

Le suivi des herbiers de Zostère : quels protocoles ?

Atelier des tables ronde de gestionnaires atlantiques

17 décembre 2014, Le Teich





Photo: Erwan AMICE©



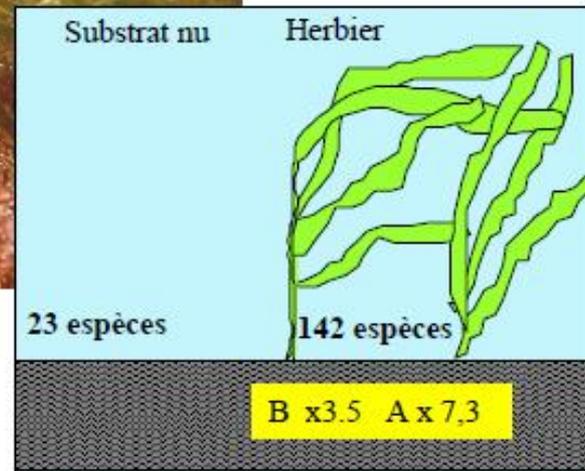
Photo: Erwan AMICE©



Herbiers de zostères

Les herbiers de zostère : Code UE 1110, 1130, 1140 et 1160

Zostera marina : de la plante à l'habitat



Les herbiers de *Z. marina* abritent des communautés de faune et de flore différentes (structure, fonctionnement) des communautés de substrat nu environnantes.

(Hily et Bouteille, 1999)

Les herbiers *Zostera marina*, un habitat d'intérêt particulier

Intérêt écologique : Spot de diversité spécifique et de biodiversité fonctionnelle



Intérêt économique: Aire de reproduction et de nurserie pour des espèces exploitées (araignées, rougets, seiches, poissons plats)



Services écosystémiques

Intérêt patrimoniale : rare et menacé, paysage

Intérêt scientifique : Bioindicateurs de perturbations à différentes échelles





Photo: Erwan AMICE©CNRS



Photo: Erwan AMICE©CNRS

Quelques exemples de protocoles

REBENT : Bretagne, herbiers de référence

PNMI : herbiers de l'Iroise, impact des mouillages

RADE DE BREST : herbiers d'estran, impact de la pêche à pied

LIFE PECHE A PIED : impact de la pêche à pied

RIA D'ETEL : impact de la pêche à pied

Protocole « Rhyzoma » : sciences participatives en plongée

DCE : Masse d'eau, herbiers de référence

Facteurs pris en compte dans les différents protocoles

Facteurs abiotiques	Facteurs biotiques	Facteurs anthropiques
Turbidité	Densité de pied	Présence de mouillages
Situation à Basse mer (immergé ou pas)	Surface totale	Activité de pêche à pied
Exposition à la houle	Surface au sol	Activité de pêche de loisirs
Déferlement des vagues	Longueur /largeur des feuilles des feuilles	Densité d'algues vertes
Vitesse du courant	Biodiversité associée	
Taux de pelites	Rôle de nurserie (seiche, araignée, poissons...)	
Granulométrie	Biomasse	
Erosion du substrat, relief	Espèces rares	
Type de substrat	Habitats proches	
Température, lumière	Epiphytes (biomasse)	



Ordre du jour

1) Cartographie des herbiers

2) Caractérisation générale des herbiers

3) Caractérisation d'herbiers impactés

4) Suivis à long terme et indicateurs

5) Discussion





Ordre du jour



1) Cartographie des herbiers

2) Caractérisation générale des herbiers

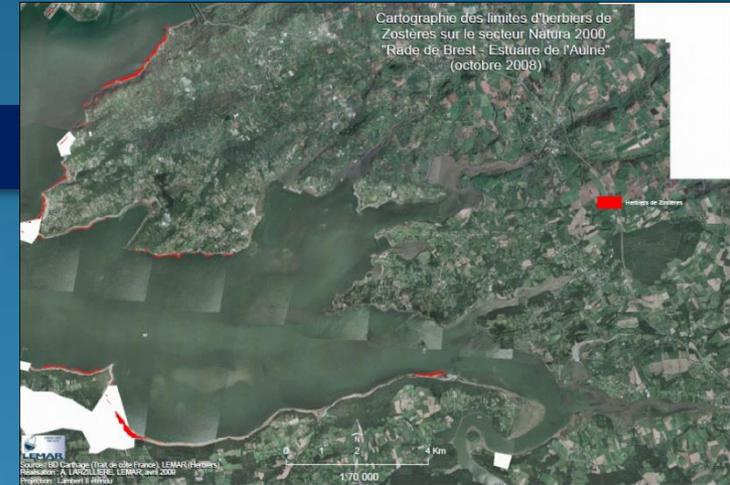
3) Caractérisation d'herbiers impactés

4) Suivis à long terme et indicateurs

5) Discussion

Cartographie des herbiers découvrant à basse mer

Cartographie de l'enveloppe globale

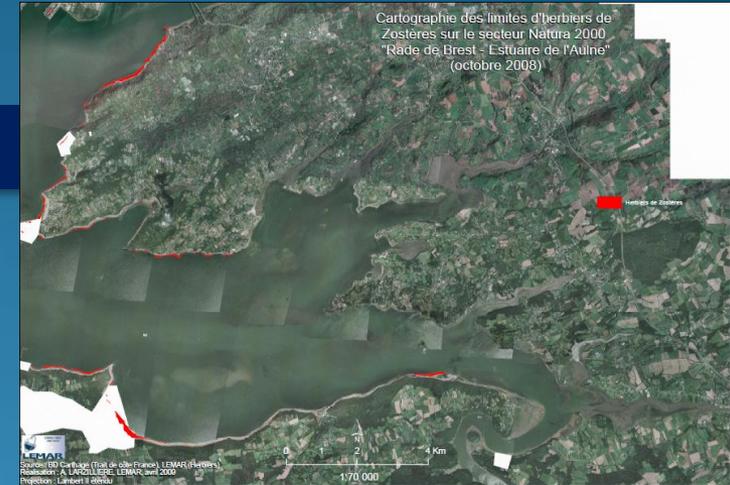


Description de l'herbier au sein de l'enveloppe globale



Cartographie des herbiers découvrant à basse mer

Cartographie de l'enveloppe globale

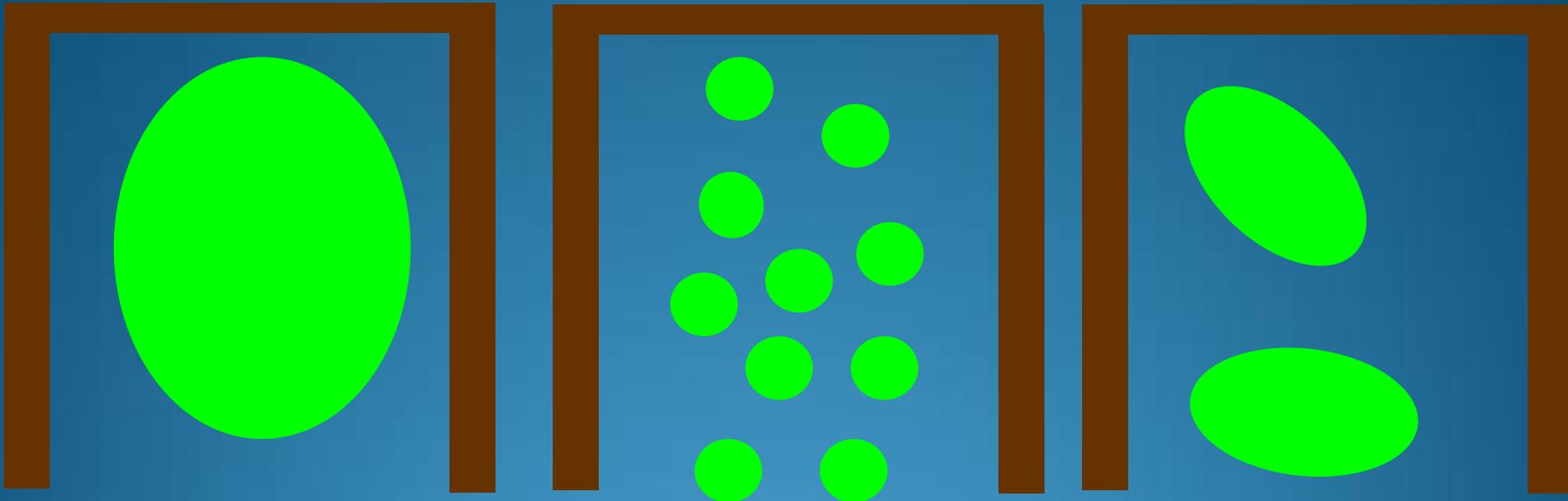


Description de l'herbier au sein de l'enveloppe globale



La cartographie des herbiers : enveloppe globale

Quel herbier ?

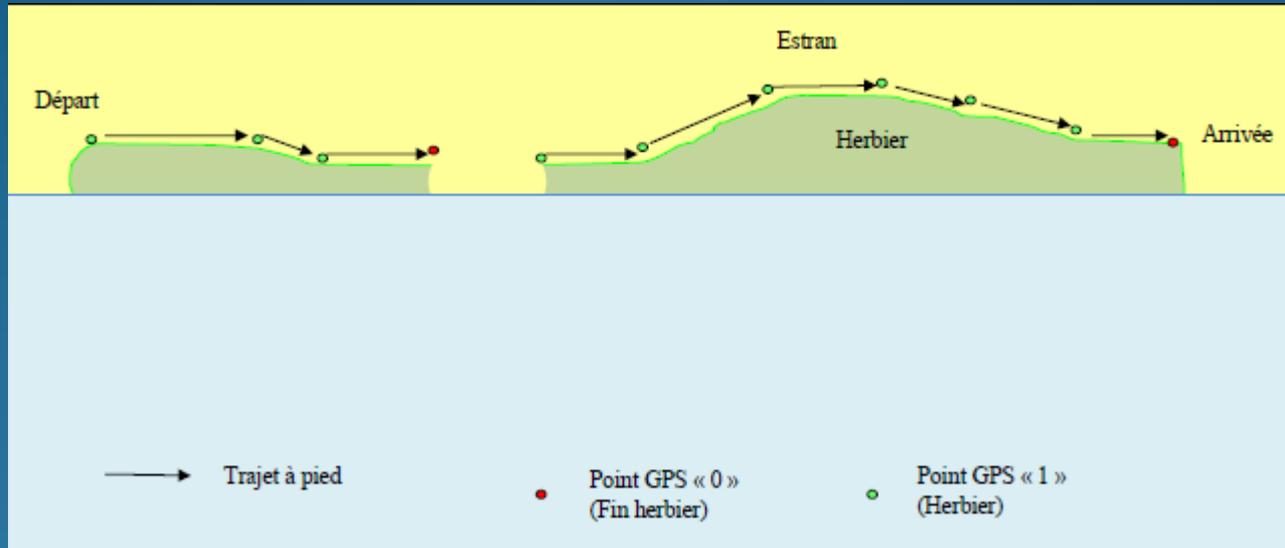


Limité géographiquement par des barrières physiques ?

Notion d'enveloppe globale dans laquelle l'herbier peut être fragmenté

Taille limite de fragmentation : 2 m ?

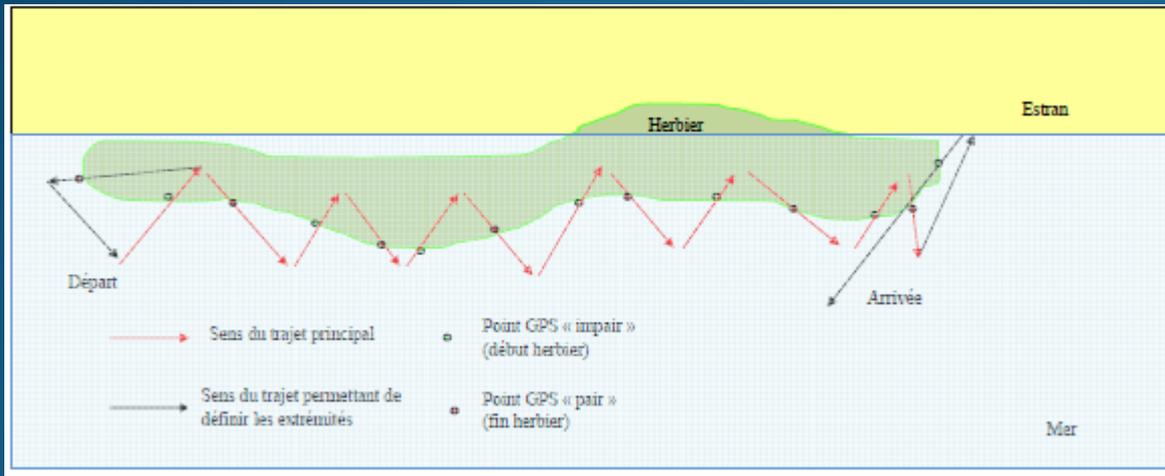
Enveloppe globale des herbiers découvrant à basse mer



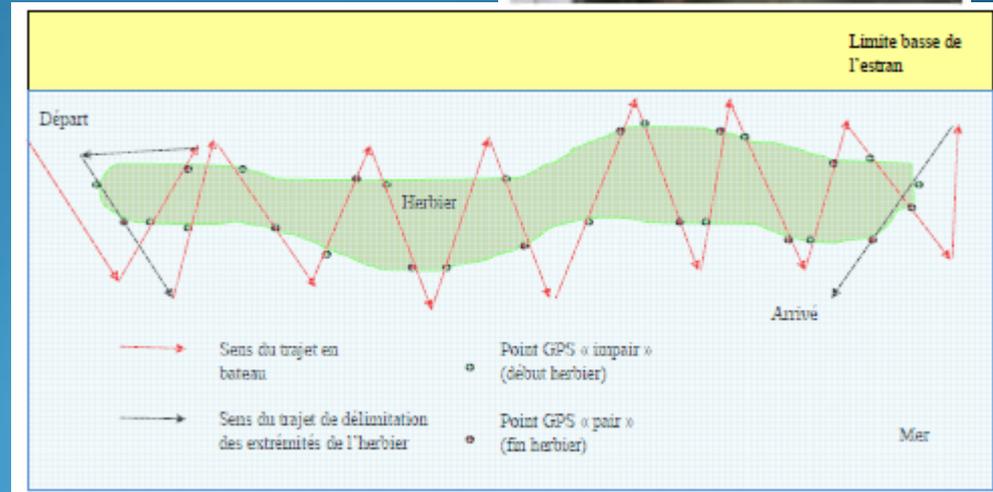
Contour à pied avec un GPS : points « début » et points « fin »

Uniquement Interruptions supérieurs à 5 m cartographiées

Enveloppe globale des herbiers peu profonds (moins de 5 m)



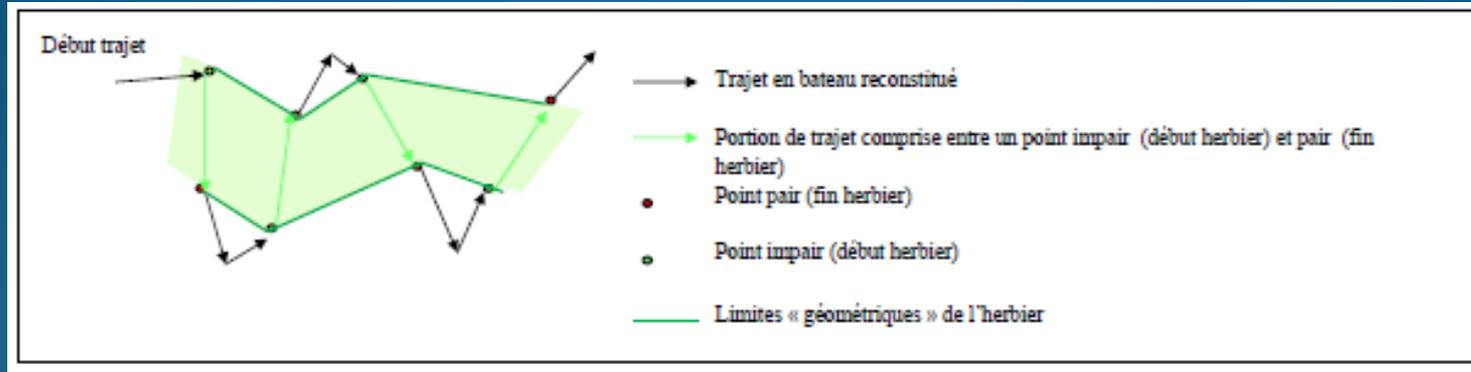
Matériel : Support nautique, lunette de calfat, GPS



Trajectoires en diagonale, points de « début » et de « fin »

Uniquement Interruptions supérieures à 5 m cartographiées

Enveloppe globale des herbiers peu profonds (moins de 5 m si faible visibilité)



ID	Secteur	Polyg	Method_Val	Auteur_Val	Date_Val	Surfac_ ha	Espèce	EUNIS2	Code	Indice_ Fragmentation	Mortalité (brins morts)	Autres commentaires
1		1	Relevés GPS Bateau				marina	Sublittoral seagrass bed	A5.53	Dense	Faible	Présence d'algues vertes
2		2	Relevés GPS à pied				noltii	[Zostera noltii] beds in littoral muddy sand	A2.6111	Clairsemé	Moyenne	Profondeur 3 m à BM
3		3	Relevés GPS à pied et en bateau				mixte	[Zostera beds] in full salinity infralittoral sediments	A5.533	Grande Tâche	Forte	

Types de commentaires possibles :

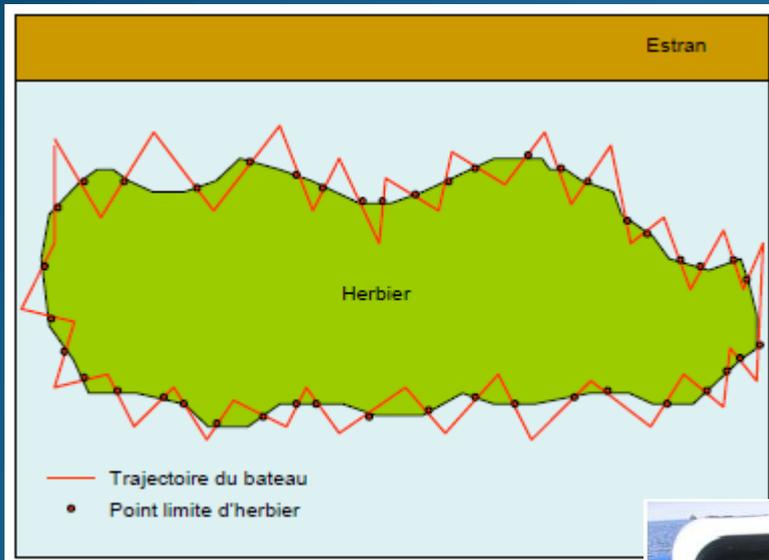
- Espèce présente : *marina*, *noltii*, mixte
- Indice de fragmentation de l'herbier : Herbier clairsemé, dense, grandes tâches d'herbier, petites tâches.
- Santé de l'herbier : herbier mort à x %, faible mortalité...
- Distance en m entre l'herbier et un point fixe visible sur la vue aérienne
- Distance en m entre deux herbiers successifs
- Coordonnées de points fixes visibles sur la vue aérienne
- Ce que l'on observe à la place d'un herbier inexistant mais présumé sur photo aérienne (algues vertes...)
- Présence d'algues dans l'herbier ou autres espèces
- Menaces éventuelles

Cartographie des limites d'herbières de
Zostères sur le secteur Natura 2000
"Rade de Brest - Estuaire de l'Aulne"
(octobre 2008)



Source: BD Carthage (Trait de côte France), LEMAR (Herbières)
Réalisation: A. LARZILLIERE, LEMAR, avril 2009
Projection: Lambert II étendu

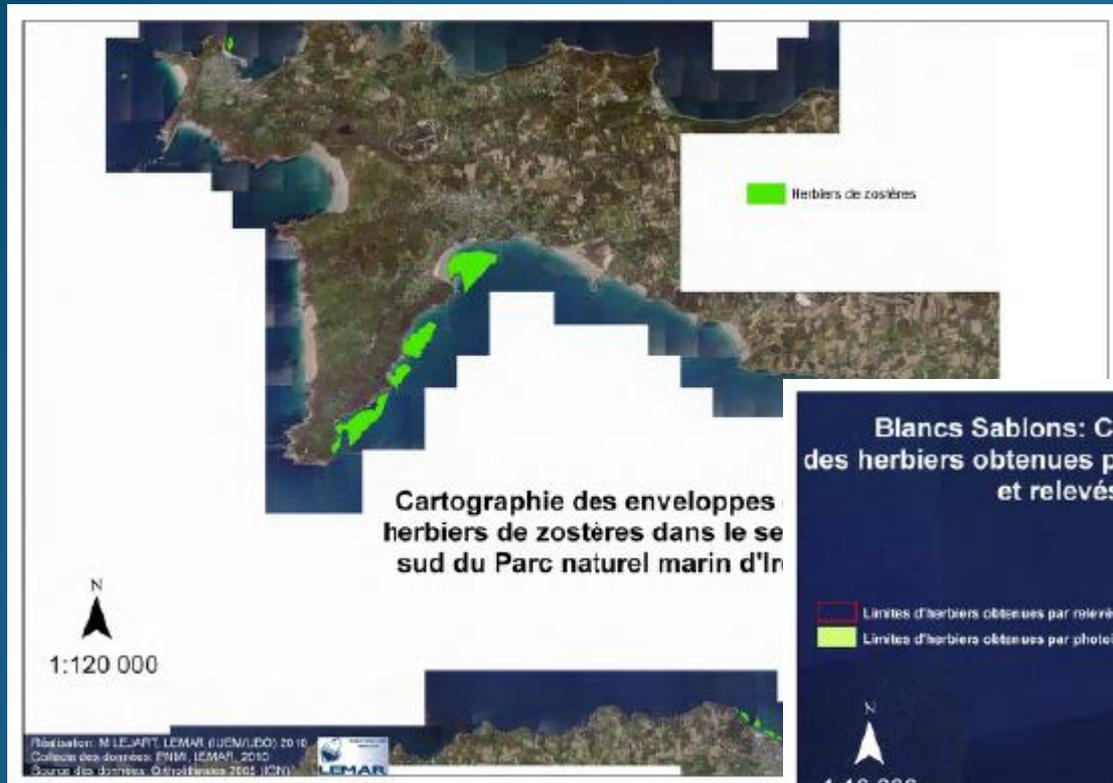
Enveloppe globale des herbiers profonds (jusqu'à 12 m !)



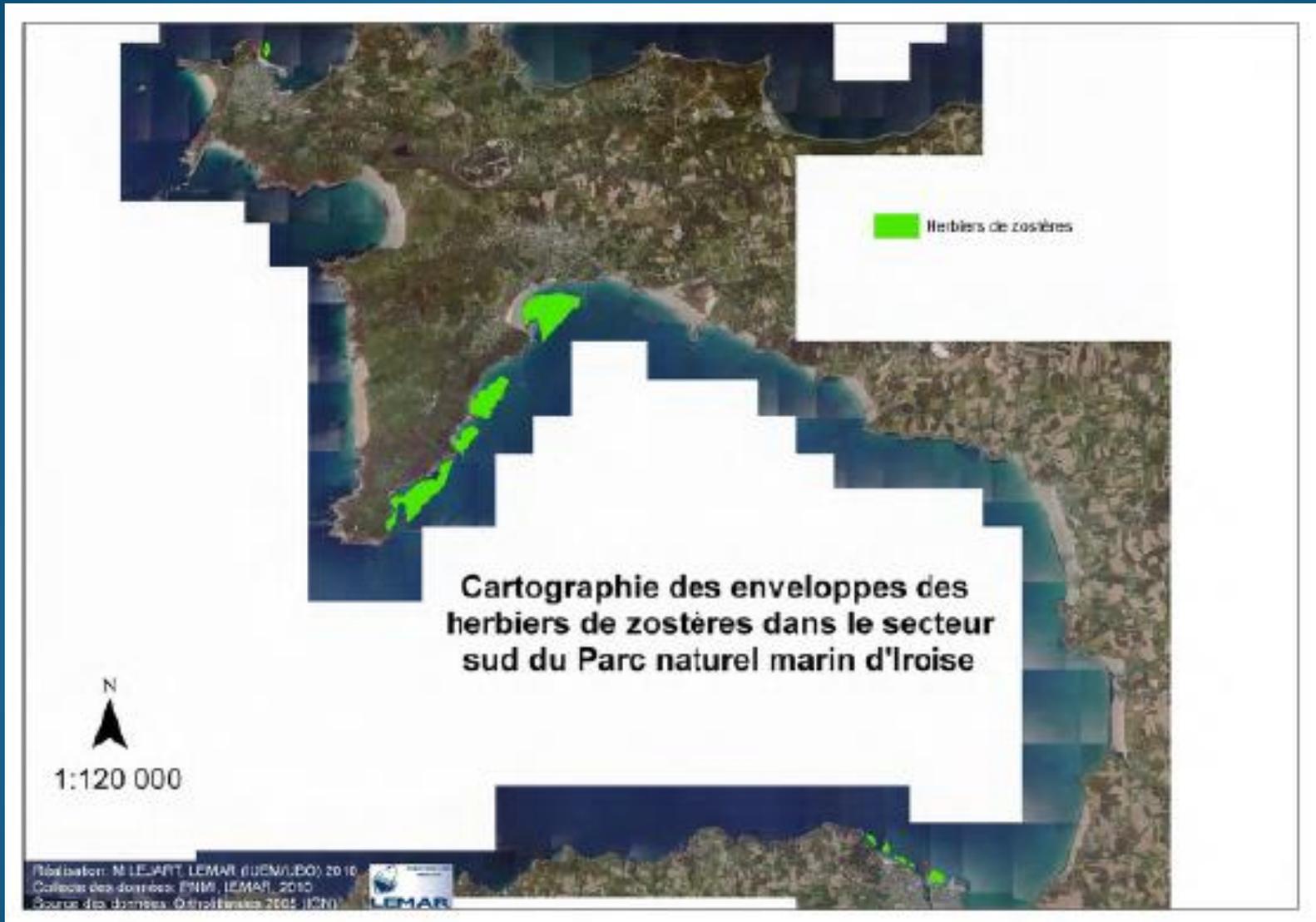
**Matériel : Support
nautique, caméra sous-
marine, GPS, dictaphone**

Point GPS à chaque intersection : points « début » et points « fin » d'herbier

Enveloppe globale des herbiers profonds (jusqu'à 12 m !)



Enveloppe globale des herbiers profonds (jusqu'à 12 m !)



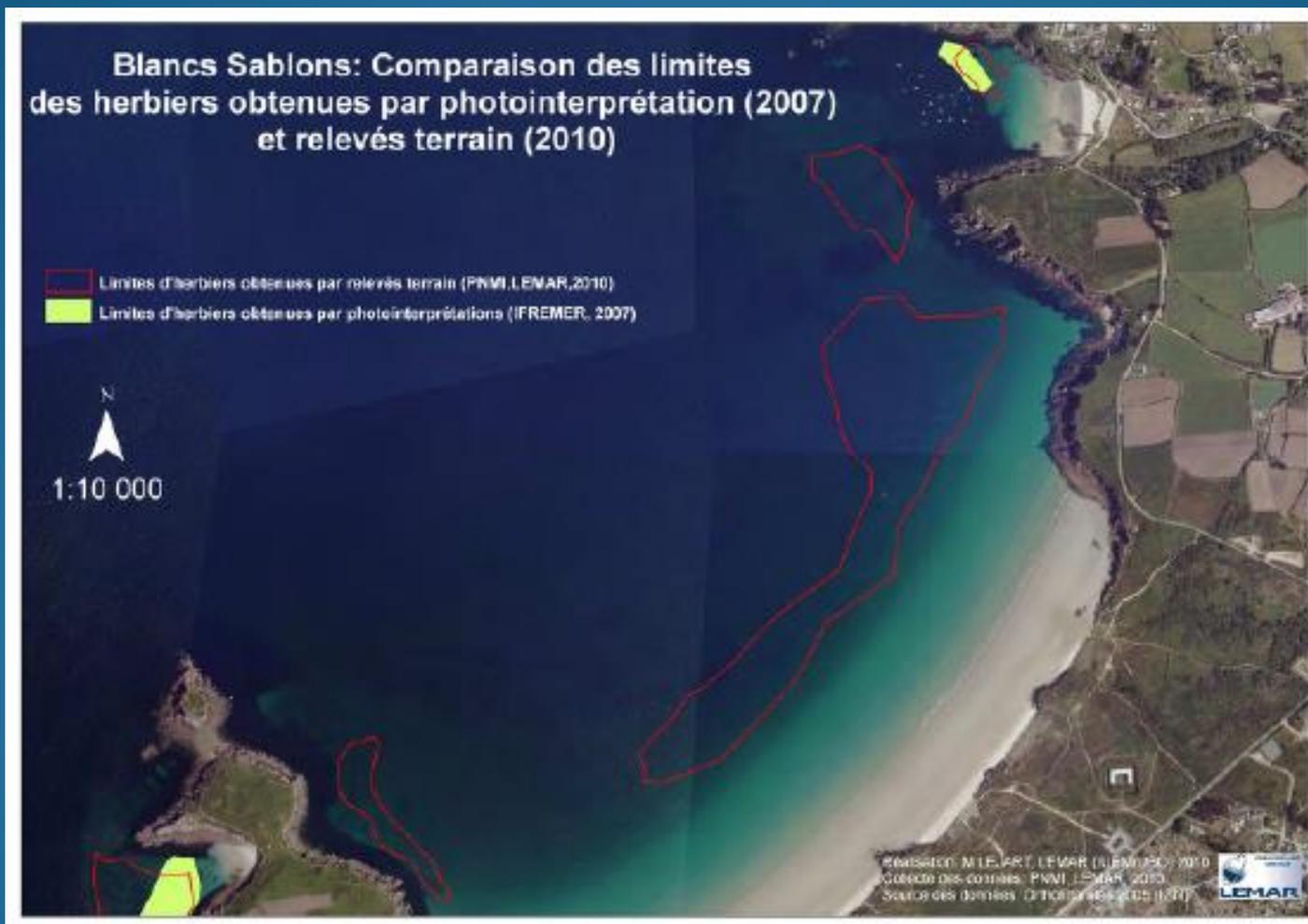
Enveloppe globale des herbiers par photo- interprétation

Attention aux « fausses signatures » ou aux herbiers profonds !



Enveloppe globale des herbiers par photo- interprétation

Attention aux « fausses signatures » ou aux herbiers profonds !



Typologie des herbiers au sein de l'enveloppe globale

Description de l'herbier selon trois critères : densité de pieds, longueur de brins et degré de fragmentation

Observation/vidéo de l'herbier sur de grands transects (3 à 10 transects de 25 m mini)

Point GPS a chaque modification significative de l'herbier ou interruption sup. à 2 m

Matériel : GPS, appareil photo ou caméra sous marine, dictaphone

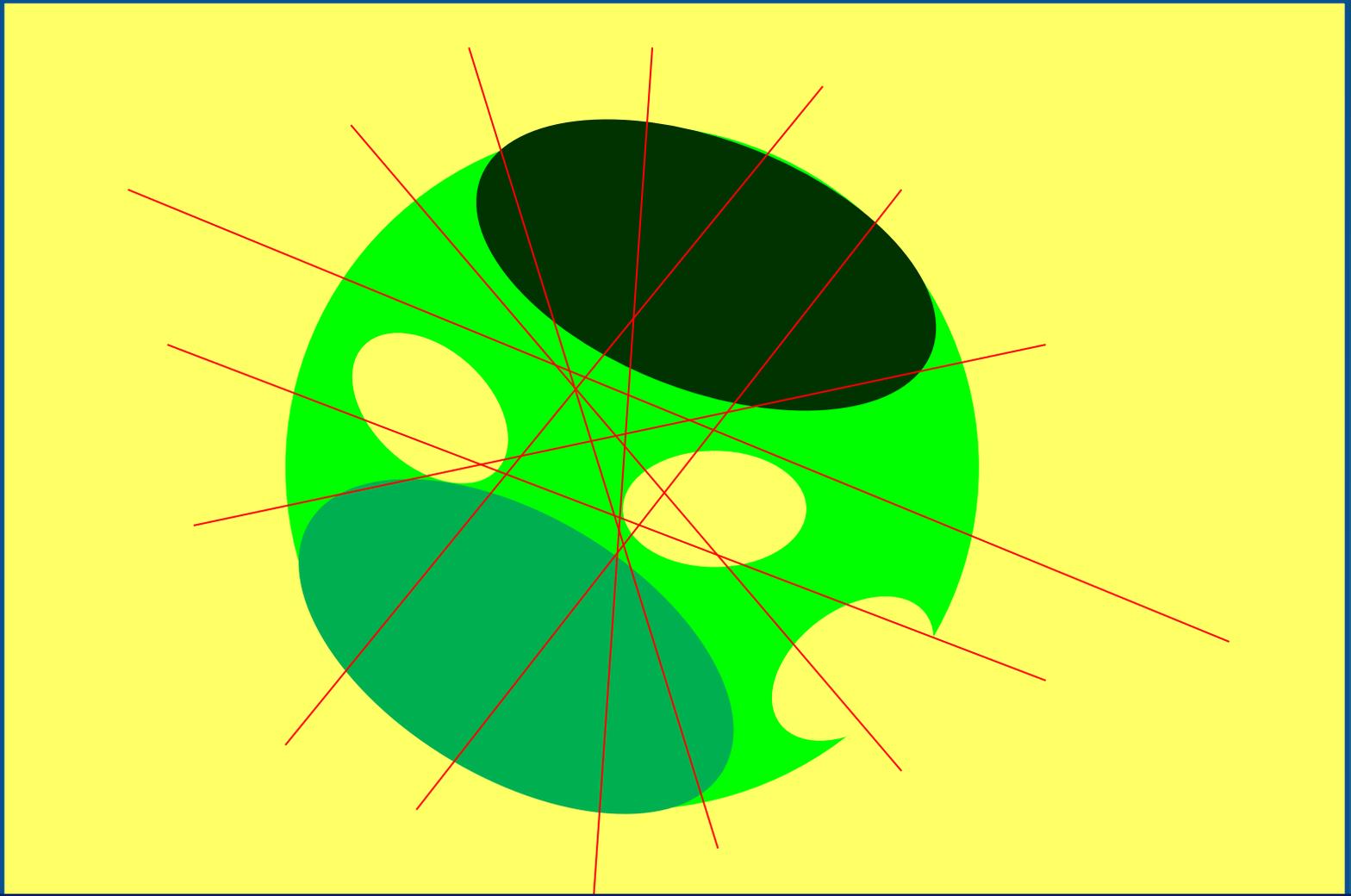
Réaliser de 3 à 10 (le nombre est à ajuster avec la taille de l'herbier) transects de 25 m (ça peut être 50 m dans les très grands herbiers) dans l'herbier de manière aléatoire.

Caractériser l'herbier dans chaque transect selon le protocole présenté plus loin pour les transects fixes permanents :

Noter les points GPS de début et fin de chaque transect.

Filmer chaque transect sur une bande au moins égale à 50 cm de part et d'autre du décimètre.

Typologie des herbiers au sein de l'enveloppe globale



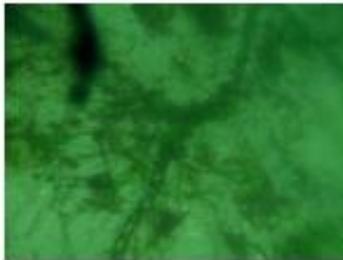
Transects aléatoires d'au moins 25 m de long

Typologie des herbiers au sein de l'enveloppe globale

Densité de pieds :

→ La densité de pieds se décline en 4 catégories (Figure 3) :

- Herbière très clairsemé (CC : recouvrement <5%), il ne joue alors pas le rôle d'habitat mais il est simplement présent en tant qu'espèce.
- Herbière clairsemé (C : recouvrement de 25%)
- Herbière moyennement dense (MD : recouvrement de 50 à 75%)
- Herbière dense (D : recouvrement de 80 à 100%)



Herbière clairsemé



Herbière moyennement
dense



Herbière dense

Typologie des herbiers au sein de l'enveloppe globale

Longueur de brins

➔ La longueur de brins se décline en 3 catégories (Figure 4.) :

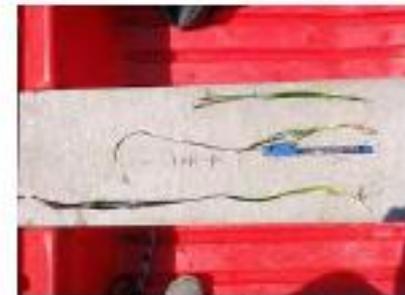
- Petits brins (PB) : < 25 cm
- Moyens brins (MB) : < 50 cm
- Long brins (LB) : > 50 cm



Petit brin



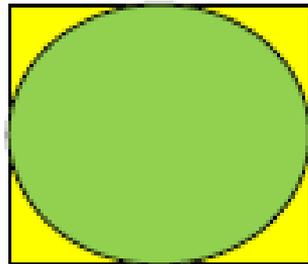
Brin moyen



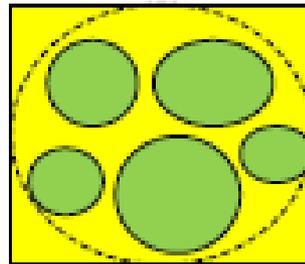
Long brin

Typologie des herbiers au sein de l'enveloppe globale

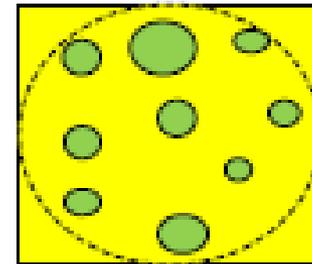
Caractérisation en terme de degré de fragmentation



Herbier homogène



Herbier fragmenté



Herbier très fragmenté

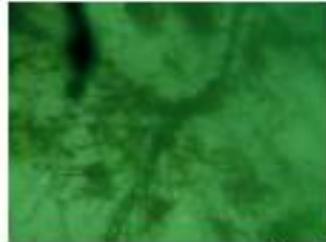
→ La fragmentation se décline en 3 catégories (Figure 5) :

- Herbier homogène (H) : l'herbier est sous la forme d'une grande tâche uniforme sans interruption
- Herbier fragmenté (F) : l'herbier est sous la forme de tâches avec une proportion de sable inférieure à celle de l'herbier au sein de l'enveloppe globale
- Herbier très fragmenté (TF) : l'herbier est sous la forme de tâches avec une proportion de sable plus importante que l'herbier au sein de l'enveloppe globale

Typologie des herbiers au sein de l'enveloppe globale

Caractérisation de la typologie de l'herbier

Densité



Herbier clairsemé



Herbier moyennement dense



Herbier dense

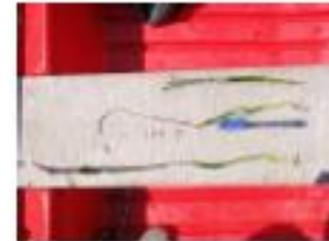
Longueur de brins



Petit brin

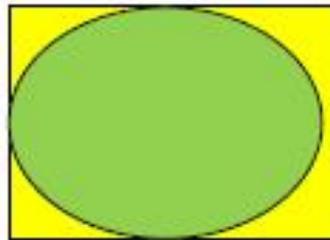


Brin moyen

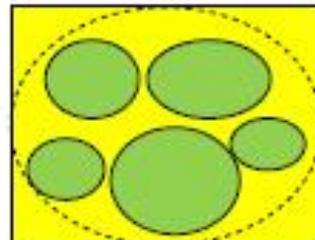


Long brin

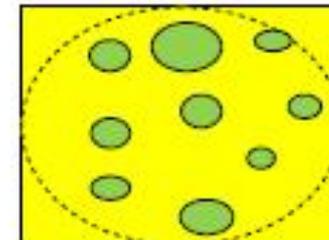
Fragmentation



Herbier homogène



Herbier fragmenté



Herbier très fragmenté



Typologie des herbiers au sein de l'enveloppe globale



Typologie des herbiers au sein de l'enveloppe globale



Typologie des herbiers au sein de l'enveloppe globale





Ordre du jour



1) Cartographie des herbiers

2) Caractérisation générale des herbiers

3) Caractérisation d'herbiers impactés

4) Suivis à long terme et indicateurs

5) Discussion

Caractérisation des herbiers impactés

Deux exemples :

Caractérisation d'herbiers de référence en Bretagne par le protocole REBENT

Caractérisation de 10 herbiers du PNMI

Caractérisation des herbiers impactés

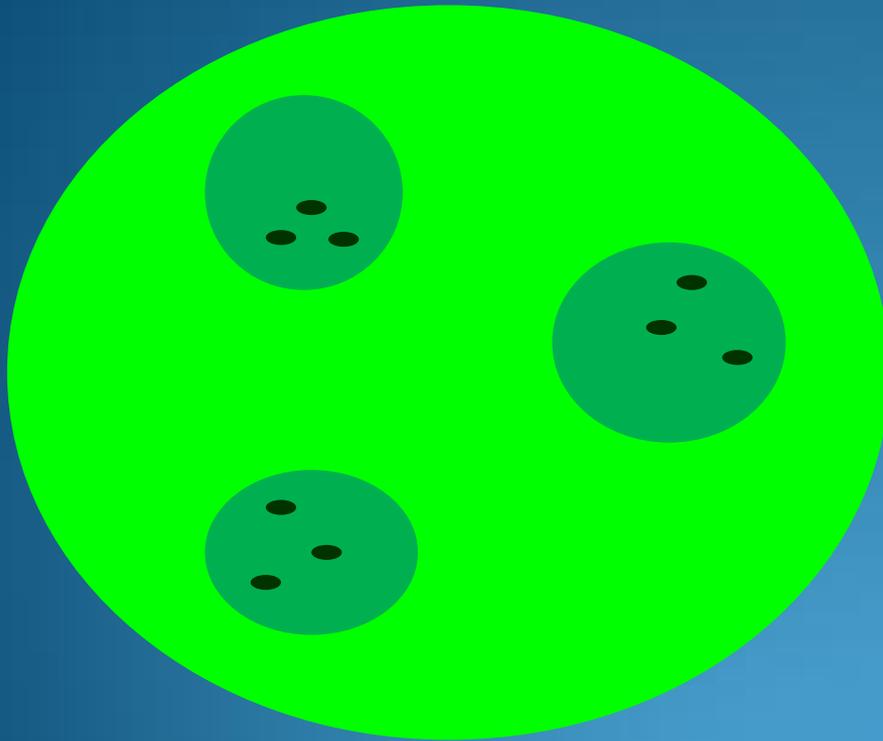
Deux exemples :

Caractérisation d'herbiers de référence en Bretagne par le protocole REBENT

Caractérisation de 10 herbiers du PNMI

Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole REBENT

Caractérisation biotique d'herbiers de référence en Bretagne



Par site :

- Densité de pied : Nb de pied dans 3 cadrats de 0.1 m²
- Biomasse + Longueur/largeur de feuille : Prélèvements de 2 ½ cadrat (feuille + vase + rhizomes)
- Epiphytes : prélèvement de 5 pieds
- Granulo/MO : 2 carottes de sédiment
- Biodiversité : trait d'haveneau avec récupérateur de la meiofaune
- Maladie : prélèvement de 5 pieds

Au sein d'une vase zone d'herbier, 3 sites, 3 répliqués par site

Nécessite un laboratoire : mesure des feuilles, calcul de la biomasse, granulo et MO

Caractérisation des herbiers impactés

Deux exemples :

Caractérisation d'herbiers de référence en Bretagne par le protocole REBENT

Caractérisation de 10 herbiers du PNMI

Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole PNMI

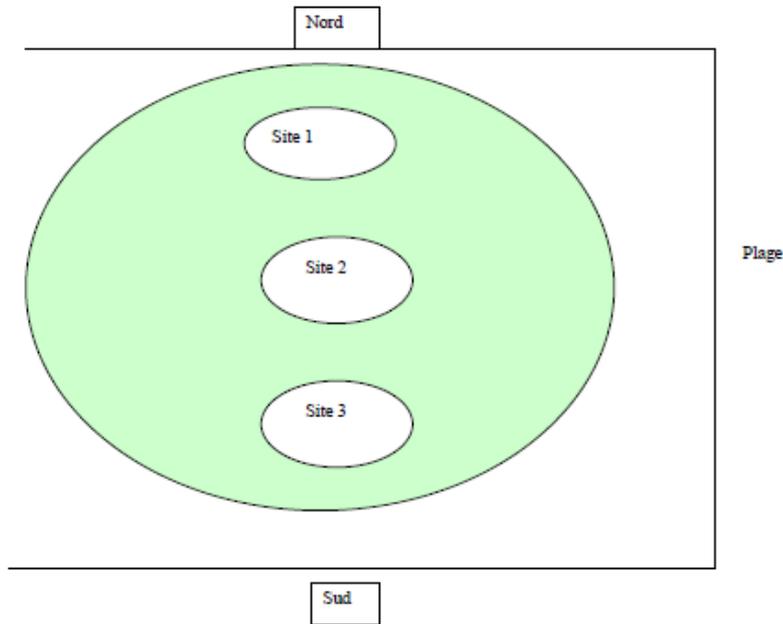
Caractérisation biotique et abiotique de 10 herbiers au sein du PNMI

Paramètres utilisés pour caractériser les herbiers et les hiérarchiser

Facteurs abiotiques			Facteurs biotiques			Facteurs anthropiques		
Turbidité (tur)	Clair	1	Densité de pieds / m ² (den)	< 300	1	Densité algues vertes (ver)	absentes	1
	Peu turbide	2		300 - 400	2		peu denses	2
	Turbide	3		400 - 500	3		denses	3
	Très turbide	4		500 - 600	4		très denses	4
Situation à basse mer (bat)	Emergé	1	Surface (m ² / m ² au sol) (sud)	> 600	5	Pêche à pied (pap)	absente	1
	Emergé / Immergé	2		< 3	1		occasionnelle	2
	Immergé	3		3-4	2		fréquente	3
	Profondément immergé	4		4-5	3		intensive	4
Exposition à la houle (hou)	Pas de houle	1	Surface par pied (cm ²) (sup)	5-6	4	Pêche loisir et professionnelle (plp)	absente	1
	Houle faible	2		> 6	5		occasionnelle	2
	Houle forte	3		< 60	1		fréquente	3
	Houle très forte	4		60 - 90	2		intensive	4
Déferlement des vagues (def)	Peu	1	Longueur des feuilles (mm) (lon)	90 - 120	3	Mouillages (mou)	absents	1
	Important	2		120 - 150	4		occasionnels	2
	Très important	3		> 150	5		fréquents	3
Vitesse maximale des courants (vit)	Très faible	1	Habitats environnants (hab)	< 300	1		intensifs	4
	Faible	2		300 - 400	2			
	Moyenne	3		400 - 500	3			
	Forte	4		500 - 600	4			
	Très forte	5		> 600	5			
Granulométrie % pérites (pel)	0 - 5	1	Rôle de nurserie (nur)	1	1			
	5-15	2		2	2			
	15 - 30	3		3	3			
	30 - 80	4		4	4			
	> 80	5		inconnu	1			
Médiane (µm) (med)	< 63	1	Surface totale (hectare) (tot)	connu	2			
	63 - 125	2		important	3			
	125 - 200	3		0-5	1			
	200 - 315	4	5-10	2				
	315 - 1000	5	10-50	3				
	> 1000	6	> 50	4				

Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole PNMI

Caractérisation biotique et abiotique de 10 herbiers au sein du PNMI



Par site :

- Densité de pied : 3 cadrats de 0.1 m²
- Biomasse + Longueur/largeur de feuille : Prélèvements de 2 ½ cadrats (feuille + vase + rhizomes)
- Epiphytes : prélèvement de 5 pieds
- Granulo/MO : 2 carottes de sédiment
- Maladie : prélèvement de 5 pieds

Au sein d'une vaste zone d'herbier, 3 sites, 3 répliquas par site

Nécessite un laboratoire : mesure des feuilles, calcul de la biomasse, granulo et MO

Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole PNMI

Analyses en laboratoire

- *Zostères* (tous les prélèvements d'herbier sont congelés au retour de la sortie terrain de prélèvement)

- *Demi quadrats de prélèvement* :

Laisser décongeler les échantillons puis les rincer sur une maille de 1 mm.

Pour chaque pied, plusieurs mesures sont effectuées :

- Longueur de la gaine
- Longueur de chaque feuille (indiquer si intacte ou cassée)
- Largeur des feuilles : 1 feuille moyenne par pied

Une fois les mesures effectuées, racines, feuilles, algues rouges, brunes et vertes sont séparées et placées à l'étuve à 60°C pendant 48h. Au bout de 48 h, les mesures de biomasse sont effectuées.

- *Epiphytes* :

Laisser décongeler les échantillons puis les rincer sur une maille de 1 mm.
Pré-peser le papier filtre destiné à recevoir les épiphytes

Pour chaque pied, plusieurs mesures sont effectuées :

- Longueur de la gaine
- Longueur de chaque feuille (indiquer si intacte ou cassée)
- Largeur des feuilles : 1 feuille moyenne par pied

Une fois l'ensemble des feuilles mesurées, les épiphytes sont prélevés par le passage léger de la lame de rasoir de la base à l'apex de chaque feuille.

Les épiphytes de l'ensemble de l'échantillon sont conservés sur le papier filtre pré-pesé.

Les feuilles et les épiphytes sont placés à l'étuve à 60°C pendant 48h. et ensuite pesés.

- *Maladie* :

Le taux de maladie se mesure sur les feuilles fraîches directement au retour de la sortie terrain.

- **Granulométrie et taux de matière organique des sédiments**

Les prélèvements de sédiments sont séparés en quatre : une partie sert à l'analyse granulométrique, les autres parties servent à la mesure du taux de matière organique présente dans le sédiment.

Pour l'analyse granulométrique, les sédiments sont passés sur une colonne de tamis, et chaque fraction granulométrique ainsi obtenue est pesée. Pour chaque fraction, le résultat est conservé sous forme de pourcentage par rapport à la masse totale de sédiment analysée.

Chaque fraction correspond à une gamme de taille de grain : par exemple, la fraction de 80µm à 100µm. La taille de grain retenue pour le graphique (axe des abscisses) correspond à la borne inférieure de la classe de particules (ex : 80 pour la fraction de 80µm à 100µm).

Pour la mesure du taux de matière organique (mesure de la quantité de carbone organique total), les sédiments sont passés au four à 450°C pendant 12h (perte au feu). Les résidus sont pesés, et le résultat est exprimé en pourcentage par rapport au poids de sédiments analysés. Trois mesures sont effectuées, afin d'obtenir un taux de matière organique moyen et son écart-type.



Ordre du jour

1) Cartographie des herbiers

2) Caractérisation générale des herbiers

3) Caractérisation d'herbiers impactés

4) Suivis à long terme et indicateurs

5) Discussion

Caractérisation des herbiers impactés

Trois exemples :

Observation globale d'herbiers en science participative : exemple de rhyzoma

Herbiers impactés par les mouillages : exemple du PNMI

Herbiers impactés par la pêche à pied : exemple de la Rade de Brest

Caractérisation des herbiers impactés

Trois exemples :

Observation globale d'herbiers en science participative : exemple de rhyzoma

Herbiers impactés par les mouillages : exemple du PNMI

Herbiers impactés par la pêche à pied : exemple de la Rade de Brest

Caractérisation des herbiers impactés en science participative : rhyzoma



LES HERBIERS DE ZOSTERES



COORDONNEES DU PLONGEUR OBSERVATEUR ET DU CLUB

NOM : Prénom : Niveau de Plongeur Observateur :

Nom du club : Adresse du club :

CARACTERISTIQUES DE L'OBSERVATION

Site de plongée : Date : Heure :

Localité la plus proche : Département : Coordonnées de géolocalisation (si disponibles) :
 EURO 50 WGS 84

Conditions météorologiques :

Courant :

Visibilité :m Température de l'eau :°C Coefficient de marée :

ACTIVITES SUR LE SITE DE L'OBSERVATION

Plongée exploratoire	<input type="checkbox"/>	Plongée technique («école»)	<input type="checkbox"/>
Plongée photo	<input type="checkbox"/>	Plongée nocturne	<input type="checkbox"/>
Refuge si mauvaise météo	<input type="checkbox"/>	Plongée enfant	<input type="checkbox"/>

(Cocher la case correspondante)



Caractérisation des herbiers impactés en science participative : rhyzoma



LES HERBIERS DE ZOSTERES



FAUNE ASSOCIEE

Œufs de seiche  <input type="checkbox"/>	Juvenile d'araignées  <input type="checkbox"/>	Juvenile de poissons  <input type="checkbox"/>	Atrina fragilis  <input type="checkbox"/>
Seiche  <input type="checkbox"/>	Araignée  <input type="checkbox"/>	Lieu jaune  <input type="checkbox"/>	Hippocampe  <input type="checkbox"/>
	Crevette / bouquet  <input type="checkbox"/>	Bar, vieille  <input type="checkbox"/>	Syngnathe  <input type="checkbox"/>

PRESSIONS

Corps mort  <input type="checkbox"/>	Ancre  <input type="checkbox"/>	Casier, filet  <input type="checkbox"/>	Déchets  <input type="checkbox"/>
Pas d'ulves  <input type="checkbox"/>	Ulves en petite quantité  <input type="checkbox"/>	Ulves en grande quantité  <input type="checkbox"/>	Moules  <input type="checkbox"/>

CARACTERISTIQUES DE L'HERBIER

Temps d'observation de l'herbier :min

Profondeur minimale de l'observation :m

Profondeur maximale de l'observation :m

COMPOSITION		Zostère marine  <input type="checkbox"/>	Zostère naine  <input type="checkbox"/>	
		Zostères seuls <input type="checkbox"/>	Zostères + sargasses <input type="checkbox"/>	Zostères + algues rouges <input type="checkbox"/>
STRUCTURE GLOBALE		Herbier homogène <input type="checkbox"/>	Fragmenté (sable < herbier) <input type="checkbox"/>	Très fragmenté (herbier < sable) <input type="checkbox"/>
SUBSTRAT		Vaseux <input type="checkbox"/>	Sablo-vaseux <input type="checkbox"/>	Sableux <input type="checkbox"/>
				Cailloutis et blocs <input type="checkbox"/>
RELIEF		Cuvette <input type="checkbox"/>	Fond plat (horizontal) <input type="checkbox"/>	Micro-falaise <input type="checkbox"/>

COMMENTAIRES :

(Cocher si l'indicateur est présent)



Caractérisation des herbiers impactés

Trois exemples :

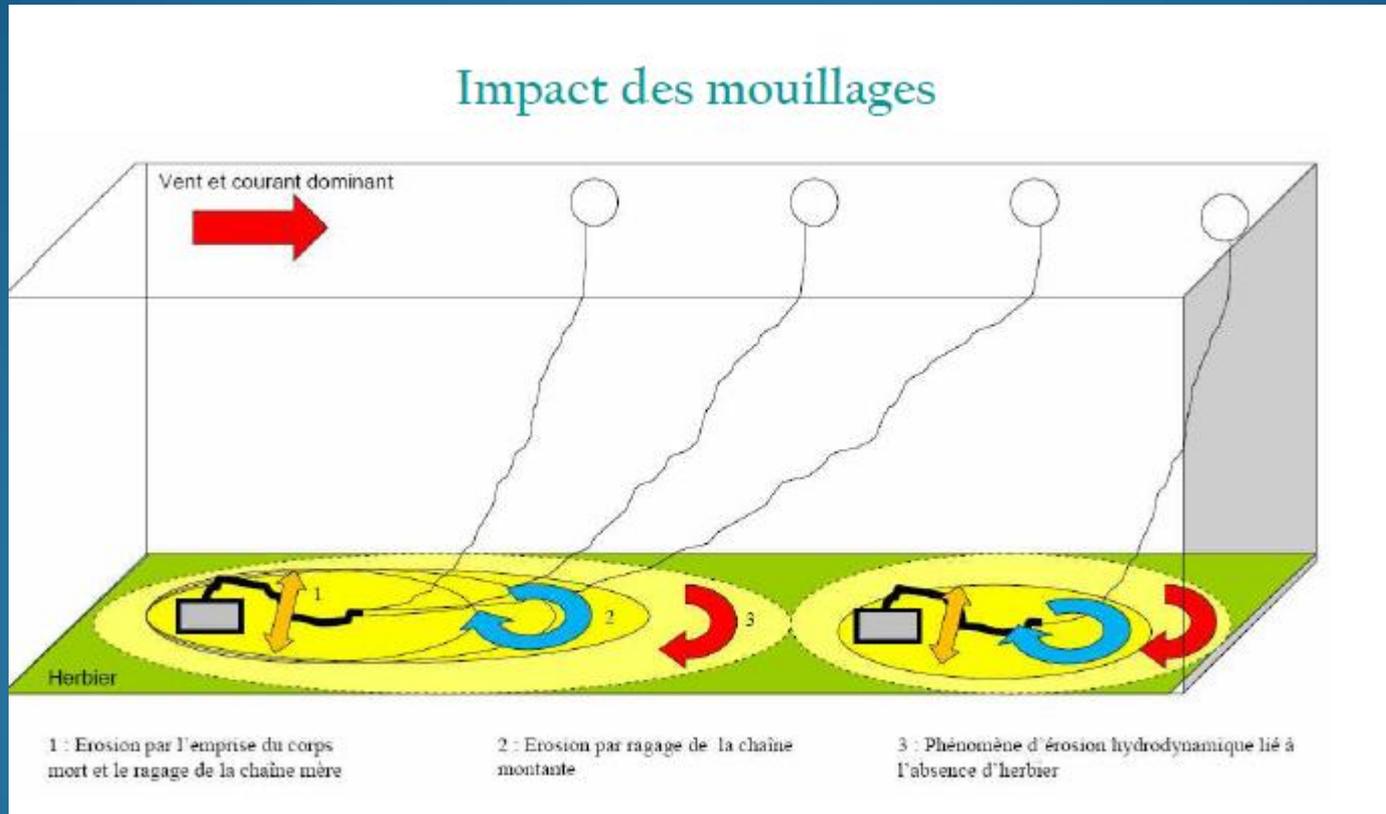
Observation globale d'herbiers en science participative : exemple de rhyzoma

Herbiers impactés par les mouillages : exemple du PNMI

Herbiers impactés par la pêche à pied : exemple de la Rade de Brest

Caractérisation des herbiers impactés par les mouillages : protocole PNMI

Analyse de l'impact des mouillages

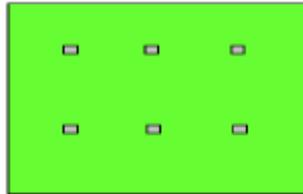


Caractérisation des herbiers impactés par les mouillages : protocole PNMI

Analyse de l'impact des mouillages

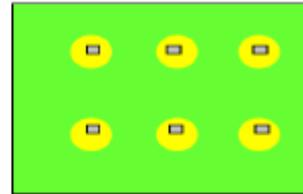
Les différentes phases d'altération de l'herbier

Etape 0 : Couverture = 100 %



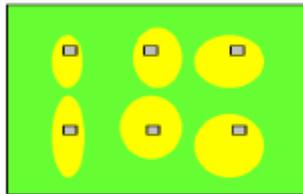
T=0 : Mise en place des corps morts sur un herbier intact

Etape 1 : Couverture = 80 %



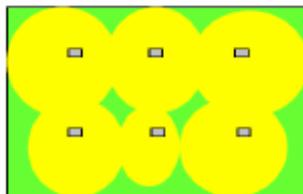
Ragage des chaînes de corps morts

Etape 2 : Couverture > 75 %



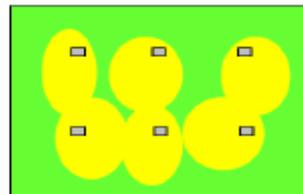
Elargissement des zones de ragage par érosion mécanique et hydrodynamique

Etape 4 : Couverture < 25 %

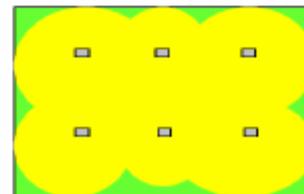


Herbier résiduel sous forme de tâches

Etape 3 : Couverture < 50 %



Etape 5 : Couverture < 5 %

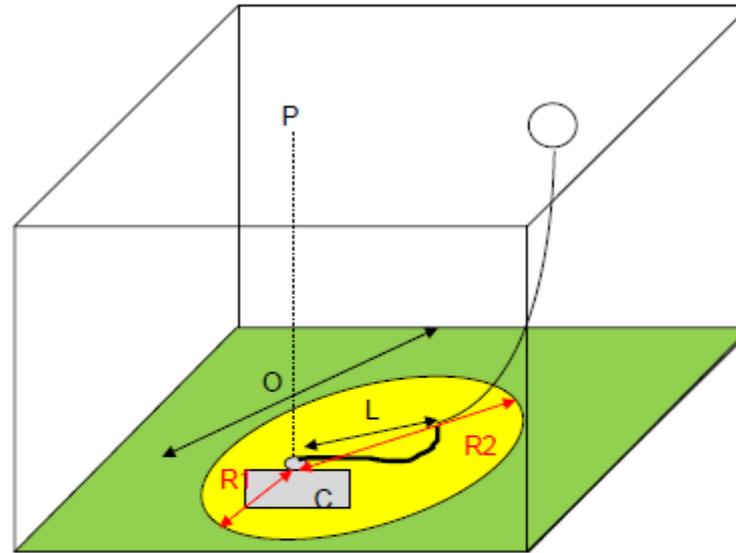


Disparition totale de l'herbier sous les mouillages à plus ou moins long terme

Caractérisation des herbiers impactés par les mouillages : protocole PNMI

Analyse de l'impact des mouillages

Impact des mouillages



Pour chaque mouillage faisant l'objet d'une mesure, les éléments suivant ont été notifiés :

- Plus petite distance à l'herbier par rapport au centre du corps mort (c'est le premier brin d'herbier observé qui servait de repère) : R1
- La plus grande distance à l'herbier par rapport au centre du corps mort : R2
- La longueur de la chaîne étalée au fond : L
- La position GPS du corps mort (en prenant soin de se mettre à l'aplomb) : P
- L'orientation de la plus grande distance à l'herbier : O

Caractérisation des herbiers impactés par les mouillages : protocole PNMI

Analyse de l'impact des mouillages

Résultats: Impact des mouillages

Porsmoguer

Surface totale de l'herbier	Surface de la zone de mouillages	Surface de ragage moyenne d'un corps mort	Emprise de la zone de mouillages sur l'herbier	Emprise du ragage sur l'herbier dans la zone de mouillages	Emprise du ragage sur la totalité de l'herbier
140 857 m ²	51 182 m ²	186,2 m ²	36,4 %	29,1 %	10,5 %

Plougonvelin

Surface totale de l'herbier	Surface de la zone de mouillages comprise dans l'herbier	Surface de ragage moyenne d'un corps mort	Emprise de la zone de mouillages sur l'herbier	Emprise du ragage sur l'herbier dans la zone de mouillages	Emprise du ragage sur la totalité de l'herbier
356 197 m ²	145 696 m ²	120,7 m ²	41 %	24,8 %	10,2 %

Caractérisation des herbiers impactés par les mouillages : protocole PNMI

Analyse de la dynamique de l'herbier impacté et non impacté

Mise en place des radiales et mesure des points contact

Objectifs : Relevé de points contact dans la zone impactée et non impactée de l'herbier : série de points fixes à relever régulièrement pour mesurer une régression/croissance de l'herbier par secteur. Comparer les secteurs impactés et non impactés. Calculer le rayon moyen de ces chaînes de coffre.

- Zone mouillage : Dynamique de l'herbier + 10 rayons de ragage
- Zone hors mouillages : Dynamique de l'herbier

Principe :

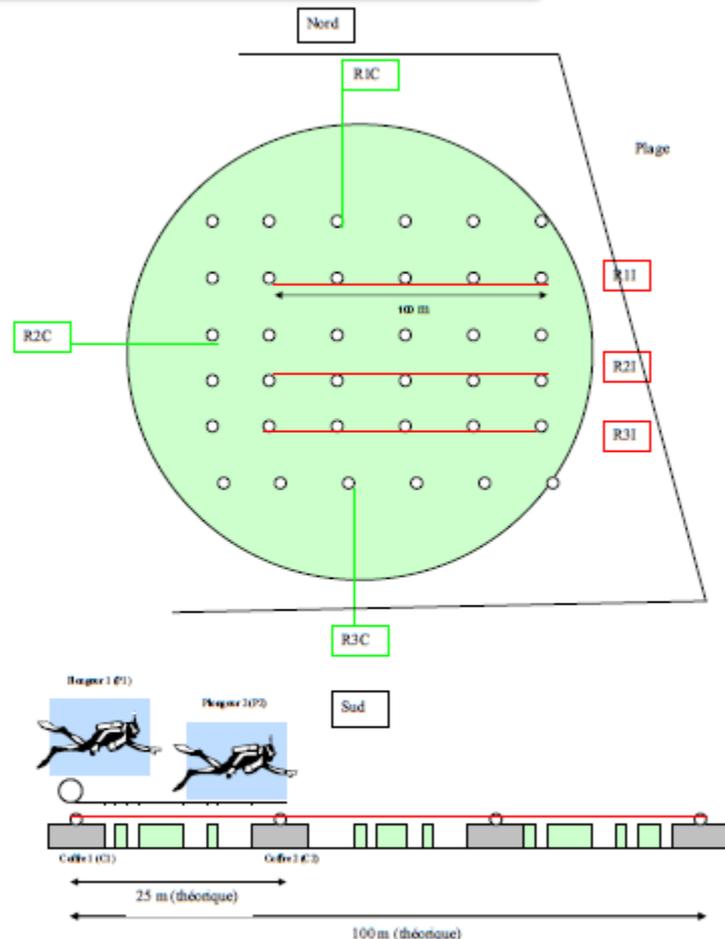
Zone impactée : Tendre 3 radiales de 100 m entre des mouillages permanents. Mesurer le long de ces radiales les points d'apparition et de disparition de l'herbier. Les coffres seront choisis au hasard, mais au milieu de la zone de mouillages et en ligne.

Zone contrôlée : Tendre 3 radiales de 100 m en partant des dernier mouillages permanents vers la limite extérieure de l'herbier. Mesurer le long de ces radiales les points d'apparition et de disparition de l'herbier.

Recommandation : être le plus précis possible dans la prise des mesures car les variations d'une année à l'autre peuvent être très fines.

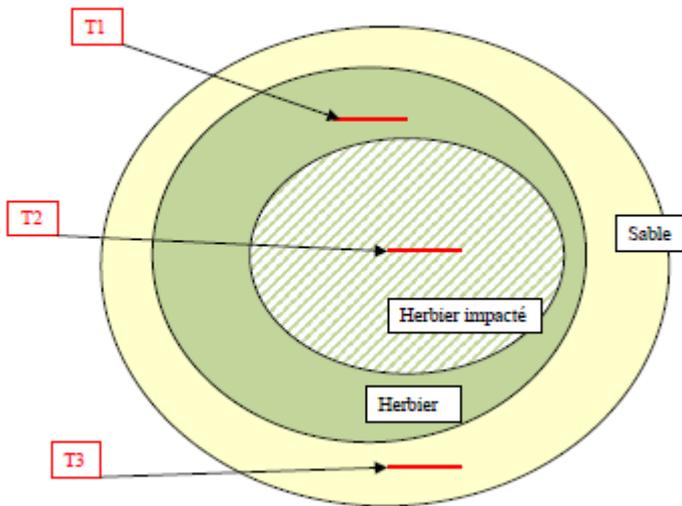
Matériel et méthode :

Radiale Impactée 1			Radiale Impactée 2			Radiale Impactée 3			Radiale Contrôlée 1			Radiale Contrôlée 2			Radiale Contrôlée 3		
H début			H début			H début			H début			H début			H début		
H fin			H fin			H fin			H fin			H fin			H fin		
	N°	N°Pt GPS		N°	N°Pt GPS		N°	N°Pt GPS		N°	N°Pt GPS		N°	N°Pt GPS		N°	N°Pt GPS
C1			C1			C1			C1			C1			C1		
C2			C2			C2			P1			P1					
C3			C3			C3			P2			P2					
C4			C4			C4											
C5			C5			C5			Dir			Dir			Dir		
Sens			Sens			Sens			Sens			Sens			Sens		



Caractérisation des herbiers impactés par les mouillages : protocole PNMI

Analyse de la mégafaune entre herbier impactés et non impactés



Date

		TRANSECT				
		1	2	3	4	5
POISSONS	Lepadogaster					
	Syngnathe					
	Sole					
	autre					
ANEMONES	Anémone de sable					
	autre					
CRABES	Crabe vert					
	Etrille					
	Macropodia sp					
	autre					
BIVALVES	Bernard-l'ermite					
	2 siphons (Couteau)					
	Palourde (Venus sp)					
	Amande (Glycimeris)					
GASTERO	1 siphon					
	autre					
	Nasse (Hinia reticulata)					
	Gibbula sp					
OPHIURES	Aplysie					
	autre					
POLYCHETES	Lanice					
	Sabelle					
	Gros tube grossier					
	autre					
AUTRES	Comatule					

Caractérisation des herbiers impactés

Trois exemples :

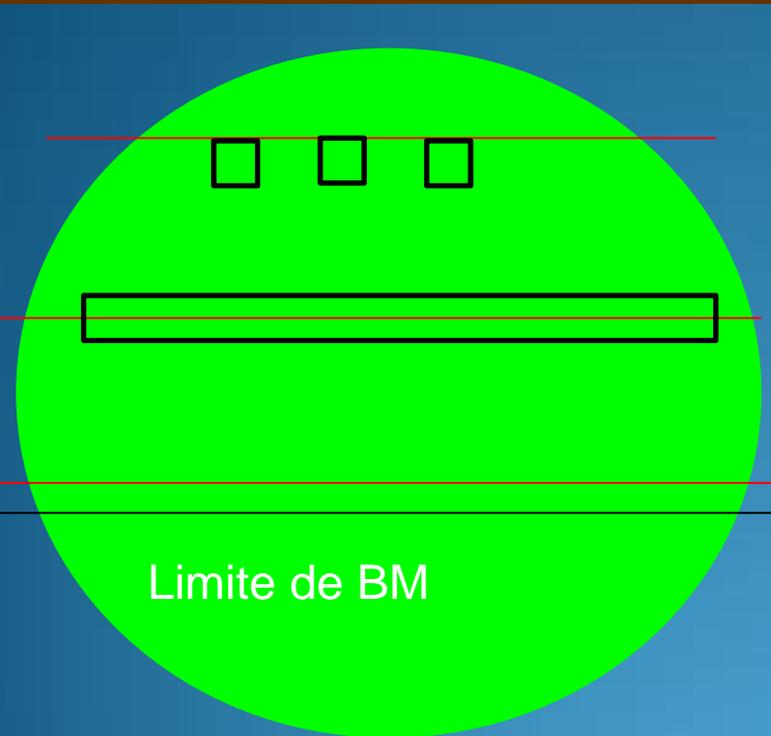
Observation globale d'herbiers en science participative : exemple de rhyzoma

Herbiers impactés par les mouillages : exemple du PNMI

Herbiers impactés par la pêche à pied : exemple de la Rade de Brest et ria d'Etel

Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole Rade de Brest

Mise en place de 3 radiales permanentes (25 m) : GPS, marques, décamètre



Par radiale :

- Série 1 : Pose de 3 cadrats/radiales : photos, épiphytes, macroalgues, longueur et largeur de 10 feuilles (mesurer sur place)
- Série 2 : Interruptions sup. à 2m ET interruptions entre 0,5 et 2m
- Série 3 : Bande de 1m de large : relief, macroalgues non fixées, mégafaune
- Série 4 : analyse du substrat par carottage manuel

Au sein d'une vaste zone d'herbier, 3 sites, 3 répliquas par site

Nécessite un laboratoire : mesure des feuilles, calcul de la biomasse, granulo et MO

Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole rade

- **Série 1 : Acquisition de paramètres dans des quadrats de 0.05 m² (3 quadrats de 0.05m² par transect)**

Pour Zostera marina

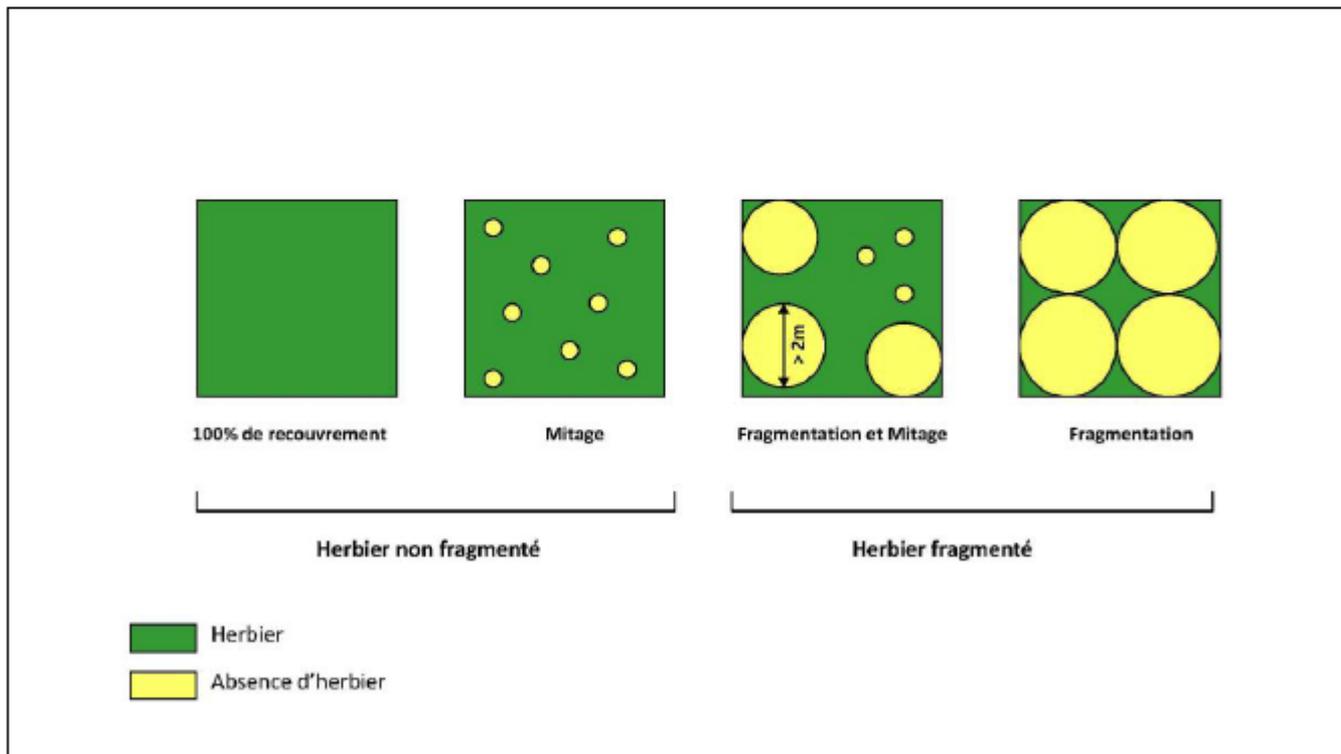
- 1) **Photos** du quadrat en place (avec les algues) puis sans les algues (les retirer avant)
- 2) **Epibiose (pour les deux espèces):** Donner un indice pour chaque quadrat :
1 : pas d'énibiose ou algues calcaires
2 : algues filamenteuses
3 : film sédimentaire
- 3) **Présence et abondance de macroalgues :**
Affectation d'un indice de recouvrement du quadrat par les algues vertes, algues rouges fixées, algues brunes fixées, algues en épave
0 : absence
1 : 0-25 %
2 : 25-50 %
3 : 25-75 %
4 : 75-100 %
- 4) **Photos** du quadrat en place sans les algues (les retirer avant)
- 5) **Longueur moyenne et écart type des feuilles de *Z marina* :** mesure de la longueur de la plus grande feuille non cassée de 10 pieds de zostère par quadrat.
- 6) **Largeur moyenne et écart type des feuilles de *Z marina* :** mesure de la largeur de la plus grande feuille non cassée de 3 pieds par quadrat.
- 7) **Nombre de pieds moyen et écart type :** comptage du nombre total de ~~faisceaux de feuilles~~ de pieds (un pied = un faisceau de feuilles) (voir plus loin comment sont positionnés les quadrats dans la sous-station).

Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole rade

- Série 2 : Acquisition de paramètres à partir des intersections d'un transect de 25 mètres

Filmer chaque radiale + notes sur le terrain

- **Recouvrement et fragmentation de l'herbier** : valeurs respectives du pourcentage de surface de phanérogames marines et de la surface de substrat nu. (sections de sable nu > 2 m de longueur) sur la radiale de 25 m. (méthode des point contacts) :



Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole rade

- **Mitage de l'herbier** : nombre de segments de sable nu, > 50 cm et < 2 m, sur la radiale de 50 m.
- **Nombre de patchs d'herbier sur une radiale de 25 m** : nombre de patchs complets + 1 ou 2 fractions de patch en début et fin de radiale. Les patchs d'herbier sont séparés par 2 m et plus de sable nu.
- **Longueur moyenne des patchs d'herbier sur une radiale de 25 m** : on ne retiendra que les patchs entiers. C'est-à-dire que l'on ne prend pas les patchs incomplets de début et fin de radiale.
- **Dynamique de l'herbier** :

Erosion (F) : pourcentage de limite d'herbier en microfalaise (F) par rapport au nombre total de limites d'herbier du transect faisant apparaître les racines de l'herbier à nu. Progression (P) : % de limite d'herbier par rapport au nombre total de limites d'herbier du transect montrant une colonisation du sable nu par traçage des rhizomes.

Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole rade

- **Série 3 : Acquisition de paramètres à partir d'une bande (radiale Belt) de 25m² (bande de 1 m de large centrée sur le transect de 25m)**

Filmer la radiale + notes sur le terrain

- **Relief** (uniquement pour *Z. marina*): une valeur globale donnée pour la sous-station appréciée sur la bande de 25 m² :

Relief faible : dénivelé < 10 cm. L'herbier est quasiment plat, il n'y a pas de dépression ni de microfalaise.

Relief moyen : dénivelé de 10 - 25 cm. En dehors des microfalaises, l'herbier est plat et continu.

Relief important : dénivelé > 25 cm. L'herbier est fortement vallonné et/ou comporte des microfalaises franches.

Le dénivelé correspond à la différence de niveau de substrat entre la bordure du patch et le fond de la cuvette ou la bande de substrat entre 2 patches

- **Macroalgues non fixées au sédiment dans les patches d'herbier** : une valeur globale est donnée pour la sous-station appréciée sur la bande des 25 m² (attention il ne s'agit pas des épiphytes de l'herbier) :

0 : pas de macroalgues présentes.

1 : quelques macroalgues présentes dans l'herbier (anecdotique).

2 : macroalgues très abondantes pouvant recouvrir l'herbier sur plusieurs m².

Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole rade

- **Macrophytes non fixées dans les trous de sable** (trous de mitage et/ou le sable inter-patch) : ce sont souvent des algues dérivantes qui n'ont pas la même signification que le développement d'algues dans l'herbier lui-même.

Il s'agira d'une valeur globale pour l'ensemble de la bande des 25 m² :

0 : pas ou très d'algues dérivantes ou de débris de feuilles de phanérogames.

1 : mélange d'algues dérivantes et de débris de feuilles de phanérogames (quelques m²).

- **Mégafaune** : abondance (nombre d'individus) des principales espèces d'invertébrés de grande mégafaune (oursins, étoiles de mer..) présents sur une bande de 1 m de largeur centrée sur la radiale. (liste à fixer après un premier diagnostic du site)



Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole rade

- **Série 4 : acquisition des paramètres relatifs au substrat par carottage manuel**

La caractérisation du sédiment peut se faire de deux manières :

- **Caractérisation du type de sédiment par estimation visuelle :**

Situer le sédiment à l'échelle globale de la radiale dans un des types suivants : (faire une cuvette d'eau et observer le dépôt d'une poignée de sédiment)

1 : vase (le poing fermé s'enfonce facilement dans le sédiment)

2 : sable fin vaseux (nuage turbide lorsque le sable se redépose mais le poing fermé ne pénètre quasiment pas).

3 : sable fin propre (pas ou très peu de nuage turbide, souvent bien calibré)

4 : sable grossier propre (grains de l'ordre de 1 à 5mm) (typiquement fragments et articles d'algues calcaires).

5 : macrodébris coralliens ou graviers/cailloutis (ordre du centimètre ou plus) (ces éléments sont dominants mais il y a toujours un peu de sédiment plus fin colmatant plus ou moins les interstices).

+ **Si possible en sous-traitance :**

- **Granulométrie du sédiment** : le passage sur série de tamis Afnor (ou granulomètre laser) d'un échantillon de sédiment prélevé dans un patch d'herbier sur la radiale permettra d'obtenir plusieurs paramètres relatifs au sédiment : taux de vase, taux de sable fin, taux de sable grossier, taux de gravier, taux de calcaire.

Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole rade

TRANSECT 1

A / Transect :

Point GPS début :

Point GPS fin :

B / Quadrats

Critère / N° quadrat	1					2					3				
Espèce de zostère	marina noltii mixte					marina noltii mixte					marina noltii mixte				
Epibiose	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
	Préciser :					Préciser :					Préciser :				
Macroalgues	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Longueur feuilles (en cm) <i>pour Z. marina et Z.noltii</i>	F1 :					F1 :					F1 :				
	F2 :					F2 :					F2 :				
	F3 :					F3 :					F3 :				
	F4 :					F4 :					F4 :				
	F5 :					F5 :					F5 :				
	F6 :					F6 :					F6 :				
	F7 :					F7 :					F7 :				
	F8 :					F8 :					F8 :				
	F9 :					F9 :					F9 :				
	F10 :					F10 :					F10 :				
Largeur feuilles (en mm) <i>uniquement pour Z. marina</i>	F1 :					F1 :					F1 :				
	F2 :					F2 :					F2 :				
	F3 :					F3 :					F3 :				
Densité (Z. marina)	pieds					pieds					pieds				
Recouvrement (Z. noltii)	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
N° photo (avant et après retrait des algues)															
Métrage début (D) ; fin (F)	D :		F :			D :		F :			D :		F :		

C / Granulométrie

vase sable fin vaseux sable fin propre
sable grossier propre macrodébris coralliens / graviers

Prélèvement de sédiment effectué : oui non

Matériel nécessaire aux suivis

- GPS
- Décamètre
- Quadrat 0,05 m²
- Équerre graduée
- Bagette d'1 mètre
- Dictaphone
- Appareil photographique
- +
- Carottier
- Sacs étanches

Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole rade





Ordre du jour

1) Cartographie des herbiers

2) Caractérisation générale des herbiers

3) Caractérisation d'herbiers impactés

4) Suivis à long terme et indicateurs ?

5) Discussion



Suivi à long terme : définition d'indicateurs

Caractérisation biotique et anthropique de 3 herbiers de référence au sein du PNMI

Suivi des paramètres biologiques :

- Enveloppe globale, typologie et fragmentation (fréquence annuelle). Afin de suivre encore plus précisément la dynamique de l'herbier, des marques fixes pourront être mises en place autour de l'enveloppe relevée lors du premier suivi. La dynamique de l'herbier en rapport avec ces marques pourra être suivie annuellement par les agents du PNMI (protocole dans la première partie du rapport)
- Paramètres biotiques et abiotiques d'après le protocole REBENT (fréquence de 3 ans en cohérence avec le protocole DCE) adapté aux conditions subtidales : Densité des pieds, longueur et largeur des feuilles, surface foliaire, biomasse foliaire et racinaire, flore associée, indice de maladie, granulométrie et taux de matière organique (protocole en annexe 1).
- Mégafaune (fréquence annuelle) (protocole en annexes réalisé en routine par les agents du PNMI).
- Biodiversité (fréquence annuelle) : Un gros effort de détermination de la biodiversité des herbiers est nécessaire afin de caractériser les peuplements au début du suivi. Le suivi de la macrofaune vagile et endogée sera adapté du protocole REBENT. Par la suite, un protocole simplifié ne prenant en compte que quelques groupes indicateurs de la biodiversité, afin de minimiser les coûts, pourra être mis en œuvre chaque année au moment des relevés de mégafaune par les agents du PNMI.

Suivi des paramètres anthropiques :

- Algues vertes (fréquence annuelle) : Un retour estival sur chacun des herbiers de référence sera nécessaire pour réaliser une caractérisation vidéo ou en plongée de la densité des algues vertes.
- Mouillages : le relevé des mouillages forains réalisé en routine par les agents du PNMI pendant la période estivale permettra de caractériser plus finement les herbiers impactés et de déterminer l'intensité de la perturbation. Ceci permettra de préciser l'origine naturelle ou anthropique de la fragmentation de certains herbiers.
- Fréquentation des espèces ressources (seiche, araignée, poissons) et effort de pêche (fréquence ajustée au rythme biologique des espèces) : Un protocole sera mis en place en collaboration avec le PNMI, le LEMAR et l'IRD afin de suivre le cycle saisonnier des espèces ressources sur les herbiers de référence du parc cet effort de pêche sur ces mêmes zones. Le relevé de la présence d'engins de pêche et le suivi de la mégafaune (voir ci-dessus) réalisés en routine par les agents du PNMI pendant la période estivale permettra, combinés aux études des scientifiques, de préciser le rôle des herbiers du Parc dans le cycle de vie des espèces d'intérêt commercial et dans l'exploitation économique de ces dernières au sein du Parc.

Protocole de suivis et indicateurs : exemple du PNMI

Définition d'un indicateur de l'état de conservation de 10 herbiers au sein du PNMI

Description de l'indicateur : L'indicateur est une combinaison de 9 paramètres ou indices, ces derniers correspondant à une synthèse de plusieurs métriques mesurées sur le terrain.

- Evolution de la surface totale : La surface totale est mesurée par transect vidéo puis cartographiée sur SIG. L'indice évolution de la surface totale prend donc en compte cette valeur mais également la progression ou régression vers le large ou la côte (mesure de la profondeur) et parallèlement à la côte.

- Fragmentation : La fragmentation est également mesurée par transect vidéo. La cartographie réalisée ensuite permet de déterminer la surface des zones fragmentées et homogènes. L'évolution de la surface couverte par ces deux typologies détermine l'indice de fragmentation.

- Surface foliaire : L'indice surface foliaire correspond à la surface foliaire développée par m². Pour calculer cet indice, les métriques densité de pied par m², longueur et largeur des feuilles et nombre de feuilles par pied, sont mesurées sur le terrain.

- Densité des pieds : L'indice densité des pieds est également comptabilisé séparément pour pondérer son influence sur la surface foliaire.

- Biomasse : L'indice biomasse correspond à la combinaison des métriques biomasse foliaire et biomasse racinaire.

- Mégafaune associée : Cet indice correspond à la combinaison des métriques % d'espèces présentes dans l'herbier (par rapport à la diversité représentée dans tous les herbiers du Parc) et abondance de ces espèces.

- Algues vertes : Cet indice correspond à la combinaison des métriques taux de recouvrement (observé par transect vidéo) et biomasse.

- Mouillages et pêche : Ces indices correspondent pour le moment aux observations de la fréquentation des herbiers par les plaisanciers et du nombre d'engins de pêche, réalisées par les agents de terrain du Parc.

Tableau 9. Valeurs de l'indicateur herbier

Indicateur herbier	Seuils				
	très mauvais	mauvais	moyen	bon	très bon
	5	4	3	2	1

Caractérisation des herbiers au sein de l'enveloppe globale : protocole PNMI

Définition d'un indicateur de l'état de conservation de 10 herbiers au sein du PNMI

	5	4	3	2	1
Progression surface totale (%)	-25 à -10	-10 à -0,1	0	+0,1 à +10	+10 à +25
Fragmentation (%)	100 à 80	80 à 60	60 à 40	40 à 20	20 à 0
Densité des pieds (/m ²)	100 à 150	150 à 200	200 à 250	250 à 300	300 à 350
Surface foliaire (m ² /m ²)	0 à 1	1 à 2	2 à 3	3 à 4	> à 4
Biomasse (g)	0 à 100	100 à 200	200 à 300	300 à 400	> à 400
Mégafaune	0 à 20	20 à 40	40 à 60	60 à 80	80 à 100
Algues vertes	tres denses	denses	moyennement denses	peu denses	absente
Mouillages	intensifs	fréquents	moyen	occasionnels	absents
Peche	intensive	fréquente	moyen	occasionnelle	absente
Moyenne totale	5 à 4,33	4,33 à 3,49	3,49 à 2,66	2,66 à 1,83	1,83 à 1

Résultats pour les 3 herbiers de référence du PNMI

	Beniguet	Blancs Sablons	Cap de la Chèvre
Progression surface totale			
Fragmentation	3	5	3
Densité	1	3	2
Surface foliaire	3	5	3
Biomasse	4	5	4
Mégafaune	3	4	3
Algues vertes	2	2	2
Mouillages	2	2	3
Peche	2	3	3
moyenne état initial	2,50	3,63	2,875
indicateur	2	4	3



Ordre du jour

1) Cartographie des herbiers

2) Caractérisation générale des herbiers

3) Caractérisation d'herbiers impactés

4) Suivis à long terme et indicateurs ?

5) Discussion



Merci de votre attention