



## Quelle limitation de l'atteinte des objectifs écologiques de la restauration du Rhin liée à l'invasion par le gobie à tache noire ?

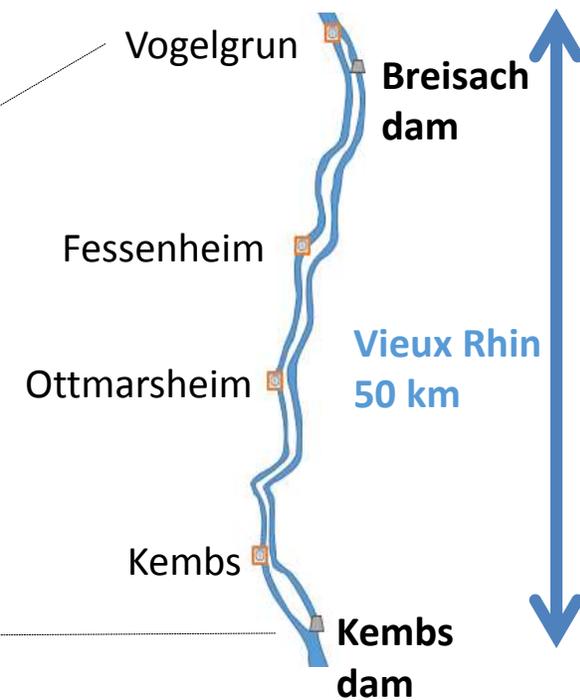
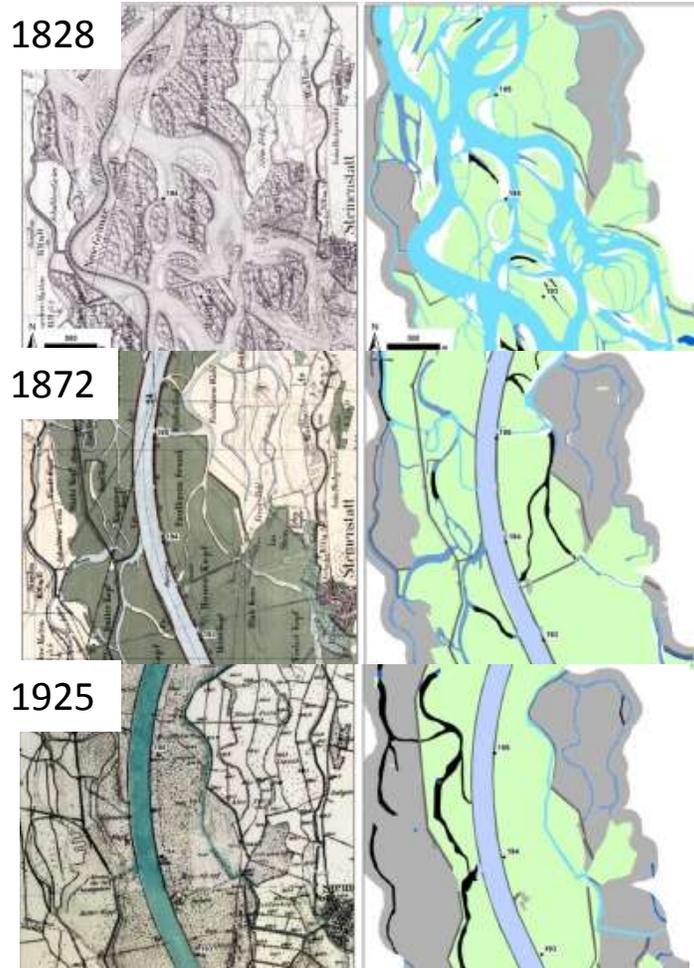
**Agnès Barillier<sup>1</sup>, Cybill Staentzel<sup>2,3</sup> & Jean Nicolas Beisel<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>EDF-CIH, La Motte Servolex ; <sup>2,3</sup>LIVE UMR7362, ENGEES, Université de Strasbourg

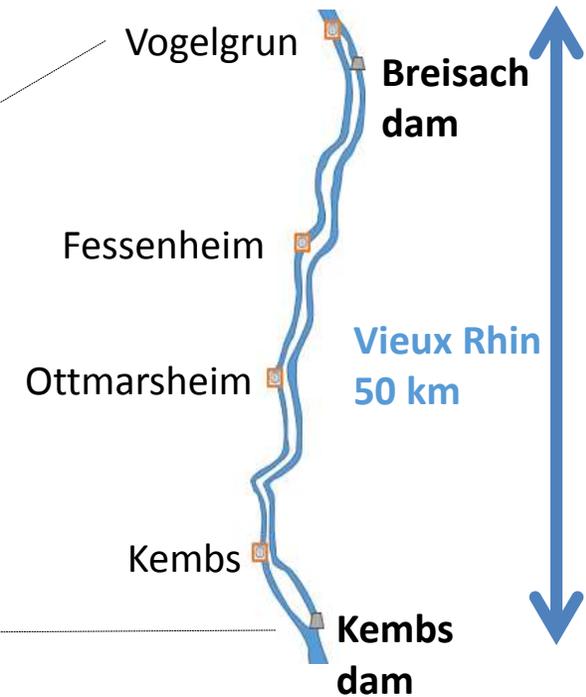
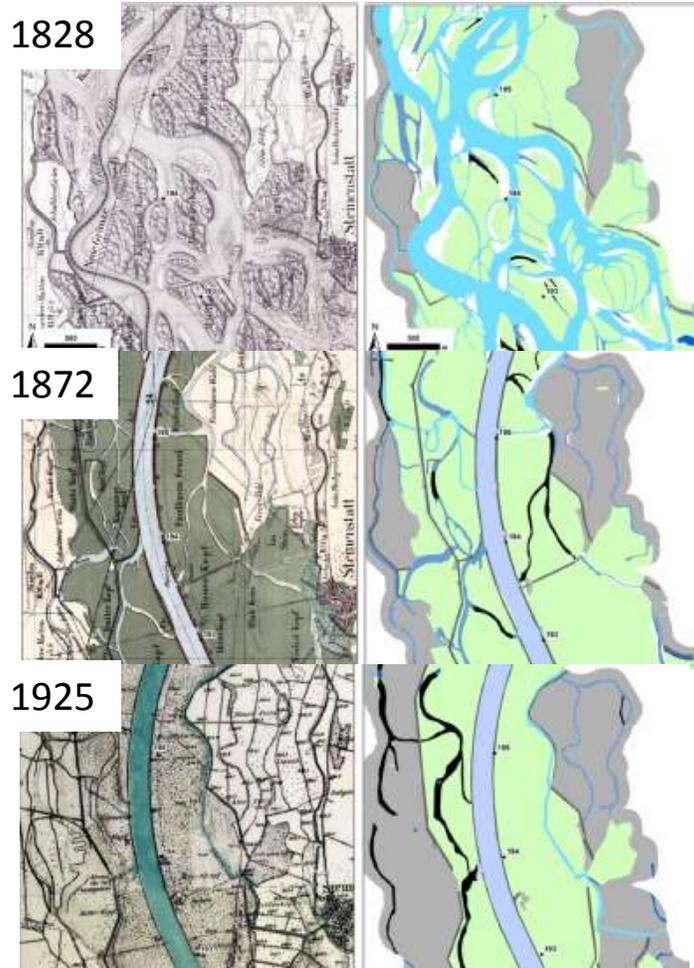
# Localisation et contexte



# Localisation et contexte



# Localisation et contexte

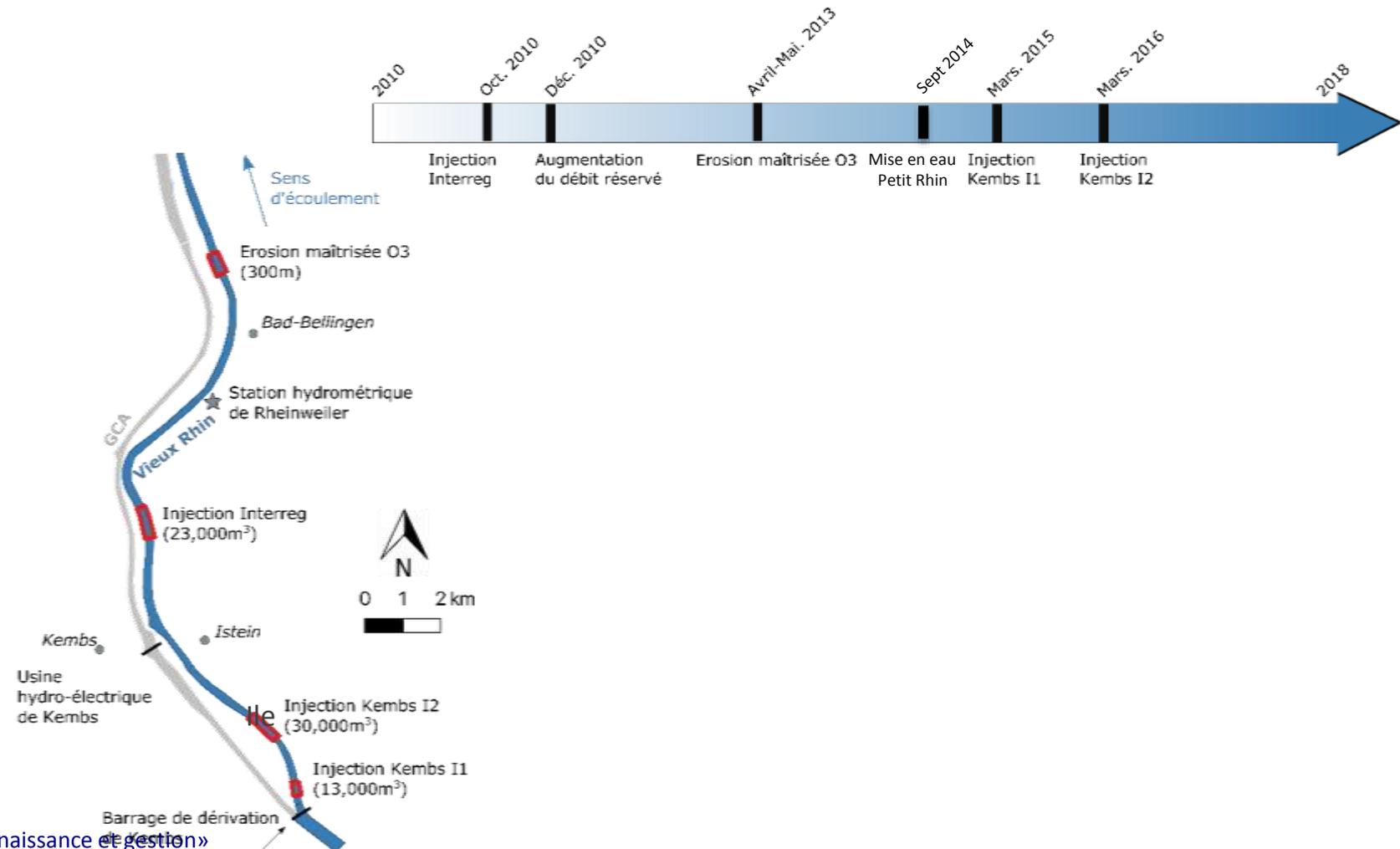


- Chenalisation, incision depuis le 19<sup>ème</sup> siècle
- Dérivation et production hydroélectrique de 1930 à 1950
  - Perte de **mobilité latérale** ; **incision**
  - Perte de **biodiversité**

# Le projet de restauration

2006-2010 : renouvellement de la concession hydroélectrique de Kembs

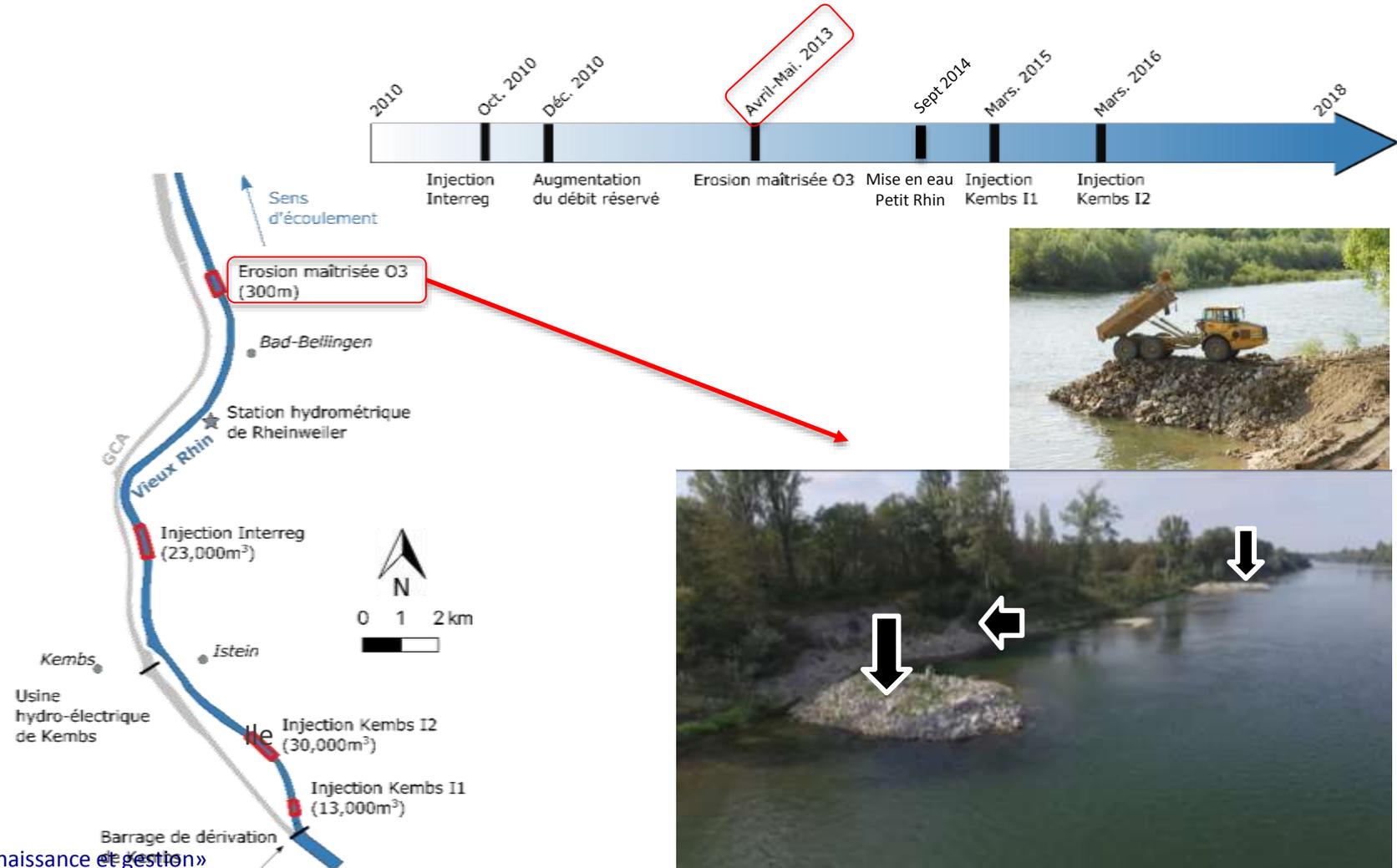
Objectifs = Restaurer une dynamique alluviale favorable à la biodiversité rhénane sur le Rhin et l'Ile



# Le projet de restauration

2006-2010 : renouvellement de la concession hydroélectrique de Kembs

Objectifs = Restaurer une dynamique alluviale favorable à la biodiversité rhénane sur le Rhin et l'île

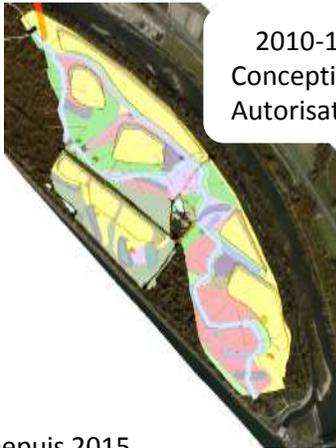


# Le projet de restauration

2006-2010 : renouvellement de la concession hydroélectrique de Kembs  
Objectifs = Restaurer une dynamique alluviale favorable à la biodiversité rhénane sur le Rhin et l'Ile



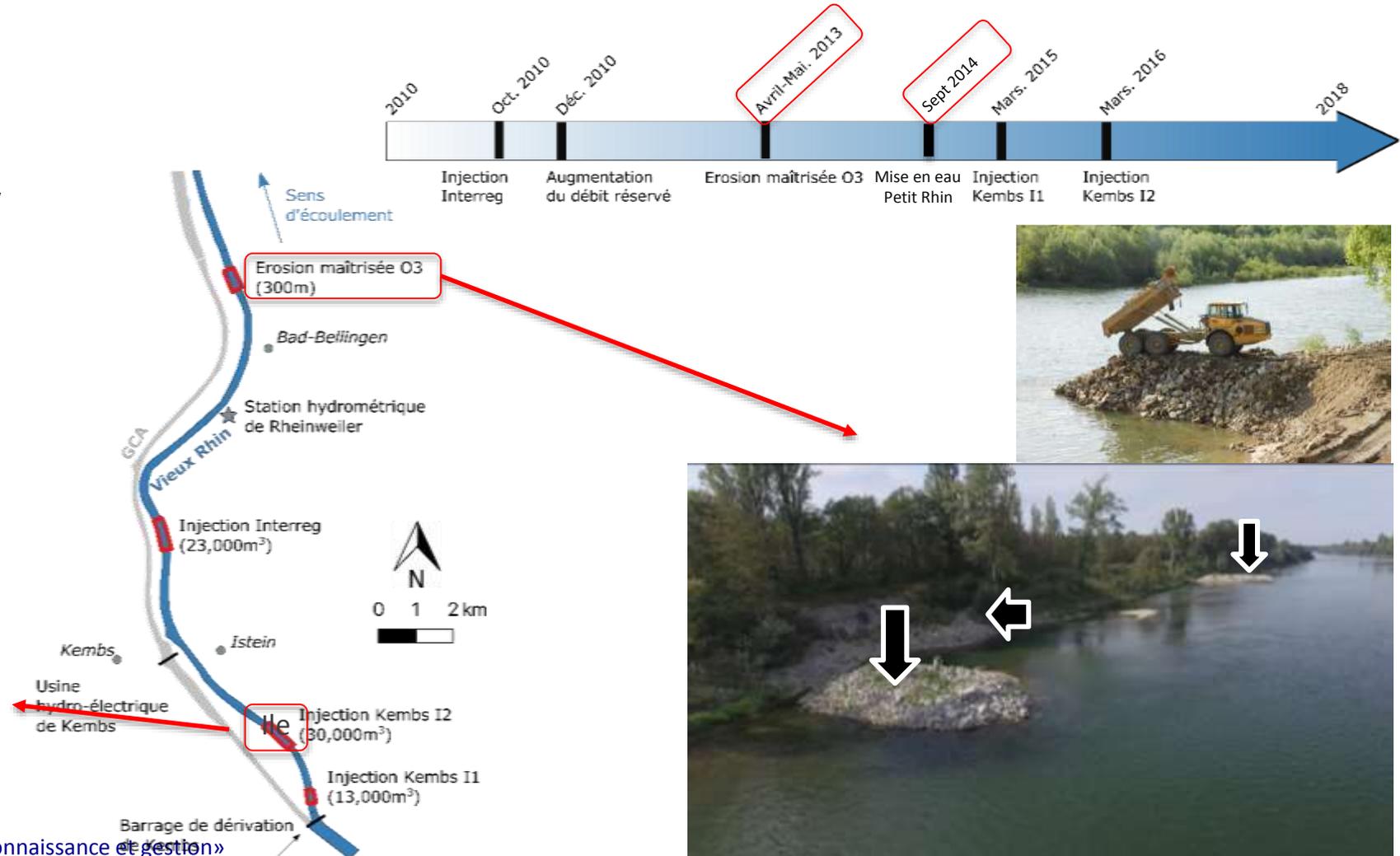
2008  
Champ Maïs



2010-12  
Conception/  
Autorisation



Depuis 2015  
Gestion, entretien



# Evolution des peuplements piscicoles



# Evolution des peuplements piscicoles

Site O3

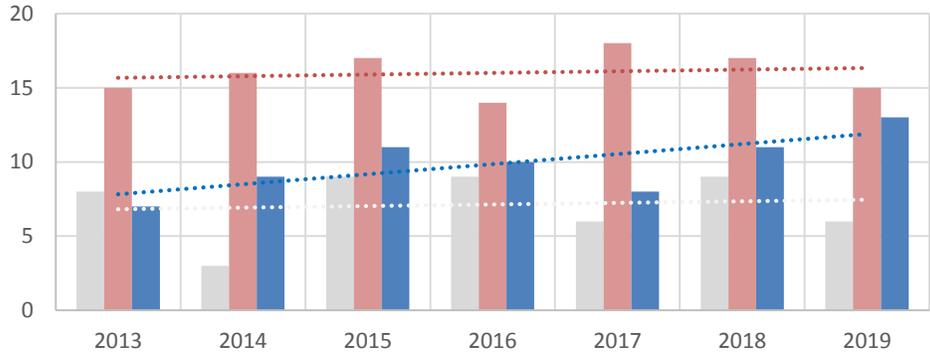
Aval ZE

ZE

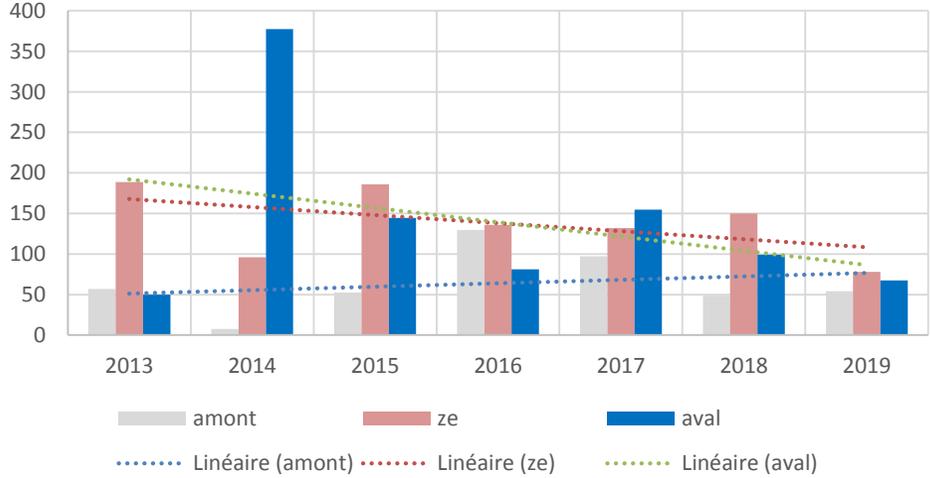
Amont ZE



nb d'espèces



Densité totale (/100m2)



amont    
  ze    
  aval  
 Linéaire (amont)    
  Linéaire (ze)    
  Linéaire (aval)

# Evolution des peuplements piscicoles

Site O3

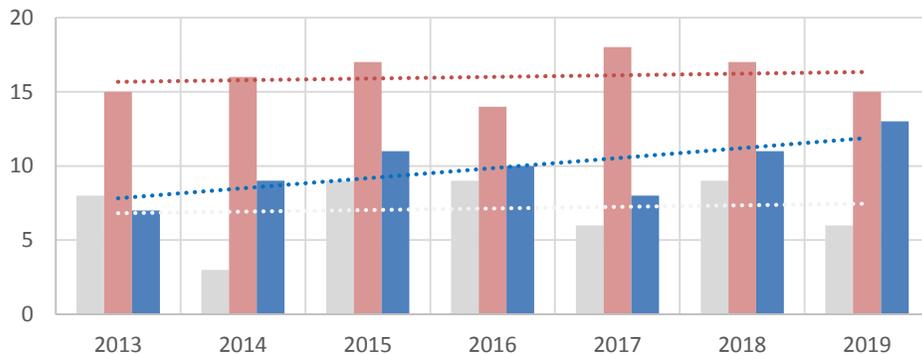
Aval ZE

ZE

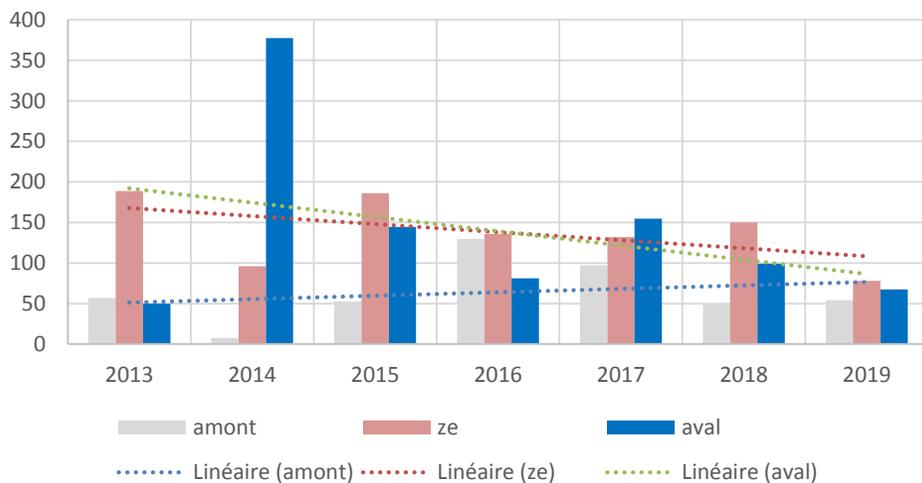
Amont ZE



nb d'espèces



Densité totale (/100m2)



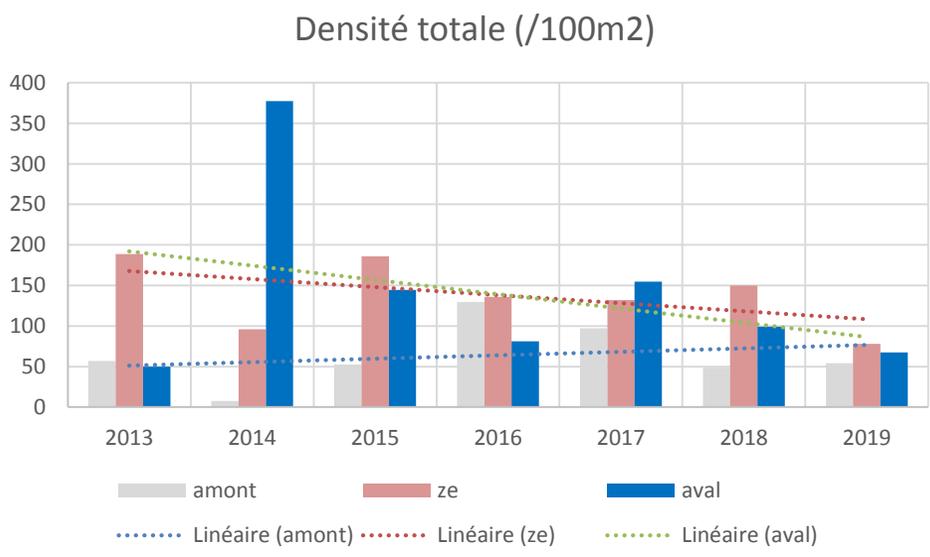
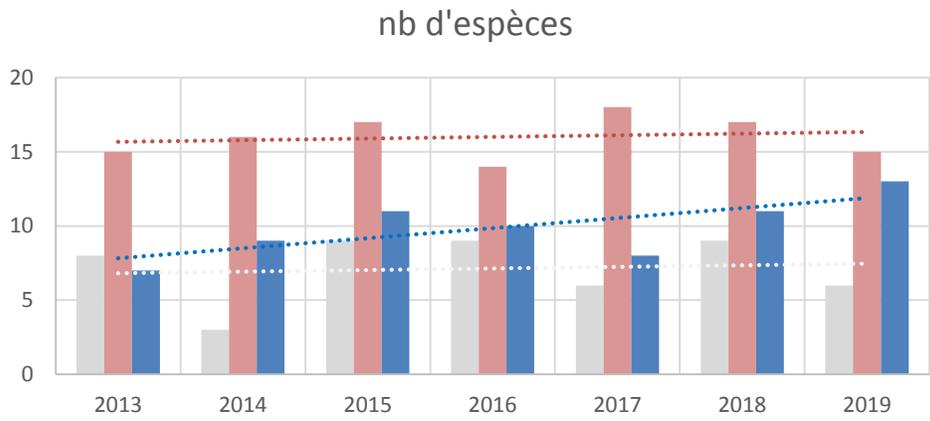
amont
  ze
  aval

Linéaire (amont)
  Linéaire (ze)
  Linéaire (aval)

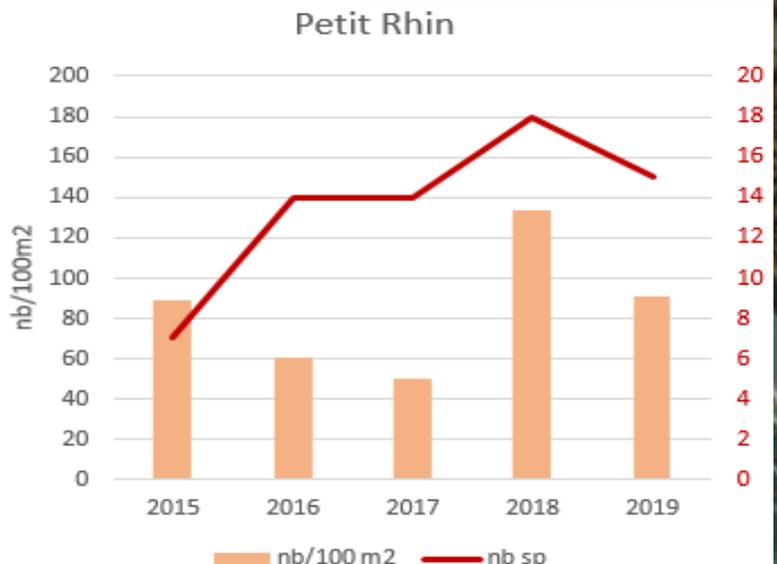
Petit Rhin



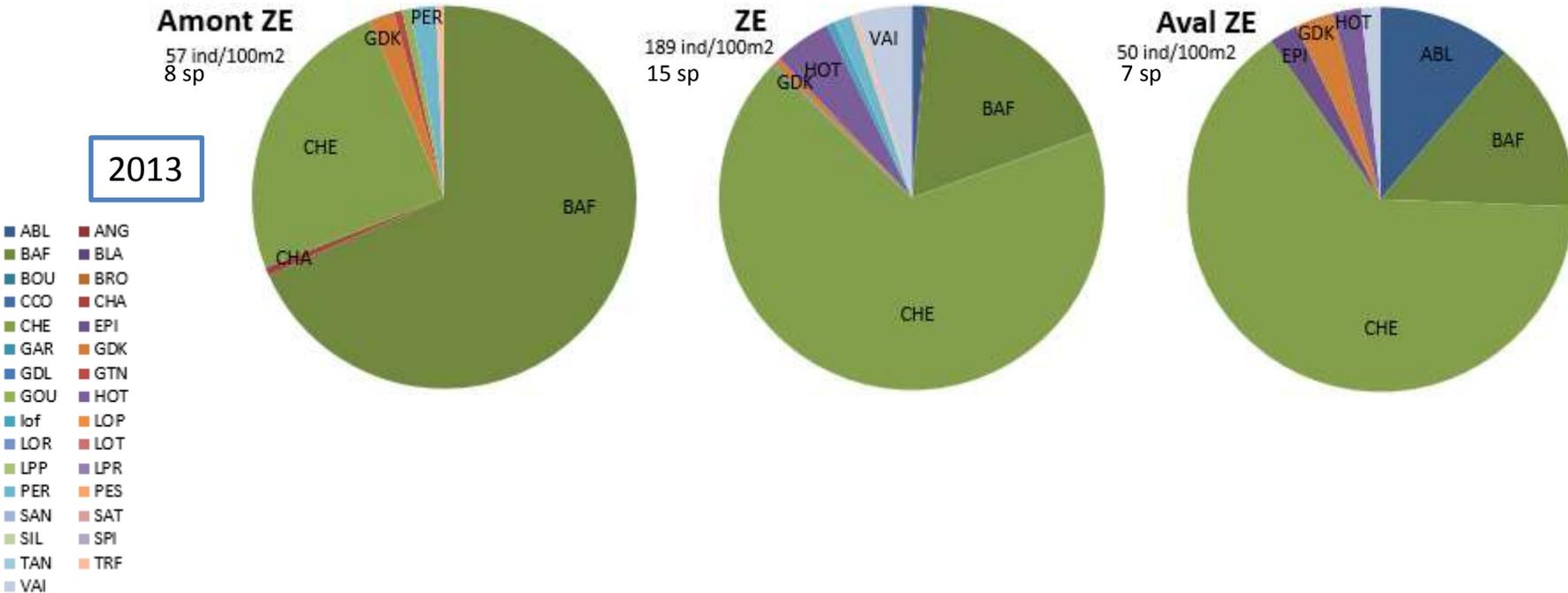
# Evolution des peuplements piscicoles



Petit Rhin

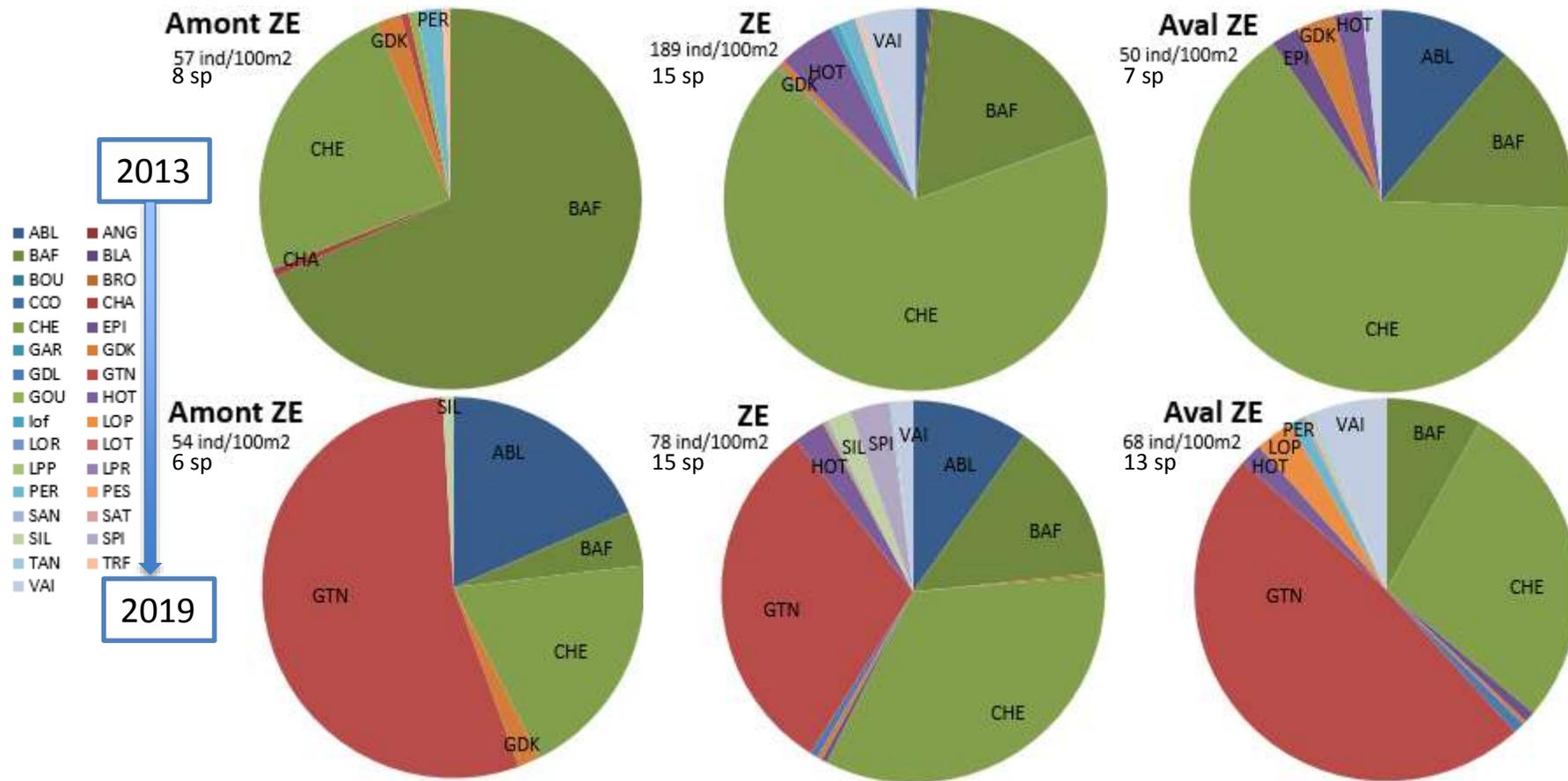


# Evolution des peuplements piscicoles

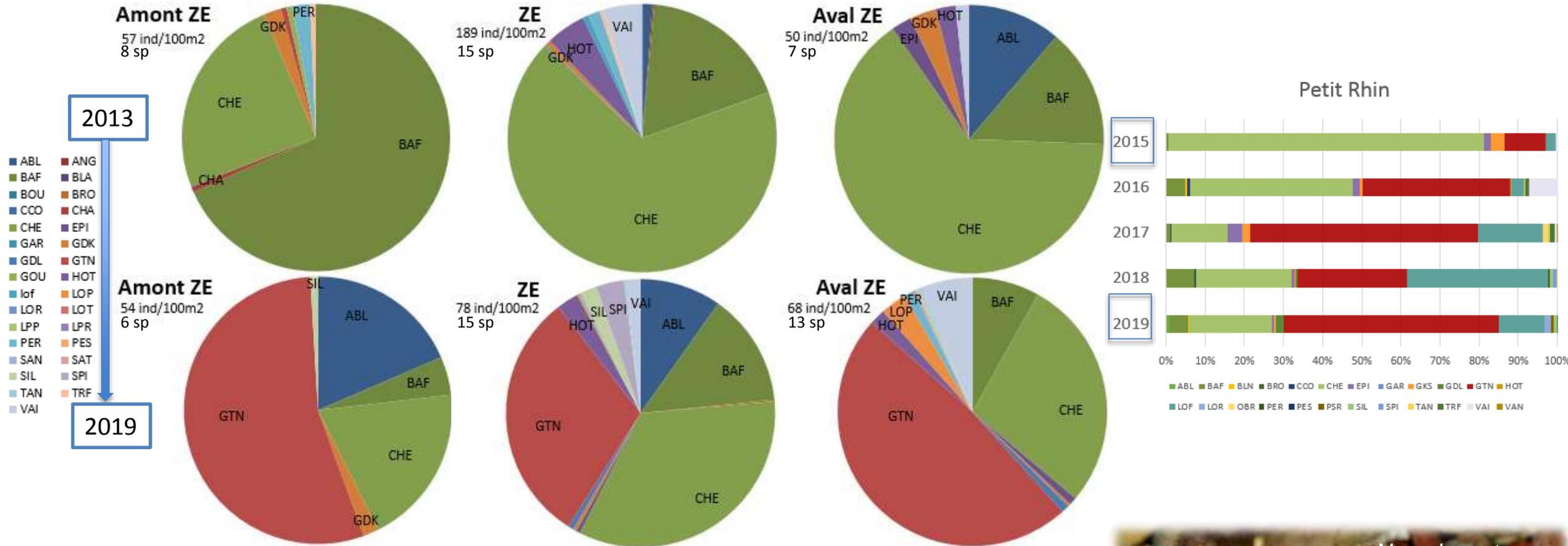


*N. melanostomus*

# Evolution des peuplements piscicoles



# Evolution des peuplements piscicoles



# En guise de 1<sup>e</sup> synthèse...

- Les actions de restauration ont été réalisées en même temps que les gobies faisaient leur apparition sur le Vieux Rhin
- La colonisation par les gobies (tache noire) a été « explosive »
  - 2019 : 50% des abondances, 75% des biomasses sauf en zone érodée (32% et 45% respectivement)
- L'érosion maîtrisée et le Petit Rhin favorisent la diversification des habitats et donc la richesse piscicole
  - Alevins et juvéniles pour les berges du Vieux Rhin ; adultes au droit des épis.
  - Toutes les classes d'âge pour le Petit Rhin
- L'érosion maîtrisée en apportant des substrats fins limite la colonisation par les gobies (habitats moins favorables)

# Impacts sur le réseau trophique

# Impacts sur le réseau trophique

- Colonisation **explosive** par les gobies
- Arrivée **concomitante** aux actions de restauration
  
- Effet de **prédation** par les gobies ?
- Les espèces **favorisées** par la restauration sont – elles des espèces **ciblés** par les gobies ?

# Impacts sur le réseau trophique

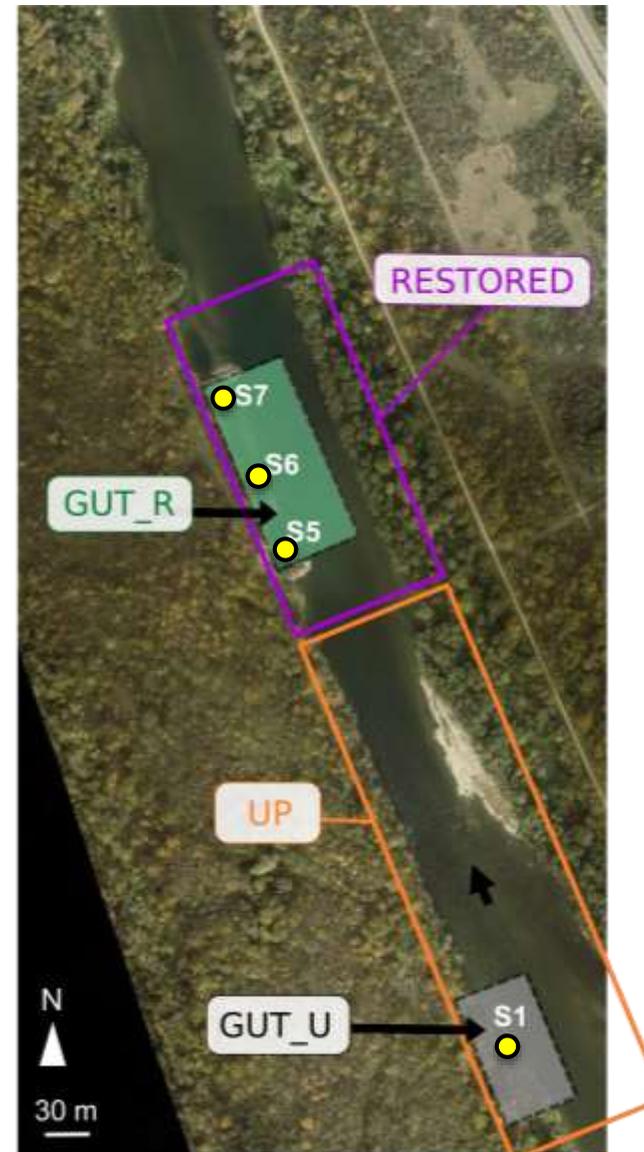
- Colonisation **explosive** par les gobies
- Arrivée **concomitante** aux actions de restauration
- Effet de **prédation** par les gobies ?
- Les espèces **favorisées** par la restauration sont – elles des espèces **ciblés** par les gobies ?



# Impacts sur le réseau trophique

- Colonisation **explosive** par les gobies
- Arrivée **concomitante** aux actions de restauration
- Effet de **prédation** par les gobies ?
- Les espèces **favorisées** par la restauration sont – elles des espèces **ciblés** par les gobies ?

→ Prélèvements de **macroinvertébrés** ●



# Impacts sur le réseau trophique

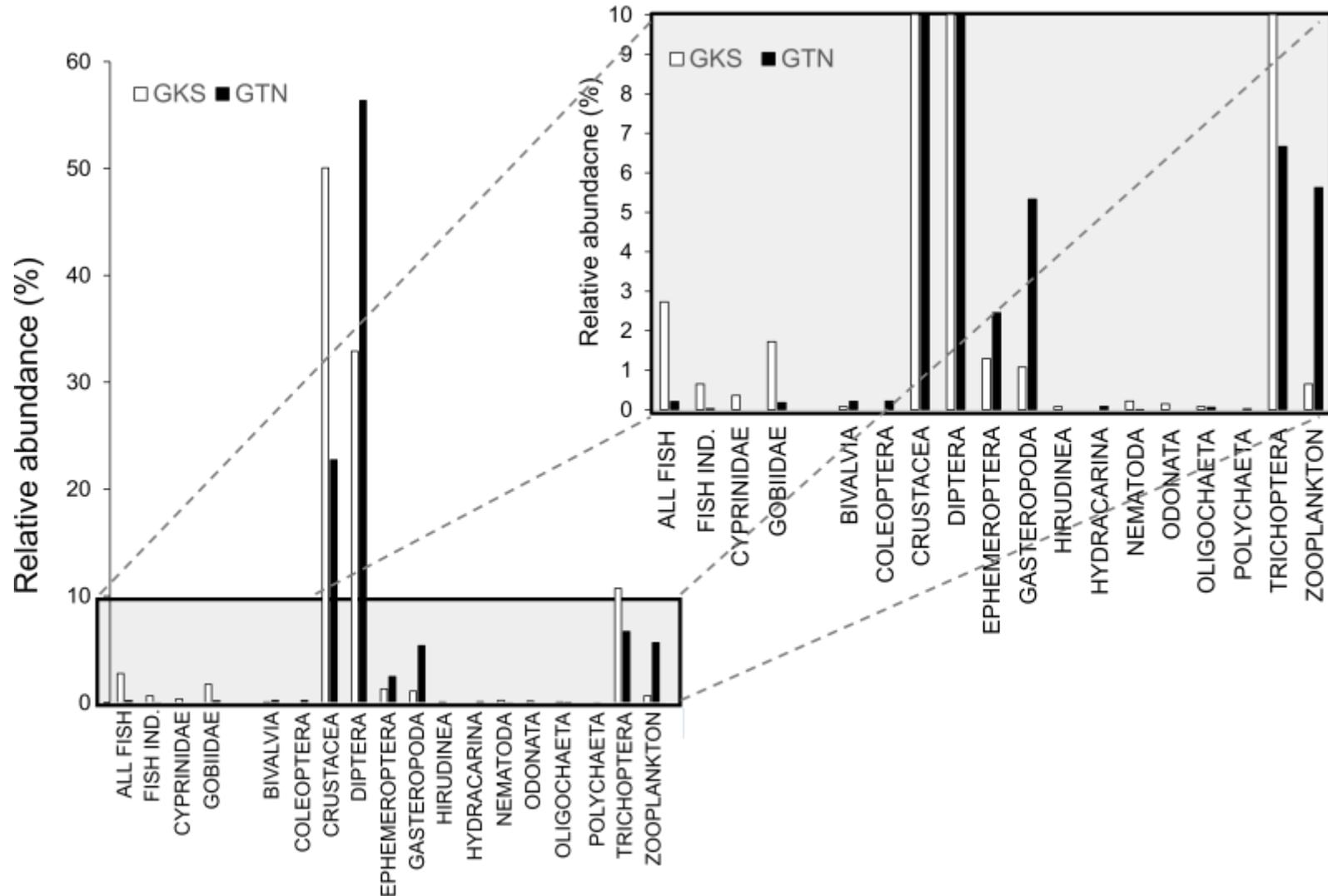
- Colonisation **explosive** par les gobies
- Arrivée **concomitante** aux actions de restauration
- Effet de **prédation** par les gobies ?
- Les espèces **favorisées** par la restauration sont – elles des espèces **ciblés** par les gobies ?

→ Prélèvements de **macroinvertébrés** ●

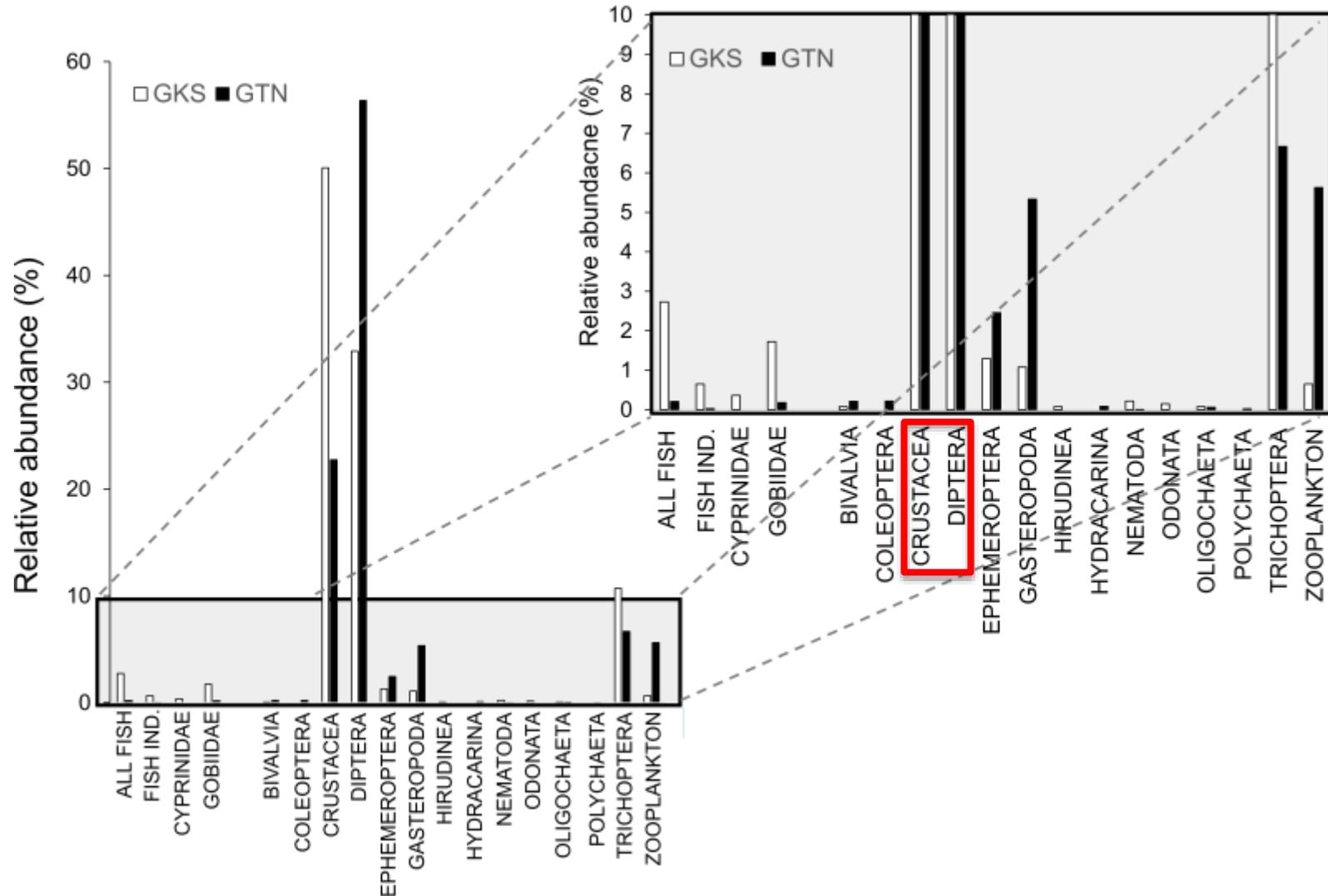
→ Pêches **électriques** de gobies



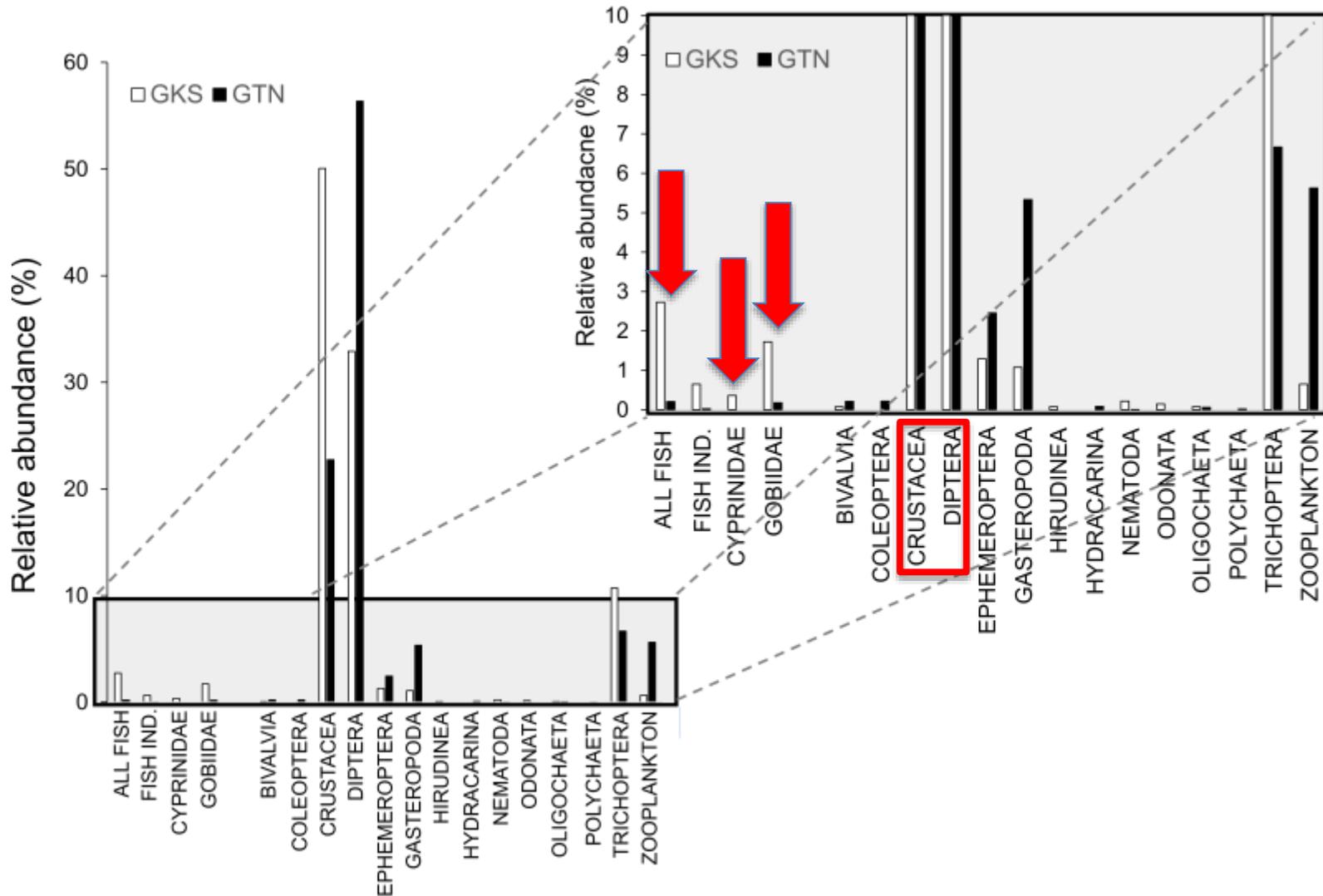
# Impacts sur le réseau trophique



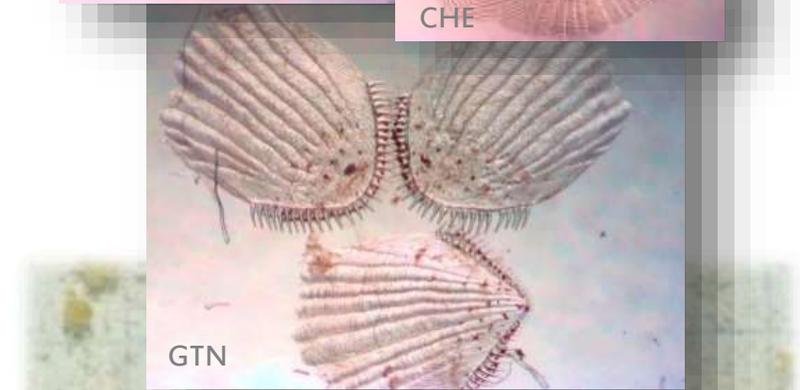
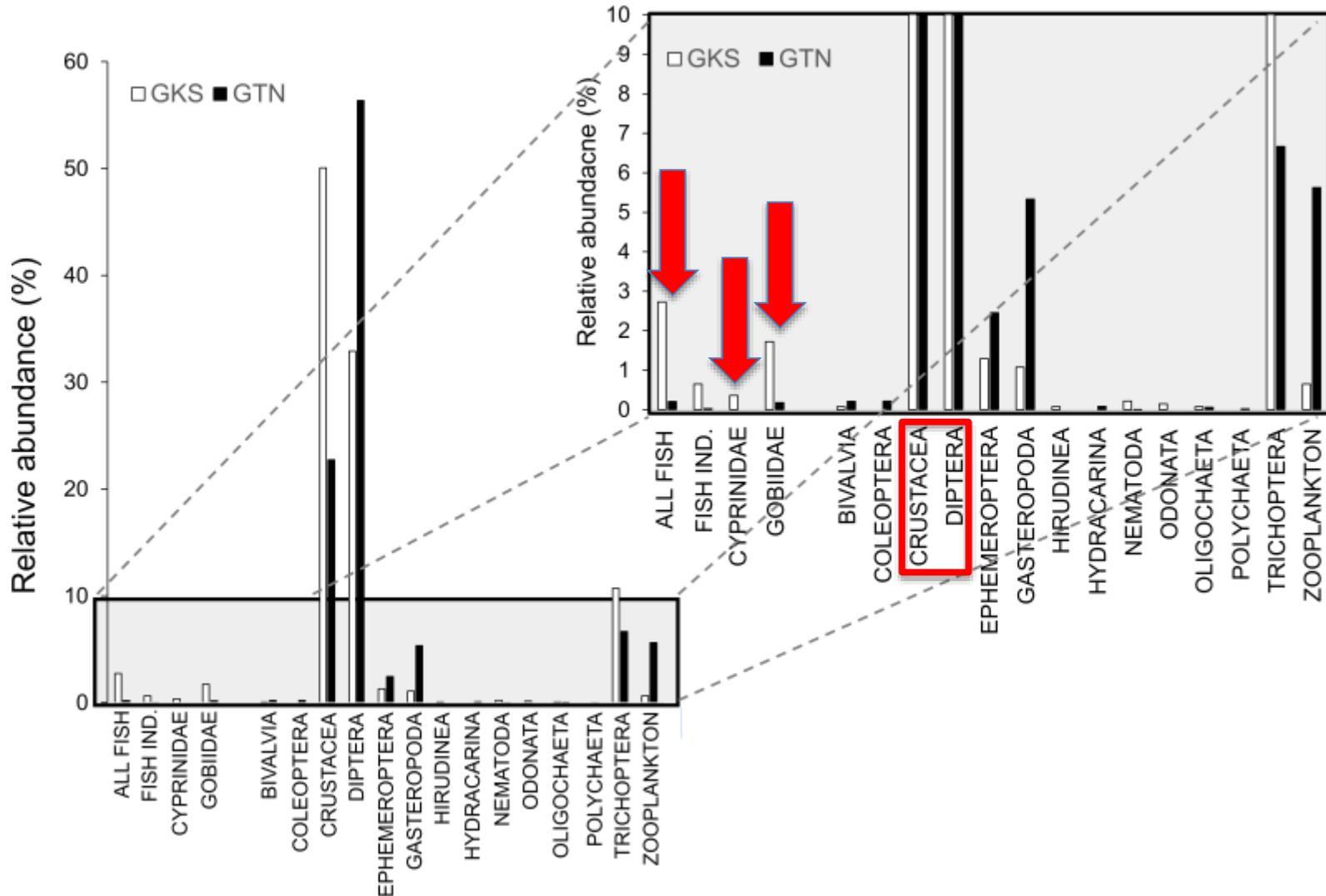
# Impacts sur le réseau trophique



# Impacts sur le réseau trophique



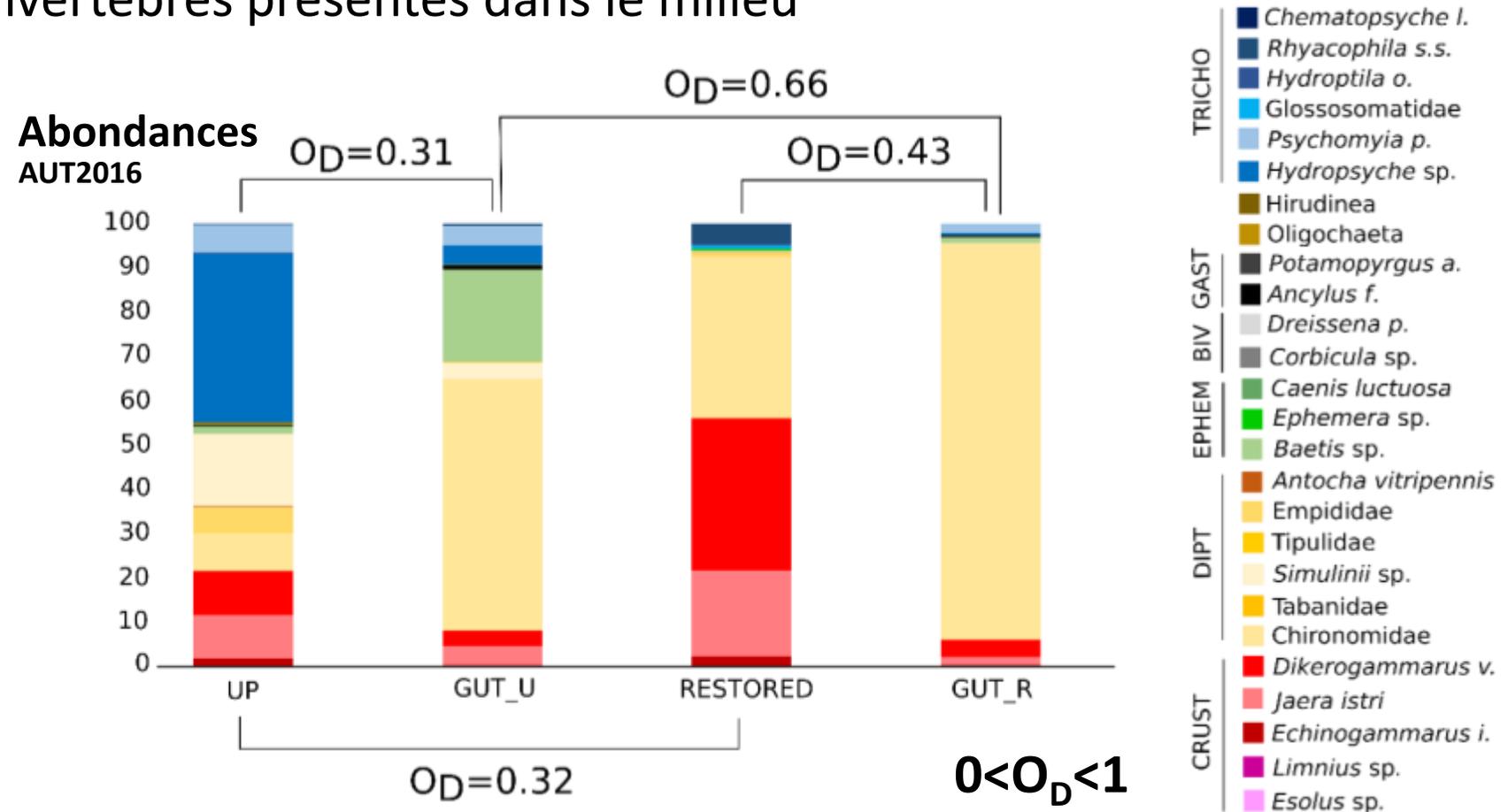
# Impacts sur le réseau trophique



*N. melanostomus* dans un *N. melanostomus*

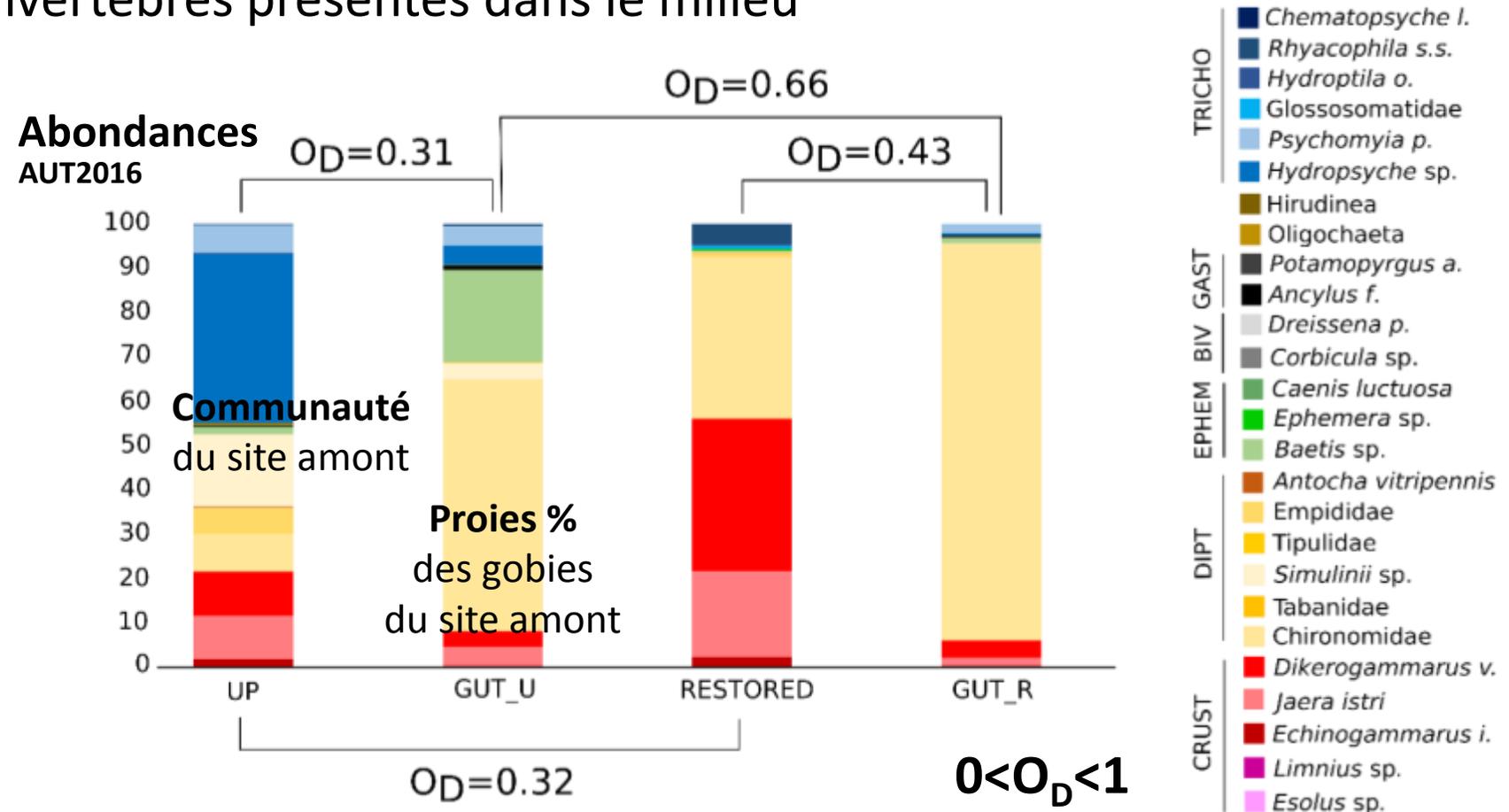
# Impacts sur le réseau trophique

- **Similarité** entre la composition des contenus stomacaux (proies) et la composition des communautés macro-invertébrés présentes dans le milieu



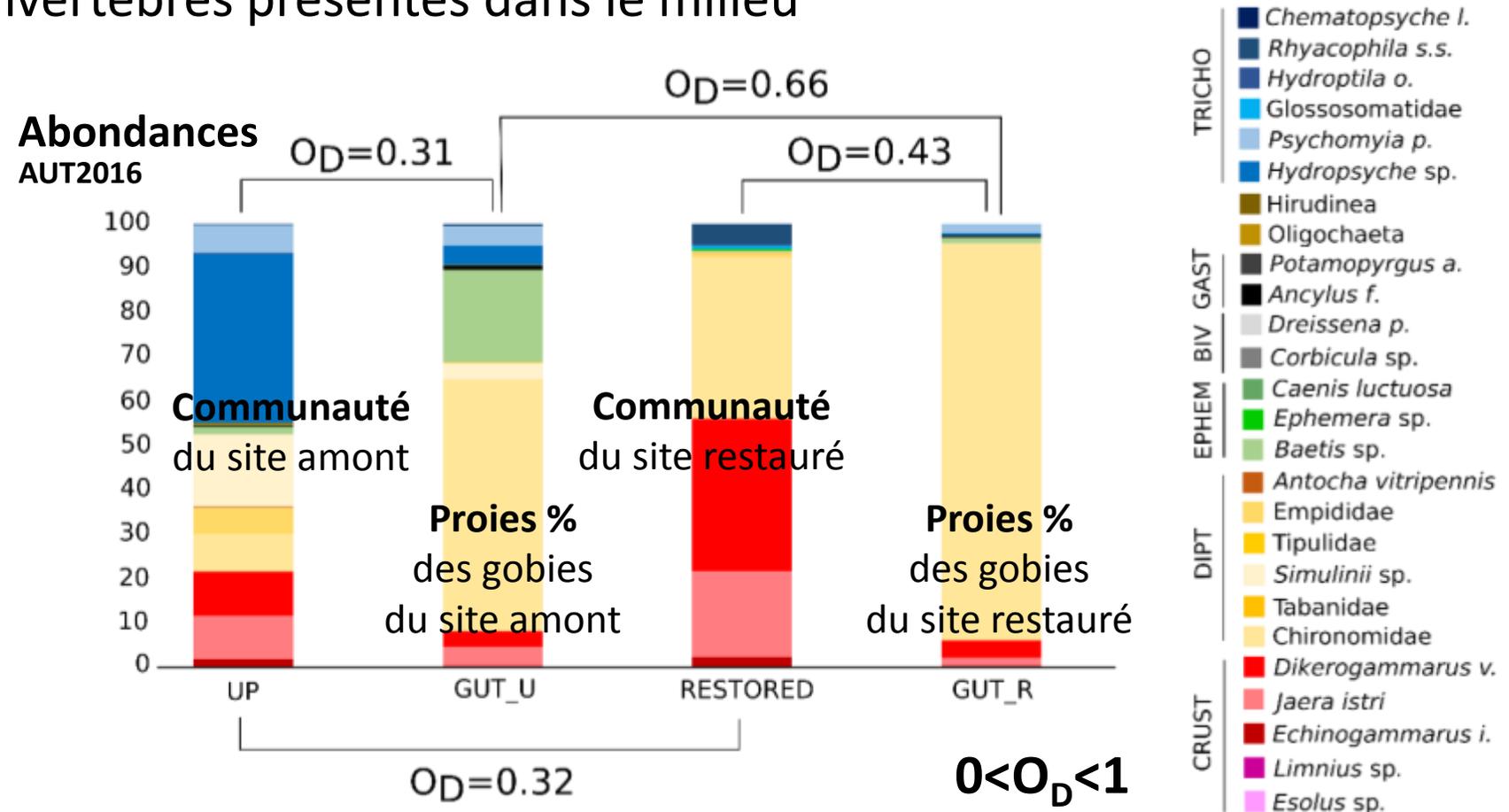
# Impacts sur le réseau trophique

- **Similarité** entre la composition des contenus stomacaux (proies) et la composition des communautés macro-invertébrés présentes dans le milieu



# Impacts sur le réseau trophique

- **Similarité** entre la composition des contenus stomacaux (proies) et la composition des communautés macro-invertébrés présentes dans le milieu



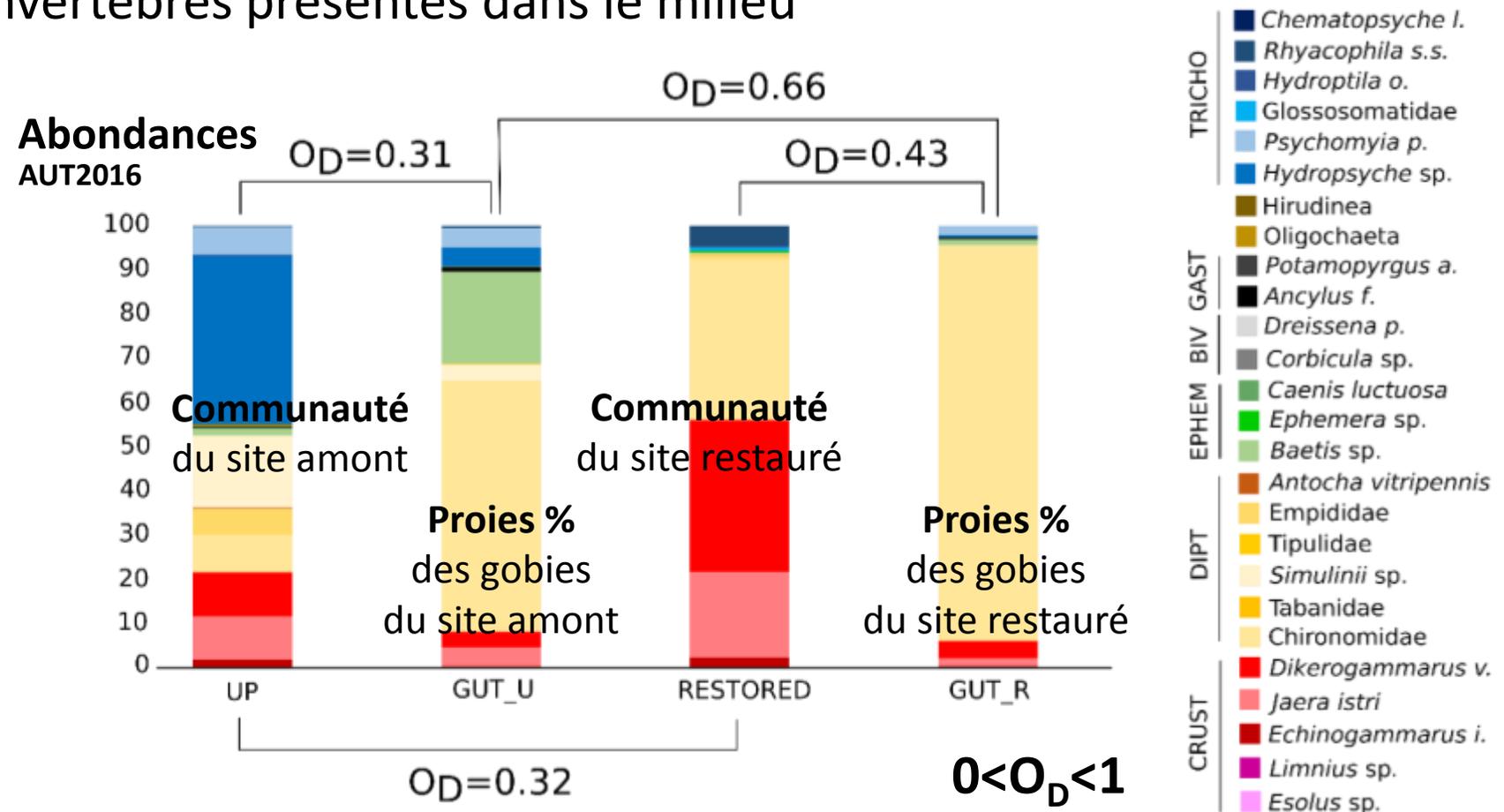
# Impacts sur le réseau trophique

- **Similarité** entre la composition des contenus stomacaux (proies) et la composition des communautés macro-invertébrés présentes dans le milieu

## Biomasses AUT2016

1 Chironomidae  
= 0,000185 g

1 *Dikerogammarus v.* (DV)  
= 0,00654 g



# Impacts sur le réseau trophique

- **Similarité** entre la composition des contenus stomacaux (proies) et la composition des communautés macro-invertébrés présentes dans le milieu

## Biomasses AUT2016

1 Chironomidae  
= 0,000185 g

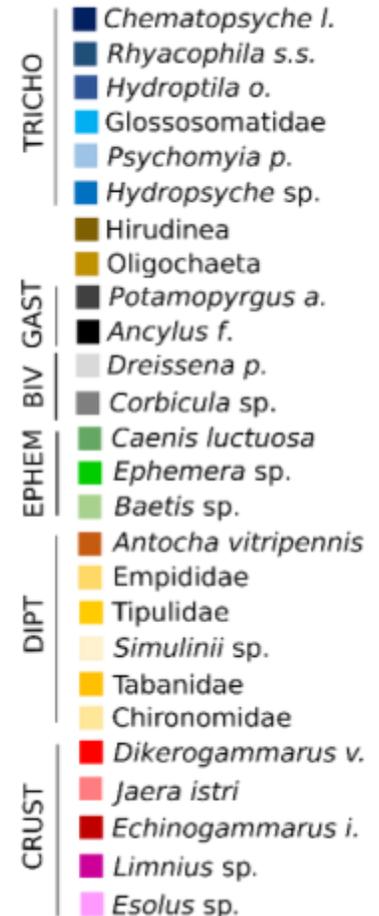
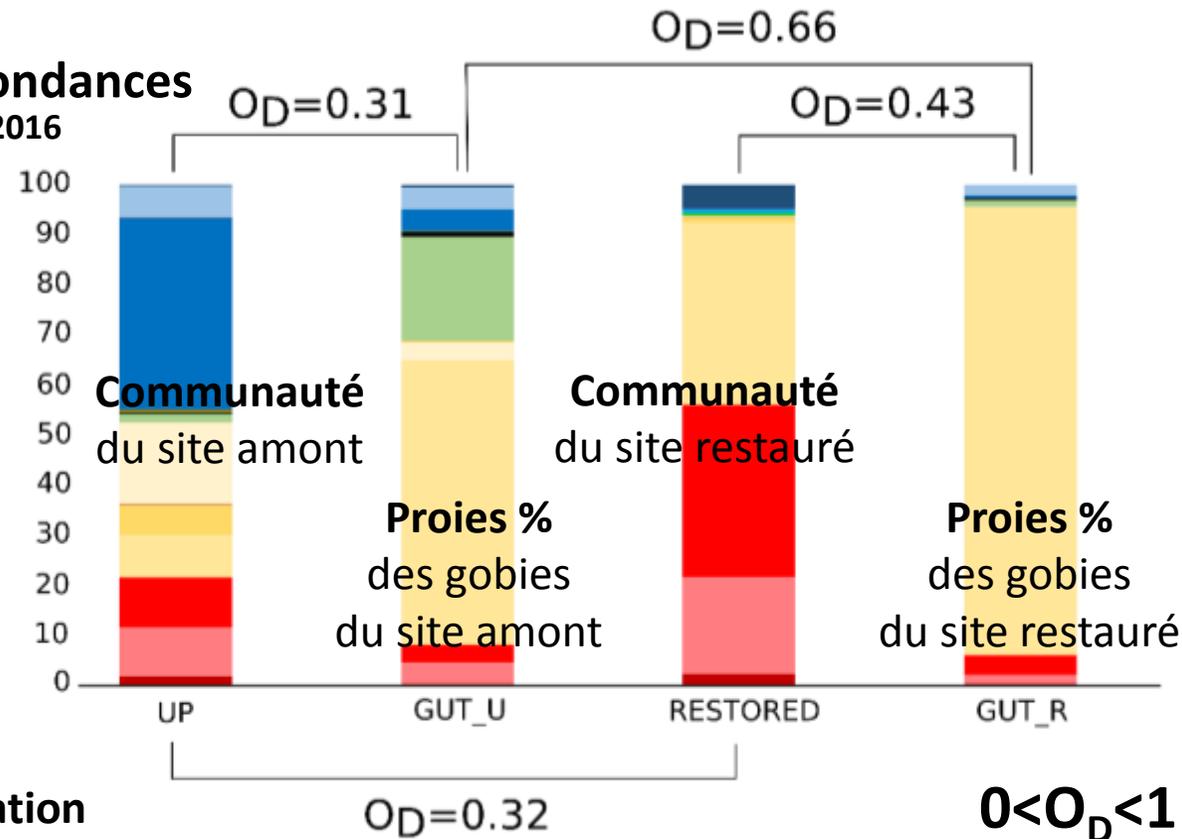
1 *Dikerogammarus v.* (DV)  
= **0,00654 g**

Représentation sur la biomasse totale ?  
Apport – balance énergétique ?

**Forte** présence des gobies !  
(consommation de **3-5 DV min./ gobies**)

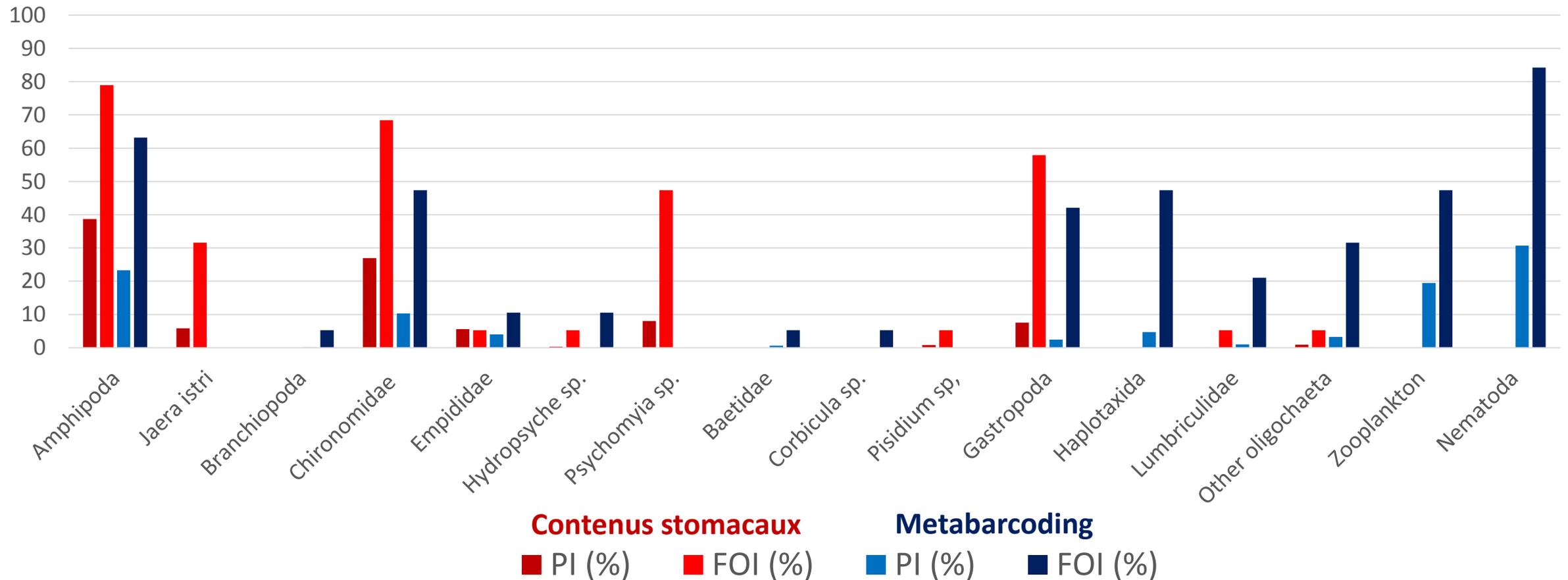
> **Pression forte et constante de consommation**

## Abondances AUT2016



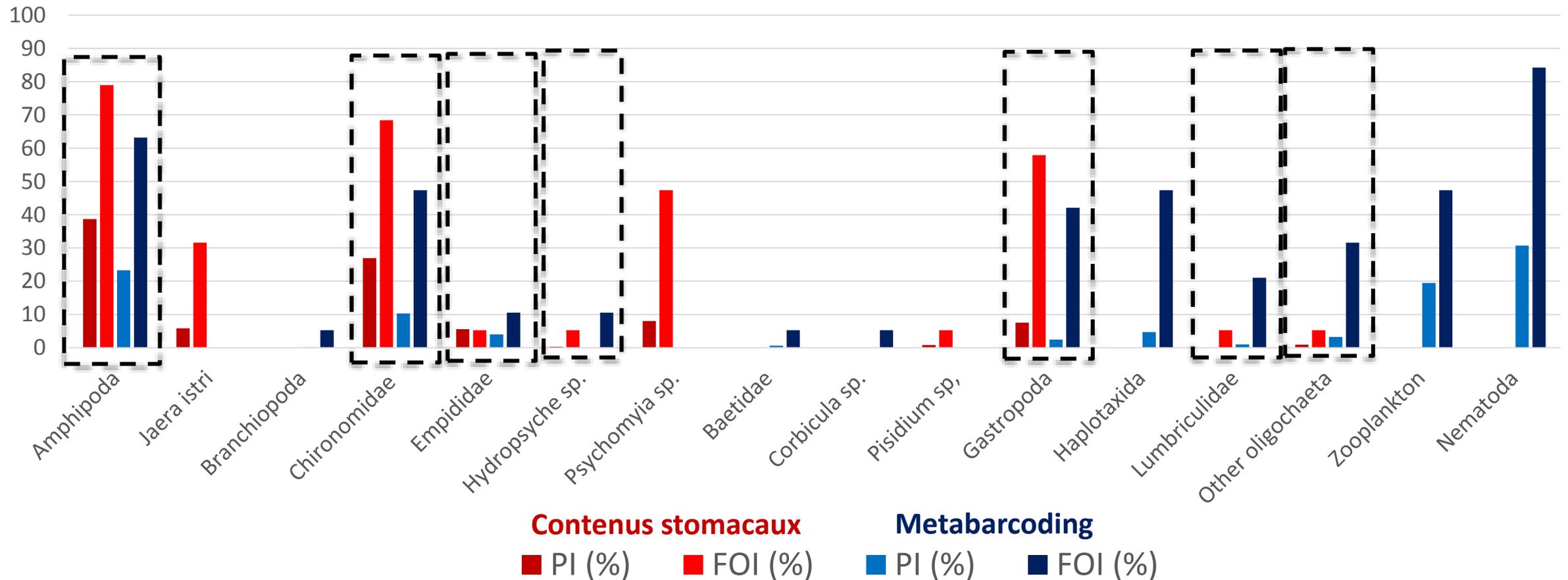
# Impacts sur le réseau trophique

- **Métabarcoding alimentaire**



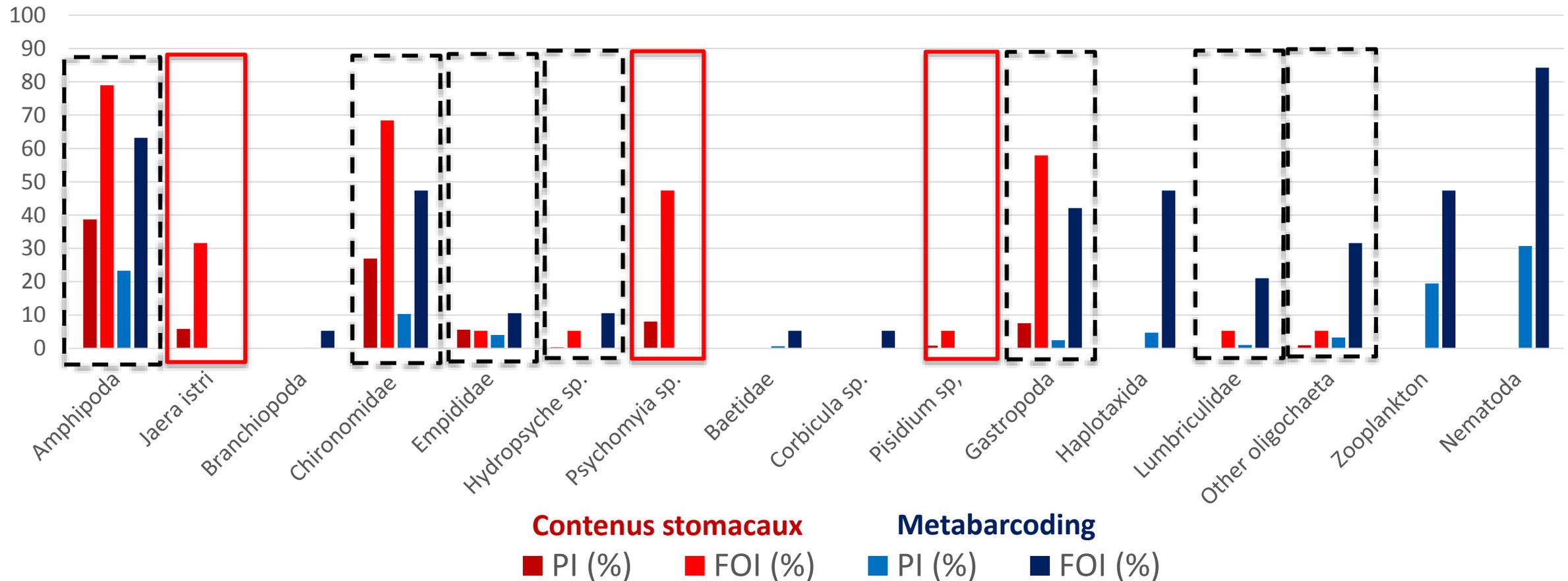
# Impacts sur le réseau trophique

- **Métabarcoding alimentaire**



# Impacts sur le réseau trophique

- **Métabarcoding alimentaire**



# Impacts sur le réseau trophique

# Impacts sur le réseau trophique

- Approche **fonctionnelle**



*Hydropsyche incognita*

Tachet *et al.*, 2010

Variable	Modalités de la variable								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nourriture	sédiments fins + microorganismes	débris < 1 mm	débris végétaux (≥ 1 mm)	microphytes	macrophytes	débris animaux (≥ 1 mm)	microinvertébrés	macroinvertébrés	vertébrés
<i>Hydropsyche</i> sp.	0	2	1	3	0	0	3	1	0

# Impacts sur le réseau trophique

- Approche **fonctionnelle**



*Hydropsyche incognita*

Tachet *et al.*, 2010

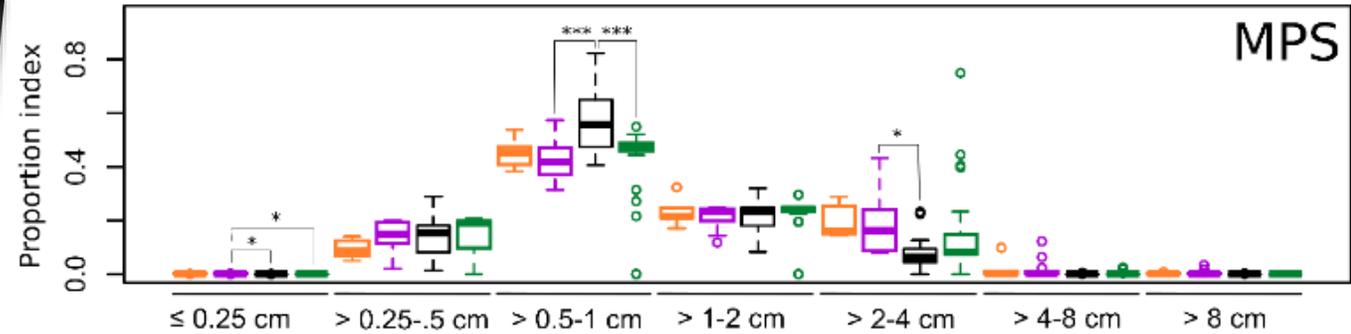
Variable	Modalités de la variable								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nourriture	sédiments fins + microorganismes	débris < 1 mm	débris végétaux (≥ 1 mm)	microphytes	macrophytes	débris animaux (≥ 1 mm)	microinvertébrés	macroinvertébrés	vertébrés
<i>Hydropsyche</i> sp.	0	2	1	3	0	0	3	1	0

Forte représentation de la modalité



Faible représentation de la modalité

TAILLE DES PROIES



# Impacts sur le réseau trophique

- Approche **fonctionnelle**



*Hydropsyche incognita*

Tachet *et al.*, 2010

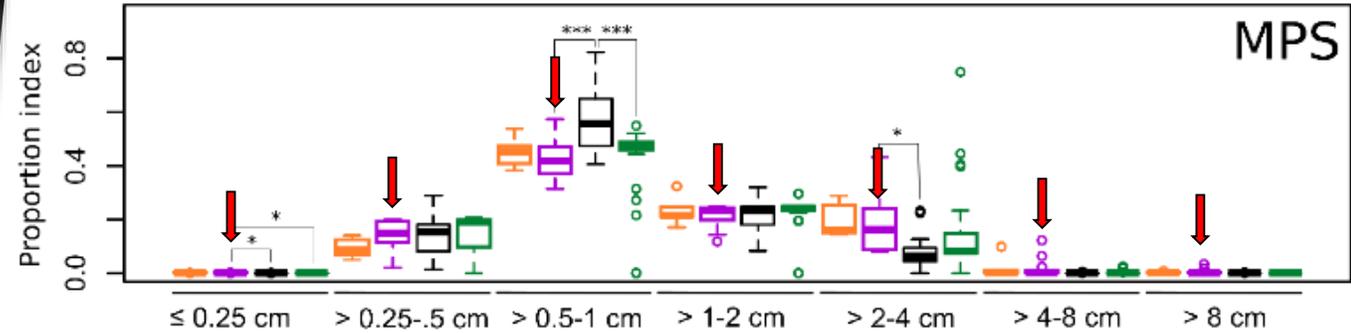
Variable	Modalités de la variable									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nourriture	sédiments fins + microorganismes	débris < 1 mm	débris végétaux (≥ 1 mm)	microphytes	macrophytes	débris animaux (≥ 1 mm)	microinvertébrés	macroinvertébrés	vertébrés	
<i>Hydropsyche</i> sp.	0	2	1	3	0	0	3	1	0	

Forte représentation de la modalité



Faible représentation de la modalité

TAILLE DES PROIES



# Impacts sur le réseau trophique

GOBIES - ZONE AMONT  
GOBIES - ZONE RESTAUREE  
GOBIES - ZONE AVAL  
GOBIES - ZONE GLOBALE

- Approche fonctionnelle



*Hydropsyche incognita*

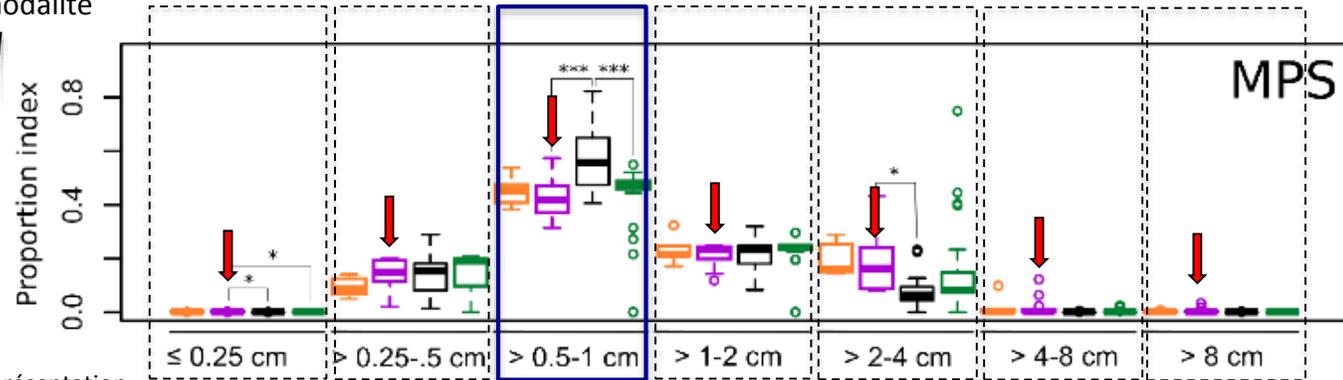
Tachet *et al.*, 2010

Variable	Modalités de la variable								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nourriture	sédiments fins + microorganismes	débris < 1 mm	débris végétaux (≥ 1 mm)	microphytes	macrophytes	débris animaux (≥ 1 mm)	microinvertébrés	macroinvertébrés	vertébrés
<i>Hydropsyche</i> sp.	0	2	1	3	0	0	3	1	0

Forte représentation de la modalité



Faible représentation de la modalité



TAILLE DES PROIES

MPS

# Impacts sur le réseau trophique

GOBIES - ZONE AMONT  
GOBIES - ZONE RESTAUREE  
GOBIES - ZONE AVAL  
GOBIES - ZONE GLOBALE

- Approche fonctionnelle



*Hydropsyche incognita*

Tachet *et al.*, 2010

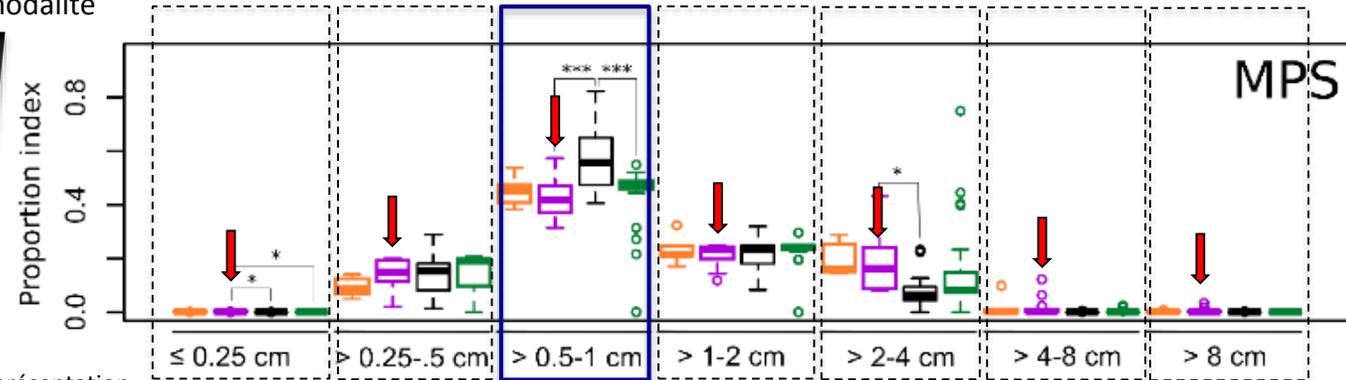
Variable	Modalités de la variable								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nourriture	sédiments fins + microorganismes	débris < 1 mm	débris végétaux (≥ 1 mm)	microphytes	macrophytes	débris animaux (≥ 1 mm)	microinvertébrés	macroinvertébrés	vertébrés
<i>Hydropsyche</i> sp.	0	2	1	3	0	0	3	1	0

Forte représentation de la modalité



Faible représentation de la modalité

## TAILLE DES PROIES

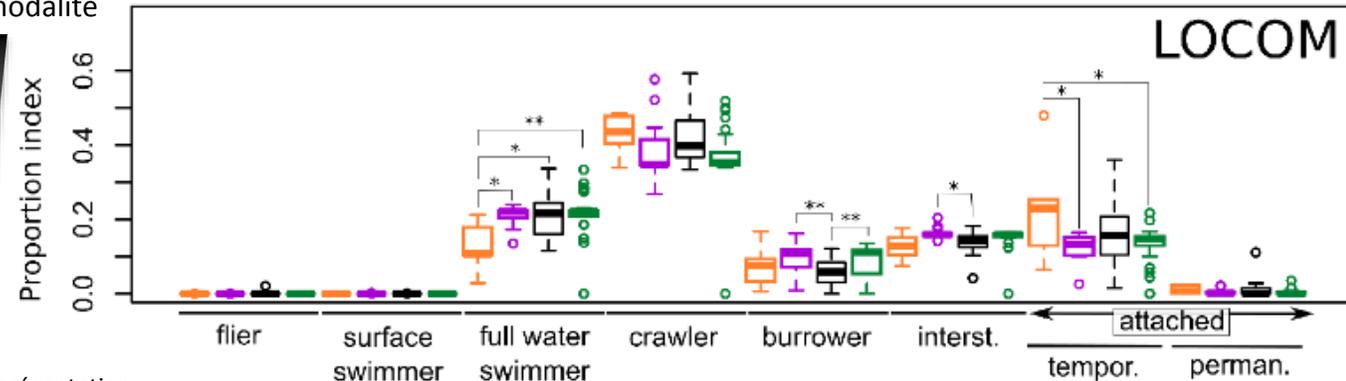


## MODE DE LOCOMOTION DES PROIES

Forte représentation de la modalité



Faible représentation de la modalité



# Impacts sur le réseau trophique

GOBIES - ZONE AMONT  
GOBIES - ZONE RESTAUREE  
GOBIES - ZONE AVAL  
GOBIES - ZONE GLOBALE

- Approche fonctionnelle



*Hydropsyche incognita*

Tachet *et al.*, 2010

Variable	Modalités de la variable									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nourriture	sédiments fins + microorganismes	débris < 1 mm	débris végétaux (≥ 1 mm)	microphytes	macrophytes	débris animaux (≥ 1 mm)	microinvertébrés	macroinvertébrés	vertébrés	
<i>Hydropsyche</i> sp.	0	2	1	3	0	0	3	1	0	

Forte représentation de la modalité



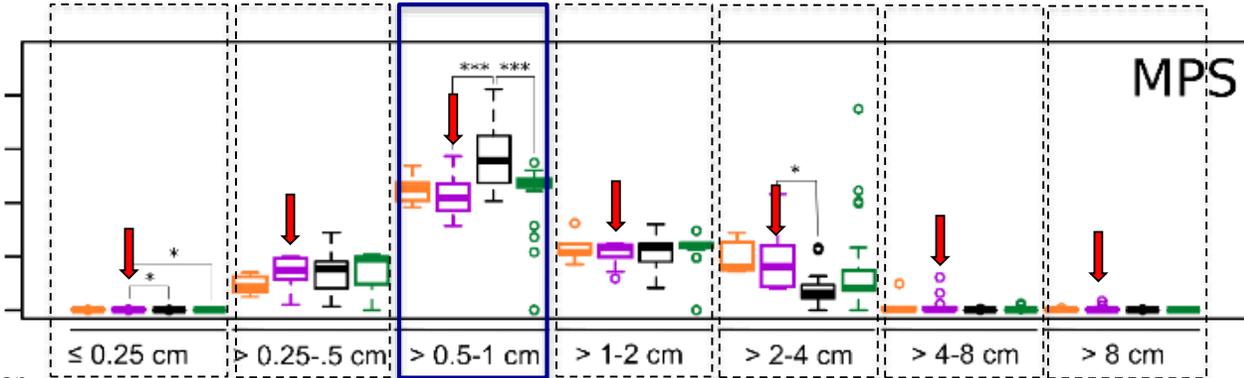
Faible représentation de la modalité

Forte représentation de la modalité

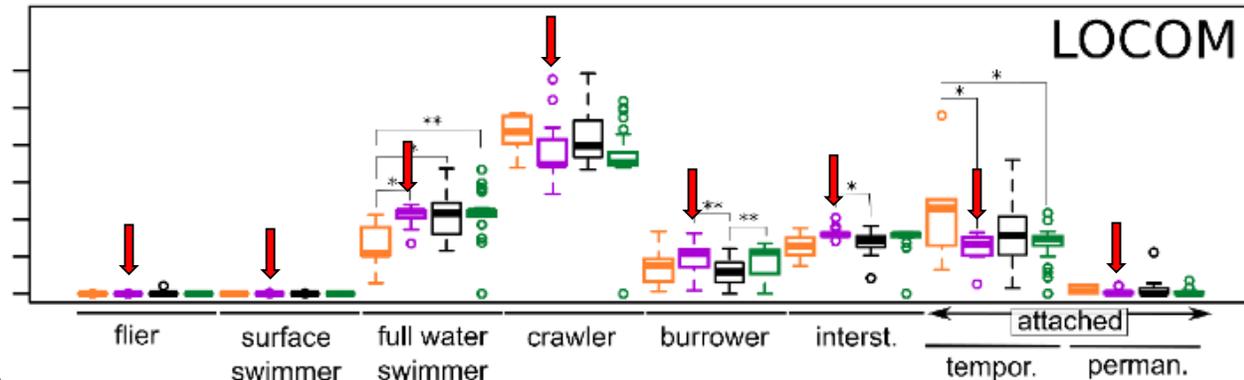


Faible représentation de la modalité

## TAILLE DES PROIES



## MODE DE LOCOMOTION DES PROIES



# Impacts sur le réseau trophique

GOBIES - ZONE AMONT  
 GOBIES - ZONE RESTAUREE  
 GOBIES - ZONE AVAL  
 GOBIES - ZONE GLOBALE

- Approche fonctionnelle



*Hydropsyche incognita*

Tachet *et al.*, 2010

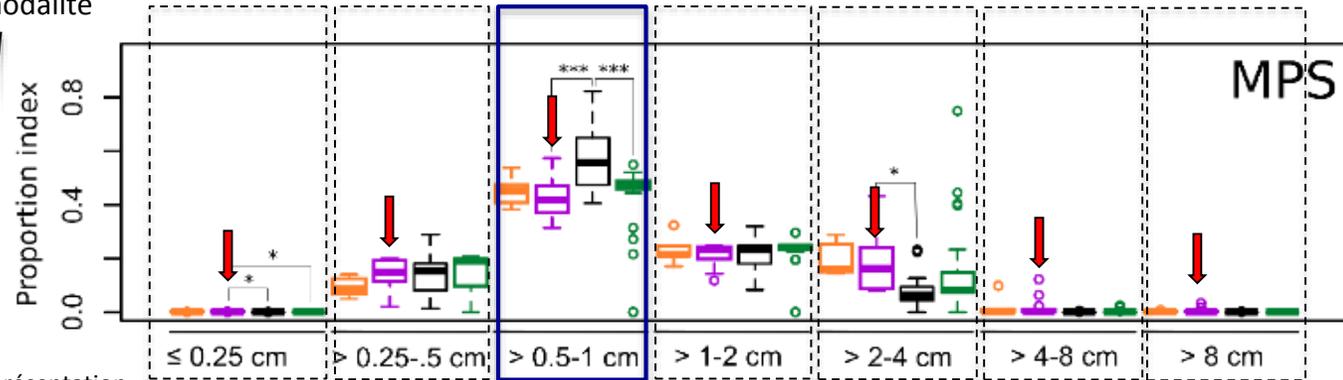
Variable	Modalités de la variable								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nourriture	sédiments fins + microorganismes	débris < 1 mm	débris végétaux (≥ 1 mm)	microphytes	macrophytes	débris animaux (≥ 1 mm)	microinvertébrés	macroinvertébrés	vertébrés
<i>Hydropsyche</i> sp.	0	2	1	3	0	0	3	1	0

Forte représentation de la modalité



Faible représentation de la modalité

## TAILLE DES PROIES

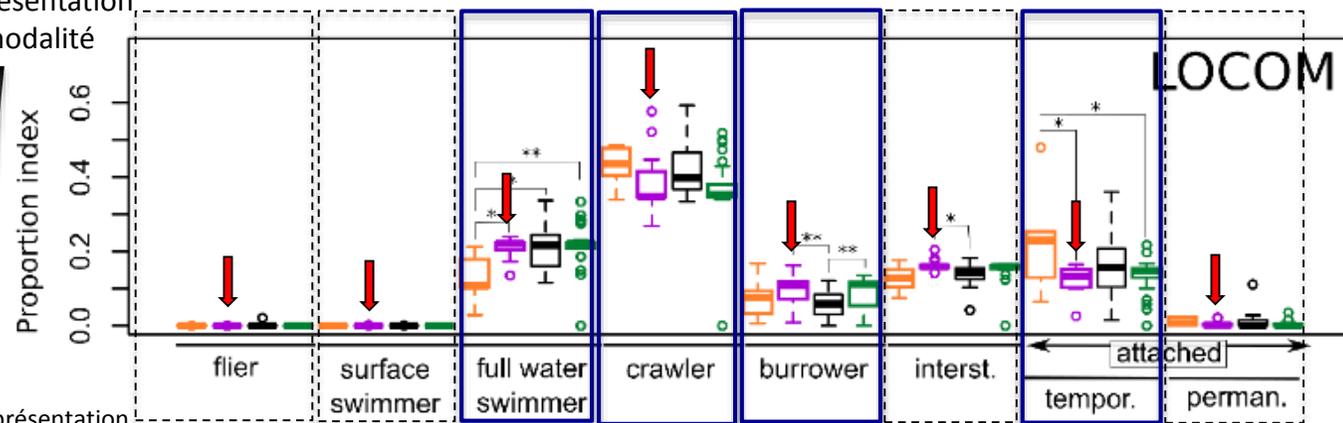


Forte représentation de la modalité



Faible représentation de la modalité

## MODE DE LOCOMOTION DES PROIES



# Impacts sur le réseau trophique

GOBIES - ZONE AMONT  
GOBIES - ZONE RESTAUREE  
GOBIES - ZONE AVAL  
GOBIES - ZONE GLOBALE

## • Approche fonctionnelle



Tachet *et al.*, 2010

Variable	Modalités de la variable									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nourriture	sédiments fins + microorganismes	débris < 1 mm	débris végétaux (≥ 1 mm)	microphytes	macrophytes	débris animaux (≥ 1 mm)	microinvertébrés	macroinvertébrés	vertébrés	
<i>Hydropsyche</i> sp.	0	2	1	3	0	0	3	1	0	

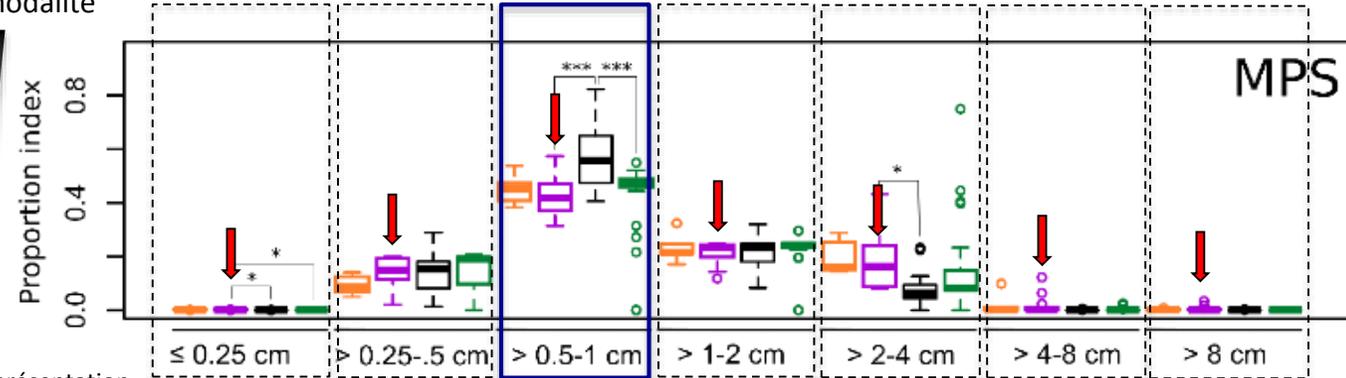
- Trichoptères sans fourreaux
- Proies fixées aux particules grossières
- Proies nageuses en eau libre

Forte représentation de la modalité



Faible représentation de la modalité

## TAILLE DES PROIES

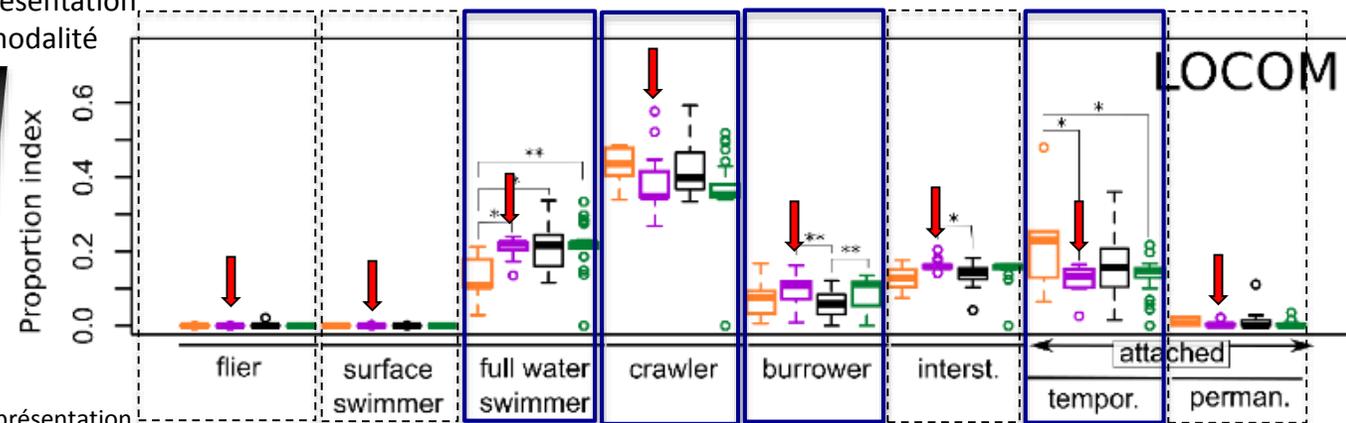


Forte représentation de la modalité



Faible représentation de la modalité

## MODE DE LOCOMOTION DES PROIES



# Impacts sur le réseau trophique

GOBIES - ZONE AMONT  
GOBIES - ZONE RESTAUREE  
GOBIES - ZONE AVAL  
GOBIES - ZONE GLOBALE

## • Approche fonctionnelle



Tachet *et al.*, 2010

Variable	Modalités de la variable								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nourriture	sédiments fins + microorganismes	débris < 1 mm	débris végétaux (≥ 1 mm)	microphytes	macrophytes	débris animaux (≥ 1 mm)	microinvertébrés	macroinvertébrés	vertébrés
<i>Hydropsyche</i> sp.	0	2	1	3	0	0	3	1	0

- Trichoptères sans fourreaux
- Proies fixées aux particules grossières
- Proies nageuses en eau libre

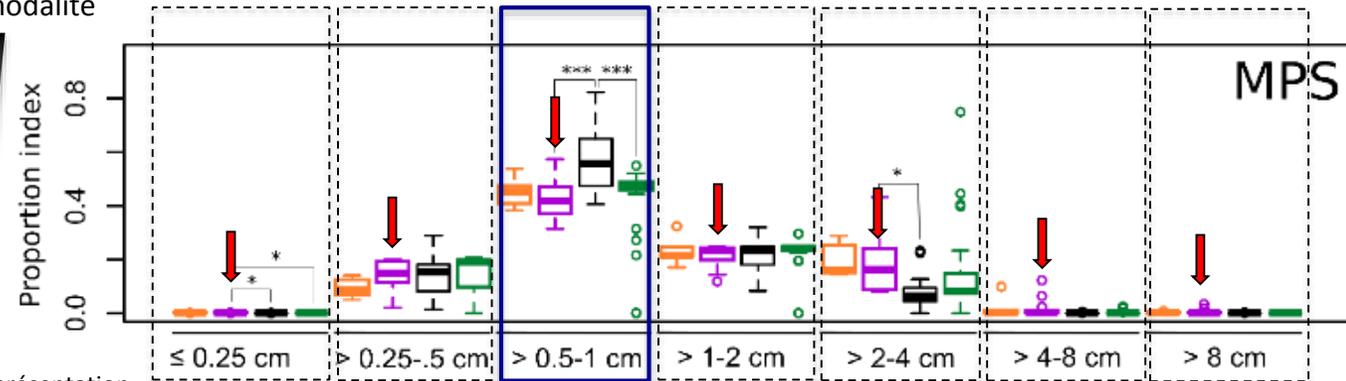
STRATEGIE **GENERALISTE** vs SPECIALISTE

Forte représentation de la modalité



Faible représentation de la modalité

## TAILLE DES PROIES

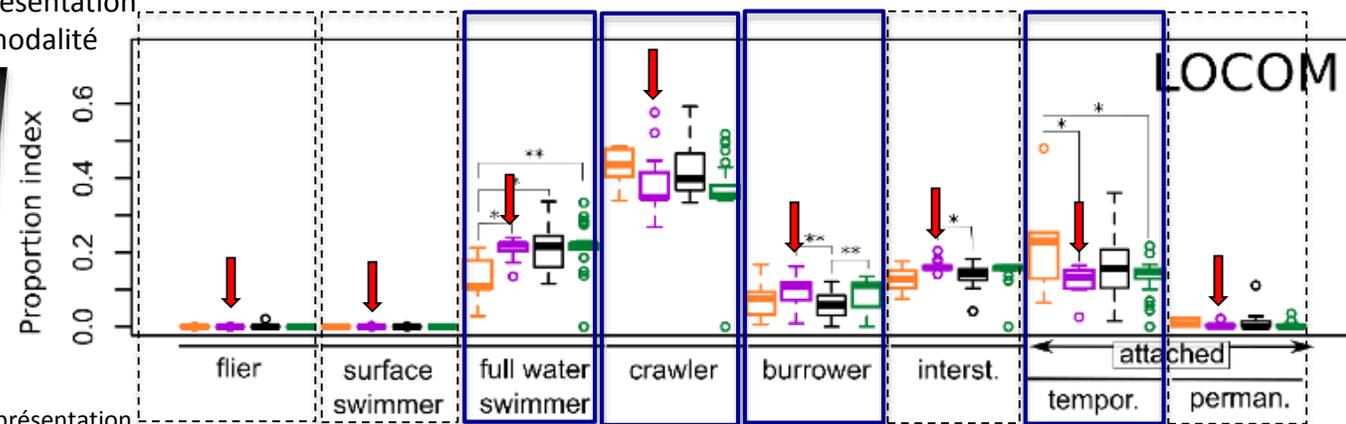


Forte représentation de la modalité



Faible représentation de la modalité

## MODE DE LOCOMOTION DES PROIES



## En guise de 2<sup>ème</sup> synthèse...

- Forte prédation sur les espèces de **bas niveau trophique** et les **éphéméroptères, favorisées** par l'érosion maîtrisée et l'implantation d'épis transversaux artificiels.
- **Peu de** taxons polluo-sensibles et **pas** d'Odonates
- **Pas** de prédation sur les poissons locaux – **Cannibalisme (9%)**
- **MAIS occupation des habitats** et venus avec **un parasite exotique**

## En guise de 2<sup>ème</sup> synthèse...

- Forte prédation sur les espèces de **bas niveau trophique** et les **éphéméroptères, favorisées** par l'érosion maîtrisée et l'implantation d'épis transversaux artificiels.
- **Peu de** taxons polluo-sensibles et **pas** d'Odonates
- **Pas** de prédation sur les poissons locaux – **Cannibalisme (9%)**
- **MAIS occupation des habitats** et venus avec **un parasite exotique**



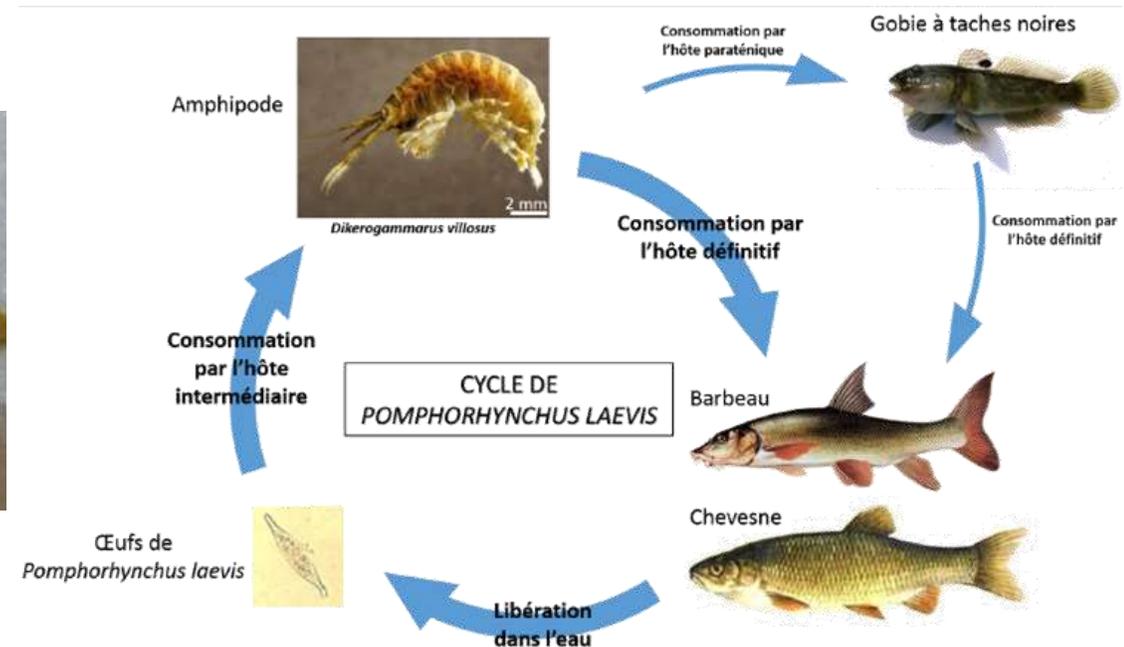
Prolifération dans le TD d'un barbeau

# En guise de 2<sup>ème</sup> synthèse...

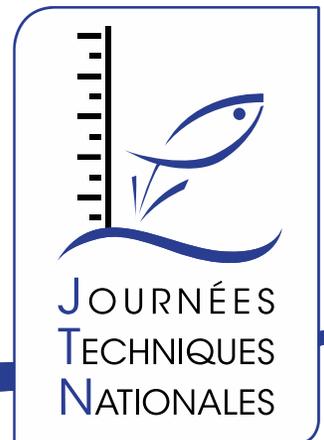
- Forte prédation sur les espèces de **bas niveau trophique** et les **éphéméroptères**, **favorisées** par l'érosion maîtrisée et l'implantation d'épis transversaux artificiels.
- **Peu de** taxons polluo-sensibles et **pas** d'Odonates
- **Pas** de prédation sur les poissons locaux – **Cannibalisme (9%)**
- **MAIS** occupation des habitats et venus avec un parasite exotique



Prolifération dans le TD d'un barbeau

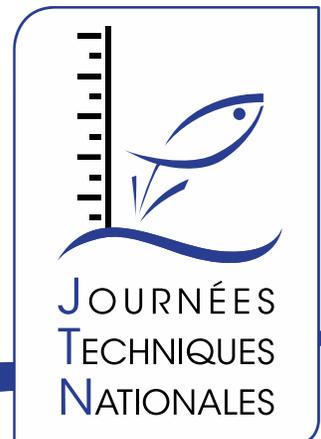


# Conclusions et perspectives



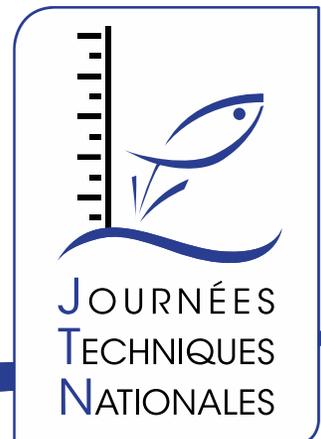
# Conclusions et perspectives

- **Erosion maîtrisée et implantation d'épis transversaux artificiels permet :**
  - de diversifier les habitats, **favorables aux juvéniles**
  - **augmentation de la richesse piscicole**



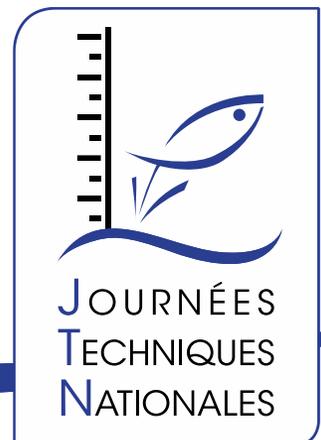
# Conclusions et perspectives

- **Erosion maîtrisée et implantation d'épis transversaux artificiels permet :**
  - de diversifier les habitats, **favorables aux juvéniles**
  - **augmentation de la richesse piscicole**
- **Prendre en considération les invasions biologiques dans les projets de restauration**
  - peuvent affecter **l'évaluation des effets d'une restauration**
  - peuvent **entraîner** des changements dans le réseau trophique et dans les **interactions interspécifiques**



# Conclusions et perspectives

- **Erosion maîtrisée et implantation d'épis transversaux artificiels permet :**
  - de diversifier les habitats, **favorables aux juvéniles**
  - **augmentation de la richesse piscicole**
- **Prendre en considération les invasions biologiques dans les projets de restauration**
  - peuvent affecter **l'évaluation des effets d'une restauration**
  - peuvent **entraîner** des changements dans le réseau trophique et dans les **interactions interspécifiques**
- **Est-ce possible de gérer ? Comment ?**
  - Limiter les invasions : **vigilance dans la connexion des milieux aquatiques et usages**
  - **Actions de restauration plus favorables que d'autres ?**



# Merci pour votre attention



Gobie de Kessler (*O. Schlumbergeri*)



Site d'érosion maîtrisée



Silure juvénile

Triton ponctué, femelle porteuse



œufs de gobie

