



CNRS • SORBONNE UNIVERSITÉ
Station Biologique
de Roscoff



**SORBONNE
UNIVERSITÉ**
CRÉATEURS DE FUTURS
DEPUIS 1257

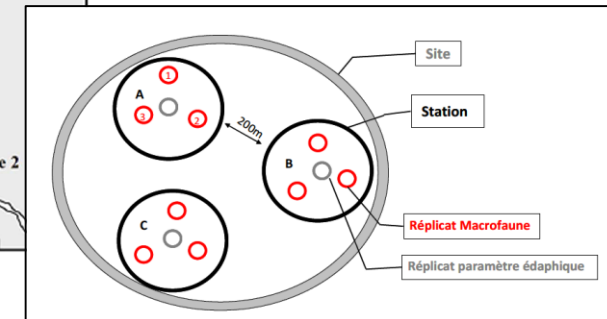
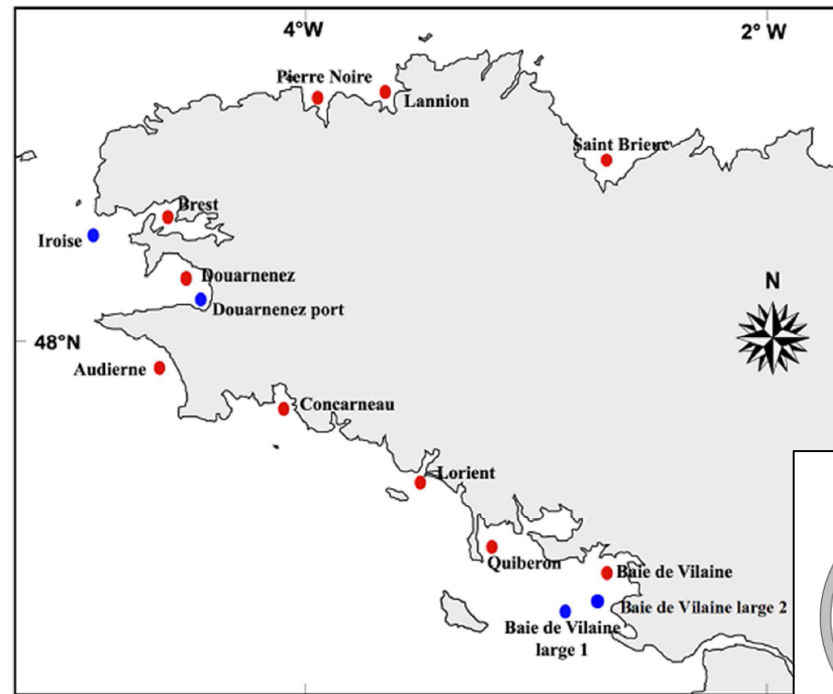
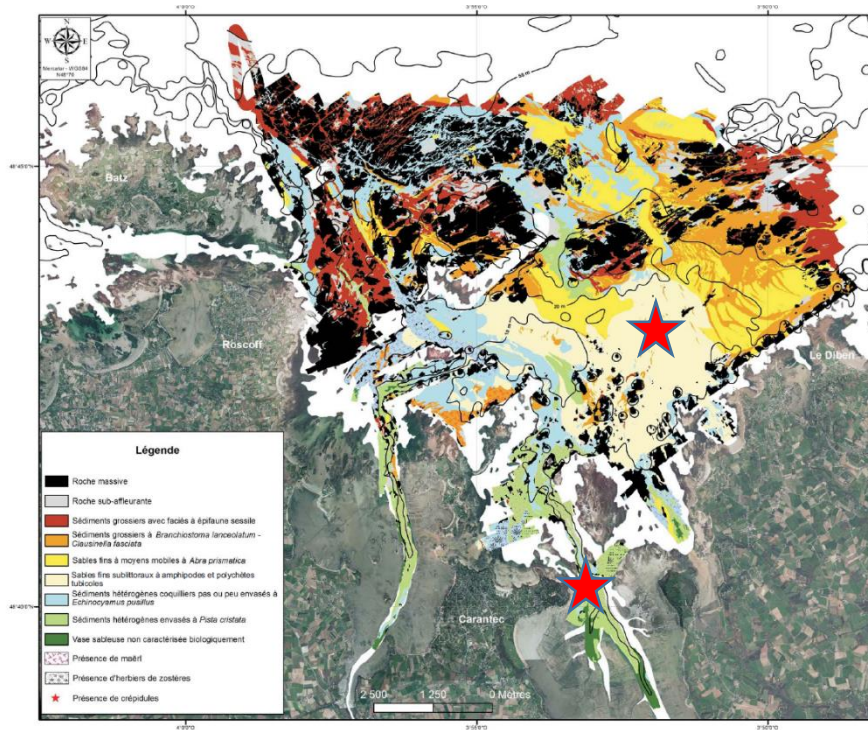
Suivis à long terme des communautés benthiques le long du littoral breton

Pr. Eric Thiébaud



Introduction

Une longue tradition d'observation des communautés benthiques à différentes échelles spatiales



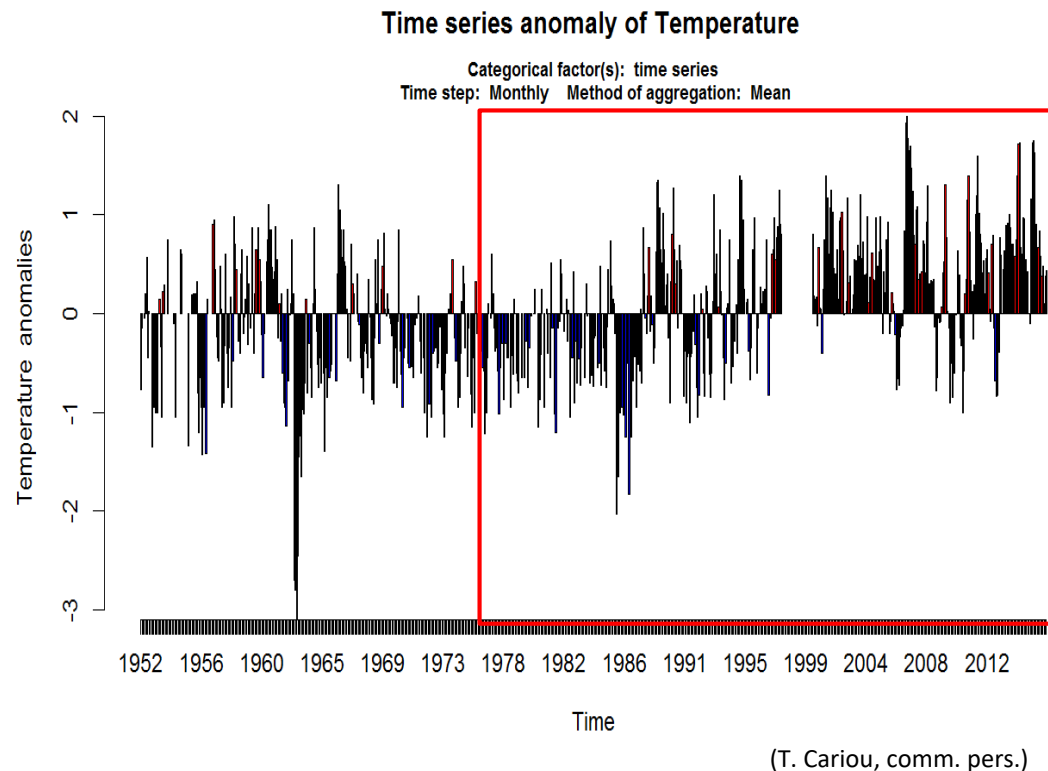
- Suivi stationnel des stations « Pierre Noire » et « Rivière de Morlaix » depuis 1977
- Echantillonnage de 12 fois à 2 fois par an
- Même protocole depuis 1977 : 10 répliqués à la benne Smith McIntyre

- Réseau initié en 2004 suite au naufrage de l'Erika
- 10 sites suivis depuis 2005 dans les sables fins subtidiaux ; 4 sites ajoutés en 2007 pour satisfaire la DCE
- Echantillonnage annuel en fin d'hiver (février-avril)
- Echantillonnage hiérarchisé

Le suivi « Pierre Noire »

Deux perturbations majeures au cours des 42 ans de suivi :

- Une perturbation chronique : le réchauffement climatique
- Une perturbation accidentelle : la marée noire de l'Amoco-Cadiz

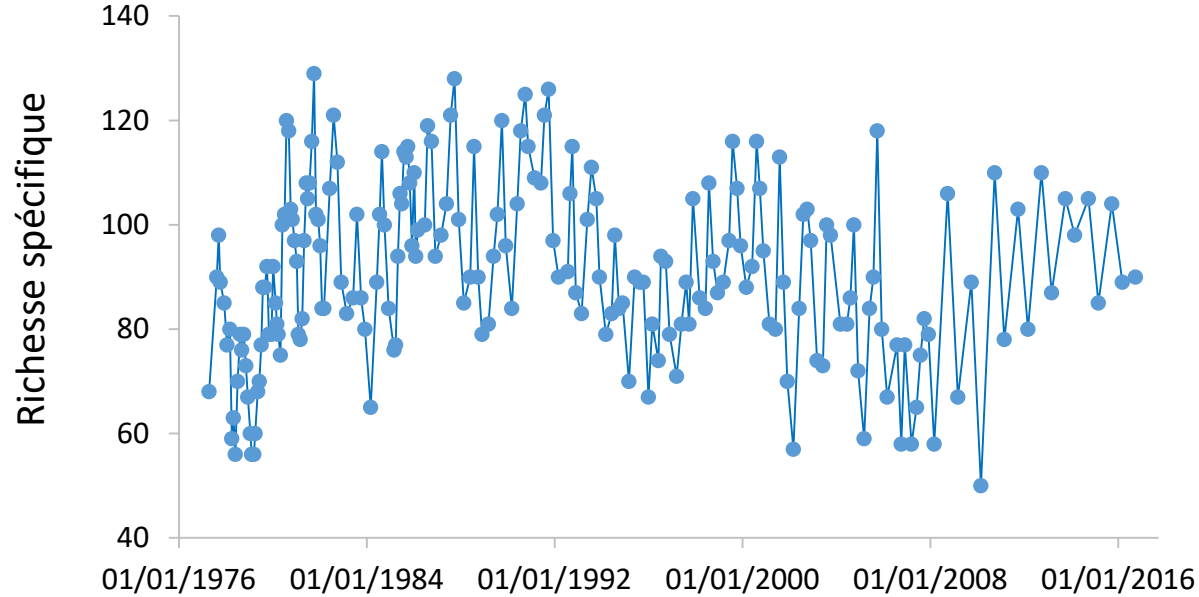


0,15°C par décennie

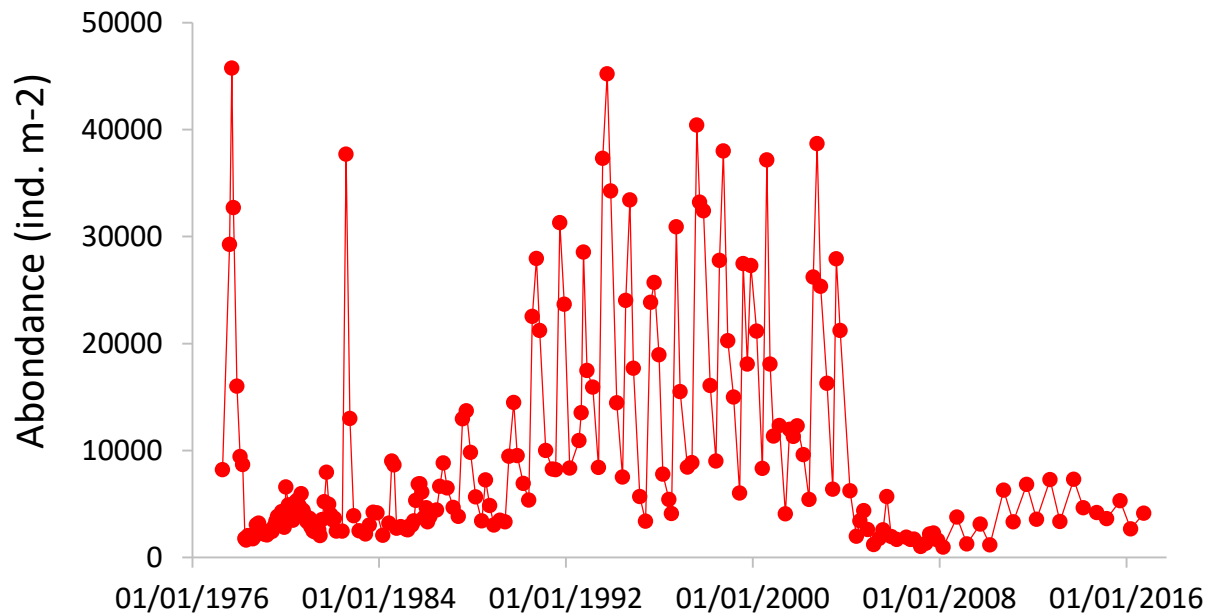


- ✓ Echouage de l'Amoco Cadiz dans la nuit du 16 au 17 mars 1978
- ✓ 223 000 t d'hydrocarbures rejetés en mer en quelques semaines
- ✓ Sédiments de la baie de Morlaix contaminés pendant 3 ans d'avril 1978 à mars 1981
- ✓ Contamination en hydrocarbures comprise entre 200 ppm lors des étés 1978 et 1979 et inférieure à 50 ppm dès avril 1981

Le suivi « Pierre Noire »

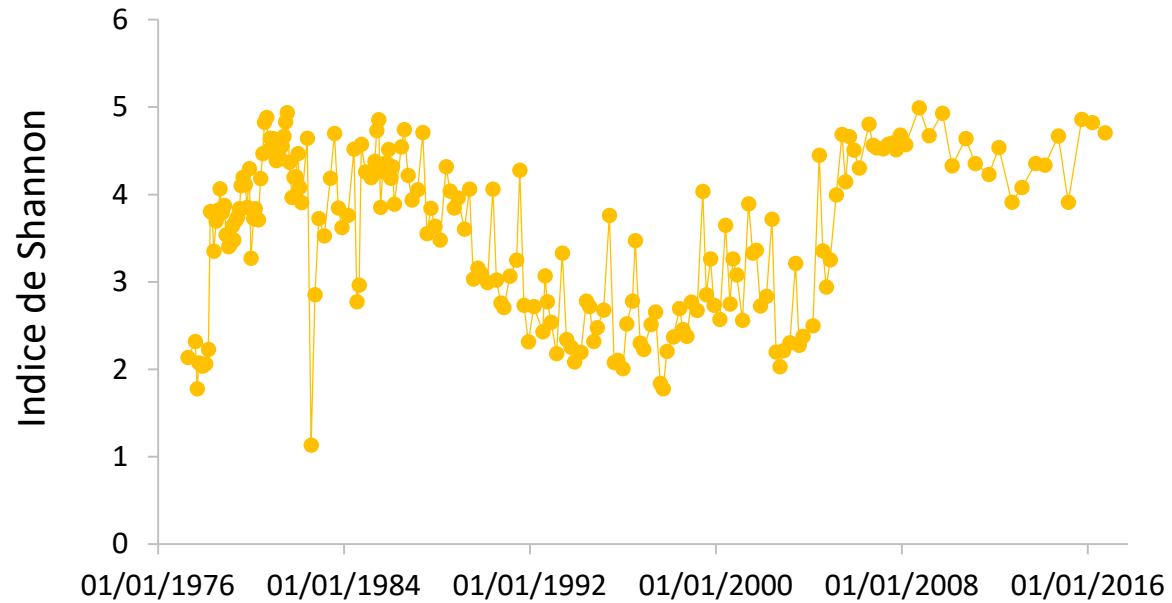


- Disparition d'un faible nombre d'espèces sensibles aux hydrocarbures après la pollution
- Variation saisonnière de la richesse spécifique
- Forte variation de la richesse spécifique sans tendance claire

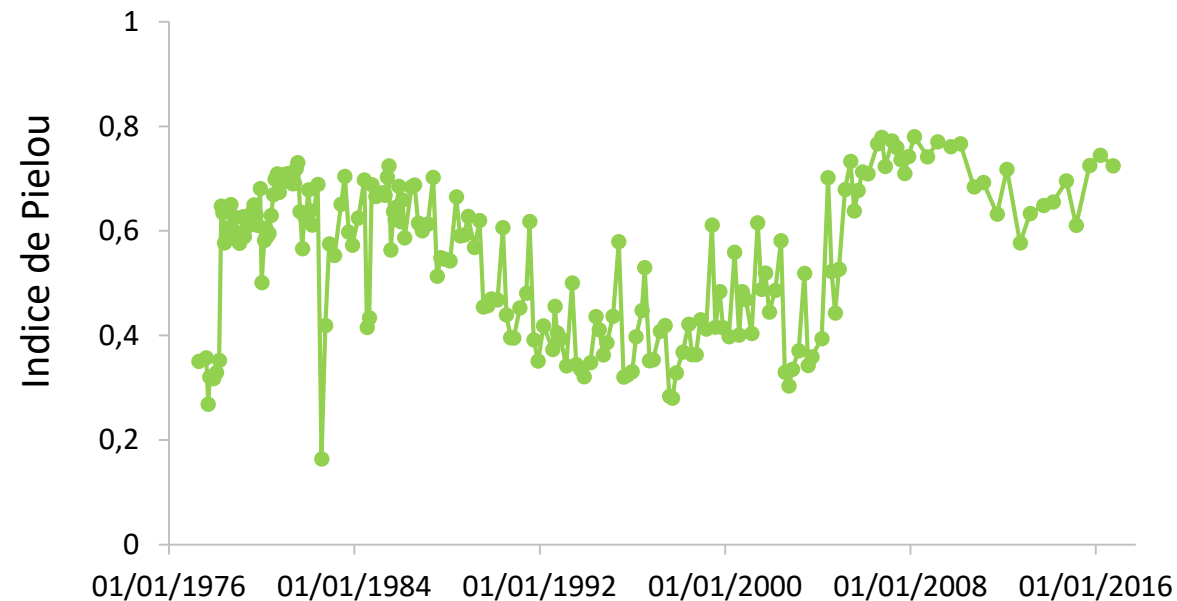


- Chute de 80 % des densités suite à la marée noire
- Prolifération d'espèces opportunistes
- Long temps de récupération
- Nouvel effondrement des densités après 2005

Le suivi « Pierre Noire »



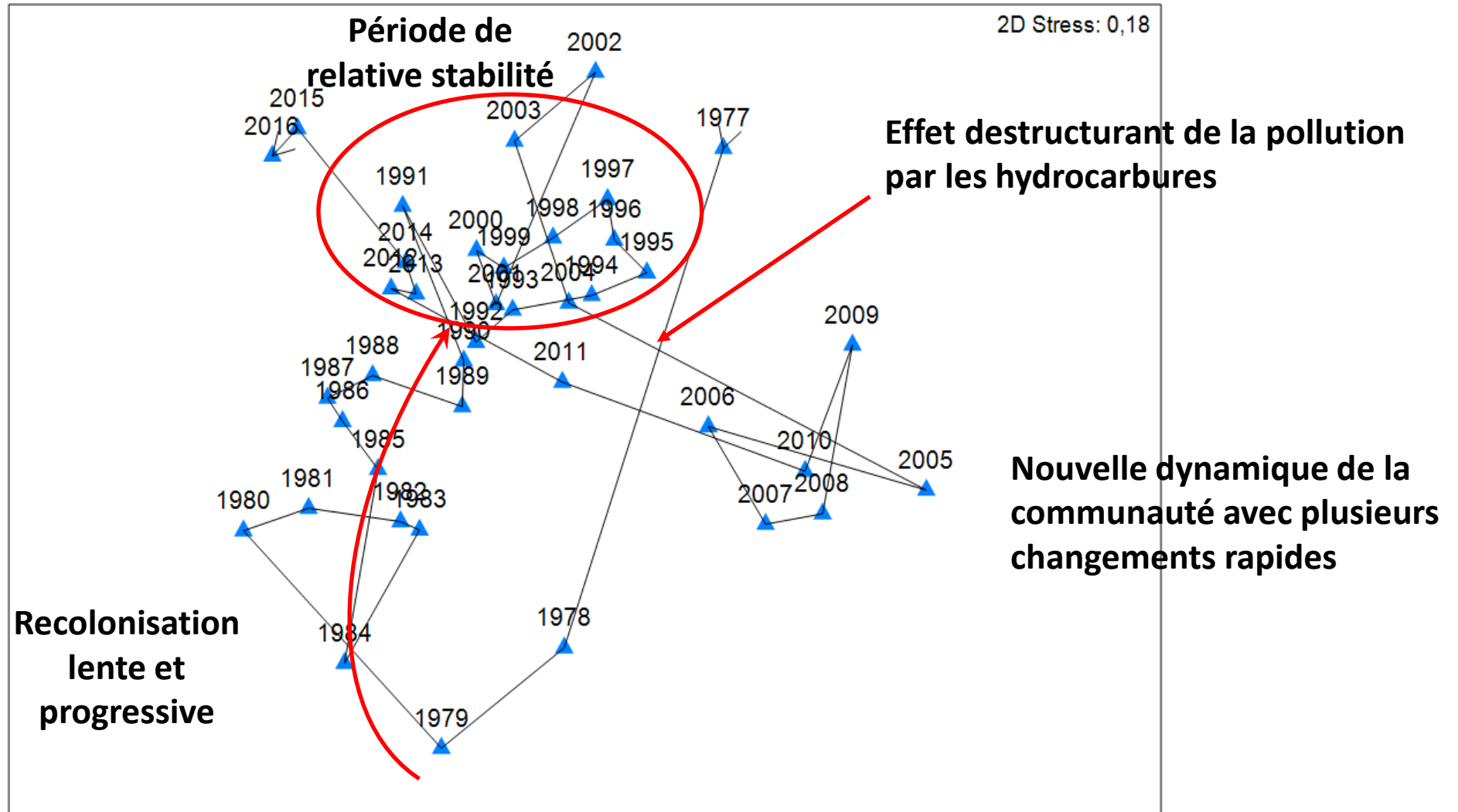
- Augmentation des indices de diversité après la pollution qui traduit une modification des patrons de dominance des espèces
- S'explique par la disparition des quelques espèces dominantes d'*Ampelisca*
- Retour à un niveau de diversité original au début des années 90



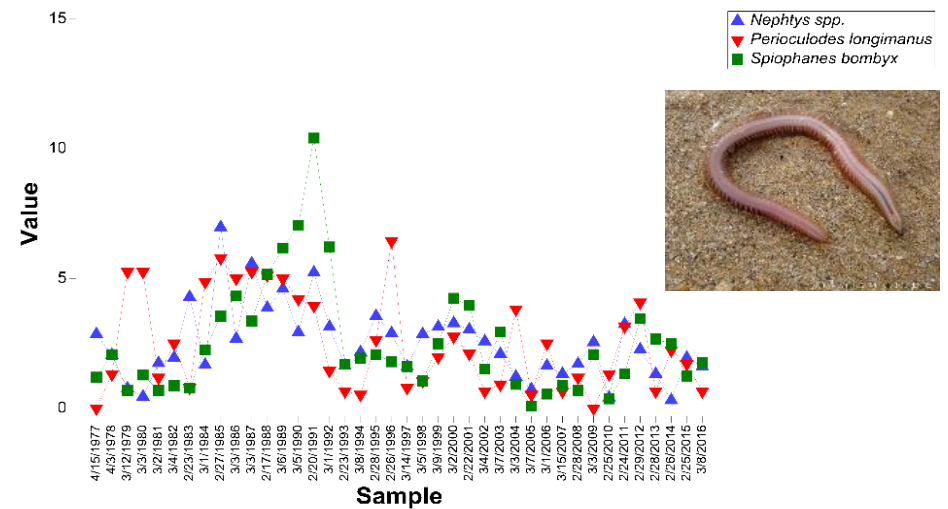
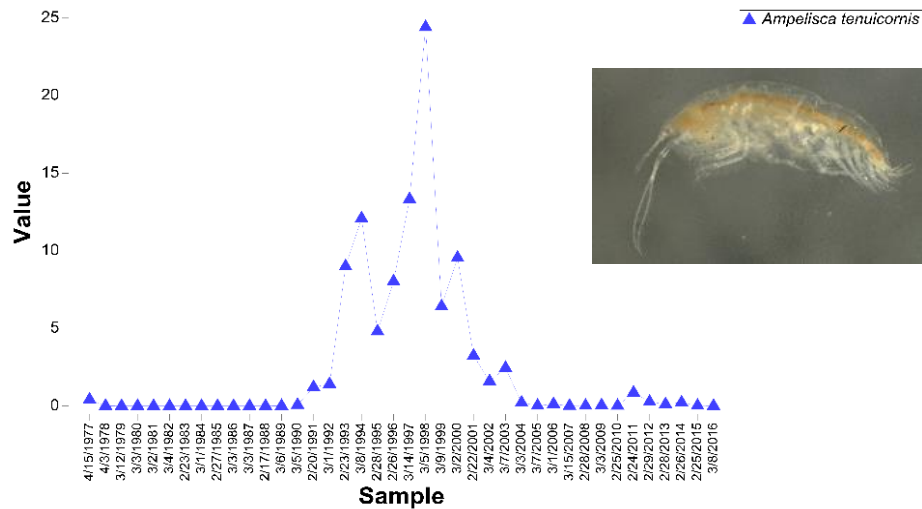
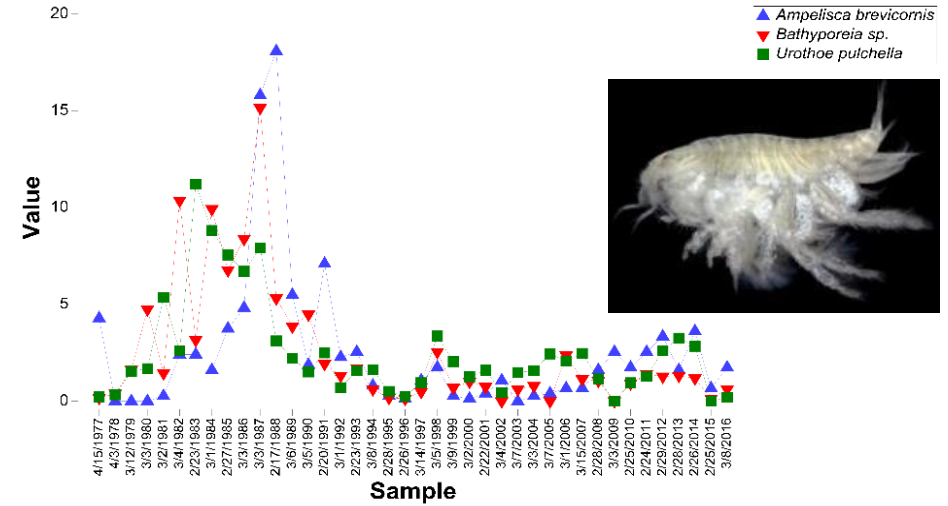
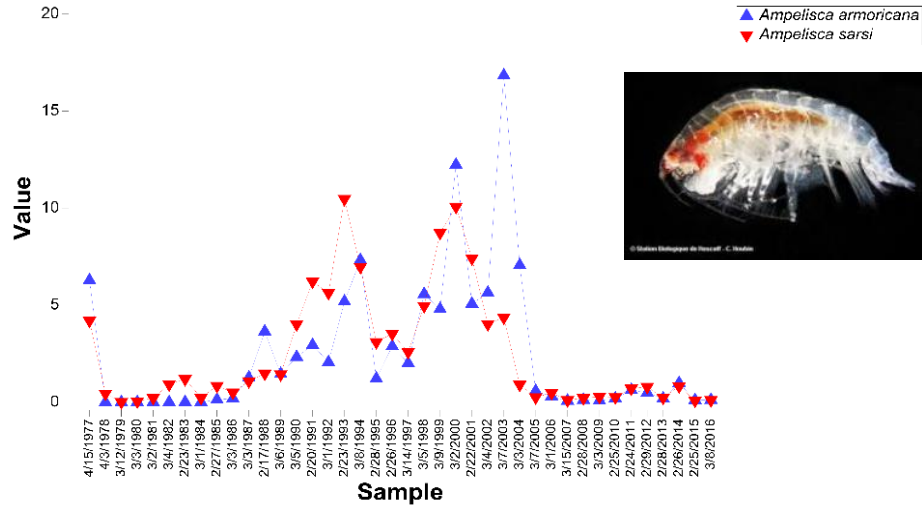
Le suivi « Pierre Noire »

March-April

Transform: Log(X+1)
Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

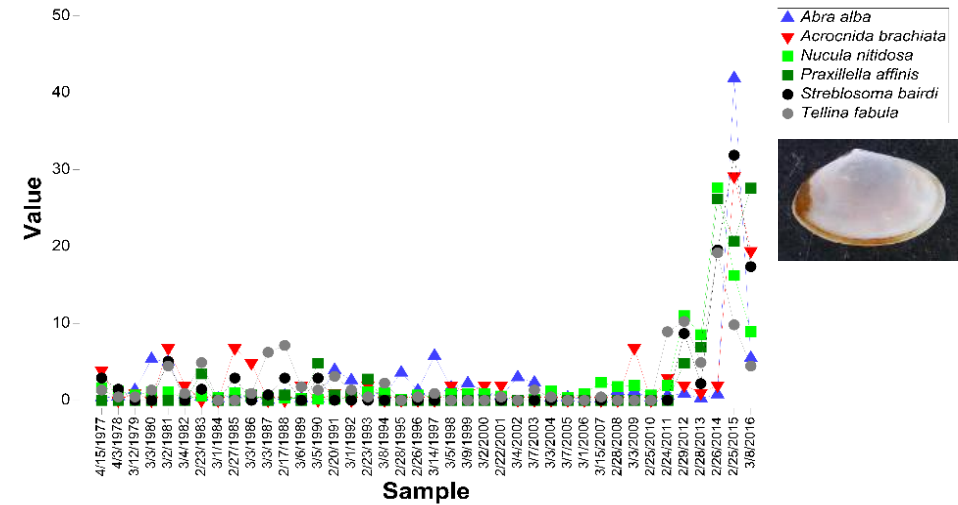
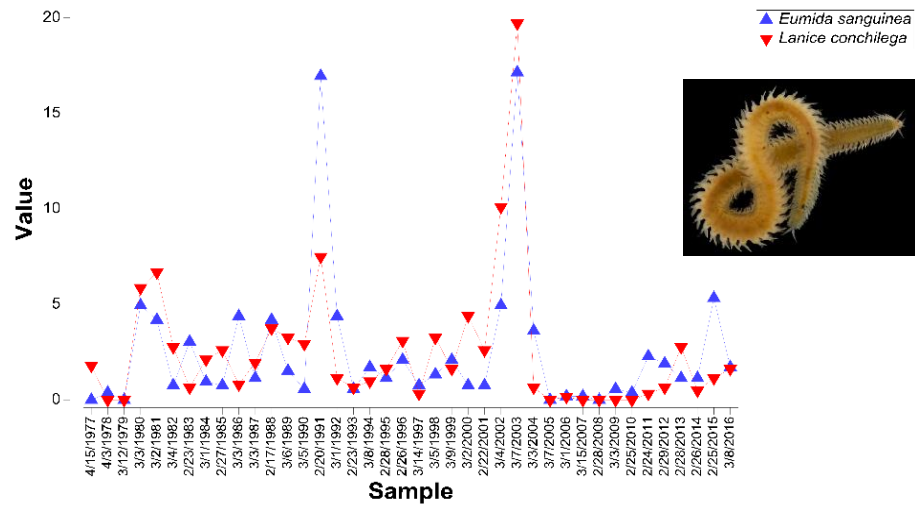
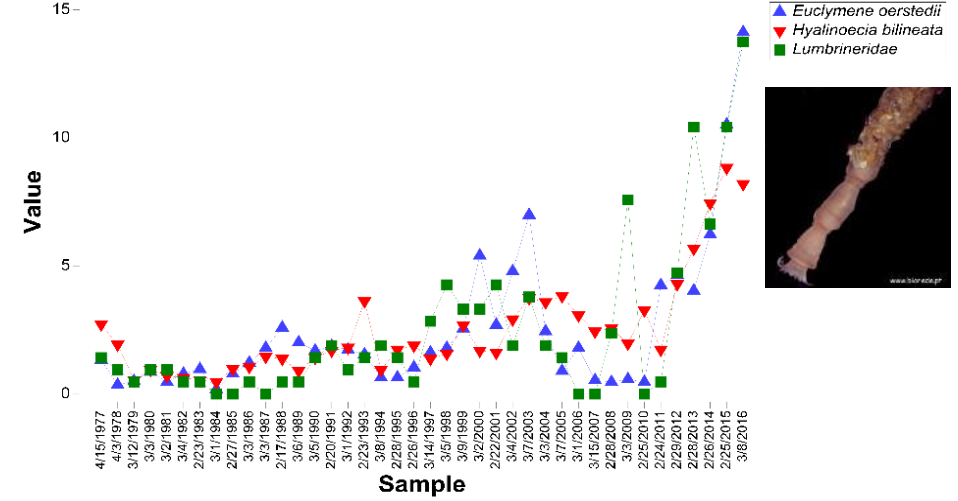
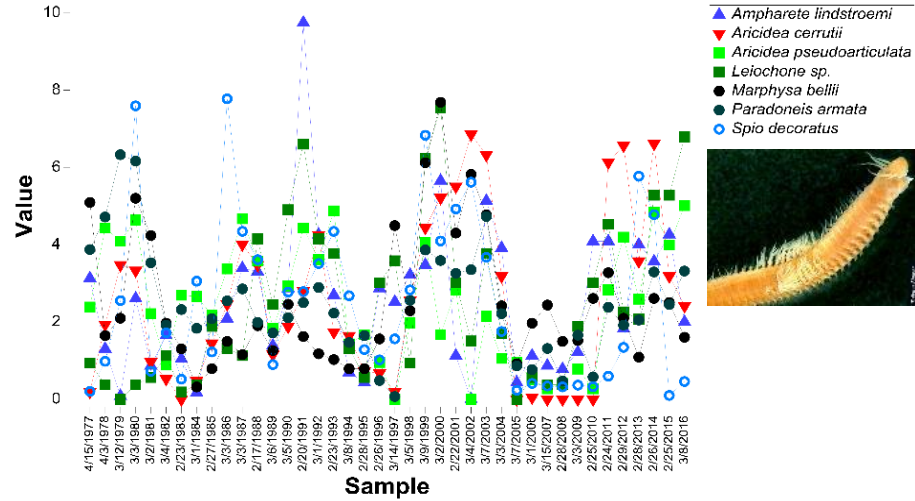


Le suivi « Pierre Noire »



- ✓ Espèces affectées par l'Amoco-Cadiz et qui recolonisent la communauté entre 1992 et 2005
- ✓ Espèces plus abondantes en l'absence des *Ampelisca*

Le suivi « Pierre Noire »

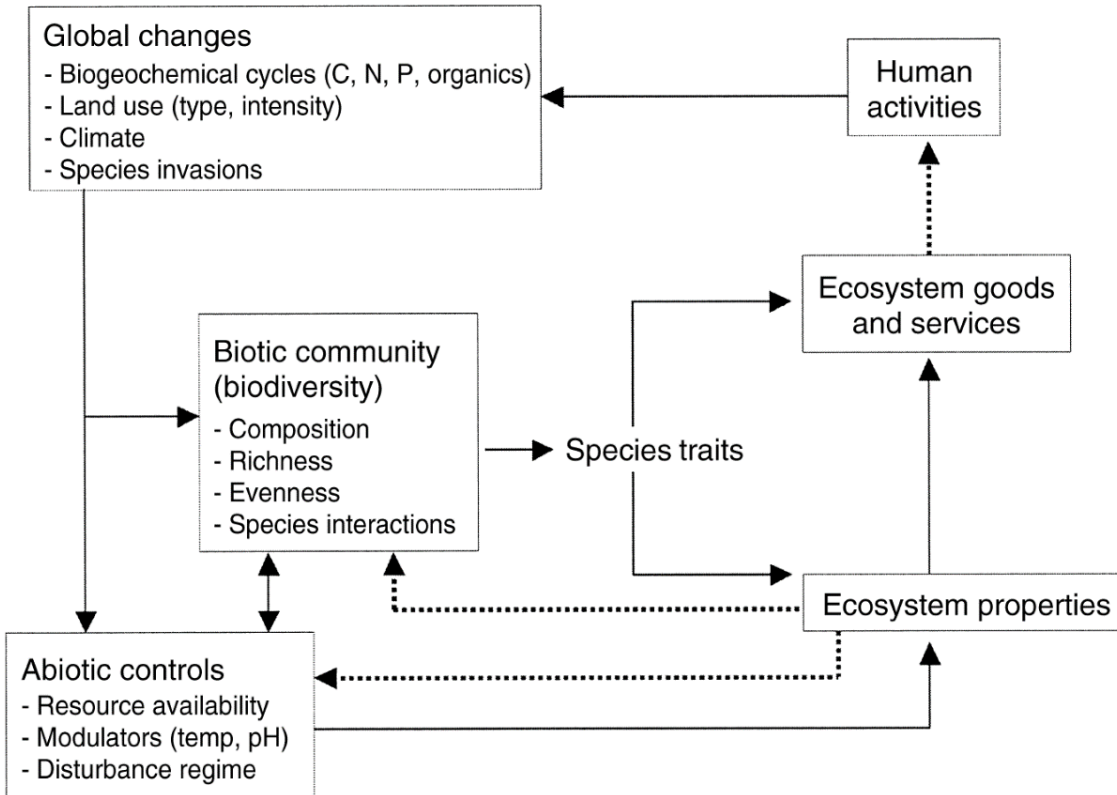


- ✓ Espèces présentant des variations plus ou moins cycliques à des fréquences variables
- ✓ Espèces dominantes au cours des dernières années

Le suivi « Pierre Noire »

Des changements de structure aux changements de fonctionnement

Analyse de la diversité fonctionnelle par les traits biologiques



Biological trait	Category	Rationale behind the trait selection
Body size (cm)	Very small (< 1 cm) Small (1-2cm) Small-Medium (3-10 cm) Medium (11 to 20 cm) Large (> 20 cm)	Body size serves as a proxy for the expected biomass of individuals; Size might indicate the degree stability of a system, and thus be an indicator for disturbances (natural or anthropogenic) on the organisms: A high proportion of small-bodied species are expected in very instable environments, whereas large-bodied species occur in more stable environmental conditions (Mouillot et al. 2006; van der Linden et al. 2015).
Life span	Short (up to 2 years) Medium (2-5 years) Long (> 5 years)	Life span is a parameter for life-strategies according to 'r' or 'K'-selection theory (McArthur and Wilson, 1967). Short-lived species are expected to increase in richness and abundance with increasing disturbance of the ecosystem (Pearson and Rosenberg 1978; van der Linden et al. 2015).
Feeding type	Filter-feeder Surface deposit-feeder Sub-surface deposit-feeder Carnivore - Scavenger Omnivore Herbivore	Feeding mode is a proxy for the benthic-pelagic coupling and the trophic level. This controls the energy and biomass turnover and the nutrient-cycling.
Development mode	Direct development Planktotrophic larva Lecithotrophic larva Fed by mother	Development type is a proxy for the distribution potential of a population and thus indicates the potential of resilience against disturbance.
Mobility type	Burrower Crawler Swimmer Walker Sessile	The mobility type indicates to which degree a species is able to move freely, and if individuals can displace themselves to escape a disturbance. This way it indicates the potential of resistance against disturbance. The mobility type also has implications in the bioturbation potential, according to the degree of displacement and the subsequent resuspension of sediment into the water column (Queiros et al. 2013).
Sediment reworking type	Epifauna Surficial modifiers Biodiffusers Upward conveyors Downward conveyors Regenerators	The sediment reworking type, together with the mobility type trait, are used to determine the bioturbation potential. Bioturbation is a key parameter for many important geochemical processes in marine systems, affecting oxygen, pH and redox gradients in the interface between water column and sediment (Queiros et al. 2006).
Tolerance to disturbance (AMBI)	Sensitive Indifferent Tollerant Second-order opportunistic First order opportunistic	AMBI classifications serve as ecological indicators of disturbance. It was created for soft-bottom benthic invertebrate communities and was found to indicate distinct degrees of anthropogenic disturbance, as well as the ecosystem health (Muxika, Borja and Bonne 2005).

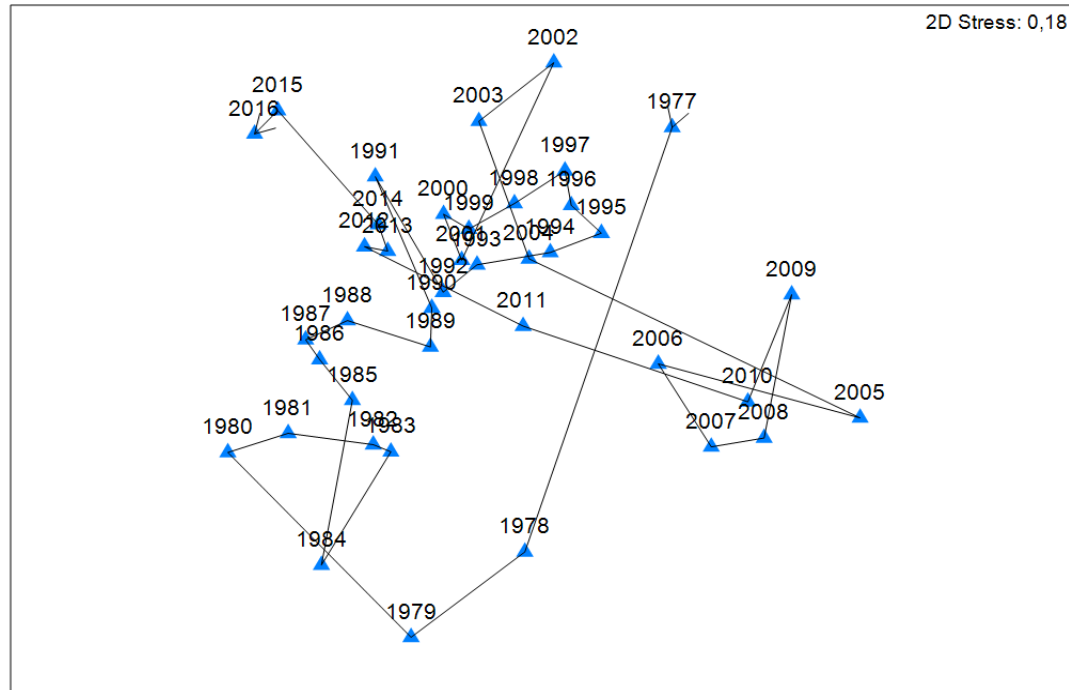
Hooper et al. (2005)

Le suivi « Pierre Noire »

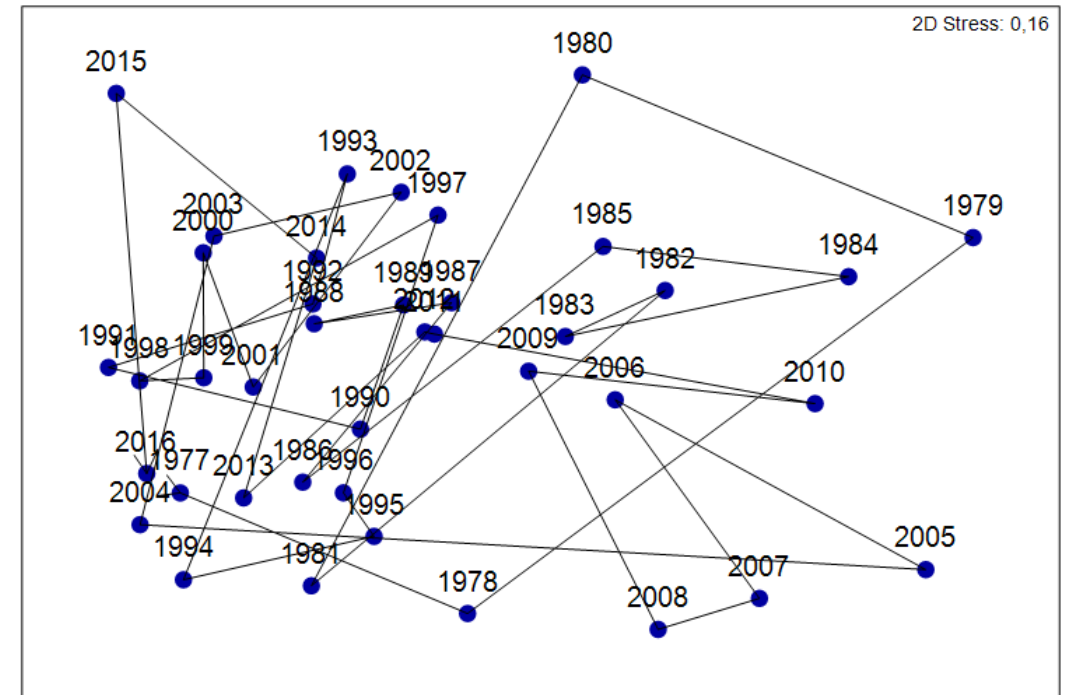
Des changements de structure aux changements de fonctionnement

Analyse de la diversité fonctionnelle par les traits biologiques

Diversité spécifique



Diversité fonctionnelle

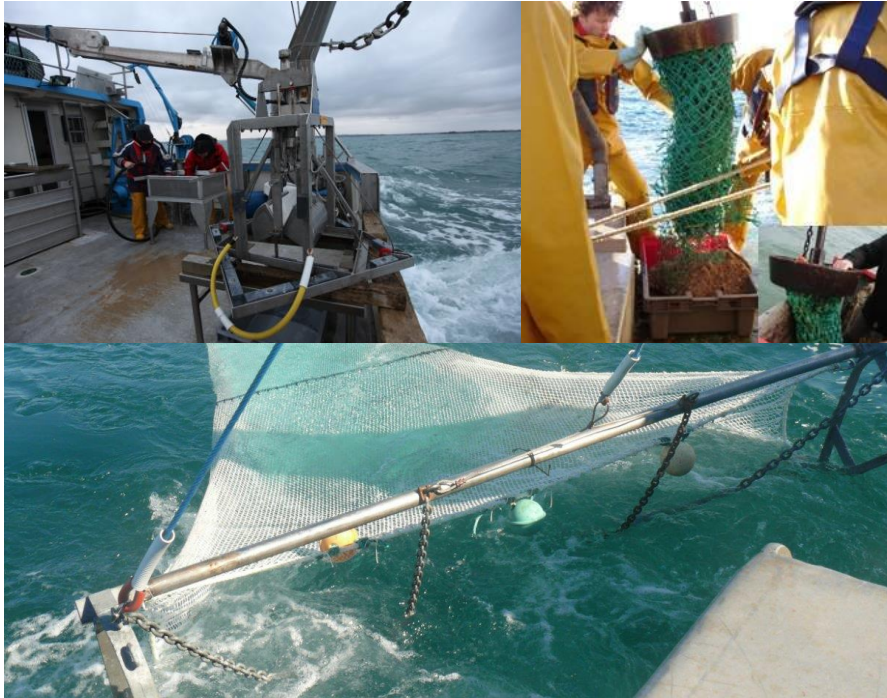


- ✓ Variabilité différente de la communauté en termes de composition spécifique et de composition des traits
- ✓ Effet moins marqué de la pollution en termes de traits
- ✓ Variabilité inter-annuelle plus élevée en termes de traits

Le suivi « Pierre Noire »

Des changements de structure aux changements de fonctionnement

Analyse de la structure du réseau trophique



- Suivi initié en 2012
- Echantillonnage de la macrofaune, mégafaune et ichtyofaune démersale à 2 saisons (février/mars et septembre octobre)
- Tri et identification de 34 à 53 espèces représentative de la communauté
- Analyse des signatures isotopiques de chacune des espèces échantillonnées
- Analyse isotopique de la matière organique sédimentée
- Analyse isotopique de la matière organique en suspension (données Somlit)



Comment les changements de structure se répercutent sur l'architecture du réseau trophique ?

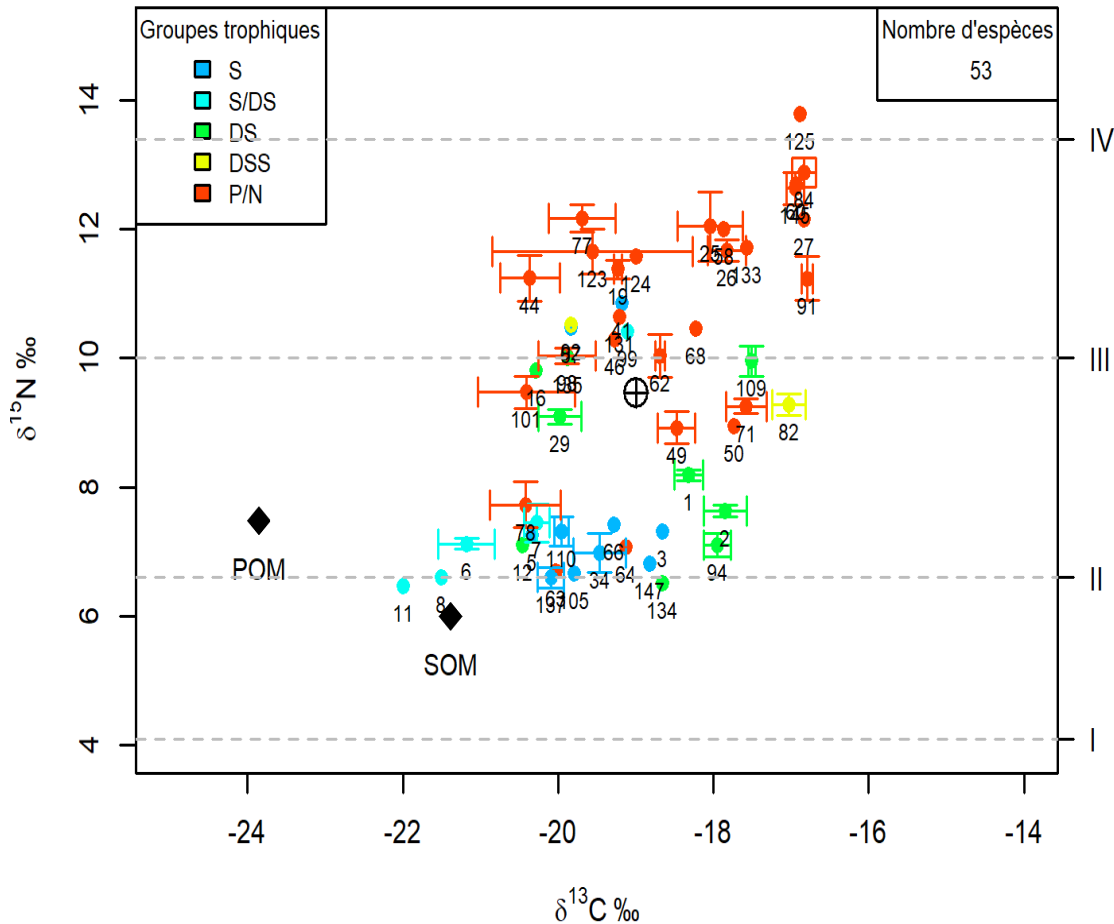


Le suivi « Pierre Noire »

Des changements de structure aux changements de fonctionnement

Analyse de la structure du réseau trophique

Été 2014



- Système caractérisé par une faible diversité de sources trophiques typique des environnements de mer ouverte
- Large gamme de δC^{13} des consommateurs → capacité des consommateurs à sélectionner leur nourriture dans le pool hétérogène que compose la POM
- Réseau trophique composé de 4 niveaux trophiques théoriques en lien avec les groupes trophiques définis a priori
- Distribution continue des valeurs de δN^{15} → fort degré d'omnivorie
- Certaines espèces ont des signatures non conformes avec leur assignation
 - Méconnaissance des régimes
 - Fort degré d'omnivorie

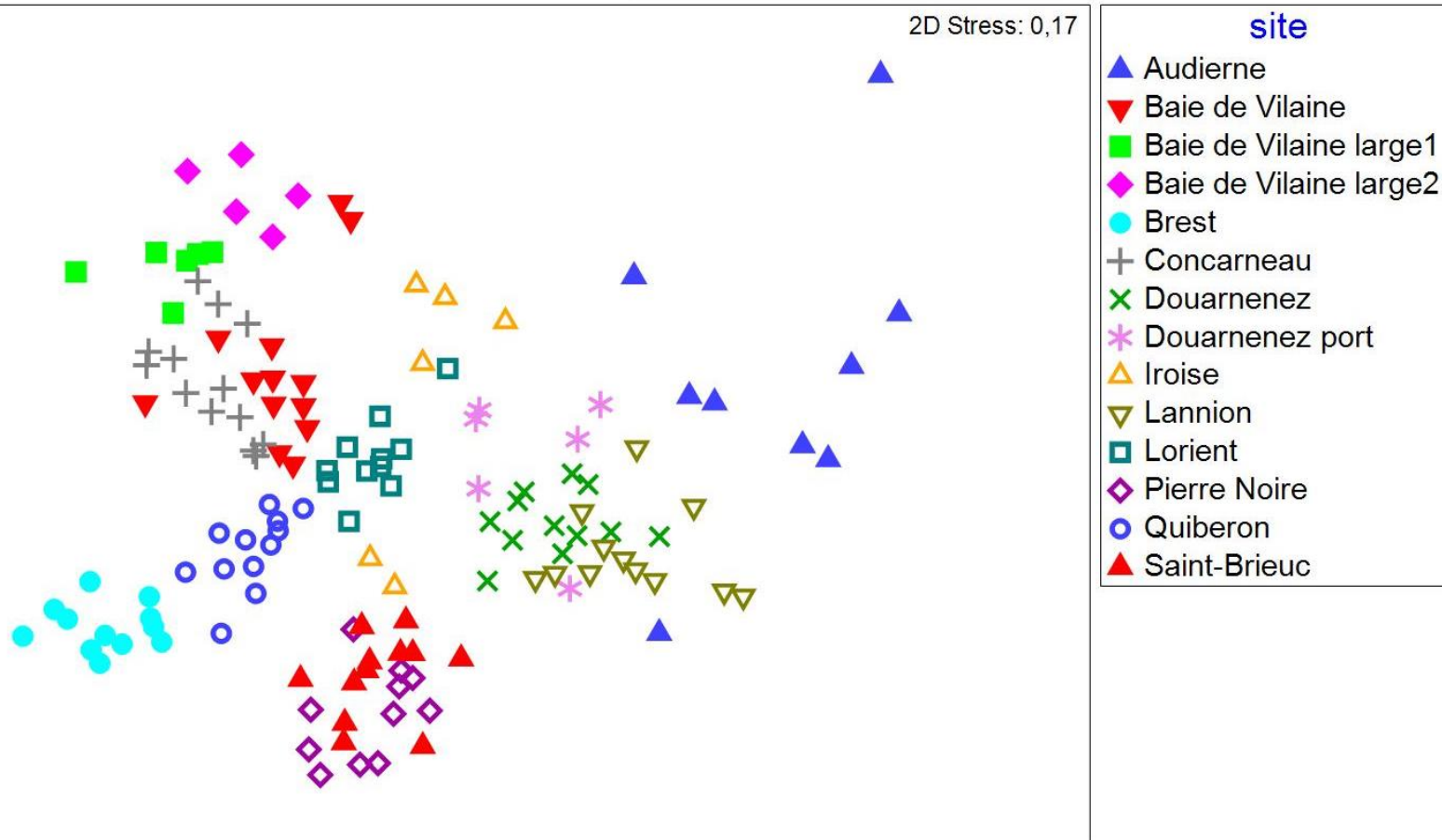
Le suivi Rebent

D'une approche locale à une approche régionale

2005-2017

Transform: Log(X+1)
Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

2D Stress: 0,17



- Faible variabilité inter-annuelle
- Variabilité spatiale > variabilité temporelle
- Cas particulier d'Audierne



- **Etat de référence**
- **Forte stabilité face aux pressions environnementales naturelles**

Conclusions

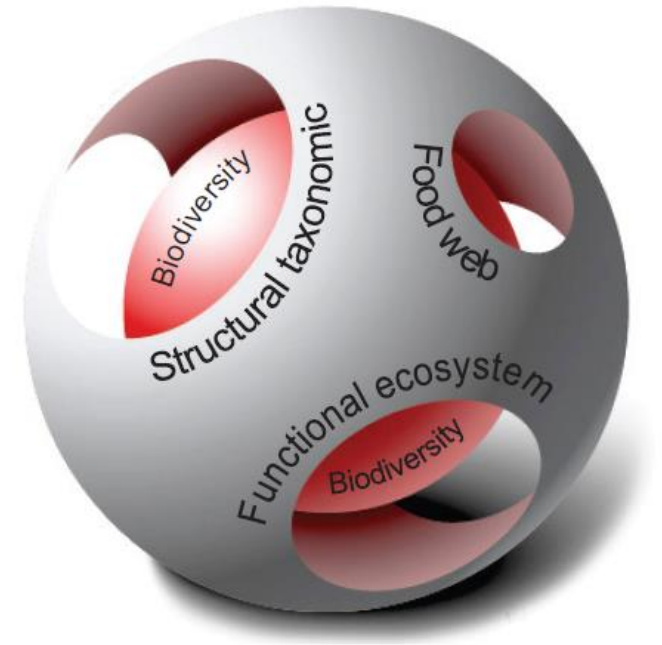
✓ Réponses complexes des communautés biologiques aux variations environnementales et pressions anthropiques :

- *quelle est l'enveloppe naturelle de variation de la communauté ?*
- *quel est l'état de référence ?*
- *comment intégrer les réponses non linéaires et les effets différés dans une approche causale ?*

✓ Nécessité d'une approche à différentes échelles spatiales

✓ Nécessité d'une approche écosystémique et fonctionnelle :

- *faire le lien entre les changements de structure et les changements fonctionnels (analyse par les traits, mesures de processus écologiques, réseau trophique, etc...)*
- *combiner les observations des différentes composantes de l'écosystème (physico-chimie, sédiment, plancton, benthos)*
- *combiner observation et étude de processus*



Cochrane et al. (2016)

