



LA MODÉLISATION DE
LA DISTRIBUTION SPATIALE
DES ESPÈCES ET DES
HABITATS BENTHIQUES MARINS
CONTRIBUTION À LA GESTION

Fernando Tempera,
P. Cugier, T. Bajjouk, M. Marzloff &
C. Bacher

Cartographie par télédétection

Pour les espèces marines ingénieures qui couvrent des étendues importantes reconnaissables par des moyens de télédétection

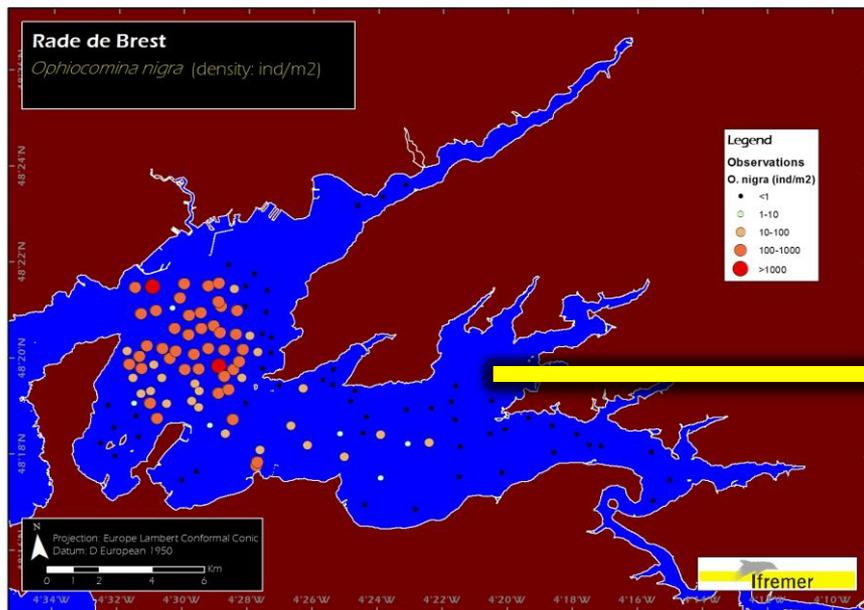




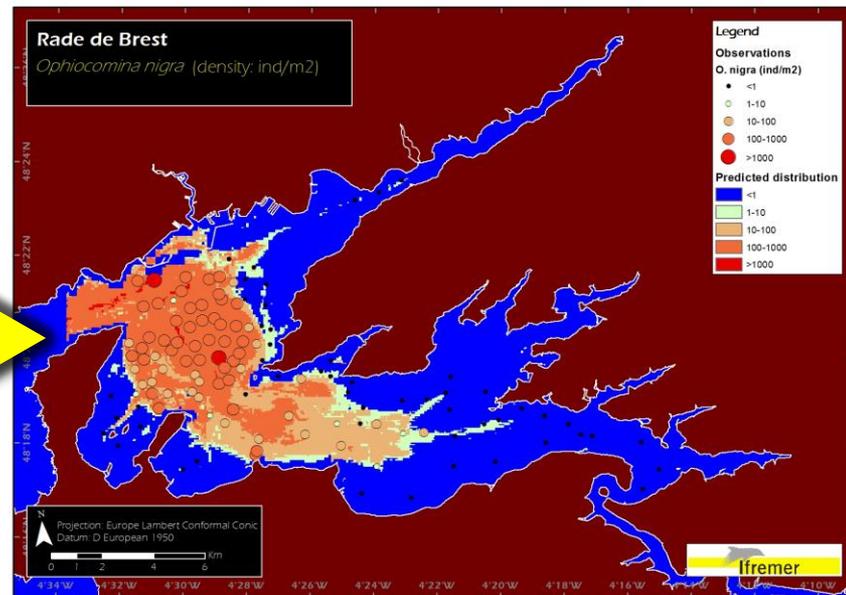
- Sous des eaux turbides
- Dans les zones profondes
- Avec des organismes \pm éparses qui n'ont pas de signature acoustique, optique ou topographique particulière



Connaissance de l'occurrence des espèces limitée à des points isolés

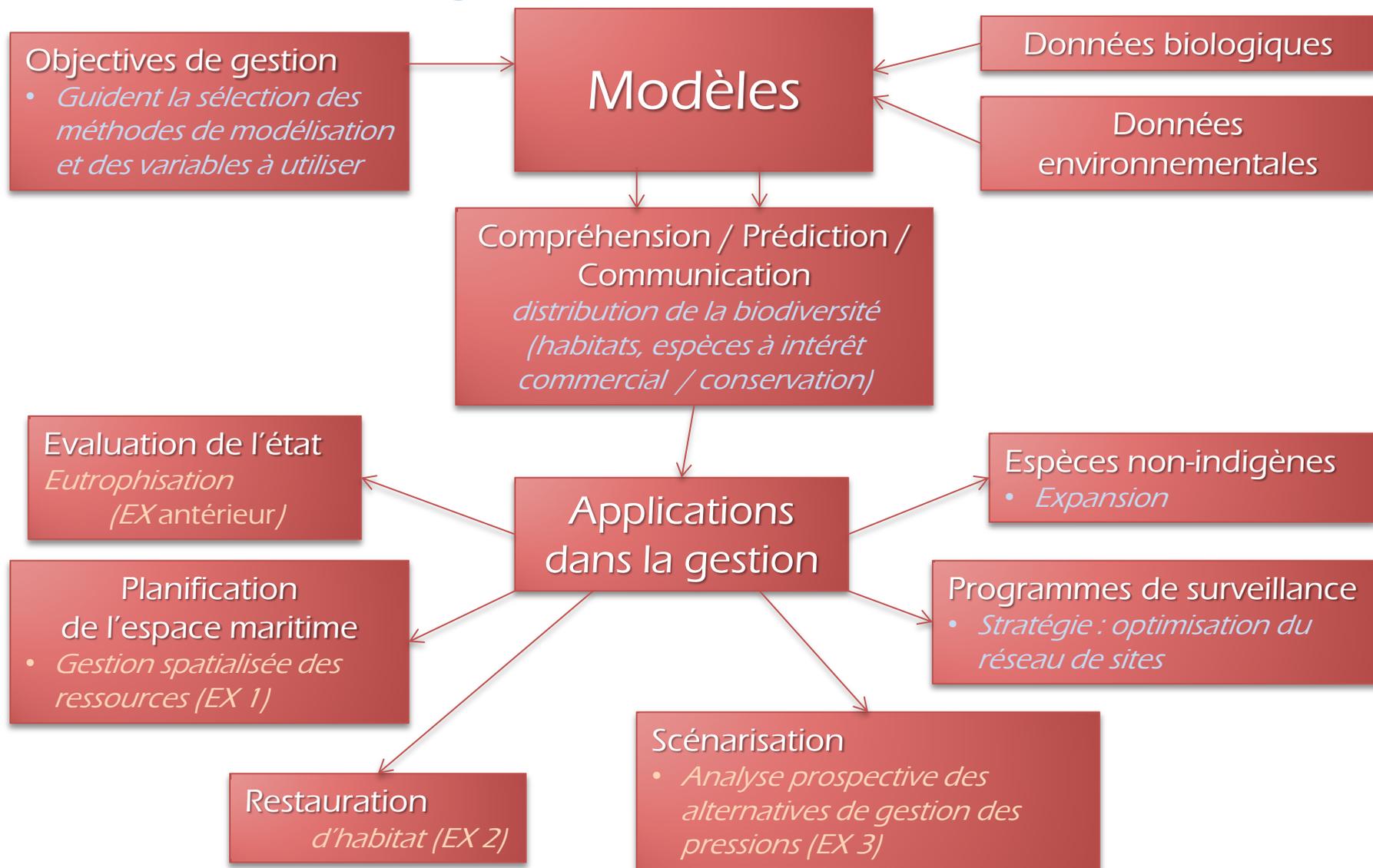


Mais dont on veut prédire la distribution de façon continue



⇒ Méthodes de modélisation

Liens entre modèles et gestion

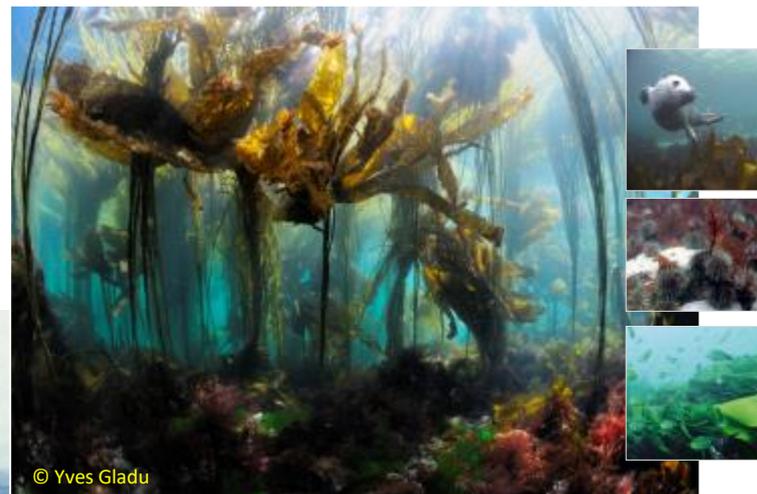


EXEMPLE 1: Gestion spatialisée d'espèces exploitées

Aide à la gestion de l'exploitation des laminaires de l'archipel de Molène (Bretagne)



40 bateaux goémoniers (PNMI) / 48 en France
Production annuelle : 50,000 - 60,000 tonnes



Manque de connaissance sur la distribution du stock

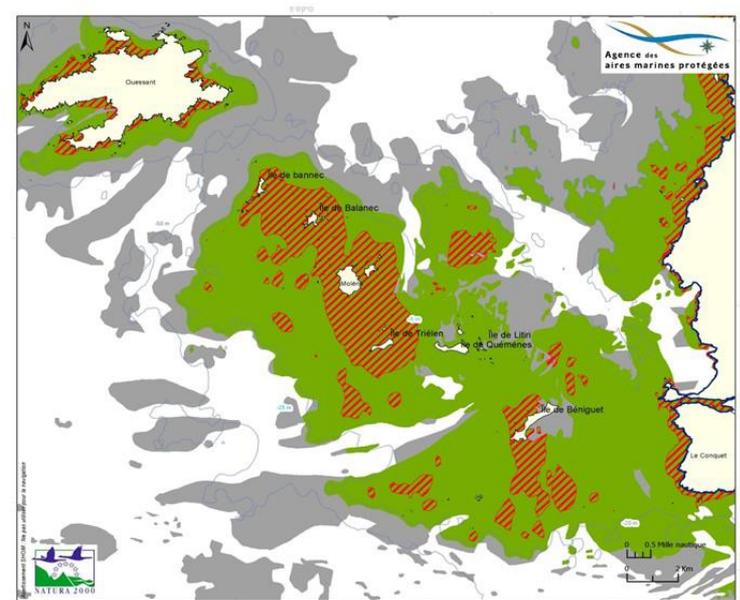
Laminaria digitata

Distribution en profondeur:
0 à 5 m



Laminaria hyperborea

Distribution en profondeur:
0 to 32 m

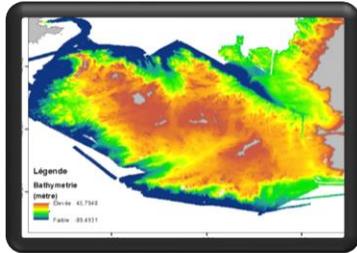


EXEMPLE 1: Gestion spatialisée d'espèces exploitées

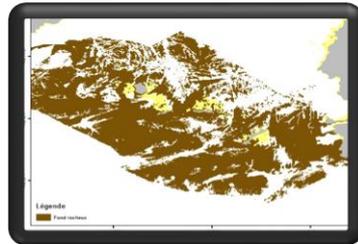
Compilation de variables à partir de différentes sources qui peuvent aider à mieux prédire le phénomène
Campagnes de télédétection acoustique

Modèles hydrodynamiques (MARS3D & ECOMARS3D)

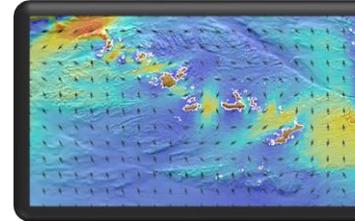
Bathymétrie



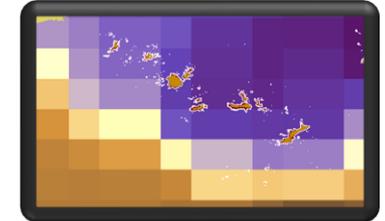
Nature du fond



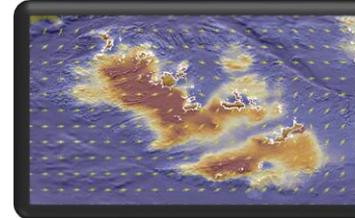
Exposition aux courants



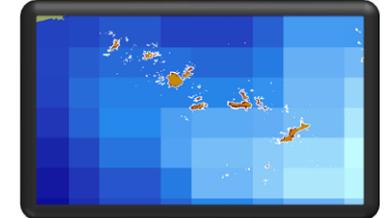
Oxygène



Exposition aux vagues

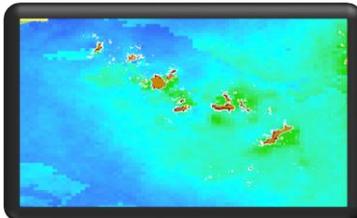


Salinité

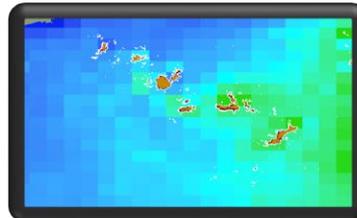


Images Satellite

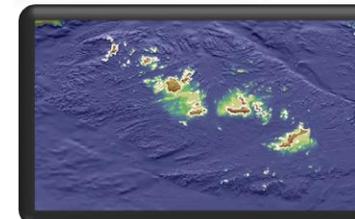
Atténuation de la lumière



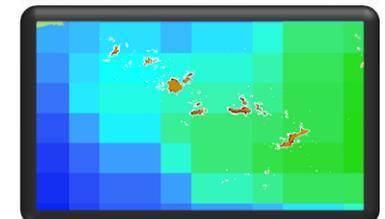
[Chlorophylle σ]



Taux d'immersion



[Chlorophylle σ]



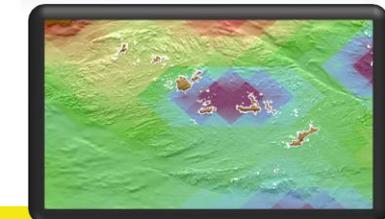
Turbidité



Matière en Suspension



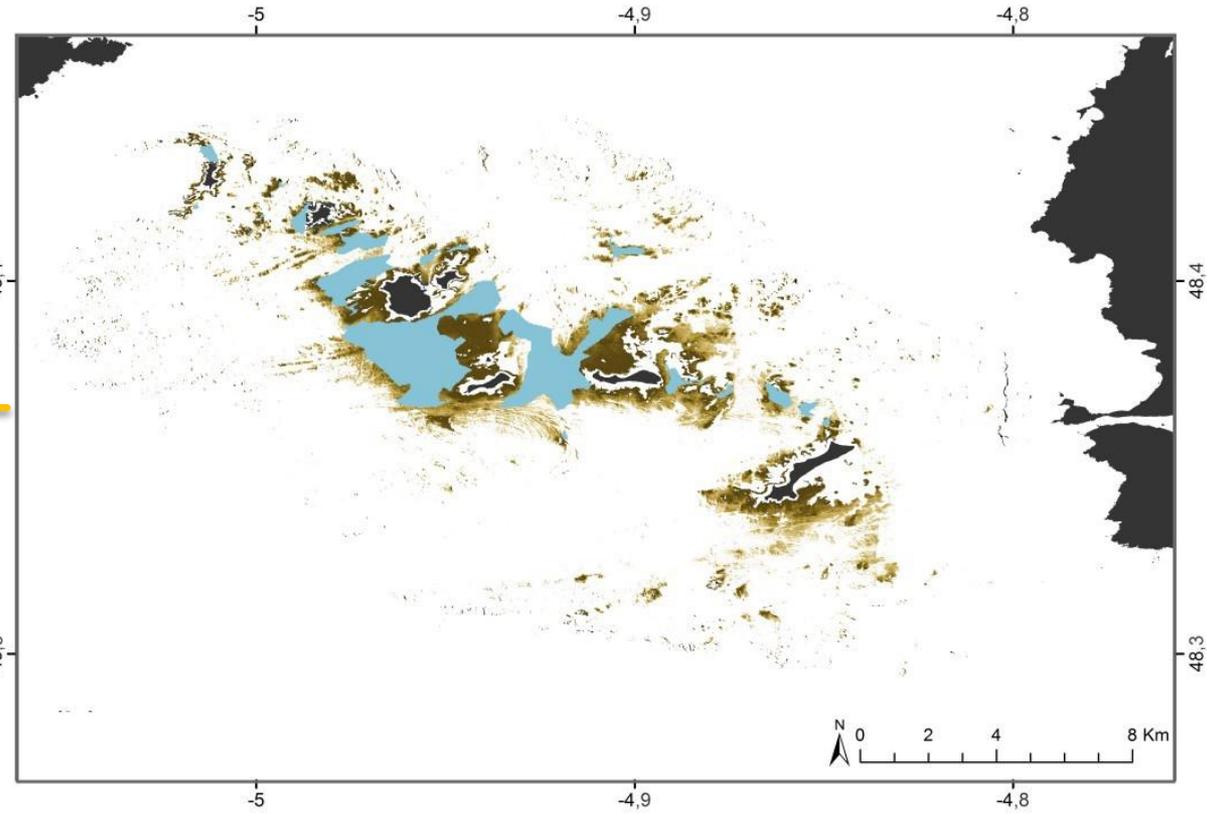
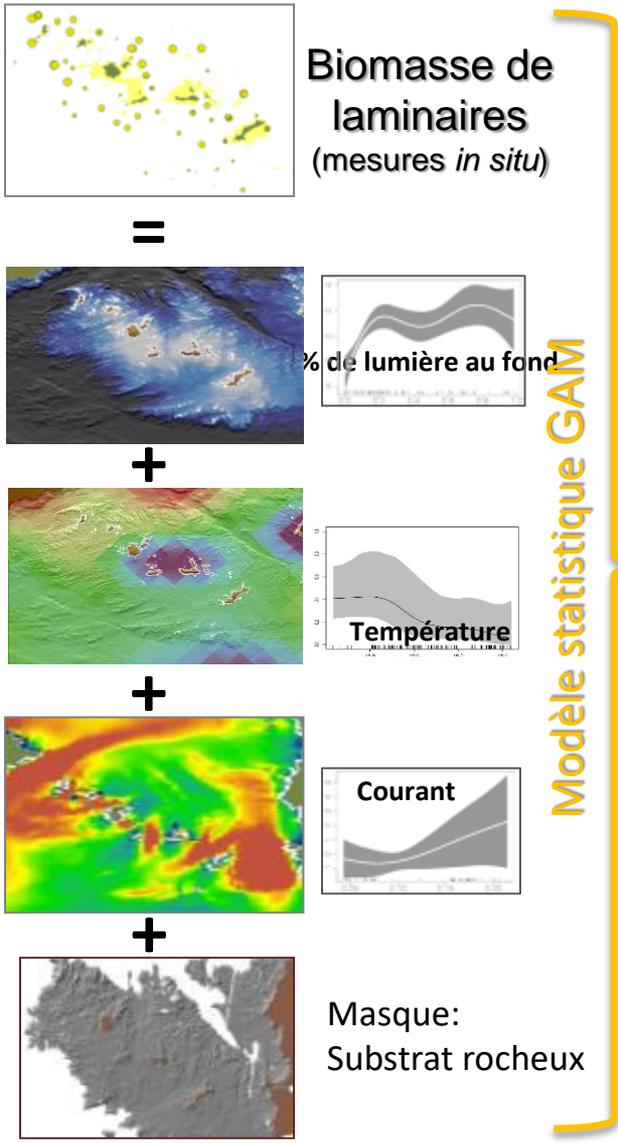
Température au fond



EXEMPLE 1: Gestion spatialisée d'espèces exploitées

Modèle statistique : *Biomasse de laminaires ~ f(% de lumière au fond, Température, Exposition au courant)*

Couplage du modèle statistique avec les cartes des paramètres => **Carte de distribution**



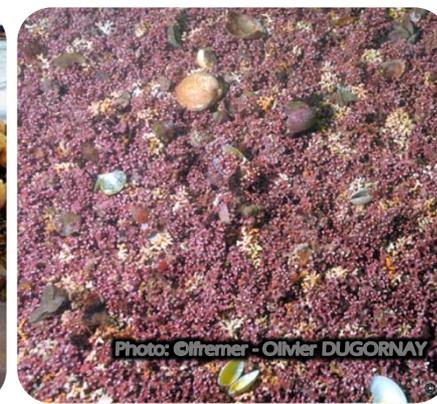
Bonne correspondance avec la zone d'exploitation indiquée par les données VMS

Modélisation statistique spatiale

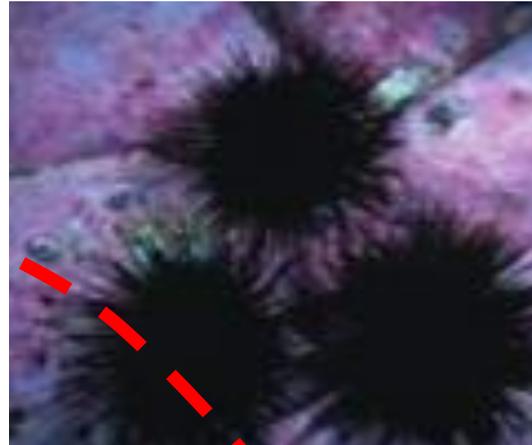
Appliquée et applicable aux:

- Habitats / Espèces prioritaires : herbiers, maërl, laminaires, hermelles, bancs de modioles, moulières naturelles, bancs de coraux profonds
- Espèces proliférantes : crépidules, ophiures, algues invasives

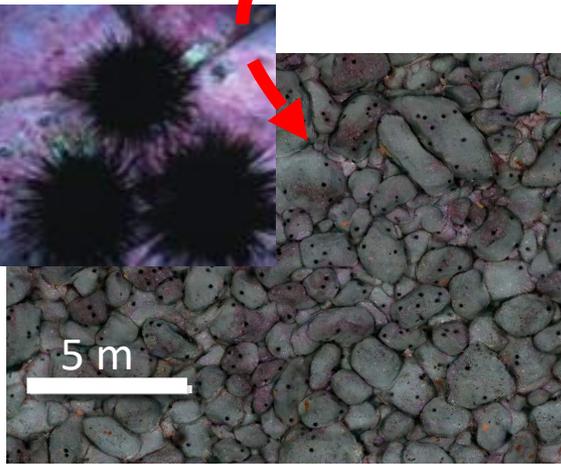
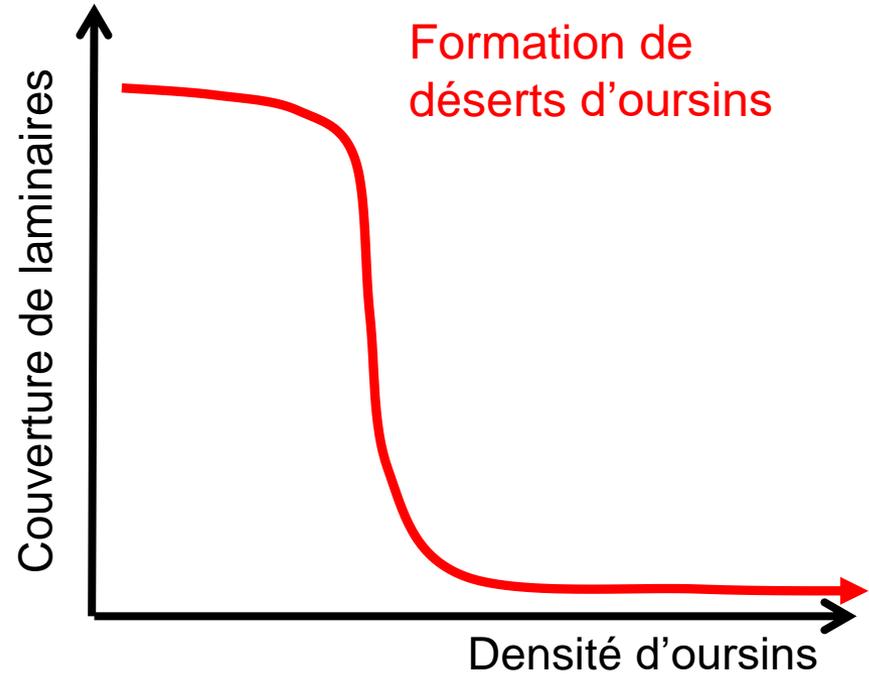
Thématique de recherche écologique qui a explosée au cours des 2 dernières décennies



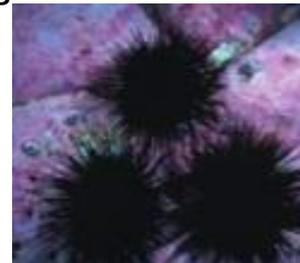
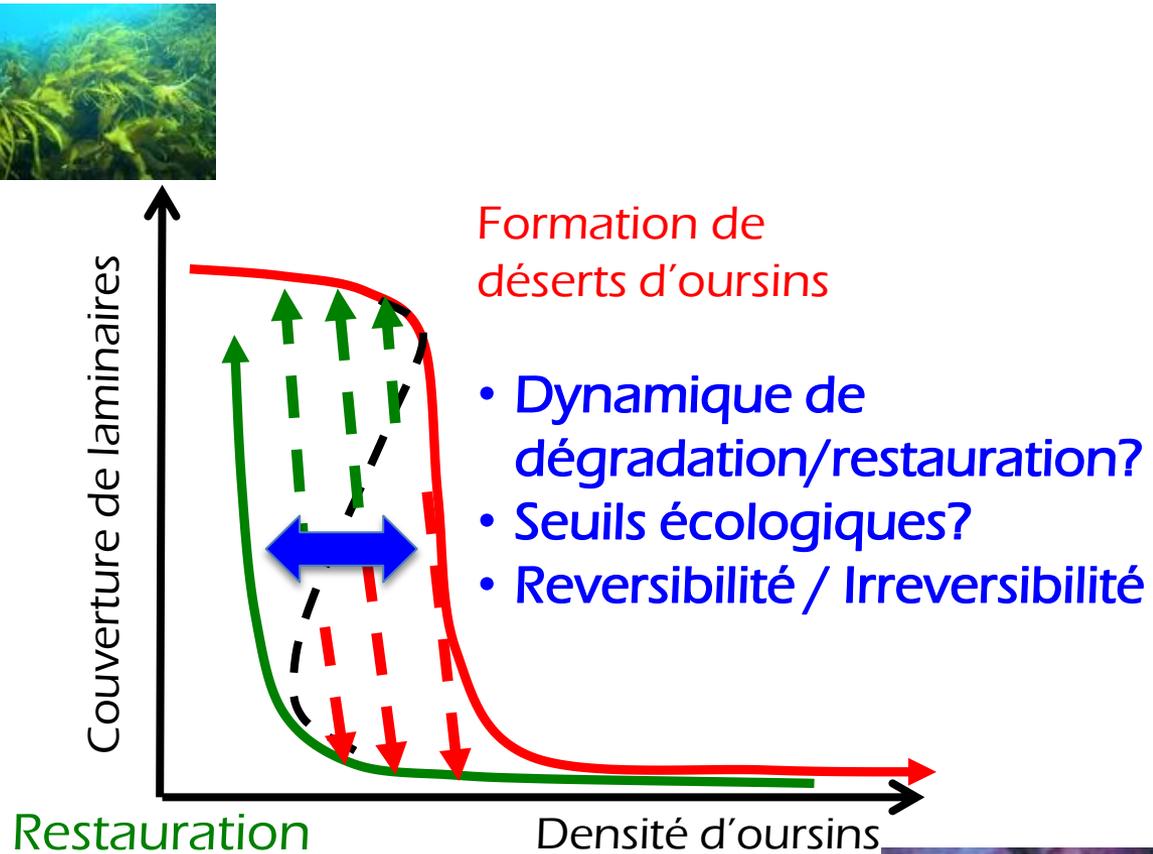
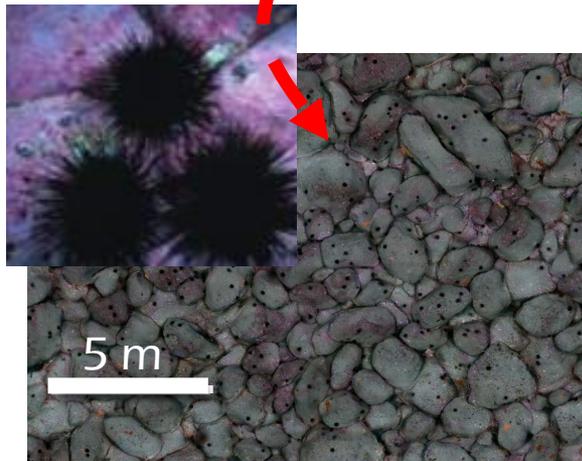
Dégradation des champs de laminaires (SE de l'Australie)



Dégradation des champs de laminaires (Australie SE)



Dégradation des champs de laminaires (Australie SE)



Modélisation de la dynamique des communautés associées aux laminaires

Effets de la pêche



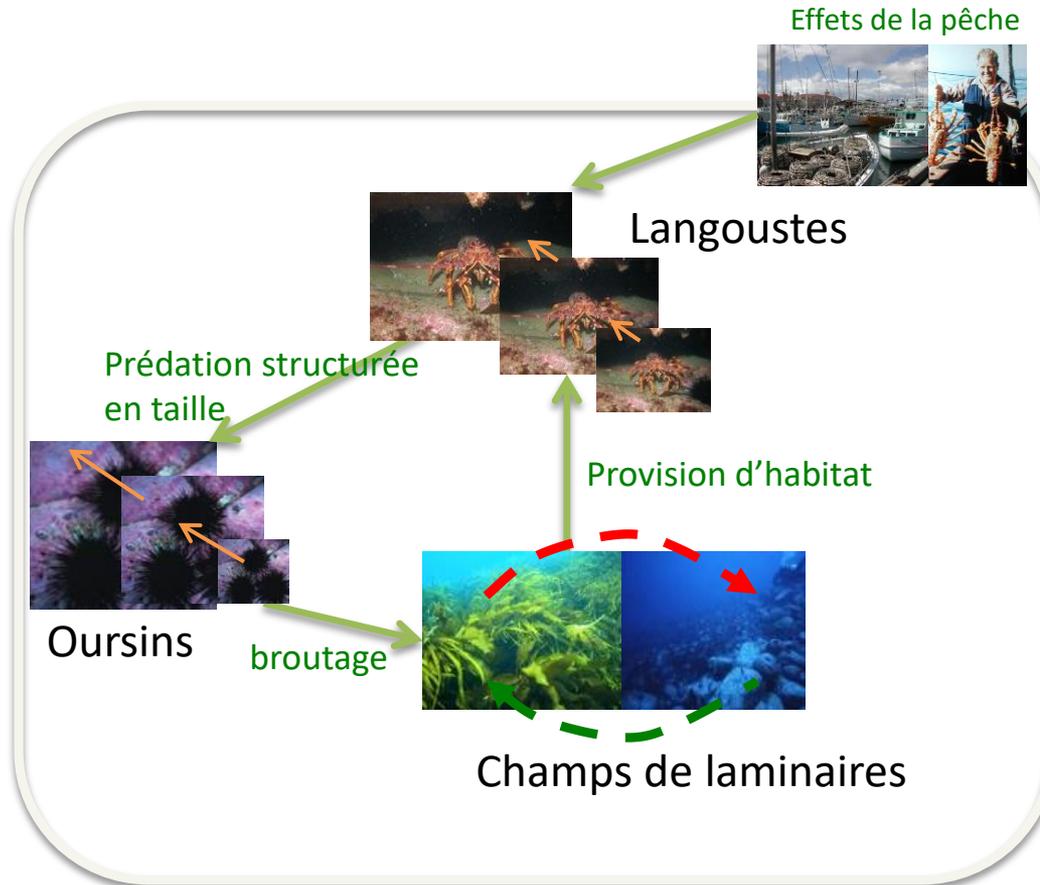
Paramétrisation

- Mécaniste (croissance, interactions...)
- Stochastique (recrutement)
- Structurée en taille (prédation)

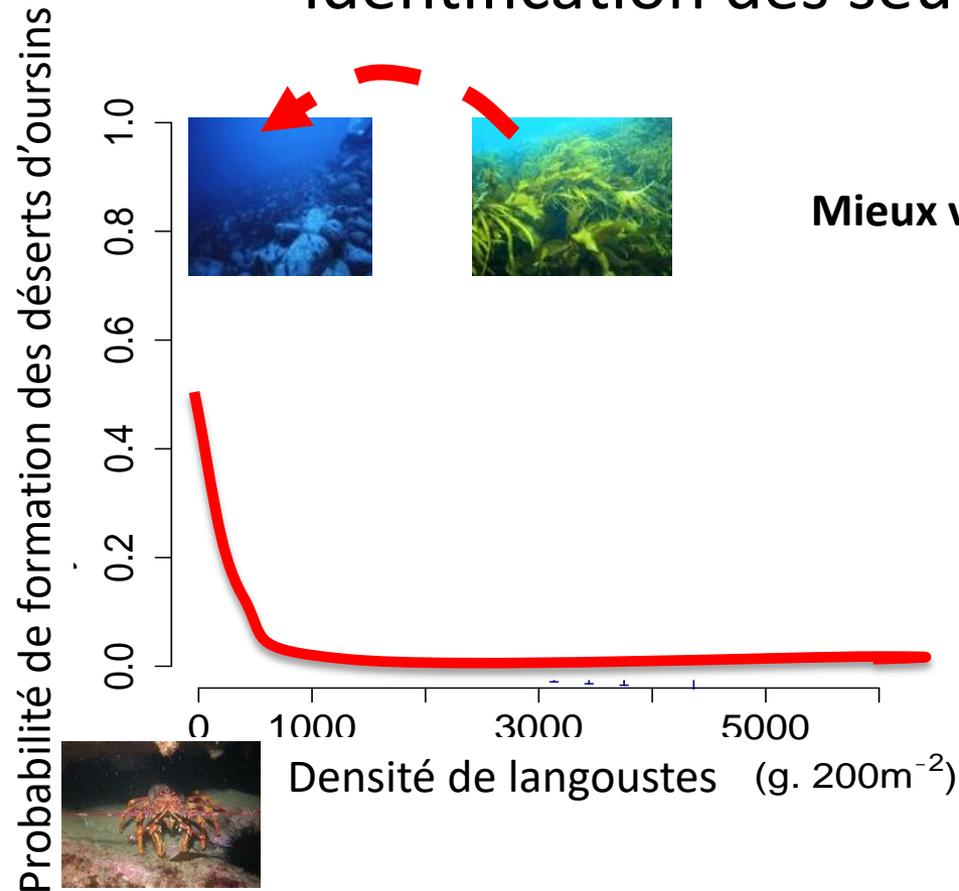
Basée sur >20 ans de données

10K simulations sur des périodes de 50 ans où à chaque fois on fait varier la pression de la pêche et les interactions (dans une gamme de valeurs plausibles)

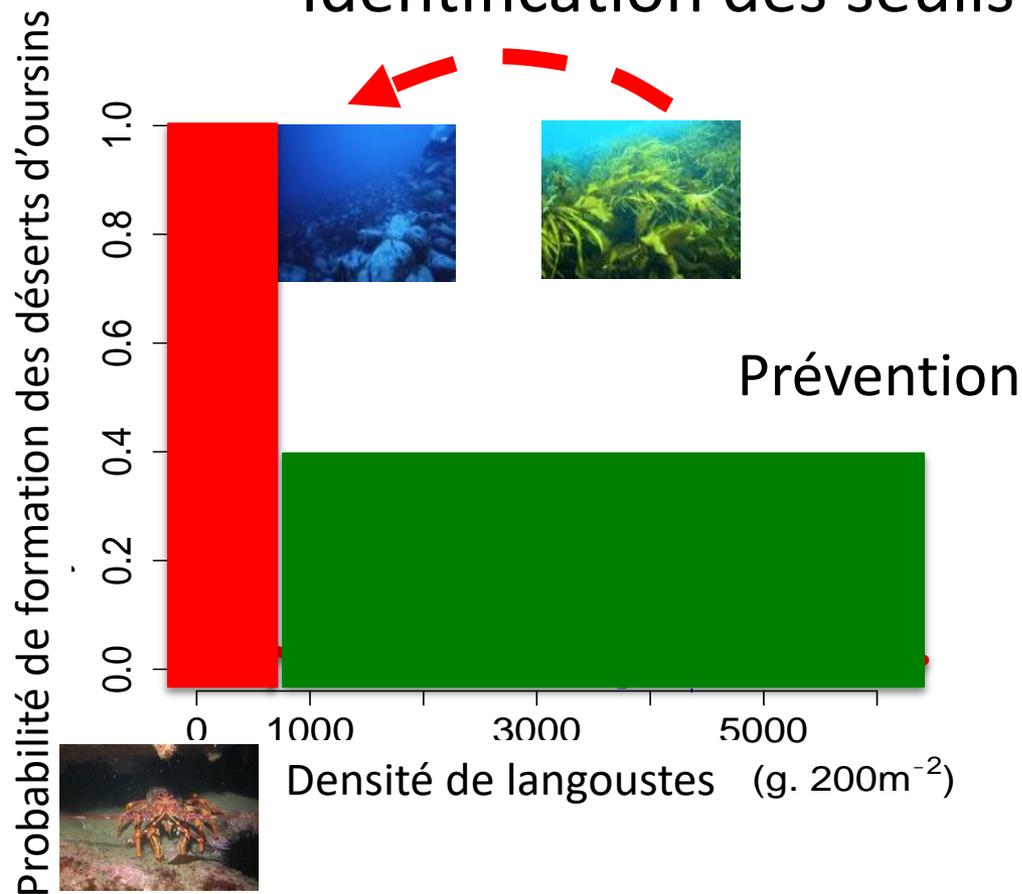
pour identifier les seuils écologiques (probabilité de formations des déserts d'oursins)



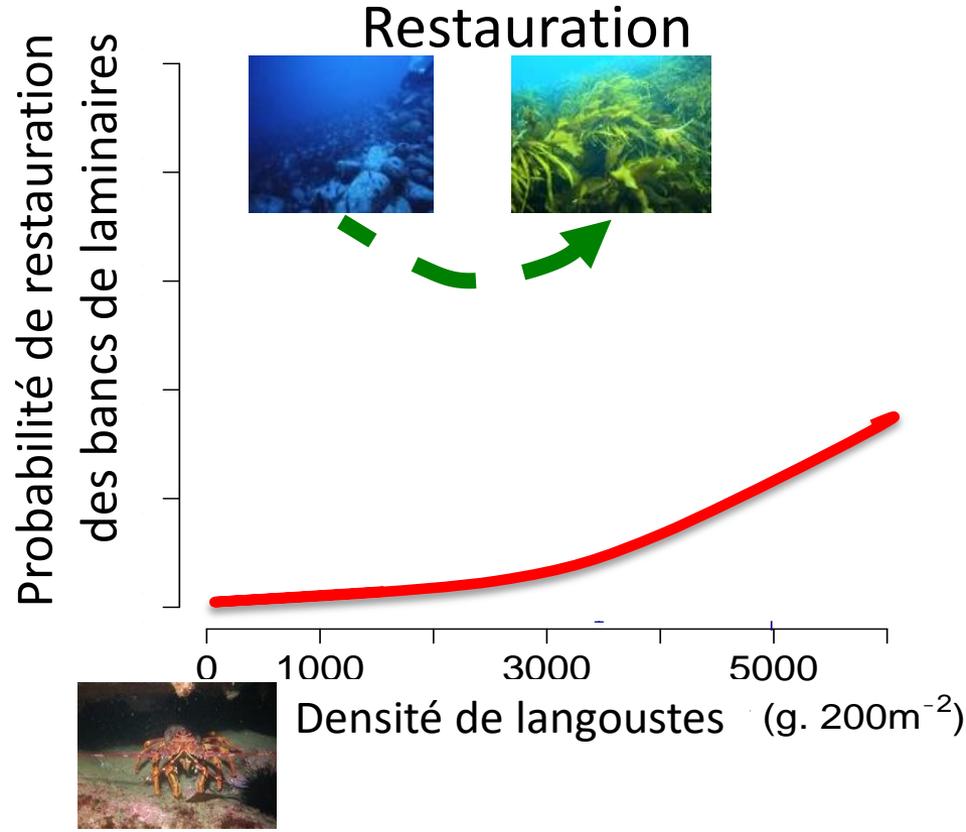
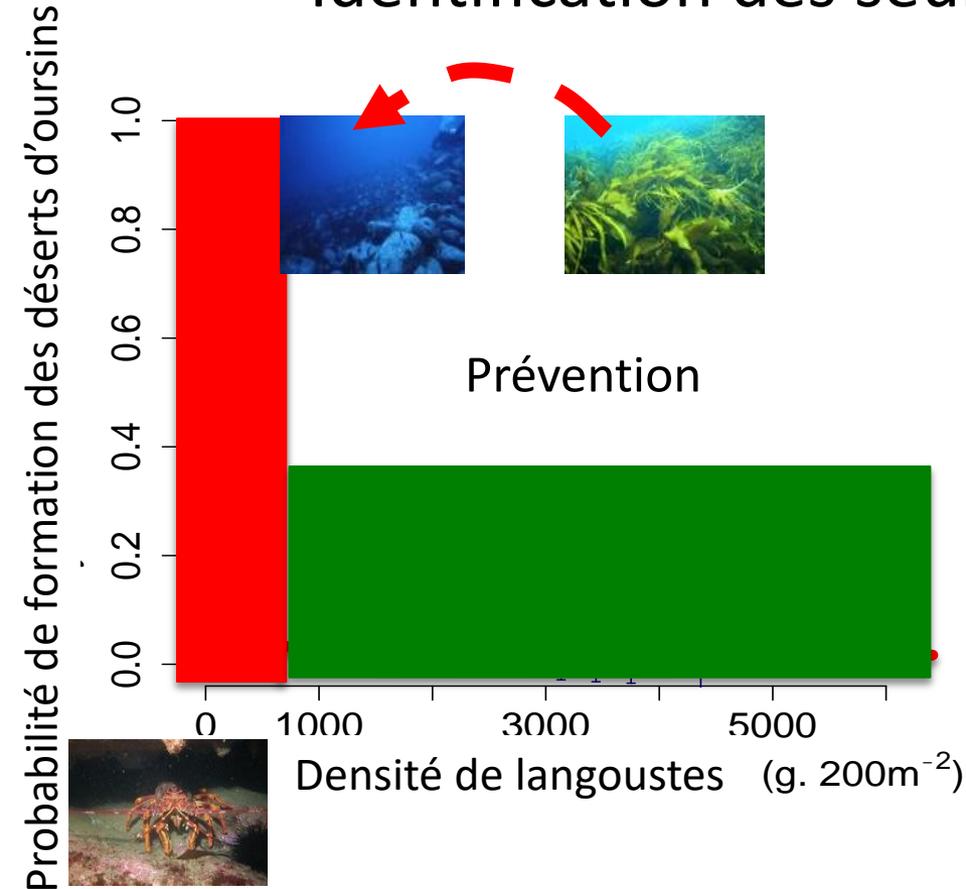
Identification des seuils en appui à la gestion



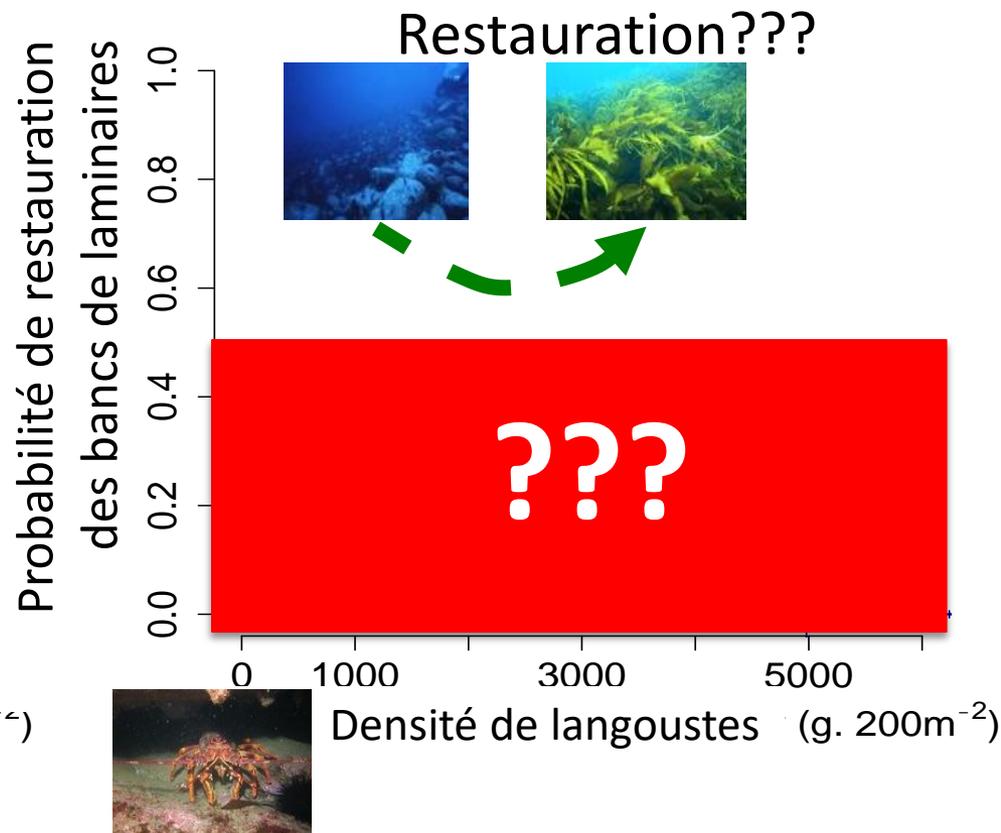
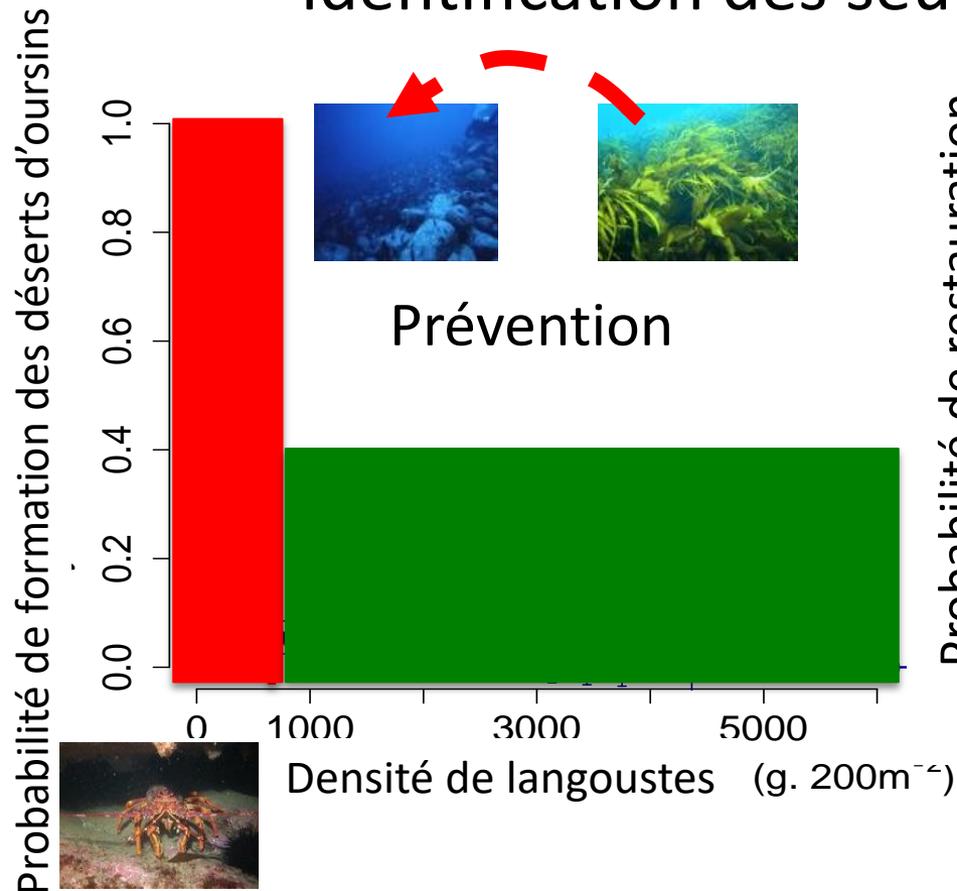
Identification des seuils en appui à la gestion



Identification des seuils en appui à la gestion



Identification des seuils en appui à la gestion

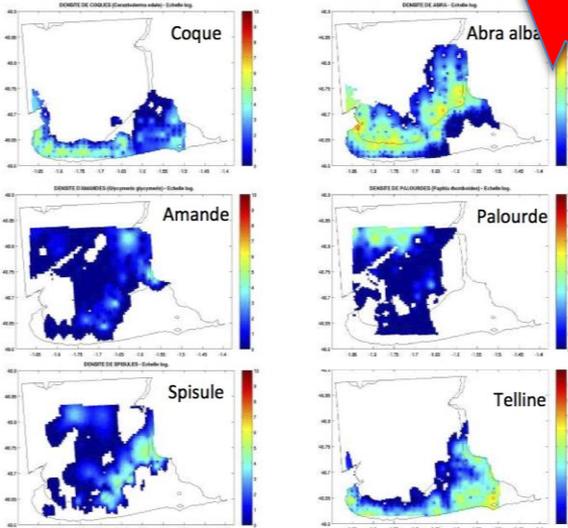


Depuis 2013

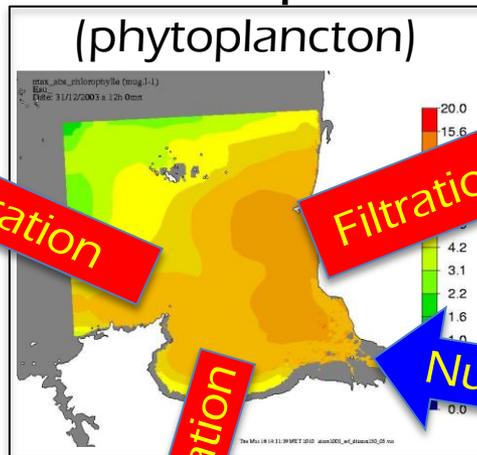
Gestion spatialisée de la pêcherie de langouste sur ces critères écosystémiques pour restaurer le stock et prévenir la formation des déserts d'oursins

Baie du Mont Saint Michel: Modèle comme outil de formalisation conceptuelle participative et simulation des mesures de gestion alternatives

Cartes de densité des filtreurs « sauvages »: bivalves, hermelles, lanices



Production primaire (phytoplancton)



Filtreur Invasif



crêpidule

Filtration

Filtration

Filtration

Nutriments

Apports des bassins versants: Sée, Sélune, Couesnon

Filtreurs cultivées (pratiques conchylicoles)



huitres



moules

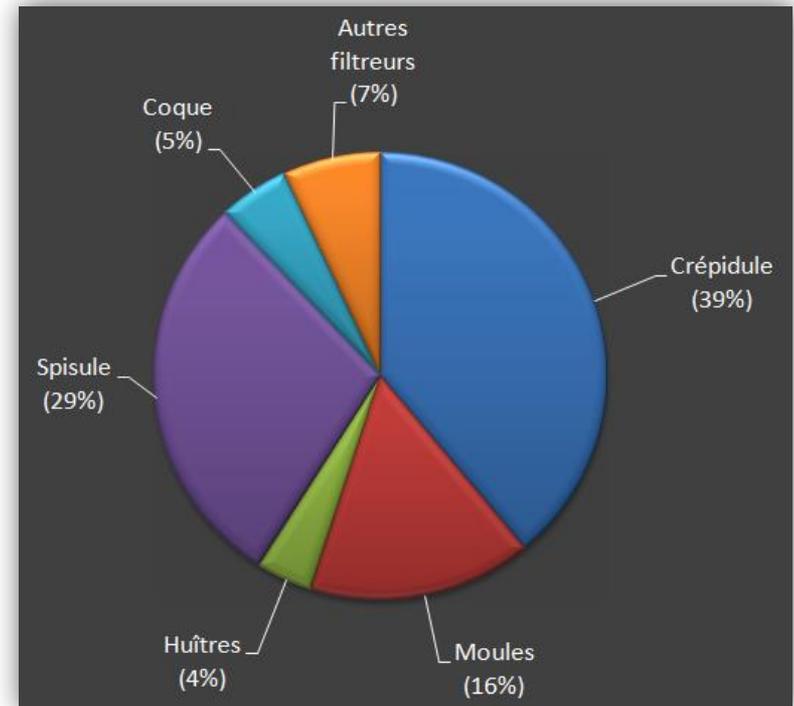
Démarche participative

(conchyliculteurs et pêcheurs, associations environnementales, Agence de l'eau, DDAM, DIREN, Conservatoire du Littoral,...)

Approche: Définition conjointe de scénarios d'évolution (n=30) de l'écosystème et de la ressource trophique; simulations de modifications de forçages environnementaux et anthropiques

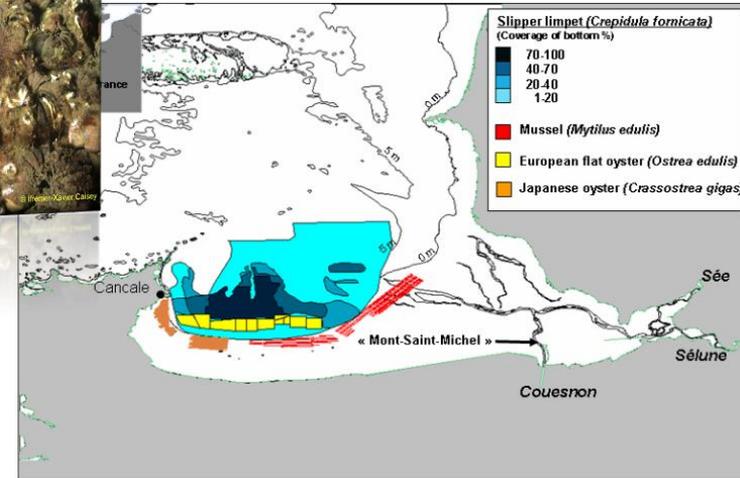
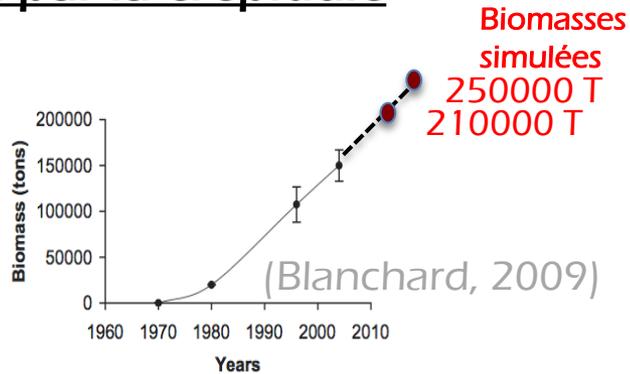
Objectifs:

- fournir des indicateurs sur le partage de la ressource trophique
- estimer l'impact sur la production conchylicole



Exemples de tendances écologiques et alternatives de gestion simulées

Invasion par la crépidule



Biomasses simulées en lignes avec le taux d'évolution de la crépidule observé dans les 5 années précédentes

Les bassins versants

Exemple : ↘ N 30% selon objectifs des SAGE

Les pratiques conchylicoles

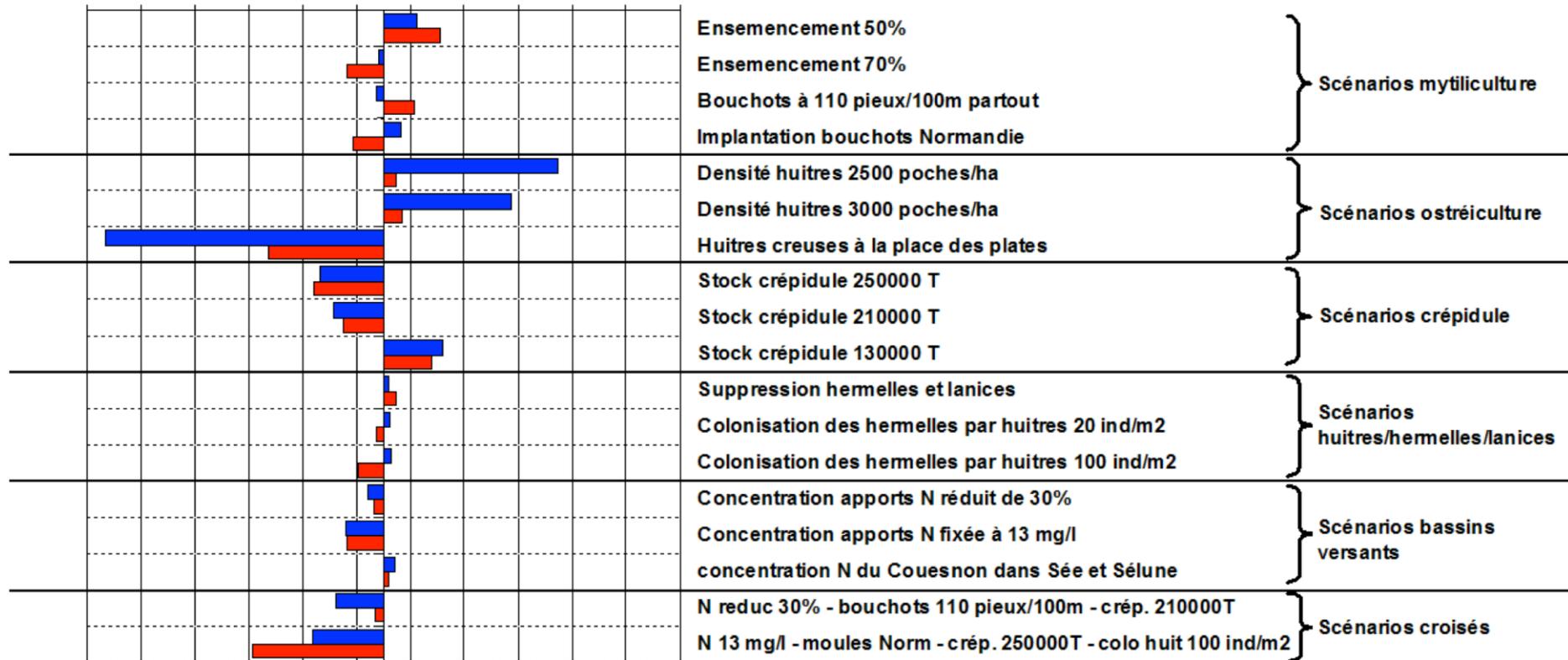
Exemple : ↗↘ des biomasses et/ou des surfaces en élevage

Impact de chaque scénario en termes de productivité conchylicole

filtreurs cultivés : % écart à la référence du poids final après 1 an de croissance

-55 -45 -35 -25 -15 -5 5 15 25 35 45 55

■ Huitres
■ Moules



- Éléments utiles pour les stratégies conchylicoles
- Hiérarchisation des facteurs d'évolution : ↗ crépidule >> ↘ apports BV
- Estimation des effets croisés

Questions de gestion - propulseur de recherche en modélisation écologique

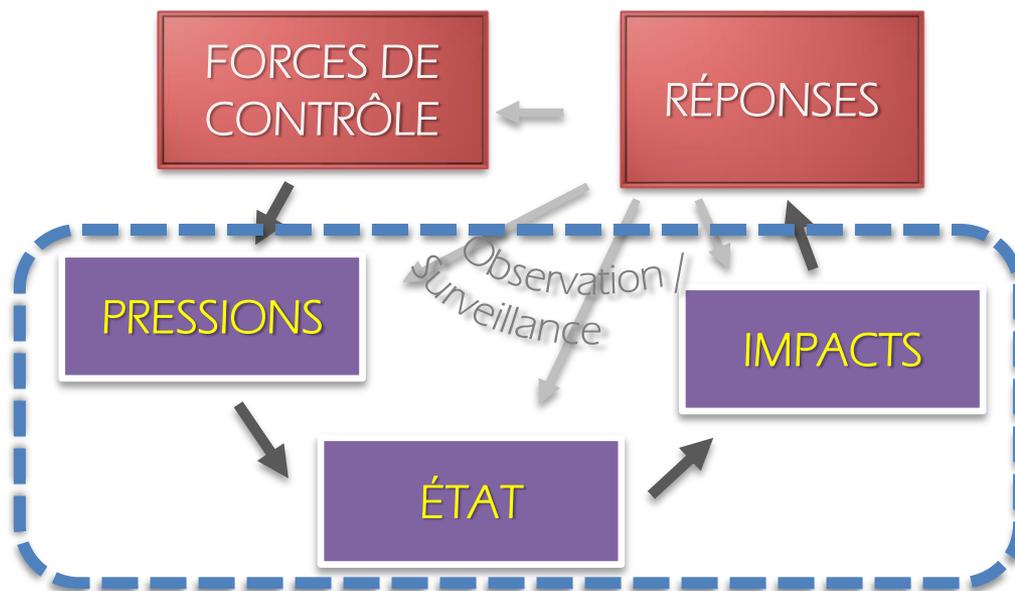
Modélisation développée pour affiner la gestion spatiale d'un stock sauvage

Modélisation développée pour identifier les seuils écologiques et les niveaux de pression permettant le maintien /restauration de l'état d'un habitat emblématique et des ressources associées

Modélisation au service d'une scénarisation participative de l'évolution d'un écosystème

1. Quels sont les avancées impulsés par la DCE par rapport au sujet traité?
 - Peu de modèles spatiaux concernant le benthos en sa diversité (statistiques, mécanistes)
 - Travaux faits hors DCE

DPSIR - le cadre des interactions société-environnement



Modélisation spatiale : propositions vu les difficultés rencontrées (Question 2)

Données

- Variables en lien potentiel avec des patrons biologiques: étendue spatiale et temporelle, diversité de paramètres environnementaux, distribution et intensité des pressions
- Observations biologiques : comblement de lacunes et biais (géographique, taxonomiques)

Accès / Application des modèles

- Packages et interfaces qui facilitent l'application des modèles (ex: package R « SDM select » d'ajustement intégré de plusieurs modèles statistiques et sélection; S. Rochette, IFREMER)
- Interopérabilité avec des plateformes de simulation océanographique et écologique (MARS3D, ECOMARS3D)

Modélisation spatiale : propositions (Question 2)

Formulation

- Formulation des liens pression-impacts et identification des processus pertinents
- Besoin de réflexion, validation et inter-calibration des indicateurs surfaciques
- Adaptation des sorties des modèles au calcul de ces indicateurs
- Définition des états de référence / seuils BEE / grilles de lecture pour évaluer l'état des espèces et habitats marins

Scénarisation

- Définition des conditions de projections réalistes et probables (changements environnementaux, pressions, programme de mesures de gestion)

Traçabilité / Vérifiabilité des modèles

- Mise-en-œuvre de fiches de référence (concernant l'ajustement, validation, paramétrisation, quantification des incertitudes, usages prescrits)

Remarques finales

Rarement les modèles sont directement disponibles sur étagère

Tout ça se construit en collaboration

Plusieurs modèles (indépendants , couplés) seront nécessaires pour:

✓ appréhender de façon plus robuste les effets des mesures de gestion potentielles et identifier les plus efficaces

✓ vous aider à prendre les meilleures décisions

MERCI DE VOTRE ATTENTION

QUESTIONS?