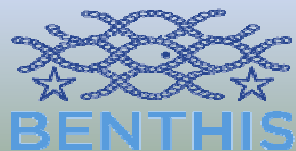


Indices de diversité isotopique: peuvent-ils discriminer les structures trophiques?



Anik Brind'Amour
Ifremer, EMH Nantes

Stanislas Dubois
Ifremer, DYNECO-Benthos Brest



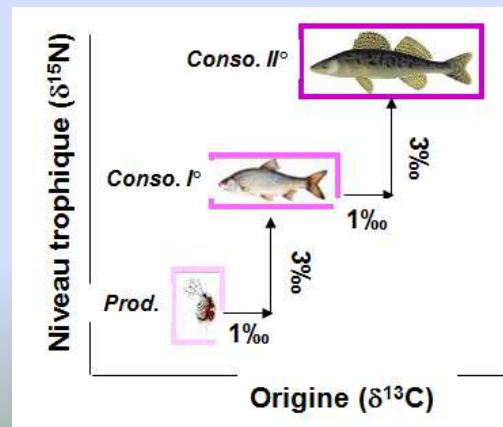


Isotopes stables

Utilisation accrue des isotopes en écologie marine et en halieutique

- $\delta^{13}\text{C}$ → Origine des sources d'énergie (enrichissement marin)
- $\delta^{15}\text{N}$ → Position trophique et voies d'intégration au sein des réseaux
- $\delta^{18}\text{O}$ → Routes migratoires (salinité & température)

Traditionnellement sous forme de bi-plot : identifiant un réseau trophique



Indices de structure de réseaux trophiques

Synthétisent l'information complexe contenue dans un réseau trophique

Ces indices estiment différentes composantes de la diversité trophique:

Richesse trophique

NR : l'expansion trophique du réseau (range $\delta^{15}\text{N}$)

CR : diversité des sources (range $\delta^{13}\text{C}$)

TA : largeur de la niche trophique (convex hull)

SEAc : largeur de la niche trophique (aire d'une ellipse)

CD : largeur de la niche & proximité des espèces
(distance au centroïde)

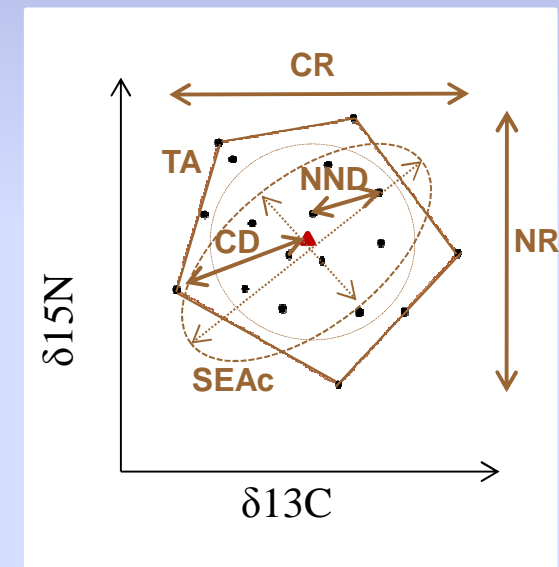
Redondance trophique

NND : Proximité des espèces (moyenne distance voisins plus près)

Equitabilité trophique

SDNND : Variabilité de la proximité des espèces (SD de NND)

CVNND : Variabilité de la proximité des espèces (SDNND/NND)

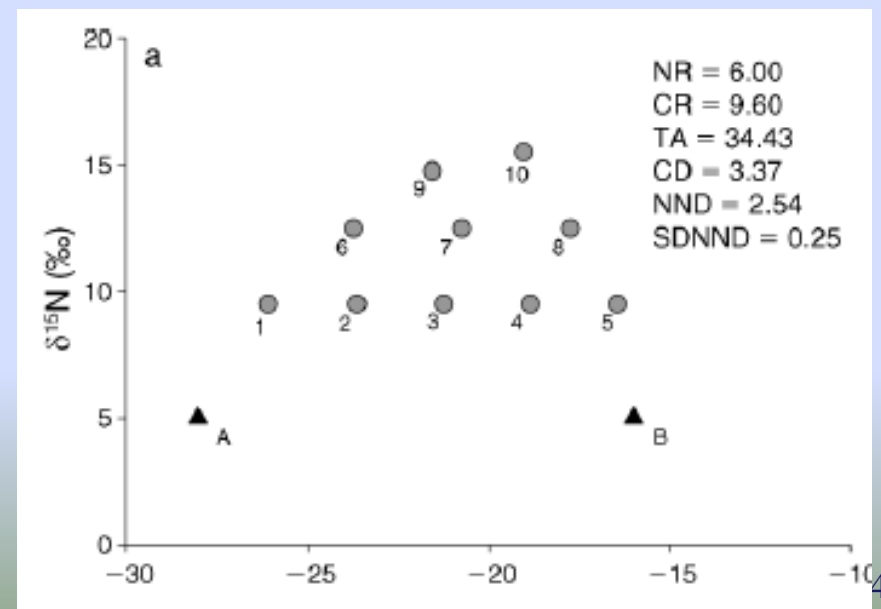
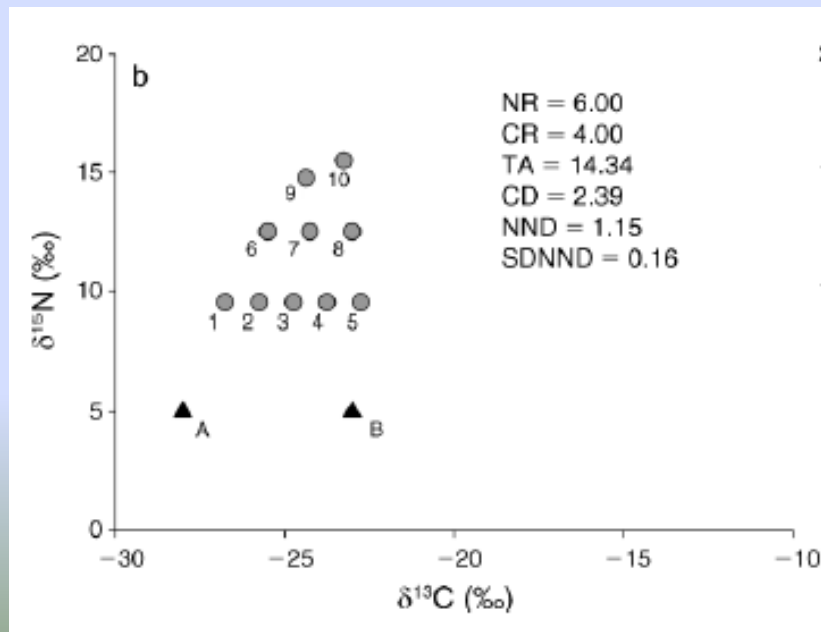


Indices de structure de réseaux trophiques

Largement utilisés (Layman et al. 2007, Quevedo et al. 2009, Syvaranta et al. 2011, Cooper and Wissel 2012, Jackson et al. 2012) mais très critiqués !

Principales critiques (Hoeinghaus and Zeug 2008) :

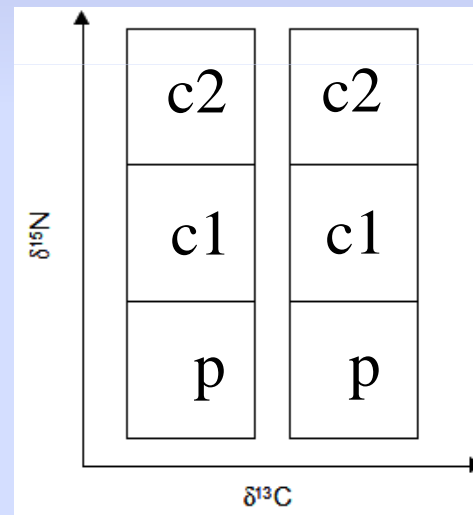
- Ne prennent pas en compte le positionnement des sources
- Sensibles au nombre d'espèces & espèces à signature particulière



Examiner le comportement de 6 indices de diversité trophique à l'aide de simulations décrivant diverses structures de réseaux trophiques

- Degré de superposition des chaînes trophiques
- Comportement alimentaire des espèces
 - ✓ Aléatoire sans sélection
 - ✓ Avec préférences alimentaires (sélectif)
- Nombre d'espèces

Plan de simulations



1 réseau = 2 chaînes à
3 niveaux trophiques

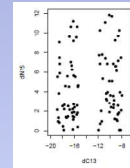
Plan de simulations

Superposition des réseaux

Comportement
alimentaire

Nombre
d'espèces

1) Réseaux complètement distincts : distants de 3 unités de $\delta^{13}\text{C}$ entre les chaînes



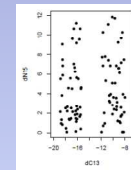
Plan de simulations

Superposition des réseaux

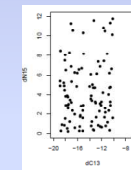
Comportement
alimentaire

Nombre
d'espèces

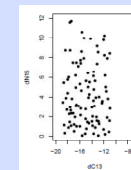
1) Réseaux complètement distincts : distants de 3 unités de $\delta^{13}\text{C}$ entre les chaînes



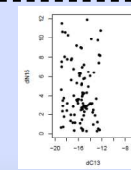
2) Réseaux distincts : distants de 1 unité de $\delta^{13}\text{C}$ entre les chaînes



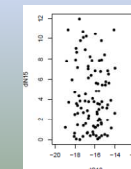
3) Réseaux joints : chaînes trophiques côte à côte avec 0% de superposition



4) Réseaux partiellement partagés : chaînes trophiques superposées à 14%



5) Réseaux totalement partagés : chaînes trophiques superposées à 60%



10 à 100
espèces
par pas
de 10

Simulation des communautés

Approche déterministe pour recréer des réseaux trophiques
Génération d'un échantillon de k espèces suivant une loi uniforme $U(a,b)$

$$Y_{ij} = [^{13}\text{C}_{ij}, ^{15}\text{N}_{ij}]$$

$$^{13}\text{C}_{ij} = U(\text{min}^{13}\text{C}, \text{max}^{13}\text{C})$$

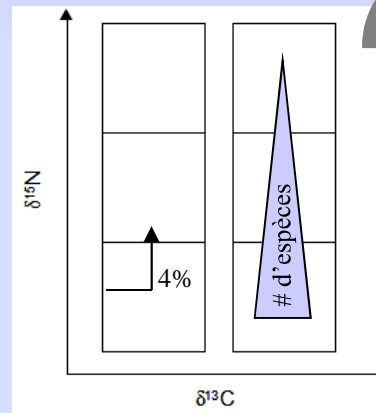
$$^{15}\text{N}_{ij} = U(\text{min}^{15}\text{N}, \text{max}^{15}\text{N})$$

$$k = 10, 20 \dots 100 \text{ espèces}$$

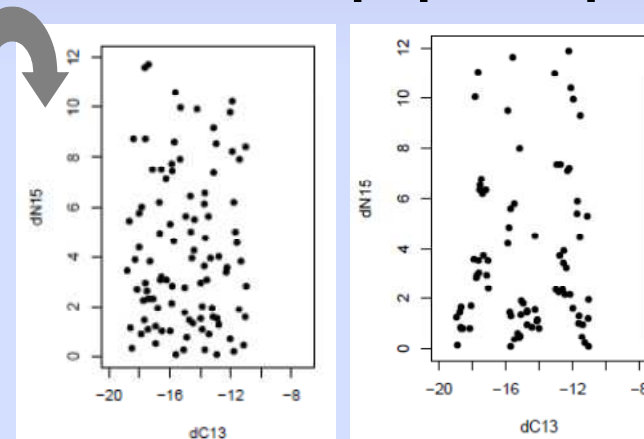
$i = 1, 2 \dots n$ niveaux trophiques

$j = 1 \dots m$ chaînes trophiques

Distribution isotopique aléatoire



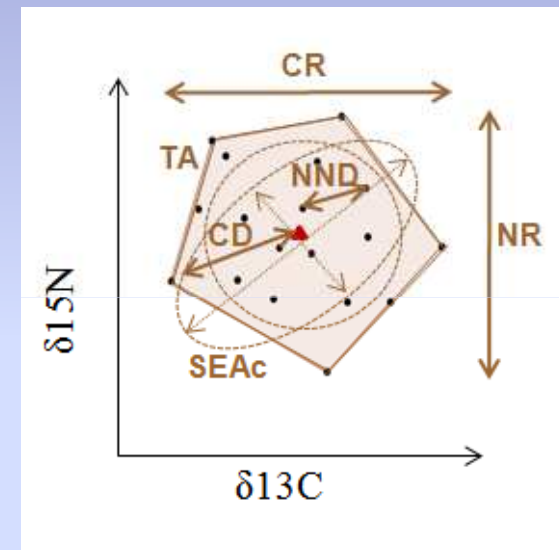
Distribution isotopique en patches



→ Deux distributions isotopiques : alimentation aléatoire et sélective (patches)

Indices de diversité trophique

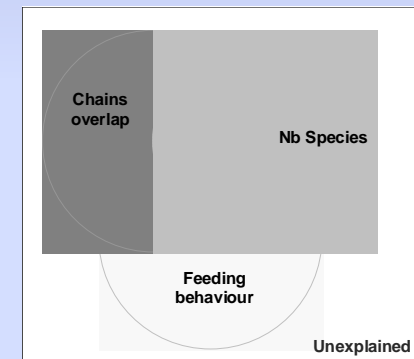
Indices	Code
Le range des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$	NR
Le range des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$	CR
Aire totale (enveloppe convexe)	TA
Distance moyenne au centroïde	CD
Distance moyenne du voisin le plus près	NND
Ecart-type de la distance moyenne du voisin le plus près	SDNND
Coefficient de variation de la distance moyenne du voisin le plus près	CVNND
Aire d'une ellipse	SEAc



Analyses des simulations

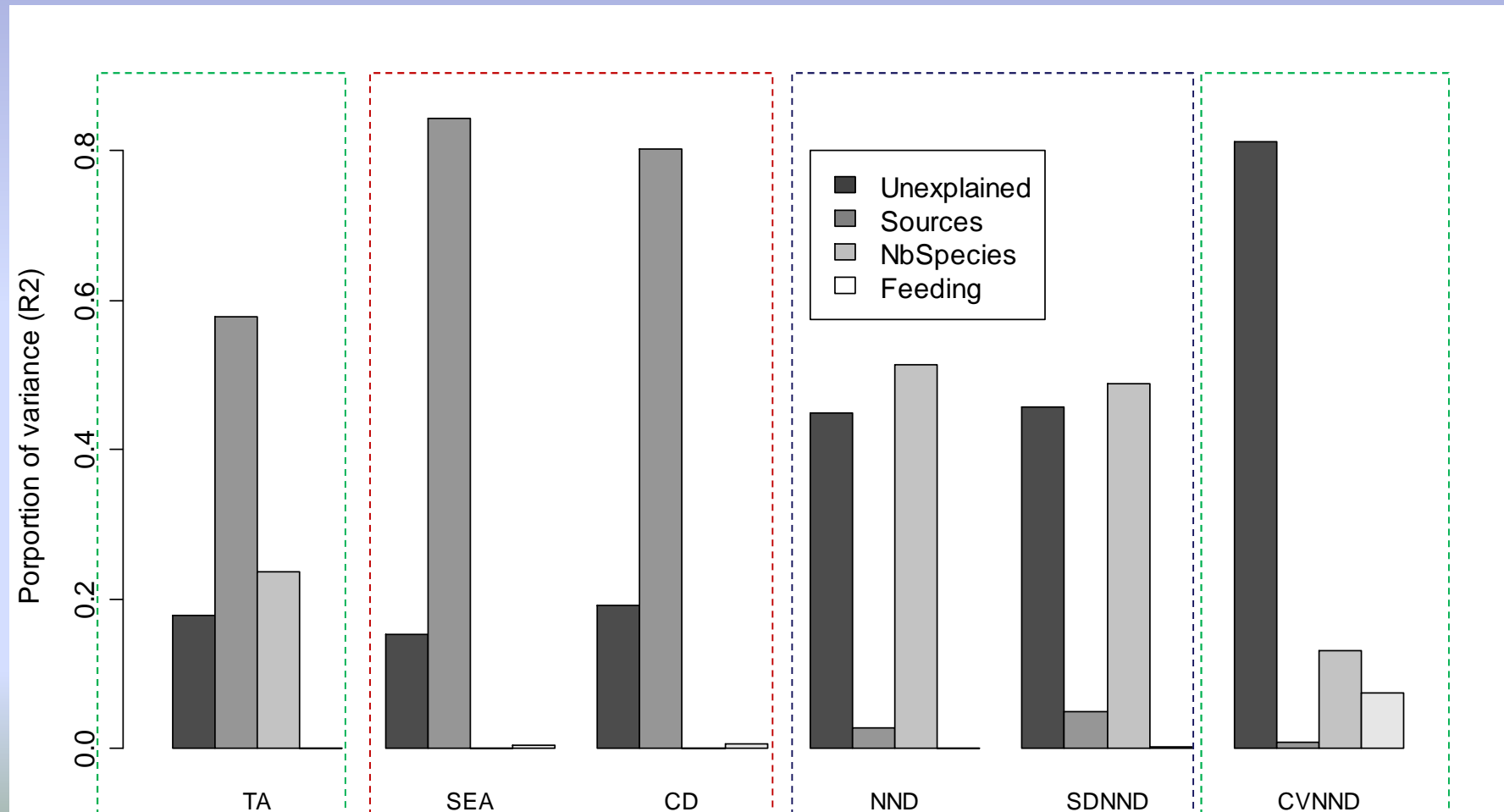
→ 5 degrés de **superposition** x 2 **comportements** alimentaires x 10 classes de **nombre d'espèces** x 100 réplicats = **10000 simulations**

- Partition de la variance pour tester et distinguer les effets des trois paramètres (Peres-Neto et al. 2006)



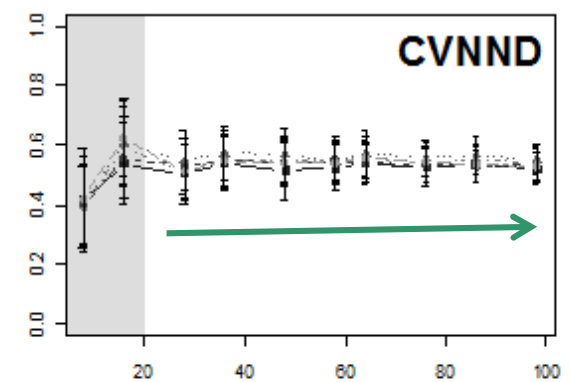
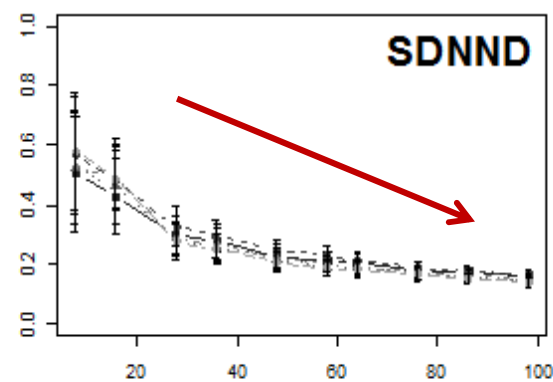
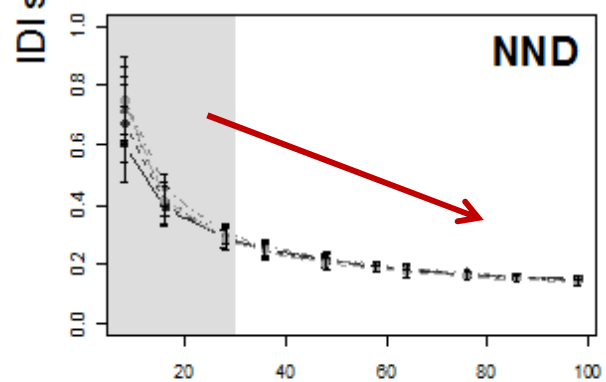
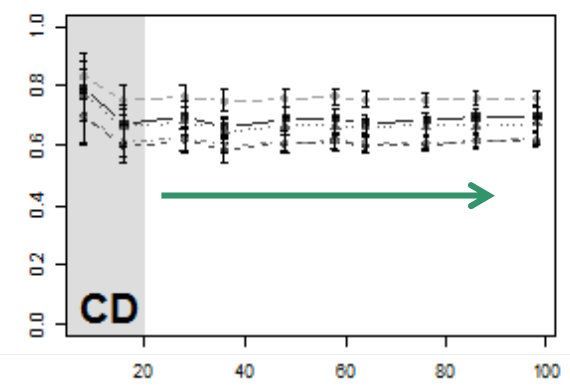
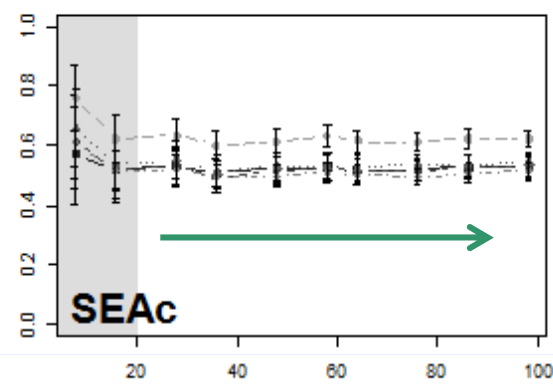
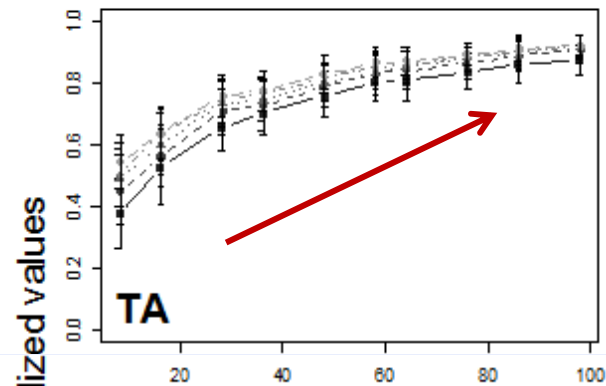
- Identification du nombre minimum d'espèces en estimant les points d'inflexion des courbes (ajustement d'une courbe, calcul de f'' , endroits où $f''=0$)

Effets des différents paramètres sur les indices



Alimentation aléatoire

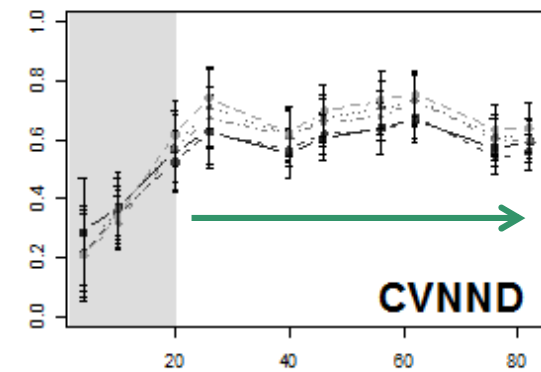
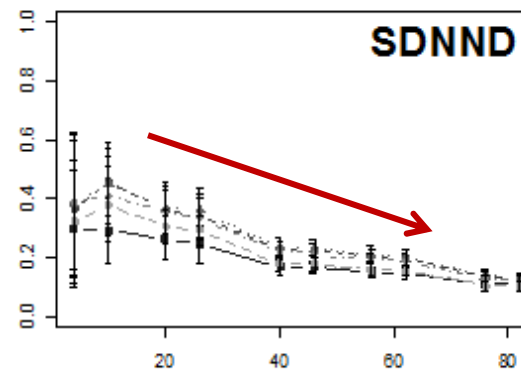
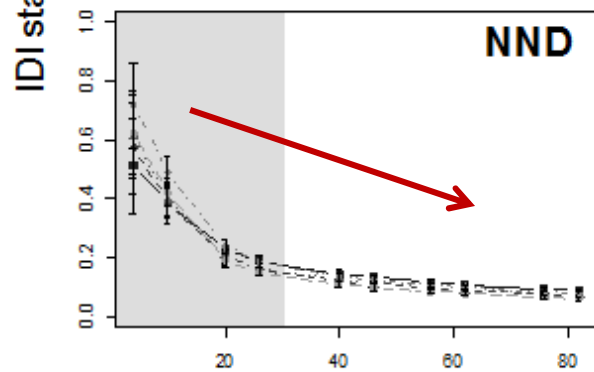
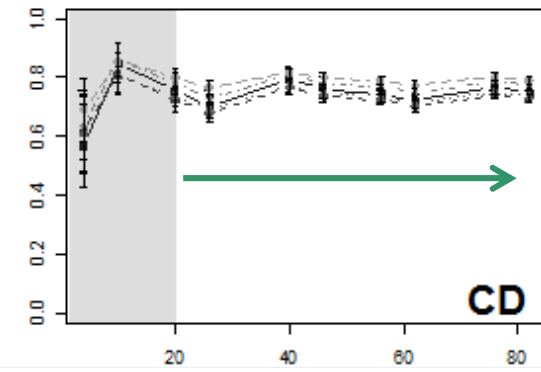
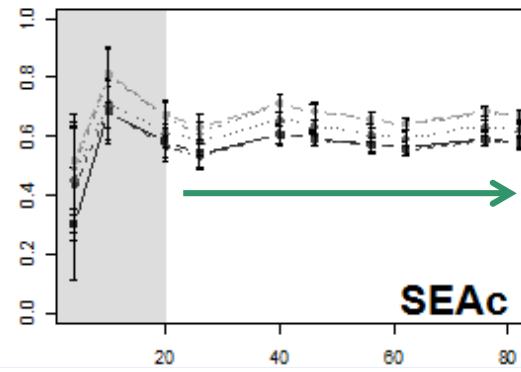
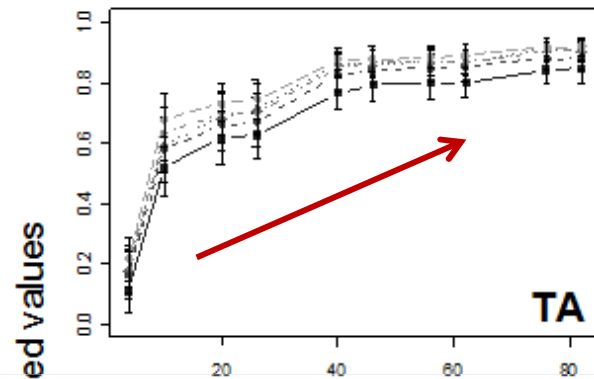
■ Complete overlap (60%)
 - - ● - - Partly overlap (14%)
 ··· ▲ ··· Joint chains
 ··· ◆ ··· Distinct chains
 ··· ● ··· Complete distinct chains



Species richness (n)

Alimentation sélective

■ Complete overlap (60%) ♦ Partly overlap (14%) ▲ Joint chains ◆ Distinct chains ● Complete distinct chains



Species richness (n)

Conclusions

- A l'instar de la diversité fonctionnelle et structurelle, la diversité trophique peut aussi être synthétisée à l'aide d'indices. Ces indices discriminent assez bien les structures trophiques simulées... mais avec certains biais
- Sensibilité accrue au nombre d'espèces : TA, NND (Jackson et al. 2011)
Cette sensibilité est notamment due aux espèces qui présentent des signatures isotopiques extrêmes
- Les indices les moins vulnérables → SEAc, CD
- L'alimentation sélective amplifie l'effet des faibles effectifs

Conseils...

- Largeur de la niche : SEAc ou CD & Equitabilité trophique : CVNND
- Un seuil minimum d'espèces à analyser => 20 espèces

Merci de votre attention!

Invitation Posters

- Gouvernance de la zone côtière du Golfe de Gascogne : quelle connaissance pour anticiper l'incidence de scénarios de gestion des usages ? - **Laurie Tissièrè**
- Fréquentation et alimentation des poissons benthiques et démersaux sur une nourricerie côtière : quelles rythmicités ? - **Alexandre Robert**
- Changements fonctionnels au sein des communautés de poissons en Méditerranée - A. Brind'Amour