



Rôle écologique d'une espèce ingénieure, *Haploopsis niraë*, pour les communautés d'invertébrés et de poissons des nourriceries côtières



© X. Caisey (IFREMER).

Amédée, Agrocampus Ouest, 21.04.16
Aurélie Chaalali, Anik Brind'Amour, Stanislas Dubois, Hervé Le Bris



Les fonds à *Haploops*

Un facies original ...

→ Mis en évidence par Glémarec (1962)



© X. Caisey (IFREMER)

→ Fonds recouverts de tubes (mucus et vase)

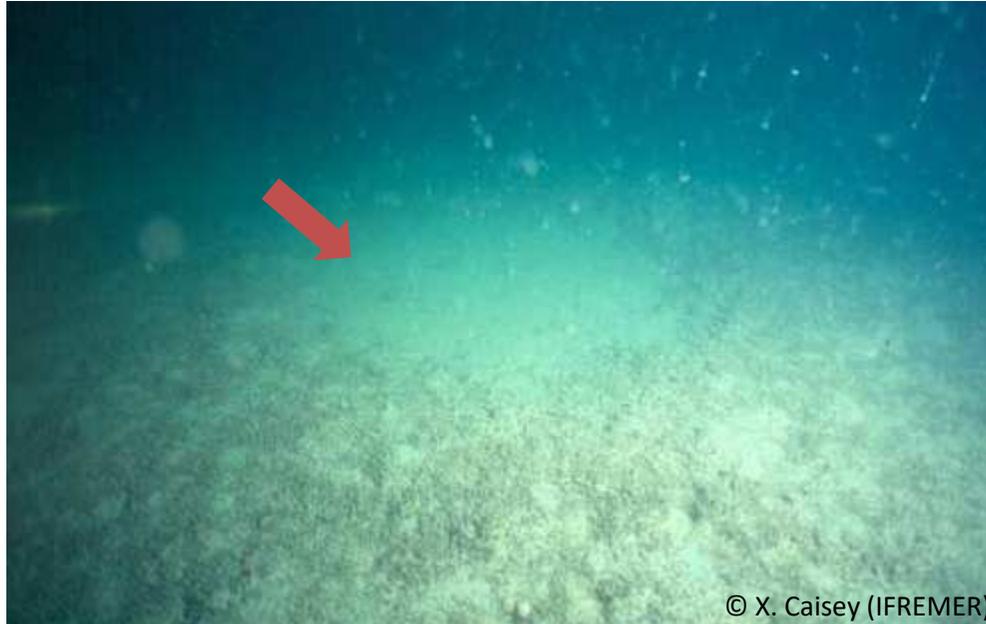
→ 1 espèce d'amphipode, *Haploops nirae*

→ Crustacés filtreurs , grégaires et tubicoles

Rigolet 2013

Les fonds à Haploops

Fonds associés à la présence de champs de pockmarks = *dépressions sédimentaires de forme généralement circulaire et de tailles variées



↔ échappement de fluides (méthane)

➔ grains fins (vase)

➔ Espèce dominante, *Haploops nirae* : colonies très denses :
maxima de 2500 à 10 000 ind.m⁻²

➔ Espèce ingénieure (Dubois, 2012)

Baltzer et al. 2014 ; Rigolet 2013

Espèce ingénieure

« *Ecosystem engineers are organisms that directly or indirectly modulate the availability of resources to other species, by causing physical state changes in biotic or abiotic material. In so doing they modify, maintain, and create habitats.*

- *Autogenic engineers : via their own physical structures (i.e. their living and dead tissues).*
- *Allogenic engineers : by transforming living or non-living materials from one physical state to another, via mechanical or other means. »*

Forte structuration des habitats (ex. récif corallien, habitat à zostères, ...) :

⇔ Forte richesse spécifique associée ?

⇔ Hétérogénéité spatiale <-> espèces 'uniques' ?

⇔ Complexité de processus / fonctions ?

MAIS concept complexe : seuil (définition) ? importance (gestion ou conservation) ?

Haploopsis nira ???

(Dubois, 2012)



© X. Caisey (IFREMER)

Jones et al. 1994

Les fonds à *Haploops*



© X. Caisey (IFREMER)

⇔ Espèce ingénieure ?

- ✓ Modification physique de l'habitat (complexité topographique):
 - tubes = pièges à particules fines + enrichissement des sédiments (M. Org.)
 - tubes supportent une production de diatomées
 - 70 % d'espèces d'invertébrés benthiques 'endémiques'
- ✓ Forte production secondaire (*H. nirae*) et biomasse
 - rôle fonctionnel important ???

➔ Quel rôle écologique pour les communautés d'invertébrés et de poissons ?

Dubois 2012 ; Rigolet 2013

Les fonds à Haploops

Quelle communauté de poissons ?

→ Nourricerie côtière ↔ Juvéniles d'espèces marines et estuariennes

→ ~ 30 espèces (baies côtières Atl. Nord), principalement démersales ou benthodémersales

→ Espèces exploitées



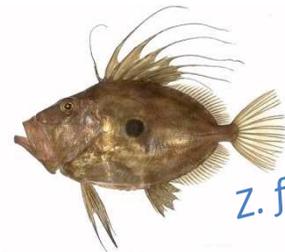
G. niger



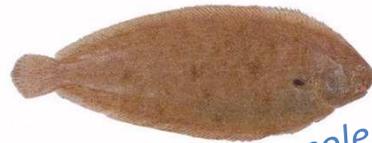
D. bimaculata



C. lyra



Z. faber



S. solea



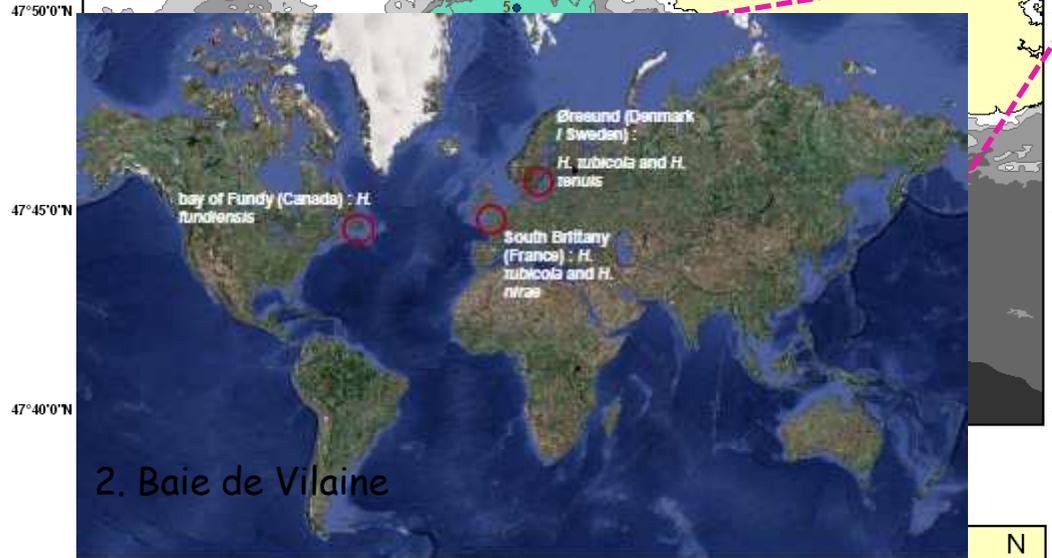
P. flesus



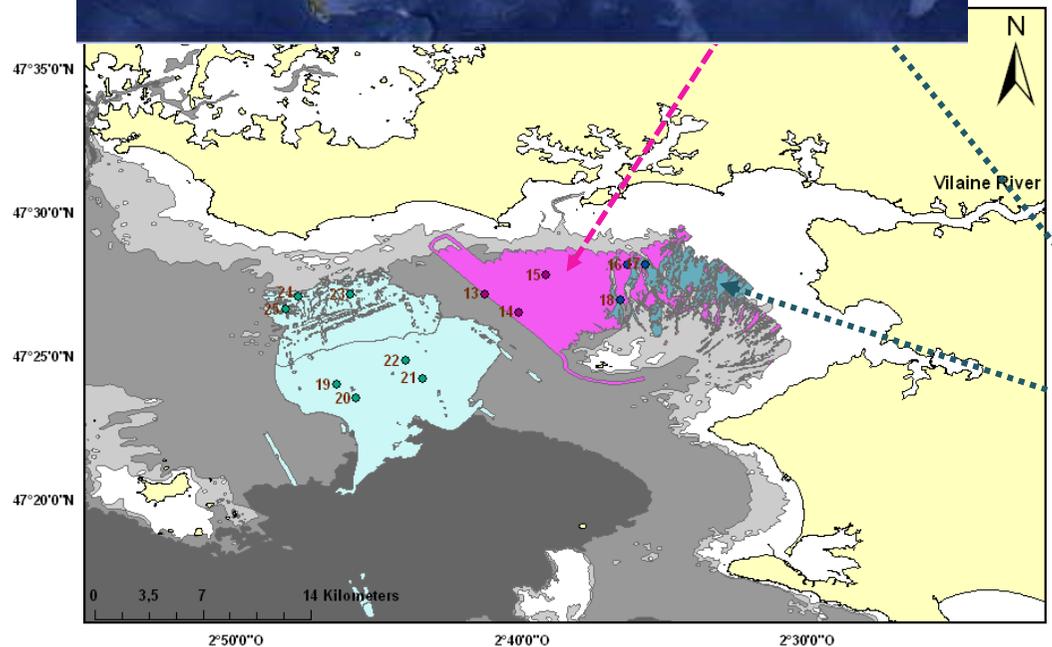
M. merlangus

1. Baie de Concarneau 2 sites d'étude en Bretagne Sud

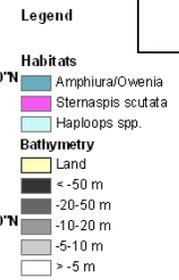
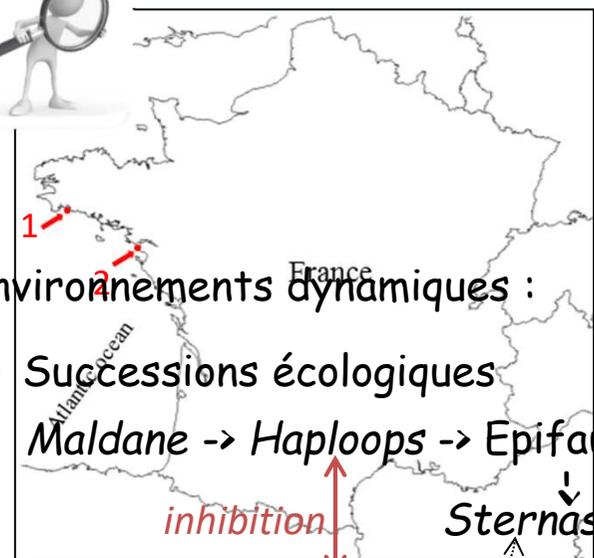
Facies observé dans différentes régions du globe :



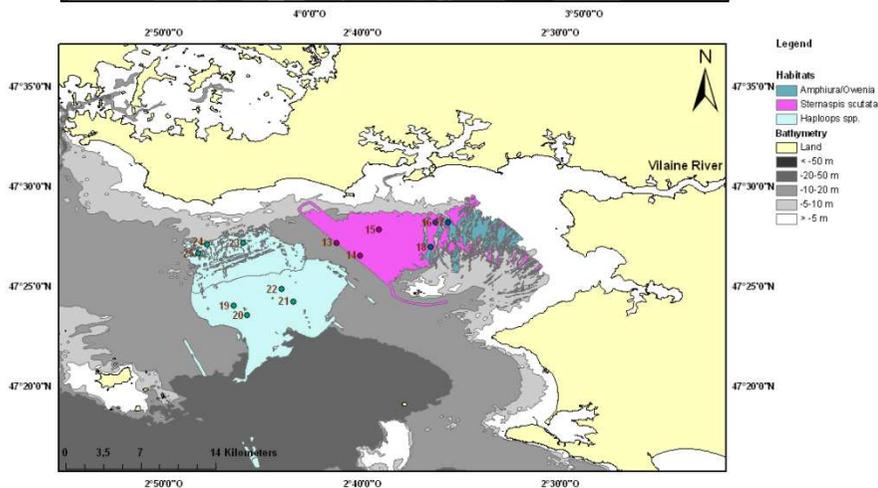
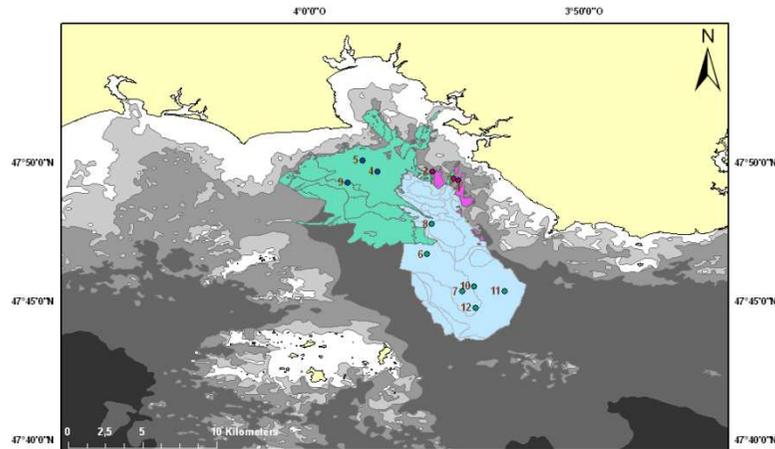
2. Baie de Vilaine



Baie de Concarneau
et baie de Vilaine



2 sites d'étude en Bretagne Sud : Echantillonnage



- 12 traits de chalut en baie de Concarneau :
 - 6 dans les fonds à *Haploopsis*
 - 6 hors *Hap.* : 3 hab. à *Stern.*, 3 hab. à *Amp./Ow.*
- 13 traits de chalut en baie de Vilaine (1 trait additionnel dans habitat à *Haploopsis*)
- Echantillonnage au chalut « String » (chalut à perche de 3 m modifié)
- Données filtrées : taille max. (littérature + dire d'exp.) ↔ sélection des poissons juvéniles (G0 et G1)
- Biomasse et abondance standardisées (g.km⁻² ou ind.km⁻²)

1. Modifie-t-elle / Favorise-t-elle une diversité/biomasse :

- mégafaune benthique ?
- ichtyofaune ?

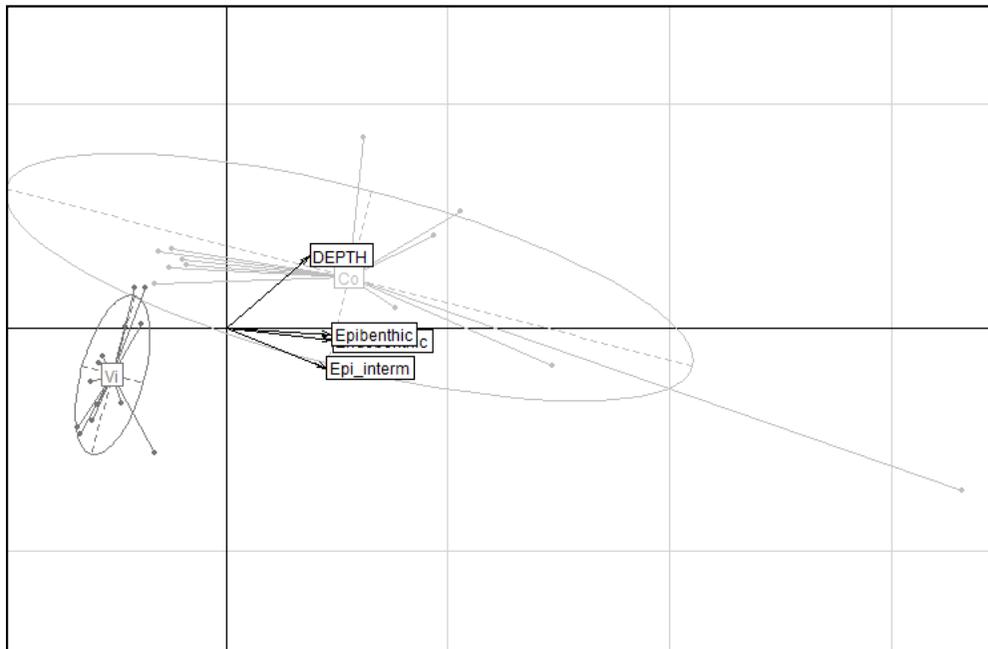


 **Quel rôle écologique pour les communautés d'invertébrés et de poissons ?**

1. Favorise-t-elle une biomasse mégaf. benthique + importante ?

Description des habitats

- Description des conditions environnementales des ≠ habitats (T°C, Profondeur, S, Hauteur d'eau douce)
- ➔ ACP environnement-macrofaune benthique (85.7 % variance expliquée)
(Profondeur moyenne et biomasses des grands groupes de macrofaune benthique)

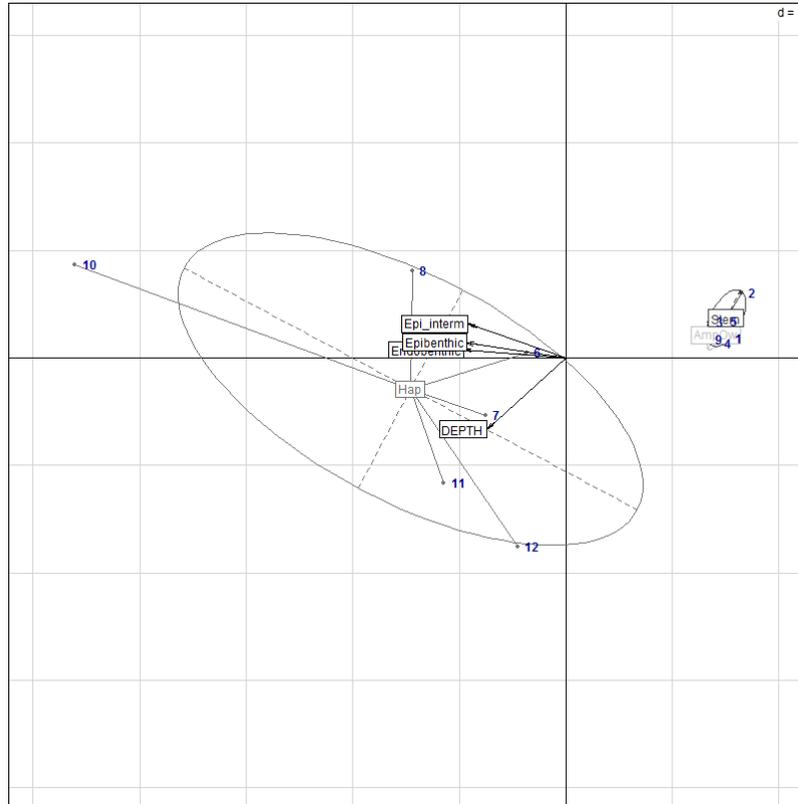


- ➔ Nette distinction des 2 baies, et des fonds *Hap.* vs hors *Hap.* (Co)
Rq. : + Forte hétérogénéité des obs. de Co. / rapport à Vi.

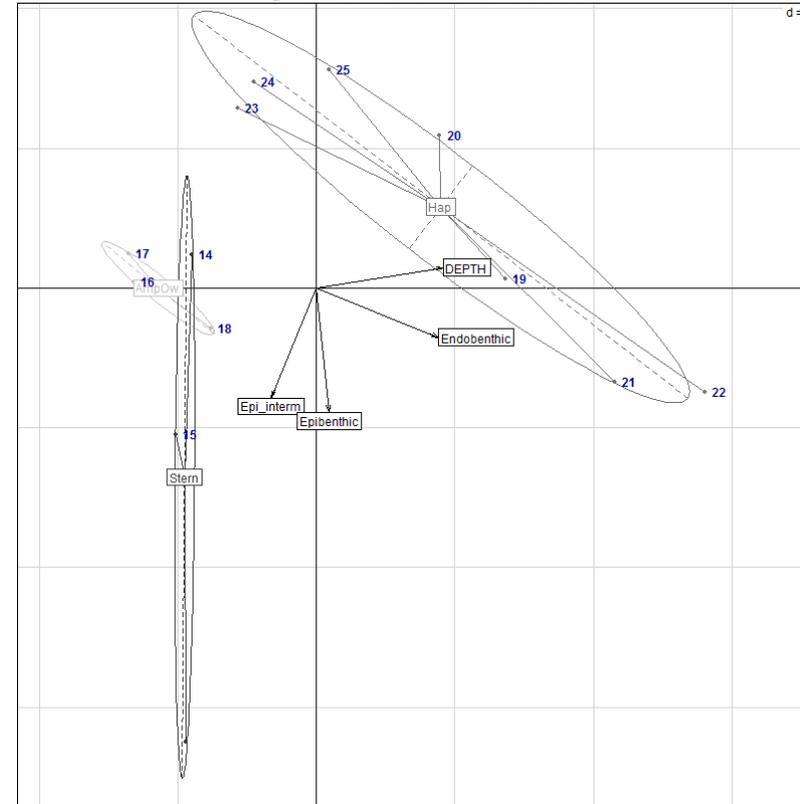
➔ **Nécessité de distinguer les 2 baies**

1. Favorise-t-elle une biomasse mégaf. benthique + importante ?

Baie de Concarneau



Baie de Vilaine



➔ Constat similaire : Structuration en sous-habitats et distinction entre *Haploops* vs. hors *Haploops*

➔ Constat différent à l'échelle des 2 baies (en termes de biomasses)

- Concarneau : Fortes biomasses associées aux sites *Haploops* (gradient profondeur sur axe 2)
- Vilaine : *Hap.* (+ fortes PM et biomasse d'endofaune) vs. *Stern.* & *Amp./Ow* (+ fortes biomasses d'épifaune)

1. Favorise-t-elle une biomasse mégaf. benthique + importante ? & soutient-elle une diversité ichthyologique + élevée ? (vision énergétique)

→ ABEC

→ N.B. : Sélection d'espèces
(validation par contenus stomacaux)

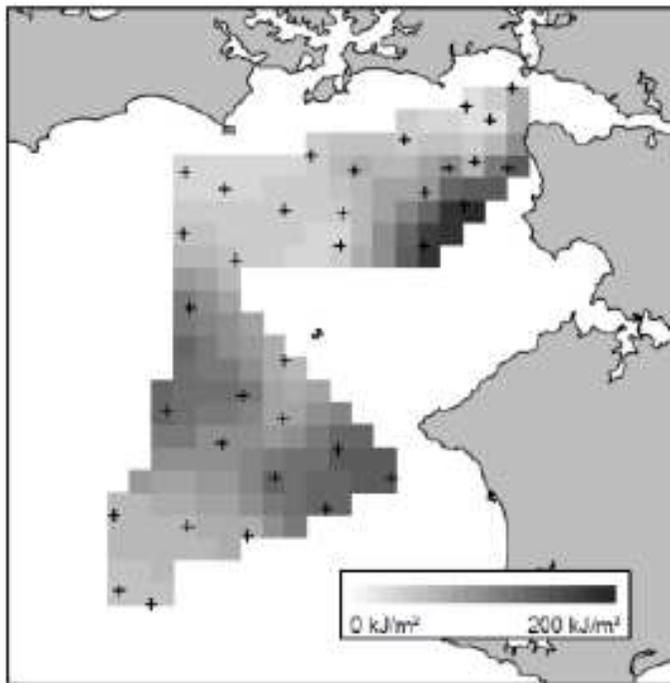
MEPS prepress abstract - doi: 10.3354/meps11121

Available Benthic Energy Coefficient (ABEC): a generic tool to estimate the food profitability in coastal fish nurseries

A. Tableau*, H. Le Bris, A. Brind'Amour
*Email: adrien.tableau@gmail.com

$$ABEC_i = E_i \times \Pi_i \times R_i \times A_i$$

benthic invertebrate (prey community)



E = Facteur de conversion de poids sec sans cendre en énergie (kJ.g⁻¹) (Brey 2010)

Π = Productivité (300 valeurs issues de 65 réfs.) et modèle de productivité de Brey (2012)

R = Coefficient de régénération (littérature ; 1+R)
ex. : *Amphiura filiformis* : 1+0.15

A = 2 catégories d'accessibilité (simple, difficile)
taux de prédation = densité de proie [c.s.] / densité de proie [benne]
log₁₀(taux de prédation) ~ catégories d'accessibilité

$A = \log_{10}(\text{taux de prédation}) / \log_{10}(\text{taux de prédation})_{\text{access.facile}}$

1. Favorise-t-elle une biomasse mégaf. benthique + importante ?
& soutient-elle une diversité ichthyologique + élevée ? (vision énergétique)

	Surface [km ²]	Average biomass [kg.km ⁻²]	ABEC x B x S [kJ.y ⁻¹]	Cumulated Species Richness
Bay of Concarneau				
<i>Amphiura/Owenia</i> habitat	68.7	8.4 × 10 ²	3.6 × 10 ⁶	43
<i>Sternaspis</i> habitat	2.9	1.2 × 10 ³	1.3 × 10 ⁷	34
<i>Haploops</i> habitat	81.1	2.3 × 10⁴	1.3 × 10¹⁰	56
Bay of Vilaine				
<i>Amphiura/Owenia</i> habitat	23.8	2.7 × 10 ²	1.9 × 10 ⁷	32
<i>Sternaspis</i> habitat	96.3	7.4 × 10 ²	1.5 × 10 ⁸	25
<i>Haploops</i> habitat	173.0	1.7 × 10³	4.2 × 10⁸	43

→ ABEC le + important dans les habitats à *Haploops*
à relier aux + fortes biomasse et superficie de l'habitat à *Haploops*

1. Favorise-t-elle une diversité ichtyologique ?

➔ PERMANOVAs : Observe-t-on des ≠ de structure de communauté de poissons?

▪ 1)

Baie	Indices de diversité			Significativité
Concarneau	PERMANOVA (sur matrice sites x indices)			*
<i>Post-hocs</i>	R.S. Amp./Ow. 6,67	Haploops 4,5	Sternaspis 3	*
	Simpson's D Amp./Ow. 0.64	Haploops 0.42	Sternaspis 0.42	n.s.
	Piélou's J Amp./Ow. 0.72	Haploops 0.56	Sternaspis 0.74	n.s.
Vilaine	PERMANOVA (sur matrice sites x indices)			n.s.
<i>Post-hocs</i>	R.S. Amp./Ow. 5.67	Haploops 5.29	Sternaspis 8	n.s.
	Simpson's D Amp./Ow. 0.62	Haploops 0.60	Sternaspis 0.77	n.s.
	Piélou's J Amp./Ow. 0.74	Haploops 0.76	Sternaspis 0.81	n.s.

1. Favorise-t-elle une diversité ichtyologique ?

→ PERMANOVAs : Observe-t-on des ≠ de structure de communauté de poissons?

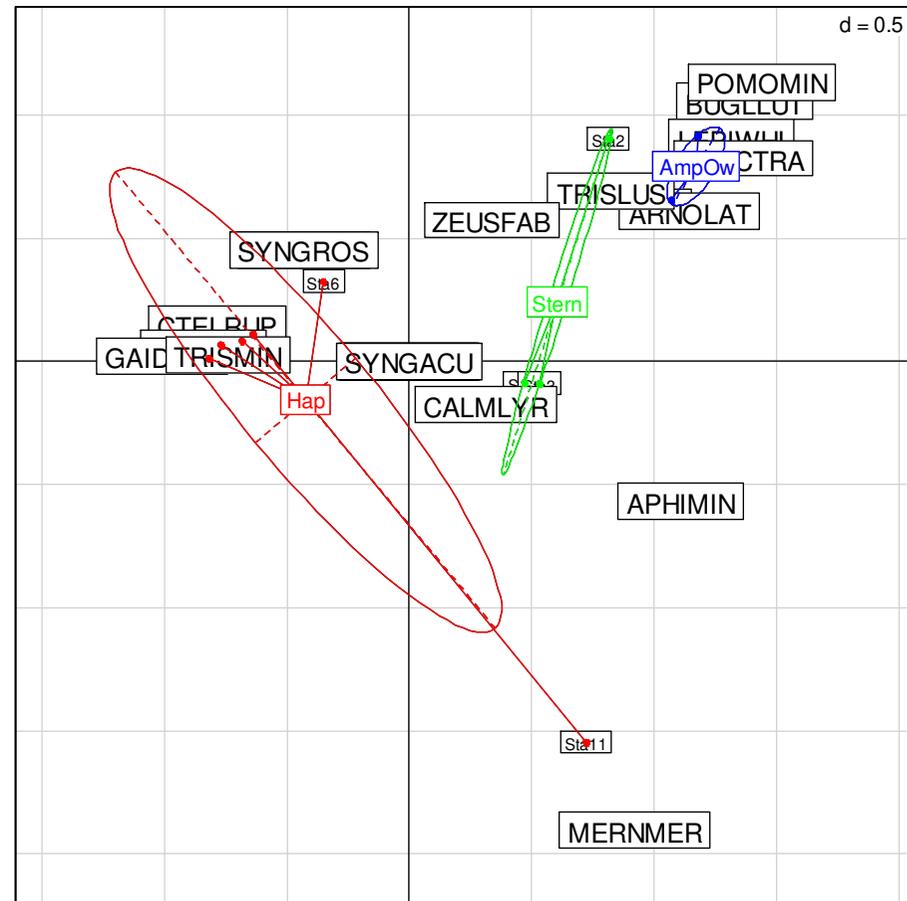
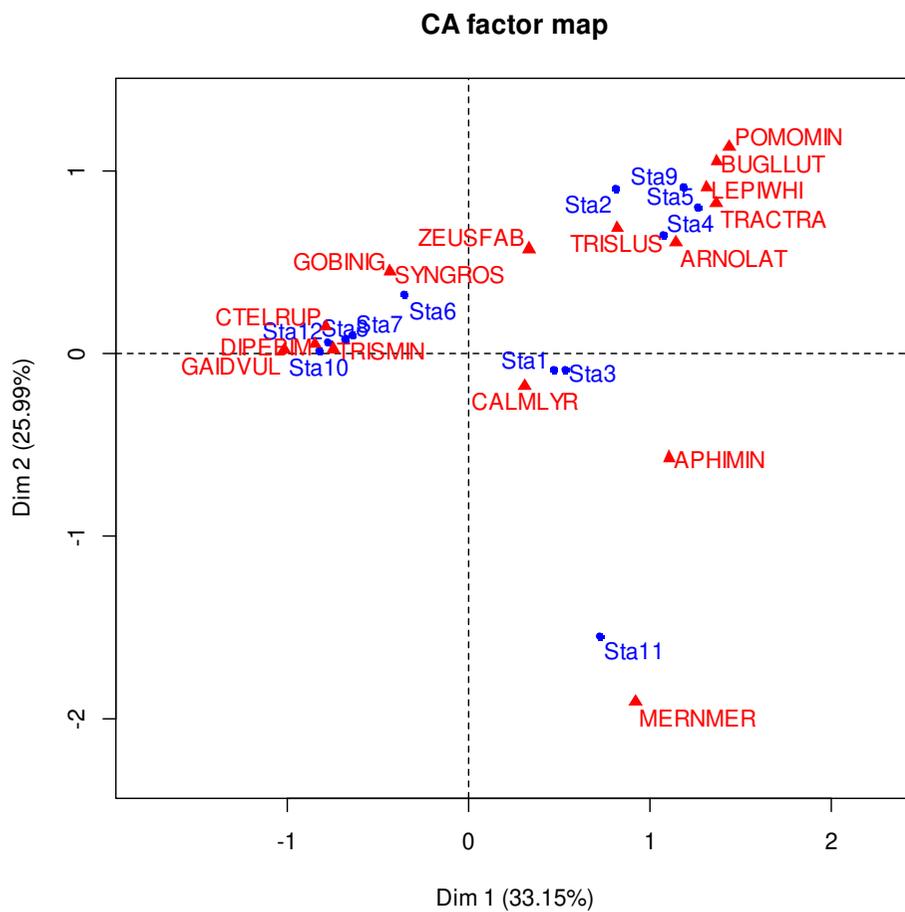
- 1) Indices de diversité :
Matrice (sites x indices de diversité) ~ sous-habitats
- 2) Abondance :
Matrice de communauté (sites x espèces) ~ sous-habitats

Baie	Abondance	Significativité
Concarneau	PERMANOVA (matrice de communauté ; sites x sp.)	***
Vilaine	PERMANOVA (matrice de communauté ; sites x sp.)	n.s.

→ ≠ de communauté (abondances ; juvéniles) en baie de Co.
→ **Cortèges spécifiques ?** → AFCs

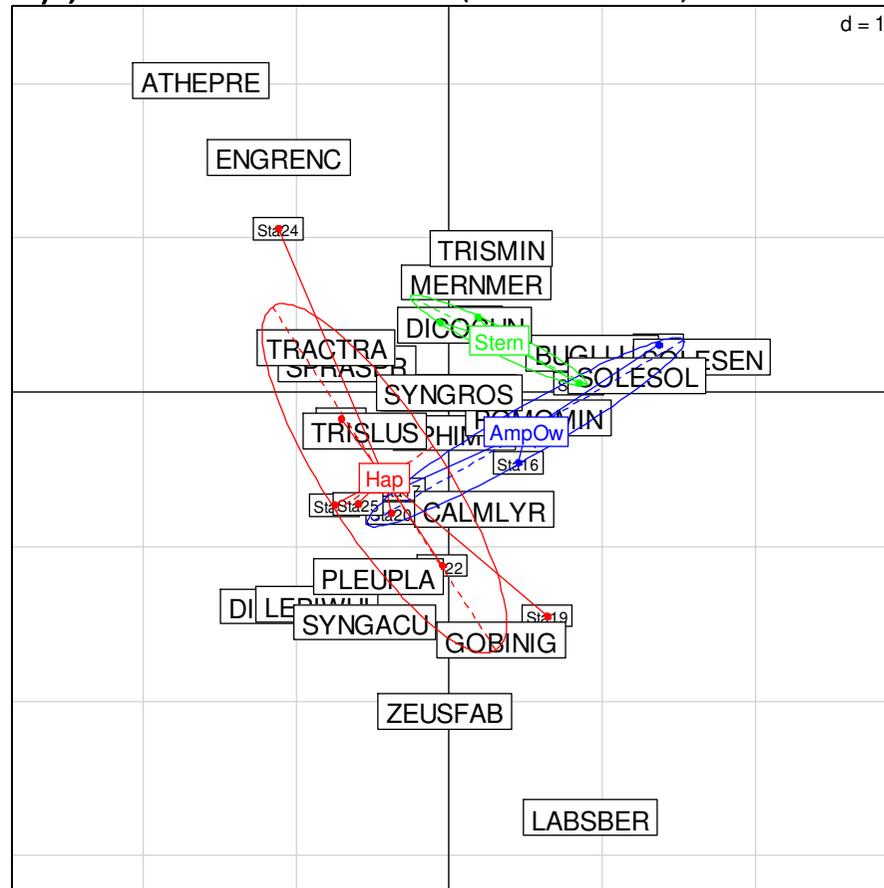
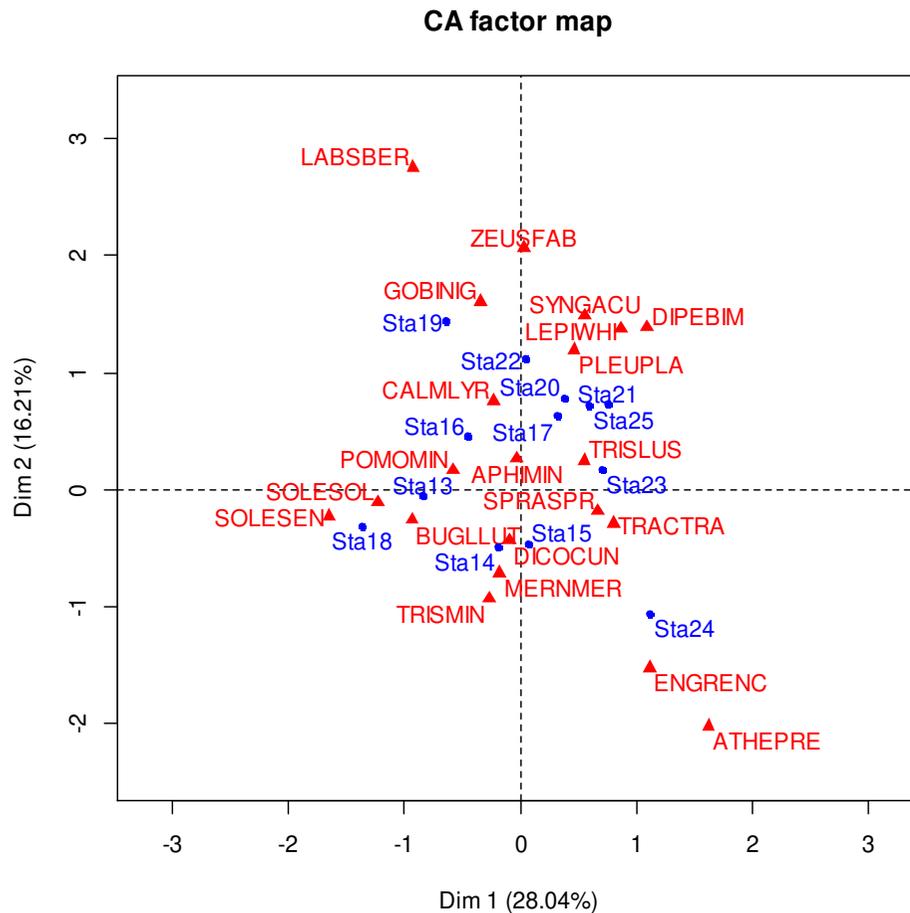
1. Favorise-t-elle une diversité ichtyologique ?

➔ AFC (matrice de communauté poisson) ; Baie de Concarneau (60 % d'inertie)



1. Favorise-t-elle une diversité ichtyologique ?

➔ AFC (matrice de communauté poisson) ; Baie de Vilaine (44 % d'inertie)



2. 2 hypothèses écologiques testées : - H1. zone d'alimentation préférentielle ?
- H2. zone refuge ?



1. Modifie-t-elle / Favorise-t-elle une diversité/biomasse :

- mégafaune benthique ?
- ichtyofaune ?



 **Quel rôle écologique pour les communautés d'invertébrés et de poissons ?**

2. H1. zone d'alimentation préférentielle?

- Différences de fonctionnement ?

→ Dérivés des indices fonctionnels classiques



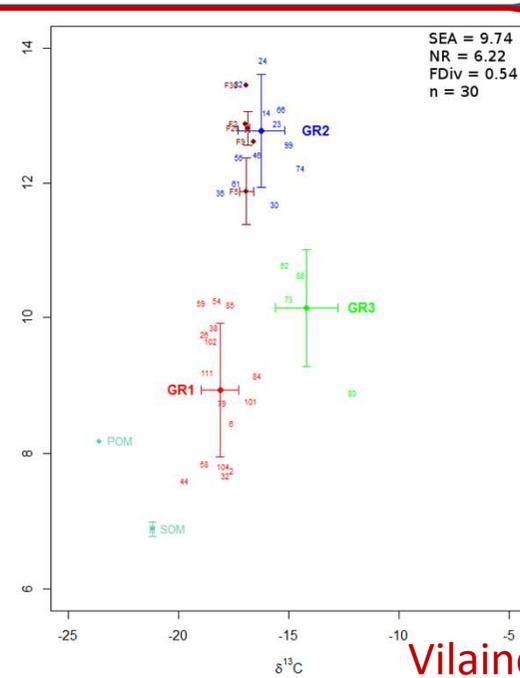
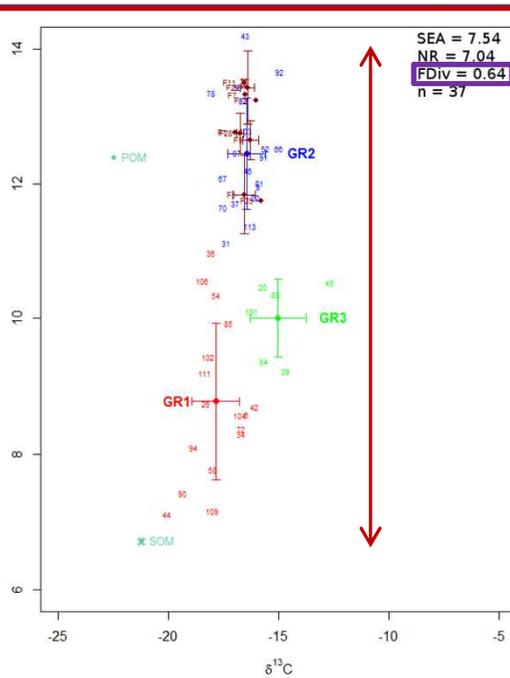
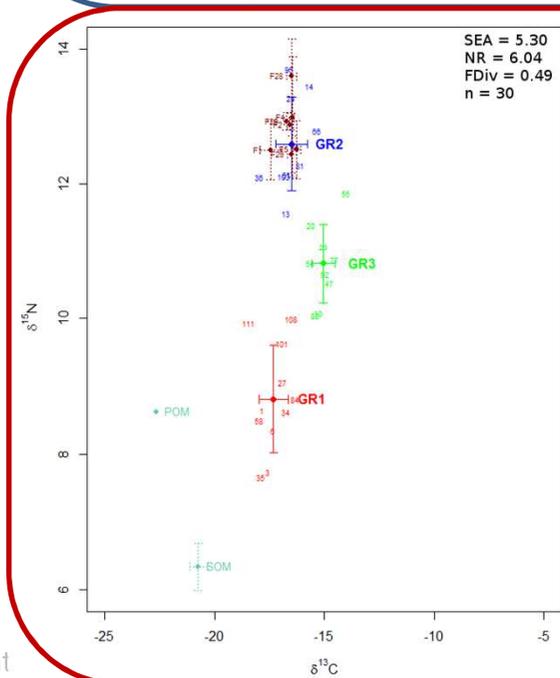
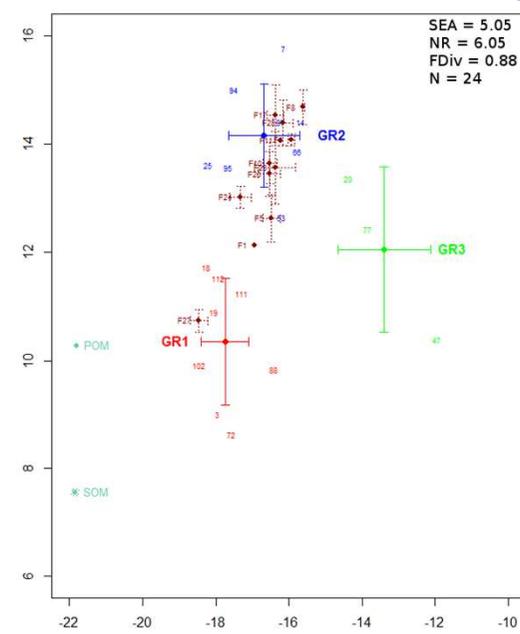
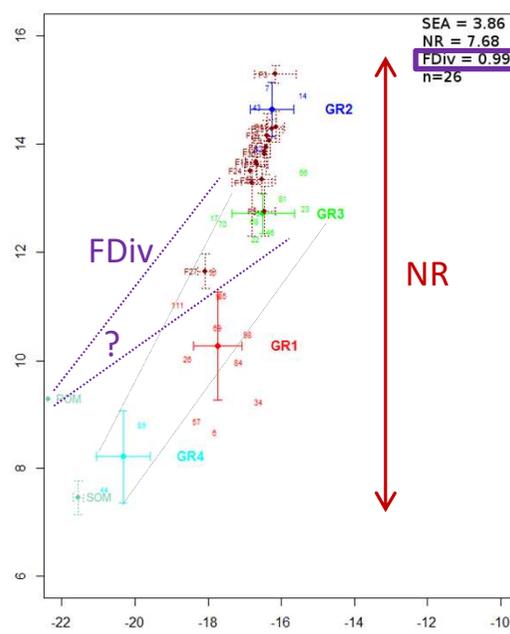
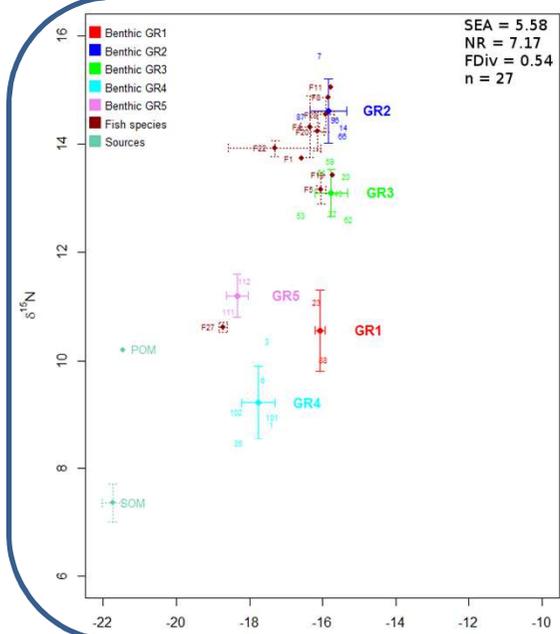
→ Sélection des indices non sensibles aux sign. extrêmes et seuil de 20 taxa

Abbréviation	Indices fonctionnels	Interprétation écologique
SEA	Standard Ellipse Area	Richesse fonctionnelle
NR	δN range	Proxy de longueur de chaîne trophique
FDiv	Divergence	Degré de distrib. maximisant la divergence trophique des sp. (biomasses + aux sign. extr. vs. près du CG)
FDis	Dispersion	Eclatement (sign. isot.)
FEve	Eveness	Indique si l'espace isotop. occupé équitablement

Rigolet et al. 2015

2. H1. zone d'alimentation préférentielle?

Concarneau (Amp./Ow.; Hap.; Stern.)



Cont

Vilaine

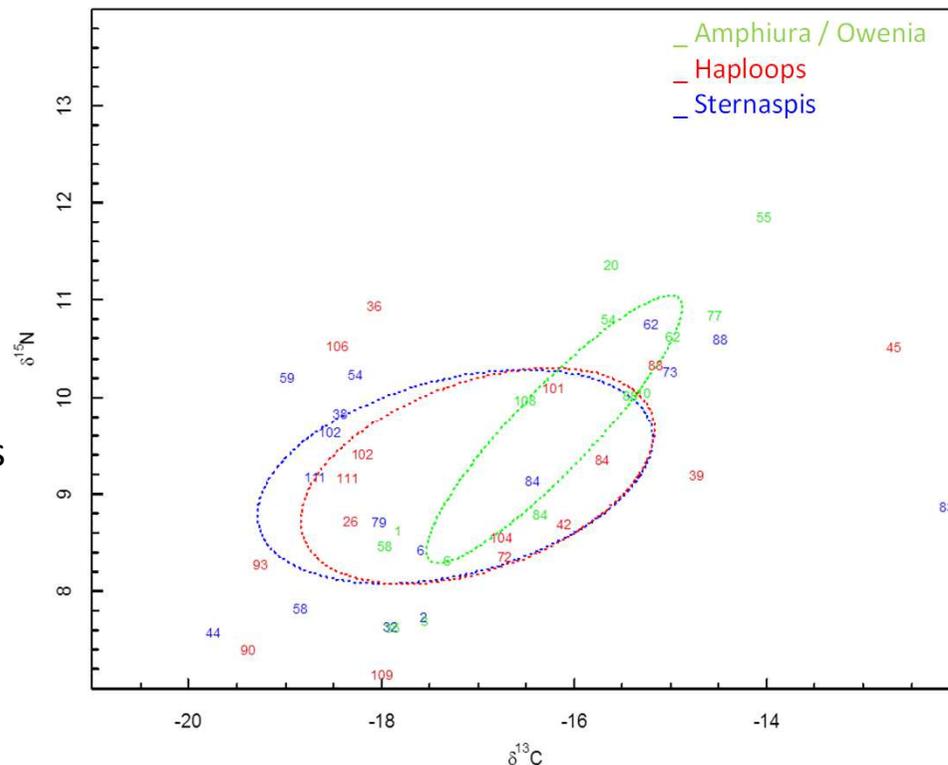
2. H1. zone d'alimentation préférentielle?

- Niche trophique disponible ?

→ N.B. : Exclusion des invertébrés compétiteurs (isotopes stables)

	Indices values			Pseudo p-values		
	Amphiura/Owenia (A/O) habitat	Sternaspis (S) habitat	Haploops (H) habitat	H - A/O	H - S	A/O - S
SEA	2.41	6.63	5.89	< 0.001	0.50	< 0.001
NR	4.22	3.18	3.80	0.99	< 0.001	< 0.001
FDiv	0.64	0.64	0.39	< 0.001	0.002	0.99
FDis	1.17	0.62	0.84	< 0.001	0.06	< 0.001
FEve	0.30	0.52	0.24	0.73	0.37	0.87

- NR <-> FDis - A/O
SEA le + faible pour A/O or RS_{max} (poissons)
⇔ RS_{min} prédateurs
- FDiv le + faible
⇔ Fortes biom. proches du C.G.
⇔ Homogénéisation des fonctions
→ résultats très ≠ (échelle)



2. H1. zone d'alimentation préférentielle?

- Contribution des sources à la diète des ≠ prédateurs ?

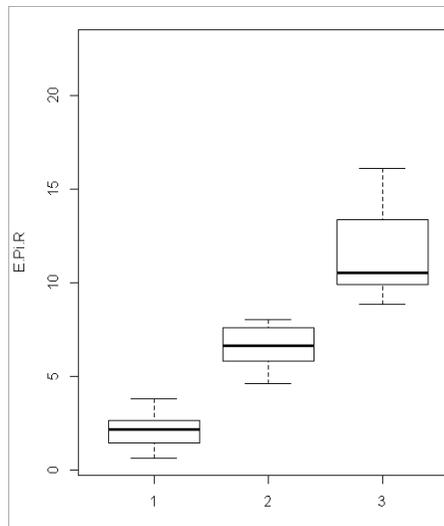
→ SIAR :

(Stable Isotope Analysis in R)

→ N.B. : Exclusion des invertébrés compétiteurs (isotopes stables)

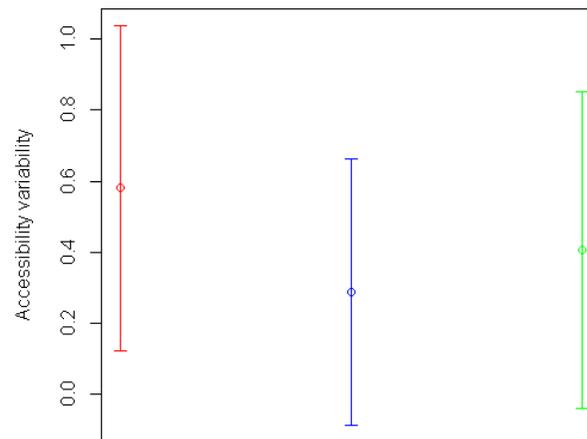
= Approche bayésienne, pour estimer la contribution de ≠ sources au régime de consommateurs

- 3 sources = 3 groupes de proies ABECs (d'après Tableau et al. 2015)
 - d'apports énergétiques (E.Pi.R) croissants
 - avec groupe 1 légèrement + accessible (vs. 2 et 3)

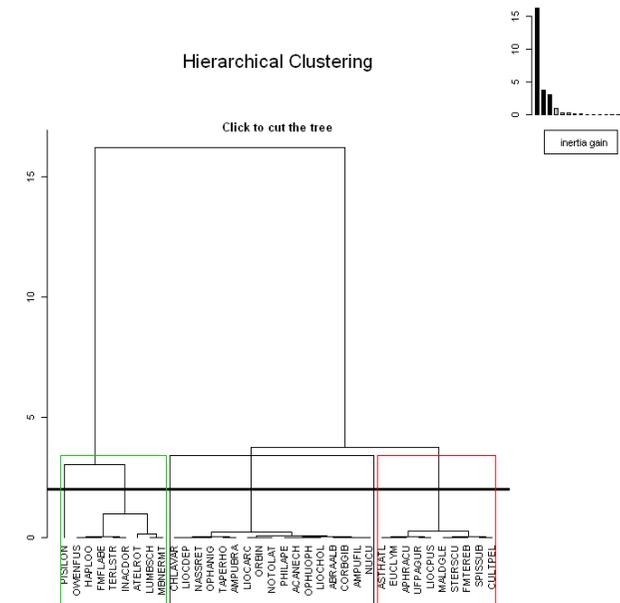


Contexte

Résultats



Conclusion & perspectives ...



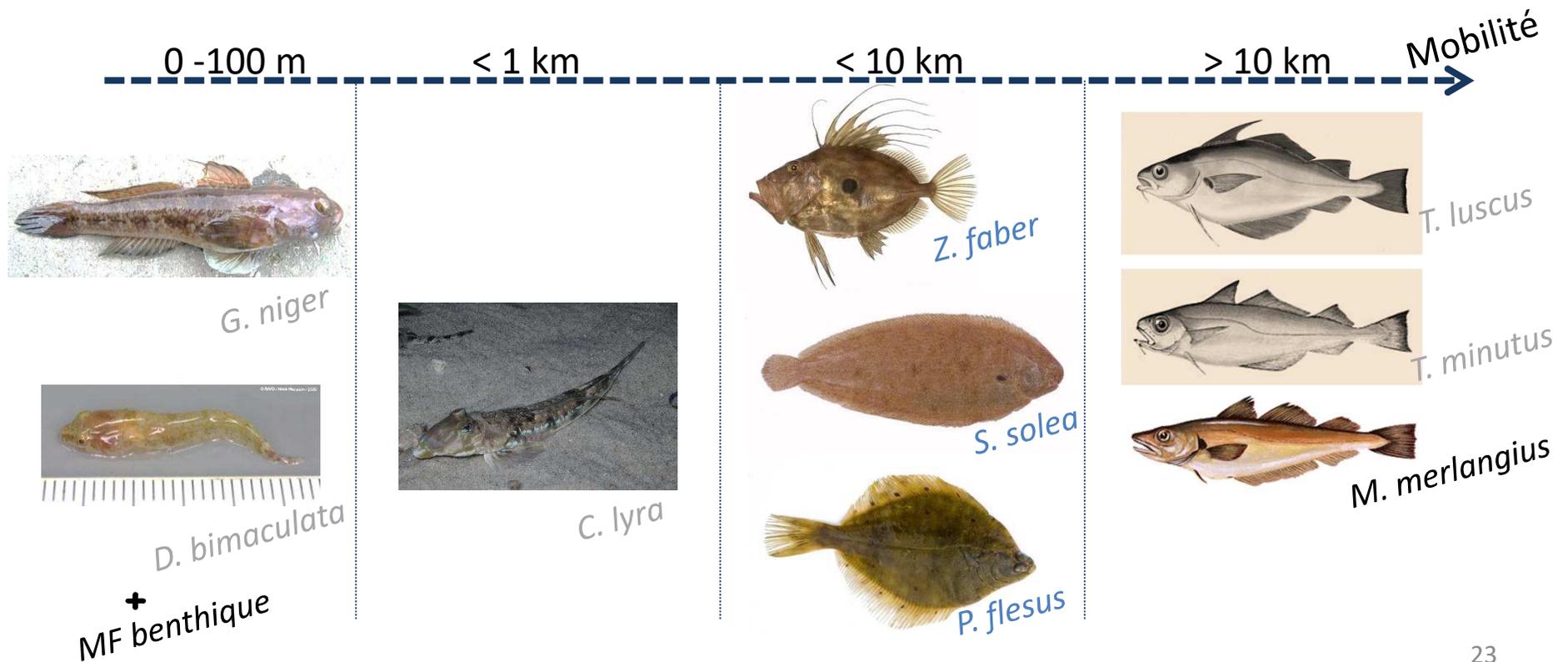
22

! Rappel

→ Nourricerie côtière ↔ Juvéniles d'espèces marines et estuariennes

→ ~ 30 espèces (baies côtières Atl. Nord), principalement démersales ou benthodémersales

→ Espèces exploitées



2. H1. zone d'alimentation préférentielle?

- Contribution des sources à la diète des ≠ prédateurs ?

→ SIAR :

(Stable Isotope Analysis in R) → N.B. : Exclusion des invertébrés compétiteurs (isotopes stables)

= Approche bayésienne, pour estimer la contribution de ≠ sources au régime de consommateurs

- 3 sources = 3 groupes de proies ABECs (d'après Tableau et al. 2015)
 - d'apports énergétiques (E.Pi.R) croissants
 - avec groupe 1 légèrement + accessible (vs. 2 et 3)
- 4 groupes de consommateurs estimés par dire d'experts (i.e. groupes de mobilité)
 - Mob 1 : 0 – 100m
 - Mob 2 : 100 m – 1km
 - Mob 3 : 1 – 10 km
 - Mob 4 : > 10 km

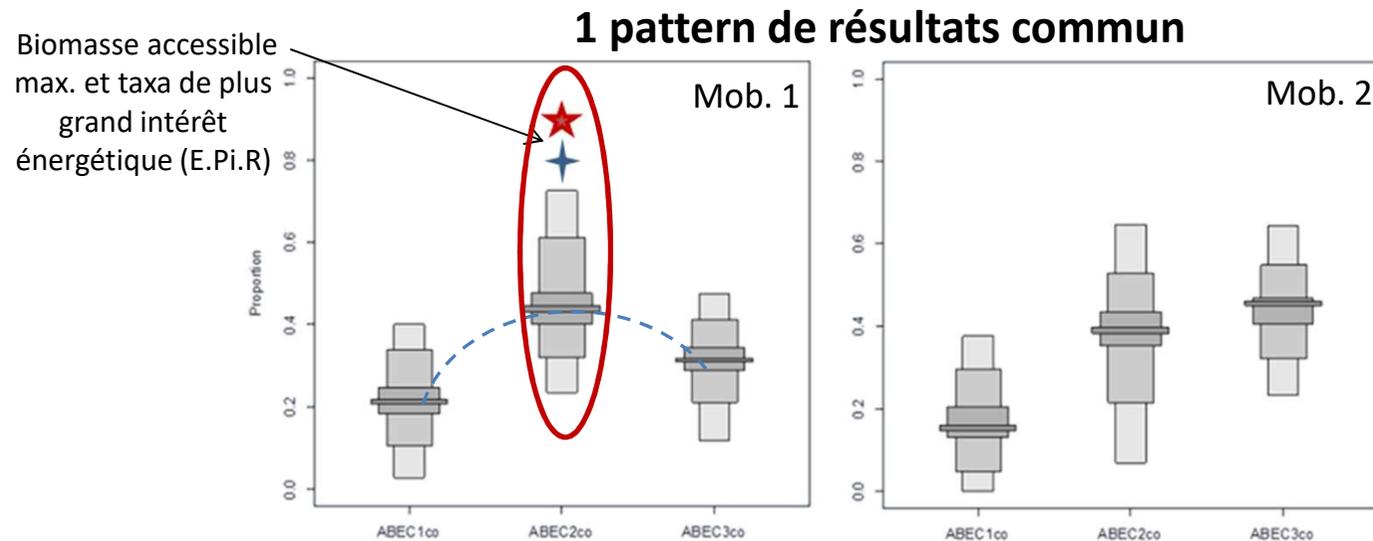
→ N.B. : Consommateurs = Poissons + Taxa de MF benthique



2. H1. zone d'alimentation préférentielle?

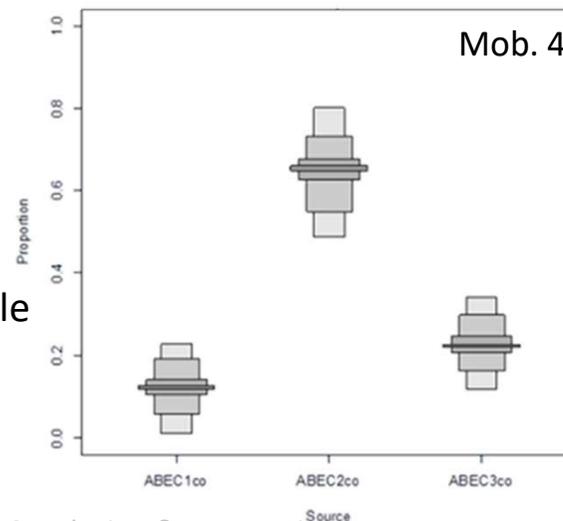
- Contribution des sources à la diète des ≠ prédateurs ?

→ Ex. des habitats à *Haploops* (baie de Concarneau)



Rq. : distinction des contributions + nette
(si nb. de signatures = 2 * nb. de sources)

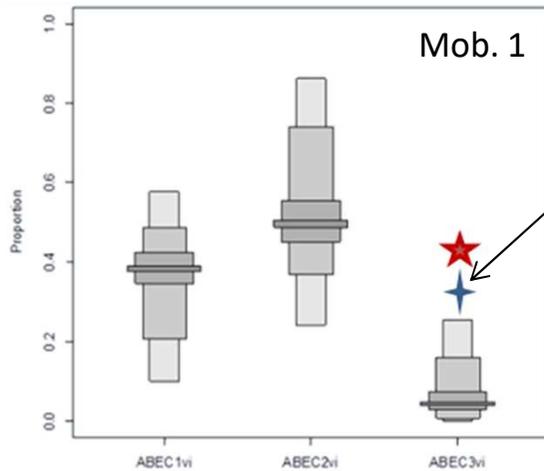
- Préférence : Gpe ABEC 2
→ Hyp. : *Paguridae spp.* & *Liocarcinus*
- Pas de distinction entre biom. accessible et intérêt énergétique
⇔ Opportunisme ou stratégie ?



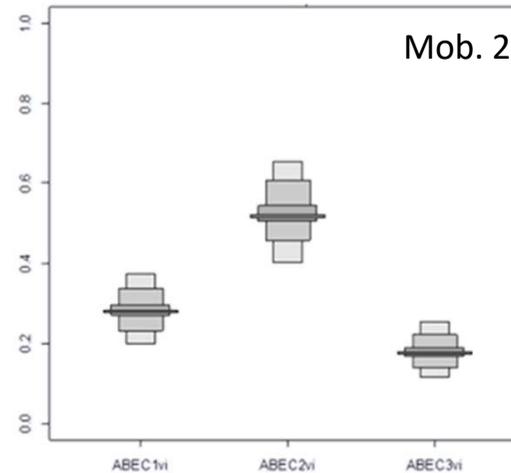
2. H1. zone d'alimentation préférentielle?

- Contribution des sources à la diète des ≠ prédateurs ?

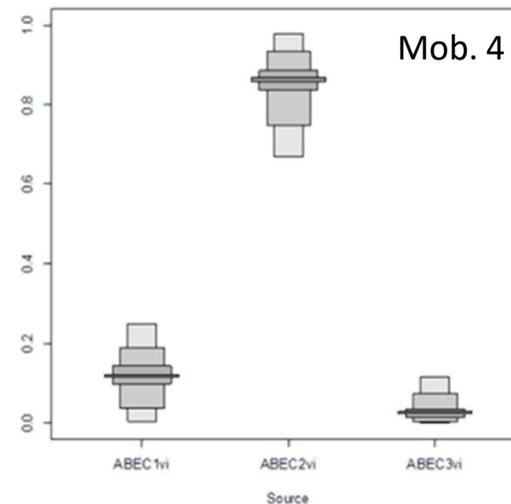
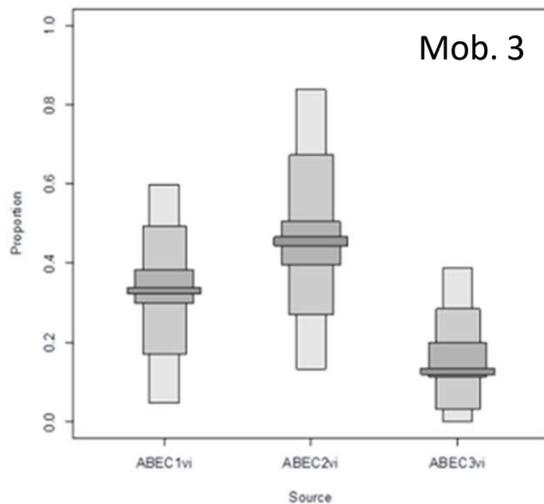
→ Ex. des habitats à *Haploops* (baie de Vilaine)



Biomasse accessible max. et taxa de plus grand intérêt énergétique (E.Pi.R)



- Préf. Gpe ABEC 2
- Pas du seul opportunisme



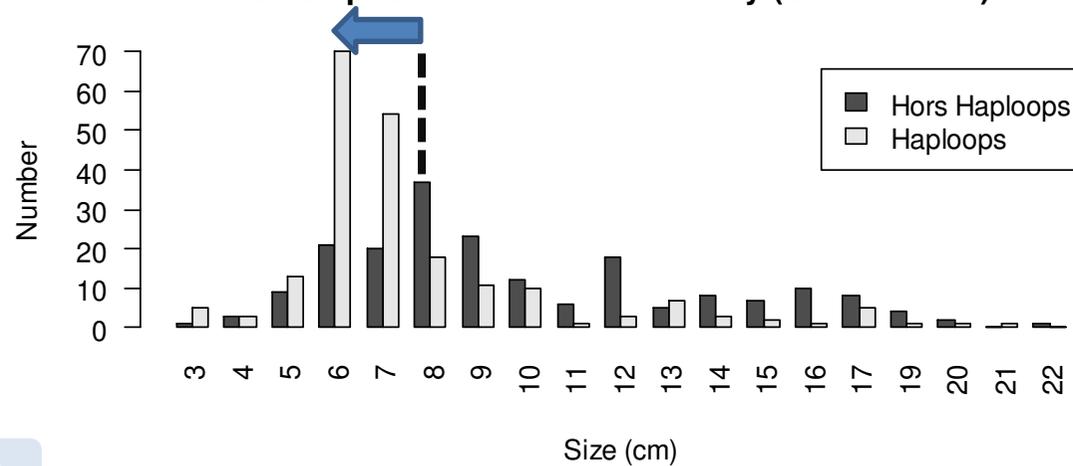
- Résultats à pondérer :
engin : pas vision complète des proies
+ variables explicatives (taille bouche, proies; digestibilité)
- ➔ On ne peut écarter l'Hyp. 1
MAIS *H. nirae* pas ciblée

2. H2. zone refuge ?

- *Spectre de taille*

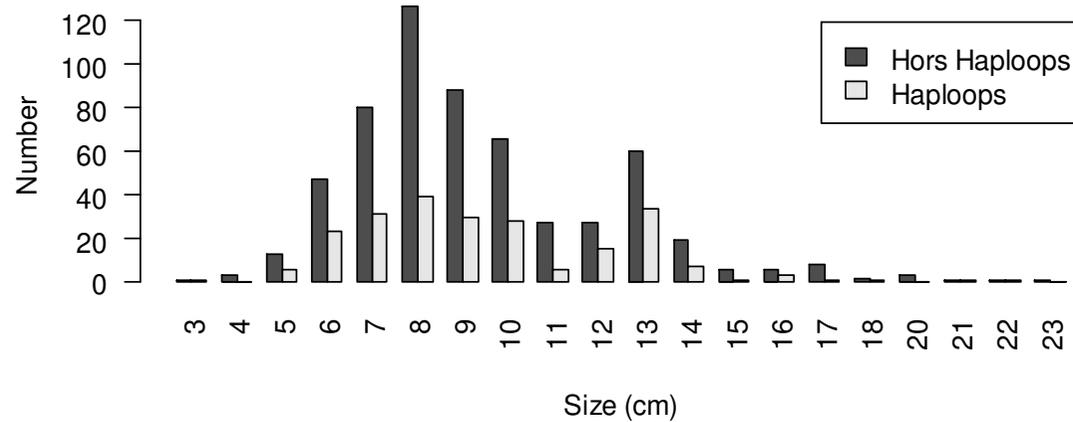
→ Echelle de la communauté :

Size spectrum - Fish community (Concarneau)



→ Décalage observé pour Co.

Size spectrum - Fish community (Vilaine)

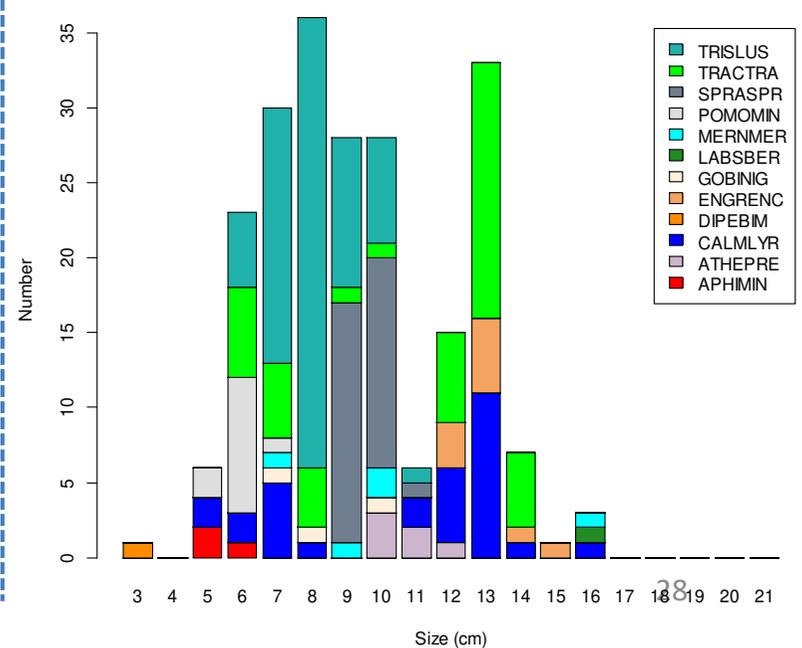
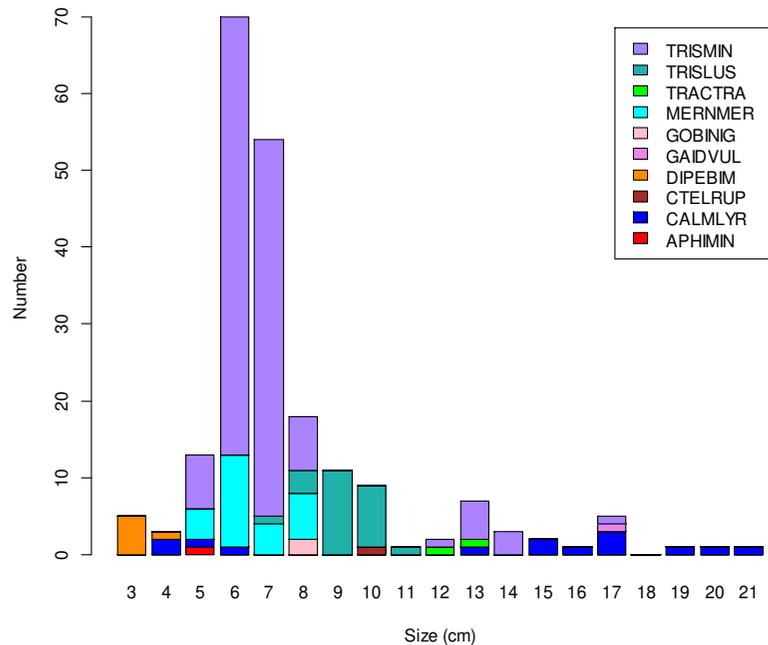
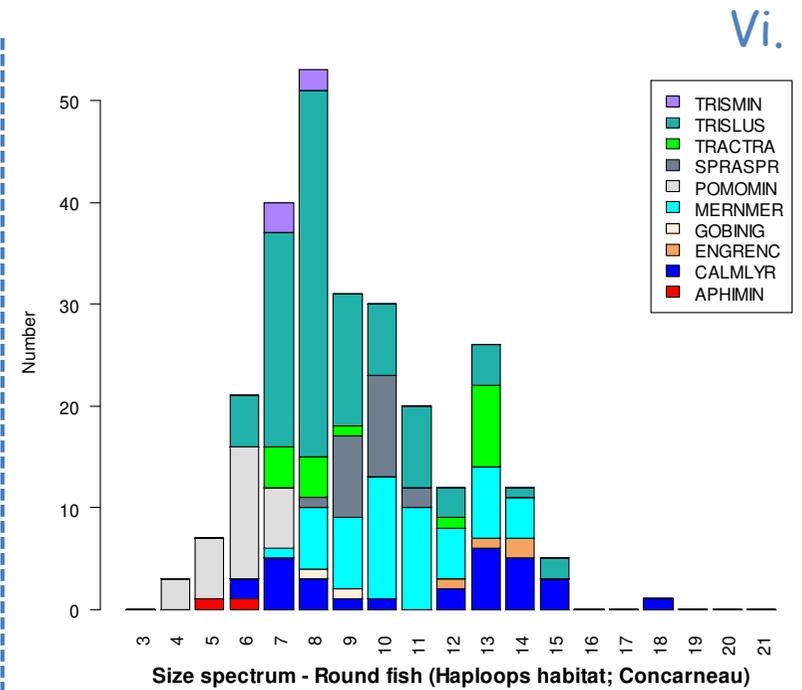
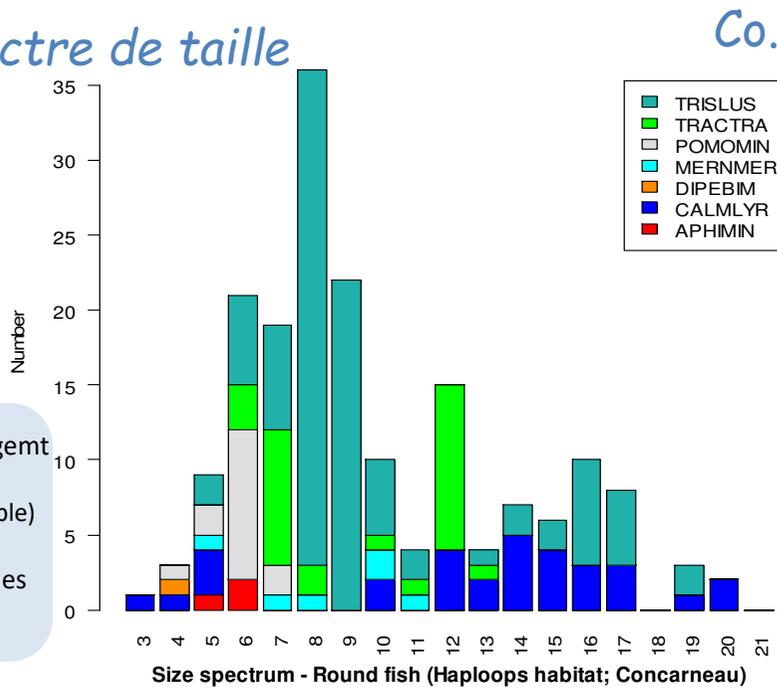


2. H2. zone refuge ?

■ Spectre de taille

→ à Co. : décalage = changement de dominance d'espèce (nb. d'espèces associées faible)

→ Vi. : cortèges très proches et pas de ≠



Rq. : Attention aux échelles

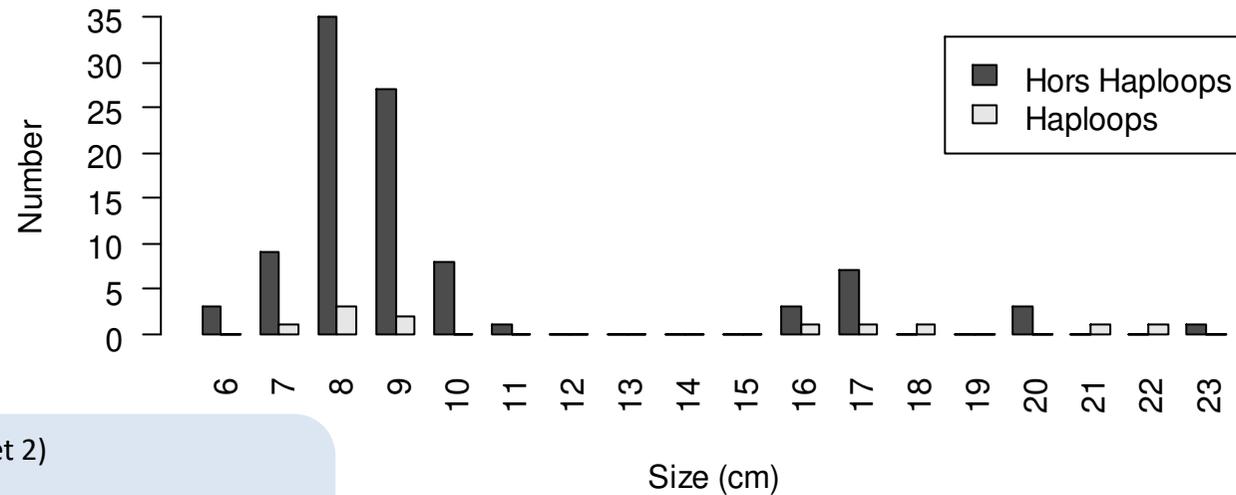
2. H2. zone refuge ?

▪ Spectre de taille

→ Echelle des groupes de mobilité :



Size spectrum - Mobility Group 3(Vilaine)

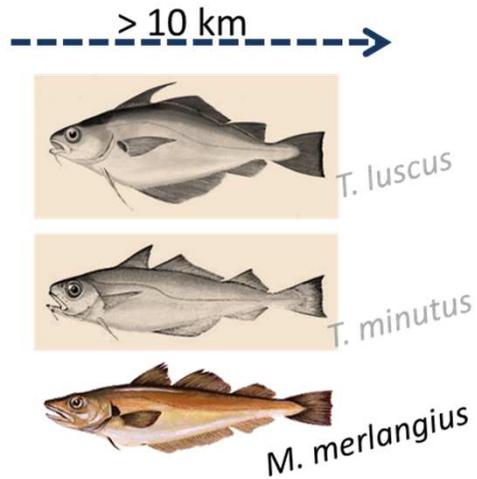


→ Données insuffisantes (groupes 1 et 2)
n < 10 (baie ou un des habitats)

→ Groupe 3 en baie de Concarneau non représ. (données insuff.)
En baie de Vilaine : exclusion de ce groupe dans les fonds à *Haploops*

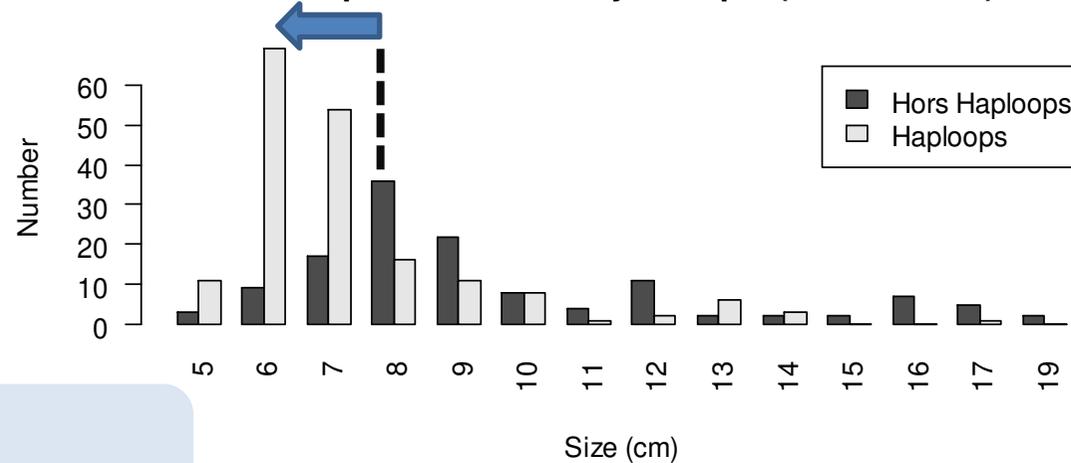
2. H2. zone refuge ?

▪ Spectre de taille



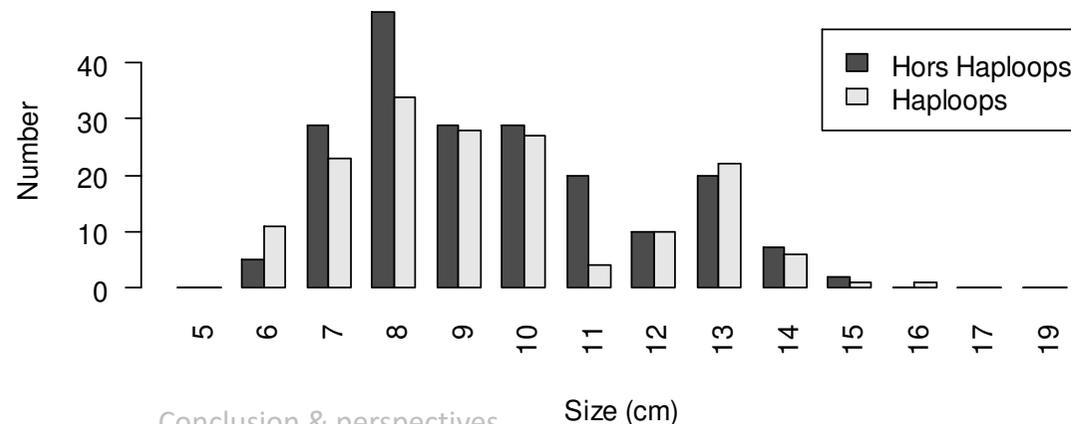
→ Echelle des groupes de mobilité :

Size spectrum - Mobility Group 4 (Concarneau)



→ Décalage du mode
(fortement associé aux tacauds)
MAIS caractère très mobile – intérêt du refuge dans *Hap*?

Size spectrum - Mobility Group 4 (Vilaine)



Conclusions et perspectives...

→ Rôle écologique d'*Haploops nirae* pour les communautés d'invertébrés et poissons

Fonds à *Haploops*

→ associés à de fortes biomasses d'endof. benthic. & prof.

Habitat favorable ?

→ intérêt énergétique (+ forte valeur d'ABEC)

→ faible RS de poissons juvéniles

MAIS + forte RS de prédateurs (macrof. + poissons)

→ cortège spécifique en baie de Co. et 2 espèces (Vi.)

Fonctionnement trophique ?

→ *Haploops* vs. hors *Haploops*

Constat ≠ selon l'échelle (IFIs) : RT ou assiette (/niche) trophique

→ *Lgueur de chaînes et divergence* (↔ *diversité sources*) - R.T.

→ *Homogénéisation des fonctions, faible redondance trophique ? - proies*

Hyp. 1 : zone d'alimentation préf. ?

→ + forte richesse fnelle (qu'Amp./Ow) et soutiennent + gde diversité de préd.

→ néanmoins non obs. / résultat annexe : comportement spécialiste ?

→ *Limite = vision incomplète (proies) <-> engin*

Hyp. 2 : zone refuge ?

→ possible : obs. à l'échelle de la communauté et gpes Mob.

→ *Limite : ne concerne toutefois qu'un faible nb. d'espèces*

Conclusions et perspectives...

→ Rôle écologique d'*Haploops nirae* pour les communautés d'invertébrés et poissons

À court terme :

- Comparaison à d'autres modèles d'habitat structurés par des espèces ingénieuses
- Remise en perspective par rapport à la succession écologique

À + long terme :

- Habitat en extension ... + Vision temporelle figée ?

→ Étape suivante : vision temporelle :

Mêmes rôles & ccls avec variab. intra-annuelle?

→ Prédiction : évolution future ?

Si schéma d'extension tel qu'observé ?

Si schéma similaire au fort déclin Suède/Danemark?



Merci de votre attention !

Avez-vous des questions

