



CARTOGRAPHIE DES PAYSAGES MARINS POUR LA DIRECTIVE CADRE STRATÉGIE MILIEU MARIN ET LA PLANIFICATION DES ESPACES MARITIMES

Emilie Tew Kai, Mickaël Vasquez, Elodie Marchès, Alain Serpette, Valérie Cariou



2007



LA POLITIQUE MARITIME INTÉGRÉE (PMI)



a pour objectif

- De renforcer le développement durable
- De renforcer l'économie maritime
- De mieux protéger le milieu marin

2007



LA POLITIQUE MARITIME INTÉGRÉE (PMI)

Est construite en partie sur

L'approche écosystémique

Gestion intégrée et exhaustive des activités humaines, basée sur les meilleures connaissances scientifiques disponibles sur l'écosystème et sa dynamique afin de parvenir à une utilisation durable des ressources et services de l'écosystème ainsi qu'au maintien de l'intégrité de l'écosystème

2007

LA POLITIQUE MARITIME INTÉGRÉE (PMI)



Est construite en partie sur

L'approche écosystémique

Gestion intégrée et exhaustive des activités humaines, basée sur les meilleures connaissances scientifiques disponibles sur l'écosystème et sa dynamique afin de parvenir à une utilisation durable des ressources et services de l'écosystème ainsi qu'au maintien de l'intégrité de l'écosystème

La **viabilité écologique** est une condition *sine qua non* du développement de l'économie maritime

2007

LA POLITIQUE MARITIME INTÉGRÉE (PMI)

Est construite en partie sur

L'approche écosystémique

Gestion intégrée et exhaustive des activités humaines, basée sur les meilleures connaissances scientifiques disponibles sur l'écosystème et sa dynamique afin de parvenir à une utilisation durable des ressources et services de l'écosystème ainsi qu'au maintien de l'intégrité de l'écosystème

La **viabilité écologique** est une condition *sine qua non* du développement de l'économie maritime

2008

DIRECTIVE CADRE STRATÉGIE MILIEU MARIN (DCSMM): PILIER ENVIRONNEMENTAL DE LA PMI

Permet de garantir que la pression collective résultant des activités humaines soit maintenue à des niveaux compatibles avec la réalisation du bon état écologique des eaux marines et littorales

2007

LA POLITIQUE MARITIME INTÉGRÉE (PMI)

Est construite en partie sur

L'approche écosystémique

Gestion intégrée et exhaustive des activités humaines, basée sur les meilleures connaissances scientifiques disponibles sur l'écosystème et sa dynamique afin de parvenir à une utilisation durable des ressources et services de l'écosystème ainsi qu'au maintien de l'intégrité de l'écosystème

La **viabilité écologique** est une condition *sine qua non* du développement de l'économie maritime

2008

DIRECTIVE CADRE STRATÉGIE MILIEU MARIN (DCSMM):
PILIER ENVIRONNEMENTAL DE LA PMI

2014

DIRECTIVE CADRE PLANIFICATION DES ESPACES MARITIMES:
Outil pour rendre opérationnelle l'approche écosystémique

LES OBJECTIFS: UTILISATION DURABLE DU MILIEU MARIN

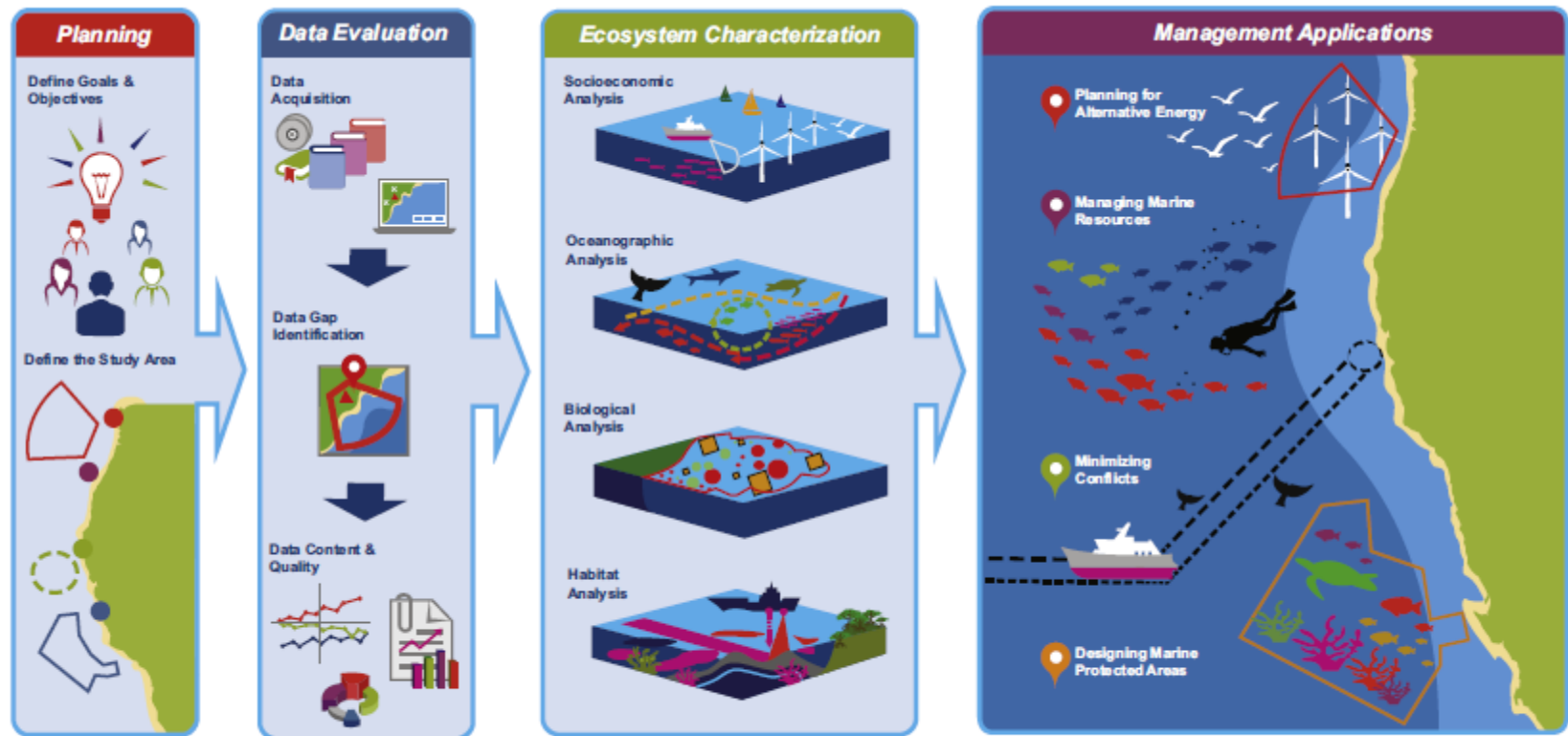


Fig. 1. NOAA's Biogeographic Assessment Framework (BAF) to support marine spatial planning. A logical sequence of steps in information synthesis: Step 1: talking with managers to determine priorities; Step 2: assessing the data and identifying data gaps; Step 3: characterizing the ecosystem patterns and processes including human activities across the area of interest; and Step 4: working with managers to support specific management applications.

C. Caldow et al. / Marine Policy 51 (2015) 423–432

LES OBJECTIFS: UTILISATION DURABLE DU MILIEU MARIN

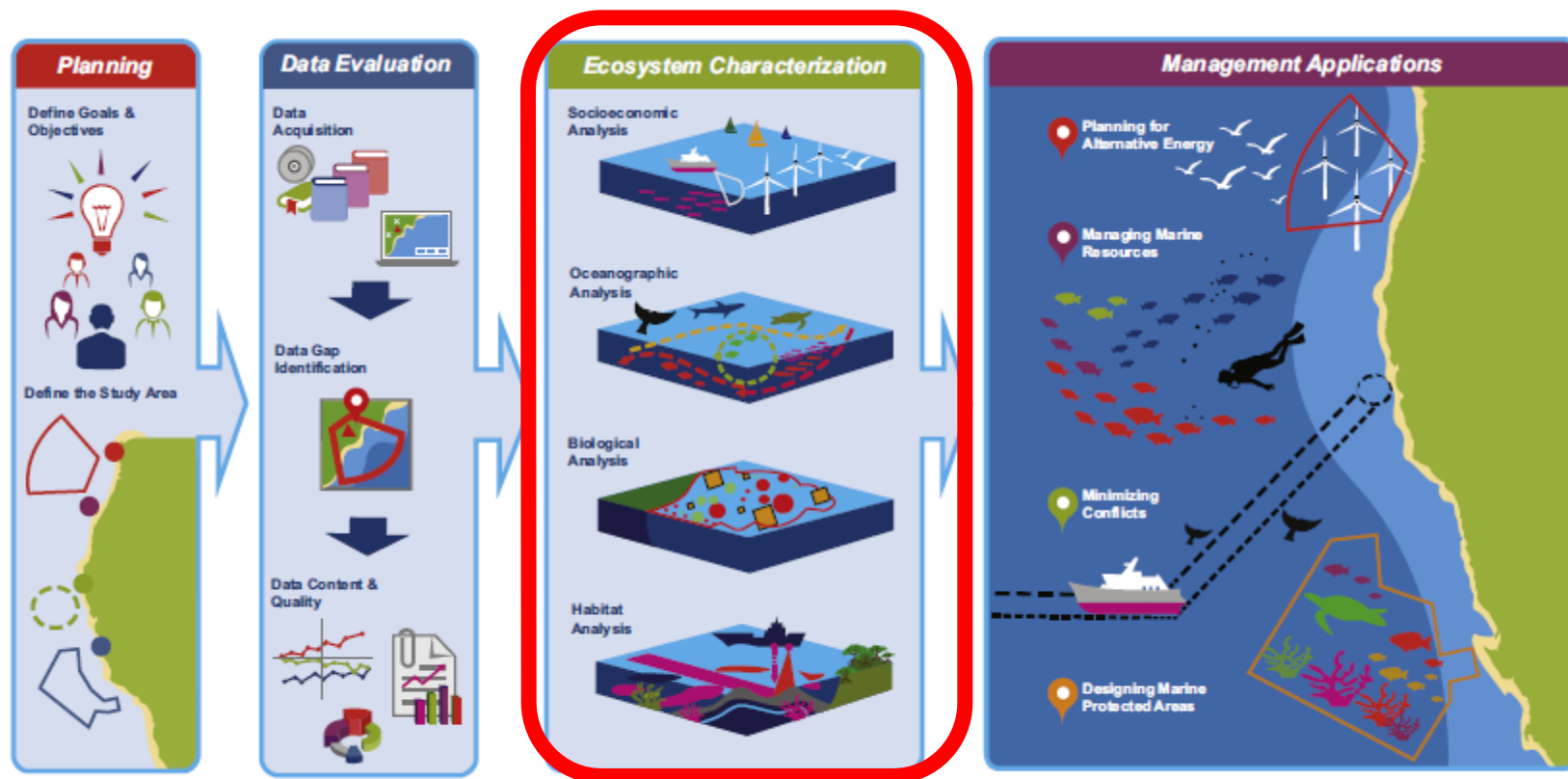


Fig. 1. NOAA's Biogeographic Assessment Framework (BAF) to support marine spatial planning. A logical sequence of steps in information synthesis: Step 1: talking with managers to determine priorities; Step 2: assessing the data and identifying data gaps; Step 3: characterizing the ecosystem patterns and processes including human activities across the area of interest; and Step 4: working with managers to support specific management applications.

C. Caldow et al. / Marine Policy 51 (2015) 423–432

ECO-COMPLEXE

Assemblage spatialisé d'écosystèmes partageant une histoire écologique et humaine commune.



ECO-COMPLEXE

Assemblage spatialisé d'écosystèmes partageant une histoire écologique et humaine commune.



OBJECTIF

Réaliser ou maintenir le Bon Etat Ecologique (BEE) du milieu marin au plus tard en 2020

ECO-COMPLEXE

Assemblage spatialisé d'écosystèmes partageant une histoire écologique et humaine commune.



OBJECTIF

Réaliser ou maintenir le Bon Etat Ecologique (BEE) du milieu marin au plus tard en 2020

Le **bon état écologique** correspond à un bon fonctionnement des écosystèmes (aux niveaux biologique, physique, chimique et sanitaire) permettant un **usage durable** du milieu marin.

ECO-COMPLEXE

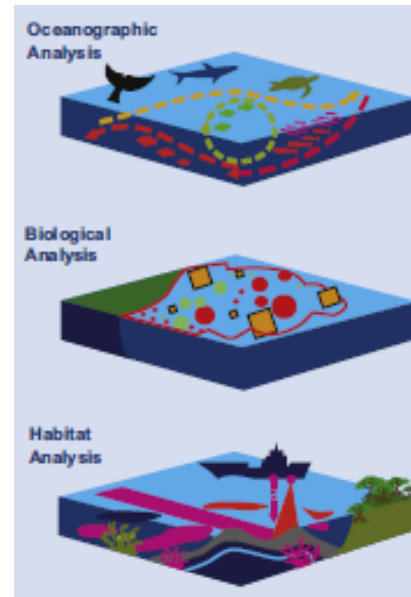
Assemblage spatialisé d'écosystèmes partageant une histoire écologique et humaine commune.



OBJECTIF

Réaliser ou maintenir le Bon Etat Ecologique (BEE) du milieu marin au plus tard en 2020

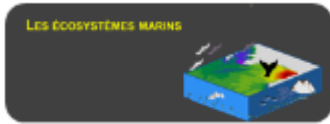
Caractérisation du BEE



Biotope

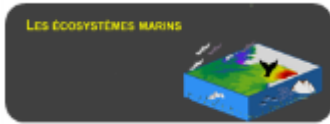
Biocénose

Habitat: biotope
+biocénose



Directive 2008/56/CE (DCSMM) / Décision 2010/477/UE

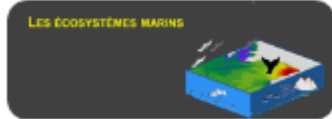
- Le terme «**habitat**» englobe à la fois les **caractéristiques abiotiques** et **la communauté biologique associée**, ces deux éléments étant à considérer conjointement au sens du terme «biotope».



Directive 2008/56/CE (DCSMM) / Décision 2010/477/UE

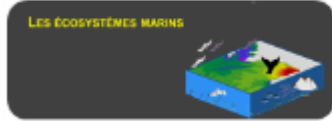
- Le terme «**habitat**» englobe à la fois les **caractéristiques abiotiques** et **la communauté biologique associée**, ces deux éléments étant à considérer conjointement au sens du terme «biotope».
- [...] se réfèrent également à un certain nombre de **complexes d'habitats** [...]

PAYSAGES MARINS (Seascapes)



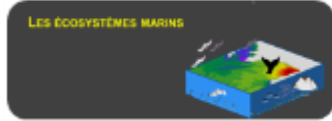
- I. L'ECO-complexe peut être décrit sous la forme de paysages marins dynamiques et spatialement hétérogènes (*Dunsmore et al., 2009*)

PAYSAGES MARINS (Seascapes)



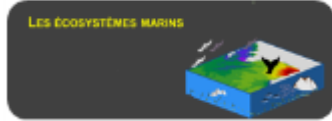
1. L'ECO-complexe peut être décrit sous la forme de paysages marins dynamiques et spatialement hétérogènes (*Dunsmore et al., 2009*)
2. Les paysages marins constituent une mosaïque d'habitats pertinente pour traiter les enjeux de biodiversité et de conservation des espèces, ainsi que la gestion durable de la ressource marine.

PAYSAGES MARINS (Seascapes)

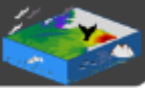


1. L'ECO-complexe peut être décrit sous la forme de paysages marins dynamiques et spatialement hétérogènes (*Dunsmore et al., 2009*)
2. Les paysages marins constituent une mosaïque d'habitats pertinente pour traiter les enjeux de biodiversité et de conservation des espèces, ainsi que la gestion durable de la ressource marine.
3.  Un paysage marin n'est pas uniquement une cartographie des habitats marins. Il inclut la composante anthropique (sociale-économique).

PAYSAGES MARINS (Seascapes)

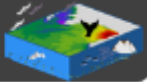


1. L'ECO-complexe peut être décrit sous la forme de paysages marins dynamiques et spatialement hétérogènes (*Dunsmore et al., 2009*)
2. Les paysages marins constituent une mosaïque d'habitats pertinente pour traiter les enjeux de biodiversité et de conservation des espèces, ainsi que la gestion durable de la ressource marine.
3.  Un paysage marin n'est pas uniquement une cartographie des habitats marins. Il inclut la composante anthropique (sociale-économique).
4. Les paysages marins constituent des zones multi-usagers, définis de manière écologique et stratégique (*Atkinson et al., 2011*)



PAYSAGES MARINS (Seascapes)

1. L'ECO-complexe peut être décrit sous la forme de paysages marins dynamiques et spatialement hétérogènes (*Dunsmore et al., 2009*).
2. Les paysages marins constituent une mosaïque d'habitats pertinente pour traiter les enjeux de biodiversité et de conservation des espèces, ainsi que la gestion durable de la ressource marine.
3.  Un paysage marin n'est pas uniquement une cartographie des habitats marins. Il inclut la composante anthropique (sociale-économique).
4. Les paysages marins constituent des zones multi-usagers, définis de manière écologique et stratégique (*Atkinson et al., 2011*).
5. Les paysages marins peuvent être déterminés spécifiquement par des facteurs géophysiques et océanographiques majeurs dans les cas où les données relatives à la biocénose ne sont pas disponibles, lorsqu'il y a des raisons de croire que ces facteurs permettent de distinguer les types d'habitats et de communautés.

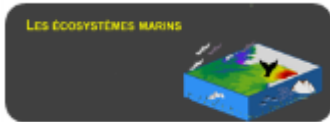


COMMENT CONSTRUIRE DES PAYSAGES MARINS ÉCOLOGIQUES (IE. SANS LA DIMENSION HUMAINE) À L'ÉCHELLE RÉGIONALE EN SOUTIEN À LA GESTION DURABLE DE LA RESSOURCE?

- Domaine de référence
- Caractérisation de l'environnement

DOMAINE DE RÉFÉRENCE & APPROCHE MULTI-ÉCHELLE

DCSMM: UNE GESTION ADAPTATIVE ET SPATIALISÉE

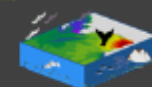


- ESPACE DE RÉFÉRENCE : Etendue du territoire à considérer pour l'évaluation

DOMAINE DE RÉFÉRENCE & APPROCHE MULTI-ÉCHELLE

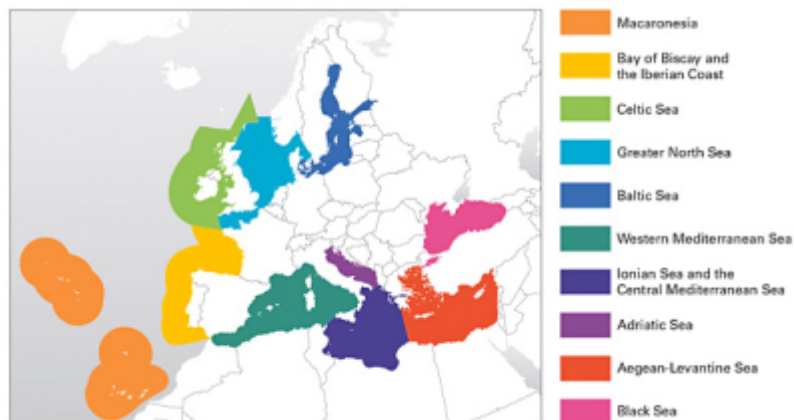
DCSMM: UNE GESTION ADAPTATIVE ET SPATIALISÉE

LES ÉCOSYSTÈMES MARINS



- ESPACE DE RÉFÉRENCE : Etendue du territoire à considérer pour l'évaluation

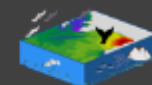
APPROCHE BIOGÉOGRAPHIQUE EUROPÉENNE



DOMAINE DE RÉFÉRENCE & APPROCHE MULTI-ÉCHELLE

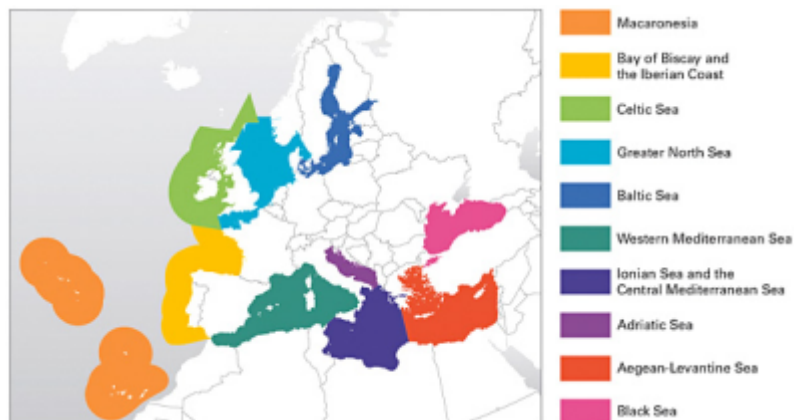
DCSMM: UNE GESTION ADAPTATIVE ET SPATIALISÉE

LES ÉCOSYSTÈMES MARINS

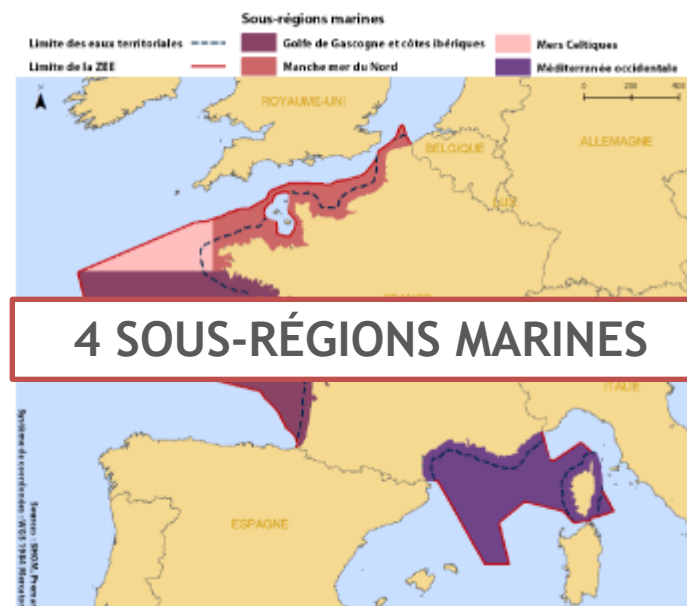


- ESPACE DE RÉFÉRENCE : Etendue du territoire à considérer pour l'évaluation

APPROCHE BIOGÉOGRAPHIQUE EUROPÉENNE



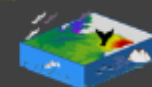
ECHELLE DE GESTION DE LA DCSMM



DOMAINE DE RÉFÉRENCE & APPROCHE MULTI-ÉCHELLE

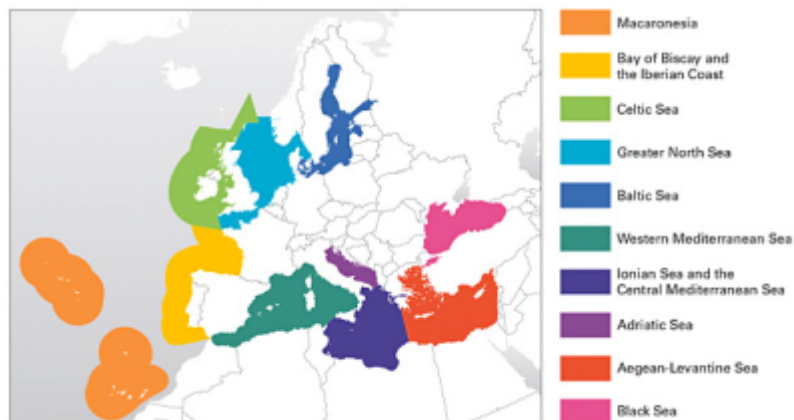
DCSMM: UNE GESTION ADAPTATIVE ET SPATIALISÉE

LES ÉCOSYSTÈMES MARINS

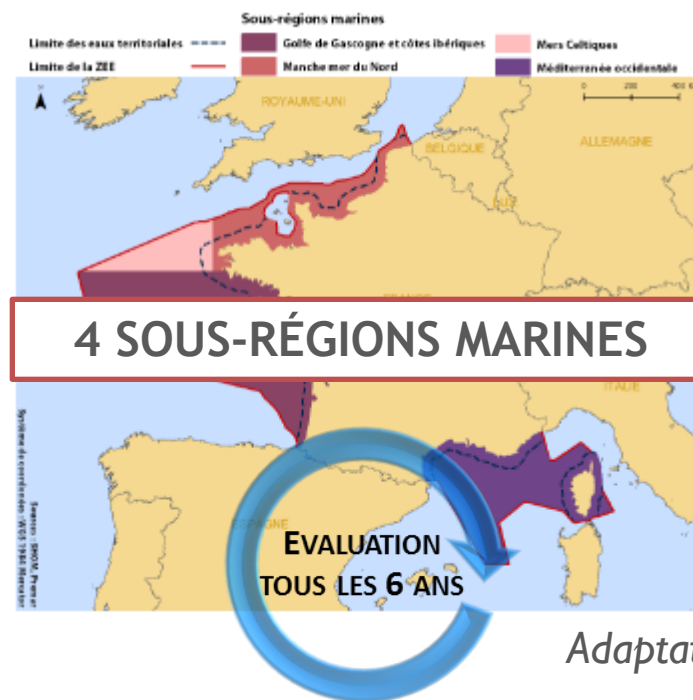


- ESPACE DE RÉFÉRENCE : Etendue du territoire à considérer pour l'évaluation

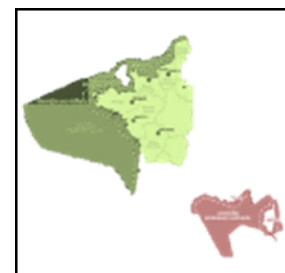
APPROCHE BIOGÉOGRAPHIQUE EUROPÉENNE



ECHELLE DE GESTION DE LA DCSMM



Bon Etat Ecologique

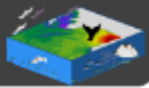


Pas Bon Etat Ecologique

DOMAINE DE RÉFÉRENCE & APPROCHE MULTI-ÉCHELLE

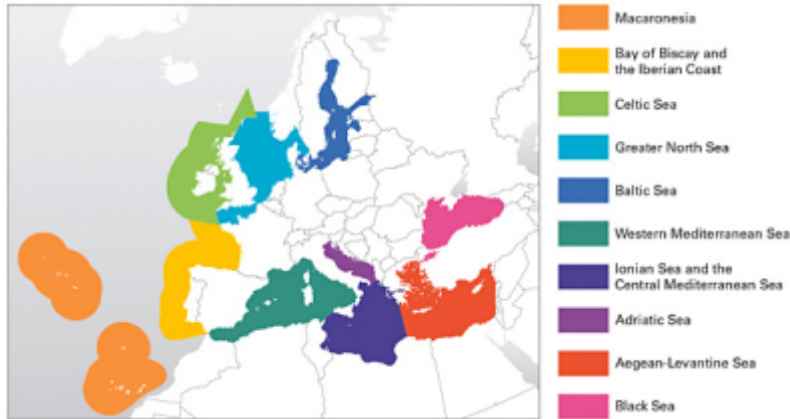
DCSMM: UNE GESTION ADAPTATIVE ET SPATIALISÉE

LES ÉCOSYSTÈMES MARINS



- **ESPACE DE RÉFÉRENCE** : Etendue du territoire à considérer pour l'évaluation

APPROCHE BIOGÉOGRAPHIQUE EUROPÉENNE



ECHELLE DE GESTION DE LA DCSMM



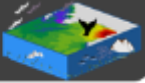
**NÉCESSITE UNE APPROCHE EMBOÎTÉE POUR L'ÉVALUATION
PERMETTANT DES SUBDIVISIONS**



APPROCHE EMBOITÉE OU NESTED APPROACH

STRATÉGIE DE DÉCOMPOSITION HIÉRARCHIQUE DES ÉCHELLES

LES ÉCOSYSTÈMES MARINS

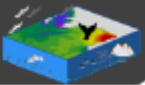


3 Echelles spatiales considérées

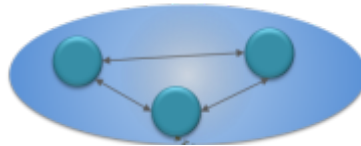
APPROCHE EMBOITÉE OU NESTED APPROACH

STRATÉGIE DE DÉCOMPOSITION HIÉRARCHIQUE DES ÉCHELLES

LES ÉCOSYSTÈMES MARINS



NIVEAU NATIONAL $n+1$



Etat Ecologique Global

Bon Etat Ecologique



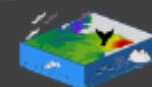
Pas Bon Etat Ecologique



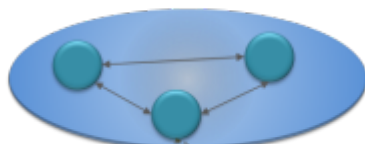
APPROCHE EMBOITÉE OU NESTED APPROACH

STRATÉGIE DE DÉCOMPOSITION HIÉRARCHIQUE DES ÉCHELLES

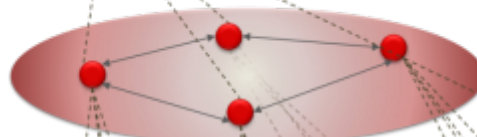
LES ÉCOSYSTÈMES MARINS



NIVEAU NATIONAL $n+1$



NIVEAU n
SOUS RÉGION MARINE



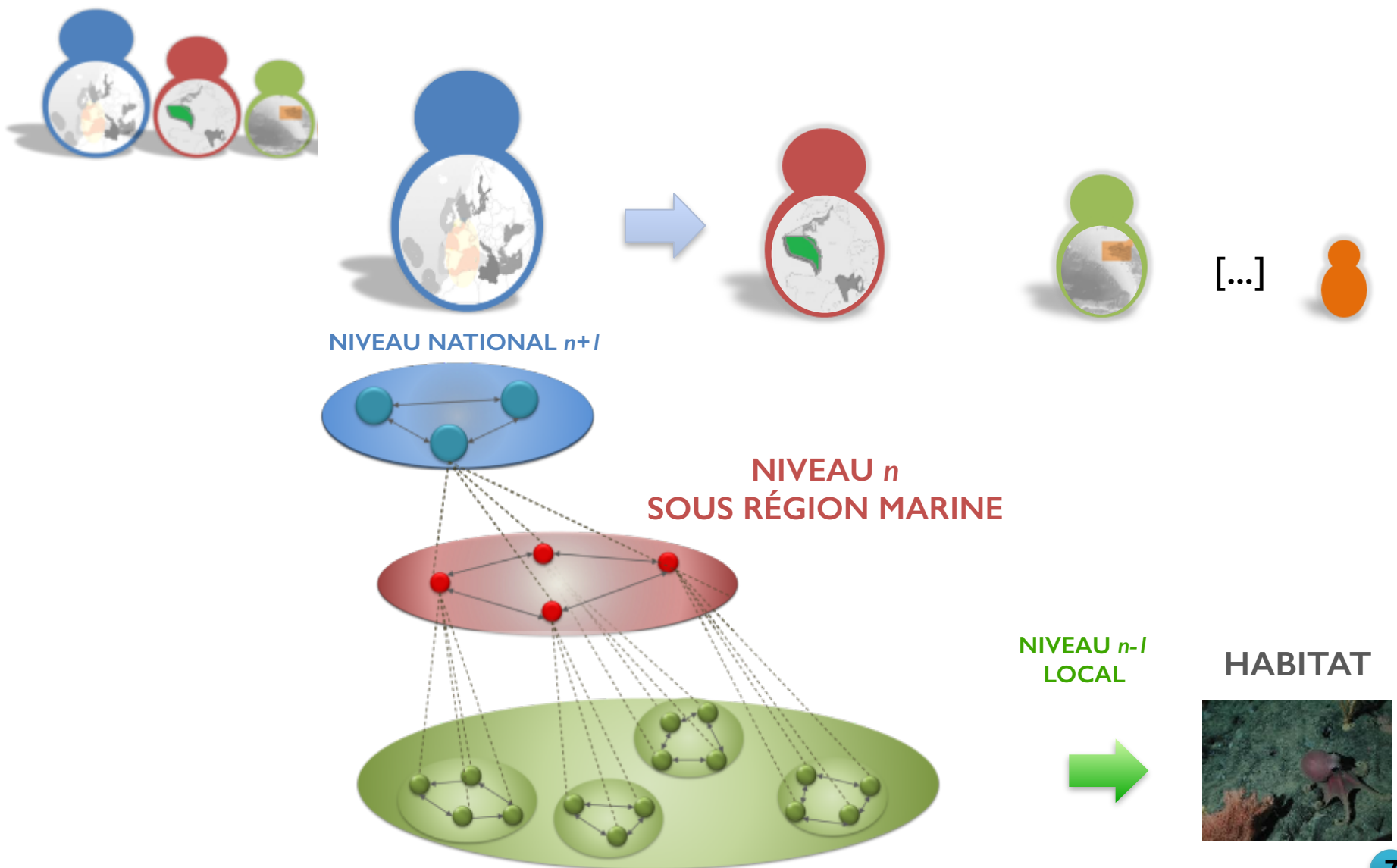
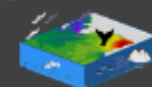
MOSAÏQUE D'HABITATS

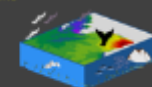


APPROCHE EMBOÎTÉE OU NESTED APPROACH

STRATÉGIE DE DÉCOMPOSITION HIÉRARCHIQUE DES ÉCHELLES

LES ÉCOSYSTÈMES MARINS



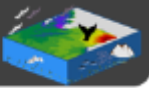


CONSTRUCTION ET CARACTÉRISATION DES MOSAÏQUES D'HABITAT

CARTOGRAPHIES DES DONNÉES SOCLES

CARTOGRAPHIES THÉMATIQUES

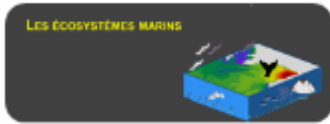
CARTOGRAPHIES DE SYNTHÈSE



Objectif

Sur la base de facteurs géophysiques et océanographiques majeurs

Subdivision des sous régions marines en segments cohérents dessinant des mosaïques



Objectif

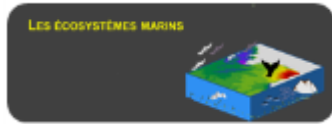
Sur la base de facteurs géophysiques et océanographiques majeurs

Subdivision des sous régions marines en segments cohérents dessinant des mosaïques



Permettant de définir

- (1) La composition du paysage (Variété de type de patch)
- (2) La configuration : arrangement spatial entre les patches individuels et les mosaïques de patch



Objectif

Sur la base de facteurs géophysiques et océanographiques majeurs

Subdivision des sous régions marines en segments cohérents dessinant des mosaïques



Permettant de définir

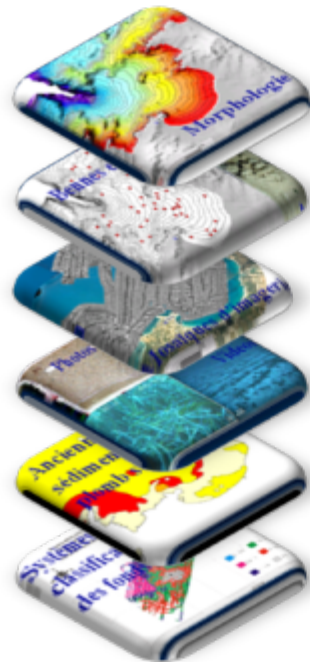
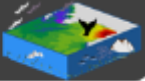
- (1) La composition du paysage (Variété de type de patch)
- (2) La configuration : arrangement spatial entre les patches individuels et les mosaïques de patch

Processus de subdivision

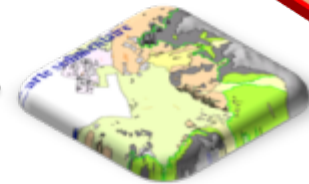


I-DOMAINE BENTHIQUE

LES ÉCOSYSTÈMES MARINS



MORPHOLOGIE
+
BENNES & CAROTTES
+
MOSAÏQUE D'IMAGERIE
+
PHOTOS & VIDÉOS
+
ANCIENNES CARTES SÉDIMENTAIRES
+ **& PLOMB SUIFFÉ**
SYSTÈME DE CLASSIFICATION DES FONDS



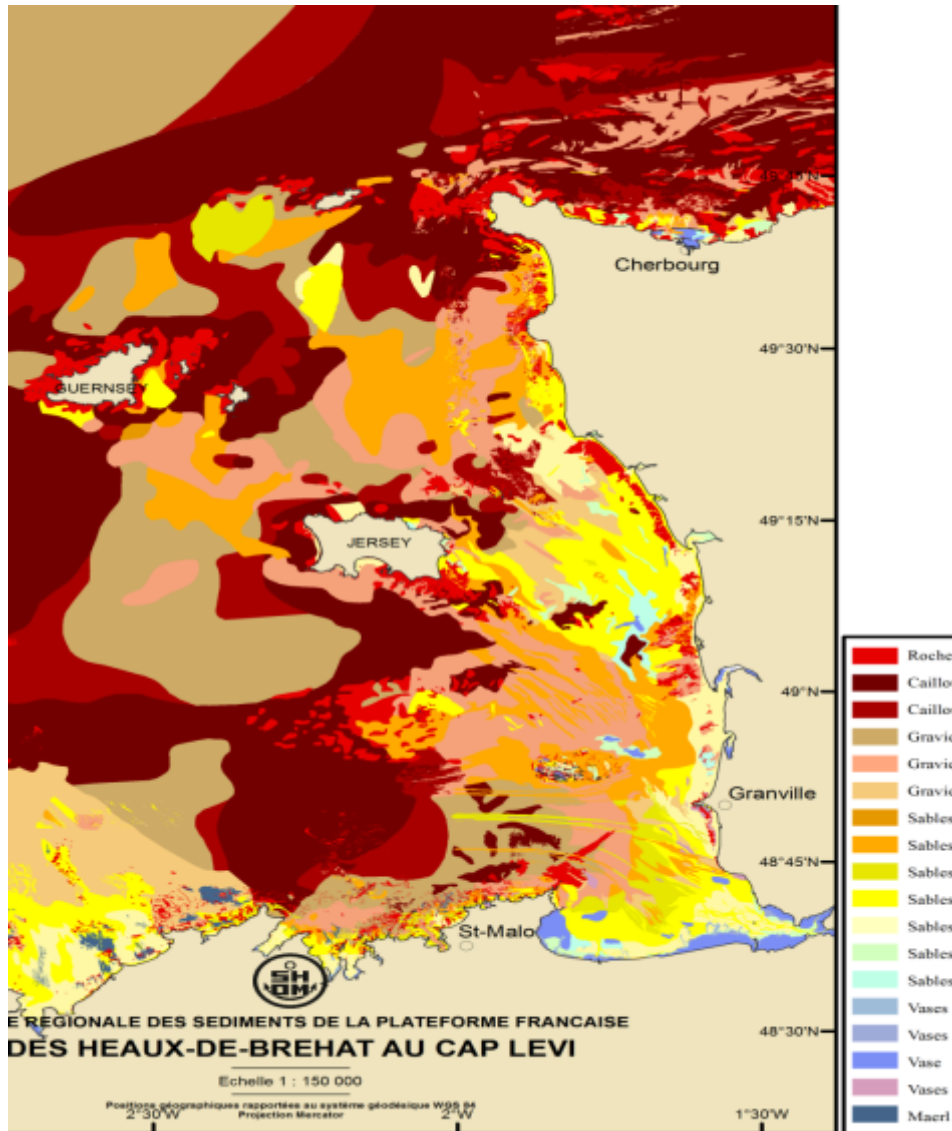
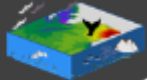
CARTE SÉDIMENTAIRE



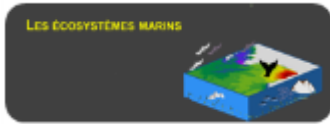
CHALLENGE # I: CARTOGRAPHIE DES DONNÉES SOCLES

I-DOMAINE BENTHIQUE

LES ÉCOSYSTÈMES MARINS



Exemple de cartographie de nature de fonds



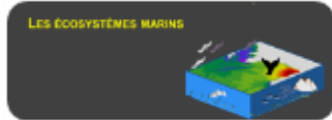
Les habitats océaniques ne sont pas seulement sur le fond marin mais aussi **dans la colonne d'eau**



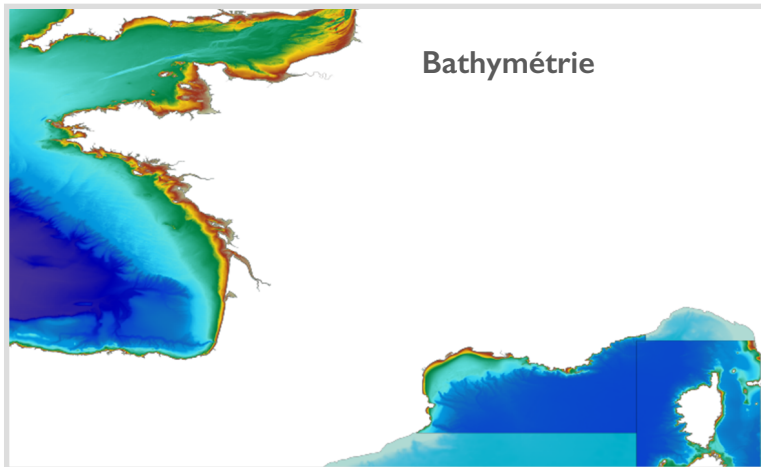
Nécessité d'intégrer les mouvements et la variabilité du fluide dans les définitions de l'habitat

CHALLENGE # I: CARTOGRAPHIE DES DONNÉES SOCLES

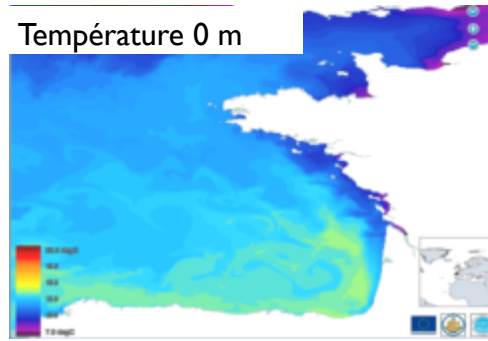
I-DOMAINE PÉLAGIQUE



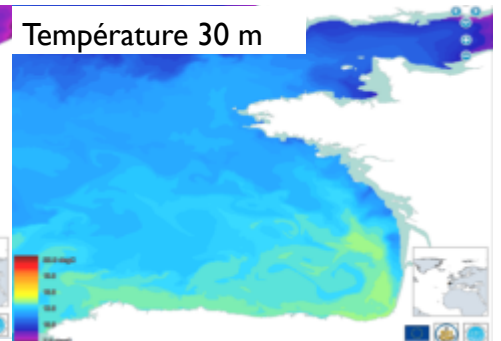
Observations océaniques & Modèles hydrodynamiques



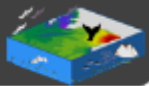
Température 0 m



Température 30 m

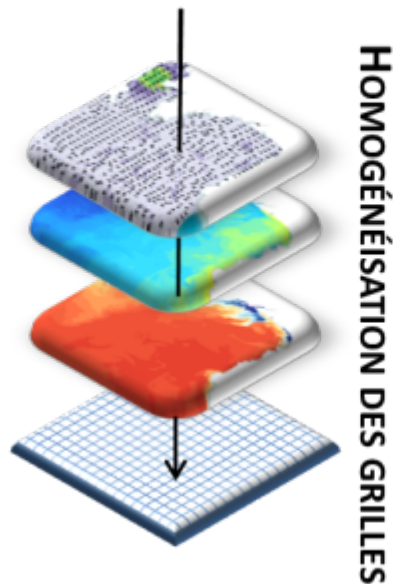


Exemples de sorties du modèle hydrodynamique HYCOM data.shom.fr

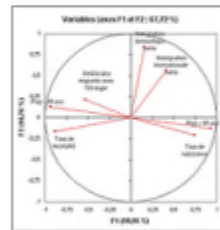


I-DOMAINE PÉLAGIQUE

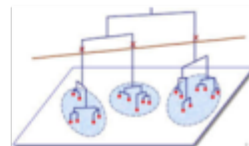
- SORTIES **MODÈLE HYDRODYNAMIQUE 2D-3D**
- **DONNÉE SATELLITE**



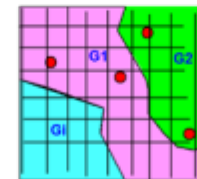
**SÉLECTION DES VARIABLES LES PLUS
REPRÉSENTATIVES STATISTIQUEMENT (ACP)**

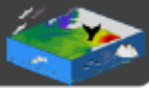


CLASSIFICATION

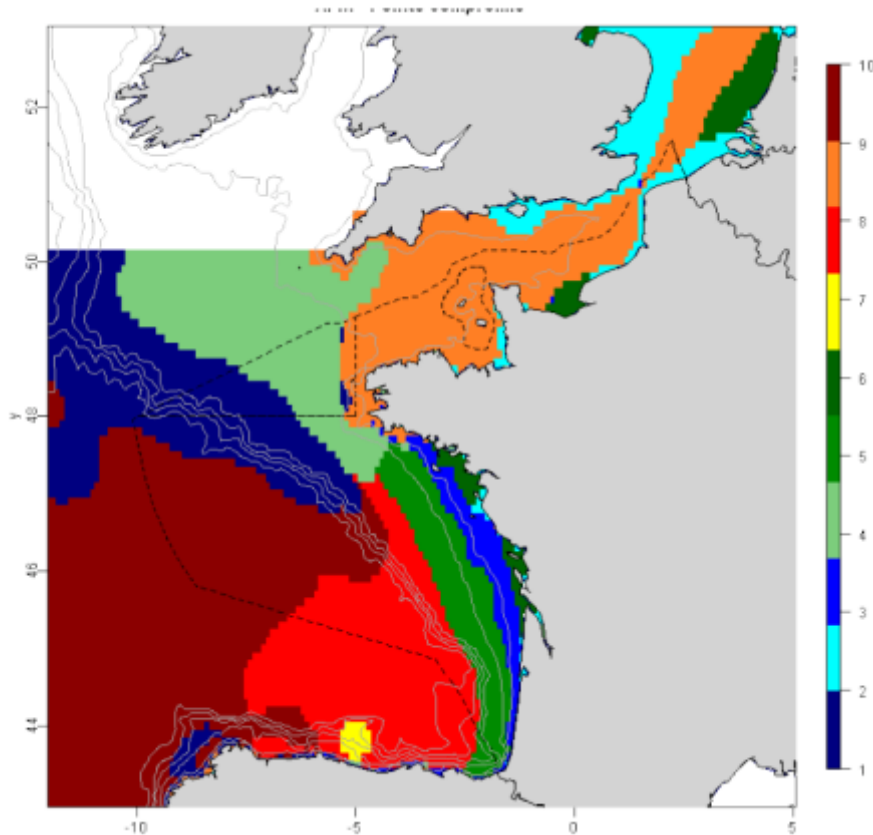


**CARTOGRAPHIE DES ISOLIGNES DE
PROBABILITÉ D'APPARTENANCE À UN
GROUPE DE CONDITIONS HYDROGRAPHIQUE**





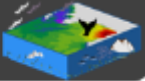
I-DOMAINE PÉLAGIQUE



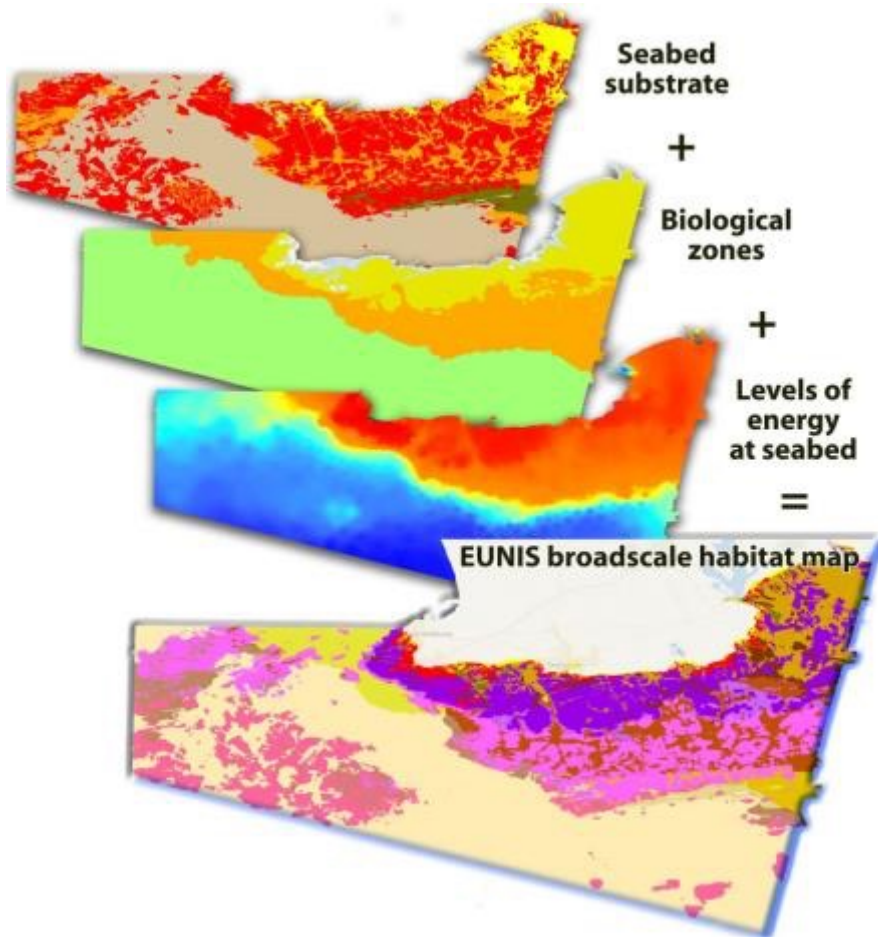
Exemple de résultat de classification

Evaluation initiale DCSMM

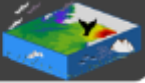
I.Gailhard-Rocher 2012/rapport interne Ifremer



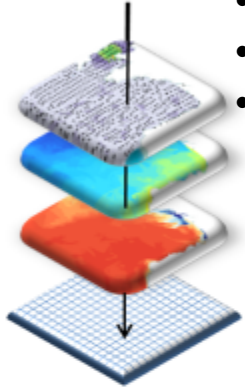
I-CARTES PRÉDICTIVES D'HABITATS EUNIS



Vasquez et al, 2014. *Journal of Sea Research*



I-CARTOGRAPHIES PRÉDICTIVES D'HABITATS PÉLAGIQUES

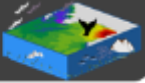


- Sorties de modèle hydrodynamique 2D-3D
- Données satellite
- Autre

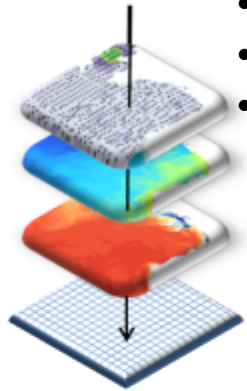
COUCHES SIG

DOMAINE PÉLAGIQUE





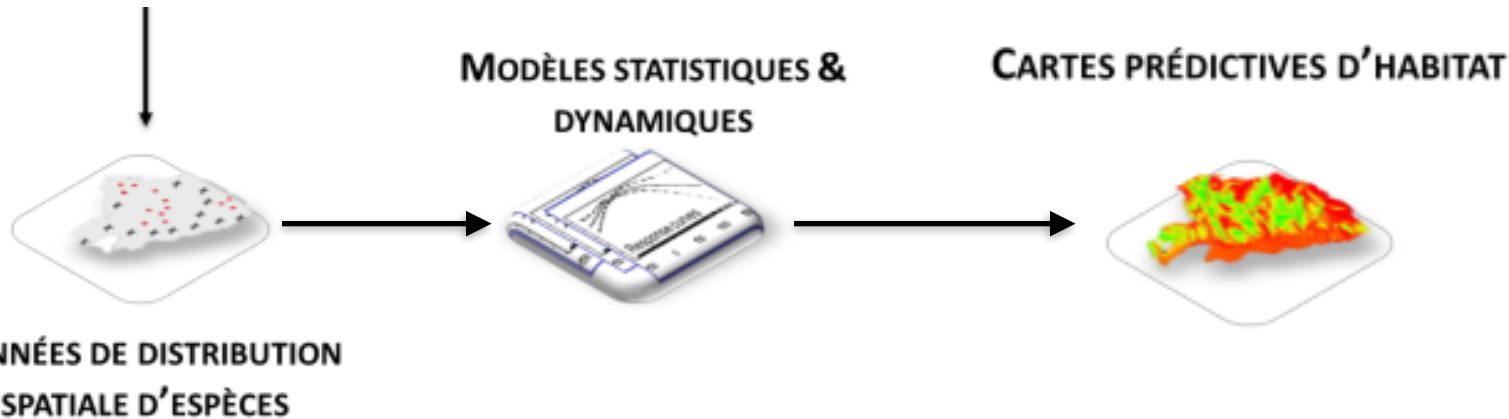
I-CARTOGRAPHIES PRÉDICTIVES D'HABITATS PÉLAGIQUES



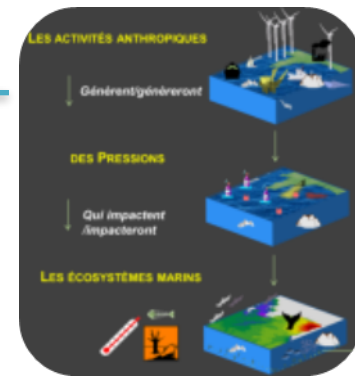
COUCHES SIG

- Sorties de modèle hydrodynamique 2D-3D
- Données satellite
- Autre

DOMAINE PÉLAGIQUE



Modèles de “niche” statistiques et mécanistiques
(e.g. GAM, GLM, MAXENT)

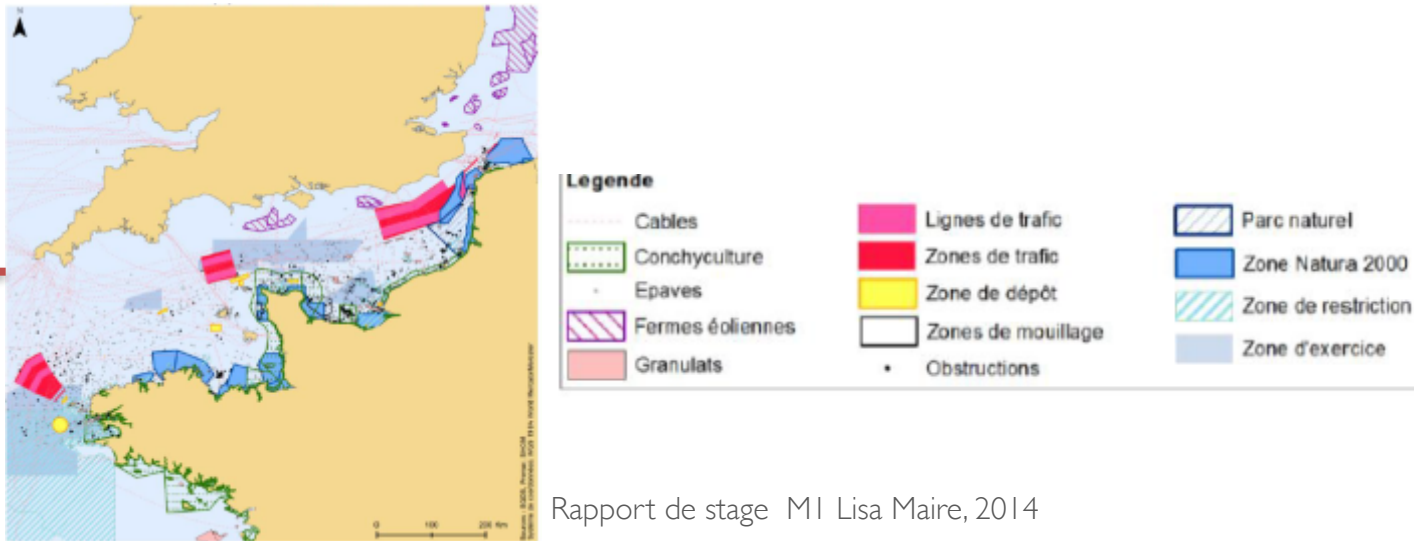


CONSTRUCTION DES PAYSAGES MARINS (INCLUSION DE LA DIMENSION ANTHROPIQUE)

- Identification des activités anthropiques



CARTOGRAPHIE DES ACTIVITÉS SOURCES DE PRESSION

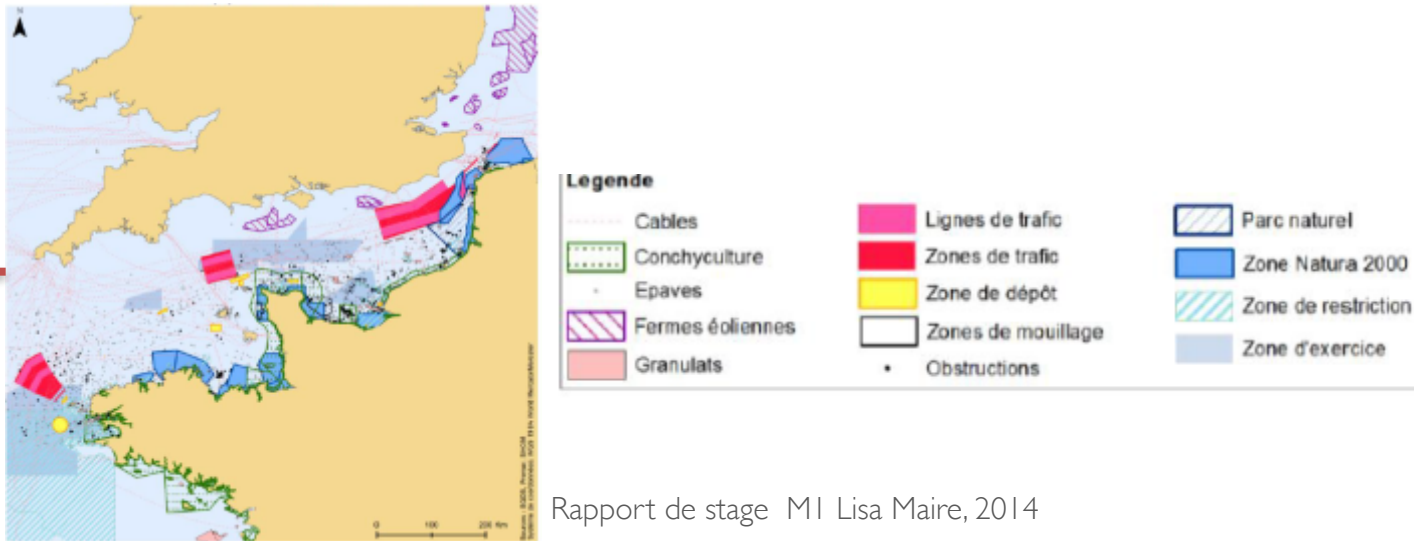


Rapport de stage MI Lisa Maire, 2014

→ Superposition mosaïque d'habitat/emprises d'activités



CARTOGRAPHIE DES ACTIVITÉS SOURCES DE PRESSION



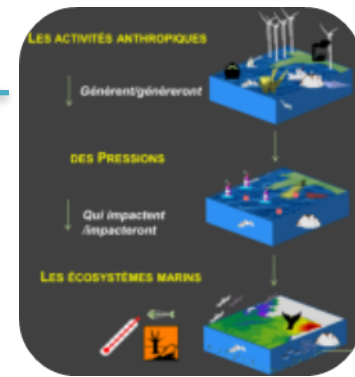
Rapport de stage MI Lisa Maire, 2014

Superposition mosaïque d'habitat/emprises d'activités

Critères d'identification des activités anthropiques

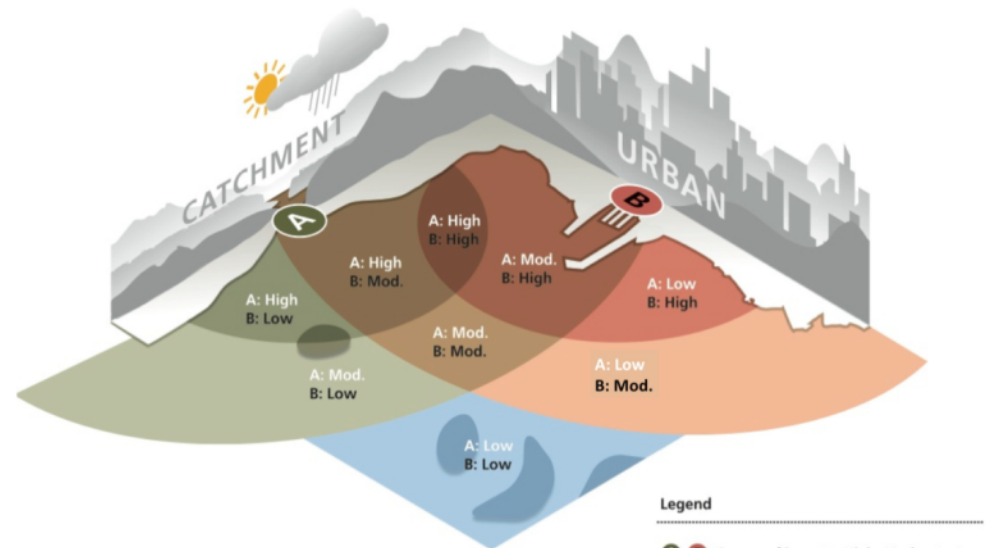
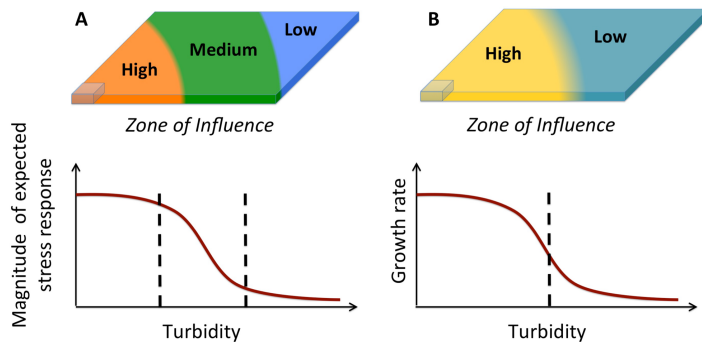
- Nature
- Intensité/fréquence
- Etendue
- Durée

VERS L'ÉVALUATION DES EFFETS DES IMPACTS ANTHROPIQUES SUR LES ÉCOSYSTÈMES MARINS ET LEUR CAPACITÉ DE RÉSILIENCE



- Identification des éléments de l'environnement qui seront éventuellement perturbés
- Interaction activités/éléments environnementaux
- Identification des effets/impacts environnementaux

Définition de zones d'influence



A framework for understanding cumulative impacts, supporting environmental decisions and informing resilience-based management of the Great Barrier Reef World Heritage Area (2013) Anthony, K.R.N.; Dambacher, J.M.; Walshe, T.; Beeden, R. Australian Institute of Marine Science, Townsville; CSIRO, Hobart ; NERP Decisions Hub, University of Melbourne and Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville.

IMPORTANCE DE LA DONNÉE SOCLE

Base du système et potentiel proxy lorsque les informations biologiques viennent à manquer.

IMPORTANCE DE LA DONNÉE SOCLE

Base du système et potentiel proxy lorsque les informations biologiques viennent à manquer.

Points faibles (liste non exhaustive)

- Peu de validation, propagation des erreurs le long de la chaîne de traitement

IMPORTANCE DE LA DONNÉE SOCLE

Base du système et potentiel proxy lorsque les informations biologiques viennent à manquer.

Points faibles (liste non exhaustive)

- Peu de validation, propagation des erreurs le long de la chaîne de traitement
- Pas ou peu d'évaluation de l'incertitude

IMPORTANCE DE LA DONNÉE SOCLE

Base du système et potentiel proxy lorsque les informations biologiques viennent à manquer.

Points faibles (liste non exhaustive)

- Peu de validation, propagation des erreurs le long de la chaîne de traitement
- Pas ou peu d'évaluation de l'incertitude
- Pas de test en 3D pour le moment

IMPORTANCE DE LA DONNÉE SOCLE

Base du système et potentiel proxy lorsque les informations biologiques viennent à manquer.

Points faibles (liste non exhaustive)

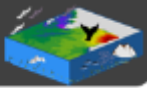
- Peu de validation, propagation des erreurs le long de la chaîne de traitement
- Pas ou peu d'évaluation de l'incertitude
- Pas de test en 3D pour le moment
- De nombreuses méthodologies, mais pas de cadre fixé pour les PPML

IMPORTANCE DE LA DONNÉE SOCLE

Base du système et potentiel proxy lorsque les informations biologiques viennent à manquer.

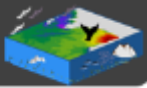
Points faibles (liste non exhaustive)

- Peu de validation, propagation des erreurs le long de la chaîne de traitement
- Pas ou peu d'évaluation de l'incertitude
- Pas de test en 3D pour le moment
- De nombreuses méthodologies, mais pas de cadre fixé pour les PPML
- Complexité dans la délimitation des frontières entre habitats



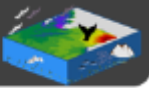
Principaux avantages de l'approche cartographique des mosaïques d'habitats:

- Permet d'aboutir à un document de synthèse à partir de cartes socles et thématiques



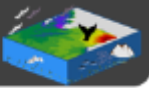
Principaux avantages de l'approche cartographique des mosaïques d'habitats:

- Permet d'aboutir à un document de synthèse à partir de cartes socles et thématiques
- Permet de définir des typologies



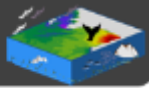
Principaux avantages de l'approche cartographique des mosaïques d'habitats:

- Permet d'aboutir à un document de synthèse à partir de cartes socles et thématiques
- Permet de définir des typologies
- Offre une représentation simple et facilement accessible des résultats



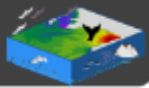
Principaux avantages de l'approche cartographique des mosaïques d'habitats:

- Permet d'aboutir à un document de synthèse à partir de cartes socles et thématiques
- Permet de définir des typologies
- Offre une représentation simple et facilement accessible des résultats
- Permet de produire des indicateurs spatialisés à l'échelle de la sous-région marine.



Principaux avantages de l'approche cartographique des mosaïques d'habitats:

- Permet d'aboutir à un document de synthèse à partir de cartes socles et thématiques
- Permet de définir des typologies
- Offre une représentation simple et facilement accessible des résultats
- Permet de produire des indicateurs spatialisés à l'échelle de la sous-région marine.
- Permet de définir des couches de propriétés physiques écologiquement significatives afin de représenter spatialement les habitats potentiels et de les intégrer dans des SIG.



Principaux avantages de l'approche cartographique des mosaïques d'habitats:

- Permet d'aboutir à un document de synthèse à partir de cartes socles et thématiques
- Permet de définir des typologies
- Offre une représentation simple et facilement accessible des résultats
- Permet de produire des indicateurs spatialisés à l'échelle de la sous-région marine.
- Permet de définir des couches de propriétés physiques écologiquement significatives afin de représenter spatialement les habitats potentiels et de les intégrer dans des SIG.
- Sont indispensables pour l'élaboration de cartographie de synthèse