinité)
 - Réactions biogéochimiques** (caractériser le réseau de réactions → groupes phytoplanctoniques, définition des réactions biogéochimiques et des coefficients stoechiométriques, processus benthiques-pélagiques), paramètres : littérature, conditions limites (apports fluviaux et limite aval), forçages externes (lumière, température, vent)
 - Matière particulaire en suspension** (concentrations)
- Paramétrage**
- 1- Construire la géométrie idéalisée de l'estuaire
 - 2- Paramétrer le module hydrodynamique
 - 3- Paramétrer le module de transport
 - 4- Paramétrer le module matières particulaires en suspension (SPM)
 - 5- Paramétrer le module biogéochimique
 - 6- Sensibilité test
- définition des conditions limites et validation de chaque module



Vidal C., Sarda S., Sverdrup H. M. G., Laroche G. B., Leguier P. 2014. C-GEM (v0.01) : a new, cost-efficient biogeochemical model for estuaries and its application to a funnel shaped system. Geoscientific Model Development, 7, 1273-1290.

Exemple : Réduction et dégradation des zones intertidales

Cas traité : anticiper les patrons de sédimentation pour mieux diriger l'inondation et favoriser certains développements de la végétation.

Fonctionnalités concernées : production primaire, régulation des flux hydro-sédimentaires

Processus concernés : colonisation végétale, accretion sédimentaire

Type d'habitat concerné : habitat sédimentaire intertidal type marais, vasière

Outil mobilisé : Simulation de l'hydrodynamique et des phénomènes de transport (outil Delft 3D software)

Connaissances écologiques nécessaires : Comprendre les liens entre écologie et morphologie des marais: processus hydromorphosédimentaires (hydropériode, hydrodynamisme), le rétrocontrôle de la végétation sur les sédiments, les liens entre élévation et végétation.

Localisation : Escaut (Belgique) **Echelle d'application :** locale

Module de flux

- Calcule des caractéristiques du flux (profondeur de l'eau, vitesses des flux et directions, caractéristiques des turbulences) dynamiquement dans le temps sur un maillage 3D de la zone étudiée.
- Travaille en résolvant des équations flux/sédiment
- Prend en compte explicitement l'influence 3D des structures rigides cylindriques des plantes dans l'hydrodynamisme (turbulences)

Données :

- Topographie (relevés altimétriques)
- Caractéristiques de la végétation : diamètre et nombre moyens des structures cylindriques des plantes / unité de surface et hauteur (la variation du diamètre et nombre moyen des structures végétales est défini en assignant un type de végétation à chaque cellule du maillage)
- Séries temporelles des niveaux d'eaux au niveau de l'ouverture du marais

Sorties du modèle : vitesses et direction des flux sur l'aire étudiée

Module de transport sédimentaire

- Calcule les concentrations en sédiments en suspension et les taux de sédimentation pour chaque pas de temps et chaque cellule du maillage, sur la base de l'équation tridimensionnelle d'advection-diffusion pour les sédiments en suspension.

Données :

- Séries temporelles des concentrations en sédiments en suspension présentes au niveau de l'ouverture du marais

Sorties du modèle : patrons spatiaux de sédimentation sur l'aire étudiée

Application de ces deux modèles sur un maillage orthogonal rectangulaire représentant l'aire d'étude

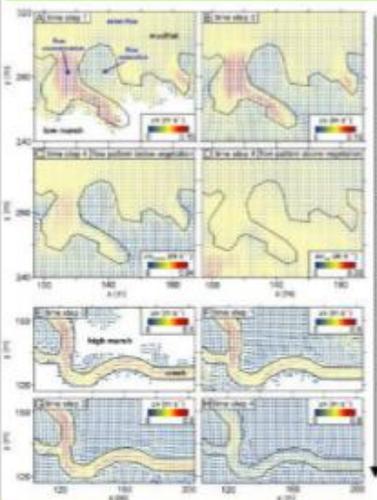


Figure : Simulation des directions et des vitesses des flux à la surface du marais pour différents pas de temps de la marée. A-D : détail pour la limite marais/vasière. A-B : vitesses du flux (uv) moyennées sur la profondeur à différents pas de temps. C-D : vitesses du flux au fond et en surface de la colonne d'eau. E-G : détail pour la plateforme du marais montrant les vitesses de flux (uv) moyennées sur la profondeur pour différents pas de temps.

Principaux résultats :

- Impact certain de la végétation, de la micro-topographie et des fluctuations de niveau d'eau sur les patrons de sédimentation lors de l'inondation.
- La couverture végétale est le facteur contrôlé clé du développement géomorphique à long terme des marais.
- Les zones où les vitesses de flux sont réduites piègent rapidement les sédiments.
- Les zones où les vitesses de flux sont accentuées (entre les zones végétalisées p.ex.) sédimentent moins ou s'érodent.

Feynhermer L., Bouma T. J., Govers G., Wang Z. B., De Vries M. B. & Herman P. M. J. 2005. Impact of vegetation on flow routing and sedimentation patterns: three-dimensional modeling for a tidal marsh. Journal of Geophysical Research, 110: F04024.

Outils mobilisables pour la restauration écologique en milieu estuarien (Capderrey, 2019)

Résumé / Fiche exemple / Diminutions / modifications des effectifs des espèces

Cas traité : prédiction de la qualité, de la connectivité et de la pérennité des habitats pour une espèce d'oiseau menacée (Rôle de Californie, *Rallus longirostris obsoletus*) dans un contexte de changement climatique.

Fonctionnalités concernées : Alimentation, repos, refuge, Production secondaire / Corridor, connectivité

Processus concernés : Dispersion / Compétition / Comportement

Type d'habitat concerné : habitat sédimentaire intertidal type marais, vaseux

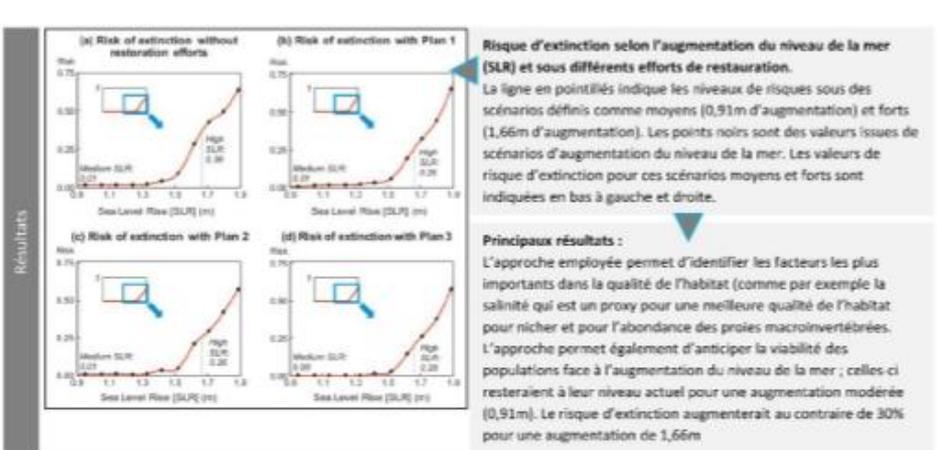
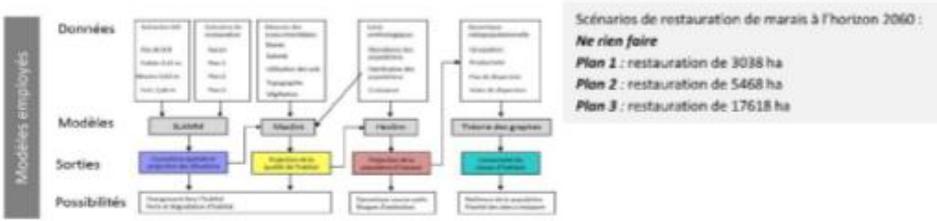
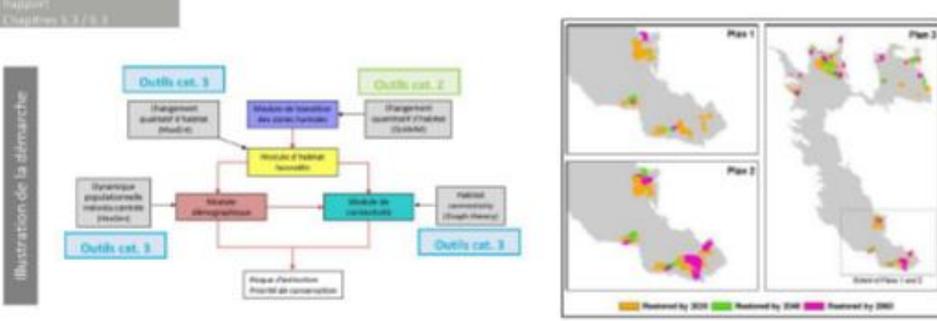
Outil mobilisé : couplage de 4 modules permettant l'évaluation quantitative des efforts de restauration à mener.

Connaissances écologiques nécessaires : cycle de vie de l'espèce, identifications des habitats d'alimentation, de repos et refuge, connectivité des habitats estuariens

Localisation : Baie de San Francisco (USA) **Echelle d'application :** estuaire

Cat. 3 + Cat. 2

Rapport : Chapitre 3, 2 / 6, 3



Zhang H. & Covatta S. M. 2014. Coupled impacts of sea-level rise and tidal marsh restoration on endangered California clapper rail. *Biological Conservation*, 172 : 89-100

Résumé / Fiche exemple / Déclin de la productivité de l'estuaire, diminution des effectifs d'espèces

Cas traité : simuler des gains de biomasse en réponse à la restauration de surfaces.

Fonctionnalités concernées : productivité (production secondaire)

Processus concernés : assimilation et transfert d'énergie dans les réseaux trophiques

Type d'habitat concerné : habitat sédimentaire intertidal type marais

Outil mobilisé : modèle trophique Ecopath et son module dynamique Ecosim

Connaissances écologiques nécessaires : bases du fonctionnement des réseaux trophiques et indices de leur structure

Localisation : Baie du Delaware (USA) **Echelle d'application :** estuaire

Rapport : Chapitre 1, 1

Données

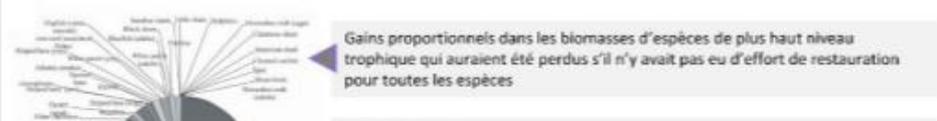
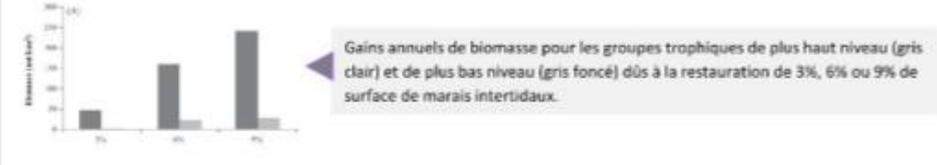
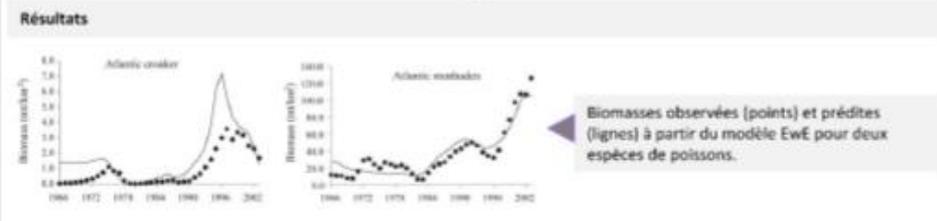
→ Description de l'écosystème de la baie : 47 pools de biomasse regroupant poissons, invertébrés, oiseaux, mammifère marin

→ Pour chaque pool de biomasse : estimation des stocks à partir de la littérature (voir fiche outil ECOPATH)

Simulations (Ecopath with Ecosim - EwE) (voir fiche outil ECOPATH)

Simulations effectuées sous un scénario « no restoration » pour estimer la productivité qui aurait été perdue s'il n'y avait pas eu la restauration (NB. il s'agit d'une analyse effectuée *a posteriori* d'une restauration).

Simulations effectuées en second temps pour des surfaces augmentées de 3%, 6% ou 9%



Principale conclusion :

En comparant à la situation actuelle, la restauration a permis d'augmenter la biomasse totale du système de 47,7 t.km⁻².an⁻¹

Cependant, les simulations montrent que la production du système en termes de biomasse, ne s'est pas distribuée de la même façon parmi l'ensemble des groupes trophiques concernés par la restauration des marais.

Fridø M. G., Miller T. J., Lauenroth S. J. & Martell S. J. D. 2012. Assessing biomass gains from marsh restoration in Delaware Bay using Ecopath with Ecosim. *Ecological Modelling*, 222 : 190-200.

Outil en ligne : exemple des 1ères réflexions

Type centre de ressource – bdd en ligne

