

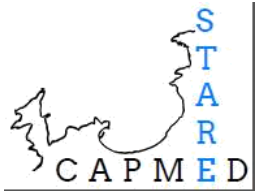


# Le macrobenthos de substrats meubles en zone infralittorale Corse

Indice et Méthodologie adaptée pour un diagnostic écologique facilité

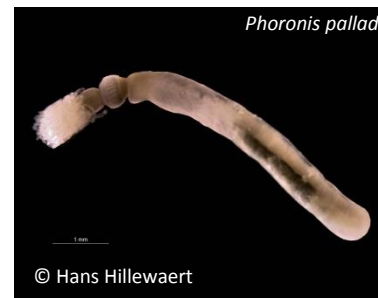
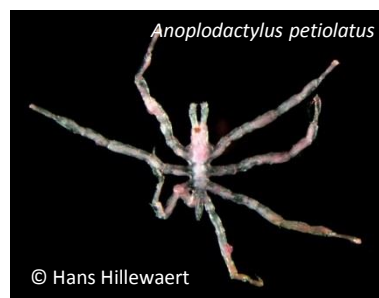
Thèse de doctorat  
Présentée par

**Annick DONNAY**



# Le macrobenthos de substrats meubles

- Invertébrés d'une taille  $> 1\text{mm}$
- Invertébrés fixes ou mobiles
- Invertébrés vivants dans ou sur les fonds meubles
- Invertébrés de nombreux groupes taxonomiques



*Pariambus typicus*



*Bathyporeia guilliamsonina*



*Ophiura ophiura*



© Hans Hillewaert

*Echinocardium cordatum*



© Hans Hillewaert

*Abra alba*



*Vitreolina philippi*



500  $\mu$ m

*Sthenelais boa*



© Hans Hillewaert

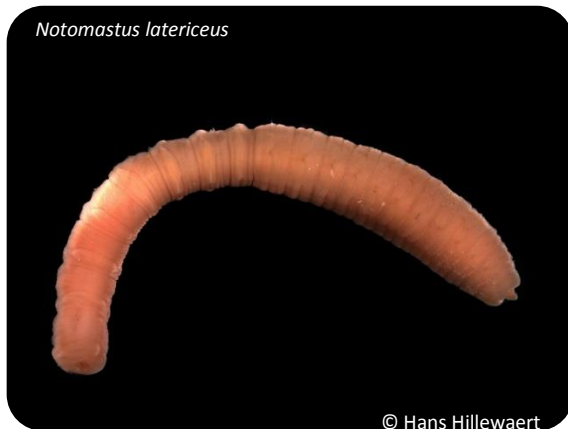
*Sabella spallanzanii*



© Hans Hillewaert

# Le macrobenthos de substrats meubles

Sensible à la pollution dont l'enrichissement en matière organique (MO)



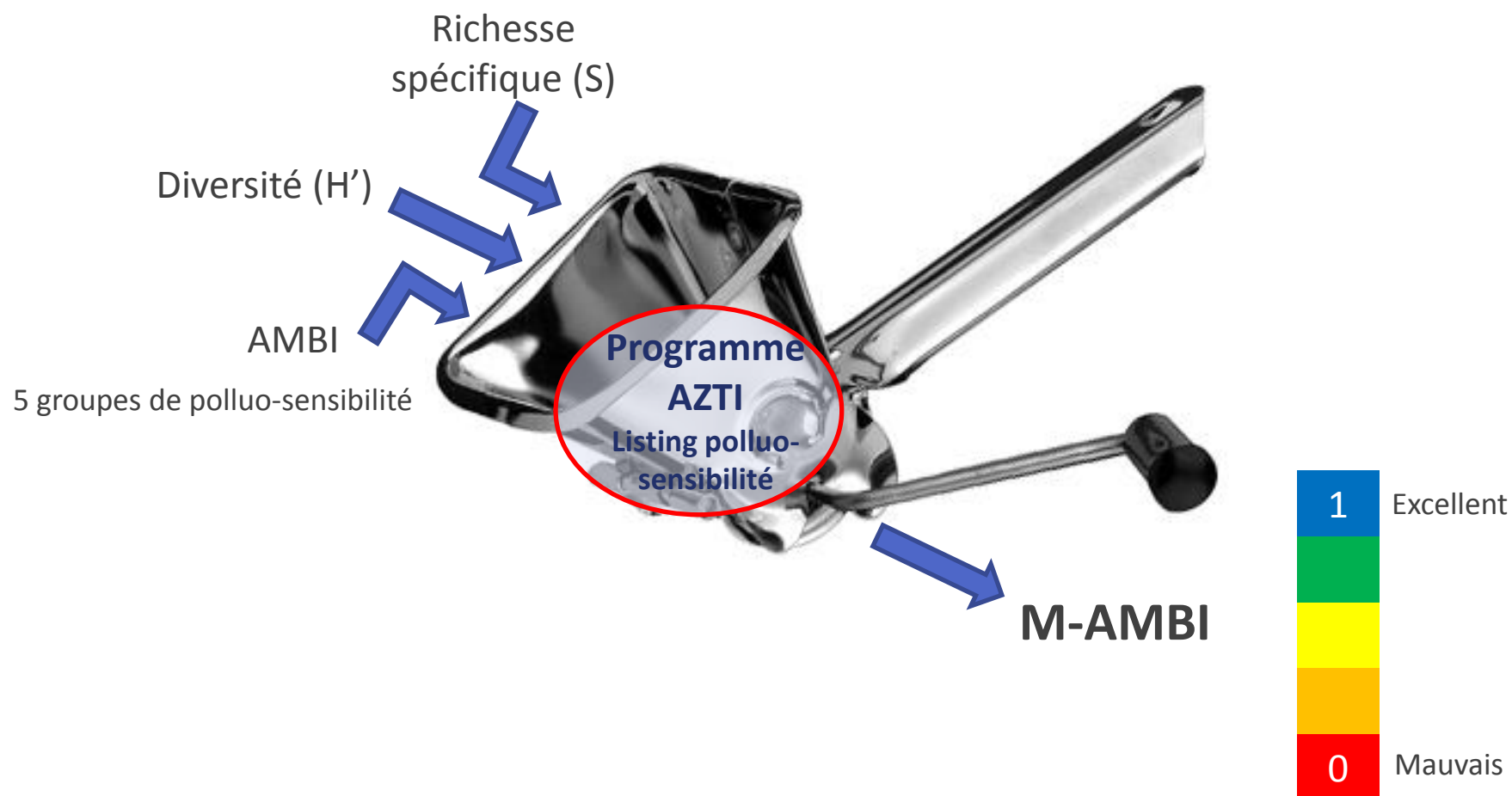
Bio-indicateur de qualité



→ Multitude d'indices biotiques développés

# Le M-AMBI

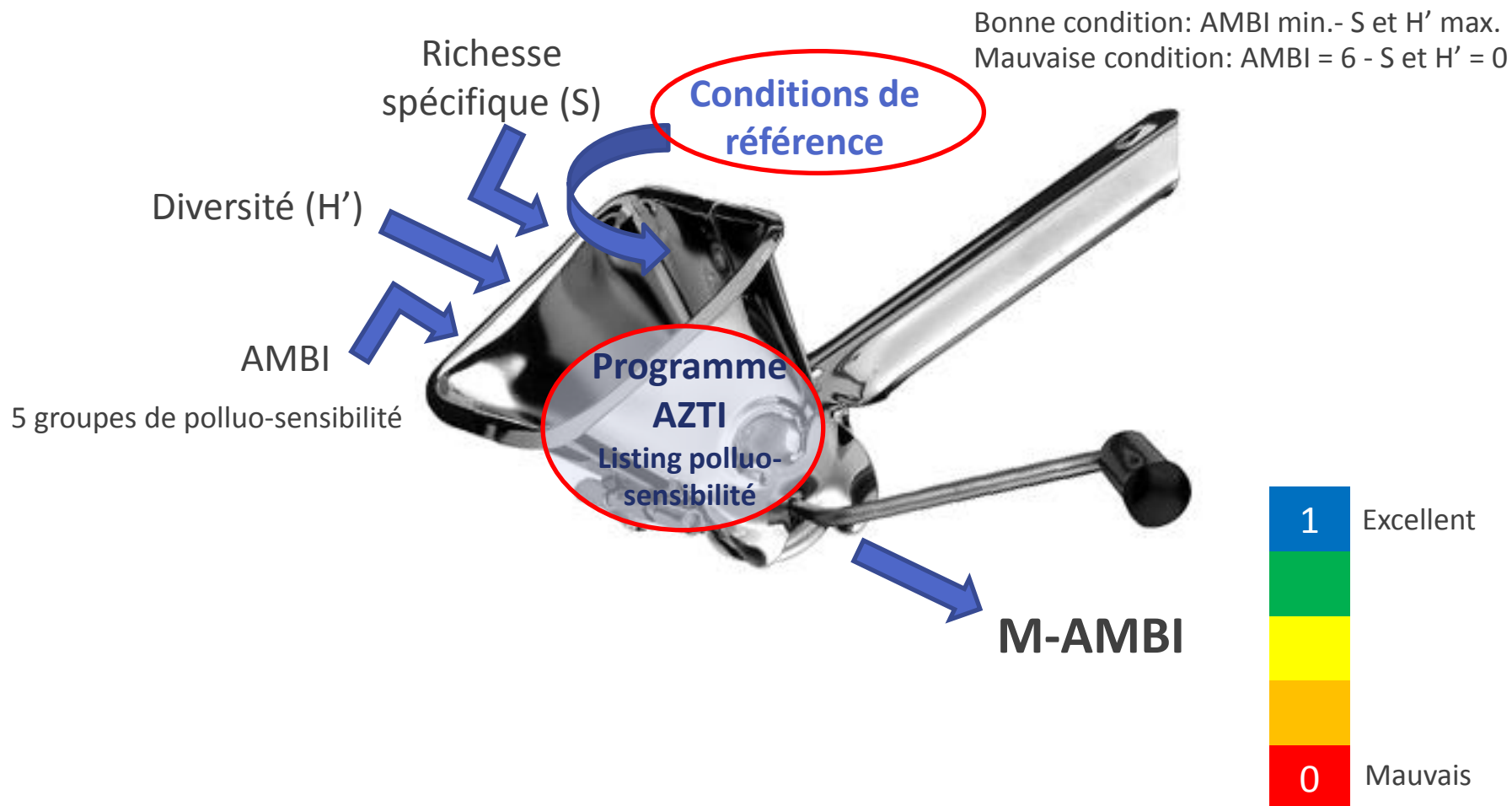
= AMBI multivarié (Muxika et al., 2007)

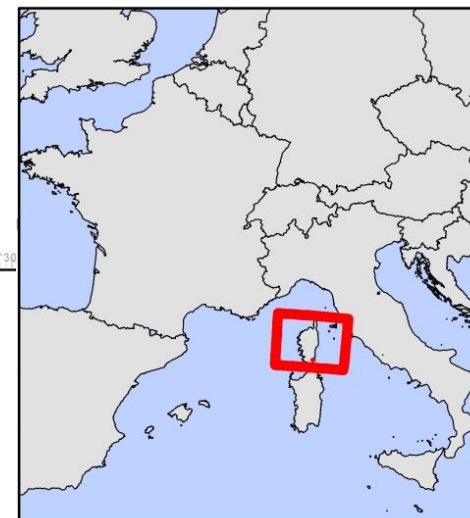




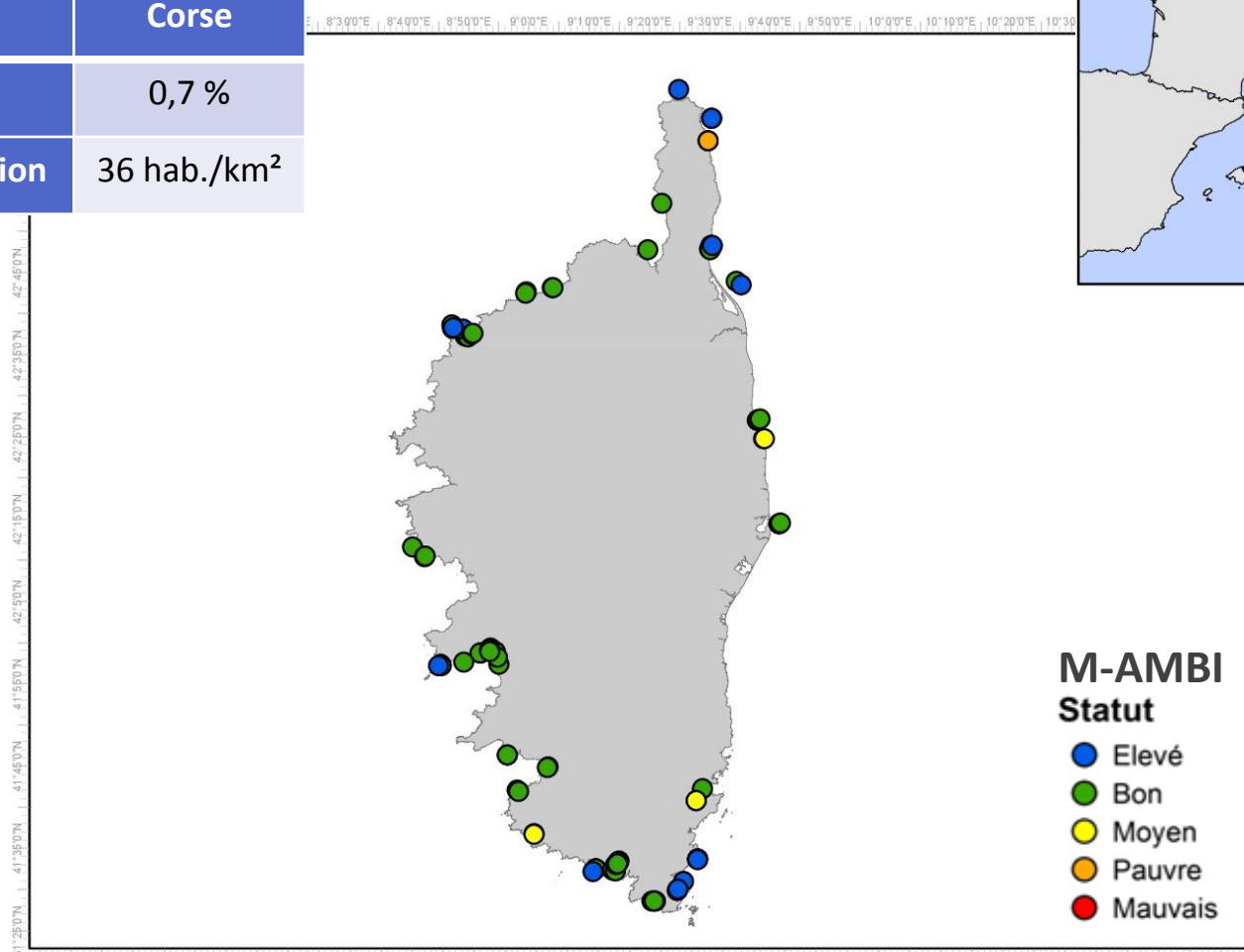
# Le M-AMBI

## Comparaison avec des conditions de référence

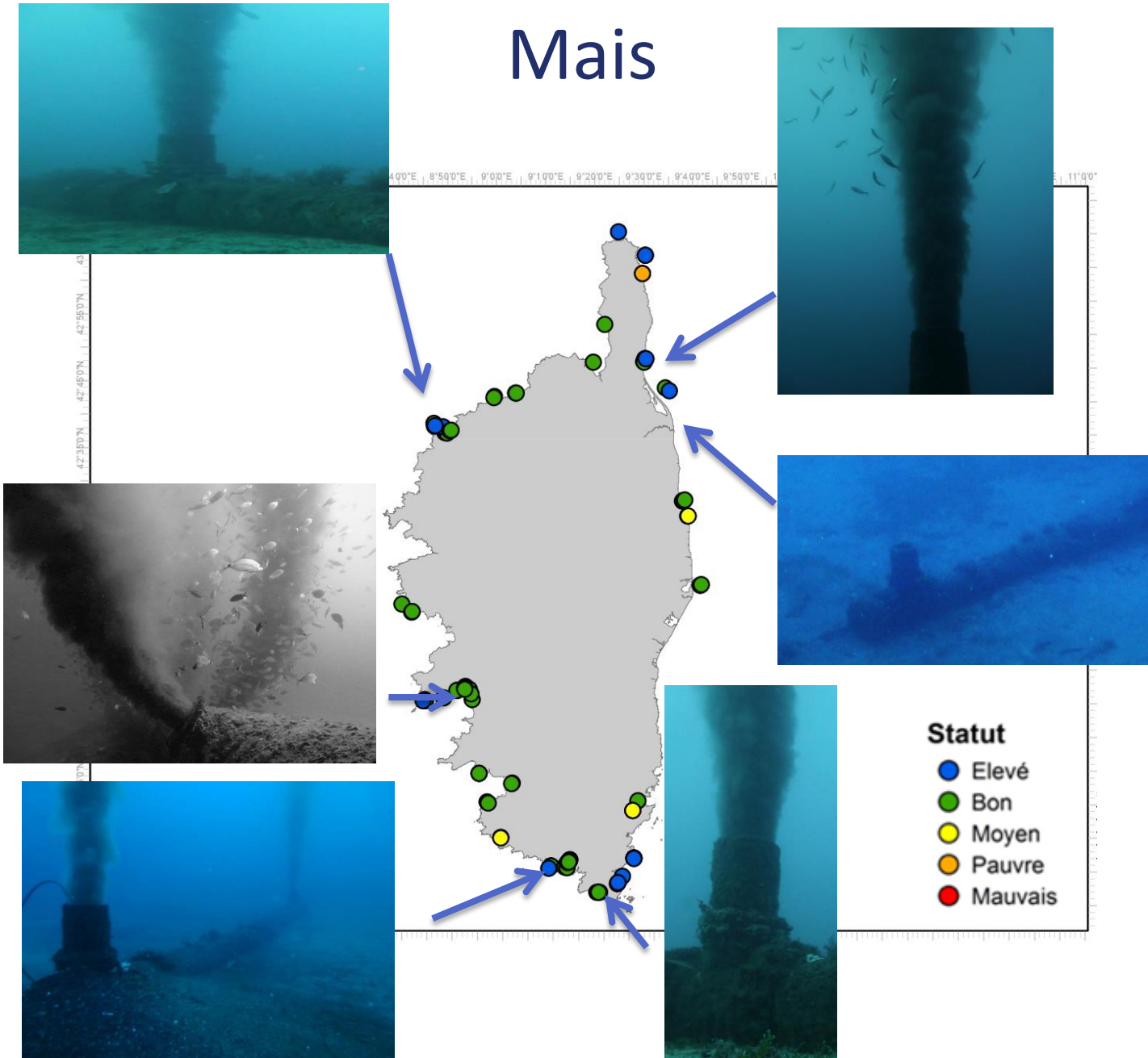




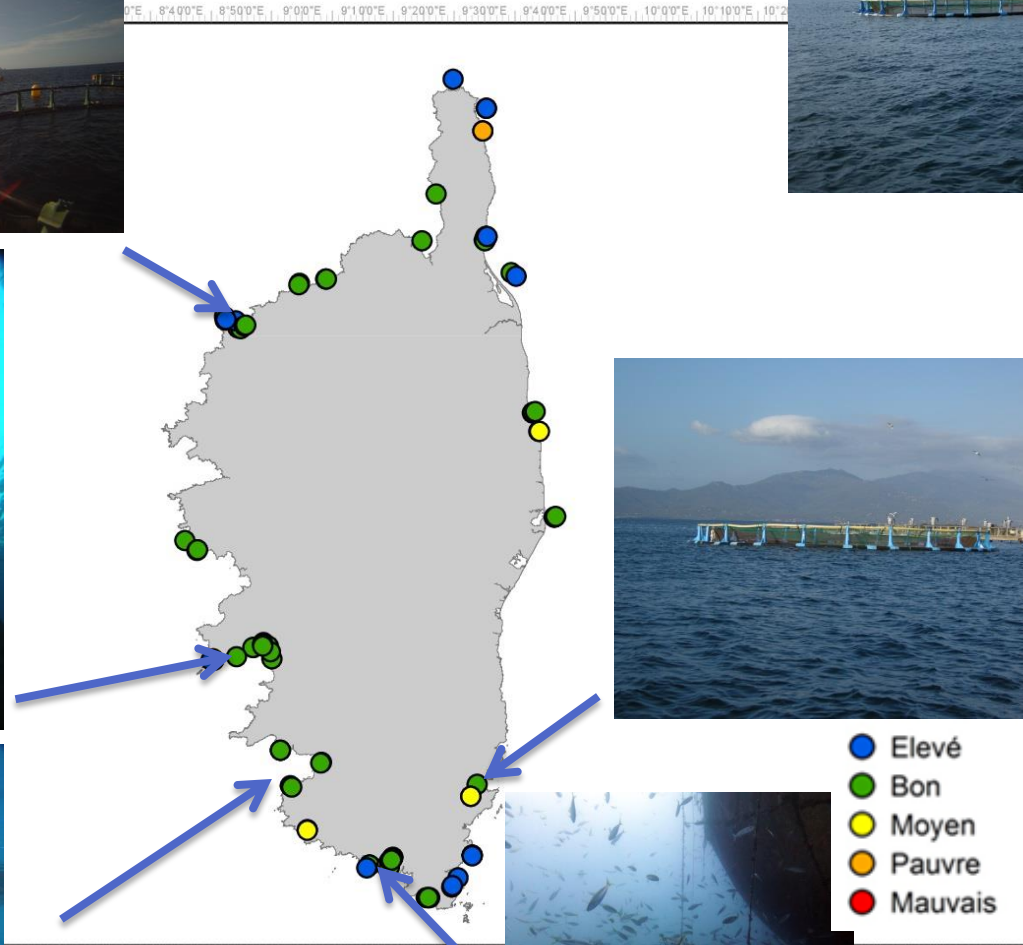
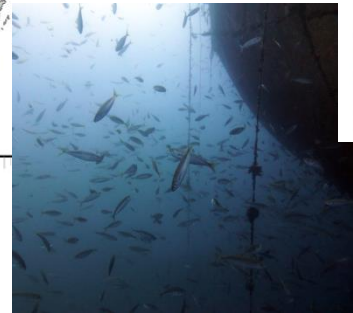
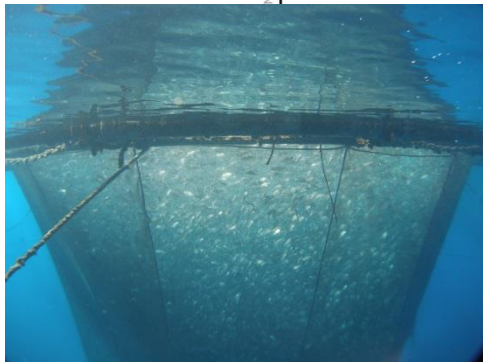
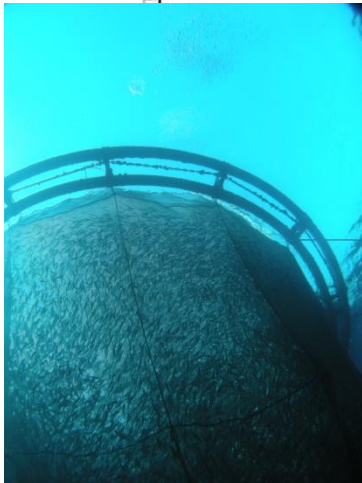
	<b>Corse</b>
<b>Industrie</b>	0,7 %
<b>Densité population</b>	36 hab./km <sup>2</sup>



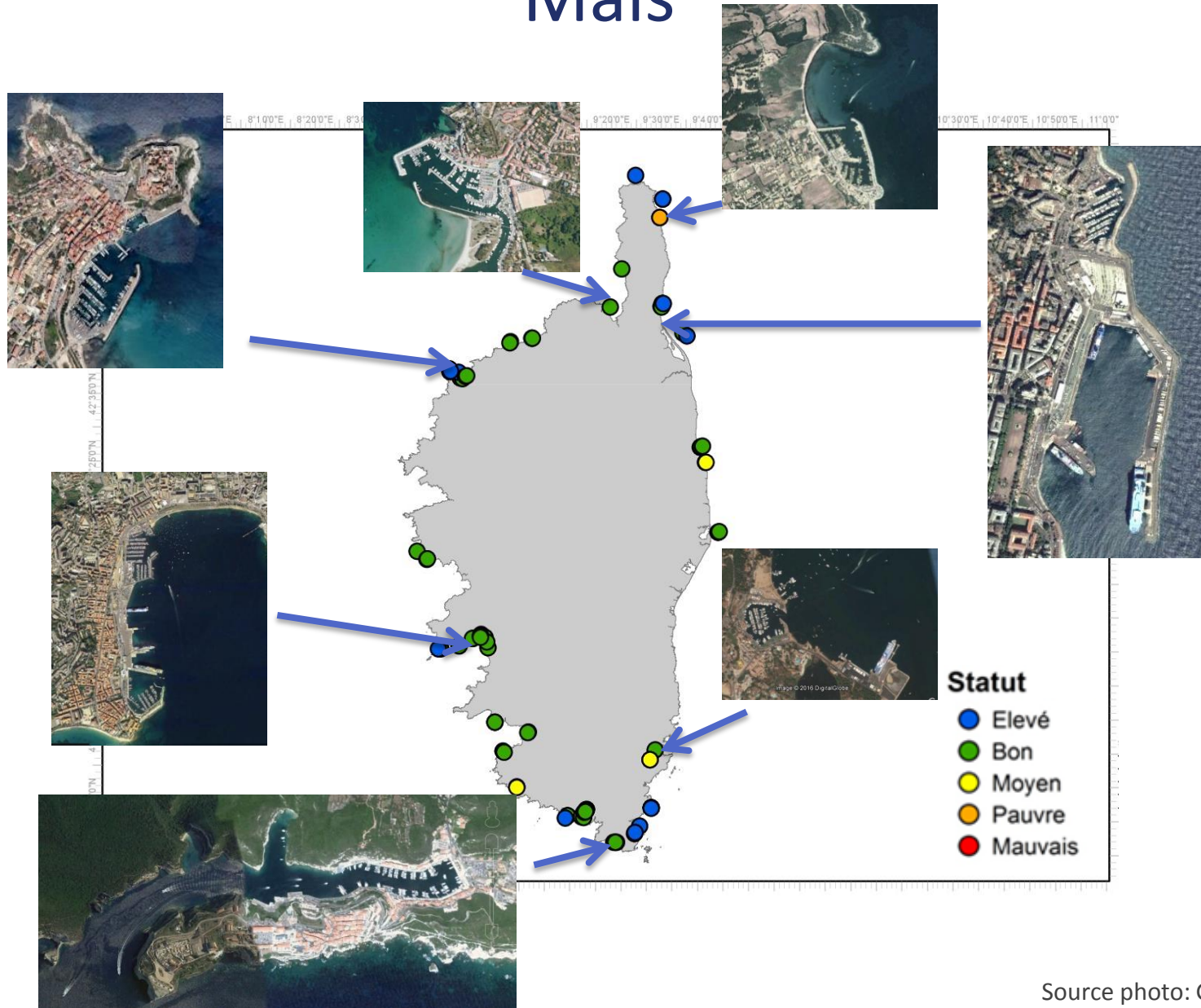
# Mais



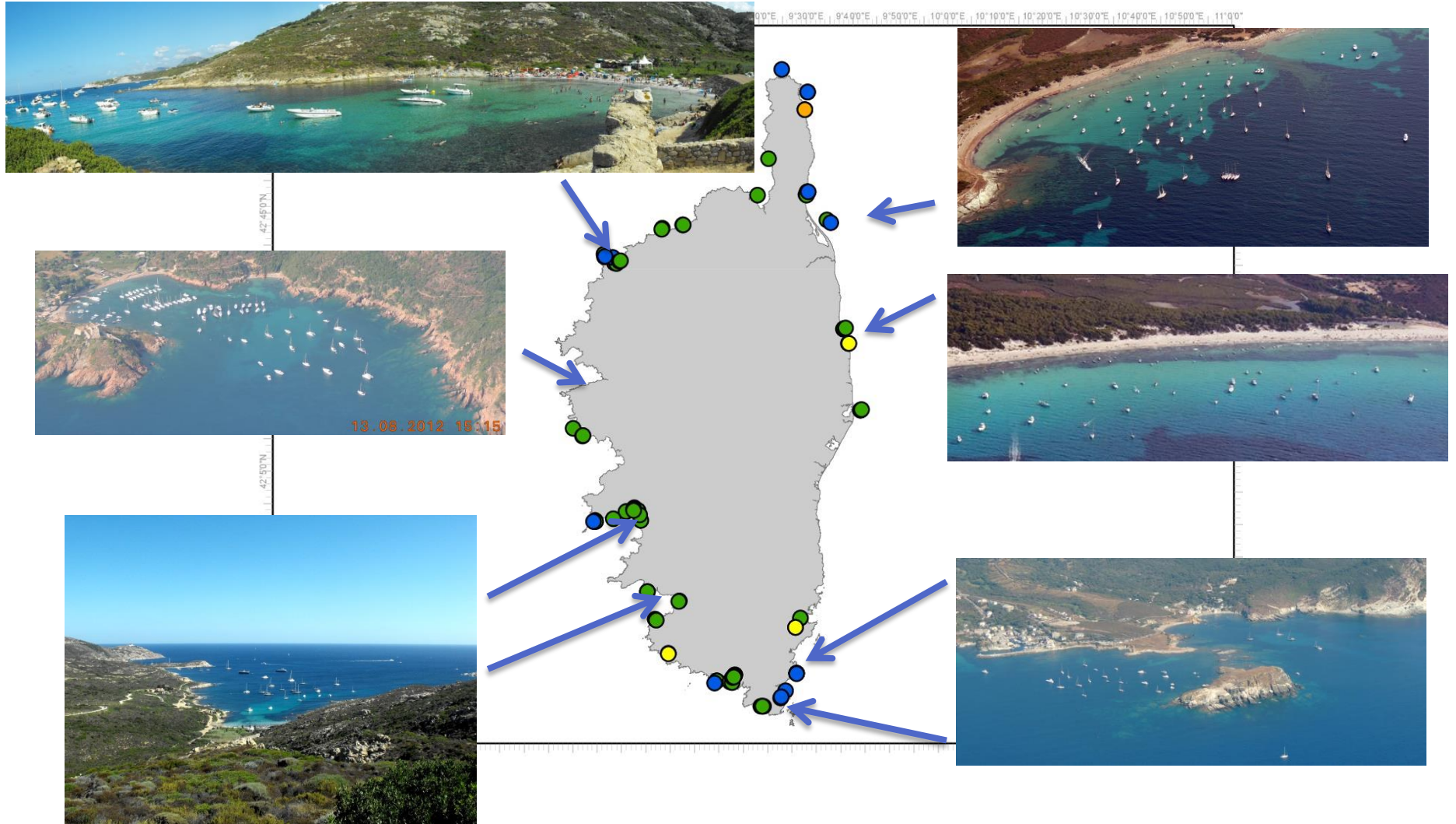
# Mais



# Mais



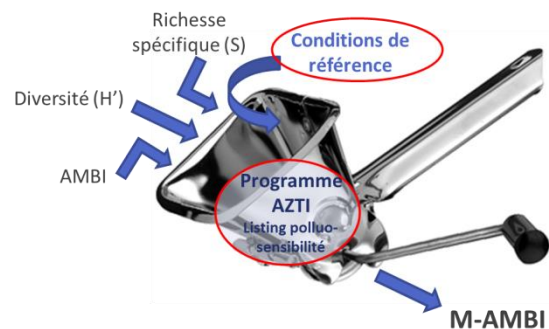
# Mais



# Objectif 1

Amélioration de la sensibilité du M-AMBI pour les faibles influences



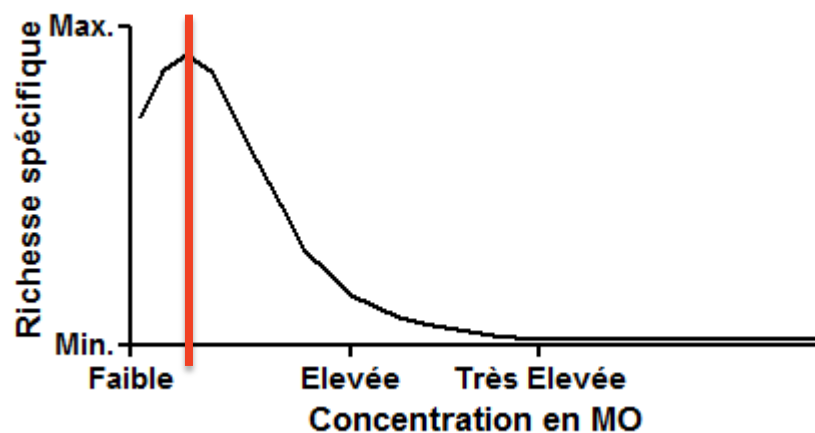


M-AMBI par défaut:

	AMBI	S	H'
Mauvaise	6	0	0
Bonne	Min.	Max.	Max.

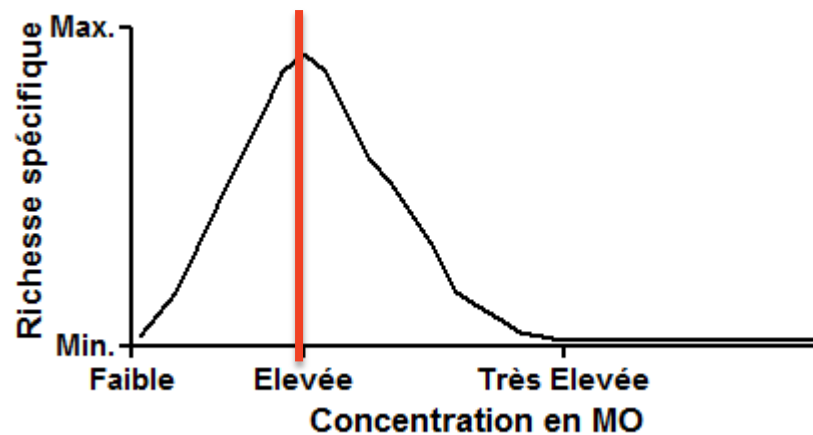
Catégorie: Peuplement naturellement riche

(beaucoup d'espèces et nombre total d'individus élevé)

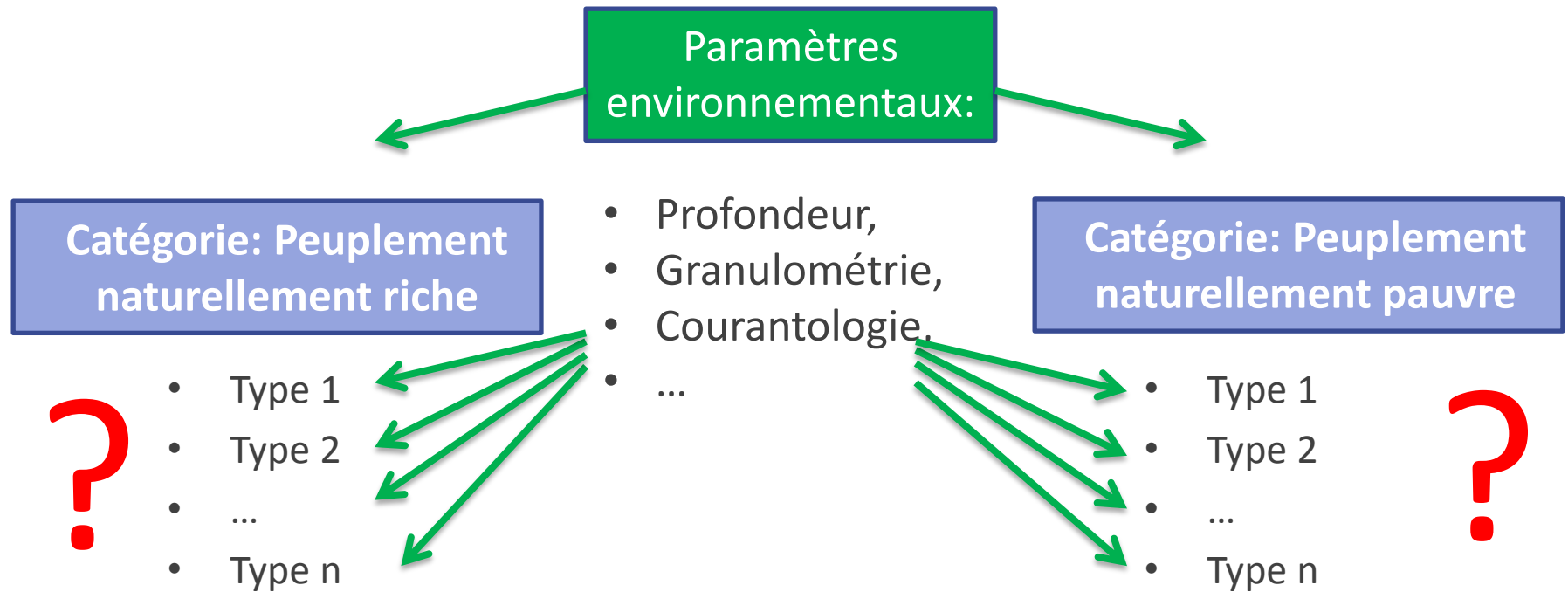


Catégorie: Peuplement naturellement pauvre

(peu d'espèces et peu d'individus)







? Nombre de type de peuplements par catégorie

? Nombre d'"habitats"

# Méthode

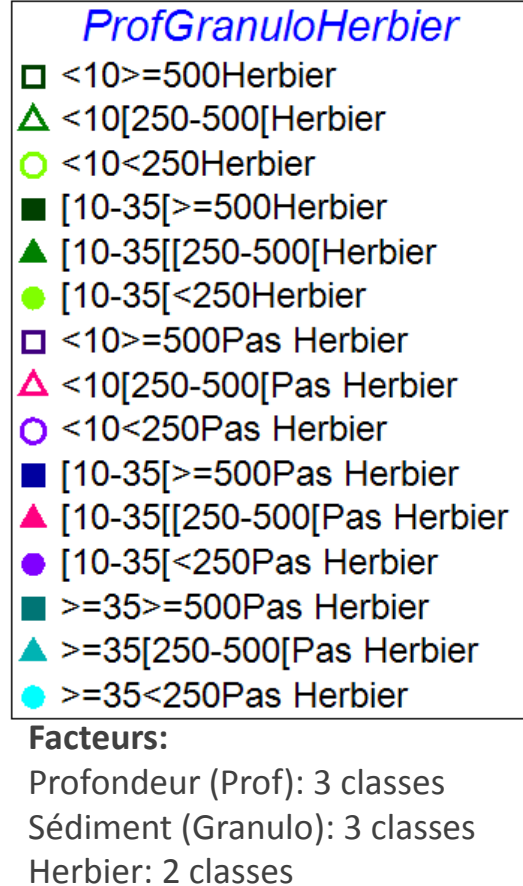
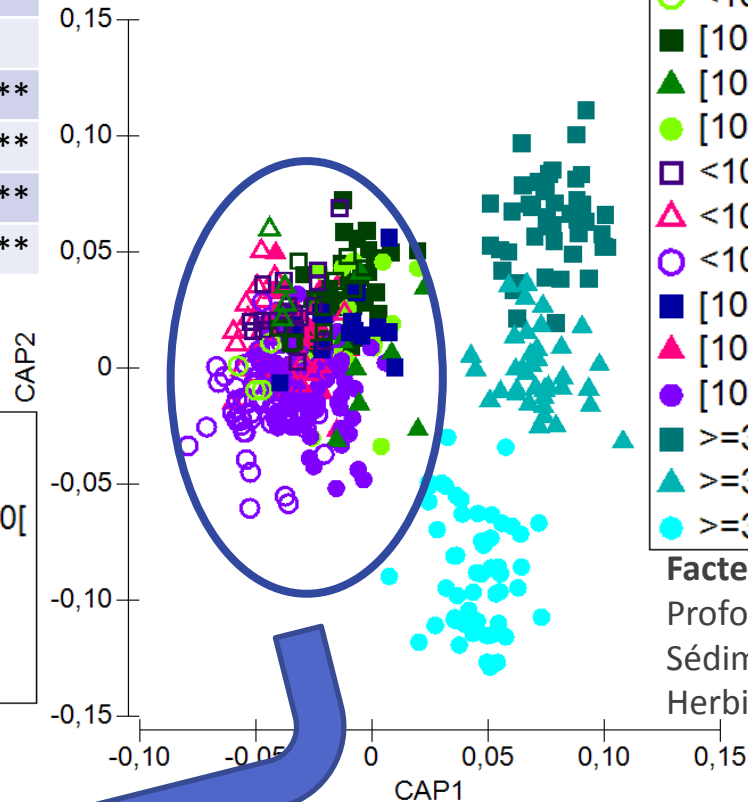
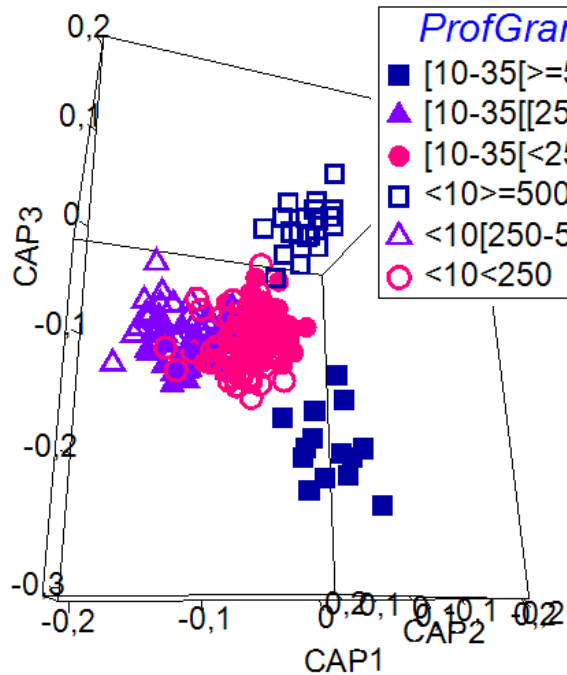
- Sélection des échantillons dans la base de données de Stareso (Programme DMS, Pelapat et al., 2007)
    - Abondances macrobenthiques,
    - Profondeur (m),
    - Médiane granulométrique ( $\mu\text{m}$ ),
    - Tâche de sables dans l'herbier
  - Facteurs environnementaux considérés
  - soit **428 échantillons** sur plus de 1000 échantillons disponibles
- Permanova (Anova multi-variée basée sur la permutation) (Anderson, 2001)
  - Analyse canonique par Coordonnées Principales (CAP)

## Résultat de la Permanova

	P(perm)
Profondeur (m) - Pr	***
Médiane granulométrique( $\mu\text{m}$ ) - Se	***
Tâche dans l'herbier - He	***
<b>Facteurs combinés:</b>	
PrxSe	***
PrxHe	***
SexHe	***
PrxSexHe	***

P(perm): p-value basée sur la permutation


\*\*\*: Influence significative



# Les habitats insulaires

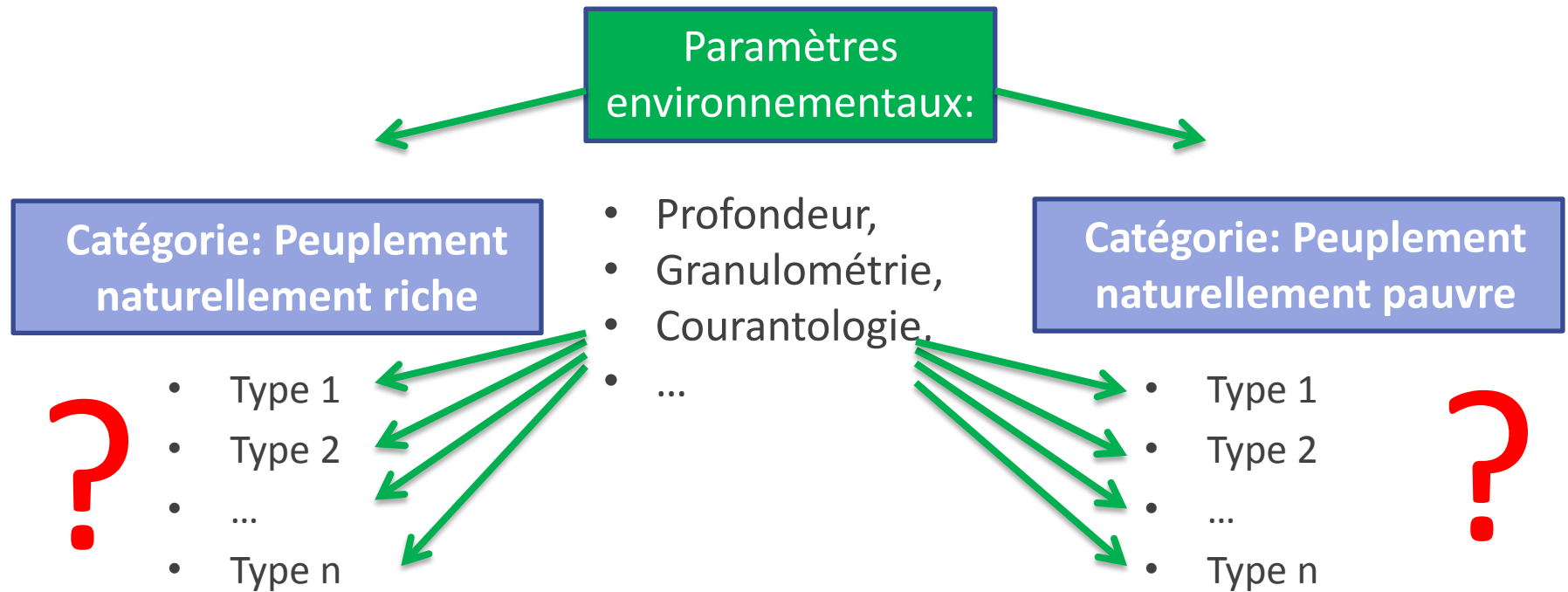
8 types de peuplements définis par des conditions environnementales particulières (profondeur, granulométrie, zone d'échantillonnage)

= 8 "habitats"

	Herbier à Posidonies	Pr < 10 m	10 m ≤ Pr < 35 m	Pr ≥ 35 m
Se < 250 μm	Tâche de sable (S Herbier) 	Sédiments fins entre la surface et 35 m (SF 0/35)		○ ●
250 μm ≤ Se < 500 μm		Sédiments moyens entre la surface et 35 m (SM 0/35)		△ ▲
Se ≥ 500 μm		Sédiments grossiers entre la surface et 10 m (SG 0/10)	Sédiments grossiers entre 10 et 35 m (SG 10/35)	□ ■
				○ ● △ ▲ □ ■

Pr= Profondeur

Se= Médiane sédimentaire









? Nombre de type de peuplements par catégorie

? Nombre d'"habitats"







## Paramètres environnementaux:

### Catégorie: Peuplement naturellement riche

- Type 1: SF 0/35  
- Type 2: SG 0/10 
- Type 3: SF +35 
- Type 4: SM +35 
- Type 5: SG +35 

- Profondeur,
- Granulométrie,
- Zone de l'échantillonnage

### Catégorie: Peuplement naturellement pauvre

- Type 1: S Herbier   
- Type 2: SM 0/35  
- Type 3: SG 10/35 

Conditions de référence par type de peuplement?

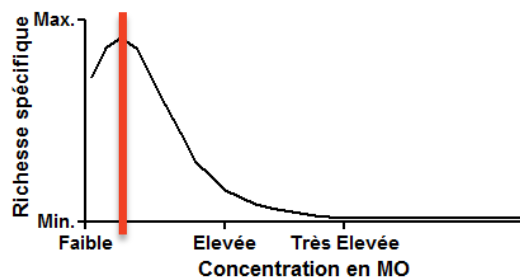
# Les conditions de référence nécessaires au calcul du M-AMBI par habitat

	AMBI	Richesse	Diversité
Mauvaise	6	0	0
Bonne	?	?	?

## Groupes d'espèces polluo-sensibles

Station	Proximité de la pollution	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	J'	AMBI	Richesse	Diversité
30	Loin	29	46	19	5	0	0,88	1,53	108	5,96
35	Proche	40	32	20	8	0	0,70	1,45	64	4,22
37	Loin	33	45	19	3	0	0,88	1,39	73	5,45
39	Moyen	39	24	21	16	0	0,80	1,72	71	4,91
40	Loin	37	42	20	3	0	0,91	1,31	63	5,44
42	Loin	33	43	14	9	1	0,88	1,52	92	5,76
45	Loin	26	44	19	9	2	0,86	1,73	59	5,07
46	Moyen	22	47	20	11	0	0,90	1,77	78	5,63
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...







Peuplements de sédiments fins de plus de 35 m de profondeur (SF +35)



	AMBI	Richesse	Diversité
Mauvaise	6	0	0
Bonne	1,31	108	5,96







## Paramètres environnementaux:

### Catégorie: Peuplement naturellement riche

- Type 1: SF 0/35  
- Type 2: SG 0/10 
- Type 3: SF +35 
- Type 4: SM +35 
- Type 5: SG +35 

- Profondeur,
- Granulométrie,
- Zone de l'échantillonnage

### Catégorie: Peuplement naturellement pauvre






- Type 1: S Herbier   
- Type 2: SM 0/35  
- Type 3: SG 10/35 

Conditions de référence par type de peuplement?









## Paramètres environnementaux:

### Catégorie: Peuplement naturellement riche

- Type 1: SF 0/35 
- Type 2: SG 0/10 
- Type 3: SF +35 
- Type 4: SM +35 
- Type 5: SG +35 

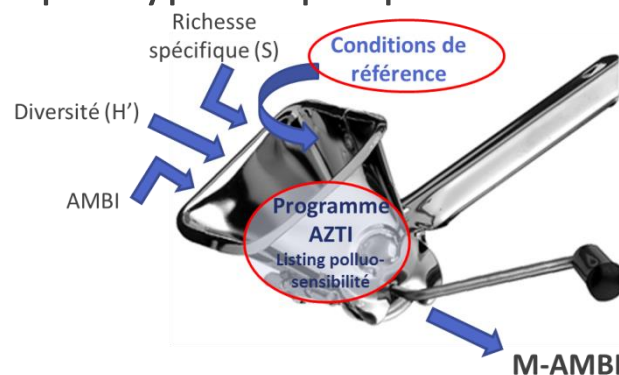
- Profondeur,
- Granulométrie,
- Zone de l'échantillonnage

### Catégorie: Peuplement naturellement pauvre

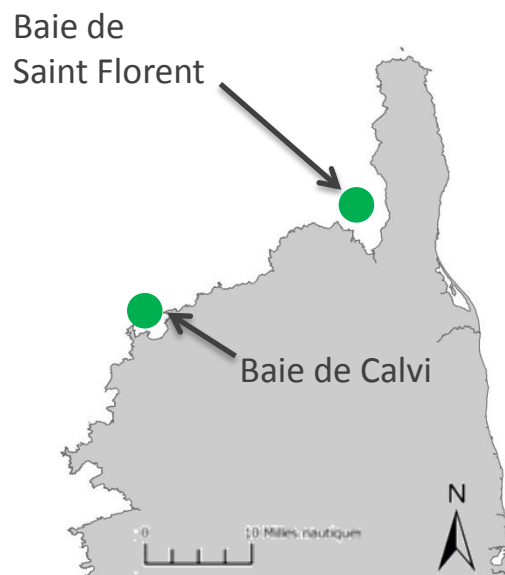
- Type 1: S Herbier   
- Type 2: SM 0/35  
- Type 3: SG 10/35 

Conditions de référence par type de peuplement

Calcul du M-AMBI



# Calcul du M-AMBI avec des conditions de référence par "habitats"

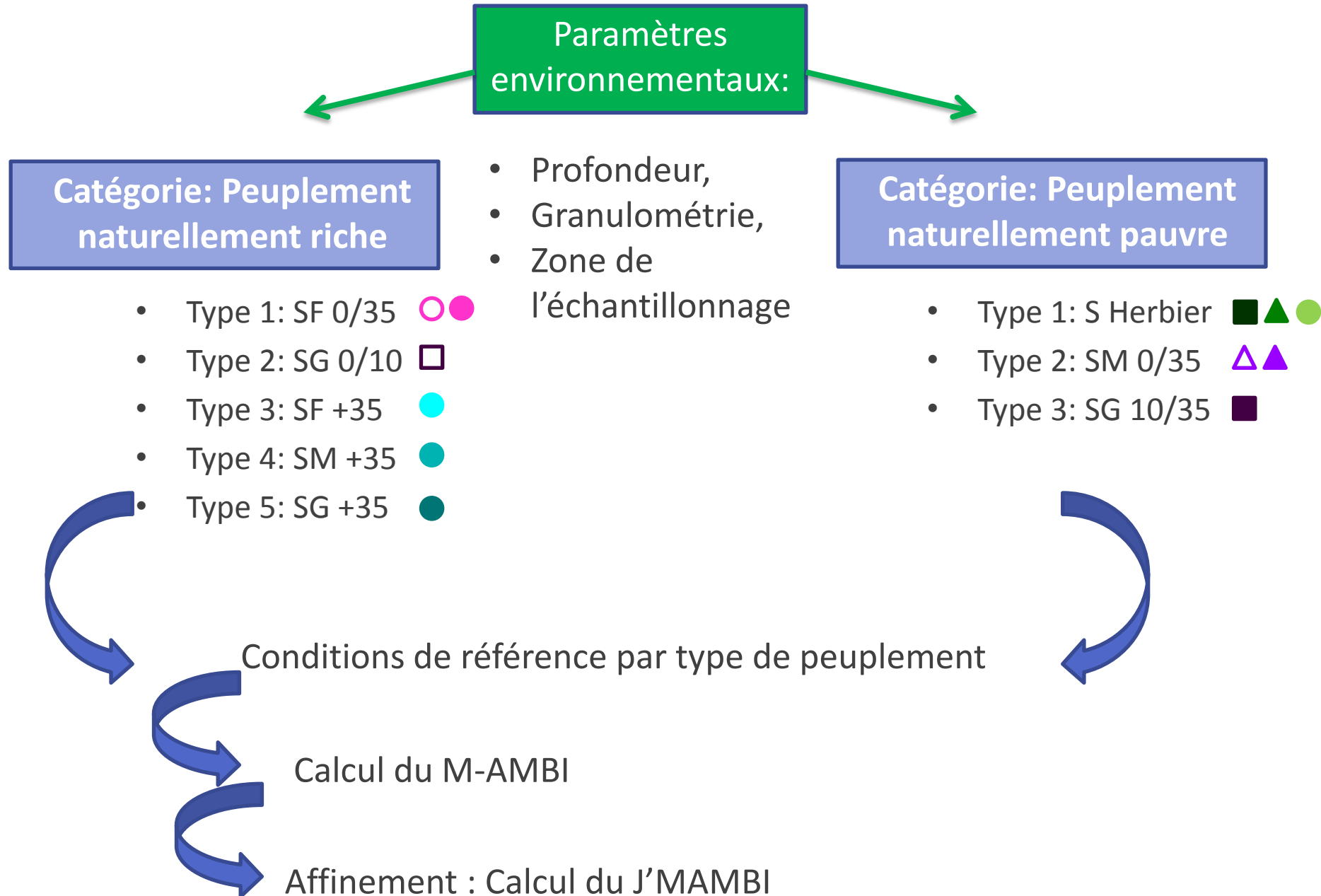


Station	Habitat	Groupes d'espèces polluo-sensibles					M-AMBI avec Habitat	J'
		I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)		
Calvi	SM >= 35m	32	46	10	12	1	Bon	0,85
Saint Florent	SM >= 35m	17	44	11	28	0	Bon	0,74



Incohérence

→ recherche d'une nouvelle augmentation de sensibilité

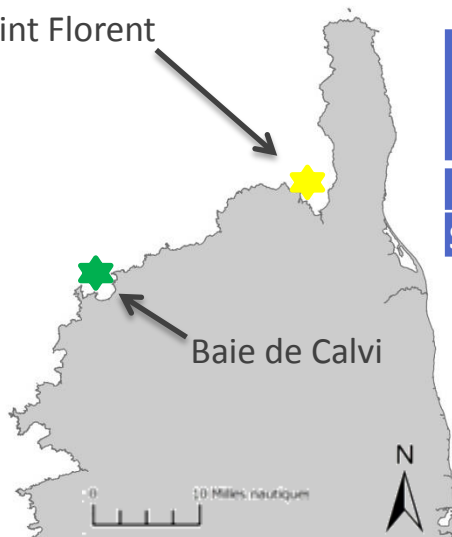


# Intervention du J'

$$J'MAMBI = M-AMBI * J'$$



Baie de  
Saint Florent



Groupes d'espèces polluo-  
sensibles

Station	Habitat	Groupes d'espèces polluo-sensibles					M-AMBI avec Habitat	J'	J'MAMBI
		I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)			
Calvi	SM >= 35m	32	46	10	12	1	Bon	0,85	Bon
Saint Florent	SM >= 35m	17	44	11	28	0	Bon	0,74	Moyen

Cohérence entre les proportions de groupes polluo-sensibles et les statuts écologiques

→ Distinction fine

# Conclusion Objectif 1

"Habitats"

Conditions de référence

Calcul du M-AMBI

Calcul du J'MAMBI  
et Statut écologique



Bonne  
Mauvaise



"



"



"



"



"



"

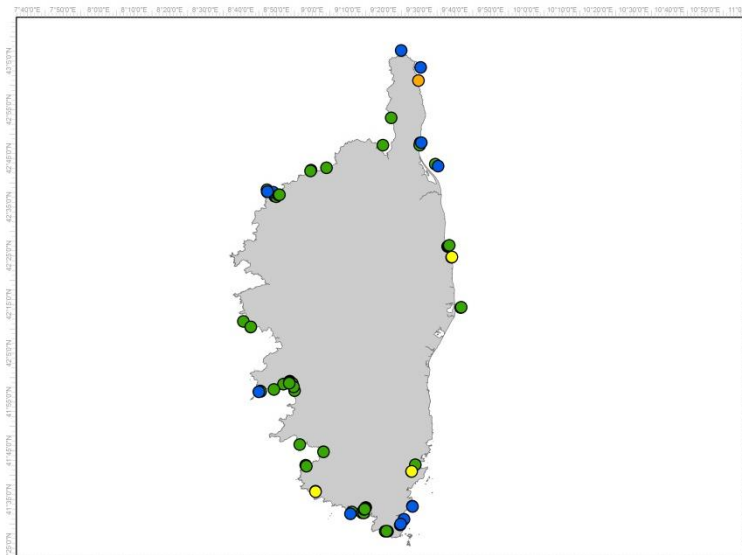


"

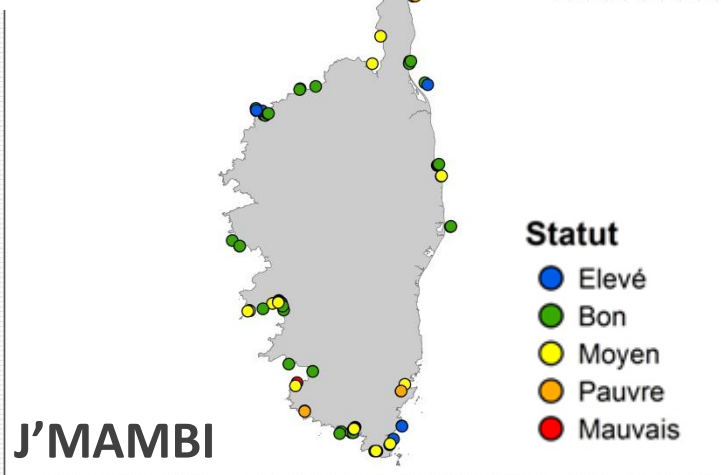
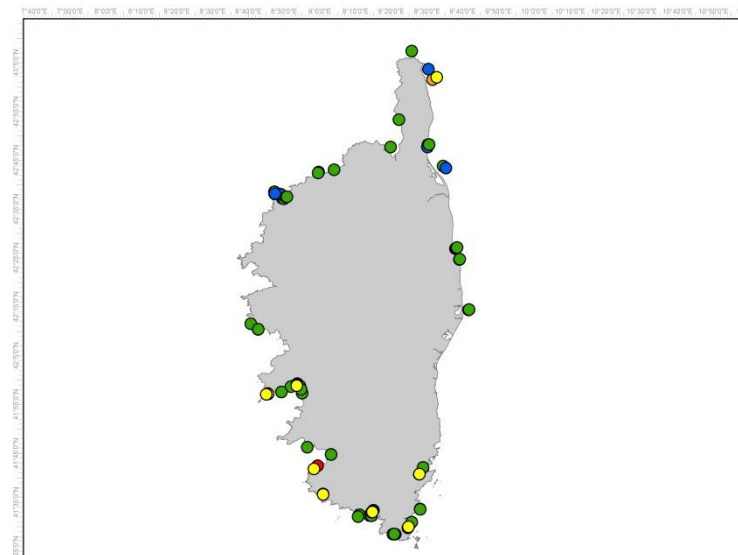


# Conclusion Objectif 1

## M-AMBI sans habitats

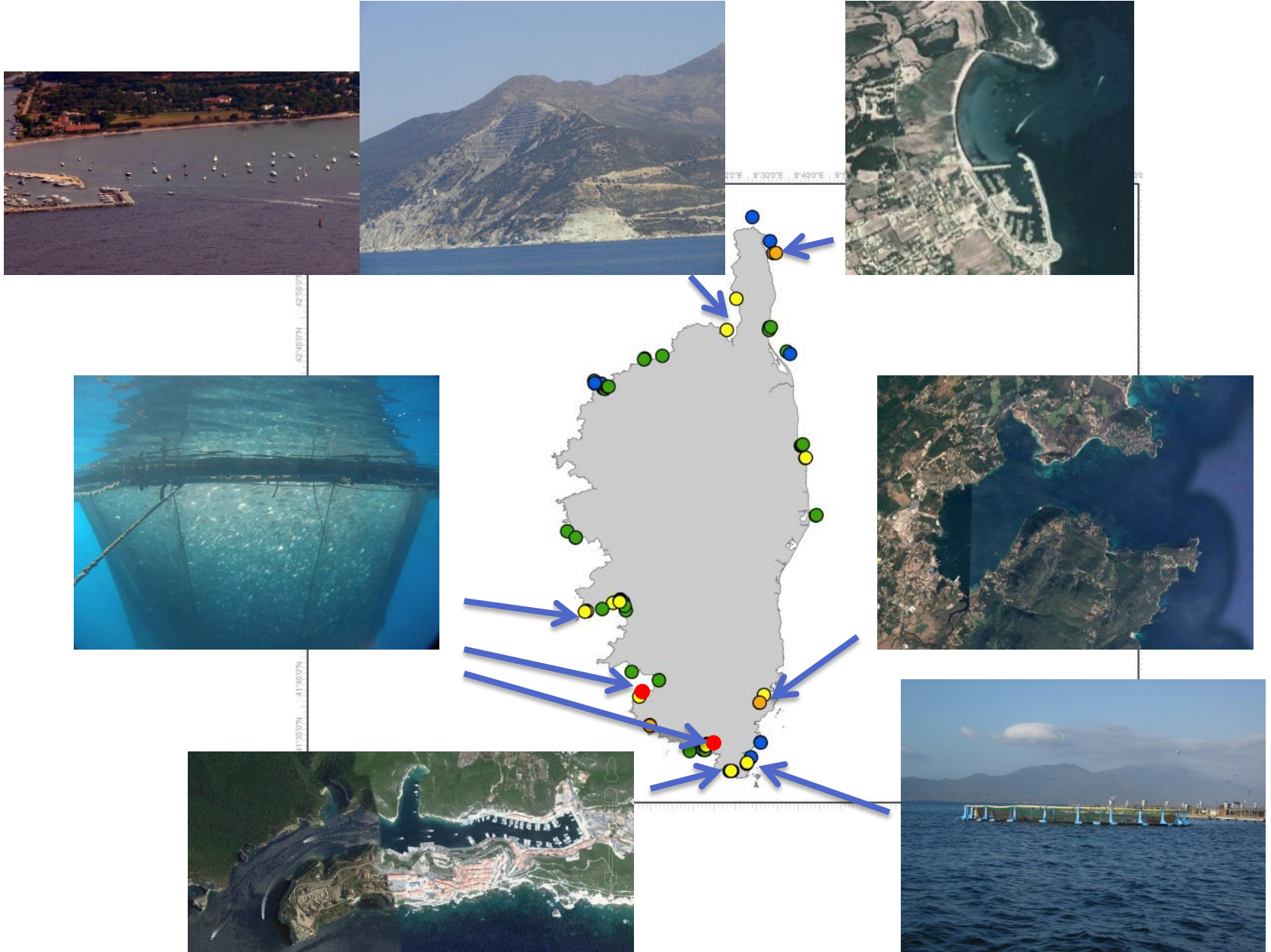


## M-AMBI avec habitats



**Augmentation de la sensibilité atteinte**

**J'MAMBI:** Indice adapté pour différencier des qualités écologiques dans le cas de milieux peu perturbés



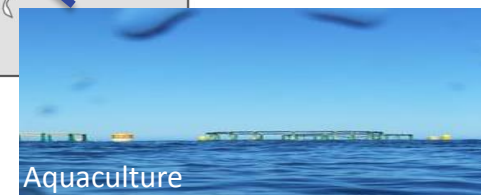
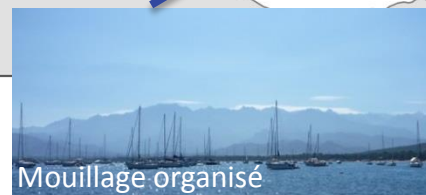
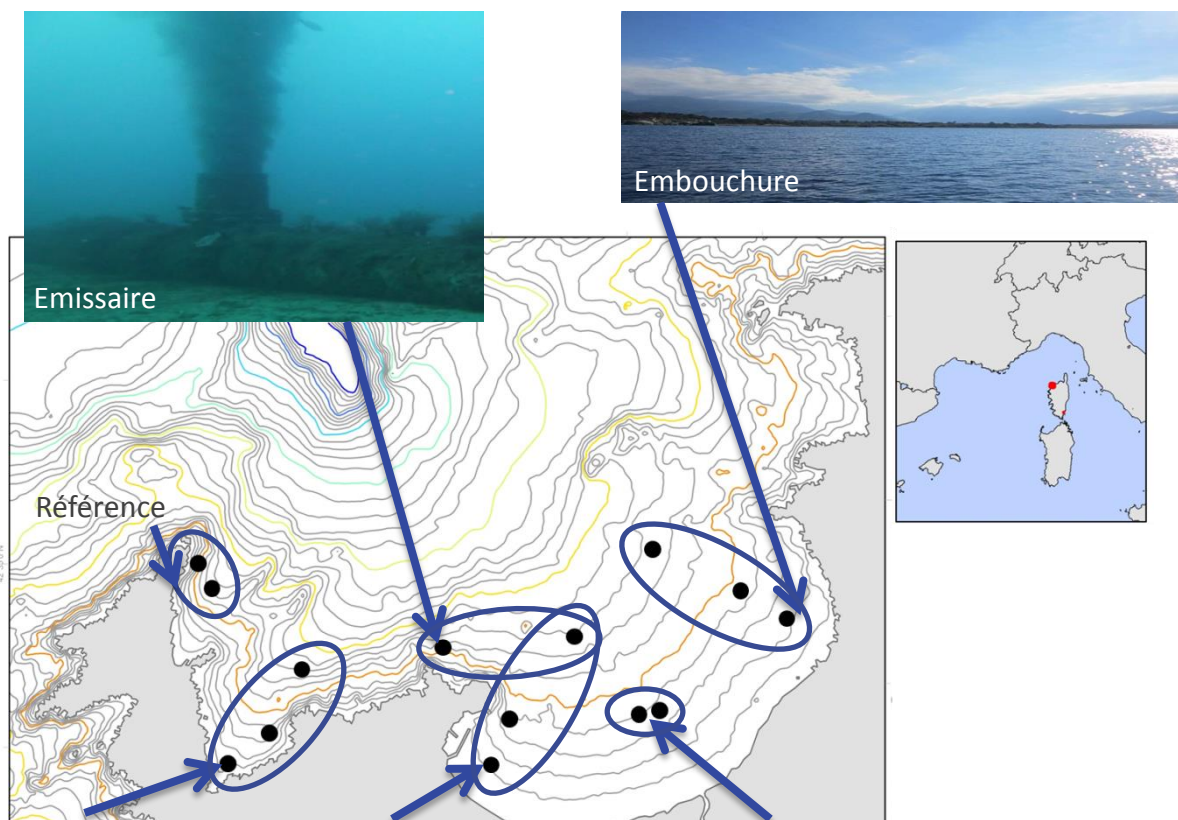
# Test du J'MAMBI

En baie de Calvi



# La baie de Calvi et les Influences

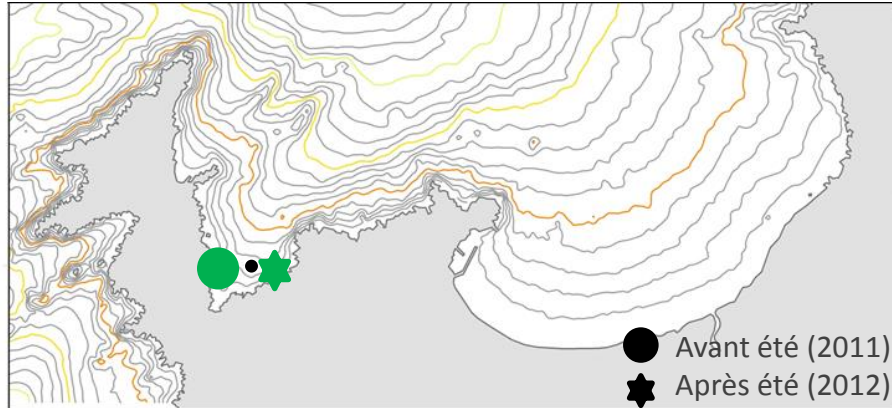
- 14 stations
- Echantillonnées en "avant été" 2011 et en "après été" 2012
- Différentes sources d'influences



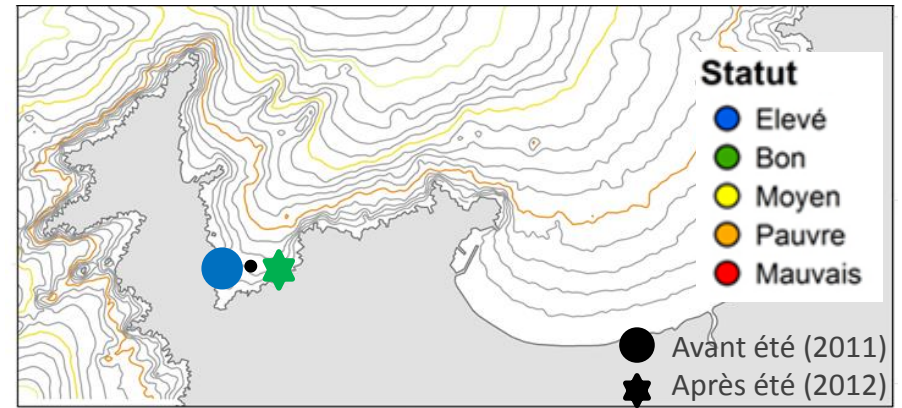
# M-AMBI vs J'MAMBI

## Cas du Mouillage forain

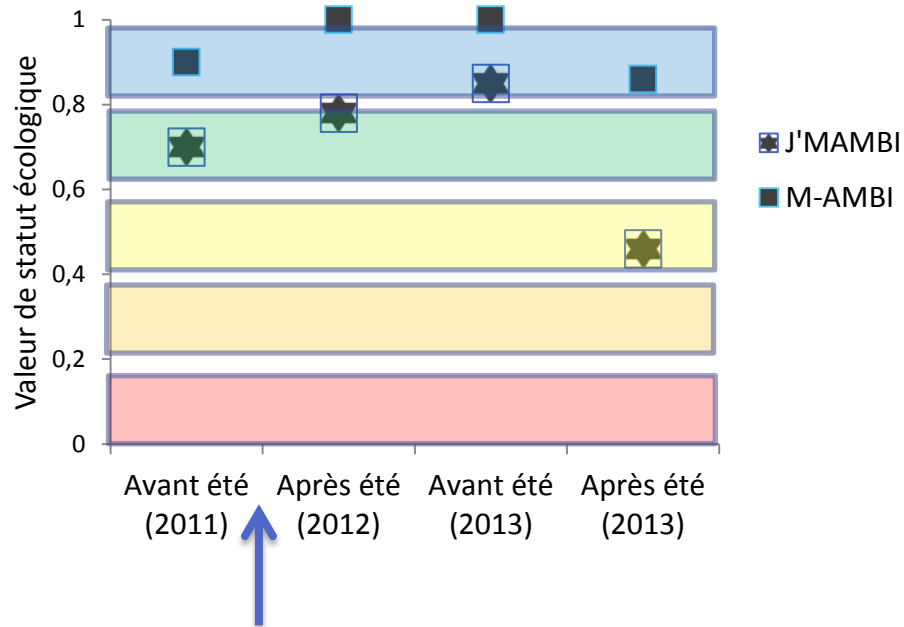
### M-AMBI



### J-MAMBI



## Cas de l'émissaire



Mise aux normes  
de la station:  
traitement secondaire



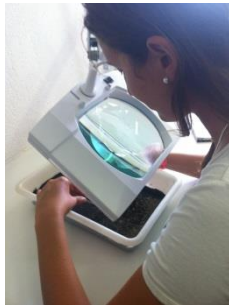
	J'MAMBI	M-AMBI
<b>Mai 2011</b>	0,7	0,9
<b>Sept 2012</b>	0,78	1
<b>Mai 2013</b>	0,85	1
<b>Sept 2013</b>	0,46	0,86

# Pour la baie de Calvi

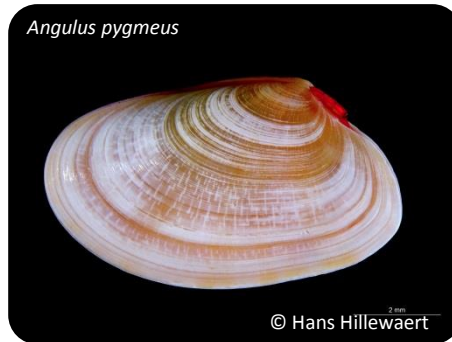
Pour 28 stations:

**11 120** individus, plus de **500** espèces

Tri: plus de 500 heures



Identification: plus de 1100 heures

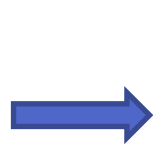




## Autre problématique des études macrobenthiques

Le temps entre les prélèvements et la remise des résultats aux **décideurs** est long

- En rapport avec la petite taille des invertébrés
- En rapport avec l'importante diversité taxonomique
- En rapport avec la précision taxonomique à l'espèce



Etude coûteuse

Prise de décisions des gestionnaires retardée



# Objectif 2

Augmentation de l'efficienc des études du macrobenthos de substrats meubles



# Gain de temps

## Principe de la suffisance taxonomique

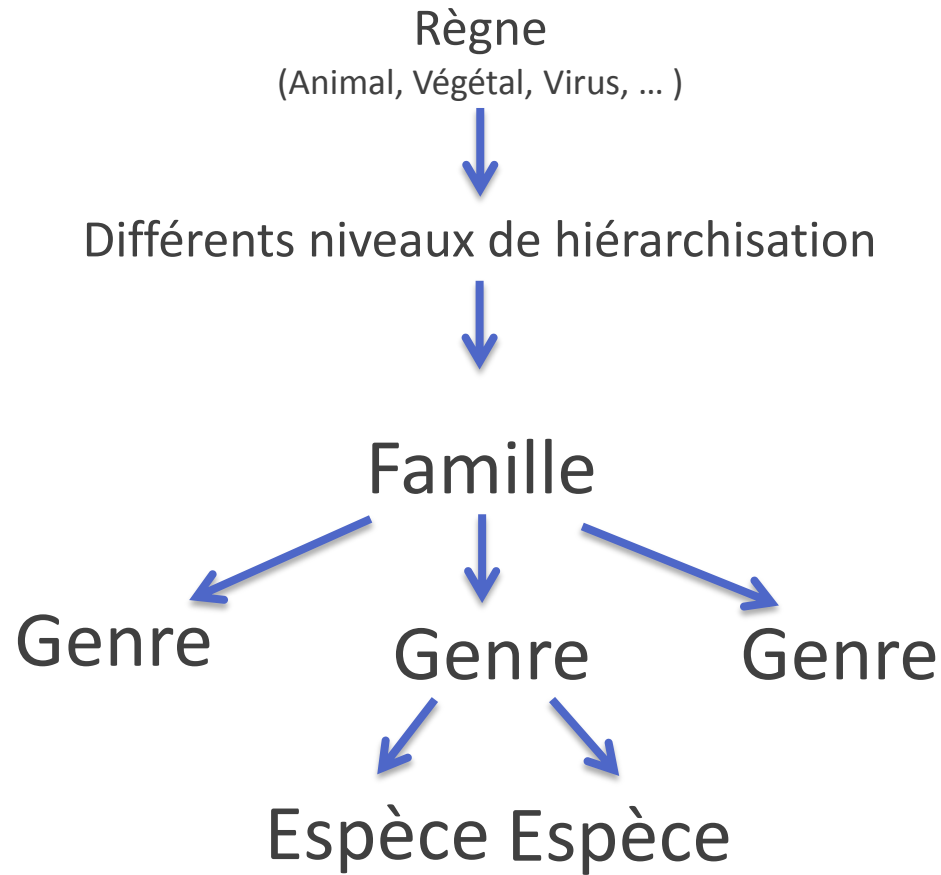
Concept introduit par Ellis (1985)

"Identification de taxa à un niveau taxonomique supérieur à l'espèce sans perte significative d'informations dans la détection de changement dans les assemblages exposés à un stress environnemental (Terlizzi et al., 2003) "



Bœuf = Suffisant  
Charolais = Précis





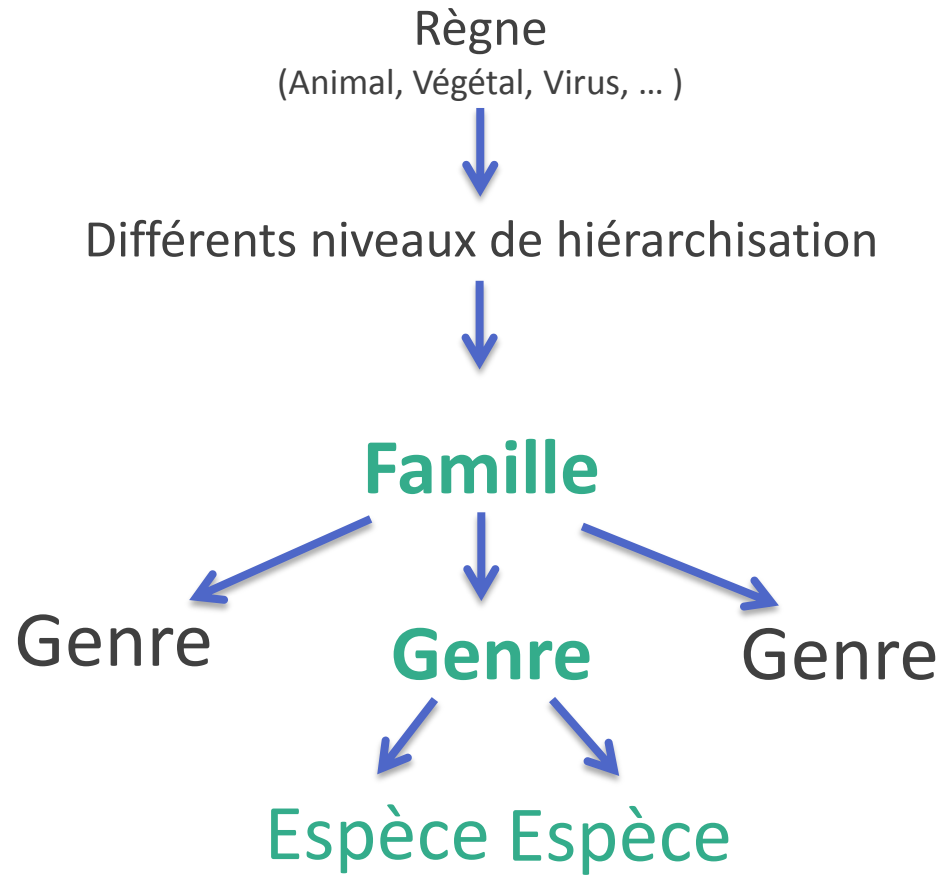
Bovidae

Bos

*Bos taurus*







"Habitats"

Conditions de référence

Calcul du J'MAMBI et Statut écologique

Espèce **Genre** **Famille**Espèce **Genre** **Famille**Bonne  
Mauvaise

"



"



"



"



"



"

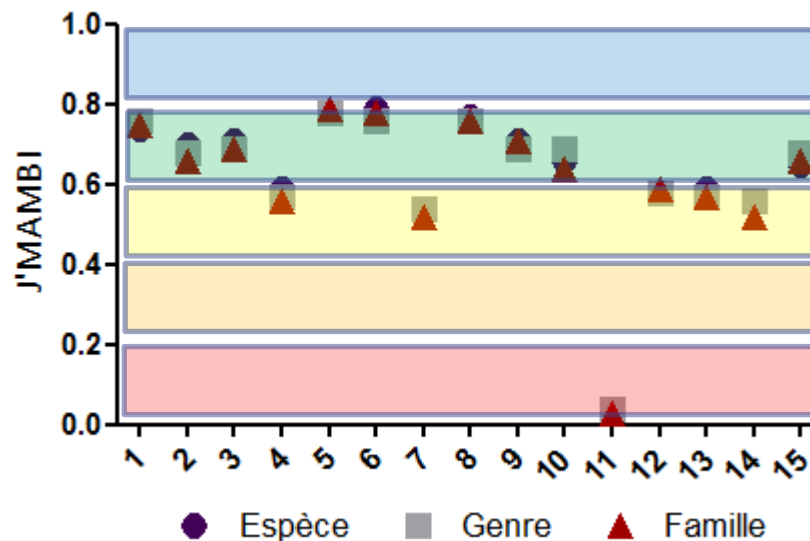


"

Valeurs de J'MAMBI et  
Statuts écologiques

Comparaison

Pour 15 stations



Pour l'ensemble des données

## Au niveau du Genre

- Bonne corrélation  $R^2=0,97$
- Bon accord (0,80)

avec les résultats à  
l'espèce

## Au niveau de la Famille

- Bonne corrélation  $R^2=0,94$
- Bon accord (0,73)

avec les résultats à  
l'espèce

➔ le niveau famille est suffisant

# La suffisance taxonomique

## Gains de cette méthode de simplification:

- Temps d'identification (évaluation pour un débutant):

	Espèce	Famille
Nbre d'individus/jour	10- 15	200

→ Identification à la famille jusqu'à 20 fois plus rapide

- Spécialisation:

	Espèce	Famille
Niveau d'expertise	Très élevé	Faible

→ Accessible à un grand nombre de personne

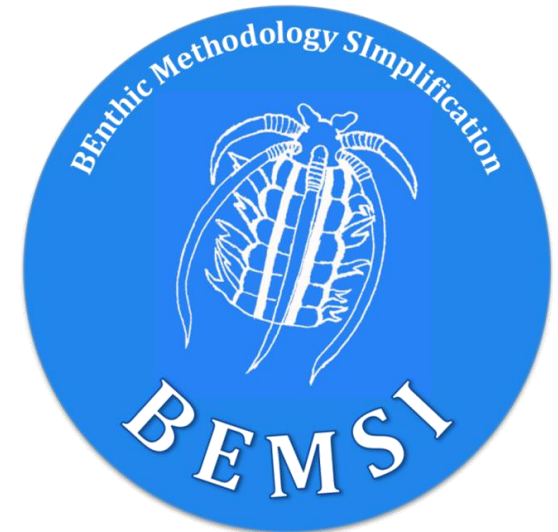
- Avantage Financier
- Réaction plus rapide des décideurs



# Conclusion Objectif 2

**J'MAMBI au niveau Famille = Benthic Methodology  
Simplification (BeMSi)**

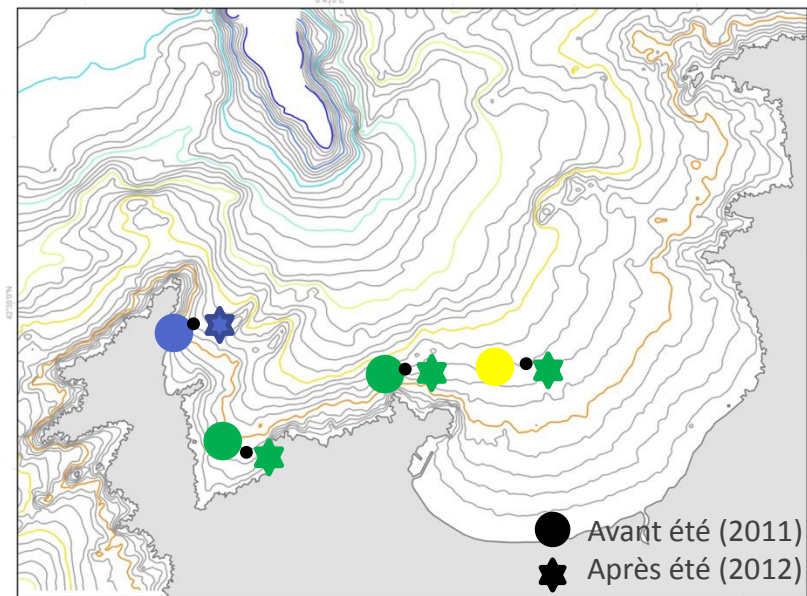
Résultats comparables au J'MAMBI espèce



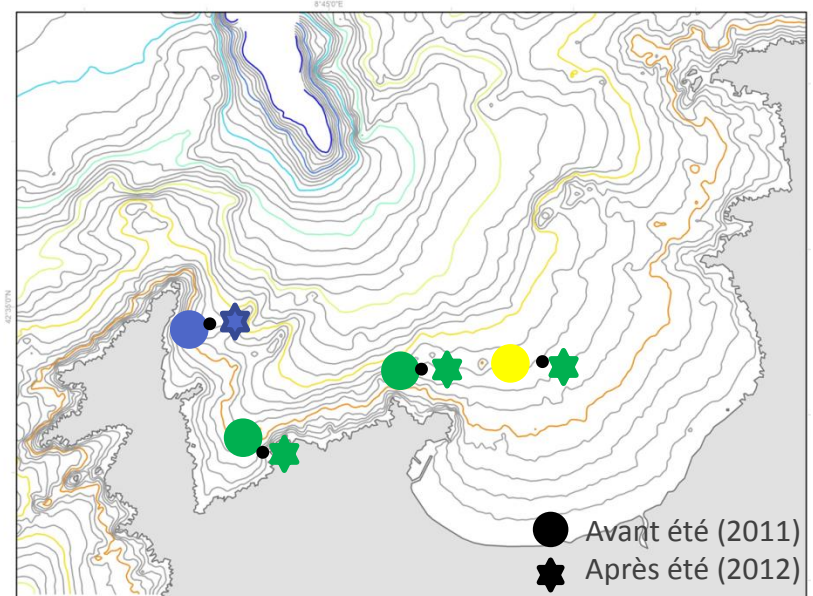
# En baie de Calvi

## Comparaison J'MAMBI - BeMSi

### J'MAMBI



### BeMSi



# Application sur le pourtour Sarde

3 stations d'habitat: Sédiments Grossiers de plus de 35 m de profondeur (SG +35)

Station	J'MAMBI	Statut	BeMSi	Statut
Tavolara 2b	0,69	Bon	0,70	Bon
Tavolara 2a	0,74	Bon	0,72	Bon
Cavoli 1	0,48	Moyen	0,49	Moyen

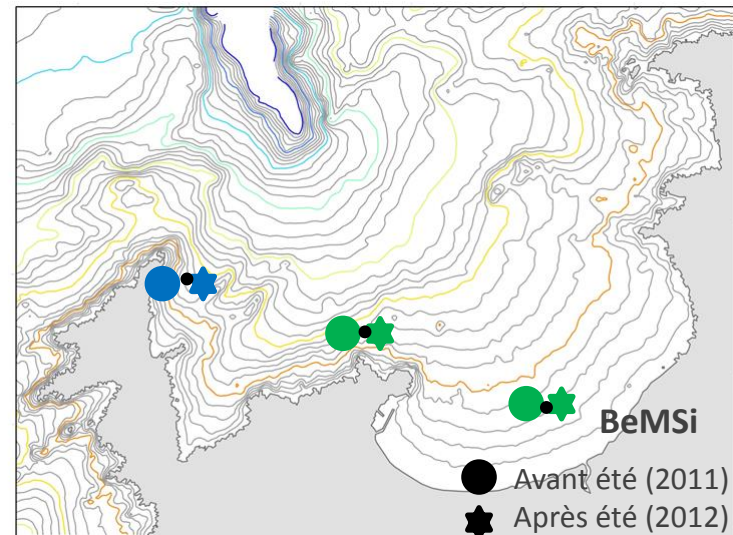
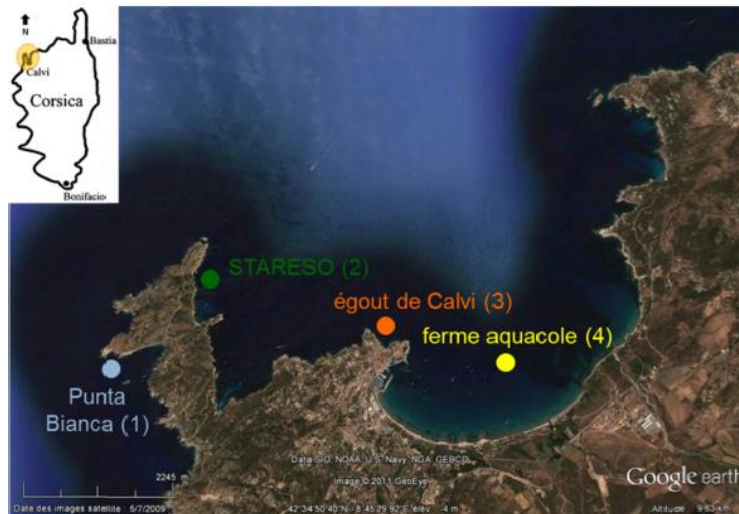
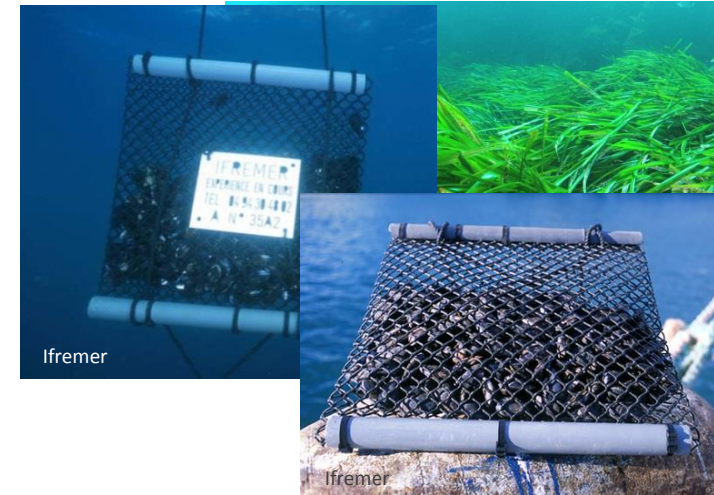
Le J'MAMBI et le BeMSi définissent des statuts équivalents



# Complémentarité des résultats avec d'autres indicateurs de pollution

## Eléments traces

- Baie de Calvi = Zone de référence
- Zone de Stareso  $\neq$  Zone de l'émissaire



▲ Suivi des valeurs d'indice de contamination globale TEPI en 19 éléments mesurés dans les organismes sentinelles moule et posidonie, dans l'eau et le sédiment en baie de Calvi ▶

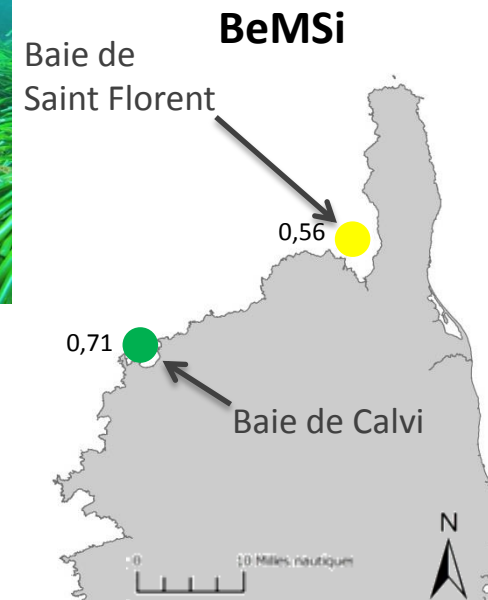
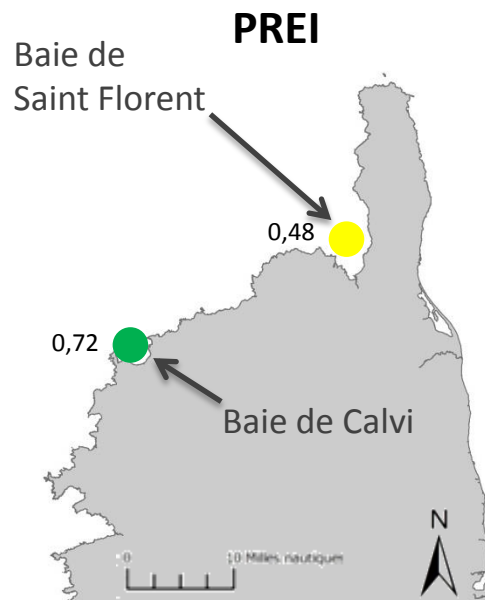
Repris de Richir et al., 2015



# Complémentarité des résultats avec d'autres indicateurs de pollution

## Indice PREI basé sur les Posidonies

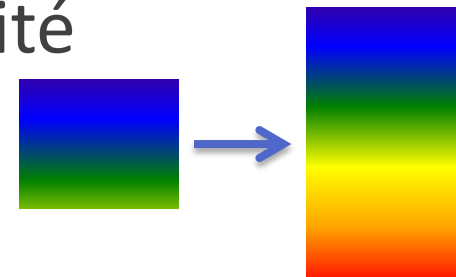
- Baie de Calvi = Zone de référence
- Baie de Calvi  $\neq$  Baie de Saint Florent



# Les apports de cette étude

- Objectif 1 : Amélioration de sensibilité

- Travail par habitats
- Conditions de référence par habitats
- Augmentation de sensibilité pour de fine différenciation de qualité écologique → le J'MAMBI



- Objectif 2: Augmentation de l'efficience

- Adaptation du J'MAMBI pour un travail avec une identification à la famille → le BeMSi
- Rendu des résultats plus rapide → réaction plus rapide des décideurs



# Perspectives

- Application du BeMSi sur d'autres zones géographiques où des faibles influences anthropiques agissent sur le milieu
- Application de l'ensemble du raisonnement de cette étude à des zones soumises à des fortes influences anthropiques



Merci de votre attention!

